

BLUTIGER BEWEIS

Was Rechtsmediziner aus Blutspuren schließen können

von **Christina Kaiser, Silke Käuferstein, Esther Reuss und Cora Wunder**

Blut-Untersuchungen ziehen sich wie ein roter Faden durch die verschiedenen Abteilungen des Frankfurter Instituts für Rechtsmedizin. Ob mit dem Skalpell, durch scharfsinnige Beobachtung oder Hightech-Laboranalytik: Spezialisierte Rechtsmediziner können einen Tathergang anhand von Blutspurenverteilungsmustern rekonstruieren, Toxikologen messen im Blut betäubende oder giftige Substanzen, Molekularbiologen ordnen Blutspuren über DNA-Profile Personen zu und versuchen, mit molekular diagnostischen Methoden unklare Todesursachen aufzuklären. Zwei konstruierte Todesfälle gewähren einen forensischen Blick auf das Blut.

Fall 1: Mord in Frankfurt-Eschersheim

Viertel nach zwei. In der Nacht. Die diensthabende Rechtsmedizinerin schreckt aus dem Tiefschlaf, als das Telefon klingelt. Sie ist sofort hellwach, als ihr der Beamte des Kriminaldauerdienstes mitteilt, dass in einer Wohnung in Frankfurt-Eschersheim ein weiblicher Leichnam mit offenkundigen Stichverletzungen aufgefunden wurde.

Kurze Zeit später trifft die Ärztin am Tatort ein. Hier sind bereits mehrere Beamte der Kriminalpolizei und des Erkennungsdienstes im Einsatz. Sie berichten knapp über den bisherigen Stand der Ermittlungen: Gegen 1 Uhr hörten Nachbarn Lärm und Geschrei aus der Wohnung und verständigten daraufhin die Polizei. Bei deren Eintreffen lag die 62-jährige Frau leblos im Schlafzimmer auf dem Fußboden. Ein sofort alarmierter Notarzt konnte nur noch den Tod der Frau feststellen. Von der Tatwaffe und dem Täter fehlt jede Spur.

Die Medizinerin zieht einen weißen Schutzanzug über, um die Übertragung von Spuren zu vermeiden, und betritt das Schlafzimmer. Sie findet den blutüberströmten Leichnam in Rückenlage vor. Insbesondere im Bereich von Kopf und Hals ist er von einer großen Blutlache umgeben. Auch der übrige Laminatboden, die zwei Betten, der Kleiderschrank sowie die Zimmerwände weisen Blutspuren auf. Die Ärztin stellt bei der rechtsmedizinischen Leichenschau eine große, klaffende, scharfrandige Wunde am Hals sowie mehrere Stich- und Schnittverlet-

zungen im Gesicht und in der linken Handinnenfläche fest. Zur Feststellung des Todeszeitpunktes misst sie die Temperatur und überprüft den Körper auf Totenflecken und Totenstarre. Danach heben die Bestatter den Leichnam spurenschonend aus der Blutlache und bringen ihn in die Rechtsmedizin.

Im Kellersaal hat sich das Sektionsteam versammelt und beginnt ohne Verzögerung mit der gerichtlich angeordneten Leichenöffnung. Als Todesursache stellen sie Verbluten fest. Durch den Schnitt wurden zwei lebenswichtige Gefäße verletzt: Die Arteria carotis communis (gemeinsame Halsschlagader) und Vena jugularis interna (innere Drosselblutader) sind an der rechten Halsseite eröffnet. Schildknorpel (Cartilago thyroidea) und Speiseröhre (Oesophagus) sind durchtrennt. Da das Blut bis in die tiefen Atemwege eingatmet wurde, folgert das Sektionsteam, dass das Opfer noch lebte, als ihm die Halsschnittverletzung beigebracht wurde. Die Verletzung in der linken Handinnenfläche deuten die Spezialisten nach ihrer Lokalisation und Art als sogenannte aktive Abwehrverletzung: Das Opfer versuchte sich zu wehren und griff dabei in das Messer.

Tatrekonstruktion durch Blutspurenmuster

Am nächsten Tag nimmt die Rechtsmedizinerin den Tatort erneut in Augenschein und begutachtet das Blutspurenverteilungsmuster. Form und Verteilung von Blut in Blutspurenbildern zu interpretieren, ist ein wesentliches Element der forensischen Tatrekonstruktion und kann bei der Aufklärung von Delikten nützliche Hinweise liefern. Grundlage sind die physiko-chemischen und ballistischen Eigenschaften des Blutes außerhalb des Gefäßsystems. Wie Blut auf Oberflächen auftritt und abfließt, wie es aus dem Körper spritzt und auf der Haut verläuft, hängt nämlich von verschiedenen Größen ab: der Gravitationskraft, der Viskosität und Oberflächenspannung des Blutes. Außerdem kann man mithilfe der DNA-Analyse ausgewählter Blutspuren feststellen, ob das Blut von dem Opfer oder einer anderen Person stammt.

