

# **Überblick zum State-of-the-Art biometrischer Verfahren**

Gerik von Graevenitz

## **Einführung und Problemstellung**

Die Nutzung moderner elektronischer Hilfsmittel, wie zum Beispiel Geldausgabeautomaten, Mobiltelefone oder PCs, ist ohne Sicherungssysteme nicht vorstellbar. Passwörter und PINs sollen vor Missbrauch schützen. Aber die Flut von PINs und Kennwörtern für EC- und Kreditkarten sowie Online-Banking erhöht die individuellen Transaktionskosten, und es wird immer schwieriger, sich in der zunehmend vernetzten Welt zurechtzufinden. Aus der stetig steigenden Komplexität und der individuellen Überforderung durch Merkprozesse resultiert die Notwendigkeit, über Alternativen nachzudenken. Ein vielversprechender Ansatz ist die Anwendung von biometrischen Identifikationsverfahren, bei denen personen- oder körperspezifische Merkmale zur Identifikation oder Verifikation benutzt werden. Neben einer Erhöhung des Komforts erscheint die Entwicklung von biometrischen Verfahren auch als ein aussichtsreicher Ansatz, Sicherheitsrisiken zu senken. Für die Authentifizierung und die Feststellung der Identität bei neuen Medien sind biometrische Identifikationsverfahren prädestiniert. Jedoch erst seit den Ereignissen vom September 2001 ist die Akzeptanz biometrischer Verfahren sprunghaft angestiegen. Denn im Zusammenhang mit weltweiten Anti-Terror-Initiativen ist Biometrie eine Schlüsseltechnologie für die Authentifizierung von Personen geworden. An Flughäfen und Grenzstationen setzen Regierungen zunehmend digitale Systeme ein. Personalausweise, Reisepässe und Visaanträge werden für die Aufnahme biometrischer Merkmale vorbereitet. Auch Unternehmen beginnen, ihre Zutrittskontrolle in Produktionsanlagen und Büroräumen mit Fingerabdruck- und Iriserkennung oder Prüfung der Handgeometrie auszurüsten. Der Markt für biometrische Systeme wird also weltweit anwachsen. Eine Vielzahl unterschiedlicher Techniken befindet sich in der Entwicklung und Anwendung. Mit der Einführung neuer Erkennungstechniken eröffnen sich zwar vielversprechende Möglichkeiten, aber über die Eignung der unterschiedlichen Verfahren sind dabei eher geringe Erfahrungen gegeben.

## **Zielsetzung**

Die Untersuchung nimmt eine vergleichende Analyse der gegenwärtigen Anwendungspotentiale unterschiedlicher biometrischer Verfahren auf der Grundlage einer internationalen Expertenbefragung vor. Dabei wird neben den Grundlagen der Biometrie als Authentifizierungsverfahren ein Überblick zum State-of-the-Art der modernen innovativen Technologie erstellt, und es wird eine vergleichende Evaluation der verschiedenen biometrischen Verfahren durchgeführt; desgleichen wird neben einer Branchenstrukturanalyse, eine Absatzmarktanalyse und eine vergleichende Analyse der Anwendungspotentiale unterschiedlicher Verfahren vorgenommen. Anhand einer umfangreichen internationalen Expertenbefragung werden Stärken und Schwächen sowie Gefahren und Risiken ausgearbeitet und analysiert. Abschließend werden die Erfolgsfaktoren und wirtschaftlichen Perspektiven der jeweiligen Technologie aufgezeigt.

## **Aufbau und Vorgehensweise**

Ausgehend von einer Erörterung über die vielfältigen Anwendungsfelder biometrischer Verfahren und der aktuellen Diskussion erfolgt eine Bestandsaufnahme der Forschungen zu den Möglichkeiten der Authentifizierung, den Grundlagen biometrischer Verfahren sowie den

