



Forschungsprojekt

Gesichtserkennung als Fahndungshilfsmittel

Foto-Fahndung

Abschlussbericht

1 Management Summary	5
2 Einleitung.....	7
3 Untersuchungsgegenstand	8
3.1 Allgemeine Voraussetzungen und Aufbau	8
3.2 Datenerhebung.....	10
3.2.1 Referenzdaten	10
3.2.2 Teilnehmerdaten	10
3.2.3 Gesichtsfindung	11
3.2.4 Gesichtserkennung.....	11
3.2.5 Datenquelle 2 - Transpondersystem	11
3.2.6 Datenquelle 3 - Analoge Videokamera.....	12
3.3 Beteiligte Unternehmen (Gesichtserkennungssysteme)	12
3.4 Qualitätsanforderungen an digital aufgenommene Lichtbilder	12
3.5 Rechtsgrundlagen	13
4 Feldtest.....	14
4.1 Ergebnisse.....	15
4.2 Auswertesoftware	16
4.3 Bestimmung der FER (False Enrolment Rate)	18
4.4 Genuine-Impostor-Frequency.....	18
4.5 Ergebnisse nach Tageszeit und Örtlichkeit.....	20
4.6 Systemvergleich.....	25
5 Zusammenfassende Interpretation der Ergebnisse und Empfehlungen.....	26
6 Ausblick.....	27

- Anlage 1: Einverständniserklärung Teilnehmer
- Anlage 2: Prämien-Flyer
- Anlage 3: Info-Flyer

Vorwort

Mit dem Projekt „Gesichtserkennung als Fahndungshilfsmittel - Foto-Fahndung“ wurde die Untersuchung eines möglichen, künftigen polizeilichen Einsatzmittels in der Öffentlichkeit durchgeführt. Nach einer mehr als zweijährigen Vorbereitungszeit ist das BKA an das BMI herangetreten und hat um Zustimmung zu dieser Vorgehensweise unter Einbindung der Öffentlichkeit gebeten. Ziel war, größtmögliche Transparenz und die Voraussetzungen für eine objektive Berichterstattung durch die Medien zu schaffen. Mit Datum vom 16. Februar 2005 hat das BMI der Durchführung des Forschungsprojekts zugestimmt.

Besonderer Dank gilt der Deutschen Bahn AG, die dem BKA mit dem Hauptbahnhof in Mainz die Nutzung der Örtlichkeiten ermöglicht hat, ohne die eine solch aufwändige Untersuchung nicht möglich gewesen wäre.

Zu danken ist auch der Bundespolizei, die das BKA jederzeit schnell und unbürokratisch personell und materiell unterstützt hat.

Nicht zuletzt sollen an dieser Stelle auch die 200 Testteilnehmer erwähnt werden, die sich dazu bereit erklärt hatten, über einen viermonatigen Zeitraum einen Transponder mit zu führen und somit als „gesuchte Personen“ zur Verfügung zu stehen. Hierzu konnten Dank der Unterstützung der rheinland-pfälzischen Ministerien und Behörden in Mainz auch Teilnehmer aus diesem Kreis gewonnen werden.

Ohne die Mitwirkung aller genannten Institutionen und Personen wäre eine erfolgreiche Durchführung des Feldtests nicht möglich gewesen. Vielen Dank allen Beteiligten.

Wiesbaden im Februar 2007

Abkürzungsverzeichnis

BDSG	Bundesdatenschutzgesetz
BFDI	Bundesbeauftragter für den Datenschutz und die Informationsfreiheit
BKA	Bundeskriminalamt
BKAG	Bundeskriminalamtsgesetz
BMI	Bundesministerium des Innern
BPOLG	Bundespolizeigesetz
DB AG	Deutsche Bahn AG
FAR	False Acceptance Rate
FER	False Enrolment Rate
FRR	False Rejection Rate
GES	Gesichtserkennungssystem
ID	Identifikation
INPOL	Informationssystem der Polizei
JPEG	Joint Picture Expert Group
KI	Kriminalistisches Institut
NIST	National Institute of Standards and Technology
PIN	Persönliche Identifizierungs Nummer
RFID	Radio Frequency Identification

1 Management Summary

Unter dem Arbeitstitel „Foto-Fahndung“ hat KI 16 - Forschungs- und Beratungsstelle Kriminalprävention - im Zeitraum Oktober 2006 bis Ende Januar 2007 die biometrische Gesichtserkennung als neues Fahndungshilfsmittel für die Polizei getestet. 200 Pendler haben am Feldtest teilgenommen und zum Gelingen beigetragen.

Als Ergebnis der Untersuchungen kann festgehalten werden, dass es möglich ist, gesuchte Personen in Menschenmengen automatisch wiederzuerkennen, wenn die äußeren Rahmenbedingungen, und hierbei insbesondere die Beleuchtung, stimmen.

In der Eingangshalle des Hauptbahnhof Mainz wurden die Systeme von drei Herstellern parallel untersucht.

Ausgewertet wurden vier unterschiedliche Szenarien:

- Erkennungsleistungen auf der Rolltreppe bei Tageslicht.
- Erkennungsleistungen auf der Rolltreppe bei Nacht.
- Erkennungsleistungen auf der Treppe bei Tageslicht.
- Erkennungsleistungen auf der Treppe bei Nacht.

Stellvertretend für die biometrischen Gesichtserkennungssysteme werden hier die erreichten Leistungen des Leistungstärksten Systems zu Grunde gelegt.

Täglich durchquerten durchschnittlich 22.673 Personen den überwachten Bereich. Als akzeptabel und handhabbar ist eine Falschakzeptanzrate (Häufigkeit von Verwechslungen) von 0,1 % anzusehen. Unter dieser Voraussetzung von - im Schnitt täglich - 23 Falscherkennungen wurden die vergleichenden Untersuchungen durchgeführt.

Den größten Einfluss auf die Erkennungsleistung hatte die Beleuchtung. Während sich bei Tageslicht Erkennungswahrscheinlichkeiten von über 60 % erreichen ließen, sank diese nachts ohne Tageslicht auf 10 – 20 % ab.

Der Einfluss der unterschiedlichen Bewegungen der Teilnehmer auf Treppe und Rolltreppe auf die Erkennungsleistung der Systeme fiel geringer als erwartet aus. Im Schnitt fiel dort die Erkennungswahrscheinlichkeit auf der Treppe – je nach Hersteller – um 5 – 15 % gegenüber der Rolltreppe ab.

Die Auswertung und die Erfahrungen im Umgang mit den Systemen verdeutlichten, dass es in der Bereichsüberwachung nicht nur auf die Qualität der eingesetzten biometrischen Algorithmen, sondern auch wesentlich auf die Möglichkeiten der eingesetzten Kamertechnik ankommt. Gerade in der Dämmerung wurden die Unterschiede zwischen den Herstellern der Kameras deutlich. Die Unterschiede in der gelieferten Bildqualität beeinflussten die Erkennungsleistungen erheblich.

Da es sich bei „Foto-Fahndung“ um ein technisch orientiertes Forschungsprojekt handelte, bei dem rechtliche Bewertungen für einen realen Einsatz nicht vorgenommen wurden, lassen sich die folgenden Hinweise für den Planer ableiten:

Innenbereiche mit konstanten Lichtverhältnissen lassen hohe Erkennungsleistungen erwarten. Wechselnde Lichtverhältnisse (Dunkelheit, Gegenlicht, direkte Sonneneinstrahlung) lassen die Erkennungsleistungen signifikant absinken. Ein erfolgreicher Einsatz biometrischer Gesichtserkennungssysteme im Außenbereich scheint für Fahndungszwecke gegenwärtig wenig erfolgversprechend.

Erfolgreiche Erkennungen sind bei der 2D-Gesichtserkennung nur mit Frontalaufnahmen des Gesichts zu erreichen. Daraus lässt sich ableiten, dass ein bewusstes oder unbewusst kooperatives Verhalten der gesuchten Person erreicht werden muss. Dies kann durch den Einsatz von Eye-catchern oder Vereinzlungen unter personeller Aufsicht geschehen. Denkbar wäre der Einsatz im Bereich von Zutrittskontrollanlagen, die immer mit einer Vereinzlung von Menschenmengen einhergehen.

Es muss bedacht werden, dass bei jeder richtigen Erkennung Reaktionszeiten der Einsatzkräfte für weitere Maßnahmen eingeplant werden müssen. Der Einsatzort sollte daher so gewählt werden, dass bereits Kräfte an der Kontrollstelle vorgehalten werden oder sichergestellt ist, dass sich die erkannte Person noch für einen gewissen Zeitraum im überwachten Raum befindet.

2 Einleitung

Der Begriff Biometrie leitet sich aus dem Griechischen ab: Bios (das Leben) und Metron (das Maß). Es handelt sich demnach um die Vermessung von Lebewesen.

Bei der Polizei ist es Standard, Personen anhand ihres Fingerabdrucks zu identifizieren. Seit einigen Jahren sind weitere biometrische Verfahren verfügbar, die zur Identifizierung von Personen eingesetzt werden können. Man unterscheidet zwischen statischen und dynamischen, zwischen kooperativen und nicht-kooperativen Verfahren. Statische Verfahren setzen auf die Konstanz eines Merkmals; die Eigenschaft, sich über einen längeren Zeitraum nicht oder nur wenig zu verändern. Beispiele hierfür sind unter anderem der Finger, die Hand und das Gesicht. Dynamische Verfahren setzen auf die Wiedererkennung sich ändernder Eigenschaften wie Druck und Bewegung. Dies können zum Beispiel die Unterschrift oder der Gang eines Menschen sein. Kooperative Verfahren verlangen ein Mitwirken dessen, der erkannt werden soll: zum Beispiel den Finger auf einem Sensor zu platzieren. Nicht-kooperative Verfahren können auch ohne Wissen und Zutun der zu erkennenden Person eingesetzt werden. Ein Beispiel hierfür ist die Gesichtserkennung, die auch ohne die bewusste Präsentation des Merkmals zu Erkennungen führen kann.

Wie bereits die Definition „Vermessen des Lebens“ vermuten lässt, unterliegen biometrische Merkmale einem ständigen Veränderungsprozess. Gleiches gilt für die Aufnahmebedingungen. Daraus folgt, dass sich unterschiedliche Aufnahmen eines Merkmals immer etwas voneinander unterscheiden. Die Erkennung eines Menschen mittels Biometrie funktioniert anders als die Erkennung mittels PIN oder Passwort. Ein einfaches Richtig oder Falsch ist bei biometrischen Verfahren ausgeschlossen. Vielmehr wird ein Maß an Übereinstimmung zwischen dem im System hinterlegten Referenzmuster und dem live aufgenommenen Merkmal gefordert, um eine Person zu erkennen. Dieses festlegbare Maß wird als Schwellwert bezeichnet. Überschreitet die Ähnlichkeit des aufgenommenen Merkmals und des hinterlegten Musters diesen Schwellwert, gilt eine Person als erkannt, ansonsten geht das System von zwei unterschiedlichen Menschen aus.

Für kommerzielle Zwecke werden mittlerweile eine Vielzahl von biometrischen Verfahren eingesetzt. Zum Beispiel Fingerabdruckerkennung, Iriserkennung, Sprechererkennung, Unterschriftenerkennung usw. Im Forschungsprojekt „Foto-Fahndung“ hat das BKA ausschließlich Gesichtserkennungssysteme untersucht.

