

**Justus-Liebig-Universität Gießen**

**Fachbereich Medizin**

Institut für Rechtsmedizin

**„Ein Beitrag zu morphologischen Methoden der Identitätssicherung  
bei unbekanntem Verstorbenen“**

Habilitationsschrift

zur Erlangung der Lehrbefähigung für das Fach Rechtsmedizin  
im Fachbereich Medizin der Justus-Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von

**Dr. med. Christoph G. Birngruber**

Gießen 2018

# INHALT

<b>1</b>	<b>ZUM BEGRIFF DER „IDENTITÄT“</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>ZUR RECHTLICHEN BEDEUTUNG DES IDENTITÄTSBEGRIFFS</b>	<b>8</b>
2.1	Personenstandsgesetz	8
2.2	Familienrecht	10
2.3	Gendiagnostikgesetz	11
2.4	Familienverfahrensgesetz	12
2.5	Aufenthaltsgesetz	12
2.6	Erbrecht	13
2.7	Gräbergesetz	13
2.8	Verschollenheitsgesetz	14
2.9	Strafprozessordnung	15
<b>3</b>	<b>DIE IDENTIFIZIERUNG UNBEKANNTER VERSTORBENER IN DER PRAXIS</b>	<b>18</b>
3.1	Allgemeine ärztliche Aufgaben	18
3.2	Aufgaben der Ermittlungsbehörden	19
3.3	Der Identifizierungsprozess	20
3.3.1	Hinweise auf die Identität	21
3.3.1.1	Leichenfundort	21
3.3.1.2	Beim Leichnam	21
3.3.1.3	Am Leichnam	22
3.3.2	Identitätssicherung	24
3.3.2.1	Inaugenscheinnahme	24
3.3.2.2	Daktyloskopie	25
3.3.2.3	Zahnstatus	26

3.3.2.4	Röntgenvergleich	26
3.3.2.5	Schädel-Bild-Vergleich	27
3.3.2.6	Molekulargenetik	28
<b>3.4</b>	<b>Sonderfall Großschadensereignis und (Massen-)Katastrophe</b>	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>ZIELSETZUNG DER ARBEIT</b>	<b>31</b>
<b>5</b>	<b>EIGENE ARBEITEN</b>	<b>32</b>
5.1	Zur Individualspezifität der Haarfarben und ihrer Bedeutung für die Identifizierung	33
5.2	Zu Zahnarbeiten und radiologischen Untersuchungen zur Identitätssicherung	56
5.3	Zum Schädel-Bild-Vergleich zur Identitätssicherung	62
5.4	Zur forensischen Bedeutung von Körpermodifikationen	69
5.5	Zum Wert von Tätowierungen zur Identifizierung unbekannter Verstorbener	80
5.6	Zur Anwendbarkeit von Tätowierungen zur Identitätssicherung	94
5.7	Zum Begriff der sogenannten Wohnungsleiche	103
5.8	Zu Häufigkeit und Umgang mit sogenannten Wohnungsleichen	117
5.9	Zur Anwendbarkeit des Schädel-Bild-Vergleichs zur Identitätssicherung sogenannter Wohnungsleichen	132
5.10	Zur Identitätssicherung mit molekulargenetischen Methoden	148
<b>6</b>	<b>DISKUSSION</b>	<b>156</b>
<b>7</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>163</b>
<b>8</b>	<b>LITERATUR</b>	<b>165</b>

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

AufenthG	Gesetz über den Aufenthalt, die Erwerbstätigkeit und die Integration von Ausländern im Bundesgebiet
BGB	Bürgerliche Gesetzbuch
BGH	Bundesgerichtshof
BKA	Bundeskriminalamt
BVerfG	Bundesverfassungsgericht
DAD	DNA-Analysedatei
DNA	Deoxyribonucleic acid
eLU-CT	eXplore Locus Ultra-Computertomograph
EVC	Externally visible characteristics
FamFG	Gesetz über das Verfahren in Familiensachen und in den Angelegenheiten der freiwilligen Gerichtsbarkeit
FBG	Friedhofs- und Bestattungsgesetz
FDI	Fédération Dentaire Internationale
FDP	Forensic DNA Phenotyping
GenDG	Gendiagnostikgesetz
GEKO	Gendiagnostik-Kommission
GräbG	Gesetz über die Erhaltung der Gräber der Opfer von Krieg und Gewaltherrschaft
MS-CT	Mehrschicht-Computertomograph
NGS	Next Generation Sequencing

OLG	Oberlandesgericht
OWiG	Gesetz über Ordnungswidrigkeiten
PDV	Polizeidienstvorschrift
PStG	Personenstandsgesetz
PStV	Verordnung zur Ausführung des Personenstandsgesetzes (Personenstandsverordnung)
RGBl	Reichsgesetzblatt
RiStBV	Richtlinien für das Strafverfahren und das Bußgeldverfahren
RöV	Röntgenverordnung
SNP	Single nucleotide polymorphism
StPO	Strafprozessordnung
STR	Short tandem repeats
SchKG	Gesetz zur Vermeidung und Bewältigung von Schwangerschaftskonflikten (Schwangerschaftskonfliktgesetz)
VerschG	Verschollenheitsgesetz
WASt	Deutsche Dienststelle (WASt) für die Benachrichtigung der nächsten Angehörigen von Gefallenen der ehemaligen deutschen Wehrmacht
ZPO	Zivilprozessordnung

## 1 ZUM BEGRIFF DER „IDENTITÄT“

Was versteht man unter „Identität“?

Etymologisch betrachtet leitet sich der Begriff vom lateinischen „idem“ – der-, dasselbe – ab und ist zu verstehen als „Echtheit einer Person oder Sache“, als „völlige Übereinstimmung mit dem, was sie ist oder als was sie bezeichnet wird“ [42]. Weiter gefasst beschreibt die „Identität“ ein Konstrukt, das sich aus psychologischer, soziologischer und philosophischer Sicht aus einer Vielzahl von Blickwinkeln beleuchten lässt.

Vereinfacht ließe sich die Frage nach der (eigenen) Identität als Antwort auf die Frage „Wer oder was bin ich?“ verstehen. Doch was macht das „Ich-Sein“ aus? Sigmund Freud beschreibt es als Ergebnis der Interaktion zwischen „Es“, „Ich“ und „Über-Ich“ [46]. Die sich aus dieser Sichtweise ergebende Identität des Einzelnen im engeren Sinne kann dabei nicht als ein starres, konstantes und überdauerndes Bündel von Eigenschaften oder Einstellungen angesehen werden, da sich ureigene Bedürfnisse und übergeordnete Normen im Lauf des Lebens ändern. Diesem dynamischen Wesen der Identität trägt Erik H. Erikson in seinem „Stufenmodell der psychosozialen Entwicklung“ Rechnung, welches die Identitätsfindung im Lauf des Lebens in acht Phasen beschreibt [115]: Der Identitätsbildung dienen stadienabhängige Konflikte, die sich aus der sozialen Interaktion des Individuums mit seiner Umwelt ergeben. Identitätsmodelle wurden und werden vielfach diskutiert, kommentiert und erweitert, wobei die Psychologie in der Regel den dem Fach eigenen Blickwinkel auf die „innere“ Identität beibehält.

Heiner Keupp definiert die Frage nach der Identität im psychologischen Sinne als „die Frage nach den Bedingungen der Möglichkeit für eine lebensgeschichtliche und situationsübergreifende Gleichheit in der Wahrnehmung der eigenen Person und für eine innere Einheitlichkeit“ [84]. Dass „innere“ und „äußere“ Identität einander bedingen und untrennbar miteinander verbunden sind, wird bereits bei Platon deutlich, der Sokrates in seinem Dialog 'Symposion' in folgender Weise zu Wort kommen lässt: „Auch jedes einzelne lebende Wesen wird, solange es lebt, als dasselbe angesehen und bezeichnet: z. B. ein Mensch gilt von Kindesbeinen an bis in sein Alter

als der gleiche. Aber obgleich er denselben Namen führt, bleibt er doch niemals in sich selbst gleich, sondern einerseits erneuert er sich immer, andererseits verliert er anderes: an Haaren, Fleisch, Knochen, Blut und seinem ganzen körperlichen Organismus. Und das gilt nicht nur vom Leibe, sondern ebenso von der Seele: Charakterzüge, Gewohnheiten, Meinungen, Begierden, Freuden und Leiden, Befürchtungen: alles das bleibt sich in jedem einzelnen niemals gleich, sondern das eine entsteht, das andere vergeht“ [178].

Zwar handelt es sich bei den geisteswissenschaftlichen Identitätsbegriffen um Konstrukte, die sich einer direkten Beobachtbarkeit entziehen und insbesondere postmortal nicht zugänglich sind, dennoch ist die „lebensgeschichtliche und situationsübergreifende Gleichheit in der Wahrnehmung“ – aus dem Kontext ihrer Bedeutung für die innere Einheitlichkeit gelöst und übertragen auf die Wahrnehmung Dritter – als Grundprinzip eines Identitätsbegriffes anzusehen, wie er im rechtlichen und rechtsmedizinischen Sinne verstanden werden kann.

## 2 ZUR RECHTLICHEN BEDEUTUNG DES IDENTITÄTSBEGRIFFS

### 2.1 Personenstandsgesetz

Das Personenstandsgesetz (PStG) ist ein Bundesgesetz und regelt als Teil des Verwaltungsrechts – und damit des Öffentlichen Rechts – die Beziehung zwischen dem Staat und seinen Bürgern.

Nach § 1 Abs. 1 PStG ist der Personenstand „die sich aus den Merkmalen des Familienrechts ergebende Stellung einer Person innerhalb der Rechtsordnung einschließlich ihres Namens. Der Personenstand umfasst Daten über Geburt, Eheschließung, Begründung einer Lebenspartnerschaft und Tod sowie damit in Verbindung stehende familien- und namensrechtliche Tatsachen“. Das Personenstandsgesetz regelt sozusagen die Einordnung des Individuums in das Gefüge der Gesellschaft und des Staates. Zuständige Behörden für die Beurkundung des Personenstandes sind die Standesämter (§ 1 Abs. 2 PStG).

Die Geburt eines Kindes muss dem zuständigen Standesamt gem. § 18 Abs. 1 PStG binnen einer Woche angezeigt werden. Zur Anzeige verpflichtet sind „jeder Elternteil des Kindes, wenn er sorgeberechtigt ist“ (§ 19 Abs. 1 PStG) und, sollten die sorgeberechtigten Eltern an der Anzeige gehindert sein, „jede andere Person, die bei der Geburt zugegen war oder von der Geburt aus eigenem Wissen unterrichtet ist“ (§ 19 Abs. 2 PStG). Darüber hinaus besteht eine Anzeigepflicht für Krankenhäuser und „sonstige Einrichtungen, in denen Geburtshilfe geleistet wird“, sofern die Geburt in einer derartigen Einrichtung stattgefunden hat (§ 20 PStG). Im Geburtenregister werden gem. § 21 Abs. 1 PStG in der Regel 1. Vor- und Geburtsname des Kindes, 2. Ort sowie Tag, Stunde und Minute der Geburt, 3. das Geschlecht des Kindes sowie 4. die Vor- und Familiennamen der Eltern beurkundet. Bei Zwillings- oder Mehrlingsgeburten muss die „Zeitfolge“, in der die Kinder geboren sind, aus den Eintragungen hervorgehen (§ 23 PStG). Auch Totgeburten sind zu beurkunden – dies ab einem Geburtsgewicht von 500 g (§ 31 Abs. 2 PStG). Tote Leibesfrüchte mit einem Gewicht von unter 500 g werden als „Fehlgeburten“ bezeichnet, die nicht der standesamtlichen Beurkundungspflicht unterliegen.

Jedem Kind bzw. Individuum wird damit seine formale, rechtliche Identität zugewiesen, die – auch Änderungen des Personenstandes sind zu beurkunden – „von der Wiege bis zur Bahre“ nachvollziehbar sein wird.

Für vertrauliche Geburten gem. § 25 SchKG gelten hinsichtlich des Eintrags ins Geburtenregister (§ 21 PStG) besondere Bestimmungen. Weitere Besonderheiten bezüglich der „Anzeige und Beurkundung von Geburten“ regeln die §§ 22 ff PStG. Gem. § 22 Abs. 3 PStG ist ein Personenstandsfall, bei dem das Kind „weder dem weiblichen noch dem männlichen Geschlecht“ zugeordnet werden kann, ohne eine solche Angabe in das Geburtenregister einzutragen. In einem am 10.10.2017 ergangenen Beschluss des Ersten Senats des Bundesverfassungsgerichts (1 BvR 2019/16) wird eben diese Regelung kritisiert. § 22 Abs. 3 PStG wird in Verbindung mit § 21 Abs. 1 Nr. 3 PStG als unvereinbar mit den im Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland verankerten Normen angesehen, „soweit sie [die §§ 22 und 23 PStG; Anm. d. Verf.] eine Pflicht zur Angabe des Geschlechts begründen und dabei Personen, deren Geschlechtsentwicklung gegenüber einer weiblichen oder männlichen Geschlechtsentwicklung Varianten aufweist und die sich selbst dauerhaft weder dem männlichen noch dem weiblichen Geschlecht zuordnen, keinen positiven Geschlechtseintrag ermöglichen, der nicht ‚weiblich‘ oder ‚männlich‘ lautet“ [26]. Der Gesetzgeber wurde verpflichtet, bis zum 31.12.2018 eine verfassungsgemäße Regelung herbeizuführen.

„Wer ein neugeborenes Kind findet, muss dies spätestens am folgenden Tag der Gemeindebehörde anzeigen“ (§ 24 Abs. 1 PStG), die nach ersten Ermittlungen die Verwaltungsbehörde benachrichtigt. Nach Anhörung des Gesundheitsamts werden durch das Standesamt der vermutliche Ort und Tag der Geburt festgesetzt und Vor- und Familienname des Kindes bestimmt (§ 24 Abs. 2 PStG). Auch in Fällen, in denen eine (erwachsene) Person angetroffen wird, deren Personenstand nicht festgestellt werden kann, „bestimmt die zuständige Verwaltungsbehörde, welcher Geburtsort und Geburtstag für sie einzutragen ist; sie bestimmt ferner die Vornamen und den Familiennamen“ (§ 25 PStG). Ein Rückgriff auf bisher geführte Namen ist möglich. Erfolgt eine Ermittlung des Personenstandes zu einem späteren Zeitpunkt, so wird der Eintrag berichtigt (§ 26 PStG). Auf die Fortführung des Geburtenregisters

(§ 27 PStG), die Regelungen zur Beurkundung von Änderungen des Personenstandes im Lauf des Lebens, z. B. bei Eheschließung (§§ 11ff PStG) oder Begründung einer Lebenspartnerschaft (§ 17 PStG) und familienrechtliche Beurkundungen betreffend Namensführung oder -änderung (§§ 41ff PStG), sei der Vollständigkeit halber hingewiesen.

Der Tod eines Menschen muss dem zuständigen Standesamt „spätestens am dritten auf den Tod folgenden Werktag“ gemeldet werden (§ 28 PStG). Im Sterberegister werden gem. § 31 Abs. 1 insbesondere die Vornamen und der Familienname des Verstorbenen, Ort und Tag seiner Geburt, das Geschlecht, der letzte Wohnsitz, der Familienstand, ggf. die Vornamen und der Familienname des Lebenspartners und Ort sowie Tag, Stunde und Minute des Todes beurkundet.

Die rechtliche Tragweite der Eintragungen im Personenstandsregister ergibt sich aus § 54 PStG: „Die Beurkundungen in den Personenstandsregistern beweisen Eheschließung, Begründung der Lebenspartnerschaft, Geburt und Tod und die darüber gemachten näheren Angaben sowie die sonstigen Angaben über den Personenstand der Personen, auf die sich der Eintrag bezieht“.

