

# Forensik in der Schweiz – gestern – heute – morgen

Jörg Arnold\*

## Inhaltsverzeichnis

|   |   |
|---|---|
| Zusammenfassung .....   | 2 |
| Résumé .....  | 2 |
| 1. Forensik – Kriminalwissenschaften .....  | 3 |
| 2. Forensik – der Blick zurück .....  | 4 |
| 2.1 Die erste Spurengeneration – Fotografie und Daktyloskopie .....                               | 4 |
| 2.2 Die zweite Spurengeneration – Mikrospuren und Analytik .....                                  | 4 |
| 3. Forensik – die aktuellen Herausforderungen .....   | 4 |
| 3.1 Die dritte Spurengeneration – DNA-Profile .....   | 5 |
| 3.1.1 DNA-Analysen und rasante Empfindlichkeitssteigerung .....                                   | 5 |
| 3.1.2 Korrekte Interpretation von DNA-Profilen – täterische Spuren<br>oder Kontaminationen? ..... | 5 |
| 3.1.3 Methodik der Befundbewertung – Abgrenzung zur Beweiswürdigung ..                            | 6 |
| 4. Forensik – zukünftige Herausforderungen .....  | 7 |
| 4.1 Die vierte Spurengeneration – digitale Spuren .....   | 7 |
| 4.1.1 Digitale Spuren – virtuelle Spuren .....  | 7 |
| 4.1.2 Digitale Spuren – irgendwo im Internet .....  | 7 |
| 4.1.3 Digitale Spuren – intelligente Systeme und evaluative Daten .....                           | 7 |
| 4.1.4 Maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz .....  | 8 |
| 5. Zusammenfassung und Fazit .....  | 8 |
| 5.1 Interdisziplinarität .....  | 8 |
| 5.2 Nachvollziehbarkeit und Transparenz .....   | 9 |
| 5.3 Dank .....  | 9 |

---

\* Jörg Arnold, dipl. phys. ETHZ, MAS Public Management ZHAW, Stv Direktor Forensisches Institut Zürich (FOR).

### **Zusammenfassung**

Die Entwicklung der Naturwissenschaften und der Technik in den letzten 50 Jahren ist beeindruckend und hat sich laufend beschleunigt. Kriminaltechnik und die Rechtsmedizin wurden rasch vorwärtsgebracht. Nachdem viele Jahrzehnte die klassischen Spuren der ersten Generation insbesondere der Fingerabdruck dominierten, war die zweite Generation geprägt von immer besseren und empfindlicheren optischen und analytischen Geräten zur Untersuchung von Mikrospuren.

Mit dem Beginn der DNA-Analysen in den 1990ern folgte die dritte Spurengeneration. Und mit der Digitalisierung folgt die vierte – nunmehr virtuelle – Spurengeneration, und mit ihr die digitalen Spuren.

Und mit der künstlichen Intelligenz (KI oder AI) stehen die nächste grosse Herausforderung und neue Fragestellungen vor der Tür. Um die aktuell mehrheitlich fehlenden rechtlichen Rahmenbedingungen zeitgerecht und sinnvoll zu erarbeiten, braucht es einen engen, interdisziplinären Austausch mit Ingenieuren und Naturwissenschaftlern.

### **Résumé**

Le développement des sciences naturelles et de la technologie au cours des 50 dernières années est impressionnant et continue de s'accélérer. La police scientifique et la médecine légale ont fait des progrès rapides. Après les traces classiques de la première génération et ici en particulier les empreintes digitales depuis de nombreuses décennies, c'est la deuxième génération qui émerge qui se caractérise par des dispositifs optiques et analytiques toujours plus performant et sensibles pour l'analyse de micro-traces.

Avec le début des analyses d'ADN dans les années 1990, a suivi la troisième génération de traces. Et avec l'avènement de la numérisation, on entre dans la quatrième génération de traces – désormais virtuelle – à savoir les traces numériques.

