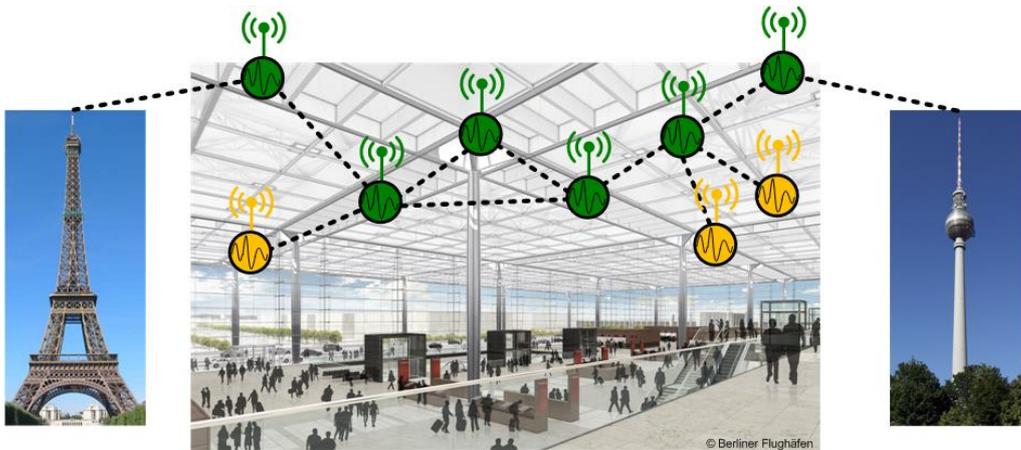


## Abschlussbericht - gemäß Nr. 8.2 NKBF\_98 -

Zuwendungsempfänger: davikoGmbH

Förderkennzeichen: 13N12239

### Vorhaben: Verbundprojekt: Social Area Framework for Early Security Triggers at Airports (SAFEST)



### Teilvorhaben: Erhöhung der zivilen Sicherheit durch Videosensorik

Laufzeit des Vorhabens: 01.05.2012 - 30.09.2015

Berichtszeitraum: 01.05.2012 - 30.09.2015

**Ansprechpartner:**

Mark Palkow  
daviko GmbH  
Am Borsigturm 50, 13507 Berlin  
Tel.: +49 30 43 00 43-44  
Fax: +49 30 43 00 43-55  
E-Mail: palkow@daviko.com

**Verbundkoordinator:**

Prof. Dr.-Ing. Jochen Schiller  
Freie Universität Berlin  
Takustr. 9, 14195 Berlin  
Tel.: +49 30 838 75 213  
Fax: +49 30 838 75194  
E-Mail: jochen.schiller@fu-berlin.de

# I. Kurzdarstellung

## 1. Aufgabenstellung

Das Vorhaben "Erhöhung der zivilen Sicherheit durch Videosensorik" war Teil des Verbunds "SAFEST - Social-Area Framework for Early Security Triggers at Airports". Das übergeordnete Ziel lag in der gesellschaftswissenschaftlich-technisch abgestimmten Gestaltung und der experimentellen Verifikation eines umfassenden Gefahrenerkennungs- und Krisenmanagementsystems für die Sicherheit in stark frequentierten öffentlichen Bereichen kritischer Verkehrsinfrastrukturen am Beispiel des Flughafens.

Das von der daviko GmbH bearbeitete Teilvorhaben verfolgte das Ziel einer leichtgewichtigen, aber präzisen verteilten Videosensorik. Mit ihr werden Menschenansammlungen erkannt und vor unerwarteten Gefahren geschützt, indem die betroffene Bevölkerung zielgerichtet aus dem Gefahrenort manövriert wird. Die Neuheit des geplanten Lösungsansatzes liegt in der intelligenten Nutzbarmachung von bild-analytischen Daten für die Verfahren der Erkennung von Menschenmengen. Dadurch können entsprechende Systeme vor Ort zuverlässiger und schneller funktionieren, bei gleichzeitiger Reduzierung der Komplexität und somit Kosten.