## **2.2 Familienrecht**

Das Bürgerliche Gesetzbuch (BGB) regelt als Bundesgesetz die Rechtsbeziehungen zwischen natürlichen Personen (Privatrecht). Die Rechtsfähigkeit des Menschen beginnt mit der Vollendung der Geburt (§ 1 BGB).

Im Familienrecht (§§ 1297-1921 BGB) definieren die §§ 1591 und 1592 die Mutter- und Vaterschaft. Zur Klärung der leiblichen Abstammung eines Kindes können gem. § 1598a Abs. 1 BGB „1. der Vater jeweils von Mutter und Kind, 2. die Mutter jeweils von Vater und Kind, 3. das Kind jeweils von beiden Elternteilen verlangen, dass diese in eine genetische Abstammungsuntersuchung einwilligen und die Entnahme einer für die Untersuchung geeigneten genetischen Probe dulden“. Im Falle einer nicht erteilten Einwilligung hat das Familiengericht diese „auf Antrag eines Klärungsberechtigten zu ersetzen und die Duldung einer Probeentnahme anzuordnen“ (§ 1598a Abs. 2 BGB). Die Probe zum Zweck der genetischen Abstammungsbegutachtung ist „nach den anerkannten Grundsätzen der Wissenschaft“ zu entnehmen

(§ 1598a Abs. 1 BGB). Wird die Vaterschaft angefochten (siehe § 1600 Abs. 1 BGB Anfechtungsberechtigte), so kann eine gerichtliche Feststellung der Vaterschaft erfolgen, wobei als Vater zunächst „vermutet“ wird, „wer der Mutter während der Empfängniszeit beigeohnt hat“ (§ 1600d BGB).

### **2.3 Gendiagnostikgesetz**

Anwendung bei der Abstammungsbegutachtung findet das im Jahr 2010 in Kraft getretene Gendiagnostikgesetz (GenDG), ein Bundesgesetz aus dem Verwaltungsrecht, dessen Zweck es ist, „die Voraussetzungen für genetische Untersuchungen und im Rahmen genetischer Untersuchungen durchgeführte genetische Analysen sowie die Verwendung genetischer Proben und Daten zu bestimmen und eine Benachteiligung auf Grund genetischer Eigenschaften zu verhindern, um insbesondere die staatliche Verpflichtung zur Achtung und zum Schutz der Würde des Menschen und des Rechts auf informationelle Selbstbestimmung zu wahren“ (§ 1 GenDG).

Die Erstellung einer Richtlinie in Bezug auf den allgemein anerkannten Stand der Wissenschaft und Technik erfolgte gem. § 23 GenDG durch die sogenannte Gendiagnostik-Kommission (GEKO) am Robert Koch-Institut [54]. Die Richtlinie umfasst den gesamten Prozess der Abstammungsbegutachtung von der Probenahme über die Analytik und Qualitätssicherung bis zur Gutachtenerstellung. Vor der Probenahme ist die Identität der zu untersuchenden Person durch Vorlage eines amtlichen Lichtbildausweises zu überprüfen, zudem sollen ergänzend Lichtbilder und Fingerabdrücke gefertigt werden. Zweifel an der Identität sind zu dokumentieren. Denn gem. § 17 Abs. 1 GenDG darf „eine genetische Untersuchung zur Klärung der Abstammung [...] nur vorgenommen werden, wenn die Person, deren genetische Probe untersucht werden soll, zuvor über die Untersuchung aufgeklärt worden ist und in die Untersuchung und die Gewinnung der dafür erforderlichen genetischen Probe eingewilligt hat“. Erfolgt eine Untersuchung ohne entsprechende Einwilligung, was im Rahmen sogenannter heimlicher Vaterschaftstests denkbar wäre, gilt dies gem. § 26 GenDG als Ordnungswidrigkeit. Bereits 2005 hatte der BGH (12.01.2005 – XII ZR 60/03 und XII ZR 227/03) entschieden, dass „die Untersuchung des genetischen Materials eines anderen Menschen ohne dessen ausdrückliche Zustimmung gegen

das Grundrecht auf informationelle Selbstbestimmung verstößt und rechtswidrig ist“ [129].

## **2.4 Familienverfahrensgesetz**

Zusätzlich zum BGB enthält das „Gesetz über das Verfahren in Familiensachen und in den Angelegenheiten der freiwilligen Gerichtsbarkeit“ (FamFG) Regelungen zu „Verfahren in Abstammungssachen“ (§§ 169-185 FamFG).

Soweit es zur Feststellung der Abstammung erforderlich ist, hat gem. § 178 FamFG „jede Person Untersuchungen, insbesondere die Entnahme von Blutproben, zu dulden, es sei denn, dass ihr die Untersuchung nicht zugemutet werden kann“. Bei wiederholter unberechtigter Verweigerung der Untersuchung kann unmittelbarer Zwang angewendet und die Vorführung zur Untersuchung angeordnet werden.

Gem. Beschluss des BGH vom 29.10.2014 (XII ZB 20/14) ist eine Exhumierung zur Feststellung der Vaterschaft zulässig, da „das postmortale Persönlichkeitsrecht des Verstorbenen im Falle einer für die Feststellung der Vaterschaft erforderlichen DNA-Untersuchung und einer damit einhergehenden Exhumierung regelmäßig hinter das Recht des Kindes auf Kenntnis der eigenen Abstammung zurücktritt“ [130].

## **2.5 Aufenthaltsgesetz**

Das „Gesetz über den Aufenthalt, die Erwerbstätigkeit und die Integration von Ausländern im Bundesgebiet“ (AufenthG) regelt als Bundesgesetz im Verwaltungsrecht „die Einreise, den Aufenthalt, die Erwerbstätigkeit und die Integration von Ausländern“ (§ 1 Abs. 1 AufenthG).

Die Klärung der Identität der Betroffenen ist von zentraler Bedeutung, sie gilt als eine Voraussetzung zur Erteilung eines Aufenthaltstitels i. S. eines Visums, einer Aufenthaltserlaubnis, etc. (§ 5 AufenthG). Der Ausländer i. S. des § 2 AufenthG ist verpflichtet, entsprechenden „Ausweisrechtlichen Pflichten“ (§ 48 AufenthG) nachzukommen. Bestehen Zweifel an der Identität, d. h. „über die Person, das Lebensalter oder die Staatsangehörigkeit“, so sind ggf. zur Feststellung erforderliche Maßnah-

men zu treffen (§ 49 Abs. 3 AufenthG). Sie beinhalten erkennungsdienstliche Maßnahmen (§ 49 Abs. 4 AufenthG) und umfassen „das Aufnehmen von Lichtbildern, das Abnehmen von Fingerabdrücken sowie Messungen und ähnliche Maßnahmen, einschließlich körperlicher Eingriffe, die von einem Arzt nach den Regeln der ärztlichen Kunst zum Zweck der Feststellung des Alters vorgenommen werden, wenn kein Nachteil für die Gesundheit des Ausländers zu befürchten ist“ (§ 49 Abs. 6 AufenthG). „Zur Feststellung der Identität sind diese Maßnahmen nur zulässig, wenn die Identität in anderer Weise, insbesondere durch Anfragen bei anderen Behörden nicht oder nicht rechtzeitig oder nur unter erheblichen Schwierigkeiten festgestellt werden kann“ (ebd.). Die betroffene Person hat die Maßnahmen zu dulden (§ 49 Abs. 10 AufenthG). Hinsichtlich der Aufnahme von Lichtbildern und der Abnahme von Fingerabdrücken besteht eine Mitwirkungspflicht (§ 82 Abs. 5 AufenthG).

## **2.6 Erbrecht**

Die Feststellung der Abstammung ist auch für das Erbrecht (§§ 1922-2385 BGB) von Bedeutung, in dem u. a. die Erbfolge (§§ 1922-1941 BGB) geregelt ist.

Zwar können gem. § 1923 Abs. 1 natürliche Personen nur erben, wenn sie zum Zeitpunkt des Erbfalls gelebt haben, doch besagt § 1923 Abs. 2 BGB dass, „wer zur Zeit des Erbfalls noch nicht lebte, aber bereits gezeugt war“, als „vor dem Erbfall geboren“ gilt. Die §§ 1924 ff BGB regeln die Reihenfolge gesetzlicher Erben. Voraussetzung ist insbesondere, dass der Erbe den Erblasser – „wenn auch nur um den Bruchteil einer Sekunde“ – überlebt (OLG Hamm, 12.06.1995 – 15 W 120/95). Das Nachlassgericht hat daher den genauen Todeszeitpunkt des Erblassers zu ermitteln. Erbrechtlich entscheidender Todeszeitpunkt ist in Streitfällen lt. Beschluss des OLG Frankfurt vom 11.07.1997 (20 W 254/95) der Hirntod [117].

## **2.7 Gräbergesetz**

Das im Verwaltungsrecht angesiedelte Bundesgesetz „Gesetz über die Erhaltung der Gräber der Opfer von Krieg und Gewaltherrschaft“ (GräbG) dient dazu, „der Op-

fer von Krieg und Gewaltherrschaft in besonderer Weise zu gedenken und für zukünftige Generationen die Erinnerung daran wach zu halten, welche schrecklichen Folgen Krieg und Gewaltherrschaft haben“ (§ 1 GräbG).

Es enthält u. a. Ausführungen zur Möglichkeit der Anordnung einer Exhumierung bzw. Graböffnung zu Identifizierungszwecken: „Eine solche Anordnung soll nur getroffen werden, wenn eine Identifizierung nach gutachtlicher Äußerung der Deutschen Dienststelle für die Benachrichtigung der nächsten Angehörigen von Gefallenen der ehemaligen deutschen Wehrmacht (WAST), Berlin, anders nicht durchführbar ist und eine Identitätsfeststellung mit hoher Wahrscheinlichkeit zu erwarten steht“ (§ 8 GräbG).

## **2.8 Verschollenheitsgesetz**

Das Verschollenheitsgesetz (VerschG), ein Bundesgesetz aus dem Verfahrensrecht, regelt die Voraussetzungen, unter denen ein Verschollener für tot erklärt werden kann. Als verschollen gilt, „wessen Aufenthalt während längerer Zeit unbekannt ist, ohne daß Nachrichten darüber vorliegen, ob er in dieser Zeit noch gelebt hat oder gestorben ist, sofern nach den Umständen hierdurch ernstliche Zweifel an seinem Fortleben begründet werden“ (§ 1 VerschG).

Die Voraussetzungen, nach denen der Verschollene im Aufgebotsverfahren für tot erklärt werden kann, sind in den §§ 3 bis 7 VerschG genannt. Die Todeserklärung ist dann zulässig, „wenn seit dem Ende des Jahres, in dem der Verschollene nach den vorhandenen Nachrichten noch gelebt hat, zehn Jahre oder, wenn der Verschollene zur Zeit der Todeserklärung das achtzigste Lebensjahr vollendet hätte, fünf Jahre verstrichen sind“ (§ 3 Abs. 1 VerschG). Allerdings kann ein Verschollener gem. § 3 Abs. 2 nicht für vor Ende jenes Jahres für tot erklärt werden, in dem er das 25. Lebensjahr vollendet hätte. „Wer als Angehöriger einer bewaffneten Macht an einem Krieg oder einem kriegsähnlichen Unternehmen teilgenommen hat, während dieser Zeit im Gefahrgebiet vermißt worden und seitdem verschollen ist“, kann gem. § 4 Abs. 1 VerschG dann für tot erklärt werden, „wenn seit dem Ende des Jahres, in dem der Friede geschlossen oder der Krieg oder das kriegsähnliche Unternehmen

ohne Friedensschluß tatsächlich beendet ist, ein Jahr verstrichen ist“. Wer nach einem Schiffsunglück als verschollen gilt, kann in der Regel frühestens sechs Monate nach dem Untergang für tot erklärt werden (§ 5 Abs. 1 VerschG). Der entsprechende Zeitraum nach einem Flugzeugabsturz beträgt drei Monate (§ 6 VerschG). Wer unter anderen Umständen in Lebensgefahr gekommen und seitdem verschollen ist, kann gem. § 7 VerschG „für tot erklärt werden, wenn seit dem Zeitpunkt, in dem die Lebensgefahr beendet ist oder ihr Ende nach den Umständen erwartet werden konnte, ein Jahr verstrichen ist“.

Als Todeszeitpunkt ist gem. § 9 Abs. 2 „der Zeitpunkt festzustellen, der nach dem Ergebnis der Ermittlungen der wahrscheinlichste ist“. Hinsichtlich der Feststellung der Todeszeit ist vor dem Hintergrund der Rechtsprechung zum Erbrecht die Vermutungsregel des § 11 VerschG von Interesse: „Kann nicht bewiesen werden, daß von mehreren gestorbenen oder für tot erklärten Menschen der eine den anderen überlebt hat, so wird vermutet, daß sie gleichzeitig gestorben sind“.

## **2.9 Strafprozessordnung**

Die Strafprozessordnung (StPO) enthält als Bundesgesetz Regelungen zur Durchführung des Strafverfahrens. Für das Ordnungswidrigkeitenverfahren gilt entsprechend das „Gesetz über Ordnungswidrigkeiten“ (OWiG). Ist eine Handlung gleichzeitig Ordnungswidrigkeit und Straftat, so wird nur das Strafrecht angewandt (§ 21 OWiG). Die Richtlinien für das Strafverfahren und das Bußgeldverfahren (RiStBV) stellen ergänzende Verwaltungsvorschriften dar.

Die Angabe einer „falschen Identität“, z. B. i. S. des § 111 OWiG (Falsche Namensangabe) oder des § 281 StGB (Missbrauch von Ausweispapieren) stellt eine rechtswidrige Handlung dar. Hiervon abzugrenzen sind „Verdeckte Ermittler“ (§ 110a StPO), d. h. „Beamte des Polizeidienstes, die unter einer ihnen verliehenen, auf Dauer angelegten, veränderten Identität (Legende) ermitteln. Sie dürfen unter der Legende am Rechtsverkehr teilnehmen. Soweit es für den Aufbau oder die Aufrechterhaltung der Legende unerlässlich ist, dürfen entsprechende Urkunden hergestellt, verändert und gebraucht werden“.

Zur Feststellung der Identität eines einer Straftat Verdächtigen sind Staatsanwaltschaft und Polizei befugt, die erforderlichen Maßnahmen zu treffen (§ 163b Abs. 1 StPO). Ein Festhalten und eine Durchsuchung des Verdächtigen und von ihm mitgeführter Sachen sowie die Durchführung erkennungsdienstlicher Maßnahmen sind zulässig. Auch die Identität einer Person, die nicht einer Straftat verdächtig ist, kann festgestellt werden, „wenn und soweit dies zur Aufklärung einer Straftat geboten ist“ (§ 163b Abs. 2 StPO). Ein Festhalten der betroffenen Person ist – soweit verhältnismäßig – zulässig, weiterführende Maßnahmen nur, wenn der Betroffene in sie einwilligt. Eine Freiheitsentziehung zur Identitätsfeststellung (§ 163c StPO) ist sowohl für Verdächtige als auch andere Personen i. S. des § 163b StPO möglich.

Eine Zeugenvernehmung beginnt gem. § 68 Abs. 1 StPO damit, dass „der Zeuge über Vornamen, Nachnamen, Geburtsnamen, Alter, Beruf und Wohnort befragt wird“. Würde die „Offenbarung der Identität“ eine Gefahr für Leib, Leben oder Freiheit des Zeugen oder anderer Personen darstellen, so können Angaben nicht oder nur eingeschränkt erfolgen (§ 68 Abs. 3 StPO). In derartigen Fällen werden „die Unterlagen, die die Feststellung des Wohnortes oder der Identität des Zeugen gewährleisten, [...] bei der Staatsanwaltschaft verwahrt“ und erst zu den Akten genommen, wenn die Gefahr nicht mehr besteht. (§ 68 Abs. 4 StPO). Bei Einsichtnahmen in Akten ist auf den Schutz der Daten des Zeugen zu achten (§ 68 Abs. 5 StPO)

Für Beschuldigte gilt, dass eine körperliche Untersuchung, eine Blutentnahme und andere körperliche Eingriffe, „die von einem Arzt nach den Regeln der ärztlichen Kunst zu Untersuchungszwecken vorgenommen werden“, ohne Einwilligung zulässig sind (§ 81a StPO). Entsprechendes gilt für erkennungsdienstliche Maßnahmen, wie das Fertigen von Lichtbildern und Fingerabdrücken und „Messungen und ähnliche Maßnahmen“ (§ 81b StPO). Auch bei „anderen Personen als Beschuldigten sind Untersuchungen zur Feststellung der Abstammung und die Entnahme von Blutproben ohne Einwilligung des zu Untersuchenden zulässig“ (§ 81c Abs. 2 StPO). Es gilt stets der Verhältnismäßigkeitsgrundsatz.