L'intelligence artificielle (IA ou AI) est le prochain grand défi qui comprend de nombreux questionnements. Pour développer les conditions-cadres juridiques, qui font actuellement largement défaut, il nous faut un échange étroit et interdisciplinaire avec les ingénieurs et les sciences naturelles.

## 1. Forensik – Kriminalwissenschaften

Die Geschichte der Kriminalwissenschaften begann vor bereits deutlich mehr als 50 Jahren, aber in dieser frühen Phase mit den ersten kriminaltechnischen Labors in Frankreich<sup>1</sup> und dem übrigen Europa, u.a. in Grossbritannien<sup>2</sup> und in der Schweiz<sup>3</sup>, wurden wesentliche Grundlagen geschaffen und kriminaltechnische Grundsätze formuliert, die bis heute Gültigkeit haben.

Parallel dazu – mit Wurzeln bereits im Mittelalter – entwickelte sich die Rechtsmedizin ebenso rasant. Im Rahmen dieses Artikels werden die rechtsmedizinischen Themen nur gestreift; auf die forensische Psychiatrie und Psychologie wird nicht eingegangen.

Wichtig ist, dass sich Kriminaltechnik und Rechtsmedizin ergänzen und in der Fallarbeit gegenseitig aufeinander angewiesen sind. In der Schweiz sind die Aufgabengebiete so aufgeteilt, dass sich die Zuständigkeiten von Kriminaltechnik und Rechtsmedizin auf den Körperoberflächen der beteiligten Personen «berühren». Es besteht damit in der Praxis keine Konkurrenz zwischen Kriminaltechnik und Rechtsmedizin.

«Forensik hat seine sprachlichen Wurzeln beim lateinischen ‚FORum‘ – dem Markt- und Gerichtsplatz in den römischen Städten. Forensik stellt naturwissenschaftliches, rechtsmedizinisches sowie psychiatrisches oder psychologisches Spezialwissen der Verfahrensleitung im Rahmen des jeweiligen Prozessrechts zur Verfügung.»

Damit wird eine zentrale Herausforderung an die Forensik thematisiert: Spezialwissen muss einerseits wissenschaftlich fundiert – also «inhaltlich richtig» – zur Verfügung gestellt werden, andererseits richtet sie sich an «interessierte Laien» – und dieses Spezialwissen muss für diese verständlich vermittelt werden.

- 
- 1 Edmond Locard, 1877-1966, französischer Arzt und Jurist. Ab 1912 Leiter des ersten polizeilichen Labors in Lyon, 1929 Gründung der Internationalen Akademie für Kriminalistik in Lausanne. Er formulierte das Locard'sche Prinzip (auch bekannt als Austauschprinzip): *«Toute action de l'homme, et a fortiori, l'action violent qu'est un crime, ne peut pas se dérouler sans laisser quelque marque.»* Eine ausführliche Liste seiner Publikationen findet sich z.B. unter [https://de.wikipedia.org/wiki/Edmond\\_Locard](https://de.wikipedia.org/wiki/Edmond_Locard) (zuletzt abgerufen am 30. Januar 2024).
  - 2 In London, bei der Metropolitan Police, besser bekannt als Scotland Yard, bestand ab 1901 ein Labor für Fingerabdrücke.
  - 3 In Lausanne gründet 1909 Rodolphe Archibald Reiss das Institut de police scientifique, die weltweit erste (Hoch-)Schule für Polizeiwissenschaften an der Universität Lausanne. Mehr dazu findet sich unter [https://fr.wikipedia.org/wiki/Rodolphe\\_Archibald\\_Reiss](https://fr.wikipedia.org/wiki/Rodolphe_Archibald_Reiss) (zuletzt abgerufen am 30. Januar 2024).

Forensik ist interdisziplinär und muss sich den Auftraggebern in einer Art und Weise präsentieren, die von Laien verstanden wird.