Die Technologie der Gesichtserkennung identifiziert Menschen über Merkmale im Gesicht, die sich nicht leicht verändern lassen und zeitlich weitgehend konstant sind. Bevor ein biometrisches System einen Menschen wiedererkennen kann, müssen die Merkmale dieser Person aufgenommen werden. Diese Ersterfassung wird auch als Enrolment bezeichnet. Die für den späteren Vergleich benutzten Daten werden in einem besonderen Datenformat, dem Template, gespeichert.

Oft wird die Gesichtserkennung zum Vergleich eines Live-Bildes einer Person mit ihrem gespeicherten Template eingesetzt (z. B. bei einer Zutrittskontrolle). Dieses Verfahren, das der Bestätigung einer vorgegebenen Identität dient, wird als Verifikation (1:1) bezeichnet. Gesichtserkennungssysteme sind aber auch in der Lage, alle im System gespeicherten Personen mit einem Bild einer zunächst unbekannt Person zu vergleichen. In diesem Fall spricht

man von Identifikation (1:n). Als Suchbilder können auch Gesichter aus dem Videostream einer Kamera extrahiert und verwendet werden.

„Foto-Fahndung“ beschreibt ausschließlich die Wiedererkennung von Personen zu Zwecken der Identifikation.

3 Untersuchungsgegenstand

Im Einzelnen sollten mit dem Projekt „Gesichtserkennung als Fahndungshilfsmittel – Foto-Fahndung“ folgende Ziele erreicht werden:

- Einsatz und Bewertung auf dem Markt erhältlicher Gesichtserkennungssysteme hinsichtlich der Möglichkeiten, Gesichter aus einer Menschenmenge heraus zu extrahieren
- Bewertung der Erkennungsleistungen der Algorithmen hinsichtlich ihrer Eignung, Live-Bilder mit Referenzbildern in Echtzeit zu vergleichen

Sowohl bei der Entwicklung der Algorithmen und insbesondere im Kamerabereich sind in der Zukunft Qualitätssteigerungen zu erwarten. Welcher Hersteller dann das beste Gesamtkonzept anbietet, ist im Einzelfall neu zu prüfen.

3.1 Allgemeine Voraussetzungen und Aufbau

Um verwertbare Ergebnisse erzielen zu können, war es erforderlich von den zu identifizierenden Personen frontale Aufnahmen des Gesichts zu erhalten. Dies war am Hauptbahnhof Mainz im Bereich der abführenden Treppen in der Eingangshalle möglich. Die Kameras wurden an einer Säule gegenüber den Treppen in ca. 3,5 Metern Höhe installiert.

Abb. 1 zeigt den schematischen Aufbau des Tests. In der gewählten Grundrissansicht werden die Größen- und Abstandsverhältnisse deutlich. Der durch die Kameras überwachte Bereich beschränkte sich auf die abführende Rolltreppe und die daran angrenzende Hälfte der Treppe bis zu einem fest installierten Geländer. Der Abstand zwischen Kameras und Überwachungsbereich betrug ca. 12,5 - 15 Meter.

Abb. 2 zeigt die Kameras auf der Montageschiene in einer Höhe von ca. 3,5 Metern. Jeder Hersteller war mit zwei hochauflösenden Digitalkameras angetreten, von denen jeweils eine die Rolltreppe und eine die Treppe aufnahm. Bei der siebten Kamera in der Mitte handelt es sich um die Kontrollkamera des BKA, mit der eine 24-stündige Permanentaufzeichnung des überwachten Bereichs vorgenommen wurde. Für die spätere Auswertung (Bestimmung der Nichterkennungen) war dies unerlässlich.

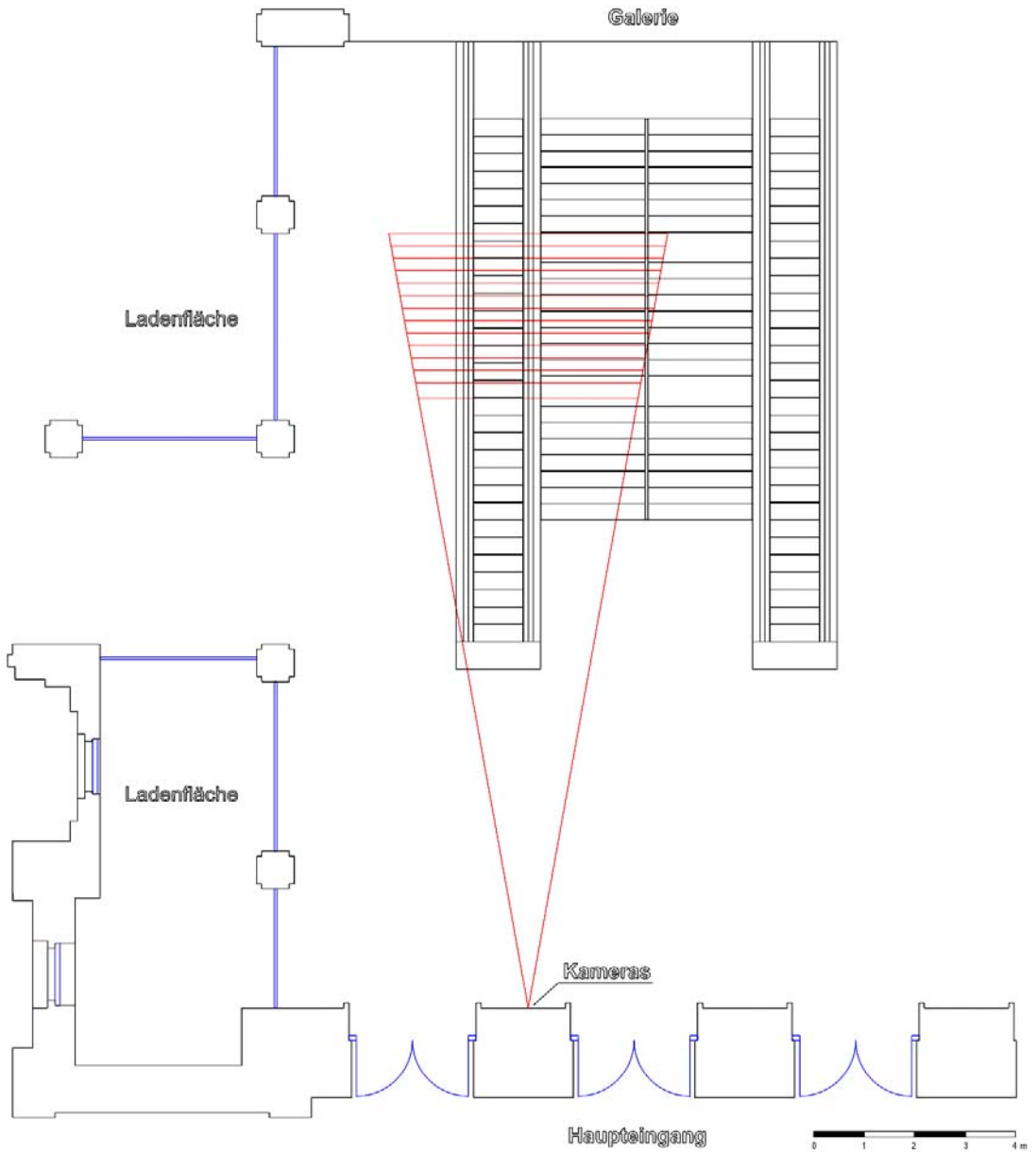


Abbildung 1 - Schematische Darstellung überwachter Bereich

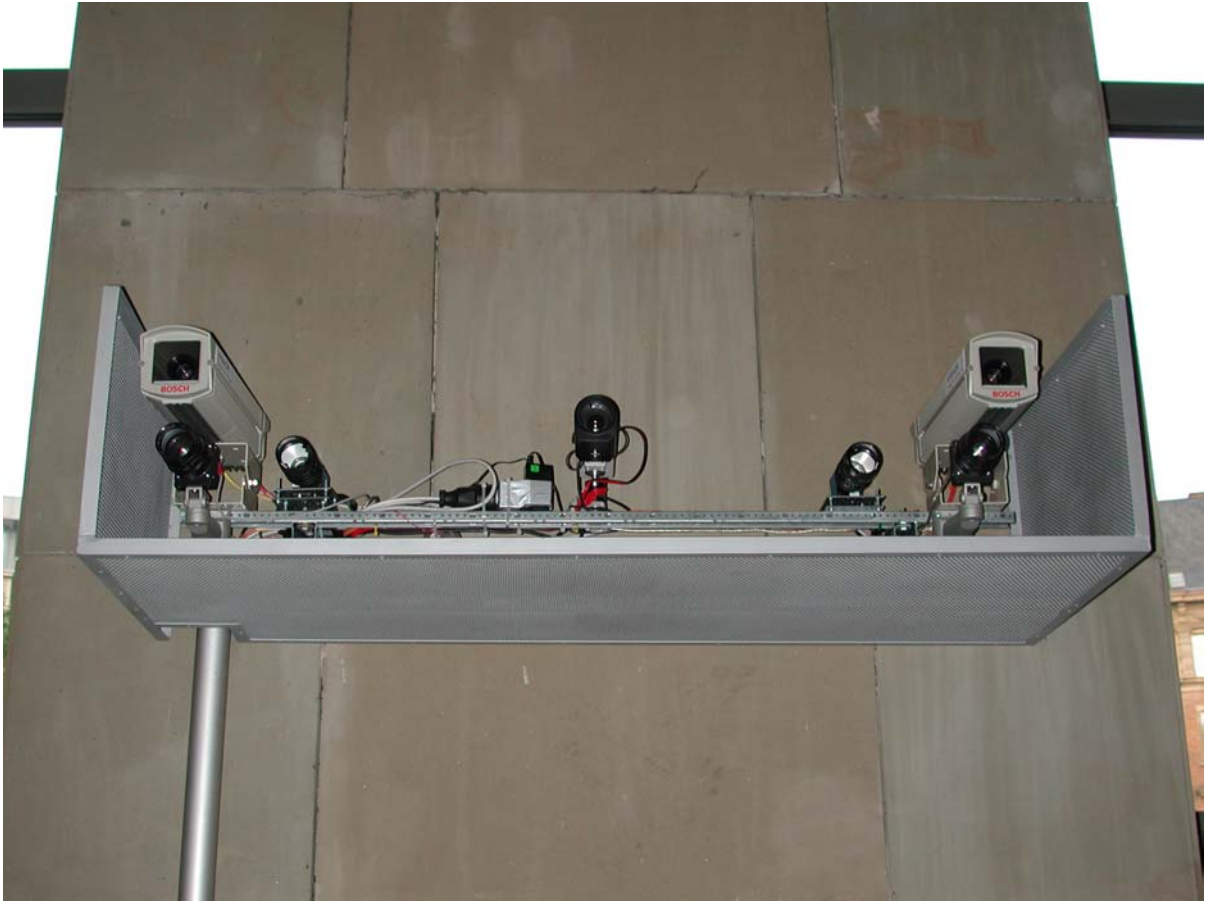


Abbildung 2 - Kamerainstallation

3.2 Datenerhebung

Das folgende Kapitel beschreibt die Datenquellen, die im Laufe des Projekts für die Untersuchungen benötigt wurden.