## Überblick zum State-of-the-Art biometrischer Verfahren

---

Standards und Kriterien einer Evaluation dieser Verfahren. Forschungsstand und Technik der Verfahren werden nach ihrem Verbreitungsgrad unterteilt in Hauptverfahren (wie Fingerbild, Gesicht, Handgeometrie, Iris (Regenbogenhaut), Retina (retinales Blutadernmuster), Sprache, Unterschrift) und Nebenverfahren (wie Gangart, Körpergeruch und Tastenschlagdynamik). Entstehung, Entwicklung und Verfahren werden beschrieben und auf ihre Nutzerfreundlichkeit und Eignung (Genauigkeit, Sicherheit etc.) evaluiert. Ausgehend von Porters Wettbewerbsmodell wird das Marktpotential in unterschiedlichen Anwendungsfeldern analysiert; mit einem der Delphimethode vergleichbaren Verfahren erfolgt eine Abschätzung der Erfolgsaussichten biometrischer Verfahren; in einer SWOT-Analyse werden die Stärken und Schwächen sowie die Chancen und Risiken in Hypothesenform zusammengefasst.

### Diskussion

Der Umbruch im Markt für Sicherheitstechnologien ist durch große Unsicherheiten über Standards und eine Vielfalt von neuen Technologien gekennzeichnet. Biometrische Verfahren unterscheiden sich vor allem dadurch von wissens- oder besitzbasierenden Methoden, dass sie personengebundene Merkmale nutzen, die in der Regel ein Leben lang mit der Person verknüpft sind.

Auch wenn sich die Verfahren grundsätzlich auf Methoden der digitalen Bildverarbeitung und der Mustererkennung zurückführen lassen, führt die Vielfalt ihrer Einsatzgebiete zu sehr grundsätzlichen Ausgestaltungen je nach Anwendungsgebiet.

Die biometrische Authentifizierung wird als alternatives bzw. komplementäres Verfahren zu derzeit üblichen Verfahren wie Wissens- (Passwort) bzw. Besitz- (Schlüssel) Authentifizierung verstanden. Dabei hat die biometrische Authentifizierung den Vorteil, dass der Nutzer sich weder ein Passwort oder eine PIN merken noch eine Karte oder einen Schlüssel bei sich tragen muss.

Der grundlegende Verfahrensablauf eines biometrischen Authentifikationssystems gliedert sich in einen Personalisierungsprozess und einen Erkennungsprozess. Bei der Personalisierung werden mit einem Sensor Rohdaten aufgenommen und deren einzigartige Merkmale kodiert in einem Referenzdatensatz (Template) gespeichert. Bei dem Erkennungsprozess werden durch einen Sensor erneut die Rohdaten als Probe aufgenommen, die einzigartigen Merkmale extrahiert und mit dem Referenzdatensatz verglichen. Überschreitet die Ähnlichkeit der Merkmale aus der Probe mit den Merkmalen im Referenzdatensatz einen vorher fest definierten Toleranzwert, ist der Vergleich positiv, andernfalls negativ.

Im Gegensatz zu Methoden, die auf dem Wissen von Codes/Passwörtern oder dem Besitz wie Chipkarten/Schlüsseln basieren, funktionieren biometrische Systeme also auf der Basis von festgestellten Wahrscheinlichkeiten. Biometrische Daten sind variant, die Körperhaltung einer Person zum Beispiel ist nie völlig identisch, da ein Finger nie im selben Winkel auf den Sensor aufgelegt und ein Gesicht stets in einem anderen Betrachtungswinkel aufgenommen wird. Außerdem wird die Aufnahme der biometrischen Daten durch Schwankungen der Merkmalsausprägung, veränderte Umweltbedingungen und technische Unterschiede zwischen verschiedenen Sensoren beeinflusst. Biometrische Systeme stellen deshalb keine exakten bzw. eindeutigen Methoden dar. Häufig treten bei biometrischen Systemen Schwierigkeiten hinsichtlich der Genauigkeit auf, die von Schwächen des Aufnahmeegerätes oder der

## Überblick zum State-of-the-Art biometrischer Verfahren

---

Erkennungsalgorithmen herrühren. Es muss immer erneut hingenommen werden, dass eine Person fälschlicherweise akzeptiert oder abgelehnt wird.