## **2. Forensik – der Blick zurück**

### **2.1 Die erste Spurengeneration – Fotografie und Daktyloskopie**

In der Frühzeit der Kriminaltechnik lag ein Fokus auf der Dokumentation von Personen und Tatorten – die Entwicklung der Fotografie war hier eine entscheidende Hilfe. Der zweite Fokus lag auf der Identifizierung von Personen über biometrische Merkmale: Durch die Entdeckung der individuellen Einmaligkeit der Fingerabdrücke jedes Menschen im 19. Jahrhundert stand eine universelle Methode zur Verfügung. Diese wurde durch das von Francis Galton bis 1892 entwickelte Klassifizierungssystem zu einem bis heute unentbehrlichen Instrument der Kriminaltechnik, das international standardisiert ist.

### **2.2 Die zweite Spurengeneration – Mikrosuren und Analytik**

Im 20. Jahrhundert entwickelten sich die Naturwissenschaften und hier insbesondere die physikalischen und chemischen Analyseverfahren stetig weiter. Die Gerätschaften wurden immer präziser und empfindlicher, so dass es mit immer weniger Spurenmaterial möglich wurde, dieses zu analysieren und mit Referenzmaterial aus bekannten Quellen zu vergleichen.

Die Bedeutung der Mikrosuren nahm stetig zu. Einerseits aufgrund der instrumentellen und analytischen Fortschritte, andererseits weil es für die Täter immer schwieriger wurde, keine auswertbaren Spuren zu hinterlassen. Das Locard'sche Austauschprinzip als zentraler Ansatz der kriminaltechnischen Fallarbeit wurde immer wichtiger – gleichzeitig wurde die Interpretation der Laborresultate anspruchsvoller.

## **3. Forensik – die aktuellen Herausforderungen**

Getrieben durch die immer besseren instrumental-analytischen Methoden stellt sich immer häufiger die Frage, ob die nachgewiesenen Spuren fallrelevant sind oder ob es sich um den Nachweis von in einem anderen Zusammenhang an den Tatort gelangten Material oder gar von ubiquitär am Tatort vorhandenem Material handelt. Aus Sicht der Verteidigung wurde immer häufiger argumentiert, dass das Resultat des Materialnachweises zwar richtig, aber das Material mit dem Fall nichts zu tun habe – eine allfällige Übereinstimmung mit dem Spurenmaterial als zufällig zu werten sei. Dies wurde im Zusammenhang mit der dritten Spurengeneration zum zentralen Streitpunkt zwischen Anklage und Verteidigung.

### 3.1 Die dritte Spurengeneration – DNA-Profile

Mit der Entwicklung der DNA-Analytik und der Möglichkeit, hochgradig individualisierende Bereiche der menschlichen DNA<sup>4</sup> mit immer grösserer Nachweisempfindlichkeit zu vergleichen, eröffneten sich der Kriminaltechnik und der Rechtsmedizin völlig neue Möglichkeiten. Allerdings wurden die Resultate auch immer kritischer beurteilt und hinterfragt – dies umso mehr, weil das DNA-Profil aus den biologischen Spuren direkt personenidentifizierend ist.

#### 3.1.1 DNA-Analysen und rasante Empfindlichkeitssteigerung

Mit der PCR-Reaktion<sup>5</sup> und deren laufenden Verbesserung wurde es über die Jahre möglich, aus immer geringeren Spurenmengen vollständige DNA-Profile zu erhalten. Umso intensiver wurden die Diskussionen über Kontaminationen und darüber, inwiefern die nachgewiesene DNA in den gesicherten biologischen Spuren bei der Tat durch die Täterschaft hinterlassen worden sind oder auf anderer Art und Weise – z.B. über Umwege resp. indirekte Übertragungen – oder zu einem früheren Zeitpunkt an den Tatort gelangt waren.