Am Tatort beschreibt die Rechtsmedizinerin mehrere, regional voneinander abgrenzbare Blutspurenkomplexe. Sie unterscheidet zwischen passiven Spurenbildern, zum Beispiel Blutlachen oder Tropfspuren, und aktiven Spurenbildern, die durch Einwirkung des Täters entstehen, etwa Schleuder- oder Transferspuren. Erwartungsgemäß findet die Ärztin eine massive Blutlache in der Raummitte, dort wo das Opfer aufgefunden wurde **C1**. Auffällig hieran sind sekretartige Auflagerungen durch die Absonderung von Magen- beziehungsweise Speiseröhrensekreten sowie zahlreiche blasige Einschlüsse, sogenannte Bubbles. Diese finden sich auch in vielen weiteren Blutspuren auf dem Boden und an Gegenständen, zum Beispiel am Bettkasten des linken Bettes **D**. Solche Gaseinschlüsse entstehen, wenn sich Blut in den Atemwegen einer verletzten Person ansammelt und ausgeatmet oder ausgehustet wird. Besonders bedeutsam für die Tatrekonstruktion ist dieser Befund an der Seitenfläche des Kleiderschranks, der an das rechte Bett grenzt **B1**. Er belegt, dass dem Opfer die tiefe und tödliche Halschnittverletzung bereits in liegender Position im Bett zugefügt worden sein muss. Dafür sprechen auch die flächenhaften Blutantragungen am Kopfende des Bettes und insbesondere fächerartige Spritzmuster, die aus linearen Tropfenstraßen bestehen **A1**. Diese entstehen, wenn Blut in einzelnen »Pulsschlägen« aus einer Arterie spritzt. Die Ärztin kann diese Blutantragungen den festgestellten Verletzungen der rechtsseitigen Halsgefäße zuordnen.

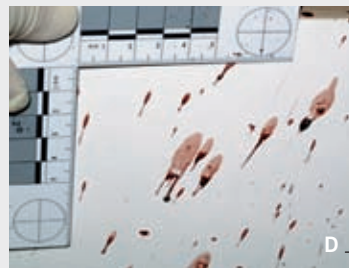
An den Zimmerwänden und der bis 2,56 Meter hohen Decke erkennt die Blutspurenspezialistin zahllose beschleunigte Blutspuren. Diese weisen an einzel-

1 Skizze des Tatortes. Die eingezeichneten Blutantragungen A1, B1, C1, C5 und D sind für die Interpretation des Blutspurenverteilungsmusters besonders wichtig.

A1: Fächerartiges Blutspurenbild im rechten Bett, erzeugt von »unter Druck« aus einer Arterie ausgetretenem Blut »projected blood«.

B1: Blutspurenbild an der rechten Schrankaußenseite mit zahlreichen blasenartigen Einschlüssen (»bubbles«).

D: Blutspurenbild am Bettkasten des linken Bettes mit zahlreichen blasenartigen Einschlüssen (»bubbles«).



2 Blutige Handabdruckspur an der Wand neben der Zimmereingangstür.

nen Stellen ein typisches »Cast-off«-Muster auf, das charakteristisch ist für ausholende, zuschlagende oder zustechende Bewegungen. Sie entstehen etwa, wenn sich Blut von einer Waffe durch eine beschleunigte Bewegung löst. Mithilfe computergestützter trigonometrischer Berechnungen ermittelt die Medizinerin später den Ursprung der Blutspuren. Sie müssen in einer Höhe von circa 1,50 Meter entstanden sein, was darauf schließen lässt, dass das Opfer währenddessen aufrecht im Raum stand. Diese Vorstellung passt auch zu dem größeren und intensiven Tropfspurenmuster vor dem Bett. Sie sprechen dafür, dass das Opfer an dieser Stelle verharrte, während Blut aus der stark blutenden Wunde auf den Boden tropfte **C5**.

Fast auf Augenhöhe begutachtet die Ärztin zum Abschluss die Abdruckspur einer blutigen rechten Hand an der linken Zimmerwand, 1,40 Meter oberhalb des Bodens und 15 Zentimeter rechts des neben der Zimmertür befindlichen Lichtschalters (Transfer-/Kontaktspur, **2**).