„An dem durch Maßnahmen nach § 81a Abs. 1 erlangten Material dürfen auch molekulargenetische Untersuchungen durchgeführt werden, soweit sie zur Feststellung der Abstammung oder der Tatsache, ob aufgefundenenes Spurenmaterial von dem

Beschuldigten oder dem Verletzten stammt, erforderlich sind; hierbei darf auch das Geschlecht der Person bestimmt werden“ (§ 81e Abs. 1 StPO). Entsprechende Untersuchungen dürfen gem. § 81e Abs. 2 StPO auch an sichergestelltem oder beschlagnahmtem Beweismaterial durchgeführt werden. Gem. § 81g Abs. 1 StPO dürfen Beschuldigten, die einer Straftat „von erheblicher Bedeutung oder einer Straftat gegen die sexuelle Selbstbestimmung verdächtig sind“ unter ebendiesen genannten Umständen „zur Identitätsfeststellung in künftigen Strafverfahren Körperzellen entnommen und zur Feststellung des DNA-Identifizierungsmusters sowie des Geschlechts molekulargenetisch untersucht werden“. In einer sogenannten DNA-Reihenuntersuchung dürfen Personen, die „bestimmte, auf den Täter vermutlich zutreffende Prüfungsmerkmale erfüllen“ Körperzellen entnommen und „zur Feststellung des DNA-Identifizierungsmusters und des Geschlechts molekulargenetisch untersucht“ werden, „soweit dies zur Feststellung erforderlich ist, ob das Spurenmaterial von diesen Personen stammt, und die Maßnahme insbesondere im Hinblick auf die Anzahl der von ihr betroffenen Personen nicht außer Verhältnis zur Schwere der Tat steht“ (§ 81h StPO). Untersuchungen, die andere Feststellungen als die eines DNA-Identifizierungsmusters, der Abstammung oder des Geschlechts zum Ziel haben, sind unzulässig (§ 81e Abs. 1 StPO).

§ 88 StPO regelt die Identifizierung von Verstorbenen, zu deren Zweck „insbesondere Personen, die den Verstorbenen gekannt haben, befragt und Maßnahmen erkennungsdienstlicher Art durchgeführt“ werden können. Zudem sind „zur Feststellung der Identität und des Geschlechts [...] die Entnahme von Körperzellen und deren molekulargenetische Untersuchung zulässig“.

### **3 DIE IDENTIFIZIERUNG UNBEKANNTER VERSTORBENER IN DER PRAXIS**

Die Identifizierung unbekannter Verstorbener stellt eine interdisziplinäre Aufgabe dar, deren erfolgreiche Bearbeitung eine enge Zusammenarbeit zwischen Ermittlungsbehörden und Ärzten (Sachverständigen) voraussetzt.

#### **3.1 Allgemeine ärztliche Aufgaben**

Für Ärzte und deren Alltag relevante rechtliche Regelungen finden sich insbesondere in den Gesetzen zum Leichenschauwesen. Das Leichenschauwesen ist in der Bundesrepublik Deutschland durch Landesgesetze und somit nicht bundeseinheitlich geregelt. Den Landesgesetzen gemein ist, dass bei jedem Todesfall eine Leichenschau durchzuführen und ein Leichenschauschein (Todesbescheinigung) auszustellen ist. Die Durchführung der Leichenschau stellt eine ärztliche Aufgabe dar, die nicht delegierbar ist. Neben der sicheren Feststellung des Todes hat der leichenschauende Arzt u. a. Angaben zu Todeszeit, angenommener Todesursache, sich daraus ergebender Todesart und insbesondere auch zu den Personalien, d. h. der Identität des Verstorbenen zu machen.

Im Hinblick auf die Identität des Verstorbenen gibt z. B. die in Hessen den Notärzten vorbehaltene „Vorläufige Todesbescheinigung“ (FBG Hessen, Anlage 6) dem Arzt die Möglichkeit anzugeben, worauf er die von ihm angenommene Identität stützt: erfolgte Identifikation „aufgrund eigener Kenntnis“, „nach Einsicht in den Reisepass/Personalausweis“ oder „nach Angaben von Angehörigen/Dritten“. Zudem besteht die Möglichkeit, eine Identifikation als „nicht möglich“ einzustufen. In den „endgültigen“ Todesbescheinigungen bzw. Leichenschauscheinen sind derartige Felder nicht vorhanden. Hier kann der leichenschauende Arzt in Fällen einer unklaren oder unbekanntem Identität des Leichnams lediglich handschriftlich z. B. „unbekannter Leichnam“ oder „nicht sicher identifizierter weiblicher/männlicher Leichnam“ in das für die Personalien des Verstorbenen vorgesehene Feld eintragen.

Lässt sich die Identität eines Verstorbenen im Rahmen der Leichenschau nicht klären, so hat „die Ärztin oder der Arzt, die oder der die Leichenschau durchführt [...]

unverzüglich die zuständige Dienststelle der Vollzugspolizei zu unterrichten“ (§ 10 Abs. 5 FBG).

### **3.2 Aufgaben der Ermittlungsbehörden**

Erlangen Polizeibehörden Kenntnis vom Fund des Leichnams einer unbekannt Person, so sind sie ihrerseits gem. § 159 Abs. 1 StPO „zur sofortigen Anzeige an die Staatsanwaltschaft oder das Amtsgericht“ verpflichtet. Im Weiteren besagt § 88 Abs. 1 StPO (Identifizierung des Verstorbenen vor Leichenöffnung): „Vor der Leichenöffnung soll die Identität des Verstorbenen festgestellt werden. Zu diesem Zweck können insbesondere Personen, die den Verstorbenen gekannt haben, befragt und Maßnahmen erkennungsdienstlicher Art durchgeführt werden“. § 88 StPO gilt seinem Wortlaut nach (Soll-Vorschrift) für den Regelfall. Er räumt somit der Exekutive einen Entscheidungsspielraum ein und lässt nicht außer Acht, dass es von der Regel abweichende Fälle gibt, in denen eine Identitätsfeststellung vor der Leichenöffnung nicht möglich ist, und die sichere Identifizierung ggf. erst durch die Leichenöffnung erfolgen kann.

Das polizeiliche Vorgehen zur Identifizierung unbekannter Verstorbener ist geregelt in der Polizeidienstvorschrift (PDV) 389 „Vermisste, unbekannt Tote, unbekannt hilflose Personen“:

Als vermisst gelten Personen, die ihren gewohnten Lebenskreis verlassen haben, deren Aufenthaltsort unbekannt ist, und für die eine Gefahr für Leib oder Leben angenommen werden kann. Bei Vermisstenfällen hat die zuständige Polizeidienststelle im Rahmen der Sachbearbeitung Beweise zu sichern, die eine spätere Identifizierung der vermissten Person ermöglichen sollen. Genannt werden u. a. Lichtbilder, Hinweise auf besondere körperliche Merkmale, Vergleichshaare, daktyloskopische Spuren an zurückgelassenen Gegenständen, der Gebissbefund, Röntgenaufnahmen und DNA-Vergleichsmaterial [69].

Als unbekannt Tote gelten Leichen oder Leichenteile, die von der Polizei nicht im Rahmen des sogenannten Auswertungsangriffs, d. h. der zweiten Phase des Erstangriffs, identifiziert werden können.

Die polizeilichen Maßnahmen zur Identifizierung gliedern sich in sofort, vor und bei

der gerichtlichen Leichenöffnung durchzuführende Maßnahmen. Als Sofortmaßnahmen kommen neben einer fotografischen Dokumentation das Sichern von Spuren am Auffindeort und an der Leiche, das Asservieren mitgeführter Gegenstände, eine vorläufige Bestimmung von Alter und Geschlecht des Verstorbenen mit nachfolgendem Abgleich mit Vermisstenfällen im Zuständigkeitsbereich und das Abnehmen von Fingerabdrücken in Betracht. Noch vor der gerichtlichen Leichenöffnung können Schmuck und Kleidung beschrieben und fotodokumentiert werden. Im Weiteren wird das Fertigen von Lichtbildern des gesamten Leichnams, des Kopfes – von vorne und von den Seiten – und von besonders identifizierungsrelevanten Merkmalen empfohlen. Bei der gerichtlichen Leichenöffnung sind neben der fotografischen Dokumentation die Bestimmung von Geschlecht, Alter und Liegezeit, die Feststellung von besonderen körperlichen Merkmalen, die Erhebung des Zahnstatus, ggf. mit Präparation von Schädel und Kiefer, die Durchführung radiologischer Untersuchungen und das Sichern von Körperzellen zur Ermittlung des DNA-Identifizierungsmusters als Maßnahmen zur Identifizierung genannt. Entsprechend ist mit Leichenteilen zu verfahren, um diese einer vermissten Person oder einem unbekanntem Toten zuordnen zu können.

### **3.3 Der Identifizierungsprozess**

Eine positive Identifizierung setzt das Wiedererkennen einer Person bzw. eine Deckungsgleichheit eines oder mehrerer verglichener Merkmale voraus. Dabei unterscheiden sich die zur Identifizierung herangezogenen Merkmale in ihrer Aussagekraft, je nachdem wie individualtypisch und überdauernd sie sind.

Der Identifizierungsprozess eines unbekanntem Verstorbenen stellt ein in der Regel zweistufiges Verfahren dar: Im ersten Schritt werden Hinweise auf die Identität des unbekanntem Verstorbenen gesammelt und so sein „biologisches Profil“ erstellt. Es werden dann Personen ermittelt, zu denen das Profil des Verstorbenen passen könnte. Im zweiten Schritt erfolgt die Identitätssicherung. Hierzu muss von den in Frage kommenden Personen authentisches antemortales Vergleichsmaterial vorliegen. Die ante- und postmortalen Daten werden dann mit dem Ziel einer Identitätsfeststellung oder eines Identitätsausschlusses verglichen.

### **3.3.1 Hinweise auf die Identität**

Erste Hinweise auf die Identität eines Verstorbenen ergeben sich in der Regel durch die Arbeit der Ermittlungsbehörden bei der Fundortaufnahme [69]. Im Rahmen der ärztlichen oder kriminalpolizeilichen Leichenschau, die am Leichenfundort möglich ist, und einer nachfolgenden Leichenöffnung können dann weitere identifizierungsrelevante Merkmale am Leichnam erhoben werden.

#### ***3.3.1.1 Leichenfundort***

Die Aussagekraft von Befunden, die sich aus dem Leichenfundort für die Identifizierung ergeben können, ist äußerst variabel. Wird eine Leiche in der Öffentlichkeit bzw. an einem frei zugänglichen Ort aufgefunden, so wird sich – abgesehen von einem möglichen groben regionalen Bezug – der Kreis in Frage kommender Personen zunächst nur schwer eingrenzen lassen. Gerade, aber nicht nur in schwer einsehbaren, öffentlich zugänglichen Umgebungen, z. B. Parks oder Böschungen in der Nähe von Fernstraßen, ist an eine Leichenverbringung zu denken [5, 146]. Wird ein Leichnam in einem Privathaushalt oder Hotel [147] aufgefunden, so würden zunächst an der Anschrift gemeldete, die Wohnung oder das Zimmer mietende Personen in Betracht kommen [147]. Ähnlich verhält es sich bei Leichenfunden in Pkw, wo das amtliche Kennzeichen Hinweise auf den Halter als möglichen Insassen geben kann [116] oder nach Unfällen mit Militär-, Klein- oder Sportflugzeugen [52, 162, 170].

#### ***3.3.1.2 Beim Leichnam***

Die getragene Kleidung kann selbst bei Leichen, die Zeichen der längeren Leichenliegezeit aufweisen, noch vor der Leichenschau Rückschlüsse z. B. auf das Geschlecht zulassen. Bei der Beurteilung ist jedoch Zurückhaltung geboten. Die Kleidungsstücke sollten beschrieben und (foto-)dokumentiert werden, wobei insbesondere auf Größen- und Herstellerangaben zu achten ist. Eine ggf. später mögliche Zuordnung zu einem Warenhaus oder einer nur für eine bestimmte Zeit verkauften Kollektion können zusätzliche Hinweise darstellen. Zudem ist auf, auch heute noch vorkommende, eingestickte Monogramme oder auf- bzw. eingenähte Namensschilder

der, z. B. an Uniformen, Arbeitsbekleidung oder Wäsche von Patienten aus Pflegeeinrichtungen und den Zustand der Bekleidung zu achten. In Einzelfällen kann die Art, wie ein bestimmtes Kleidungsstück getragen wird, Schuhe oder Krawatten gebunden wurden, oder die Tatsache, dass ein Kleidungsstück in Handarbeit gefertigt wurde, ein dokumentierungswürdiges Detail darstellen [125].

Die Taschen der Kleidungsstücke sind auf ihren Inhalt hin zu überprüfen. Ausweisdokumente, Bank- oder Krankenkassenkarten können einen konkreten Identitätsverdacht begründen, ebenso ein Schlüsselbund mit nummerierten Schlüsseln oder einem Autoschlüssel, der zu einem in der Nähe des Leichenfundortes geparkten Fahrzeug passt. Beim Auffinden von Zeitungen, Zeitungsausschnitten oder Briefen sollte auf das Datum geachtet werden, um Anhaltspunkte auf die Liegezeit des Leichnams zu erhalten.

Am Leichnam vorgefundener Schmuck kann, je nach Art und Körperteil, an dem er getragen wird, einen wertvollen Hinweis darstellen. (Ehe-)Ringe mit Gravur, besondere Schmuckanhänger oder auffällige Piercings wären hierbei eher in der Lage, einen bestimmten Identitätsverdacht zu begründen als einfacher, weit verbreiteter Modeschmuck [120].

### **3.3.1.3 Am Leichnam**

Die Befunderhebung am Leichnam kann bereits im Rahmen der kriminalpolizeilichen Leichenschau stattfinden, allerdings werden den dabei festgestellten Merkmalen regelmäßig weitere folgen, die erst bei der ärztlichen äußeren oder inneren Leichenschau erkannt werden. Ihre Erkenn- und Beurteilbarkeit wird insbesondere vom Ausprägungsgrad der späten Leichenerscheinungen bestimmt.

Bei gutem Erhaltungszustand des Leichnams können Haar-, Haut- und Augenfarbe erhoben, der Körperbau beschrieben und Körpergewicht und -länge gemessen werden. Die Körperlänge des Leichnams wird meist etwas größer sein als die Körperhöhe zu Lebzeiten [123, 201]. Konstitution, Gesichtsform, Behaarungstyp, Hautbild und umschriebene Hautveränderungen können ebenso beschrieben werden, wie angeborene oder erworbene Fehlbildungen oder Normvarianten. Narben können Hinweise auf zurückliegende Operationen oder selbstverletzendes Verhalten geben

[58]. Auch das Vorhandensein oder die Art von Tätowierungen kann ein bedeutendes Merkmal im Identifizierungsprozess darstellen [14, 17, 28]. Bei eingetretener Fäulnis oder anderer Zeichen der längeren Leichenliegezeit sind die vorgenannten Befunde – soweit sie erhoben werden können – kritisch zu würdigen.