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich auf die Vorstellung vielfältiger – teilweise noch in der Entwicklung befindlicher – Verfahren, darunter die weitverbreiteten Hauptverfahren Finger, Gesicht, Handgeometrie, Iris, Retina, Sprecher, Unterschrift und die Nebenverfahren DNA, Fingergeometrie, Gangart, Körpergeruch, Gesichtsthermogramm, Handinnenfläche, Handvenen, Lippenbewegungen, Nagelbettmuster, Ohrmuschel, Tastenanschlagdynamik, welche unter Berücksichtigung folgender Kriterien bewertet werden:

- Einzigartigkeit
- Universalität
- Erfassbarkeit
- Beständigkeit
- Genauigkeit
- Akzeptanz
- Überwindungssicherheit
- Bedienerfreundlichkeit

Bei der Diskussion der einzelnen Verfahren erfolgt jeweils eine Aufarbeitung der Entwicklungsgeschichte, eine Vorstellung des State-of-the-Art der Verfahren sowie eine systematische Diskussion der Evaluierungskriterien. Jedes Verfahren wird durch eine Scoringtabelle bewertet. Es zeigt sich, dass die Ausprägung der Kriterien bei den einzelnen Verfahren stark differiert. Von den Hauptverfahren wird bei der Evaluierung die Iriserkennung am besten bewertet, Sprechererkennung wird dagegen eher kritisch eingestuft. Dennoch kristallisiert sich heraus, dass es kein perfektes Verfahren gibt – jedes Verfahren hat seine eigenen Stärken und Schwächen. Es gibt kein perfektes biometrisches Verfahren, weshalb eine Kombination verschiedener Verfahren bei der Anwendung notwendig ist.

Bei den Anwendungsgebieten zeigt sich, dass für verschiedene Aufgaben jeweils unterschiedliche biometrische Verfahren sinnvoll sind. Beispielsweise ist für die Abwicklung von Transaktionen in Call-Centern die Sprechererkennung prädestiniert, wohingegen in Hochsicherheitsbereichen Iris und Fingerbild bevorzugt werden. Durch die Kombination verschiedener Methoden können sowohl Fehlerraten als auch Fälschungsanfälligkeit reduziert werden.

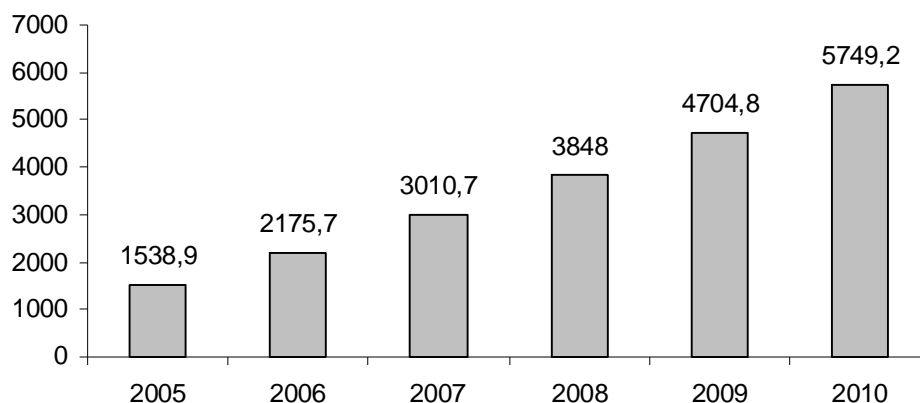
Es erfolgte eine zweimalige internationale Befragung fachlich interessierter Besucher und Aussteller per Internet, die zuvor auf der Biometrics/London und der CeBit/Hannover erfasst wurden. Die Teilnehmer kommen aus sehr unterschiedlichen, für die Anwendung biometrischer Verfahren jedoch als Schlüsselindustrien zu bezeichnende Branchen und sind durchweg durch ein hohes Wissensniveau und eine relativ lange Erfahrungsdauer im Bereich der Biometrie gekennzeichnet. Insgesamt haben bei der Befragung Experten aus 65 verschiedenen Ländern teilgenommen. Dabei verfügen die Teilnehmer aus den Vereinigten Staaten über eine längere Erfahrung, in Europa ist das Wachstum etwas verzögert, jedoch ebenfalls sehr stark. Die Teilnehmer aus Asien verfügen über einen sehr viel geringeren Erfahrungshorizont. Schwierigkeiten sehen die Experten in zu wenigen Komplettlösungen und zu vielen konkurrierenden Insellösungen, mangelnden Standards und Schnittstellen, der geringen Finanzkraft einiger Hersteller sowie Liefer- und Supportprobleme, z.B. durch Insolvenzen von Anbietern biometrischer Verfahren.