Was geschah am Tatort?

Die Sachverständige schließt aus den Ergebnissen der Blutspurenverteilungsmusteranalyse, dass das Opfer im rechten Bett lag, als der Täter ihm die großen Schnittverletzungen am Hals zufügte. Dann sprang die Frau auf, und der Täter stach in stehender Position, unter anderem vor dem linken Bett, weiter auf sie ein. Die Frau ging zu Boden und blieb in der Mitte des Zimmers liegen, so, wie sie später von der Polizei gefunden wurde.

Das DNA-Profil

Genetische Grundlage des DNA-Profiles sind kurze Abfolgen der vier DNA-Bausteine, die sich mehrfach hintereinander wiederholen. Diese Wiederholungseinheiten nennt man »short tandem repeats« (STR) oder Mikrosatelliten. Sie liegen an zahlreichen Stellen im Erbgut (Genom) und befinden sich immer in nicht kodierenden Bereichen. Daher haben sie keinen Einfluss auf das Aussehen einer Person oder deren Eigenschaften. Verschiedene Personen unterscheiden sich lediglich in der Anzahl der Wiederholungseinheiten und weisen somit unterschiedliche STR-Merkmalstypen (Allele) auf. Die Benennung der Allele erfolgt numerisch nach der Anzahl der Wiederholungseinheiten. Innerhalb der Bevölkerung existieren zahlreiche Allelvarianten. Um eine zuverlässige Unterscheidung zu erreichen, werden in Deutschland acht STR-Systeme auf verschiedenen Chromosomen untersucht sowie ein geschlechtsunterscheidendes Merkmal. Eine rein zufällige Übereinstimmung von DNA-Profilen ist unter einer Milliarde unverwandten Personen nicht zu erwarten.



Auf den beiden DNA-Ausschnitten ist schematisch die modulartige Anordnung der Bausteinreihenfolge »ATGA« gezeigt. Dieser nicht kodierende »short tandem repeat« (STR) Polymorphismus findet sich auf den Schwesterchromosomen in den Ausprägungen (Allelen) 7 und 10 wieder.

Rätselhaft bleibt die Abdruckspur der blutigen rechten Hand: Von wem stammt sie? Führt der Handabdruck zum Täter? Hat sich dieser durch Abrutschen am Messer selbst verletzt? Oder stammt der Handabdruck vom Opfer? Diese wichtigen Antworten erwartet die Rechtsmedizinerin von der DNA-Analyse, die sie jetzt in Auftrag gibt.

Ein überraschendes Ergebnis

E-I-L-T, eine Mitarbeiterin des DNA-Labors markiert in großen Lettern die Fallakte mit den Blutspuren. Eilig ist die DNA-Analyse, weil sie die Frage beantwortet, ob neben dem Blut des Opfers noch eine fremde Blutspur zu finden ist. Dieses Wissen ist essenziell für die Interpretation des Blutspurenverteilungsmusters und die weitere Ermittlungsarbeit der Kriminalpolizei.

Aus den Blutabriebtupfern vom Tatort isoliert die Technische Assistentin die Erbsubstanz. Im Anschluss erstellt sie mithilfe der Polymerase-Kettenreaktion

(PCR) das DNA-Profil, welches für jede Person spezifisch ist. Einzige Ausnahme sind eineiige Zwillinge [siehe »Das DNA-Profil].

Die DNA-Befunde im Blutspurenfall liegen nun vor; alle untersuchten Blutspuren zeigen eindeutige DNA-Profile. Die meisten davon sind identisch, so dass die Molekularbiologin die Blutlache und alle Blutspritzer dem Opfer zuordnen kann. Nur der blutige Handabdruck zeigt das DNA-Profil eines Mannes. Die Wissenschaftlerin bemerkt außerdem eine auffällige Ähnlichkeit mit dem DNA-Profil der Getöteten, in jedem Merkmalssystem weisen die beiden Muster ein gemeinsames Allel auf. Sie hält daher eine nahe Verwandtschaft der beiden Personen für möglich und führt zur Absicherung eine biostatistische Berechnung durch. Das Ergebnis der Kalkulation legt nahe, dass der blutige Handabdruck von einem Sohn der Getöteten stammt.