Im Rahmen der Leichenöffnung lassen sich weitere Merkmale erheben, die z. B. Rückschlüsse auf das biologische Alter, vorangegangene Operationen oder bestehende Erkrankungen geben können. Liegt der Leichnam in teilskelettiertem Zustand vor oder erfüllen die sterblichen Überreste des unbekanntem Verstorbenen bereits nicht mehr die Voraussetzungen der Definition eines Leichnams [55], lässt sich durch forensisch-osteologische und odontostomatologische Untersuchungen ein „biologisches Profil“ erarbeiten, das u. a. Aussagen zu Geschlecht, Körpergröße und biologischem Lebensalter zulässt [89, 90, 119, 131, 134, 135, 188, 189, 196]. Darüber hinaus kann auf dieser Basis eine Rekonstruktion der Gesichtsteile erfolgen, deren Ergebnis polizeilicherseits z. B. zur Öffentlichkeitsarbeit genutzt werden kann [92, 132, 188].

Informationen zu phänotypischen Merkmalen, sogenannte externally visible characteristics (EVC), können durch molekulargenetische Untersuchungen generiert werden, die unter dem Begriff des „Forensic DNA Phenotyping“ (FDP) zusammengefasst werden [83]. Durch die Untersuchung von Single nucleotide polymorphisms (SNPs) an einer Spur bzw. Probe biologischen Untersuchungsmaterials lassen sich insbesondere unter Anwendung des sogenannten Next Generation Sequencing (NGS) Aussagen zu Haar-, Augen- und Hautfarbe der entsprechenden Person treffen [38, 108, 109, 193-195]. Mit Ergebnissen kann selbst bei der Untersuchung jahrzehntealter Proben gerechnet werden [32], obgleich der Einsatz solcher Methoden, d.h. die Untersuchung und Auswertung codierender Abschnitte der DNA, nicht unumstritten ist [83, 182] und nur dort eingesetzt werden kann, wo die rechtlichen Rahmenbedingungen dies zulassen. In Deutschland ist das aktuell (noch) nicht der Fall [91, 174].

Untersuchungen der DNA-Methylierung [190, 191], d.h. epigenetischer Marker, können ebenso zur Altersschätzung genutzt werden wie biochemische Bestimmungen des Razemisierungsgrades der Asparaginsäure [148, 153]. Isotopenanalysen von Geweben können Hinweise zur Herkunft des Verstorbenen geben [98, 99].

### **3.3.2 Identitätssicherung**

Voraussetzung zur Identitätssicherung ist das Vorliegen von antemortalem Vergleichsmaterial, das mit am Verstorbenen erhobenen Befunden verglichen werden kann. Die zu vergleichenden Merkmale besitzen idealerweise eine hohe Einzigartigkeit und Beständigkeit. Nach den Umständen des Einzelfalls können zur Identitätssicherung eine oder mehrere der im Folgenden aufgeführten Methoden zur Anwendung kommen.

#### **3.3.2.1 Inaugenscheinnahme**

Die Inaugenscheinnahme des Leichnams und die Identifizierung anhand eigener Kenntnis, durch Anerkennungszeugen oder durch Abgleich mit einem amtlichen Lichtbildausweis stellt heute die in der Praxis sicherlich häufigste Identifizierungsmethode dar.

Als Meilenstein in der erkennungsdienstlichen Behandlung und der Identifizierung ist die Arbeit des Franzosen Alphonse Bertillon in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts anzusehen. Bertillon ging davon aus, dass – bei Erhebung einer ausreichend großen Anzahl von Körpermaßen – die Identität eines Menschen anhand dieser Körpermaße als ausreichend sicher angesehen werden könne [11]. Die auf elf vermessenen Merkmalen beruhende „Bertillonage“ ließ ein für kriminalistische Zwecke praktikables Dokumentationssystem zu und fand bis in das 20. Jahrhundert hinein weltweite Anwendung, bevor sie durch die Daktyloskopie abgelöst wurde.

Mit der im Reichsgesetzblatt (RGBl) veröffentlichten „Verordnung betreffend anderweite Regelungen der Paßpflicht“ vom 16.12.1914 wurde das Lichtbild erstmals als obligater Teil von Passdokumenten im Deutschen Reich vorgeschrieben [136] und ermöglichte so den direkten Vergleich eines amtlichen Lichtbildes mit dem Verstorbenen.

Heute wird in aller Regel keine detaillierte Auflistung jener Merkmale erfolgen, anhand derer die Identität des Leichnams mittels Inaugenscheinnahme gesichert wurde. Die Annahme der Identität wird sich begründen auf das augenscheinliche Übereinstimmen äußerlich erkennbarer Merkmale, die sich aus z. B. dem Ausweis-

dokument bzw. dem Lichtbild erkennen oder ablesen lassen: Körpergröße, Haarfarbe, Augenfarbe, Kopfform, Ausprägung von Nase, Mund und Kinn, Gesichtsfalten, etc.

Die Identifizierung durch Inaugenscheinnahme sollte nur bei „frischen“ Leichnamen und unter der Voraussetzung, dass keine entstellenden oder groben Verletzungen bei dem Verstorbenen vorliegen, erfolgen. Die Sicherheit der Identifizierung hängt wesentlich von der Aktualität der Vergleichsbilder, dem Zustand des Leichnams, der Verlässlichkeit der Anerkennungszeugen und von der konkreten Identifizierungssituation ab.

### **3.3.2.2 Daktyloskopie**

Das Prinzip der Daktyloskopie beruht auf der Annahme, dass die Papillarleisten der Fingerbeeren, die sich in utero entwickeln, ein einzigartiges und überdauerndes Muster aufweisen. In die Beurteilung fließen grobe Merkmale ihres Verlaufs, wie Bögen, Schleifen und Wirbel, und die sogenannten Minutien, d. h. feine Merkmale, wie die Art der Endung oder Aufgabelung der Papillarleisten, ein.

Die Anfänge der Daktyloskopie gehen zurück auf die Zeit um 2.200 v. Chr. [25]. Die Einführung der Daktyloskopie in der Kriminalistik erfolgte in Deutschland zu Beginn des 20. Jahrhunderts nach indischem bzw. britischem Vorbild [51, 64, 68]. Nicht zuletzt trug ein Kriminalfall aus Amerika, der die Schwächen der Bertillonage und die Stärken der Daktyloskopie offenbarte, zu ihrer flächenhaften Verbreitung bei [118]. Die Abnahme von Fingerspuren von lebenden Personen oder ihre Sicherung an Tat- oder Leichenfundorten stellt seitdem eine Routinetätigkeit im erkennungsdienstlichen Alltag dar. Die Verwertbarkeit von Fingerspuren im Strafverfahren war 1952 Gegenstand der höchstrichterlichen Rechtsprechung (BGH, 11.06.1952 - 3 StR 229/52).

An „frischen“ Leichnamen lassen sich Fingerspuren in der Regel problemlos und in ausreichend guter Qualität sichern. Bei fäulnisveränderten Leichen kann eine lokale Anwendung thanatopraktischer Verfahren zu einer einfacheren und qualitativ hochwertigeren Abnahme von Fingerspuren beitragen [49, 50]. Als antemortales Vergleichsmaterial kommen Unterlagen erkennungsdienstlicher Behandlungen, ggf.

von Pass- oder Visadokumenten in Betracht – bei kritischer Würdigung unter Umständen auch Fingerspuren von Gegenständen oder Orten, an denen der mutmaßliche Verstorbene sie zu Lebzeiten hinterlassen haben kann.

### **3.3.2.3 Zahnstatus**

Die Identifizierung unbekannter Verstorbener mithilfe des Zahnstatus ist ein Aufgabengebiet der Forensischen Odontostomatologie, die sich als interdisziplinäres Fachgebiet zwischen Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde und Rechtsmedizin versteht [102]. Als Begründer der „gerichtlichen Zahnmedizin“ gilt gemeinhin Oscar Amoëdo, dessen 1898 veröffentlichtes Werk „L'art dentaire en médecine légale“ als erstes systematisches Lehrbuch auf diesem Gebiet gilt und schnell zum Standardwerk der damaligen Zeit avancierte [3, 4].

Ohne weiteren apparativen Aufwand kann im Rahmen einer Leichenöffnung durch die Obduzenten der Zahnstatus erhoben und mithilfe des von der Fédération Dentaire Internationale (FDI) empfohlenen und weltweit verwendeten sogenannten Two-Digit-Systems dokumentiert werden. Neben dem bloßen Zahnbesatz einschließlich möglicher Zahnfehlstellungen ist auf Art und Umfang von Zeichen zahnärztlicher Versorgungen zu achten. Antemortale radiologische Befunde, z. B. in Form von Orthopantomogrammen oder Zahnzielaufnahmen, können weitergehende Informationen liefern und sollten ebenfalls zur Identifizierung herangezogen werden [6, 34, 76, 77]. Liegt nur ein lückenhafter antemortaler Zahnstatus vor oder fehlt dieser ganz, können allein dentomaxilläre radiologische Aufnahmen eine Identitätssicherung ermöglichen [16, 116, 203]. Ebenso geeignet sein können Zahnprothesen, für die prinzipiell die Möglichkeit einer eindeutigen kodierte Kennzeichnung besteht [155]. Darüber hinaus soll das Aussehen der Zungenoberfläche und der Verlauf der Schleimhautfalten über dem harten Gaumen individualtypisch sein [172, 173].

Maßgeblich für den Ausschluss oder die Bestätigung einer angenommenen Identität ist die Qualität der antemortalen zahnärztlichen Dokumentation [1, 41, 48, 206].

### **3.3.2.4 Röntgenvergleich**

Kurz nachdem Wilhelm Conrad Röntgen im Jahr 1895 die später nach ihm benannten „X-Strahlen“ entdeckt hatte, begann der Einsatz des „Röntgenverfahrens“ zur

Klärung rechtsrelevanter, medizinischer Sachverhalte [122]. Bereits 1902 wurde die erste rechtsmedizinische Übersichtsarbeit „Ueber die Verwendbarkeit des Röntgenverfahrens in der gerichtlichen Medizin“ veröffentlicht, in der bereits die Identifizierung unbekannter Verstorbener als ein mögliches Einsatzgebiet genannt wird [53]. Weitere Arbeiten zum Nutzen für kriminalistische und rechtsmedizinische Fragestellungen folgten [23, 165].

Die erste erfolgreiche Identifizierung mittels Röntgenvergleich wird Culbert und Law im Jahr 1927 zugeschrieben [36]. Verwandt wurden Aufnahmen der Nasennebenhöhlen, die aufgrund ihrer Individualität in besonderer Weise zur Identitätssicherung geeignet sind [205]. Prinzipiell sind Aufnahmen jeder Körperregion zur Identitätssicherung geeignet, in der Fachliteratur finden sich hierfür zahlreiche Belege [35, 133, 137-144, 152]. Beim Röntgenvergleich ist – wie bei anderen morphologischen Vergleichs- oder Superimpositionsverfahren – darauf zu achten, dass die Bildebene der postmortalen Aufnahme möglichst genau mit der der antemortalen Aufnahme übereinstimmt. Vorteile diesbezüglich bieten CT-Datensätze, aus denen sich mittels Visualisierungsprogrammen die Aufnahmeebenen nahezu beliebig (re-)konstruieren lassen [39, 126, 166, 180, 185, 197].

Die Verfügbarkeit antemortaler Vergleichsdaten wird durch die in § 28 Abs. 3 RÖV festgesetzte Aufbewahrungspflicht gesichert und gleichzeitig begrenzt. Die Aufbewahrungszeit beträgt in der Regel 10 Jahre.

### **3.3.2.5 Schädel-Bild-Vergleich**

Der menschliche Schädel weist zahlreiche Individualmerkmale auf, die nach außen hin sichtbar sind und für die Identifizierung mittels Schädel-Bild-Vergleich genutzt werden können. Erste Anwendungen des Vergleichs von Totenmasken oder Porträts mit Schädeln zur Identitätssicherung gehen laut Oskar Grüner, dem Gründungsdirektor des „Instituts für Gerichtliche Medizin und Versicherungsmedizin“ an der Justus-Liebig-Universität Gießen, zurück auf die „zumeist von Anatomen des vergangenen [20., Anm. d. Verf.] Jahrhunderts durchgeführten Untersuchungen über die Schädel berühmter Männer“ [60] wie Bach, Haydn, Schiller und Kant [47, 70, 71, 94, 179].

Mit dem Schädel eines unbekanntes Verstorbenen verglichen werden heute in der Regel Porträtaufnahmen jener Person, um deren Schädel es sich mutmaßlich handelt. Im Abgleich mit dem antemortalen Bild wird zum einen die Übereinstimmung knöcherner Strukturen wie z. B. die Begrenzung der Augenhöhlen mit der Lage der Augen, zum anderen die Übereinstimmung der rekonstruierten Weichteildicke über definierten Messpunkten am Schädel mit insbesondere den randbildenden Gesichtskonturen überprüft [7, 56, 188]. Die Vorgehensweise bei der Superimposition hat sich mit dem Fortschreiten der technischen Möglichkeiten im Lauf der Zeit stetig weiterentwickelt [73, 184]. Als antemortales Vergleichsmaterial sind Porträtaufnahmen offizieller Passdokumente ebenso geeignet, wie Bilder aus privaten Quellen.

### **3.3.2.6 Molekulargenetik**

Forensisch-molekulargenetische Untersuchungen können sowohl an nucleärer als auch an mitochondrialer DNA eines Verstorbenen durchgeführt werden.

In erster Linie werden sogenannte Short Tandem Repeats (STRs) auf den Autosomen untersucht, wobei derzeit in Deutschland 13 STR-Systeme standardmäßig und drei weitere fakultativ analysiert werden [40]. Das erhobene Muster kann in der DNA-Analysedatei (DAD) des BKA gespeichert bzw. mit dort einstehenden Mustern verglichen werden [161, 199].

Bei problematischem Untersuchungsmaterial besteht die Möglichkeit der SNP-Analyse, die aufgrund der kürzeren Amplifikatlängen der untersuchten Abschnitte gerade bei degradiertem DNA einen Vorteil bietet und an Autosomen ebenso wie an Gonosomen durchgeführt werden kann [160].

Soll die Identifizierung eines unbekanntes Verstorbenen über einen Abgleich mit Verwandten erfolgen, so bietet sich z. B. eine Analyse Y-chromosomaler STRs an, die in der männlichen Linie vererbt werden, oder eine Untersuchung hypervariabler Regionen des D-Loops der mitochondrialen DNA, die in der mütterlichen Linie weitergegeben wird [9, 40, 151]. Die mitochondriale DNA bietet gegenüber der nucleären DNA den Vorteil, dass sie aufgrund ihrer Ringstruktur eine höhere Stabilität aufweist, in der Zelle in tausendfacher Kopie vorhanden und somit länger nachweis- und analysierbar ist [45, 65, 121, 150].

Stets kritisch zu hinterfragen ist die Authentizität des zum Abgleich mit dem DNA-Profil des Leichnams überstellten (antemortalen) Probenmaterials.

### **3.4 Sonderfall Großschadensereignis und (Massen-)Katastrophe**

Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe definiert ein Großschadensereignis als „Ereignis mit einer großen Anzahl von Verletzten oder Erkrankten sowie anderen Geschädigten oder Betroffenen und/oder erheblichen Sachschäden unterhalb der Schwelle zur Katastrophe“, die Katastrophe als ein Geschehen, „bei dem Leben oder Gesundheit einer Vielzahl von Menschen oder die natürlichen Lebensgrundlagen oder bedeutende Sachwerte in so ungewöhnlichem Ausmaß gefährdet oder geschädigt werden, dass die Gefahr nur abgewehrt oder die Störung nur unterbunden und beseitigt werden kann, wenn die im Katastrophenschutz mitwirkenden Behörden, Organisationen und Einrichtungen unter einheitlicher Führung und Leitung durch die Katastrophenschutzbehörde zur Gefahrenabwehr tätig werden“ [24].