## 2. Voraussetzungen für das Vorhaben

Die daviko GmbH verfügt über eine hochwertige Videokonferenzlösung. Das Produkt PlaceCam der daviko GmbH ist reine Software-Lösung, die keine Spezial-Hardware (z.B. bestimmte Grafik-beschleuniger) benötigt. Eine sehr hohe Videoqualität wird durch eine eigene Implementierung des H.264 Standards erzielt. Mit diesem Software-Codec sind sehr variabel skalierbare Bildgrößen bis HD möglich. Der H.264/SVC Codec erlaubt die Skalierung der Bilder ohne Transkodierung. Er ist somit auch für leichtgewichtige mobile Endgeräte geeignet. Die Videokonferenzlösung PlaceCam wird auf unterschiedlichsten Hardware- und Software-Plattformen betrieben. Diese reichen von Smartphones bis zu professionellen Video-Konferenzsystemen, die unter Linux, MacOS oder Windows laufen.

PlaceCam stellt zudem eine IP-basierte Videokonferenz-Software dar, die sowohl die Vorteile von Peer-to-peer Netzen als auch klassischen Client-Server-Verfahren verbindet. Die Konfiguration variabler Bitraten ermöglicht den Einsatz auch in Szenarien mit geringen Bandbreiten.

Sowohl die Unterstützung unterschiedlicher Plattformen als auch die Erfahrungen der daviko GmbH mit geringen Bandbreiten in Peer-to-peer Netzen waren sehr hilfreich bei der Umsetzung des Teilvorhabens.

## 3. Planung und Verlauf des Vorhabens

Das Teilvorhaben "Erhöhung der zivilen Sicherheit durch Videosensorik" hat im Verbund SAFEST in vier Kernarbeitspaketen mitgearbeitet:

- AP 2: Einsatzspezifische Anforderungsanalyse
- AP 4: Plattformerstellung
- AP 5: Wissensfusionierung und Alarmkomponenten, Leitsystem
- AP 8: Projektkoordination und Berichterstattung

Das Projekt verlief weitgehend planmäßig. Anfangs gab es Verzögerungen, die sich durch mangelnde Infrarotvideosequenzen ergaben. In Absprache mit dem Projektträger wurden daher im ersten Jahr 3000,-€ weniger ausgegeben als der Plan vorsah und diese Mittel ins Jahr 2013 verschoben. Da wir Anfang 2013 eine Infrarotkamera von dem Projektpartner SAGEM gestellt bekommen und somit eigene Videosequenzen für Analysen erzeugen konnten, wurden diese Verzögerung bis Mitte 2013 wieder aufgeholt.

Die verlängerte Projektlaufzeit konnte genutzt werden, um neben der Optimierung der Erkennung von Menschenmassen mittels Infrarotkameras, zusätzlich sogenannte Commodity Hardware, also Geräte für den Massenmarkt (Microsoft Kinect), zu integrieren. Dadurch wurden die vorgesehenen Infrarotkameras durch Kameras, welche Höhenprofile ermitteln, ergänzt. Dies erweitert das Anwendungsspektrum der SAFEST-Lösung und erlaubt zudem den Einsatz kostengünstigerer Hardware.

#### **4. Wissenschaftlichem und technischem Stand, an den angeknüpft wurde**

Der Bereich der videogestützten Erkennung bzw. Verhinderung von Gefahren ist breit aufgestellt. Klassische Verfahren sehen räumlich verteilte Installationen von Kameras vor, die ihre Daten an einen zentralen Kontrollraum versenden. Die entsprechenden Videobilder werden manuell analysiert. Dies ist kostenintensiv und fehleranfällig. Neuerliche Arbeiten beschäftigen sich mit der automatischen Analyse von Videostreamen zum Schutz der zivilen Sicherheit. Die bisherigen Lösungen setzen für die Erkennung von Personen und Menschenmengen auf klassische Verfahren der Mustererkennung, ohne mögliche Effizienzsteigerungen durch die Ausnutzung der eingesetzten Videokodierung zu berücksichtigen. Das Teilvorhaben "Erhöhung der zivilen Sicherheit durch Videosensorik" ging hierbei einen neuen Weg, indem es versucht, die bei der Videokodierung entstehenden Informationen für die Erkennung der Menschenmassen auszunutzen, wobei die technische Lösung gesellschaftliche Bedürfnisse integriert. Damit können Gefahren zuverlässiger und schneller erkannt werden ohne die Gefahr einer mangelnden gesellschaftlichen Akzeptanz zu erleiden.