Die Wende im Fall

Die Ermittlungsarbeit erfährt eine drastische Wendung, denn von einer Beziehungstat innerhalb der als harmonisch geltenden Familie sind die Ermittler bisher nicht ausgegangen. Der einzige Sohn der Getöteten wird erneut vernommen und mit den belastenden Befunden konfrontiert. Die Ermittlungsbeamten stellen bei ihm scharfrandige Verletzungen an der rechten Handinnenfläche fest. Unter dem Druck der Indizien berichtet der Mann verzweifelt, vor wenigen Monaten in die Drogensucht abgerutscht zu sein. Er gesteht, die Mutter im Drogenrausch erstochen zu haben, da er nach einem vorangegangenen Streit plötzlich von unkontrollierbaren Hassgefühlen gegen sie übermannt worden sei. Der Sohn gibt an, bei der Tat nicht zurechnungsfähig gewesen zu sein. Sofort ordnet die Kriminalpolizei bei dem Täter eine forensisch-toxikologische Untersuchung an.

Handelte der Täter im Drogenrausch?

Forensische Toxikologen untersuchen Gifte, hierzu zählen Arznei- und Rauschmittel, Pflanzeninhaltsstoffe, Tiergifte und Alkohol. Im Vordergrund steht die

Verfahren der toxikologischen Analyse

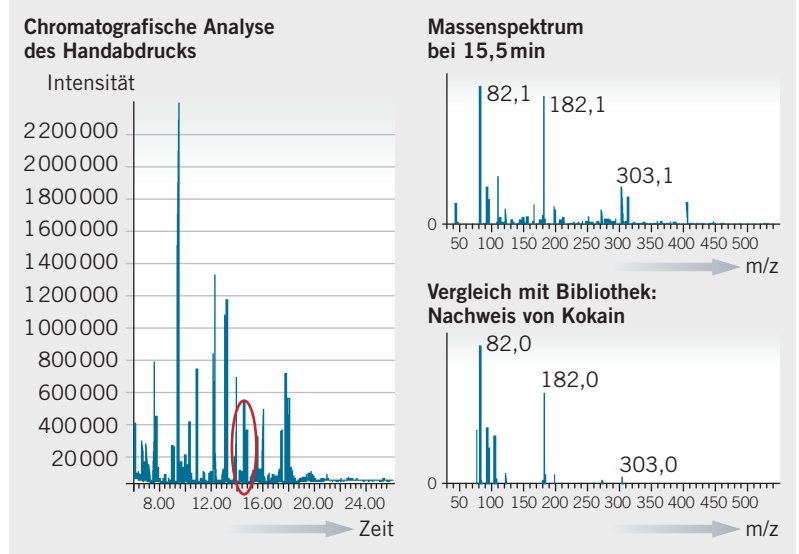
Die toxikologische Analyse beginnt mit immunchemischen Vortests, die auf Antigen-Antikörperreaktionen beruhen. Weiterführend werden chromatografische Analyseverfahren wie die Gas- und Hochleistungsflüssigkeitschromatografie (GC und HPLC) eingesetzt, die oftmals mit der Massenspektrometrie (MS) gekoppelt sind. Bei der Gaschromatografie-Massenspektrometrie (GC-MS) verdampft man eine extrahierte Probe, und über Wechselwirkungen mit einer Trennsäule wird sie in ihre Einzelbestandteile aufgetrennt. Danach gelangen die Einzelsubstanzen über ein Trägergas in das Massenspektrometer und werden durch Elektronenbeschuss in Bruchstücke zerschlagen, deren Massen detektiert werden. Bis auf wenige Ausnahmen kann man für jede Substanz ein Massenspektrum erhalten, das einem spezifischen Fingerabdruck gleicht. Diese Verfahren gelten als beweisicher und sind damit vor Gericht verwertbar.

	SE 33		D21 S11		VWA		TH01		FIBRA	
Leichnam	Allel 1	Allel 2	Allel 1	Allel 2	Allel 1	Allel 2	Allel 1	Allel 2	Allel 1	Allel 2
	18	29.2	29	30	20	20	7	9.3	21	26
Handabdruck	Allel 1	Allel 2	Allel 1	Allel 2	Allel 1	Allel 2	Allel 1	Allel 2	Allel 1	Allel 2
	29.2	33	29	32.2	17	20	7	8	21	28

Das DNA-Profil der Getöteten und des Verursachers der Handabdruckspur exemplarisch für die fünf Merkmalssysteme SE33, D21 S11, VWA, TH01 und FIBRA. Bei den beiden DNA-Profilen liegt in jedem Merkmalssystem eine Übereinstimmung vor (identisches Allel rot markiert). Durch die Untersuchung weiterer sechs Merkmalssysteme konnte eine nahe Verwandtschaft der beiden Personen bewiesen werden.