Kommt es im Rahmen eines derartigen Ereignisses zum Tod mehrerer oder einer Vielzahl von Menschen, können die Anforderungen an die Identifizierung weit über das hinausgehen, womit Polizeibeamte und Rechtsmediziner im Arbeitsalltag konfrontiert sind. Laut Rötzscher kann im (rechts-)medizinischen Sinn bei mehr als 5 Opfern von einer Großkatastrophe und bei mehr als 100 Opfern von einer Massenkatastrophe gesprochen werden [156]. Zwar behält die PDV 389 auch bei größeren Schadens- oder Gefahrenlagen und Katastrophen ihre Gültigkeit, darüber hinaus bestehen jedoch zahlreiche landes- und bundesrechtliche Regelungen zur Gefahrenabwehr und zur Personenrettung und -bergung [69, 156].

Zur Hilfe bei der Identifizierungstätigkeit im Fall von Massenkatastrophen in Deutschland oder mit einer größeren Anzahl deutscher Opfer im Ausland steht die Identifizierungskommission (IDKO) zur Verfügung, die als sogenannte Aufrufeinheit beim Bundeskriminalamt verortet ist und von deutschen Polizeidienststellen, aber auch von anderen Staaten angefordert werden kann [86]. Neben Beamten des BKA umfasst die IDKO „externe“ Mitglieder, darunter Rechtsmediziner und forensische Odontologen [100]. Die Rolle der Rechtsmedizin, deren Feststellungen „ethische

und im Einzelfall erhebliche rechtliche Bedeutung“ [163] haben, wird u. a. in dem von der Schutzkommission beim Bundesministerium herausgegebenen „Leitfaden für die ärztliche Versorgung im Katastrophenfall“ umrissen [164]. Neben der Identifizierung der Verstorbenen umfasst diese die Hilfe bei der Bergung und der Erhebung von ereignis- und identifizierungsrelevanten Befunden vor Ort sowie die Klärung der Todesursache und ggf. der Todeszeit [104]. Die Arbeit der IDKO orientiert sich an von Interpol erarbeiteten Richtlinien [75], deren Umsetzbarkeit im Einsatzfall zu prüfen ist [101]. Es existieren detaillierte Formulare, in denen post- und, soweit bekannt, zu vergleichende antemortale Daten zu dokumentieren sind (verfügbar im Internet unter <https://www.interpol.int>).

Je nach Art des Schadensereignisses wird das „open scenario“ vom „closed scenario“ unterschieden, wobei Mischformen möglich sind. Im Falle eines „open scenario“, z. B. bei einer Naturkatastrophe, liegen zunächst keine Hinweise auf die Anzahl der Todesopfer und keine Hinweise zu deren Identität vor. Bei einem „closed scenario“, z. B. einem Flugzeugabsturz, lassen sich Opferzahlen eingrenzen und erste Hinweise auf die Identität der Verstorbenen können sich aus den Passagierlisten ergeben.

Hinsichtlich des Vorgehens bei der Identifizierung werden im internationalen Sprachgebrauch „primary“ und „secondary identifiers“ unterschieden. Zur Identitätssicherung sollten regelmäßig ausschließlich die „primary methods of identification“ angewendet werden: Daktyloskopie, Zahnstatus und DNA-Analyse. Als „secondary identifiers“ werden jene Merkmale bezeichnet, die im deutschen Sprachgebrauch als „hinweisgebend auf eine Identität“ angeführt werden, z. B. Bekleidung, mitgeführte Gegenstände, äußere Merkmale oder bei der Obduktion ggf. erhobene Normvarianten oder pathologische Befunde [75].

Voraussetzung für die Identifizierungstätigkeit ist – noch mehr als in der alltäglichen Routine – eine enge, gewissenhafte Zusammenarbeit zwischen den Ermittlungsbehörden und den sachverständigen „externen“ Mitgliedern der IDKO, denn „die Würde aller von einer Katastrophe Betroffenen – auch die der Toten – geht durch die Katastrophe nicht verloren, sie relativiert sich nicht“ [164].

## 4 ZIELSETZUNG DER ARBEIT

Die Identifizierung unbekannter Verstorbener stellt eine überaus wichtige und oftmals herausfordernde Aufgabe für die Rechtsmedizin dar.

Ihre erfolgreiche Bewältigung erfordert eine enge Zusammenarbeit mit Ermittlungsbehörden und ggf. anderen medizinischen Fachrichtungen, um, abhängig von den Gegebenheiten, den im Einzelfall sichersten und effizientesten Identifizierungsweg zu finden.

Sie ist von großer Bedeutung für die Rechtssicherheit, stellt die Erfüllung einer ethisch-moralischen Verpflichtung gegenüber dem Verstorbenen dar und ermöglicht Lebenden, um einen verstorbenen Bekannten oder Angehörigen zu trauern. Denn Trauer erfordert Gewissheit.

Die im Folgenden vorgestellten Arbeiten sollen als Beitrag zu morphologischen Methoden der Identitätssicherung unbekannter Verstorbener verstanden werden.

Ziel war es,

- anhand konkreter Fälle und retrospektiver Untersuchungen die Bedeutung und Problematik der Identifizierung unbekannter Verstorbener aufzuzeigen,
- bestehende Methoden der morphologischen Identitätssicherung weiterzuentwickeln und
- neue technische Entwicklungen dazu zu nutzen, unbekannte Verstorbene möglichst rasch und gleichzeitig ausreichend sicher zu identifizieren.

## 5 EIGENE ARBEITEN

Bei den nachfolgenden Arbeiten handelt es sich um einen internationalen Buchbeitrag und neun Veröffentlichungen in anerkannten nationalen und internationalen Fachjournalen mit Peer Review-Verfahren:

Birngruber CG, Verhoff MA (2012) The color of human hair. In: Preedy VR (Hrsg.) Handbook of hair in health and disease. Wageningen Academic Publications, Wageningen, S. 30-49

Birngruber CG, Obert M, Ramsthaler F, Kreutz K, Verhoff MA (2011) Comparative dental radiographic identification using flat panel CT. Forensic Sci Int 209: e31-34

Birngruber CG, Kreutz K, Ramsthaler F, Krähhahn J, Verhoff MA (2010) Superimposition technique for skull identification with Afloat® software. Int J Legal Med 124: 471-475

Ondruschka B, Ramsthaler F, Birngruber CG (2017) Forensische Bedeutung von Körpermodifikationen. Rechtsmedizin 27: 443-451

Birngruber CG, Görner N, Ramsthaler R (2016) Über den Wert von Tätowierungen zur Identifizierung unbekannter Verstorbener am Beispiel gerichtlicher Leichenöffnungen im Institut für Rechtsmedizin Gießen. Arch Kriminol 237: 13-24

Birngruber CG, Ramsthaler F, Kettner M, Verhoff MA (2011) Superimposition ante- und postmortaler Bilder von Tätowierungen zur Identitätssicherung – ein Fallbericht. Arch Kriminol 227: 48-54

Merz M, Birngruber CG, Heidorn F, Ramsthaler F, Riße M, Kreutz K, Krähhahn J, Verhoff MA (2011) Kriterien einer „Wohnungsleiche“ – Literaturstudie zur Definition eines Fachbegriffs. Arch Kriminol: 228: 191-202

Merz M, Heidorn F, Birngruber CG, Ramsthaler F, Risse M, Kreutz K, Krähhahn J, Verhoff MA (2012) Definition der „Wohnungsleiche“ – Eine retrospektive Studie anhand von 211 Leichenfunden. Arch Kriminol 230: 115-127

Heidorn F, Birngruber CG, Ramsthaler F, Merz M, Riße M, Kreutz K, Krähhahn J, Verhoff MA (2011) Über den Wert des Schädel-Bild-Vergleichs zur Identifizierung sogenannter Wohnungsleichen. Arch Kriminol 228: 177-190

Birngruber CG, Felske-Zech H, Heidorn F, Zedler B, Holz F (2017) Identifizierungen unbekannter Leichen durch molekulargenetische Untersuchungen am Institut für Rechtsmedizin Gießen (2007-2016). Rechtsmedizin 27: doi: 10.1007/s00194-017-0218-2

## **5.1 Zur Individualspezifität der Haarfarben und ihrer Bedeutung für die Identifizierung**

Das menschliche Haar ist für die kriminalistische Spurenkunde und die Rechtsmedizin in vielerlei Hinsicht interessant. Neben forensisch-toxikologischen Untersuchungen sind Haare auch morphologischen und molekulargenetischen Untersuchungen zugänglich. Da jeder Mensch pro Tag durchschnittlich 100 Kopfhaare verliert, gehören Haare zu den häufigsten, an Leichenfund- bzw. Tatorten gesicherten Spuren.

Die Haarfarbe wird im Wesentlichen vom Melaningehalt im Haarschaft bestimmt und stellt ein identitätshinweisendes Merkmal dar. Durch makroskopische und mikroskopische Untersuchungen mit Vergleichshaaren können aufgefundene Haare ggf. einzelnen Individuen zugeordnet werden. Der Untersuchungserfolg ist jedoch stark von der Erfahrung des Untersuchers abhängig. Objektivierbare Vergleichsuntersuchungen können mittels molekulargenetischer Verfahren erfolgen, allerdings wird der Untersuchungserfolg limitiert durch den Gehalt amplifizierbarer DNA in den typischerweise telogenen, d.h. wurzellosen Spurenhaaren. Ein auf morphologischen Merkmalen basierendes „Pooling“ von Spurenhaaren, z. B. anhand der Haarfarbe, wäre eine Lösung, um über die größere Menge dann vorliegenden Untersuchungsmaterials die Erfolgchancen nachfolgender molekulargenetischer Untersuchungen zu erhöhen.

Eigene Untersuchungen mittels Spectral Imaging, d.h. einer Kombination aus digitaler Mikroskopie und Spektrometrie konnten zeigen, dass sich die Farbe der einzelnen Kopfhaare eines Menschen so stark voneinander unterscheiden kann, dass eine sichere Zuordnung zu einem einzelnen Individuum, und somit auch ein „Pooling“, nicht sicher möglich ist.

*Birngruber CG, Verhoff MA (2012) The color of human hair. In: Preedy VR (Hrsg.) Handbook of hair in health and disease. Wageningen Academic Publications, Wageningen, S. 30-49*

# Handbook of hair in health and disease

Edited by

**Professor Victor R. Preedy**

PhD DSc FRSPH FIBiol FRCPath

Human Health Handbooks no. 1

ISSN 2212-375X



*Wageningen Academic  
Publishers*

## Key facts

- Human hair color is determined by melanin pigments incorporated into the keratin of the hair shaft.
- Individual head hairs from the same individual can vary in color.
- Perceived hair color is the overall color impression created by the totality of individual head hair colors.
- Human head hair and body hair can differ significantly in color.
- Hairs are frequently found at crime scenes and are, therefore, important material evidence.
- Hair can be used to demonstrate the past consumption of drugs and medication.

## Summary points

- Human hair color is determined by melanin pigments incorporated into the keratin of the hair shaft.
- Hair color is determined by the mixing ratio of the blackish-brown eumelanin and the yellowish-red pheomelanin pigments.
- The genetic basis of hair color is improperly understood and subject of ongoing research.
- Human head hairs can show high intra-individual variability.
- A person's perceived hair color is the overall color impression created by the totality of individual head hair colors.
- Both overall hair color and the color of an individual hair can be determined through the comparison with a color scale or by colorimetric analysis.
- The shape and color of human body hair can not only differ from head hair in shape and color, it can also vary significantly from hair to hair.
- Hair evidence is frequently found at crime scenes.
- Both morphological methods and molecular genetic methods are used to associate evidentiary hair with suspects.
- Forensic toxicology tests on hair can demonstrate the past incorporation of chemical substances, such as drugs, into hair.

## 2. The color of human hair

Christoph G. Birngruber and Marcel A. Verhoff

Department of Legal Medicine, University of Gießen, Frankfurter Str. 58, 35392 Gießen, Germany; christoph.birngruber@forens.med.uni-giessen.de

### Abstract

The color of human hair is determined by melanin. Melanin is produced and packaged into membrane-enclosed melanosomes by melanocytes. The melanosomes are then embedded in a matrix of keratin-associated proteins in keratinocytes while these keratinize during hair growth. This results in a relatively uniform coloration of the entire hair shaft. Ultimately, hair color is a result of the mixing ratio of the two types of occurring melanin: the blackish-brown eumelanin and the yellowish-red pheomelanin. The genetics of hair color is still being researched. The melanocortin-1-receptor (MC1R) gene is an important component here because it plays a central role in regulating which type of melanin is produced. When the MC1R gene suffers a loss-of-function mutation, only pheomelanin is produced; this results in a red-headed, hard-to-tan phenotype. The production of both types of melanin is controlled by the rate-limiting enzyme tyrosinase. Tyrosinase activity is much higher in people with red or blond hair than in people with brown or black hair. In people with grey hair, tyrosinase activity is significantly reduced as a result of aging processes. Grey hair color is a product of residual melanin pigments in the hair shaft and the intrinsic color of keratin. A person's perceived hair color is the overall impression created by the totality of colors of individual (head) hairs, which can differ in color from hair to hair. A distinction is therefore made between the macroscopic determination of hair color from a whole head of hair, or strand of hair, and the microscopic determination of color from single hairs. In both cases, the classification of hair color can be made either by subjectively comparing the hair to color scales or by using colorimetric methods. Increasingly, artificially colored hair is sent in for examination. Artificial coloring can be recognized under the microscope. The shape and color of human body hair can be different from head hair and can also display considerable intra-individual variety. It is thus not possible to conclude the color of head hair from the color of pubic hair, for example, or *vice versa*. Every day, a person loses about 100 telogenic head hairs. It is thus not surprising that hair is the most common material evidence found at crime scenes, and identification methods that can associate evidential hair with the person it originated from rank highly in the forensic sciences. There are both morphological and molecular genetic methods available to individualize and associate hair with potential suspects. Determining hair color is an important aspect of the morphological examination.

**Keywords:** hair color, melanin, identification, forensic sciences

## **Abbreviations**

bp	Base pairs
DNA	Desoxyribonucleic acid
MCR1	Melanocortin-1-receptor
mtDNA	Mitochondrial DNA
nDNA	Nuclear DNA
SNP	Single nucleotide polymorphism
STR	Short tandem repeat

## **2.1 Introduction**

The presence of hair is a typical characteristic of all mammals. But while hair functions as a means of camouflage for most mammals, or as protection against predators and environmental influences, or as a means of regulating body temperature, these factors are not of predominant importance to modern human beings, even if they do still possess the same number of hair follicles as primates do. Indeed, if the fashion trends of the Western world are to be believed, then body hair occurring below the neckline is increasingly being viewed as both unaesthetic and unwelcome. At the same time, however, head hair – provided it is full enough – is considered by many to be a welcome, transformable, body-own fashion accessory, and even the old Egyptians and Romans already used lead-containing cosmetics to dye their hair. Apart from this fashion aspect, head hair is often used as a symbol to express affiliation with a certain group, tribe, or culture and is thus also accorded an important identity-creating role.

Nevertheless, even today, human body hair still has an often overlooked function that goes above and beyond its social functions. The hair on our head not only protects us from extreme exposure to sunlight, it also greatly increases the surface area available for transpiration. In the axillary and anogenital zones, the increase in surface area through body hair aids in the dispersal of pheromones to the surrounding world. And the hair of our eyebrows, eyelashes, and the external acoustic meatus serve to protect sensory organs, while nostril hair retards the flow of air we breathe in, allowing it to warm up, and also prevent the inhalation of larger-sized foreign particles.

The most important function of hair on the human body, however, is its tactile function. A dense net of nerve ends in the vicinity of the hair follicles not only innervate the vegetative nervous system, they also provide a heightened sense of touch, particularly on the face and in anogenital region.