3.2.1 Referenzdaten

Von jedem Feldtestteilnehmer wurde ein digitales Lichtbild des Gesichts gemäß den NIST-Vorgaben gefertigt (siehe Punkt 3.4). Daraus generierten die Gesichtserkennungssysteme ein Template, mit dem aufgenommene Gesichtsbilder im Testbetrieb verglichen wurden.

3.2.2 Teilnehmerdaten

Der Datensatz jedes Feldtestteilnehmers enthielt dessen Referenzdaten und eine User-ID. Die Zuordnung der User-ID zur Transponder-ID ermöglichte die Verknüpfung der Transponder- und Gesichtserkennungsdaten in der Auswertung.

In einer separaten Datei im BKA wurden die internen Daten der Feldtestteilnehmer

- Name, Vorname
- Adresse

- Erreichbarkeiten (Telefon, E-mail)
- Geschlecht
- Alter

und deren User-ID zur Zuordnung abgespeichert.

3.2.3 Gesichtsfindung

Die im Test befindlichen Systeme sollten über einen Gesichtsfindungszähler verfügen, über den die Gesamtzahl aller Gesichter, die einem Vergleich zugeführt wurden, festgestellt werden konnte. Das Ziel, aus der unterschiedlichen Anzahl durchgeführter Vergleiche auf die Qualität der Gesichtsfindungsalgorithmen zu schließen, musste aufgegeben werden. Einzelne Personen wurden während des Durchquerens des überwachten Bereichs mehrfach von den Systemen aufgenommen, so dass kein Rückschluss auf die Anzahl unterschiedlicher Personen möglich war.

3.2.4 Gesichtserkennung

Die Gesichtserkennungssysteme extrahierten kontinuierlich Bilddateien der Gesichter der Personen, die den Überwachungsbereich durchquerten und verglichen diese mit den Referenzdaten. Wurde keine ausreichend hohe Übereinstimmung gefunden, wurden diese Bilddateien verworfen. Sie existierten nur für den kurzen Zeitraum, der für den Vergleich notwendig war.

Wurde eine Übereinstimmung mit einem Referenzdatum festgestellt, wurden neben der Bilddatei folgende Protokolldaten gespeichert:

- Transaktions-ID (individueller Bezeichner eines Erkennungsvorgangs)
- User-ID
- Zeitpunkt der Aufnahme
- Matchscore
- Kamera

Da fälschlicherweise auch Personen, die nicht am Feldtest teilnahmen, einem Referenzdatum zugeordnet werden konnten, wurden diese Daten innerhalb von 48 Stunden ausgewertet, um die Gesichtsbilder unbeteiligter Personen fristgerecht löschen zu können.

3.2.5 Datenquelle 2 - Transpondersystem

Jeder Testteilnehmer wurde mit einem Transponder ausgestattet, der eine individuelle Transponder-ID enthielt. Die vor Ort montierte Transponder-Leseinheit war mit zwei Antennen vor und hinter dem Videüberwachungsbereich ausgestattet. Über den zeitlichen Versatz der Daten wurde so eine Richtungsdetektion ermöglicht. Passierte ein Teilnehmer das Antennenfeld, wurde seine Transponder-ID von einem Lesegerät erfasst und die Transponder-ID, Zeitstempel sowie ein Konsistenzcheck protokolliert.

Über dieses Protokoll konnte nachvollzogen werden, ob und wann ein Testteilnehmer im Erfassungsbereich der Gesichtserkennungssysteme war und somit hätte erkannt werden müssen.

Um spätere Probleme durch ungenaue interne Uhren auszuschließen, verfügte das Transpondersystem über ein DCF77 - Modul (Funkuhr).

3.2.6 Datenquelle 3 - Analoge Videokamera

Der von den Gesichtserkennungssystemen zu erfassende Bereich wurde parallel von einer Videokamera aufgenommen und digital gespeichert. Für die Fälle der Nichterkennung von registrierten Personen, die gemäß Transponderprotokoll aber den Überwachungsbereich durchlaufen haben mussten, konnten über eine manuelle Auswertung der Videodaten Rückschlüsse auf die Ursache bzw. Fehlerquelle der Nichterkennung gezogen werden.

Um mit dem Transpondersystem synchron zu laufen, wurde auch das Zeitprotokoll des Videorekorders mittels eines DCF77 – Moduls gesteuert. Die Auswertung der jeweiligen Tagesdaten erfolgte ebenfalls innerhalb von 48 Stunden. Über einen längeren Zeitraum durften die Videodaten nicht gespeichert werden.

3.3 Beteiligte Unternehmen (Gesichtserkennungssysteme)

Die Auswahl der Gesichtserkennungssysteme erfolgte mittels einer öffentlichen Ausschreibung. Allen Bietern, die sich bewarben, wurde die Möglichkeit der Teilnahme am Feldtest eröffnet.

Es handelte sich im Einzelnen um:

- a) Cognitec Systems GmbH
An der Flutrinne 12
01339 Dresden
- b) Cross Match Technologies GmbH
Unstrutweg 4
07743 Jena
- c) Bosch Sicherheitssysteme GmbH
Vertriebsniederlassung Frankfurt
Lahnstraße 34-40
60326 Frankfurt am Main

Im weiteren Bericht wird nur noch von den Systemen 1 – 3 gesprochen. Es gibt keinen Zusammenhang zur hier gewählten Bezeichnung a) – c).

3.4 Qualitätsanforderungen an digital aufgenommene Lichtbilder

Den in Mainz aufgenommenen Referenzbildern lagen folgende Anforderungen zugrunde:

Tiefenschärfe:

Die Gesichtsaufnahme sollte von der Nase bis zu den Ohren fokussiert sein. Um Verzerrungen zu vermeiden, sollte die Brennweite zwischen 85 und 135 mm, bezogen auf eine 35mm-Kamera, betragen. Die Kamera sollte sich auf Augenhöhe befinden.

Zentrierung:

Die Mittelpunkt des Mundes und des Nasenrückens sollten horizontal zentriert sein. Mindestens 50% der Bildbreite sollte mit dem Gesicht der aufgenommenen Person ausgefüllt sein. Eine imaginäre horizontale Linie durch die Pupillen sollte in einer ungefähren Bildhöhe von 55-60 % liegen.

Beleuchtung:

Zwei Fotoleuchten wurden zur Aus-/Beleuchtung des Gesichts eingesetzt. Die Lichtquellen wurden so ausgerichtet, dass Schatten und Spitzlichter vermieden wurden.

Hintergrund:

Die zu fotografierende Person wurde vor einem glatten, 18 % grauen Hintergrund positioniert. Mit Hilfe einer Kodak- oder einer neutralen Grau-Karte oder einem Densitometer wurde sichergestellt, dass der Hintergrund eine Reflexion von 18 % gewährleistete.

Die Aufnahme des Lichtbildes, bezogen auf die Größe B 3,75 x H 5 cm, erfolgte mit einer Auflösung größer 600 x 800 Pixel und 24 Bit Farbtiefe (im RGB-Modus), wobei die horizontale Größe des Kopfes mindestens 50 % der Bildbreite umfasste.

3.5 Rechtsgrundlagen

Das Forschungsprojekt wurde auf Grundlage von § 6 b (1) Nr.1 BDSG i. V. m. § 2 (6) Nr. 3 BKAG durchgeführt. Im Einzelnen wurde der Umgang mit den Projektdaten wie folgt geregelt:

Datenerhebung

Die Rechtsgrundlage für die Erhebung der personenbezogenen Daten, die für die Durchführung des Forschungsprojektes "Foto-Fahndung" notwendig sind, ergibt sich aus

- a) § 13 (1), (2) Nr. 2 BDSG für Personen, die als Freiwillige an dem Forschungsprojekt teilnahmen, sowie
- b) § 13 (1), (2) Nr. 8 BDSG für Personen, die nicht als Freiwillige an dem Forschungsprojekt teilnahmen, von den Kameras aber dennoch erfasst wurden, wenn sie durch den Projektbereich gingen.

Datenspeicherung und Datennutzung

Die Rechtsgrundlage für die Speicherung und Auswertung der erhobenen Daten ergibt sich aus

- a) § 14 (1), (2) Nr. 2 BDSG für Personen, die als Freiwillige an dem Forschungsprojekt teilnahmen, sowie
- b) § 14 (1), (2) Nr. 9 BDSG für Personen, die nicht als Freiwillige an dem Forschungsprojekt teilnahmen.

Datenlöschung

Die personenbezogenen Daten der freiwilligen Testteilnehmer wurden nur so lange gespeichert, wie es für die Zwecke des Forschungsprojektes notwendig war. Spätestens mit dem Abschluss des Forschungsprojektes am 16. März 2007 wurden alle Daten unwiederbringlich gelöscht. Falls ein Testteilnehmer seine Teilnahme am Forschungsprojekt widerrief, wurden dessen Daten sofort gelöscht.

Die Testteilnehmer stimmten dieser Praxis in einer mit dem Bundesbeauftragten für den Datenschutz (BfDI) abgestimmten Einwilligungserklärung zu (Anlage 1). Die personenbezogenen Daten der Personen, die nicht freiwillig am Forschungsprojekt teilnahmen, wurden spätestens nach 48 Stunden gelöscht. Diese Frist ergibt sich analog aus §27 BPOL-Gesetz.

4 Feldtest

Dem Feldtest vorgeschaltet war die Werbung Freiwilliger. Diese begann im August 2006 in Mainzer Behörden und Ministerien. Es schloss sich im September 2006 die Werbung am Hauptbahnhof in Mainz an. Hierzu wurde für einen Zeitraum von drei Wochen ein Stand in der Eingangshalle des Bahnhofs betrieben. Die Freiwilligen wurden in der Reihenfolge ihrer Meldung zugelassen. Besondere Kriterien für die Auswahl gab es nicht.

Als Aufwandsentschädigung wurden 18 Prämien zur Auswahl gestellt, von denen sich jeder Teilnehmer eine aussuchen konnte. Sie wurden nach Abschluss des Feldtests ausgegeben (Prämienauswahl: Anlage 2).

Der Stand diente neben der Werbung Freiwilliger auch dazu, Passanten über das Projekt zu informieren. Hierfür wurde ein Flyer (Anlage 3) erstellt, der von den Standbetreuern verteilt wurde. Parallel waren die Inhalte auch über die Homepage des BKA abrufbar. Der offizielle Start des Forschungsprojekts erfolgte am 09. Oktober 06 im Rahmen einer Pressekonferenz am Hauptbahnhof Mainz.

Von den 200 Freiwilligen, die sich am Test beteiligten, wurden Frontalaufnahmen des Kopfes gefertigt. Jedem Teilnehmer wurde ein Transponder ausgehändigt, den er für die Dauer des Versuchs beim Durchqueren der Eingangshalle mitführen sollte.

Die Testteilnehmer waren gehalten, den aufgenommenen Bereich mindestens einmal täglich zu passieren. Über den Projektzeitraum wurde der Überwachungsbereich durchschnittlich 141 mal pro Tag passiert.

Abb. 3 zeigt den von den Kameras aufgenommenen Bereich. Am oberen und unteren Ende der Rolltreppe war je ein Empfänger für die Transpondersignale installiert.