Aufklärung von Verkehrs- oder strafrechtlichen Delikten sowie von Vergiftungs- und Mordfällen. Das Ziel der toxikologischen Untersuchung ist der Nachweis und die Quantifizierung von aufgenommenen Substanzen. Hierdurch können Aussagen über die pharmakologische Wirkung und somit über die Gefährlichkeit des »Giftes« getroffen werden. Die Konzentration wird in der Regel aus dem Blut ermittelt, da die aktuellen Blutkonzentrationen annähernd die pharmakologischen Wirkkonzentrationen widerspiegeln. Bei Mord- oder Suizidfällen werden bei einer Leiche als weitere Untersuchungsmaterialien Urin, Mageninhalt, Gewebe- und Haarproben herangezogen. Die Analyse dieser Materialien liefert Hinweise auf den Aufnahmeweg, die ungefähre Aufnahmezeit und die Konsumgewohnheiten des Verstorbenen.

Bei dem Opfer des vorliegenden Falls werden routinemäßig sowohl die Körperflüssigkeiten Blut und Urin als auch Mageninhalt, Gewebe- und Haarproben untersucht. Das Ergebnis der Analyse ist negativ: Hinweise auf eine Beeinträchtigung des Opfers durch körperfremde Substanzen gibt es nicht. Bei dem tatgeständigen Sohn soll der Drogeneinfluss zur Tatzeit ermittelt werden. Seine Aussage, er habe die Tat im Drogenrausch verübt, lässt sich fast eine Woche nach dem Mord anhand einer aktuellen Blutentnahme nicht mehr bestätigen, da Drogen oder auch Arzneimittel in der Regel nicht länger als einen Tag nach der Aufnahme im Blut nachweisbar sind. Um die Aussage des Täters dennoch überprüfen zu können, muss die Toxiko-



Links: Totalionenchromatogramm der extrahierten Blutprobe, Signal bei 15,5 min entspricht Kokain. Rechts oben: Massenspektrum des Signals bei 15,5 min. Rechts unten: Massenspektrum von Kokain mit den typischen Fragmentationen 82 und 182 sowie des Massenpeaks bei 303 (Referenz). Beim Vergleich mit dem Signal bei 15,5 min lässt sich eine Übereinstimmung erkennen, weswegen das Signal bei 15,5 min eindeutig Kokain zugeordnet werden kann.

login den blutigen Handabdruck untersuchen, den er nach der Tat an der Wand hinterlassen hat.

Die Spurensicherung geht daraufhin nochmals zum Tatort und schneidet ein Stück Tapete aus der Wand,

»Mir ist kaltes Blut lieber als warmes« – Christina Kaiser über ihre Arbeit in der Rechtsmedizin

? Frau Kaiser, inwieweit berührt es Sie persönlich, was Sie bei Ihrer Arbeit erleben?

Kaiser: In der Regel ist eine Sektion für mich ein Fall, mit dem ich umgehen kann. Es wird schwieriger, je mehr persönliche Details ich über den Toten erfahre.

? Was war eine solche Erfahrung, die Ihnen nahegegangen ist?

Kaiser: Ich habe beispielsweise mal ein Kind untersucht, als es noch lebte. Zu diesem Zeitpunkt war bereits klar, dass das Kind sterben würde. Auf der Intensivstation habe ich ein langes Gespräch mit den Eltern geführt. Die anschließende Sektion ist mir dann deutlich schwerer gefallen. Aber das meiste kann man nach der Arbeit hinter sich lassen, das hängt immer ganz vom jeweiligen Fall ab.

? Im Gegensatz zum Pathologen untersuchen Sie Tote, die durch Gewalteinwirkung gestorben sind. Sie sehen den Toten auch am Tatort, analysieren die Blutspuren... Wie gehen Sie damit um?

Kaiser: Auch da sieht man oft viel Persönliches. Wenn man ein Opfer in seiner Wohnung untersucht, kann man sich vorstellen, wie es gelebt hat. 24 Stunden vorher hat es vielleicht noch lebendig auf dem Sofa gesessen und ein Buch gelesen. Je mehr ich über den Menschen erfahre, desto näher geht es mir. Die eigentliche Tatortarbeit und Begutachtung der Blutspuren wird aber dadurch nicht beeinflusst. Das läuft dann ganz professionell, nach wissenschaftlichen Erkenntnissen und Methoden und weitgehend emotionslos ab.

? Wie ist Ihr Arbeitsalltag?