Im Bereich der semi-kommerziellen Produkte ist SmartCatch zu nennen. Dieses System verspricht eine umfassende Analyse von Videodaten, um Gefahrensituationen zu erkennen. Dies schließt die Verletzung von Sicherheitsrichtlinien und die Erkennung von unbefugten Personen ein. Die tatsächliche Qualität des Produkts ist aus jetziger Sicht nur schwer zu beurteilen. Entscheidend ist aber, dass die Architektur separate Videoprocessingserver vorsieht, welche mit zusätzlicher Hardware für die Videokompression ausgestattet sind. Jedwede zusätzliche Hardware, die dedizierte Funktionen wahrnimmt, erhöht die Ausfallwahrscheinlichkeit des Gesamtsystems. Die Sicherheitsforschung hat aber eine schnelle und effektive Reaktion auf sicherheitsrelevante Ereignisse zum Ziel, wobei gesellschaftliche Aspekte einbezogen werden sollen. Zusätzliche Hardware widerspricht hierbei dem ersten Ziel. Gesellschaftliche Aspekte sind zudem unberücksichtigt. Das

vorliegende Teilvorhaben grenzt sich von SmartCatch ab, indem es einerseits auf der Empfängerseite ohne spezielle Hardware auskommt, andererseits soziologische Aspekte in die technischen Konzepte einbezieht. SmartCatch ist eine Produktentwicklung der Vidient Inc. und NEC Entwicklungslabore. Die Weiterführung des Produkts scheint aber seit mehreren Jahren eingestellt.

Das Projekt CamInSens hat zum Ziel ein intelligentes Videosystem zum Schutz der zivilen Sicherheit aufzubauen. Mit ihm sollen Gefahrensituationen automatisch erkannt werden. Dies soll durch die Erkennung auffälliger Bewegungsmuster erreicht werden. Die hierbei adressierte Fragestellung steht dem Vorhaben "Erhöhung der zivilen Sicherheit durch Videosensorik" orthogonal gegenüber: In SAFEST wurden über die Videosensoren keine auffälligen Bewegungsmuster, sondern Menschenansammlungen entdeckt, um so Gefahren, die aus einer Massenpanik resultieren könnten, zu verhindern.

Die von der daviko GmbH verantwortete Videoanalyse setzt auf den von der Firma SAGEM bereitgestellten Prototypen einer hochinnovativen Infrarotkamera auf. Diese ist extrem kompakt gestaltet, erlaubt aber gleichzeitig sehr hochauflösende Aufnahmen, ist optimiert für die Reduzierung von Hintergrundrauschen. Sie grenzt sich somit gegenüber handelsüblichen Modellen ab. Die daviko GmbH hat Videokompressionsverfahren unter Ausnutzung von Infraroteigenschaften mit SAGEM analysiert, wobei die gewonnenen Erkenntnisse auch auf andere zukünftige Infrarotkameras übertragen werden können.

## **5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen**

Die wissenschaftlichen-technischen Lösungen, Veröffentlichungen, Ausstellungen und Demos geschahen in enger Kooperation mit den anderen Projektpartnern (FU Berlin, SAGEM, HAW Hamburg, FBB, Fraunhofer Fokus, FÖS).

## II. Eingehende Darstellung

### 1. Erzielte Ergebnisse

#### AP 2: Einsatzspezifische Anforderungsanalyse

##### AP 2.2.1 Szenarienatalog - Videoanalysen

Zur Vorbereitung der Analysen wurden vielfältige Aufnahmen mit einer Infrarotkamera, die vom Projektpartner SAGEM bereitgestellt wurde, von sich bewegenden Personen in realen Situationen (Eingangsbereich der FU Berlin, Mittelgang eines Einkaufszentrums, Einstiegshalle Flughafen Tegel, Durchgang während der ILA) aufgenommen und anschließend begutachtet.



Bilder von den Analyseaufnahmen im Einkaufszentrum und im Flughafen Tegel

Hierzu haben wir ein Visualisierungsanwendung programmiert, die die Bewegungen anschaulich verdeutlicht und den anderen Projektpartnern vorgestellt.