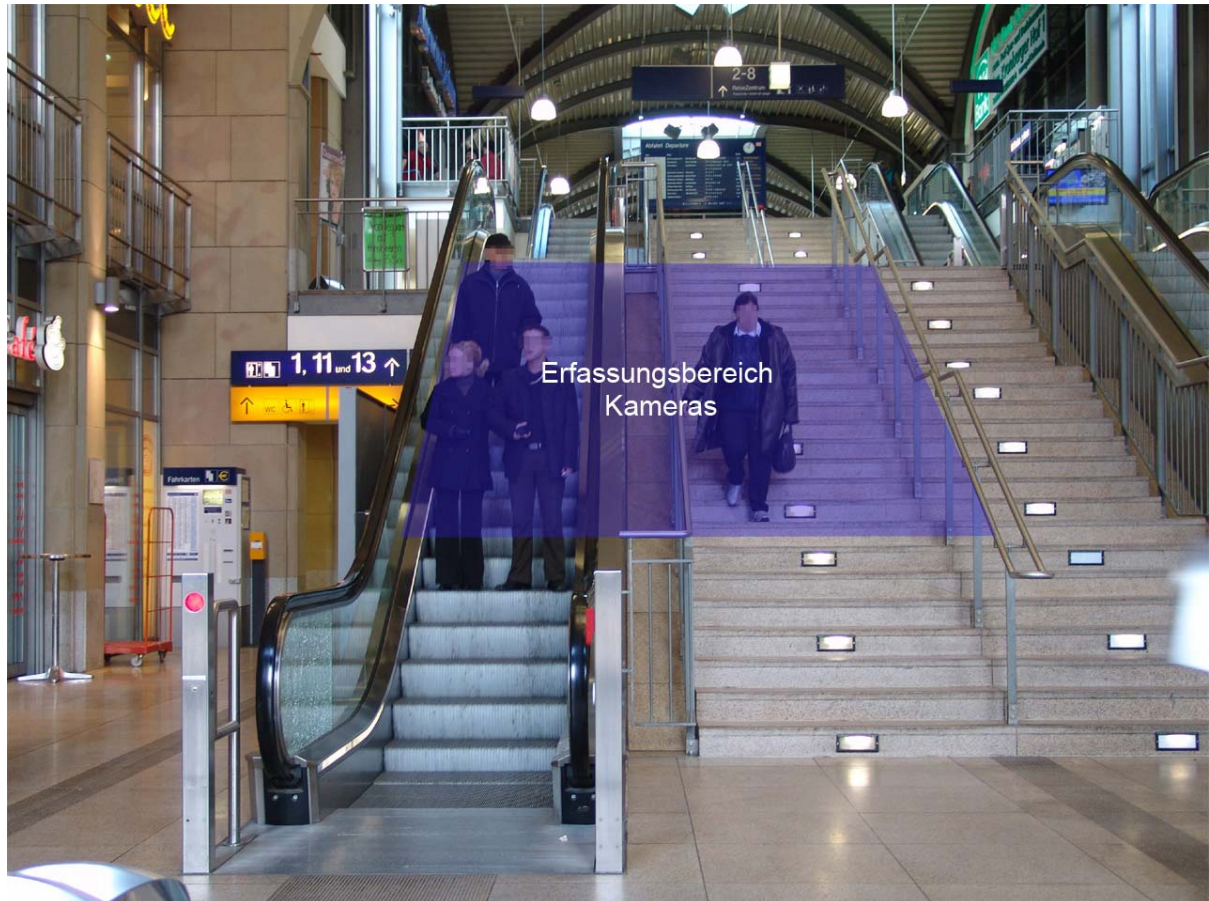


Abbildung 3 - Erfassungsbereich der Kameras

4.1 Ergebnisse

Im Forschungsprojekt „Foto-Fahndung“ wurde bewusst darauf verzichtet, Laborbedingungen herzustellen. Vielmehr lag das Augenmerk darauf, die Gesichtserkennungssysteme unter realen Einsatzbedingungen, wie sie die Polizei vorfindet, zu testen. Die Installation zusätzlicher Beleuchtung war somit ausgeschlossen.

Vier unterschiedliche Szenarien konnten unter den am Bahnhof herrschenden Bedingungen eingehend untersucht werden. Maßgeblich für die folgenden Unterteilungen waren die Beleuchtung und Bewegungen der Probanden. Obgleich es sich beim Hauptbahnhof Mainz vom Testszenario her um einen Innenbereich handelt, fiel auf, dass es nach Sonnenuntergang merklich dunkler in der Halle wurde. Es konnte erwartet werden, dass dies einen negativen Einfluss auf die Erkennungsleistung haben würde.

Die zweite Einflussgröße „Bewegung“ ergibt sich aus dem grundsätzlich unterschiedlichen Verhalten der Probanden auf Rolltreppe und Treppe. Während sich das Gesicht einer Person auf einer Rolltreppe in der Regel gleichförmig durch den Aufnahmebereich bewegte, führte das Treppenlaufen zu ruckartigen Bewegungen sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Richtung. Zusätzlich geht die Blickrichtung auf der Treppe meist nach unten, während hingegen Personen auf der Rolltreppe nach vorn blicken. Hier stand zu erwarten, dass es für die Systeme leichter sein würde, Personen auf der Rolltreppe zu detektieren.

4.2 Auswertesoftware

Zur Vereinfachung der Auswertung wurde im BKA hierfür eine spezielle Software entwickelt. Diese Software kombinierte die Daten der Gesichtserkennungssoftware mit den Daten des Transpondersystems und unterstützte so die manuelle Auswertung.

Die Auswertung erfolgte in zwei Stufen. Zunächst diente das Signal des Transponderlogs als Grundlage. Diese Auswertung ermöglichte die Fälle von Nichter recognungen und richtigen Erkennungen, getrennt nach Treppe und Rolltreppe, zu bestimmen. Abb. 4 zeigt den Aufbau dieser Auswertung. Es wurde durch den überprüfenden Sachbearbeiter manuell entschieden, ob sich ein Testteilnehmer tatsächlich im überwachten Bereich aufgehalten hat und ob es den Gesichtserkennungssystemen möglich war, die Person zu erkennen oder ob Gründe für eine Nichterkennung vorlagen, die den Gesichtserkennungssystemen nicht anzulasten waren. Als Hilfsmittel hierfür stand die permanente Videoaufzeichnung im vorgenannten Zeitfenster von 48 Stunden zur Verfügung.

Uhrzeit von-bis	Transponder nr.	UserID	Dauer [s]	Erkennung durch GES	manuelle Bewertung				
07:34:02 - 07:34:22	1073760445	103	20 s	0	1 (R)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten			
07:34:10 - 07:34:24	1073760690	023	14 s	0	5 (T)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten			
07:35:00 - 07:35:16	1073760654	053	16 s	n	4 (T)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten			
07:39:16 - 07:39:30	1073760701	027	14 s	0	5 (T)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten			
07:41:28? - 07:41:58	1073760708	020	30 s	0	1 (R)	6 (R)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten		
07:41:28? - 07:41:58	1073760703	007	30 s	0	1 (R)	6 (R)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten		
U7:41:34 - U7:41:56	1U/3/6U/3	007	22 s	0	1 (R)	6 (R)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten		
U7:41:36 - U7:41:56	1073760708	020	20 s	0	1 (R)	6 (R)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten		
07:42:30 - 07:43:00?	1073760053	136	30 s	0	0	0	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten		
07:46:32 - 07:46:44	1073760623	057	12 s	0	1 (T)	0	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten		
07:46:59 - 07:47:14	1073760590	012	16 s	0	1 (T)	0	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten		
U7:47:04 - U7:47:28	1U/3/6U5U9	129	24 s	0	2 (R)	3 (R)	6 (R)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten	
07:52:44 - 07:52:56	1073760439	360	12 s	0	2 (T)	0	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten		
07:53:40 - 07:54:02	1073760527	524	22 s	0	6 (K)	3 (K)	12 (K)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten	
07:54:00 - 07:54:30?	1073760652	048	30 s	0	1 (T)	0	3 (T)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten	
07:59:14 - 07:59:20	1073760715	160	14 s	0	1 (T)	3 (T)	1 (T)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten	
07:59:16 - 07:59:32	1073760545	154	16 s	0	1 (T)	3 (T)	2 (T)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten	
07:59:30 - 07:59:54	1073760534	202	24 s	0	0	0	2 (R)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten	
07:59:44 - 08:00:08	1073760524	533	24 s	0	7 (R)	1 (R)	10 (R)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten	
07:59:48 - 08:00:12	1073760444	648	24 s	n	n	n	6 (R)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten	
08:01:42 - 08:01:52	1073760492	710	10 s	0	1 (T)	0	0	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten	
08:01:50 - 08:02:14	1073760702	054	24 s	0	0	0	4 (R)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten	
08:02:16 - 08:02:40	1073760590	034	24 s	0	0	0	2 (R)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten	
08:07:20 - 08:07:34	1073760468	032	14 s	0	1 (T)	0	1 (T)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten	
08:07:54 - 08:08:20	1073760685	546	26 s	0	7 (R)	1 (R)	15 (R)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten	
08:09:18 - 08:09:34	1073760093	045	16 s	0	4 (T)	7 (T)	2 (T)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten	
08:13:14 - 08:13:32	1073760454	349	18 s	0	0	0	0	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten	
08:15:56 - 08:16:20	1073760646	022	24 s	0	2 (R)	1 (R)	7 (R)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten	
08:17:12 - 08:17:36	1073760461	179	24 s	0	5 (R)	1 (R)	3 (R)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten	
08:28:08? - 08:28:38	1073759407	085	30 s	0	1 (R)	2 (R)	1 (R)	1 (R)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten
08:28:08? - 08:28:38	1073760503	071	30 s	0	1 (R)	3 (R)	16 (K)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten	
08:28:16 - 08:28:34	1073759402	085	18 s	0	1 (R)	2 (R)	1 (R)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten	
08:28:18 - 08:28:36	1073760503	071	18 s	0	2 (R)	2 (R)	16 (R)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten	
08:28:14 - 08:28:34	1073760676	010	20 s	0	2 (R)	2 (R)	2 (R)	RT ja / RT nein / TR ja / TR nein / nicht werten	

Abbildung 4 - Auswertung nach Transponderlog

In einem zweiten Schritt dienten die gespeicherten Log-Dateien der Gesichtserkennungssysteme als Grundlage für die Auswertung. So war es möglich, Falscherkennungen und die Fälle zu bestimmen, in denen die Versuchsteilnehmer ihren Transponder nicht mit sich führten.

Abschlussbericht Foto-Fahndung

Abb. 5 zeigt die entsprechende Bildschirmoberfläche, die dem Auswerter die Bewertung der jeweiligen Erkennungen ermöglichte. Die Anzeige für die manuelle Überprüfung wird in Abb. 6 dargestellt.