Kaiser: In Frankfurt haben wir 24 Stunden Rufbereitschaft. Wenn in der Nacht ein Tötungsdelikt passiert, gehen wir an den Tatort und führen noch in der Nacht oder am nächsten Morgen die Sektion durch. Wir arbeiten mit der Polizei zusammen, schreiben Gutachten, treten als Sachverständige bei Gericht auf, fahren in Kliniken und untersuchen Gewaltopfer. Die Arbeit ist insgesamt sehr abwechslungsreich, man sieht ein großes Spektrum an Befunden und Krankheitsbildern.

? Wie sind Sie zur Rechtsmedizin gekommen, die ja zur Zeit im Fernsehen sehr populär ist?

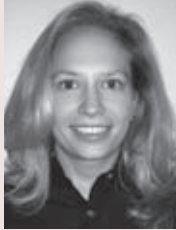
Kaiser: Durch Zufall: Ich suchte nach dem Physikum eine Doktorarbeit. Zuerst wollte ich in die Genetik, wo ich jedoch nicht besonders freundlich aufgenommen wurde. Ich weiß nicht mal mehr genau warum, aber als Nächstes habe ich mich in der Rechtsmedizin erkundigt. Dort habe ich ein Praktikum gemacht und fand es spannend. Ich habe dann noch eine Zeit mit klinischer Tätigkeit verbracht – schließlich wollte ich Ärztin werden, um Menschen zu heilen –, aber ich stellte fest, dass mich kein Fachgebiet so faszinieren und begeistern konnte wie die Rechtsmedizin.

? Was haben Sie persönlich für ein Verhältnis zum Blut?

Kaiser: Mir ist kaltes Blut lieber als warmes. Mir macht es nichts aus, einen Leichnam aufzuschneiden, aber ich habe zum Beispiel eine Abneigung gegen Nadeln und Katheter.

an der das Blut des Täters haftet. Die Toxikologin extrahiert körperfremde Substanzen aus den getrockneten Blutspuren und analysiert diese mittels GC-MS [siehe »Verfahren der toxikologischen Analyse«, Seite 23]. Sie findet in der getrockneten Blutprobe die Droge Kokain und deren Abbauprodukte. ☒ Kokain wirkt als Psychostimulans erregend auf das zentrale Nervensystem, so dass sich die Konsumenten ausgesprochen wach und

Die Autorinnen



Dr. Christina Kaiser, 32, arbeitete bis Februar 2010 als Assistenzärztin am Institut für Rechtsmedizin in Frankfurt. Seitdem ist sie am Institut für Rechtsmedizin in ihrer Heimatstadt München tätig. Ihren Forschungsschwerpunkt legte sie bereits mit ihrer Promotion auf die Entwicklung neuer Methoden zur Leichenliegezeitbestimmung. Vor ihrer rechtsmedizinischen Zeit war Christina Kaiser bereits als Ärztin in der Pathologie und Psychiatrie tätig und hat in der Schweiz, in Kanada und auf Malta Auslandserfahrung gesammelt.



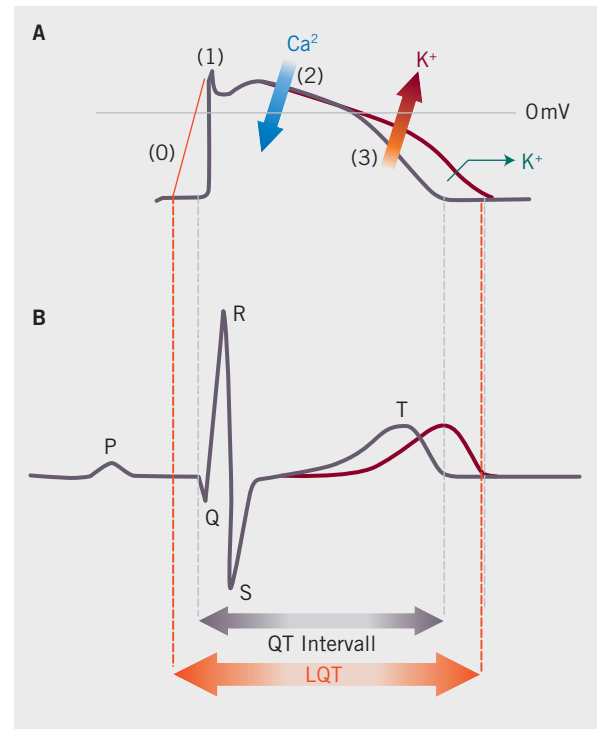
Dr. Silke Kauferstein (links im Bild), 40, leitet am Institut für Rechtsmedizin die Arbeitsgruppe »Molekulare Pathologie«. Hier forscht sie über die genetischen Ursachen des plötzlichen Herztodes. Zudem ist Silke Kauferstein am Institut seit 2002 für die Erstellung von DNA-analytischen Gutachten forensischer Spuren verantwortlich. Sie promovierte an der Technischen Universität Darmstadt im Fachbereich Molekulare Zellbiologie.