Anfangs stellte die Überwachung des Fluchttunnels eine Herausforderung dar, da dieser viele wärmespiegelnde Flächen aufweist. Die Wärmereflektionen (Spiegelungen) an den Wänden, die die Bewegungsvorhersage erschweren, sind für Infrarotkameras typisch und konnten durch den Einsatz anderer Sensoren (wie der Microsoft Kinect Kamera) gelöst werden.

Die gewonnen Erkenntnisse wurden in den Szenarienatalog zur Überwachung des Flughafens integriert.

#### AP 4: Plattformerstellung

##### AP 4.2.1 Vernetzung - Videoübertragung

In Zusammenarbeit mit den Projektpartnern Fraunhofer FOKUS, HAW Hamburg und FU Berlin wurde das Protokoll für die Übertragung der Videodaten spezifiziert. Ausgehend vom Szenarienatalog erfolgt die Analyse der Kameradaten direkt auf den Sensorknoten, mit Hilfe des in AP 5.1.1

entworfenen Algorithmus. Menschen werden dabei durch Kreise approximiert. Die Videoanalyse erzeugt eine Liste der detektierten Personen, deren Positionen und Radien. Die Übertragung der dieser Daten erfolgt als ein JSON encodierter Datenstrom.

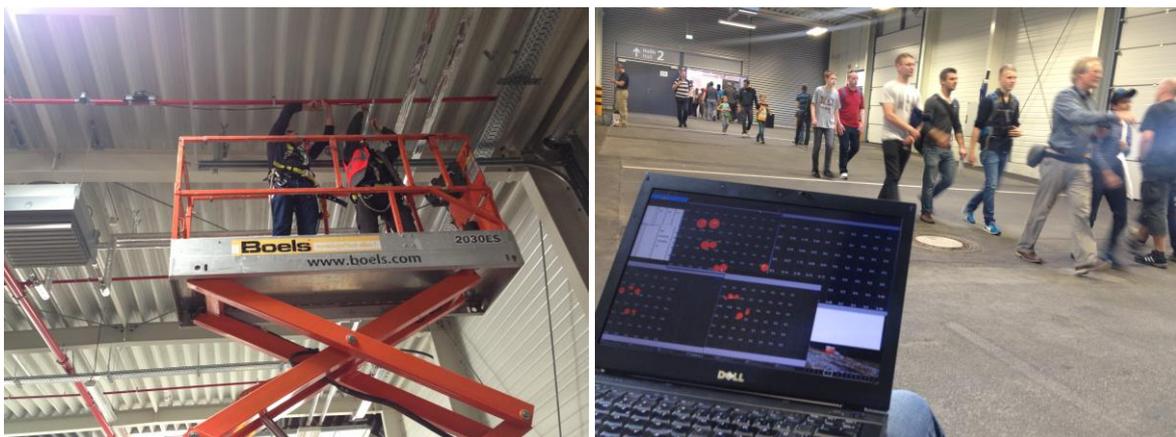
Dazu ein Beispiel und die Erläuterung der Datenfelder:



Die jeweilige Kamera wird durch „id“ identifiziert. „timestamp“ spezifiziert die Zeit des Frames. „people“ ist eine Liste der detektierten Personen mit „pid“ als fortlaufender Identifier einer Person, „x“ und „y“ als Koordinaten und „r“ als Radius.

### AP 4.3.1 Umsetzung - Videoübertragung

Ein von der FU Berlin entworfenes und von der daviko GmbH implementiertes Merging Gateway dient als Schnittstelle zwischen den Kameraknoten und der zentralen Event-Processing-Unit von Fraunhofer FOKUS. Es nimmt die JSON encodierten Daten der einzelnen Sensoren entgegen und generiert die Dichtematrix der von den Sensoren erfassten Gesamtfläche für das Event Processing (siehe auch Beschreibung zu AP 5.1.1)



Bilder vom Aufbau zur ILA 2014

Das Zusammenspiel aller Komponenten wurde bei mehreren Terminen an der FU Berlin getestet, dabei gefundene Fehler wurden erfolgreich beseitigt. Nachdem SAGEM uns weitere IR-Kameras bereitstellt hatte, könnte auch mit mehreren

Sensorknoten (Kameraknoten), die gleichzeitig unterschiedliche, teilweise überlappende Areale abdecken, getestet und auf SAGEM Smart-Nodes umgesetzt werden. Dabei waren weitere Fehlerkorrekturen nötig, die jedoch keine konzeptionellen Änderungen erforderlich machten. Ein großes Grid konnte mit 2 Infrarot- und 2 Kinect-Kameras konnte auf der ILA 2014 erfolgreich getestet werden und das Zusammenspiel der Komponenten wurde während des Abschlussmeetings erfolgreich live demonstriert.