Hersteller	Datum	Uhrzeit	Ort	Matchscore	Status	Datensätze zusammenfassen
Alle anzeigen	2006-10-30	Alle anzeigen	Beide Treppen	Alle anzeigen	Alle anzeigen	<input checked="" type="checkbox"/>
Transaktion	Datum / Uhrzeit	Ort	Teilnehmer	Matchscore	RFID	manuelle Bewertung
CVS116216540503	2006-10-30 00:43:25	R	224	0.828175	⊖	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> falsche Erkennung/Bild bereits gelöscht
VSG000004528553	2006-10-30 06:20:24	R	044	88	⊕	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> richtige Erkennung
VSG000004528987	2006-10-30 06:25:00	R	695	87	⊖	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> falsche Erkennung/Bild bereits gelöscht
VSG000004531225	2006-10-30 06:50:25	R	024	90	⊕	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> richtige Erkennung
VSG000004531448	2006-10-30 06:50:56	T	027	91	⊖	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> richtige Erkennung, kein RFID!!!
VSG000004532078	2006-10-30 06:52:09	R	019	87	⊖	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> falsche Erkennung/Bild bereits gelöscht
CVS116218788901	2006-10-30 06:58:09	R	182	0.864808	⊕	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> richtige Erkennung
VSG000004532682	2006-10-30 06:58:14	R	182	91	⊕	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> richtige Erkennung
CVS116218821400	2006-10-30 07:03:34	R	300	0.836048	⊖	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> falsche Erkennung/Bild bereits gelöscht
VSG000004533157	2006-10-30 07:04:13	R	276	87	⊖	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> falsche Erkennung/Bild bereits gelöscht
VSG000004533486	2006-10-30 07:07:14	R	703	89	⊕	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> richtige Erkennung
CVS116218843402	2006-10-30 07:07:14	T	014	0.938234	⊕	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> richtige Erkennung
VSG000004533576	2006-10-30 07:07:22	R	058	90	⊕	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> richtige Erkennung
CVS116218844607	2006-10-30 07:07:26	R	638	0.877068	⊕	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> richtige Erkennung
VSG000004533617	2006-10-30 07:07:27	R	638	91	⊕	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> richtige Erkennung
CVS116218852601	2006-10-30 07:08:46	R	122	0.991682	⊕	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> richtige Erkennung
VSG000004534229	2006-10-30 07:08:51	R	122	89	⊕	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> richtige Erkennung
VSG000004534885	2006-10-30 07:11:36	R	050	89	⊕	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> richtige Erkennung
CVS116218872102	2006-10-30 07:12:01	R	695	0.825435	⊖	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> falsche Erkennung/Bild bereits gelöscht
VSG000004535043	2006-10-30 07:12:11	R	505	87	⚠	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> richtige Erkennung
CVS116218880600	2006-10-30 07:13:26	R	581	0.827649	⊕	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> richtige Erkennung
VSG000004535616	2006-10-30 07:13:49	T	052	89	⊕	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> richtige Erkennung
VSG000004536396	2006-10-30 07:16:06	R	020	88	⊖	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> falsche Erkennung/Bild bereits gelöscht
CVS116218940102	2006-10-30 07:23:21	R	420	0.852491	⊕	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> richtige Erkennung
VSG000004536885	2006-10-30 07:27:24	R	030	91	⊕	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> richtige Erkennung
CVS116218964400	2006-10-30 07:27:24	R	030	0.981211	⊕	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> richtige Erkennung
CVS116218974400	2006-10-30 07:29:04	T	234	0.863219	⊖	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> falsche Erkennung/Bild bereits gelöscht
VSG000004540201	2006-10-30 07:31:34	R	194	87	⊖	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> falsche Erkennung/Bild bereits gelöscht
CVS116218996008	2006-10-30 07:32:40	R	647	0.88	⊕	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> richtige Erkennung
VSG000004540472	2006-10-30 07:32:47	R	647	91	⊕	Ansehen <input type="checkbox"/> Richtig <input type="checkbox"/> Falsch <input type="checkbox"/> richtige Erkennung

Abbildung 5 - Auswertung nach Logdateien der Gesichtserkennungssysteme

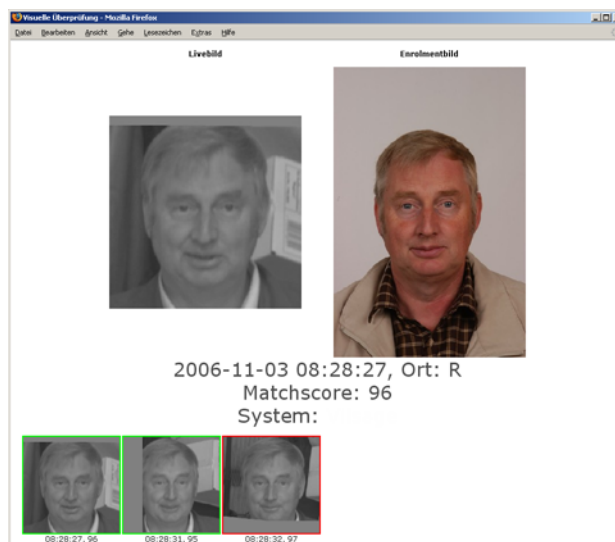


Abbildung 6 - Anzeige für manuelle Überprüfung der Erkennung

Durch die zweigeteilte Auswertung war es möglich, jede einzelne Erkennung durch die Gesichtserkennungssysteme manuell nachzuvollziehen und somit auch die Fälle zu erfassen, die bei einer automatisierten Auswertung verloren gegangen wären (z. B. ein Teilnehmer hat den Transponder nicht dabei). Die Bilder unbeteiligter Personen, deren Ähnlichkeit zu Testteilnehmer den eingestellten Schwellwert überstieg, wurden jeweils am Ende des jeweiligen Auswertetags automatisch gelöscht.

4.3 Bestimmung der FER (False Enrolment Rate)

Die FER war in diesem Projekt für alle Systeme 0%. Alle Bilder der Testteilnehmer konnten eingelernt (enrolled) werden.

4.4 Genuine-Impostor-Frequency

Mit Hilfe der Genuine-Impostor-Frequency lassen sich die Auftrittshäufigkeiten von Matchscores bei richtigen und falschen Erkennungen darstellen. Es lässt sich somit herleiten, wie sich das Verhältnis von falschen zu richtigen Erkennungen verändert, wenn man den Schwellwert – das geforderte Maß an Übereinstimmung zwischen Referenzbild und Livebild – erhöht oder herabsetzt.

Je nach dem geforderten Maß an Sicherheit (Anzahl zulässiger Falscherkennungen/Verwechslungen) lässt sich so der ideale Arbeitspunkt der Systeme bestimmen. Für Komfortanwendungen ist in der Regel eine höhere Anzahl an Falschakzeptanzen tolerierbar, da das Hauptaugenmerk darauf liegen wird, Berechtigte zu erkennen. Der Schwellwert kann entsprechend niedrig eingestellt werden. In der Zutrittskontrolle zu sensiblen Bereichen wird man sicherlich mit einem hohen Schwellwert arbeiten und in Kauf nehmen, dass es zu einer größeren Anzahl an Falschrückweisungen kommt.

Die Abbildungen 7 – 9 zeigen die Diagramme für die von den Herstellern gemäß BKA-Vorgaben eingestellten Schwellwerte. Es ist bei allen Herstellern zu erkennen, dass eine Anhebung des jeweiligen Schwellwerts einen großen Anteil der Falscherkennungen verhindern würde. Der Anteil an richtigen Erkennungen, die man hierbei verlieren würde, lässt sich ebenfalls aus dem Diagramm ablesen. Der Schwellwert wurde für dieses Forschungsprojekt bewusst niedrig gewählt, um nicht von vorne herein Daten zu verlieren, die dann einer Auswertung nicht mehr zugänglich gewesen wären.