## Überblick zum State-of-the-Art biometrischer Verfahren

---

Die überwiegende Mehrheit der Befragten ist der Meinung, dass Biometrie in der Zukunft erfolgreich sein wird, wobei über 80% der Befragten von einem starken Wachstum – zum Teil von Steigerungsraten von über 60% jährlich – ausgehen. Eine Schätzung der jährlichen Biometrieumsätze nach International Biometric Group ist in Abbildung 1 dargestellt. Die Experten vertreten die Ansicht, dass in Zukunft die biometrischen Verfahren den Sicherheitsmarkt dominieren und Passwörter ersetzen werden. Allerdings werden die Umsetzungsprobleme als immer noch sehr gravierend eingestuft. Die Iriserkennung wird sowohl durch die technische Evaluierung als auch durch die Expertenbefragung als das Verfahren der ersten Wahl beurteilt. Die am weitesten verbreitete Fingerbildererkennung erscheint kommerziell als erfolgsversprechendstes Verfahren: sie ist zwar im Vergleich mit der Iriserkennung technisch nachrangig, hat jedoch ein großes Anwendungsspektrum, ist relativ preiswert und zudem miniaturisierbar. Im Vergleich dazu ist die Iriserkennung sehr kostenintensiv, da das Verfahren noch über längere Zeit patentiert und hardwareseitig aufwendig ist.

**Jährliche Umsätze in Mio. US-\$ in der Biometrieindustrie (2005-2010)**

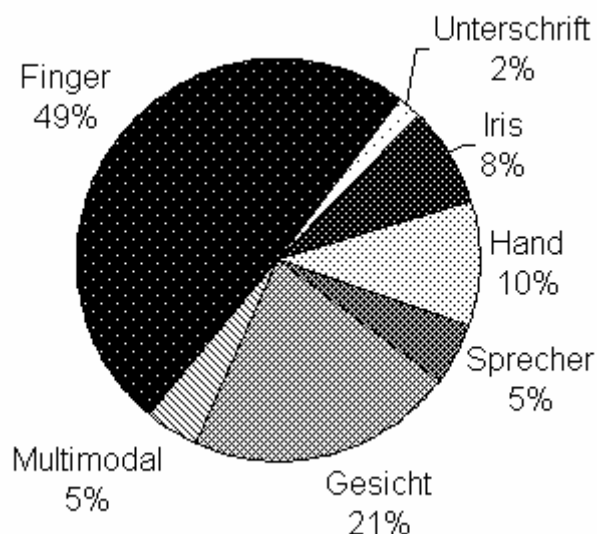


**Abbildung 1: Jährliche Umsätze nach International Biometric Group (2006)**

Abschließend werden in einer SWOT-Analyse die Ergebnisse der Expertenbefragung verdichtet. Als wesentliche Vorteile der Biometrie sind aus Sicht der Experten die zusätzliche Sicherheit, die Einfachheit und Schnelligkeit in der Identifikation sowie der zusätzliche Komfort zu nennen, wobei die Kosten und in sehr viel geringerem Umfang die Fehlerrate ein Hindernis für einen breiten Einsatz bilden. Datenschutz, Standards und Ängste in der Bevölkerung hingegen werden eher als geringe Barrieren in der Zukunft betrachtet. Momentan, so die Experten, sind viele Produkte noch im Entwicklungsstadium und nicht vollständig ausgereift. Gerade auch bei großen Nutzerzahlen zeigen sich die Fehlerraten.