## AP 5: Wissensfusionierung und Alarmkomponenten, Leitsystem

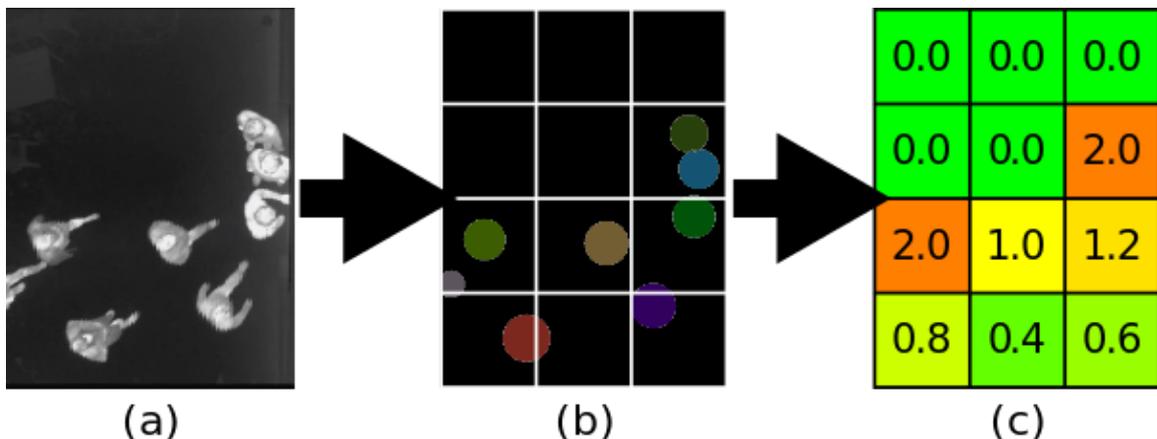
### AP 5.1.1 Sensorebene - Videoauswertung

Da laut Szenarien katalog keine rohen Videodaten im System übertragen werden sollen (aufgrund der Privatsphäre beobachteter Personen und der geringen im Adhoc-Meshnetzwerk zur Verfügung stehenden Datenraten) wurde in Absprache mit den anderen Projektpartnern festgelegt, dass die Analyse der Kameradaten direkt auf den Sensorknoten erfolgt. Die ursprüngliche Idee, die Bewegung der Menschen blockweise (block based motion tracking) zu analysieren, wurde verworfen. Die Wärmebild-Eigenschaften der verwendeten SAGEM Kamera ermöglichen es aber Personen aufgrund des Wärmeunterschieds zur Umgebung zu erkennen. In enger Zusammenarbeit mit der FU Berlin wurde daher ein dreistufiges Verfahren entwickelt, welches sich auch für Sensoren mit Kinect-Kamera eignet:

1. Extrahieren von Vordergrund-Objekten durch Hintergrundextraktion
2. Clustern der zusammenhängenden Objekte
3. Verfolgen der Cluster über die Zeit (über Framegrenzen hinweg)

Tests des beschriebenen Algorithmus wurden anhand von Videosequenzen durchgeführt, die im AP 2.2.1 mit der von SAGEM zur Verfügung gestellten Kamera, in einem Einkaufszentrum aufgenommen wurden. Für die Optimierung des Algorithmus wurden an der FU Berlin sowie am Flughafen Tegel umfangreichere Videosequenzen von Menschengruppen aufgenommen. Mit diesen Aufnahmen wurde der Algorithmus sukzessive weiter verbessert und um folgende Verfahren ergänzt:

1. Kontrast-Kalibrierung zur Verbesserung der Hintergrundextraktion
2. Herausfiltern von kleinen Objekten
3. Aufteilen von überlappenden Personen
4. Approximierung von Personen durch Kreise für das Merging Gateway