Genuine Impostor Frequency System 1

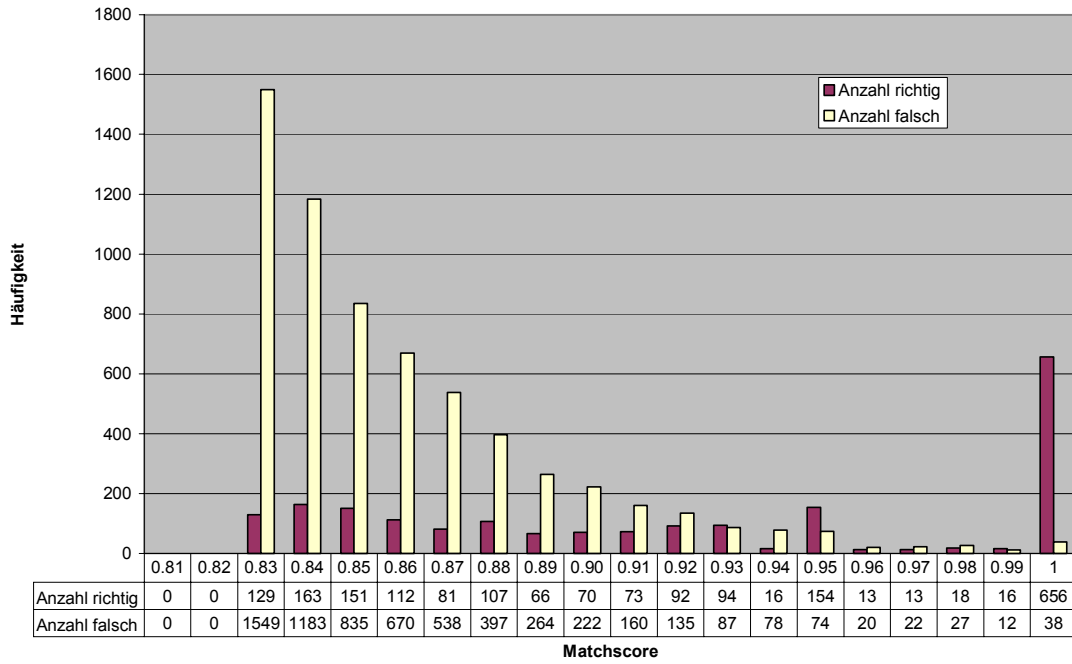


Abbildung 7

Genuine Impostor Frequency System 2

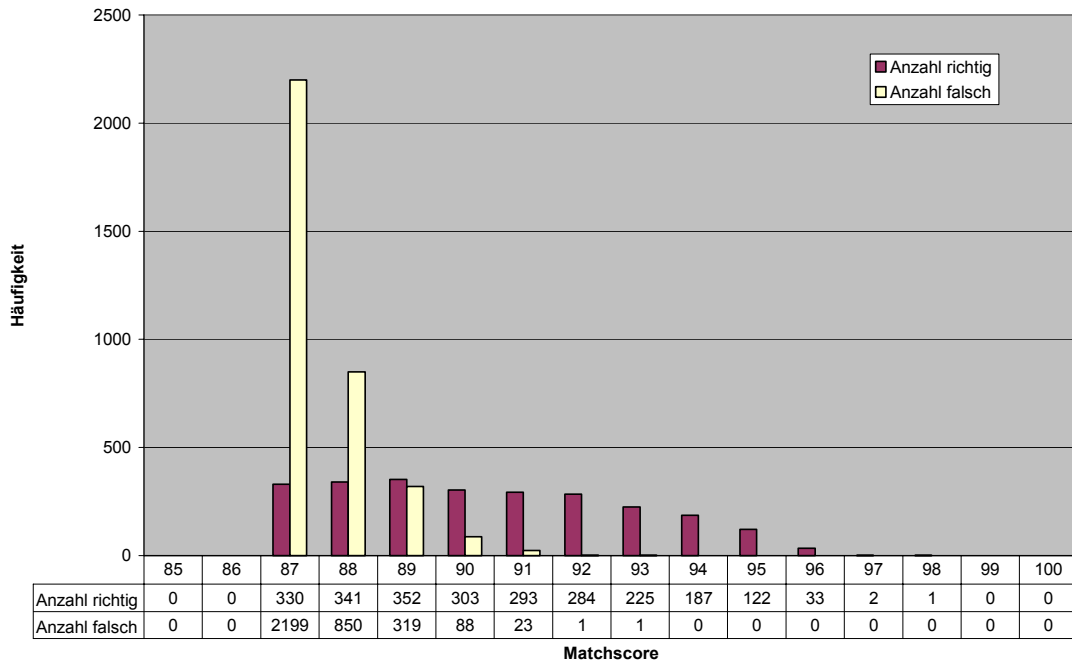


Abbildung 8

Genuine Impostor Frequency System 3

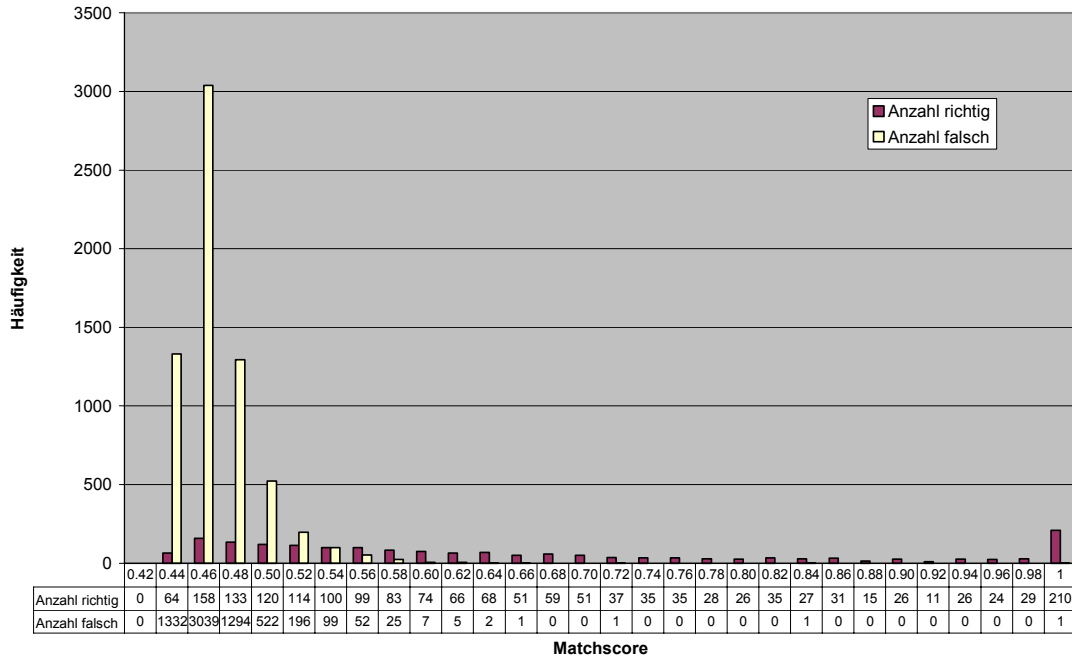


Abbildung 9

Die für die Auswertung relevanten Wertebereiche der Schwellwerte sind bei den Herstellern unterschiedlich. Darüber hinaus sind die den Vergleichen zugrunde liegenden Funktionen nicht linear. Vermeintlich größere Schritte im Wertebereich bedeuten deshalb nicht auch automatisch, dass die Trennschärfe des Systems zwischen richtigen und falschen Erkennungen größer ist.

Die Vergleichbarkeit wird folgend unter Punkt 4.6 hergestellt, indem die Ergebnisse auf eine Falschakzeptanzrate (hier Anzahl der Verwechslungen) von 0,1 % umgerechnet werden.

4.5 Ergebnisse nach Tageszeit und Örtlichkeit

Die Ergebnisse biometrischer Gesichtserkennung sind stark von äußeren Einflüssen abhängig. Das Szenario am Hauptbahnhof Mainz ermöglichte es, zwischen unterschiedlichen Szenarien zu unterscheiden. So war es möglich, den Einfluss der Beleuchtung (Tag/Nacht) und den Einfluss menschlichen Verhaltens genauer zu untersuchen. Das Verhalten der Probanden auf der Rolltreppe unterschied sich signifikant vom Verhalten auf der Treppe. Menschen auf der Rolltreppe stehen meist relativ bewegungslos und lassen ihren Blick schweifen. Menschen auf der Treppe vollführen starke und schnelle horizontale und vertikale Bewegungen. Dies erklärt sich aus der Beschaffenheit einer Treppe an sich. Bei jeder Stufe wirkt die Erdbeschleunigung auf die Person. Zusätzlich schwankt man beim Treppensteigen automatisch mit dem Oberkörper. Es stand also zu erwarten, dass sich die Ergebnisse auf der Treppe merklich von denen auf der Rolltreppe unterscheiden würden.

Der Einfluss der unterschiedlichen Lichtverhältnisse bei Tag und Nacht wurde zu Beginn der Adaptionphase deutlich. Aus diesem Grund wurde die Auswertung der Erkennungsleistungen der Systeme stundenweise durchgeführt. Die angegebene Prozentzahl ergibt sich aus dem Quotienten von Erkennungen und Durchläufen der Probanden im Auswertezeitraum von jeweils einer Stunde. Wenn zu bestimmten Uhrzeiten weniger als zehn Testpersonen den überwachten Raum durchquert haben, wurde dieser Wert gestrichen.

Die folgenden Diagramme zeigen die Erkennungen der Systeme getrennt nach Treppe und Rolltreppe. Nicht immer hatten die Gesichtserkennungssysteme eine Chance, die Probanden tatsächlich zu erkennen. Manche der Teilnehmer schauten nicht frontal in die Kamera, sondern blickten in eine andere Richtung. Gründe hierfür mögen Unterhaltungen oder auch Ablenkungen gewesen sein. Auf der Treppe kommt hinzu, dass man geneigt ist, nach unten zu sehen, um nicht zu stolpern. Alle Durchläufe wurden im Videostream durch die Auswerter nachverfolgt. Dadurch konnte festgestellt werden, ob eine Person tatsächlich für die Systeme erkennbar war. Somit ergeben sich in jedem der folgenden Diagramme zwei unterschiedliche Kurven. Einmal die relative Anzahl an Erkennungen im Verhältnis zur Gesamtzahl an Durchquerungen und einmal die Anzahl an Erkennungen von Personen, die die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Erkennung (Frontalaufnahme) erfüllt haben.

Die Abbildungen 10 – 12 stellen die jeweiligen Ergebnisse dar, die auf der Rolltreppe erreicht wurden, die Abbildungen 13 – 15 die Ergebnisse auf der Treppe.