#### 3.1.2 Korrekte Interpretation von DNA-Profilen – täterische Spuren oder Kontaminationen?

Weltweit bekannt wurde der Fall O. J. Simpson, der in den USA in den Jahren 1994/1995 während Monaten vor einem Geschworenengericht verhandelt wurde. Der Verteidigung gelang es erfolgreich, Zweifel an der Stichhaltigkeit der von der Anklage präsentierten forensischen Beweise zu streuen, dass O. J. Simpson seine Frau getötet hatte. Ein zentraler Aspekt dabei war, dass O. J. Simpson tatortberechtigt war und die Verteidigung das Vorhandensein der (biologischen) Spuren anders als mit der Tat erklären konnte.

Der Prozess hatte tiefgreifende Auswirkungen auf die polizeiliche Tatortarbeit und die forensische Befundbewertung in den USA – er lancierte auch eine heftige Diskussion über die Wissenschaftlichkeit der forensischen Fachgebiete. Dies führte neben Verunsicherung auch zu einem weltweiten Effort, die Interpretation von forensischen Laborresultaten im Fallkontext kritisch zu hinterfragen und eine logisch einwandfreie Methodik der Befundbewertung

---

4 DNA vom englischen «deoxyribonucleic acid» (Desoxyribonukleinsäure) ist ein aus chemischen Elementen aufgebautes Molekül, das unsere Erbinformationen enthält und sich im Zellkern jeder menschlichen Zelle befindet.

5 Mit Polymerase-Kettenreaktion (englisch polymerase chain reaction, PCR) bezeichnet man Methoden zur in vitro-Vervielfältigung von Erbsubstanz. Die DNA wird durch wiederholte Verdopplung mittels des Enzyms DNA-Polymerase künstlich vervielfältigt.

zu erarbeiten<sup>6,7</sup>. Dieses Konzept und die logischen Grundsätze wurden in Europa durch das European Network of Forensic Science Institutes (ENFSI) in einer 2015 veröffentlichten Richtlinie<sup>8</sup> publiziert.

### 3.1.3 Methodik der Befundbewertung – Abgrenzung zur Beweiswürdigung

Die Methodik der forensischen Befundbewertung basiert auf drei Grundsätzen:

**1) Sprache:** Es werden drei Niveaux («Level») von Fragen resp. Antworten unterschieden, das Source Level, das Activity Level und das Offence Level. Anders ausgedrückt: Woher stammt die Spur (Quelle)? Wie kam die Spur dort hin (Aktivität)? Was bedeutet das aus rechtlicher Sicht (Delikt)?

**2) Plausibilitätsverhältnis (Likelihood Ratio, LR):** Es wird keine Aussage zur Wahrscheinlichkeit eines Szenarios gemacht, sondern es wird ein Plausibilitätsverhältnis basierend auf zwei (oder mehr) gegensätzlichen Szenarien formuliert.

**3) Die forensische Befundbewertung** beurteilt nicht die Szenarien, sondern nimmt diese als Grundlage zur Kenntnis, um das Plausibilitätsverhältnis der erhaltenen Resultate aus den forensischen Untersuchungen unter diesen Szenarien zu bewerten. Anders ausgedrückt: Die rechtliche Würdigung resp. die Beweiswürdigung beurteilt die von Anklage resp. Verteidigung präsentierten Szenarien, während die forensische Befundbewertung «in die andere Richtung blickt» und die forensischen Resultate unter den Szenarien bewertet.

Mit diesem Konzept werden zahlreiche Probleme, die zur Kritik an den forensischen Untersuchungen führten, wie Voreingenommenheit (Bias) der Expertinnen resp. Experten und Entscheidungsträger (decision makers, Richterinnen und Richter) oder der Über- resp. Unterschätzung der Bedeutung einzelner Resultate oder des Fehlens von zahlreichen Informationen zum Ereignis (niemand ausser den Tatbeteiligten war anwesend) entschärft<sup>9</sup>.

---

6 Grundlegend dazu Richard Cook et al., A Hierarchy of Propositions: deciding which level to address in casework, *Science and Justice* 38(4)/1998, 231 ff.