Cora Wunder, 28, hat 2005 in Heidelberg ihre Approbation als Apothekerin erlangt. Seitdem arbeitet sie in der Abteilung Forensische Toxikologie am Institut für Rechtsmedizin an ihrer Promotion. Ihr Forschungsschwerpunkt liegt hierbei in der postmortalen, toxikologischen Analyse von Insulin. Zusätzlich ist Cora Wunder seit 2009 Gutachterin in der Forensischen Toxikologie.

Dr. Esther Reuss, 38, ist seit 2002 als Gutachterin für molekularbiologische Spurenanalysen am Institut tätig. Auf dem Gebiet der Optimierung von Untersuchungstechniken geringfügiger DNA-Spuren forscht sie praxisorientiert in enger Zusammenarbeit mit der Kriminalpolizei. Esther Reuss promovierte an der Universität Mainz im Bereich Immunogenetik und studierte Biologie an den Universitäten Marburg und Freiburg.

kauferstein@em.uni-frankfurt.de
wunder@med.uni-frankfurt.de
e.reuss@em.uni-frankfurt.de
christina.kaiser@med.uni-muenchen.de

www.rechtsmedizin-frankfurt.de/



☒ A: Aktionspotential von Herzmuskelzellen. Verantwortlich für die Erregung der Herzmuskelzellen ist das Aktionspotential, welches durch ein komplexes Zusammenwirken verschiedener Ionenströme entsteht (Ca²⁺: Kalzium-Ion, K⁺: Kalium-Ion).

☒ B: Elektrokardiogramm (EKG): Der Name LQT-Syndrom bezieht sich auf das sogenannte QT-Intervall auf dem EKG. Das QT-Intervall gibt die Zeitspanne vom Beginn der Erregungsausbreitung bis zum Ende der Erregungsrückbildung (Repolarisationszeit) in der Herzkammer an. Im Vergleich zu gesunden Personen ist dieser Vorgang bei Patienten mit LQT-Syndrom verlängert (orange gekennzeichnet).

leistungsstark fühlen. Oftmals überschätzen sie dabei ihre Fähigkeiten. Bei noch höheren Dosen wird häufig eine gesteigerte Aggressivität beobachtet, was beim Täter in Betracht kommen könnte. Durch den eindeutigen Nachweis des Kokains im Blut kann somit die Behauptung des Täters bestätigt werden. Der Befund des Drogeneinflusses wird ihm wahrscheinlich eine Straf-minderung verschaffen.

Fall 2: Tod auf dem Fußballplatz


Gespensische Stille im Stadion beim ersten Saisonspiel des Drittligisten FC Kaiserhof. Der 26-jährige Torwart bricht in der zwanzigsten Minute auf dem Spielfeld leblos zusammen. Sein Herz steht still. Der anwesende Notarzt beginnt sofort mit der Wiederbelebung. Nach fünfminütiger Behandlung auf dem Rasen wird der bewusstlose Spieler in eine Klinik gebracht. Dort geben die Ärzte nach 40 weiteren Minuten die Wiederbelebungsversuche auf. Der junge Spieler ist plötzlich und unerwartet verstorben. Die Ehefrau des Verstorbenen beschreibt dem Arzt ihren Mann als sportlich, gesund lebend und ohne ernsthafte Vorerkrankungen. Der Klinikarzt kann keine eindeutige Todesursache feststellen. Er ist sich seiner Verantwortung beim Ausfüllen des letzten Dokumentes des Toten bewusst und kreuzt auf dem Leichenschauchein »Todesart ungeklärt« an. Daraufhin muss die Polizei verständigt werden. Nachdem der richterliche Beschluss vorliegt, wird der Leichnam im Rechtsmedizinischen Institut obduziert.

Die Kriminalbeamten informieren die diensthabende Rechtsmedizinerin über die Hintergründe des Falls. Das Sektionsteam beginnt am frühen Abend die nunmehr vierte Obduktion des Tages. Die Leichenöffnung ergibt keine Hinweise auf die Todesursache des jungen Torwarts. Die toxikologische Untersuchung schließt aus, dass ein Einfluss von Betäubungsmitteln, zentral wirksamen Arzneistoffen oder anderen toxikologischen Schadstoffen vorlag. Auch bei der histologischen Untersuchung der Organe und der neuropathologischen Untersuchung des Gehirns können die Mitarbeiter der Rechtsmedizin keine Hinweise auf die Todesursache feststellen.