(a) Originalbild der IR-Kamera

(b) erkannte Personen

(c) Dichtematrix für Event Processing

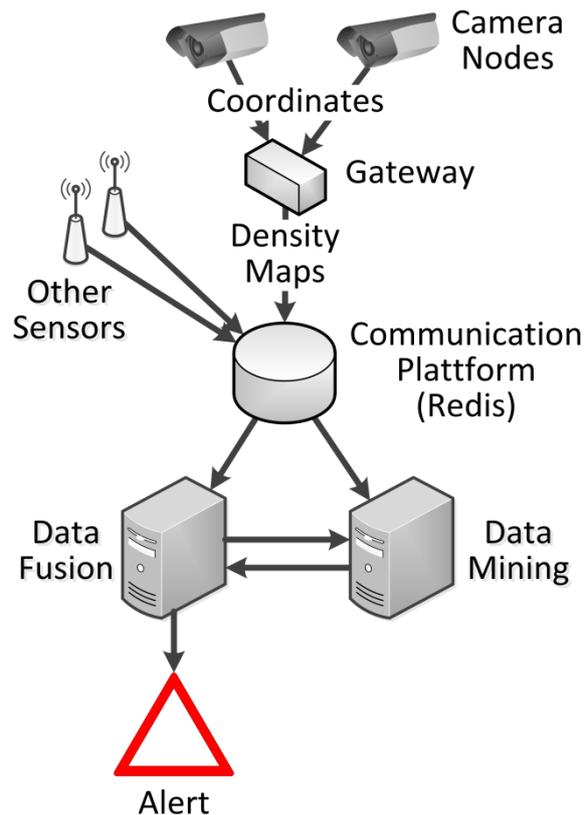
Als Ergebnis liefert der Algorithmus die Anzahl sowie die Positionen und Radien von Menschen im Videoframe. Diese Informationen werden über ein einstellbares Zeitintervall gemittelt und wie in AP 4.2.1. beschrieben an das Merging Gateway übertragen. Die Programmierung der Videoanalyse-Algorithmen erfolgte in C++ mit Hilfe der auf Bildverarbeitung ausgerichteten OpenCV Bibliothek. Die entwickelte Software ist plattformneutral geschrieben, so dass sie auf Linux- und Windowssystemen lauffähig ist.

### AP 5.4.1 Integration und Proof-of-Concept - Videoerkennung

In der nebenstehenden Grafik ist das Blockschaltbild des Alarmsystems abgebildet. Erste Test des Videoanalyseverfahrens in Zusammenarbeit mit dem Alarmsystem gab es während der Vorbereitungen sowie während Livedemo beim Meilensteintreffen Ende November 2013. Dabei kam nur eine Kamera zum Einsatz weil seinerzeit nur ein Gerät zur Verfügung stand. Ein Test mit mehreren Kameras erfolgte im Jahr 2014, nachdem SAGEM weitere IR-Kameras bereitstellt hatte.

Die Auswertungssoftware wurde auf spezielle von SAGEM entwickelte Embedded-Rechner portiert. Hierzu stellte SAGEM Smart Nodes zur Verfügung. Die Software konnte daraufhin auf die Atom CPU des Smart Nodes angepasst werden. Die Performance lag trotz der leistungsschwachen Atom CPU bei mehr als 5 fps, was für die sekundliche Auswertung durch das Merging Gateway mehr als ausreichend ist.

Diese Portierung wurde während des Integrationstreffens mit Projektpartnern FU Berlin und SAGEM in Berlin am 26.-28. November 2014 ausgiebig und erfolgreich getestet. Mit diesen Ergebnissen wurde der D4.3 Report (Deliverable 4.3 – Validation of the Sensor Node) erstellt.



## AP 8: Projektkoordination und Berichterstattung

### AP 8.1.1 Externe Workshops - Videoüberwachung

Für den Workshop Interdisciplinaire sur la Sécurité Globale 2014 (WISG) haben alle Projektpartner gemeinsam ein Paper eingereicht (<http://hal.inria.fr/hal-00944907>). Wir konnten hier den Abschnitt 4. Video Processing (Seiten 3-4 des Papers) beisteuern. Auch 2015 wurde für den Workshop Interdisciplinaire sur la Sécurité Globale (WISG) ein Paper eingereicht (<https://hal.inria.fr/hal-01244781v1>). Wir konnten hier in enger Zusammenarbeit mit der FU Berlin zum Abschnitt 2., 3., und 4. beitragen.