7 Ausführlich dazu Jörg Arnold/Thomas Ottiker, *Kriminalistisches Denken – systematisch, methodisch, logisch*, *Kriminalistik* 1/2019, 50 ff.

8 Ausführlich dazu siehe die 2015 publizierte ENFSI guideline for evaluative reporting in forensic science, öffentlich zugänglich auf der ENFSI-Homepage unter [http://enfsi.eu/wp-content/uploads/2016/09/m1\\_guideline.pdf](http://enfsi.eu/wp-content/uploads/2016/09/m1_guideline.pdf) (zuletzt abgerufen am 30. Januar 2024).

9 Ausführlich dazu siehe Jörg Arnold, *Wahrheitsfindung – Fiktion oder Realität?* in: Joëlle Vuille/Niklaus Oberholzer/Marc Graf (Hrsg.), *Wahrheit, Täuschung und Lüge, Vérité, tromperie et mensonge*, Schweizerische Arbeitsgruppe für Kriminologie (SAK) Band 33, 1 ff.

## 4. Forensik – zukünftige Herausforderungen

Neben den in Abs. 3 beschriebenen Herausforderungen wird die Forensik in der Zukunft durch die digitalen Spuren in mehrfacher Weise neue Aufgaben zu bewältigen haben.

### 4.1 Die vierte Spurengeneration – digitale Spuren

Seit mehreren Jahren sind in fast allen Fällen auch digitale Spuren zu finden, zu sichern, auszuwerten und im Fallkontext zu bewerten. Dabei sind die forensischen Grundsätze bei der Bearbeitung von klassischen, physischen Spuren weiterhin gültig, es kommen aber neue und schwierige Probleme hinzu.

#### 4.1.1 *Digitale Spuren – virtuelle Spuren*

Digitale Spuren kann man nicht anfassen und im klassischen Sinn sicherstellen, auch wenn sie auf physischen Datenträgern gespeichert sind. Digitale Spuren sind virtuelle Spuren, die nur mit der entsprechenden Hardware und Software «greifbar» werden. Dies bedingt ein minimales Verständnis für die zugrundeliegenden technischen Fragen und die Informatik. Zudem lassen sich digitale Spuren mit minimalem Aufwand vervielfältigen, was die Beantwortung der Frage nach dem «Original» schwierig macht. Weiter lassen sich digitale Spuren mit wenig Aufwand verändern. Entsprechende Veränderungen zu verhindern oder aber zu erkennen, bedingt einen sorgfältigen Umgang (Beweiskette, chain of evidence) mit den digitalen Spuren und Informationssicherheitsstandards, die Veränderungen sicher verhindern oder zuverlässig detektieren.

#### 4.1.2 *Digitale Spuren – irgendwo im Internet*

Noch schwieriger wird der Umgang mit den digitalen Spuren, wenn diese nicht auf physischen Datenträgern gespeichert sind, sondern «dezentral» in einer «Datenwolke» (Cloud) und über ein Netzwerk von irgendwo abrufbar sind. Hier versagen dann auch die «klassischen» Konzepte der Sicherstellung oder der Siegelung, wie sie für die Behandlung von physischen Dokumenten entwickelt wurden. Technisches Verständnis bei der Verfahrensleitung ist zwingend notwendig, um mit solchen digitalen Spuren umgehen zu können, ohne sie zu verlieren.

#### 4.1.3 *Digitale Spuren – intelligente Systeme und evaluative Daten*

Damit aber nicht genug: Die Inhalte von digitalen Spuren können teilweise eine ganz neuartige Qualität aufweisen, für die es in der klassischen Welt keine Entsprechung gibt. Als Beispiel sind digitale Spuren in intelligenten

Fahrassistenzsystemen<sup>10</sup> zu nennen. Diese Systeme haben einerseits die Aufgabe, den Zustand des Fahrzeuglenkenden zu beurteilen (z.B. Müdigkeitswarner oder Aufmerksamkeitsassistent) oder direkt in das Fahrgeschehen einzugreifen und das Fahrzeug direkt zu beeinflussen (z.B. Spurhalteassistent oder Notbremsassistent), indem sie Lenkbewegungen vornehmen oder eine Notbremsung auslösen.