### 2.2 Human hair

#### 2.2.1 Types of hair and development

Hair, like nails, sebaceous glands, and perspiratory glands, is an accessory epidermal structure. It develops in indentations of the epidermis known as hair follicles and can be found on the entire integument with the exception of a few areas, namely, the palms of the hands, the soles of the feet, and some areas of the external genitalia. Three types of hair can be distinguished on humans: lanugo hair, vellus hair, and terminal hair (Orfanos, 1991).

Lanugo hair is the hair found on fetuses. It starts growing during the 19<sup>th</sup> gestational week and is downy, lacks a medulla, and is only weakly pigmented. Perinatally, it is replaced by vellus or terminal hair.

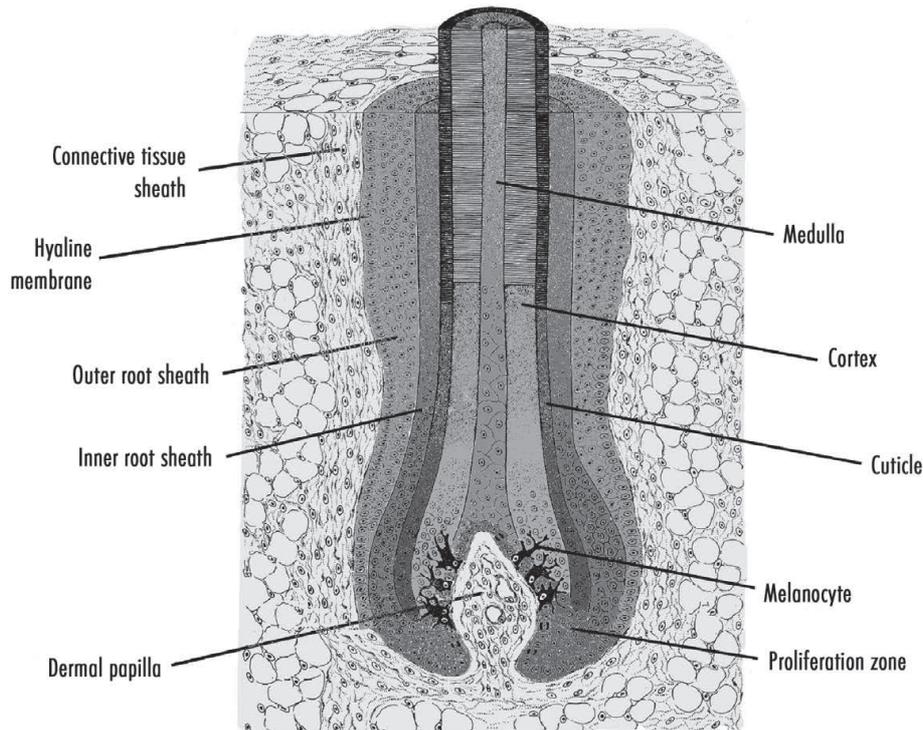
Vellus hair is the most common hair found on skin. It is the hair covering the human body as “peach fuzz”. It is usually soft, short, and mostly unpigmented.

Terminal hair is thick, may have a medulla, and can vary in length. Most terminal, or long hair, is found on the head, either as scalp hair or as secondary facial hair. However, the shorter, coarse, pubic and axillary hair, as well as bristly hair such as eyelashes, eyebrows, and the hair found in the nostrils and the outer ear canals are also terminal hair.

The type of hair growing from a specific hair follicle can change with time, and, in the course of a life, different hair types can develop from the same follicle. Sexual hormones, in particular, influence this development and are responsible for the development of secondary terminal hair in place of vellus hair during puberty. They can also effect the opposite development: for example, balding in men or *post-partum* balding in women, with vellus hair growing instead of terminal.

#### 2.2.2 Structure/anatomy

The human hair can be divided into a visible shaft protruding above the epidermis and a lower root (Figure 2.1). At its proximal end, the root enlarges into a structure known as the hair follicle bulb, which encloses the dermal papilla and its capillary loop like a cap. At a right angle to the direction of hair growth, an imaginary line, the line of Auber, separates the follicle bulb, at the widest part of the papilla, into an upper and a lower region. The region below the line of Auber is the germination center of the hair follicle and contains pluripotent matrix cells, which show high mitotic activity. This is the proliferation zone, containing undifferentiated source or matrix cells, from which the hair grows. The region in the vicinity of the papilla directly above the line of Auber is richly interspersed with melanocytes. These are similar in differentiation to the basal cell layer of the epidermis (Van Neste and Tobin, 2004). As the cells of the upper bulbar region get pushed upward by new cells proliferating from the matrix cells, they differentiate to form the different layers of the hair shaft and the inner root sheath. The degree of differentiation is determined by the relative position of the cells in the growing hair, with differentiation increasing



**Figure 2.1.** Longitudinal section through a hair follicle (Junqueira *et al.*, 2001, with permission of the publisher).

from the proximal (root) end to the distal (tip) end of the hair as differentiated cells get pushed in direction of the epidermis.

The matrix cells at the center of the follicle give rise to the most variable part of the hair shaft: the medulla. Medulla cells are rich in vacuoles and trichohyalin granules. As they become pushed upward towards the skin, they align vertically into columns or long rolls in the proximal region of the hair, with the alignment petering out towards the distal tip of the hair (Bandmann and Bosse, 1966). Here they are loosely arranged and elongate, with the number and size of the granules in the cells increasing, until, lastly, they keratinize and fuse to produce the tube-like medulla. In humans, the medulla can generally only be found in terminal hair, and, if present, can appear to be continuous, interrupted, or fragmented. Interruptions in the medulla may be due either to air-filled vacuoles, which are present in high number both in and outside of the cells, or to cortex cells, which are often pushed into the medulla. The medulla gives hair additional stability and improves its insulating quality through the air enclosed in it.

Moving outwards, the next layer in the hair shaft is the cortex, the main structural component of hair. The cortex is formed by spindle-shaped, keratinized cells, about 100  $\mu\text{m}$  in length and 5  $\mu\text{m}$  in width, that are aligned parallel to the length of the hair. The presence of keratin filaments in the cortex cells gives hair its toughness. The cortex also contains melanin granules. The number and kind of melanin granules in the cortex determine the color of the hair.

The outer layer of the hair encasing the cortex is the cuticle. The outermost coating of the cuticle is formed by several layers of flattened, scale-like, keratinized cells, measuring 0.5  $\mu\text{m}$  by 50  $\mu\text{m}$

## 2. The color of human hair

in diameter, that overlap in a roof-tile pattern, with the free scale edges oriented toward the distal hair tip. It is this outer layer of cells that gives human hair its characteristic surface structure.

The matrix cells at the periphery of the follicle bulb give rise to the inner root sheath, which, in a strict sense, does not count as part of the hair. Like the cuticle of the hair shaft, the inner root sheath is composed of keratinized, scale-like, cells that are arranged in a roof-tile pattern. However, in contrast to the cuticle cells, the keratinized cells of the inner root sheath are arranged so that their overlapping free edges are oriented towards the proximal root end of the bulb so that these two imbricate layers “snag” together and interlock to function as a guide sheath and anchor for the proximal hair shaft.

The hair root is enclosed in the outer root sheath and a network of circular and vertical connective tissue fibers along its entire length, and the outer root sheath is continuous with the epidermis. A thick basement membrane separates it from the fibrous capsule. The fibrous capsule itself is penetrated by numerous axons, which permit a highly sensitive innervation of the hair follicle.

In the outer root sheath there is an area called the bulge region to which the arrector pili muscle is attached. When this muscle contracts, the hair follicle, which is normally inclined at an angle of 70° in respect to the skin surface, is pulled up to become more perpendicular, while the skin surrounding the hair follicle is pulled inward: a result known as “goosebumps”. In addition, the muscle causes the sebaceous gland that is located in the vicinity, to release its contents, which protect the hair from dryness and other detrimental environmental influences.

### 2.2.3 Growth

Hair, in contrast to the epidermis, which is in a constant state of renewal and keratinization, does not grow continuously, but rather in distinct, clearly recognizable phases. The duration of these phases of hair growth varies with body region and has been best studied for scalp hair due to its cosmetic relevance. Unless otherwise stated, the following information thus pertains to the growth cycle times for head hair.

Hair growth already commences *in utero* with the first growth phase, the anagen phase. At birth, all head hair follicles are synchronized in the anagen phase, but the synchrony disappears during the first months after birth, and the typical adult mosaic pattern of hair follicles in different growth phases soon develops.

The anagen phase is the active hair growth phase and is characterized by high mitotic activity in the follicle. The follicle bulb is at its maximum size and encloses the dermal papilla, and the pluripotent stem cells in the matrix differentiate into the respective cell type layers as determined by their position. Large melanocytes, rich in melanin granules, can be seen at the center of the follicle bulb.

While the hair, along with the inner root sheath, grows towards the surface of the skin, it is keratinized. From the very beginning, dispersed strands of keratin can be seen in the developing keratocytes of the cuticle and the cortex; in addition, in the cortex cells, phagocytized melanin granules can be found. During keratinization, keratin strands in both the cortex and the cuticle cells are compressed into long longitudinal bundles of keratin fibers; all cell organelles, including the nucleus and mitochondria, are reabsorbed; and the space between the keratin bundles fills up with matrix proteins.

The main difference between the keratinization of the cortex and cuticle cells and that of the medulla and inner root sheath cells is that eosinophilic trichohyalin granules form the starting point for the keratinization of the latter two. The inner root sheath is fully keratinized up to the level of the bulge region, where it disintegrates. The degenerated inner root sheath cells mix with the oils from the sebaceous gland and are secreted along with these.

The length of the anagen growth phase already varies greatly for hair from different body areas, quite independent of other influencing factors. Head hair, for example, can remain in the anagen phase for as long as 7 years. For eyelashes, on the other hand, the anagen phase only lasts for a maximum of 150 days, and eyebrow hair only grow for 70 days, on average. Anagen phase lengths of 70, 140, and 130 days are given, respectively, for hair growing on the upper arms, hands, and thighs (Orfanos, 1991; Saitoh *et al.*, 1969).

The anagen phase is followed by the catagen phase, which only lasts for a short period of about two to three weeks. During this phase, the cells in the follicle bulb stop dividing, melanogenesis ceases, and the melanocytes dedifferentiate. The root sheaths and the fibrous parts of the follicle degenerate, and the follicle shrinks to about one-third of its original length. It no longer encases the dermal papilla at its proximal end and, instead, forms a club-like structure at the base of the hair, which is then described as a club hair.

The telogen phase is the mature, stable resting phase of the hair follicle. The follicle bulb no longer exists in its original shape, and the club cells at the bottom of the hair serve to anchor the hair in the outer root sheath. The outer root sheath encases the telogen hair shaft and is seen as the source for stem cells from which a new dermal papilla and new hair will develop. While body hair can remain in the telogen phase for as long as 6 years, the phase only lasts for about 3 months for head hair.

At the end of the telogen phase, a new follicle develops from the bulge region of the outer root sheath. The old hair remains in the sheath until it is displaced and pushed out by a newly grown anagen hair.

Of the approximately 1 million hair follicles located on the head, 86% are in the anagen growth phase, 1% is in the catagen phase, and 13% are in the telogen phase. It is assumed that an average number of 100,000 of these hairs are scalp hair and that about 100 hairs a day are lost (Orfanos, 1991).

Because the duration of the individual growth phases varies with body region, different growth rates can be found for hair from different body sites. While growth rates of 0.27 mm/d are given for the chin, 0.36 mm/d for the axillary region, 0.44 mm/d for the chest region, and 0.40 mm/d for the pubic region, the growth rates for scalp hair vary depending on which area of the scalp the hair is growing on, for example, with rates of 0.44 mm/d being given for the crown and 0.39 mm/d for the temple area (Orfanos, 1991; Saitoh *et al.*, 1969). As aging progresses, the activity of the hair follicles declines, and the average growth rate decreases. In addition, other factors such as ethnicity, general state of health, hormones, medication, and environmental pollutants affect hair growth.

### 2.3 The color of human hair

The overall impression of a person's hair color is, in part, determined by factors such as the prevailing light, i.e. brightness, spectrality of the incident light, the surface texture of the hair as a light-refracting surface, and the appearance of the medulla. The actual color, in the strict sense of the word, of a single hair is, however, primarily determined by the melanin pigments incorporated in the hair shaft. These pigments are predominantly found in the peripheral region of the cortex, where they are embedded in the cortex matrix proteins as melanin granules (Robertson, 1999).

#### 2.3.1 Melanocytes and the hair-cycle

During the anagen growth phase, melanin granules are produced in the follicle bulb by melanocytes that are located in the vicinity of the dermal papilla (Van Neste and Tobin, 2004). The melanin, which is responsible for hair color, is produced in the Golgi apparatuses of the melanocytes, which release membrane-enclosed melanosomes. These melanosomes are then passed along the dendrites of the melanocytes to neighboring cells in the proliferation zone. These neighboring cells are mainly keratinocytes that later develop into cortex cells. To a lesser extent, some melanosomes are taken up by medulla cells, and in rare cases also by cuticle cells. During the keratinization process, the melanosomes are embedded in the matrix of keratin-associated proteins, which leads to a fairly uniform pigmentation of the growing hair shaft (Tobin, 2008).

There are two different kinds of melanosomes: the eumelanosomes and the pheomelanosomes. Both the eumelanin and pheomelanin pigments are derived from tyrosine, a colorless amino acid. While both eumelanin and pheomelanin initially share a first step in their biosynthetic pathways, the pathways later diverge to produce the two kinds of melanin, with differing compositions, chemical characteristics, granule sizes, and color (Burchill *et al.*, 1991).

Eumelanin is rich in nitrogen, is dark-brown or black, and is insoluble in both acids and alkali. The eumelanin pigment granules found in the hair shaft have an ellipsoid shape and are approximately 1.0×0.4 μm large.

Pheomelanin, on the other hand, contains both nitrogen and sulfur, and is soluble in alkali. The granules are rounder than eumelanin granules and are reddish-brown to yellow.

### **2.3.2 Genetics**

Due to their complexity, the genetic factors influencing a person's hair color are not fully understood and are still subject of ongoing research. Although 90% of the world's population has dark hair (brown or black), the remaining 10% displays an enormous variety of hair colors, covering every shade from pale blond to flaming red in fluid transition. The changes in the mixing ratio of eumelanin to pheomelanin in these hair colors is found to be as fluid as the transitions in color. Provided hair is colored, both kinds of melanin can usually be found, and the final color of the hair depends on the quantity and the quality of the particular mixture of eumelanin and pheomelanin incorporated in the hair shaft (Rees, 2006; Tobin, 2008).

Important genetic factors influencing hair color are the MCR1 and the enzyme, tyrosinase. Both function as regulators during melanogenesis (Sturm, 2009).

MCR1 plays a central role in determining which of the two kinds of melanin are synthesized. Eurasian populations, in contrast to African populations, show a high degree of polymorphism in the DNA region coding for the MCR1 – a phenomenon that can be understood in terms of evolutionary history (Makova and Norton, 2005). When a loss-of-function mutation occurs in this coding gene, only pheomelanin is produced, with a resulting red-haired, hard-to-tan phenotype (Rees, 2006).

Tyrosinase is a transmembrane protein and, as a rate-limiting enzyme, it is essential to both the synthesis of eumelanin and pheomelanin (Oyehaug *et al.*, 2002). Tyrosinase activity is directly linked to hair color (Burchill *et al.*, 1991). Far higher enzyme activities are measured in follicles growing red hair than in follicles growing brown or black hair. Even blond-haired individuals show higher tyrosinase activities than brunette individuals. This implies that fair hair colors are not necessarily due to a low production of melanin, but rather that regulatory mechanisms affecting the polymerization or the exocytosis of melanin pigments must be active. By contrast, no tyrosinase activity is found for white hair and active melanocytes are missing. Mutations at the tyrosinase locus are known to be a possible cause for albinism. Unpigmented hair appears white due to the inherent color of keratin, along with light reflections off the visually empty vacuoles in the matrix of the hair shaft.