Auf dem am 26.02.2015 von der FÖS durchgeführten Workshop „Überwachung: Die Bedeutung technischer Innovationen und ihre gesellschaftlichen Auswirkungen“ haben Matthias Wählich von der FU Berlin und Mark Palkow von der daviko GmbH die Arbeitsgruppe: „Überwachung in der Praxis: Technische Innovationen und deren Potentiale in Hinsicht auf veränderte Aufgaben und Verantwortungsfelder der beteiligten Akteure“ moderiert.

### **AP 8.2.1 Verbreitung - Videosensorik**

Auf der CeBit 2013 war die daviko GmbH als Aussteller auf dem Berlin-/Brandenburg-Gemeinschaftsstand vertreten. Diese Plattform wurde für Feedback von potenziellen Kunden für die Videoüberwachung zum Schutz der zivilen Sicherheit genutzt.

Zusätzlich wurde während der CeBit 2014 zwei-Kameraknoten direkt über den Stand platziert. Somit konnte gleichzeitig demonstriert und live getestet werden.

## **2. Voraussichtlichen Nutzens und Verwertbarkeit**

Während der Markt der visuelle Erkennung und Identifikation von Personen bereits stark umkämpft ist, öffnet er sich für die datenschutzneutrale, verteilte Auswertung von Menschenmengen und die damit einhergehende Robustheit und Mobilität erst. Gleichzeitig schärft sich das öffentliche Bewusstsein für die Privatsphäre seit den Snowden Enthüllungen.

Die im Teilvorhaben von der daviko GmbH entwickelten Analysemodule werden gerade zu verkaufsfähige Komponenten weiterentwickelt, die je nach Kundenszenario zusammengestellt werden können, um flexibel die verschiedenen Einsatzgebiete abdecken zu können. Hierbei fokussiert sich die daviko auf zwei Felder. Zum einen auf die Sicherheit in öffentlicher Infrastruktur und Gebäude (Bahnhöfe, Tunnel, Flughäfen, Fußballstadien, Konzertsäle, Einkaufszentren), zum anderen auf das Queuemanagement von Kundenwarteschlangen (Flughafen Check in und Sicherheitskontrollbereich, Kassenbereiche bei Großveranstaltungen).

Die daviko GmbH ist durch laufende Projektaktivitäten sowohl in engem Kontakt mit dem IR-Sensorhersteller SAGEM, als auch mit ersten potentiellen Pilotkunden. Mit den Berliner Verkehrsbetrieben (BVG) ist ein Lol als Early Adopter für ein infrarotbasiertes Menschenerkennungssystem zur Sicherung von Tunnelanlagen bereits unterschrieben. Für die iris infrared & intelligent sensors GmbH führt die daviko GmbH aktuell gerade eine Machbarkeitsstudie zur Kompression von ToF-Videodaten durch. Das Ziel, den bisherigen Umsatz der daviko GmbH innerhalb von zwei Jahren nach Projektende zu verdoppeln, wird voraussichtlich erfüllt.

## **3. Während der Durchführung des Vorhabens bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen**

Nach dem Kenntnisstand zum Ende des Forschungsvorhabens SAFEST wurden keine Ergebnisse veröffentlicht, die Projektziele vorwegnahmen bzw. überflüssig machten.

Wir haben eine Variante des Erkennungsalgorithmus entwickelt, die auf den Kinect-Kameras basiert, welche während des Teilvorhabenzeitraums von Microsoft in den Handel kam und die preislich deutlich günstiger sind, als die von SAGEM entwickelten Wärmebildkameras. Die in AP 5.1.1 entworfenen Algorithmen lassen sich auch auf diesen Sensor sehr gut anwenden.

## **4. Erfolgte Veröffentlichungen des Ergebnisses**

Seitens der daviko GmbH wurden Projektergebnisse auf dem Workshop Interdisciplinaire sur la Sécurité Globale (WISG) 2014 und 2015, sowie auf der Cebit 2013 und 2014 einer breiten Öffentlichkeit vorgestellt.