#### 4.1.4 Maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz

Als weitere Herausforderung kommen alle Fragen hinzu, die sich stellen, wenn sich intelligente Systeme «selbständig», d.h. während des Betriebes durch «Erfahrungen aus realen Situationen» verbessern. Maschinelles Lernen und künstliche Intelligenz haben das Potential, solche intelligenten Systeme durch den Betrieb laufend zu optimieren. Das heisst aber auch, dass sich die digitalen Spuren immer auf den Zustand des Systems beziehen, wie er zum Zeitpunkt eines Ereignisses resp. bei der Speicherung dieser digitalen Spuren war. Bleibt das System im Betrieb, wird es zu einem späteren Zeitpunkt nicht mehr im gleichen Zustand sein, wie beim Ereignis. Das führt dazu, dass sich das Ereignis mit dem veränderten System zu einem späteren Zeitpunkt allenfalls nicht mehr 1:1 rekonstruieren lässt. Dies bedeutet für die Nachvollziehbarkeit und die Rückverfolgbarkeit neue und schwierige Herausforderungen.

## 5. Zusammenfassung und Fazit

### 5.1 Interdisziplinarität

Forensik ist eine interdisziplinäre Wissenschaft, die sich neben dem eigentlichen Fachgebiet auch mit dem Rechtssystem, in dem sie eine Aufgabe zu erfüllen hat, auseinandersetzen muss. Weiter richtet sich die Forensik an Personen, die einen anderen fachlichen Hintergrund haben, wie z.B. die Juristinnen und Juristen oder die Beteiligten in einem konkreten Fall, die – bestenfalls interessierte – Laien sind. Sie muss also eine sprachliche Brücke schlagen zwischen dem spezifischen, forensischen Fachwissen und den Auftraggebern und den Beteiligten. Die wissenschaftlich korrekten Befunde müssen verständlich und nachvollziehbar kommuniziert werden.

---

10 Ausführlich dazu siehe Jörg Arnold, «Autonomes Einparken» – Technische Aspekte, Wenn's knirscht noch einen Meter!, in: Manfred Dähler/Hardy Landolt (Hrsg.), Jahrbuch Strassenverkehrsrecht 2022, 306 ff.; Sabine Gless, «Autonomes Einparkieren» – Strafrechtliche Aspekte, Wenn der Mensch zur Knautschzone wird..., in: Manfred Dähler/Hardy Landolt (Hrsg.), Jahrbuch Strassenverkehrsrecht 2022, 337 ff.



## **5.2 Nachvollziehbarkeit und Transparenz**

Die zentralen Massstäbe, an denen Forensik gemessen wurde und wird, sind die Richtigkeit der Resultate und Befunde, die Nachvollziehbarkeit und die Transparenz. Das ist anspruchsvoll und wird in der virtuellen Welt nicht einfacher – im Gegenteil, die Ansprüche an die forensische Arbeit werden insbesondere dort, wo komplexe Sachverhalte oder technisch anspruchsvolle Zusammenhänge und Technologien verständlich erklärt werden müssen, immer höher.

Die Erfahrung zeigt, dass es ausserordentlich schwierig ist, Verständnisfragen im Zusammenhang mit dem Sachverhalt oder mit naturwissenschaftlichen oder technischen Fragen alleine auf dem schriftlichen Weg zu klären. Insofern sind die steigenden Anforderungen ein Plädoyer und eine Einladung für mehr Unmittelbarkeit und den direkten interdisziplinären Diskurs zwischen den forensischen Spezialistinnen und Spezialisten und der Verfahrensleitung und den Beteiligten.

## **5.3 Dank**

Ich bedanke mich bei Thomas Ottiker, Direktor FOR, und bei Daniel Fink, Vorstand SAK, für das sorgfältige Gegenlesen und die konstruktiven Inputs.