Grey hair appears grey for similar reasons: although grey hair follicles have melanocytes that still produce melanin, these melanocytes display a greatly reduced enzyme activity that manifests itself in the low number and small size of the melanosomes present. The grey color is thus due to a mix of residual melanin pigments in the hair shaft and the intrinsic color of keratin.

Reduced enzyme activity is closely linked to the process of aging, although the exact correlation is only improperly understood. The onset of greying varies greatly from individual to individual

## 2. The color of human hair

and is mainly influenced by genetics and ethnicity. On average, the age of onset of greying starts around the mid-30s for Caucasians, the late-30s for Mongolids, and the mid-40s for Negroids (Oyehaug *et al.*, 2002). As a rule of thumb, 50% of all people aged 50 will have 50% grey hair.

Notwithstanding challenges presented through changes in hair color through aging processes, the predictability of phenotypic hair color from the genotype is currently still being researched. Based on the study of 45 SNPs occurring in 12 genes involved in the regulation of hair color, a model could be constructed that can predict hair color with a prevalence-adjusted accuracy of 0.8 to 0.9 (Branicki *et al.*, 2011).

### 2.3.3 Macroscopic determination of color

The term colorimetry describes the science and technology used to describe and quantify human color perception. Three common methods that can be used are the visual comparison method, the tristimulus method, and the spectrophotometric method (Bohnert *et al.*, 1998).

The visual comparison method is a subjective method that is widely used in physical anthropology to determine color. The color of a sample (in our case a strand of hair) is directly compared to a color scale, such as the Fischer-Saller scale (Figure 2.2), and visually assessed. The Fischer-Saller scale is made up of thirty strands of human hair in different shades of color (Fischer and Saller,



**Figure 2.2.** The Fischer-Saller scale.

1928). The scale distinguishes the colors blond (letters A-G), blond-brown (H, J), brown (K-V), brown-black (W), black (X, Y), red (roman numerals I-IV), and faint red (V, VI). In principle, the color charts provided by hair cosmetics manufacturers can also be used for visual color determinations; however, these charts frequently use artificial hair and errors due to differences in material can creep in when they are used for color comparisons with real human hair.

For the tristimulus method, the object whose color is to be determined is illuminated with standard light and the light that is reflected back from the object is simultaneously measured by a combination of three photo sensors with standardized color filters (red, blue, green). By comparing these values with an internal standard, the color value can be determined.

The spectrophotometric method is similar to the tristimulus method, however, in contrast to the tristimulus method, this method records a complete spectral curve for the light reflected back from the object. After adjusting for white, the remission curve for the object or hair sample can then be calculated.

### **2.3.4 Microscopy**

Similar methods as for the macroscopic determination of color for hair strands can be used for the microscopic determination of color from single hairs. A useful color scale for this purpose would, for example, be that of Ogle and Fox (1998). In contrast to the hair of many animals, the human hair shaft is characterized by being homogeneously pigmented over its entire length. Under a light microscope, the distribution of melanin pigments in a cross-section of the cortex of a human hair can be assessed, along with the appearance of the medulla. Here, also, differences in hair from different body regions, or in hair from people of different ethnic groups becomes apparent.

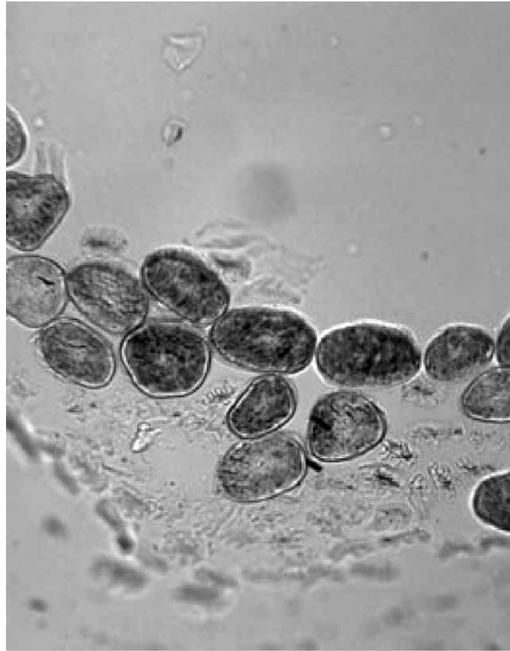
In Caucasians (Figure 2.3), the pigment granules are moderately dense with fairly even distribution, while Negroid hair (Figure 2.4) shows densely distributed pigment granules arranged in prominent clumps. In Mongoloid hair (Figure 2.5), the medulla is often broad and continuous, and the pigment granules are densely distributed and often arranged in large patchy clumps or streaks.

## **2.4 Forensic aspects of hair and hair color**

### **2.4.1 Examination methods for human hair**

Since every human being loses an average of 100 head hairs every day, head hair belongs to the most common kind of physical evidence found at crime scenes.

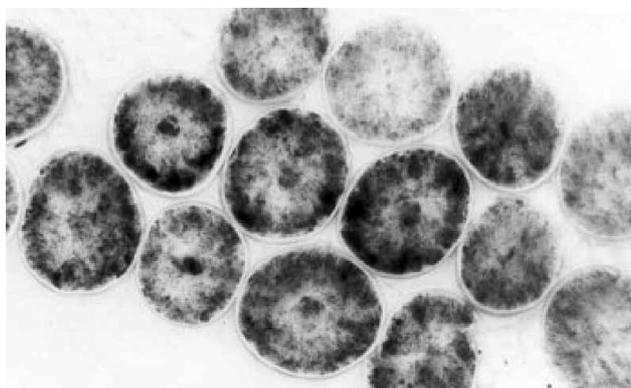
Mass spectrometry analysis is used to identify the occurrence of isotopes, such as those of oxygen, carbon, nitrogen, hydrogen, or sulfur, occurring in a hair sample. From the relative isotope ratios



**Figure 2.3.** Pigment distribution in a cross-section of a Caucasian hair (Deedrick and Koch, 2004, with kind permission of the FBI).



**Figure 2.4.** Pigment distribution in a cross-section of a Negroid hair (Deedrick and Koch, 2004, with kind permission of the FBI).



**Figure 2.5.** Pigment distribution in a cross-section of a Mongoloid hair (Deedrick and Koch, 2004, with kind permission of the FBI).

found in the hair sample, conclusions can be drawn about the person's geographic origin, or the region in which the person lived while the hair was growing.

Another available examination tool would be electron microscopy, which can, for example, be used to determine the *post mortem* interval from found hair. Furthermore, assessment of breakage or defects along the hair shaft can lead to the identification of impact tools used on victims of violence.

In addition, the hair itself can bear trace evidence, such as pollen, that can be analyzed for clues that can lead to the scene of crime in cases where corpses have been moved (Wiltshire, 2006).

Examination methods that can identify substances that have been incorporated into hair, as well as methods that can link hair to an individual hold a very important place in the forensic sciences. Hair pigmentation plays an important role in these examinations.

#### **2.4.2 Forensic toxicology analysis**

Hair testing became established as a complementary testing method to urine and blood tests after morphine was successfully demonstrated in the hair of heroin addicts in a radioimmunoassay over thirty years ago (Baumgartner *et al.*, 1979).

Currently, combinations of chromatographic and spectroscopic devices are used to detect chemical substances such as drugs or their metabolites. The advantage of testing hair is that drugs that were consumed in the past, and which can no longer be demonstrated in urine or blood tests, can still be demonstrated in hair samples. The testing of head hair, in particular, can not only demonstrate the kind and amount of incorporated substance, it can also roughly pinpoint when the substance was consumed. If a uniform growth rate of 1 cm per month for a head hair is assumed, then analyzing different segments of the hair shaft will show qualitative and quantitative chronological differences in the segments and can thus shed light on the pattern of substance use.

There are various incorporation models for the uptake of chemical substances into hair, all of which have in common that they accept that chemical substances or their metabolites are transported to the hair root by the bloodstream and are then incorporated into matrix cells and melanocytes during the keratinization process.

The extent to which these substances are incorporated in hair not only depends on the pattern and extent of substance use, but also largely on the chemical structure and pharmacokinetics of the consumed substance. With this in mind, special attention should be given to the interaction of chemical substances with melanin polymers: since substances such as neuroleptic drugs, tricyclic antidepressants, benzodiazepine compounds, amphetamines, opioids, and cocaine exhibit high affinity to melanin, these substances will be found in proportionally higher concentrations in more strongly pigmented hair. This applies not only to different individuals with different shades of hair color, but also to people who artificially alter the color of their hair, or parts thereof.

## 2. The color of human hair

Hair tests conducted on people who bleached parts of their hair after consuming heroin showed considerable variation in the drug concentrations between bleached and unbleached hair. The concentration of 6-acetyl-morphine in chemically bleached hair was up to 60% lower than the concentration found in unbleached hair.

Hair color and the amount of melanin present should thus be taken into consideration when interpreting such test results. This applies not only for court ordered hair tests, or occupational health tests monitoring people who handle potentially toxic substances, but also for tests assessing the compliance of patients on medication, and the so-called “Work Place Drug Testing” of employees or job applicants requested by some employers, a custom frequently practiced in the USA. The consumption of alcohol, a legal drug, can also be demonstrated in hair tests. Currently, the role of ethyl glucuronide, a byproduct of alcohol degradation that remains stable once it is incorporated into hair, is being studied. Unlike many other substances, the determination of the ethyl glucuronide concentration in hair does not have to take hair color into account in correctly interpreting the test results (Appenzeller *et al.*, 2007).

### 2.4.3 Individualizing examinations

Around the middle of the 19<sup>th</sup> century, standard forensic medicine literatures already noted that hair could, after appropriate examination, be used as evidence from which to draw conclusions about the person from whom it originated (Krahmer, 1857). Edgar Allen Poe even incorporated this topic in one of his short stories, “The murders in the Rue Morgue,” in which hair collected from the crime scene could be used to identify an orangutan as a two-time murderer.

Currently, there are two methods available that can shed light on the individual who left behind hair evidence: one is morphological examination of the hair, the other is DNA- analysis of the hair.

#### ***The morphological analysis of hair***

In 1861, Rudolf Virchow, while he was called on to be an expert witnesses in a murder case, was one of the first scientists to conduct a forensic hair examination, not, however, without drawing attention to the limited evidentiary value of the comparative morphological examinations that were customary at the time (Virchow, 1879). In the ensuing years, morphological hair analysis became a branch of the forensic sciences, and standard texts on hair morphology that were written at the time are still being cited in some more recent forensic textbooks (Lochte, 1936).

The morphological analysis of hair includes both a macroscopic and a microscopic examination. The methods and examination parameters used are, for example, described Robertson (1999), or by Ogle and Fox (1998). The initial step in a macroscopic examination is to measure the length of the straightened hair with a ruler, and then to assess its shape. Hair shape is described as being straight, curved, wavy, or curly and is determined from the intrinsic shape that the hair reassumes when it is placed on a smooth surface. The curvature of the hair is matched to the fitting curvature of a standardized circle: if, for example, the diameter of the standardized circle that matches the

curvature of the hair is greater than 80 cm, the hair is assumed to be straight; circle diameters of less than 20 cm indicate slightly curly hair; and diameters of less than 3 cm indicate extremely curly hair. Hair whose intrinsic shape resembles a sinus wave is considered to be wavy. Since the curvature of this type of hair keeps changing direction, it cannot be assessed by comparison with a standardized circle. The next step in the macroscopic examination is to assess the color of the hair under standardized, reproducible conditions, in particular with regard to the light source used. Annular light sources have the advantage of evenly illuminating the hair specimen. The hair color (e.g. pale blond, reddish-brown) and color saturation (light, medium, dark) can either be assessed separately, or comparison charts can be used.

During the subsequent microscopic examination of longitudinal and cross-sectional cuts through the hair, the color of the hair is described once again. In addition, the density and distribution of the pigmentation is assessed, along with the appearance of the pigment granules. Usually, the density, homogeneity, and shape (restiform or clumped together) of the pigment aggregates can easily be assessed with a light microscope, while individual granules can normally only be evaluated with an electron microscope. This applies particularly to the yellowish-red pheomelanin granules, which are much smaller than the brownish-black eumelanin granules.

The assessment of pigment distribution in the hair leads to a closer look at the individual structural components of the hair shaft in the longitudinal and cross-sectional cuts: the medulla, the cortex, and the cuticle.

The structure of the medulla can be continuous, interrupted, fragmented, or be missing. If a medulla is present, its density is assessed by determining how translucent it appears in the light microscope. If the medulla cannot be seen under the microscope, it could either be missing or be obscured by extremely dark pigmentation. In either case, it cannot then be assessed.

The cortex comprises the main part of the hair shaft and offers a number of characteristics, apart from incorporated pigments, that can be assessed.

After a general assessment of the texture of the cortex as homogeneous, fine, or grainy, the presence of cortical fusi or ovoid bodies should be noted. Cortical fusi are intercellular air spaces, or air inclusions, that assume a fusiform shape during the growth and keratinization process. They should not be confused with restiform pigment aggregates. Cortical fusi are most frequently found close to the root end of the hair shaft.

Ovoid bodies are clearly circumscribed, oval aggregates of melanin pigments, with a diameter of up to 20 μm. Because of their size, they are easy to distinguish from intracellular melanin granules; however, they, too, like other structures in the cortex, may be obscured by heavy pigmentation and may be hard to assess.

The cuticle is made up of flattened, scale-like cells that are arranged in a roof-tiled pattern, with the free edges of the scales oriented towards the hair tip. Although the cuticle's imbricate pattern is

## 2. The color of human hair

characteristic for humans, the pattern and shape of its scales alone cannot be used to individualize a hair. Nevertheless, a thorough examination of the hair surface is essential, since structural damage to the surface could be linked to environmental influences or cosmetic treatments, and thus impart important information about the individual whom the hair belonged to. In general, the cuticle is not pigmented, and if melanin enclosures are found they should be considered a rare and diagnostically valuable characteristic.

After the assessment of the individual structures in the hair shaft, the entire hair should be looked at again, and the hair diameter should be measured. Then the hair root and tip should be assessed. The diameter of a head hair not only varies from individual to individual, and from hair to hair, it also varies along its entire length, and diameter values range from 25 to 125  $\mu\text{m}$  (Bisbing, 1982). Despite this variability, the determination of the hair diameter is important because it is a means of distinguishing between hair from different body regions. A comparison of two hairs is only meaningful if they are both from the same body region. Furthermore, the cross-sectional shape of the hair should be noted, since it can point to its owner's ethnicity.

The tip of a healthy hair is usually slightly rounded. As in the assessment of the cuticle, damaged or split hair tips may indicate detrimental environmental influences, and a blunt hair tip may suggest that the hair was recently cut.

The appearance of the hair root indicates the growth phase in which the hair was when it was shed, or was pulled from the follicle, and is thus significant for a possibly ensuing molecular genetic analysis. In addition, certain hair diseases may cause structural root peculiarities that may be specific for an individual.

On the whole, however, the morphological analysis of hair is only of limited evidentiary value, and its outcome depends highly on the expertise of the examiner. Moreover, a large number of hairs from the individual in question should be available for comparisons. In 1977, Berg estimated that to obtain a fairly conclusive statement, evidentiary hair would have to be compared to at least 100 hairs taken from different areas of the suspect's head to accommodate for the variability found in hair (Berg, 1977).

### ***Molecular genetic analysis of hair***

Less than a decade after Berg, scientific progress opened up a new approach to identifying individuals from evidentiary hair. With the discovery of hypervariable DNA-segments and the "DNA fingerprint," the cornerstone was laid for DNA-databases as we know them today, and also hair, as potential source of DNA, entered into the focus of research (Higuchi *et al.*, 1988; Jeffreys *et al.*, 1985).