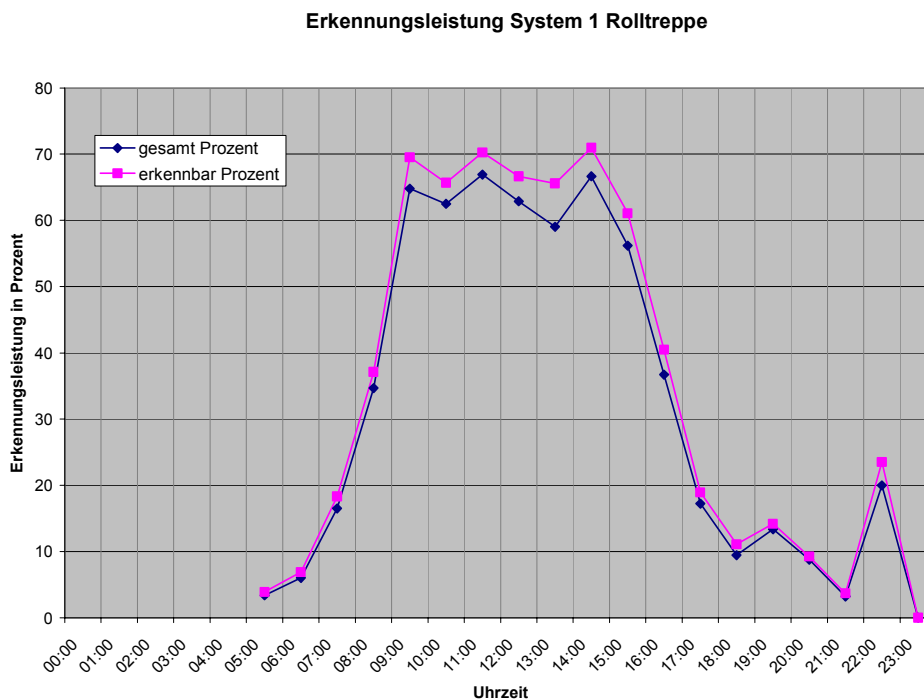


Abbildung 10

Erkennungsleistung System 2 Rolltreppe

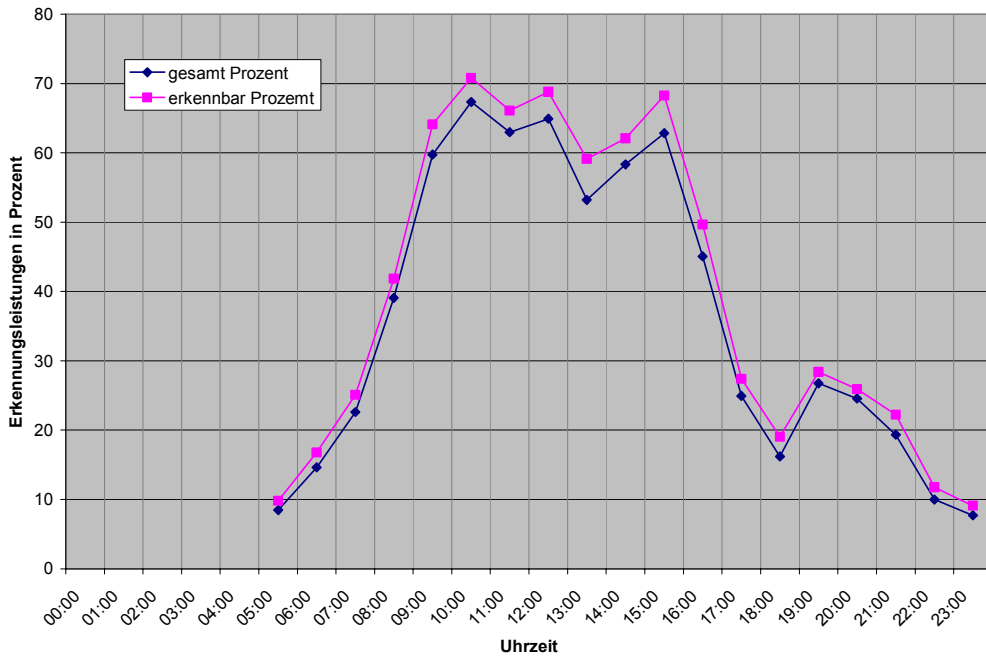


Abbildung 11

Erkennungsleistung System 3 Rolltreppe

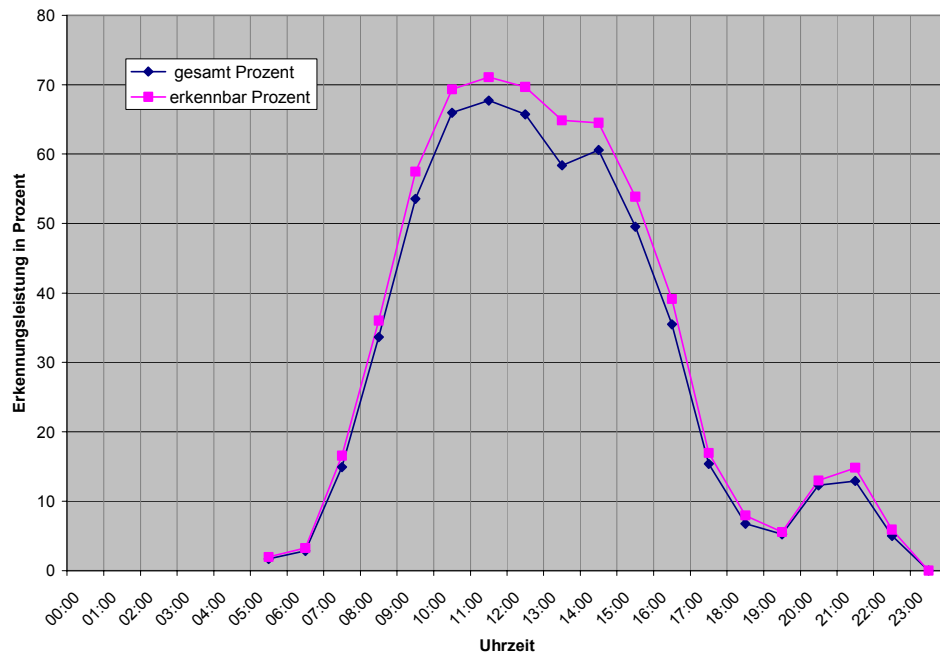


Abbildung 12

Erkennungsleistung System 1 Treppe

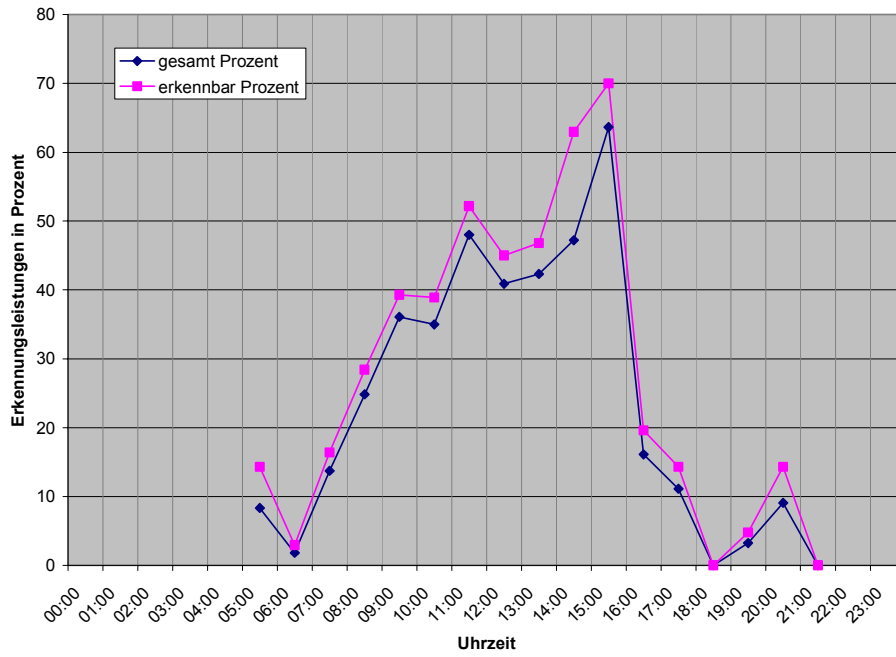


Abbildung 13

Erkennungsleistung System 2 Treppe

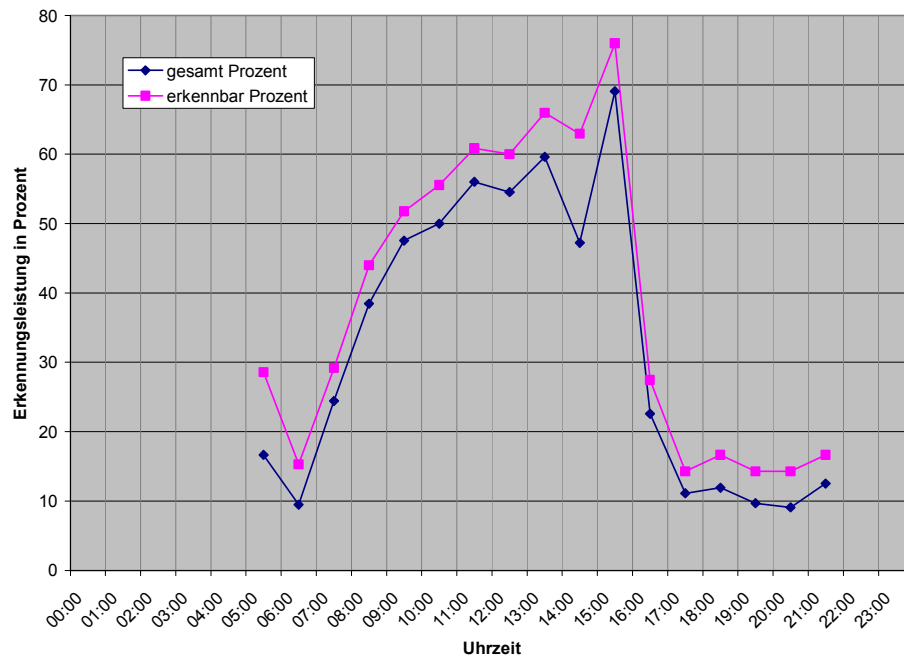


Abbildung 14

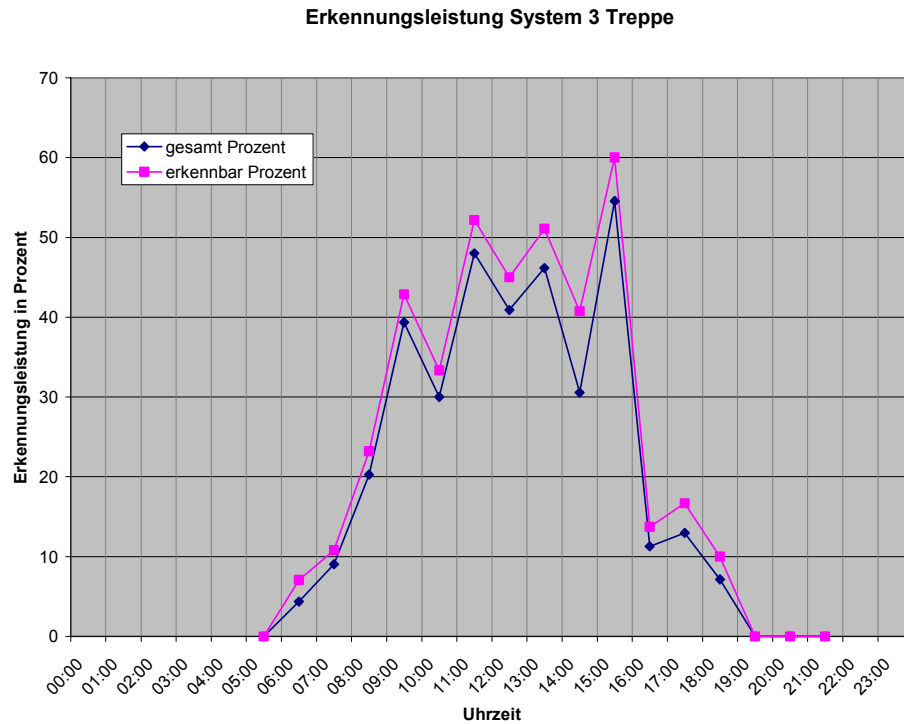


Abbildung 15

Die Abbildungen lassen einige Interpretationen zu. Deutlich ist zu erkennen, dass auf der Rolltreppe wesentlich höhere Erkennungsleistungen zu verbuchen sind, wenn es den Systemen möglich war, eine Frontalaufnahme für den biometrischen Vergleich zu erlangen.

Während bei Dunkelheit die Erkennungsleistungen aller Systeme stark abfallen, sind bei Tageslicht Erkennungsleistungen über 70 % realistisch erreichbar. Diese gravierenden Unterschiede zwischen Tageslicht und Dunkelheit lassen sich erklären, wenn man weiß, dass nur etwa die Hälfte der künstlichen Beleuchtung der Bahnhofshalle aktiv ist und es deshalb bei Nacht in der Halle merklich dunkler wird. Dies hat zur Folge, dass die digitalen Videokameras mit längeren Belichtungszeiten und geänderten Blendeneinstellungen arbeiten müssen. Die Folge sind Bewegungsunschärfen und kaum verwertbare Bilder.

Im Vergleich der Erkennungsleistungen zwischen Rolltreppe und Treppe zeigt sich das erwartete Ergebnis, dass es auf der Rolltreppe zu einer höheren Zahl an Erkennungen gekommen ist. Die Gründe hierfür sind insbesondere in den Bewegungsunschärfen zu suchen, die durch die Bewegungen auf der Treppe zustande kommen.

4.6 Systemvergleich

Ein direkter Vergleich der Systeme wird möglich, indem ein bestimmter Arbeitspunkt definiert wird. Dieser Arbeitspunkt sollte sich an den Anforderungen an das System aus der praktischen Anwendung ergeben.

Im hier vorliegenden Szenario bedeutete dies, einen handhabbaren Wert zu finden, der bei einem angenommenen Echteinsatz eine vertretbare Anzahl an Fehlalarmen produziert.

Durchschnittlich 22.673 Personen durchquerten täglich den überwachten Bereich. Dieser Wert wurde durch wiederholte 24-Stunden Zählungen ermittelt. Ein in der Praxis handhabbarer Wert an Falscherkennungen ergibt sich bei einer FAR von 0,1 %. In diesem Fall werden in einem Zeitraum von 24 Stunden durchschnittlich 23 Falscherkennungen zugelassen.

Für jedes System wurde nun aus den aufgenommenen Daten der Schwellwert errechnet, bei dem die Falschakzeptanzrate bei 0,1 % lag.

Im folgenden Diagramm sind die durchschnittlichen Erkennungsleistungen der drei Systeme über den gesamten Projektzeitraum dargestellt. Eine Unterscheidung zwischen Helligkeit und Dunkelheit, Treppe und Rolltreppe wurde für diese Grafik nicht vorgenommen.