Der plötzliche Herztod

Solche, auch nach einer Autopsie ungeklärten Todesfälle werden als »sudden unexplained death syndrome« bezeichnet. Ursachen hierfür sind oftmals Herzrhythmusstörungen, bedingt durch Herzerkrankungen wie das Long-QT-Syndrom (LQTS), das Brugada-Syndrom und die catecholaminerge polymorphe ventrikuläre Tachykardie.

Diese primär elektrischen Herzerkrankungen beruhen auf einer defekten Reizleitungsstörung: Die elektrischen Signale, die zur geordneten Kontraktion des Herzens ausgesandt werden, können sich nicht mehr störungsfrei ausbreiten. Vor allem Veränderungen im genetischen Bauplan von Ionenkanälen oder Rezeptoren des Herzens können zu Fehlfunktionen der Membranbausteine in den Muskelzellen führen. Als Folge treten Herzrhythmusstörungen auf, im schlimmsten Fall kommt es zum plötzlichen Herztod.

Die meisten krankheitsverursachenden Mutationen haben Wissenschaftler in den Genen von Ionenkanälen beschrieben. So führen Mutationen in zwei Kaliumkanälen und dem Natriumkanal des Herzens in der Regel zu einem veränderten Strömungsverhalten der Kanäle, was ein verlängertes Aktionspotenzial im Herzen zur Folge hat. Dies zeigt sich im Elektrokardiogramm (EKG) als Veränderung eines bestimmten Parameters (QT-Zeit). 

Die Obduzentin weiß, dass diese primär elektrischen Herzerkrankungen für circa 34 Prozent der autoptisch negativen Todesfälle verantwortlich sein können und wie wichtig die Suche nach krankheitsverursachenden Mutationen bei Fällen mit unklarer Todesursache ist. Daher übergibt sie der Molekularbiologin aus der am Institut etablierten Arbeitsgruppe »Molekulare Pathologie« eine Blutprobe des Fußballspielers. Labormitarbeiter isolieren die DNA aus der Blutprobe und vervielfältigen mithilfe der PCR-Technik kodierende Bereiche der entsprechenden Gene. Eine spezielle chromatografische Auftrennung (Denaturing High Performance Liquid Chromatography, DHPLC) erlaubt den Nachweis von genetischen Veränderungen in den entstandenen PCR-Produkten. Ist das Chromatogramm auffällig, wird die exakte Abfolge der DNA-Bausteine entschlüsselt.

Bei dem jungen Torwart findet die Molekularbiologin auf diese Weise in einem Gen einen kleinen, aber tödlichen Fehler. Durch den Austausch eines einzigen DNA-Bausteins im kardialen Natriumkanal kam es zu einer Fehlfunktion und dadurch zu einer unkoordinierten Erregungsleitung am Herzen. Als Folge starb der Torwart am plötzlichen Herztod. ♦

Raum...



Campus Westend

beeindruckend



Campus Bockenheim

traditionell



Campus Riedberg

modern

... für Ihre Veranstaltung

Sie suchen Veranstaltungsräume, die Ihnen etwas anderes als Hotels, Kongress-Center und Tagungszentren bieten?

Dann sind Sie bei uns richtig! Die Johann Wolfgang Goethe-Universität bietet Ihnen für jede Art von Veranstaltung die passenden Räumlichkeiten.

An den drei Frankfurter Standorten Westend, Bockenheim und Riedberg stehen Ihnen Konferenz- und Seminarräume, Festsäle, die Eisenhower-Rotunde, Hörsäle und die historische Aula mit moderner technischer Einrichtung zu Verfügung. Überzeugen Sie sich selbst von den vielen Möglichkeiten!

Fordern Sie gleich unser Informationsmaterial an oder besuchen Sie uns auf unserer Website www.campuslocation-frankfurt.de. Wir freuen uns auf Ihre Anfrage und stehen für weitere Auskünfte gerne zur Verfügung!

Räume – so individuell wie Ihre Veranstaltung.

CAMPUSERVICE GmbH
Die Servicegesellschaft der
Johann Wolfgang Goethe-Universität

Rossertstraße 2 Tel: 069 / 71 58 57-0
60323 Frankfurt/Main Fax: 069 / 71 58 57-10

www.campuslocation-frankfurt.de
info@campuslocation-frankfurt.de