## Überblick zum State-of-the-Art biometrischer Verfahren

---



**Abbildung 2: Marktaufteilung nach Verfahren (Quelle: International Biometric Group)**

In Abbildung 2 ist die Marktaufteilung nach Technologien dargestellt. Auffallend ist dabei der hohe Verbreitungsgrad der Fingerbildererkennung mit 49%, wohingegen die Iriserkennung lediglich nur einen Marktanteil von 8% ausmacht, obwohl die Verfahren zumindest technisch auf gleichem Niveau rangieren, wenn nicht die Iriserkennung sogar der Fingerbildererkennung in mancher Hinsicht technisch überlegen ist. Ursachen hierfür liegen vor allem darin, dass sich die Fingerbildererkennung bereits seit längerer Zeit auf dem Markt befindet und sich zahlreiche Hersteller mit der Technologie beschäftigen und Produkte anbieten. Die Iriserkennung gehört zu den jüngsten Technologien und basiert auf einem Patent von Leonard Flom und Aran Safir für die Kameratechnologie, welches 2005 in den USA ausgelaufen ist und 2006 in Europa und Asien ausläuft sowie den patentierten Vergleichsalgorithmen von John Daugman, dessen Patent voraussichtlich erst 2011 abläuft. Ein wesentliches Verbreitungshindernis der Iriserkennung gegenüber der Fingerbildererkennung sind die hohen Kosten der Kameratechnologie und der Erkennungsalgorithmen impliziert durch restriktive Vergabe von Produktionslizenzen und hohen Lizenzpreisen der Algorithmen. Darüberhinaus ist das Anwendungsspektrum für die Fingerbildererkennung größer, da Fingerbildererkennung im Gegensatz zu den meisten anderen Verfahren miniaturisierbar und umgebungsneutral ist.

Die Einführung elektronischer Pässe in zahlreichen Ländern kombiniert mit der Speicherung biometrischer Merkmale wird die Diffusion im privaten Sektor forcieren. Gerade durch die Einführung von elektronischen Pässen in Deutschland seit November 2005 haben sich die Rahmenbedingungen grundlegend geändert, und der Startschuss für die flächendeckende Einführung von biometrischen Verfahren ist gefallen. Dies wird zu neuen Impulsen bei der Ausbreitung biometrischer Technik auch in der privaten Wirtschaft führen. Biometrie ist also als eine Schlüsseltechnologie mit sehr hohem Marktpotential anzusehen, die Technologie steht kurz vor dem wirtschaftlichen Boom.

### **Literatur:**

*Albrecht, A. (2003): Biometrische Verfahren im Spannungsfeld von Authentizität im elektronischen Rechtsverkehr und Persönlichkeitsschutz, Nomos Verlagsgesellschaft*

## Überblick zum State-of-the-Art biometrischer Verfahren

---

- Behrens, M.; Roth, R. (2001):* Biometrische Identifikation – Grundlagen, Verfahren, Perspektiven in Vieweg-Verlag, Braunschweig/Wiesbaden
- Daugman, J. G. (2003a):* Iris recognition: Enhancing airport security, efficiency, and convenience in International Airport Review, Volume 7, Issue 3 in Russell Publishing, Brasted, Kent, UK, S. 15-21
- Daugman, J. G. (2003b):* The importance of being random: statistical principles of iris recognition. In the journal of the pattern recognition society 36, Pattern Recognition Society. Elsevier Science, 2003, S. 279 – 291
- Dessimoz, D.; Champod, C.; Richiardi, J.; Drygajlo, A.(2005):* Multimodal Biometrics for Identity Documents, Université de Lausanne / École Polytechnique Fédérale de Lausanne
- EUR21585EN(2005):* Centre, European Commission - Joint Research: Biometrics at the Frontiers: Assessing the Impact on Society - For the European Parliament Committee on Citizens' Freedoms and Rights, Justice and Home Affairs (LIBE), EUR 21585 EN Institute for Prospective Technological Studies, 2005
- Graevenitz, Gerik v. (2006):* Erfolgskriterien und Absatzchancen biometrischer Identifikationsverfahren, Lit Verlag, Münster, 2006 (in Erscheinung)
- Nolde, V.; Leger, L.(2002):* Biometrische Verfahren – Körpermerkmale als Passwort – Grundlagen, Sicherheit und Einsatzgebiete biometrischer Identifikation, Fachverlag Deutscher Wirtschaftsdienst, Köln
- Petermann, T.; Sauter, A. (2002):* Biometrische Identifikationssysteme – Sachstandsbericht, Arbeitsbericht Nr. 76, Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag, Bundestagsdrucksache 14/10005, Berlin, 2002.
- Petermann, T.; Scherz, C.; Sauter, A. (2003):* Biometrie und Ausweisdokumente - Leistungsfähigkeit, politische Rahmenbedingungen, rechtliche Ausgestaltung - Zweiter Sachstandsbericht - Arbeitsbericht Nr. 93, Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag
- Wayman, J.; Jain, A.; Maltoni, D.; Maio, D.(2005):* Biometric Systems - Technology, Design and Performance Evaluation, Springer-Verlag