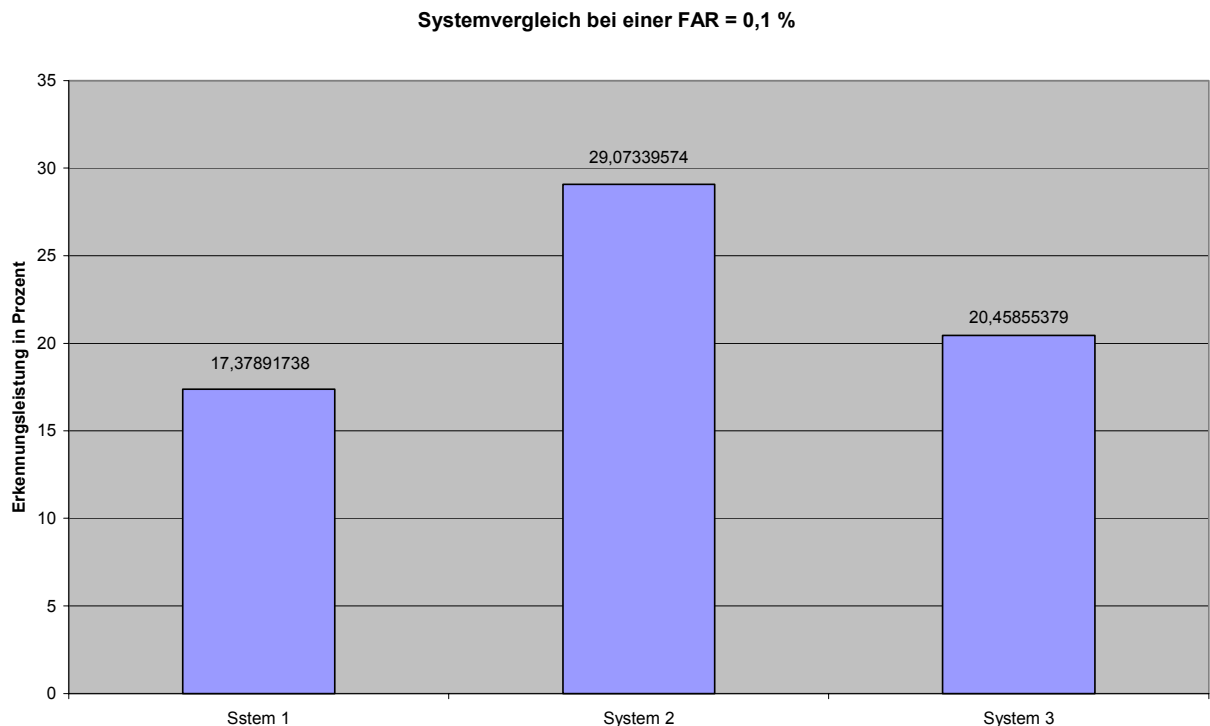


Abbildung 16

- Das System 1 erreicht eine Gesamterkennungsleistung von 17,38 %.
- Das System 2 erreicht eine Gesamterkennungsleistung von 29,07 %.
- Das System 3 erreicht unter der Annahme einer FAR von 0,1 % eine Gesamterkennungsrate von 20,46 %.

Diese auf den ersten Blick niedrig erscheinenden Erkennungsraten lassen sich dadurch erklären, dass der Großteil der Testpersonen den Aufnahmebereich zu Zeiten passiert hat, bei denen die Lichtverhältnisse nicht optimal waren.

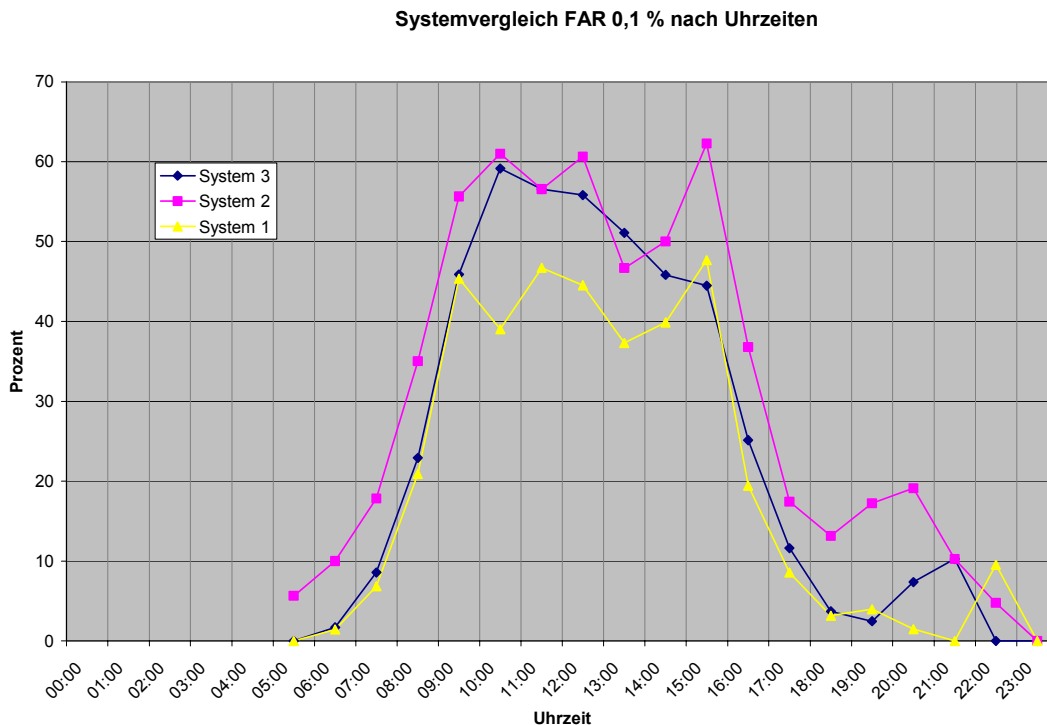


Abbildung 17

Um den Gesichtserkennungssystemen gerecht zu werden, ist auch hier eine genauere Betrachtung erforderlich. Abb. 16 vernachlässigt die Umgebungsbedingungen. Abbildung 17 verdeutlicht die Erkennungsleistungen der Systeme in Abhängigkeit von der Uhrzeit und ermöglicht somit einen Vergleich unter wechselnden Beleuchtungsbedingungen. Zeiten, in denen der überwachte Bereich weniger als zehn Mal von Testpersonen durchquert wurde, gingen nicht in die Darstellung ein. Auf eine Unterscheidung zwischen Rolltreppe und Treppe wurde an dieser Stelle verzichtet.

5 Zusammenfassende Interpretation der Ergebnisse und Empfehlungen

Das Projekt „Foto-Fahndung“ hat bestätigt, dass es aus technischer Sicht möglich ist, biometrische Gesichtserkennungssysteme in Fahndungsszenarien einzusetzen. Getestet wurden nicht ausschließlich die Algorithmen der Hersteller, sondern Gesamtsysteme, zu denen auch die Kamertechnik gehört, die in der Bereichsüberwachung eingesetzt wurde.

Betrachtet man die Gesamtsysteme, so gibt es ein eindeutiges Siegersystem. Es handelt sich um das System 2, das den besten Gesamteindruck hinterließ. Das Gesamtpaket von Biometrie und Kamertechnik waren hier am besten aufeinander abgestimmt.

Der Feldtest hat gezeigt, dass Umgebungsbedingungen wie Beleuchtung und schnelle Bewegungen einen erheblichen Einfluss auf die Erkennungsleistungen der Systeme ausüben. Ohne großen Aufwand sind in einem realen Betrieb Erkennungsleistungen von über 60 %, bei einer Falschakzeptanzrate von 0,1 % erreichbar.

Durch einfache Maßnahmen sollte es möglich sein, Einflüsse die sich im hiesigen Feldtest noch negativ auf die Erkennungsleistungen ausgewirkt haben, zu minimieren. Durch Maßnahmen, die die Blickrichtung der Probanden auf die Kamerapositionen lenken (z. B. eine Laufschrift in der Nähe der Kameras) wäre es ohne weiteres möglich gewesen, nochmals bessere Vergleichsbilder aus dem Videostream zu erhalten. Eine entsprechend höhere Anzahl an Frontalaufnahmen hätte zweifellos die Anzahl an richtigen Erkennungen steigen und die Anzahl falscher Erkennungen sinken lassen.

Wenn die Möglichkeit gegeben ist, die Menschenströme zu vereinzeln und ein kooperatives Verhalten zu bewirken, beispielsweise im Rahmen einer Einlasskontrolle, steht zu erwarten, dass ein Großteil der gesuchten Personen von einem biometrischen Gesichtserkennungssystem zuverlässig erkannt wird.

Je nach Einsatzszenario müssen Reaktionszeiten der Einsatzkräfte vorgesehen werden, die im Falle einer Erkennung weitere Maßnahmen durchführen. Es gilt zu bedenken, dass sich eine Person im öffentlichen Raum in einer Minute bereits so weit vom Aufnahmebereich entfernen kann, dass ein Wiederauffinden nur schwer oder gar nicht möglich ist.

Eine realistisch annehmbare Falschakzeptanz-/Verwechslungsrate von 0,1 % ist ein handhabbarer Wert. Sie zeigt aber auch, dass die letzte Entscheidung darüber, ob Personengleichheit besteht, immer von einem Menschen getroffen werden muss, der die angezeigte Erkennung bereits am Bildschirm beurteilt. Am Hauptbahnhof Mainz wären ansonsten täglich ca. 23 Bürger aufgrund von Verwechslungen mit weiterführenden Maßnahmen belastet worden.

6 Ausblick

Wie aus den erzielten Ergebnissen abgeleitet werden kann, sind die Erkennungswahrscheinlichkeit und Erkennungsgenauigkeit stark von äußeren Einflüssen abhängig. So haben neben der Beleuchtung auch unterschiedliche Kopfhaltungen und -neigungen erheblichen Einfluss auf die Erkennungsleistungen der Systeme.

Ein Ansatz hier zu Verbesserungen zu kommen, ist die 3D-Gesichtserkennung. Unter dem Arbeitstitel 3D-Face wird derzeit ein europäisches Projekt zur Entwicklung eines 3D-Gesichtserkennungsalgorithmus durchgeführt. Obgleich die Zielrichtung hierbei gänzlich anders ist, nämlich für Zwecke der Verifikation bei Personaldokumenten, wird man die Ergebnisse auch für Identifikationsanwendungen nutzen können. Die derzeitige Planung sieht vor, dass ein Feldtest zur Überprüfung der Leistungsfähigkeit des zu entwickelnden Algorithmus im April 2009 abgeschlossen werden soll.

In diesem Zusammenhang ist es denkbar, bei erkennungsdienstlichen Behandlungen zukünftig eine dreidimensionale Aufnahme des Beschuldigten anzufertigen. Kopfnigungen und -drehungen könnten bei späteren Erkennungen –zumindest teilweise – ausgeglichen werden, indem das in einer Datenbank hinterlegte 3D Modell dem Aufnahmewinkel der 2D Live-Aufnahme angepasst wird.

Weiteres Potential zur Verbesserung der Gesamtsysteme ist in der digitalen Aufnahmetechnik zu vermuten. Derzeit werden analoge Überwachungskameras durch digitale ersetzt. Diese Umstellung befindet sich noch in den Anfängen. Qualitätssteigerungen bei der Aufnahmetechnik und der Steuerung der Kameras sind zu erwarten und werden dazu beitragen, besseres Bildmaterial für biometrische Vergleiche zur Verfügung zu stellen.

Im Auftrag

gez.

Pretzel, KOK

gez.

Lotz, TB