Nowadays, it would, in principle, be possible to individualize an evidentiary hair without prior macroscopic examination, as DNA-testing is feasible for even highly degraded evidence material and less than one nanogram of extracted nDNA (Amory *et al.*, 2007).

STRs, also known as microsatellites, are fundamental to modern, nuclear DNA-testing. STRs are tandem-like repeats of blocks of DNA, each about 2-7 bp long, that are dispersed along introns and the intergenic regions of the human genome, with its approximately  $3 \times 10^9$  bps. Because of their position along non-coding segments of the nDNA, STR systems are subject to mutation and recombination, but are not subject to selection, which works at the gene product level. As a result, STRs show a high degree of polymorphism, an ideal prerequisite for an individualizing examination.

Out of the wide variety of STR systems, about 100 autosomal and 15 Y-chromosomal systems have been validated for forensic purposes. For the purpose of forensic expert assessments, 15 autosomal and 8 Y-chromosomal STR systems are normally used. The goal of each particular analysis is to match an obtained, individual STR-profile from evidence with a comparison sample from a suspect, or in the case of a non-match to be able to exclude a suspect. The probability of a match between two samples depends on the systems being analyzed. Different STRs have different discriminatory capacities, depending on the population being examined, and when a profile composed of several autosomal STR-systems is analyzed, the discriminatory probabilities for the individual systems have to be multiplied. Thus, when the 8 STR systems that are validated for use in the DNA-database run by the German Federal Criminal Police Office are used, the probability that two randomly chosen people will have the same DNA profile is 1: 60 billion.

However, the comparison of a profile with a database is only possible if the nuclear DNA is in a condition that permits an analysis of the STR systems mentioned above. In concrete terms this means that a sufficient amount of high-molecular-weight nDNA has to be available for analysis. Due to the physiology of hair growth, this prerequisite is normally only given for hair that has been torn from the follicle in the anagen or early catagen phase, and for which suitable DNA can be found in the unkeratinized hair root cells or in the follicular tag. Microscopic examinations are essential here, since they permit a classification of the hair into a growth phase and help decide whether DNA-testing should be performed, and if so, which kind of DNA-analysis should be performed.

Because more than 90% of the evidentiary hair in forensic casework is telogenic hair, standard STR-analysis can only be performed in a few cases. Since telogenic hair lacks a follicular tag, and the telogenic hair root and keratinized hair shaft cells only contain fragmentary nDNA, a call for alternative DNA-testing methods is justified.

Although the analysis of alternative nDNA (mini) STR systems is possible, and the quest for better extraction and analysis methods has been the subject of ongoing research for years now, the use of mtDNA analysis for telogenic hair and hair shafts has prevailed. Because up to 10,000 mtDNA copies can be found per cell, the use of this method is indicated when only a few cells, or cells without intact nDNA, are available for analysis. Mitochondrial DNA is solely passed along through the maternal line and consists of a circular genome of about 16,000 bps. The displacement region (D-loop), of about 1,100 bps, is the pertinent region for mtDNA analysis. The mutation rate for mtDNA is ten times as high as the rate for nDNA, and the non-coding

D-loop contains three hypervariable regions (HVR I-III) that bear the sequence polymorphisms pertinent for forensic DNA-analyses and individualization.

In contrast to nDNA analysis, the statistical significance of an mtDNA analysis cannot simply be determined by multiplying the frequencies of particular individual systems, as only one kind of mtDNA is present in each cell, and the DNA is thus not subject to recombination. The frequency of observed sequence variations is therefore determined with the aid of reference databases, and the statistical significance of forensic mtDNA analysis is far lower than that for STR analysis using nDNA. However, because mtDNA analysis is mainly used when nDNA is unavailable – or is only available in small amounts, or in a highly degraded state, the usefulness of mtDNA analysis is undisputed. And despite the fact that the mtDNA-testing procedure is quite elaborate, the success rate for “problem cases” requiring the analysis of mtDNA from a single, telogenic hair is around 79% (Pfeiffer *et al.*, 1999).

### **Practical application**

The key to success in the evaluation of evidentiary hair lies in the combined use of morphological and molecular genetic individualization methods. Together, the methods independently contribute information about the phenotype and the genotype of the person the hair originated from. In addition, a morphological assessment of the histological condition of hair evidence can serve as a guide to whether or not DNA is present, and, if present, if it is in suitable condition for molecular genetic testing. It also allows a prediction of whether or not problems are to be expected during the testing procedure or in the evaluation. Furthermore, the morphological examination of hair can help reduce the number of suspects in cases with mixed hair evidence from several people. On the basis of distinct morphological features, hair can be sorted into pools of similar hair. This pooling can also help increase the source material for a STR analysis (Amory *et al.*, 2007). However, the success of a morphological hair examination depends largely on the examiner’s expertise. In addition, there is a risk of damaging or contaminating the DNA in hair samples while they are being prepared for the microscopic examination. This can compromise the success of subsequent DNA-testing. Birngruber *et al.* (2009) searched for an objective, contamination-free examination method that would allow the individualization, separation, and pooling of hair from mixed hair evidence left by several suspects. The researchers investigated whether spectral imaging could be used to objectively determine hair color as a specifically individualistic, identifying characteristic. Although the study revealed that spectral imaging does not offer the requisite certainty to associate single hairs with individuals, it succeeded in demonstrating that human hair exhibits high intra-individual color variations (Figure 2.6). In addition, the method could clearly identify artificially colored hair as such.

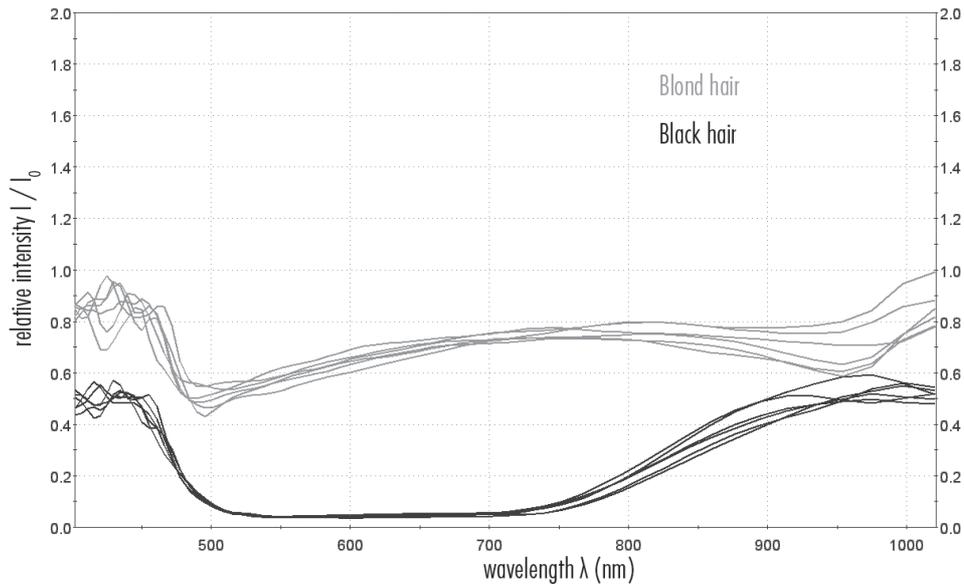


Figure 2.6. Transmission spectra of a blond and a black hair.

## References

- Amory, S., Keyser, C., Crubezy, E. and Ludes, B., 2007. STR typing of ancient DNA extracted from hair shafts of Siberian mummies. *Forensic Science International* 166, 218-229.
- Appenzeller, B.M., Schuman, M., Yegles, M. and Wennig, R., 2007. Ethyl glucuronide concentration in hair is not influenced by pigmentation. *Alcohol and Alcoholism* 42, 326-327.
- Bandmann, H.J. and Bosse, K., 1966. Histologie und Anatomie des Haarfollikels im Verlauf des Haarcyclus. *Archives of Dermatological Research* 227, 390-409.
- Baumgartner, A.M., Jones, P.F., Baumgartner, W.A. and Black, C.T., 1979. Radioimmunoassay of hair for determining opiate-abuse histories. *Journal of Nuclear Medicine* 20, 748-752.
- Berg, S., 1977. Der Identifizierungswert des menschlichen Haares. *Archiv für Kriminologie* 159, 65-73.
- Birngruber, C.G., Ramsthaler, F. and Verhoff, M.A., 2009. The color(s) of human hair - Forensic hair analysis with SpectraCube®. *Forensic Science International* 185, e19-e23.
- Bisbing, R.E., 1982. The forensic identification and association of human hair. In: Saferstein, R. (ed.) *Forensic science handbook*. Prentice Hall, Eaglewood Cliffs, NJ, USA, pp. 184-221.
- Bohnert, M., Vogt, S. and Weinmann, W., 1998. Farbmétrische Untersuchungen der menschlichen Kopfhaare. *Rechtsmedizin* 8, 207-211.
- Branicki, W., Liu, F., Van Duijn, K., Draus-Barini, J., Pośpiech, E., Walsh, S., Kupiec, T., Wojas-Pelc, A. and Kayser, M., 2011. Model-based prediction of human hair color using DNA variants. *Human Genetics* 129, 443-454.
- Burchill, S.A., Ito, S. and Thody, A.J., 1991. Tyrosinase expression and its relationship to eumelanin and pheomelanin synthesis in human hair follicles. *Journal of Dermatological Science* 2, 281-286.
- Deedrick, D.W. and Koch, S.L., 2004. *Microscopy of hair part 1: a practical guide and manual for human hairs*. Forensic Science Communications 6.
- Fischer, E. and Saller, K., 1928. Eine neue Haarfarbentafel. *Anthropologischer Anzeiger* 5, 238-244.

## 2. The color of human hair

- Higuchi, R., Von Beroldingen, C.H., Sensabaugh, G.F. and Erlich, H.A., 1988. DNA typing from single hairs. *Nature* 332, 543-546.
- Jeffreys, A.J., Wilson, V. and Thein, S.L., 1985. Hypervariable "minisatellite" regions in human DNA. *Nature* 314, 67-73.
- Junqueira, L.C., Carneiro, J. and Gratzl, M., 2001. *Histologie*. Springer, Heidelberg, Germany.
- Krahmer, L., 1857. *Handbuch der gerichtlichen Medizin für Aerzte und Juristen*. C. A. Schwetschke & Sohn, Braunschweig, Germany.
- Lochte, T., 1936. *Atlas der menschlichen und tierischen Haare*. Verlag Dr. Paul Schöps, Leipzig, Germany.
- Makova, K. and Norton, H., 2005. Worldwide polymorphism at the MC1R locus and normal pigmentation variation in humans. *Peptides* 26, 1901-1908.
- Ogle Jr., R.R. and Fox, M.J., 1998. *Atlas of human hair microscopic characteristics*. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- Orfanos, C.E. (ed.), 1991. *Haar und Haarkrankheiten*. Gustav Fischer, Stuttgart, Germany.
- Oyehaug, L., Plahte, E., Vage, D.I. and Omholt, S.W., 2002. The regulatory basis of melanogenic switching. *Journal of Theoretical Biology* 215, 449-468.
- Pfeiffer, H., Hühne, J., Ortman, C., Waterkamp, K. and Brinkmann, B., 1999. Mitochondrial DNA typing from human axillary, pubic and head hair shafts - success rates and sequence comparisons. *International Journal of Legal Medicine* 112, 287-290.
- Rees, J.L., 2006. The genetics of skin and hair pigmentation in man. *Experimental Dermatology* 15, 842-843.
- Robertson, J. (ed.), 1999. *Forensic examination of hair*. Taylor & Francis Forensic Science Series. Taylor & Francis, London, UK.
- Saitoh, M., Uzaka, M., Sakamoto, M. and Kobori, T., 1969. Rate of hair growth. In: Montagna, W. and Dobson, R.L. (eds.) *Advances in biology of skin*. IX. Hair growth. Pergamon Press, Oxford, UK, pp. 183-201.
- Sturm, R.A., 2009. Molecular genetics of human pigmentation diversity. *Human Molecular Genetics* 18, R9-R17.
- Tobin, D.J., 2008. Human hair pigmentation - biological aspects. *International Journal of Cosmetic Science* 30, 233-257.
- Van Neste, D. and Tobin, D.J., 2004. Hair cycle and hair pigmentation: dynamic interactions and changes associated with aging. *Micron* 35, 193-200.
- Virchow, R., 1879. Identität oder Nicht-Identität von Haaren. (Gerichtliches Gutachten von 1861) *Gesammelte Abhandlungen aus dem Gebiete der öffentlichen Medizin und der Seuchenlehre*, Band 2. Hirschwald, Berlin, Germany, pp. 552-556.
- Wiltshire, P.E., 2006. Hair as a source of forensic evidence in murder investigations. *Forensic Science International* 163, 241-248.

## **5.2 Zu Zahnarbeiten und radiologischen Untersuchungen zur Identifizierung**

Aufgrund der hohen Individualität des menschlichen Gebisses und seiner Widerstandskraft gegenüber äußeren Einflüssen stellt der Zahnstatus ein wertvolles Identifizierungsmerkmal dar.

Unter anderem können ante- und postmortale radiologische Zahnzielaufnahmen oder Orthopantomogramme miteinander verglichen, d. h. superprojiziert und hierüber ggf. die Identität eines unbekanntem Verstorbenen gesichert werden. Wie bei anderen Verfahren, die sich der sogenannten Röntgenvergleichsmethode bedienen, sind die sich einander entsprechenden Aufnahmeebenen der ante- und postmortalen Befunde wesentliche Voraussetzung für ihre Vergleichbarkeit.

In einem konkreten Fall, bei dem antemortale Röntgenaufnahmen zahnärztlich behandelter Zähne zur Verfügung standen, wurden zunächst postmortale Röntgenaufnahmen gefertigt, anhand derer eine positive Identifizierung oder ein Identitätsausschluss zunächst nicht möglich waren. Anschlussuntersuchungen mit einem klinischen MS-CT erbrachten aufgrund der nicht ausreichend detaillierten Darstellung identifizierungsrelevanter Merkmale keine zufriedenstellenden Befunde. Die dann erfolgte Anwendung eines hochauflösenden eLU-CT ermöglichte schließlich die positive Identifizierung mittels Superimposition der antemortalen Röntgenaufnahmen mit den postmortalen eLU-CT-Befunden.

Die Überlegenheit des eLU-CT gegenüber einem herkömmlichen klinischen MS-CT bei dental-radiologischen Vergleichsuntersuchungen wurde demonstriert. Das eLU-CT wurde im vorgestellten Fall erstmals überhaupt zur Identifizierung eines unbekanntem Verstorbenen mittels Superimposition radiologischer Zahnaufnahmen genutzt.

*Birngruber CG, Obert M, Ramsthaler F, Kreutz K, Verhoff MA (2011) Comparative dental radiographic identification using flat panel CT. Forensic Sci Int 209: e31-34*



## Case report

## Comparative dental radiographic identification using flat panel CT

Christoph G. Birngruber<sup>a</sup>, Martin Obert<sup>b</sup>, Frank Ramsthaler<sup>c</sup>, Kerstin Kreutz<sup>d</sup>, Marcel A. Verhoff<sup>a,\*</sup><sup>a</sup> Department of Legal Medicine, University of Gießen, Frankfurter Straße 58, D-35392 Gießen, Germany<sup>b</sup> Department of Neuroradiology, University Clinic of Gießen and Marburg, Klinikstraße 29, D-35385 Gießen, Germany<sup>c</sup> Department of Legal Medicine, University of Frankfurt/Main, Kennedyallee 104, D-60596 Frankfurt/Main, Germany<sup>d</sup> Institute of Forensic Anthropology, Hauptstraße 52, D-35435 Wetzlar, Germany

## ARTICLE INFO

## Article history:

Received 5 July 2010

Received in revised form 7 February 2011

Accepted 27 March 2011

## Keywords:

Dental radiographic identification

Comparative radiography

Flat panel CT

eLU-CT

Multi-slice computed tomography (MSCT)

Forensic osteology

## ABSTRACT

A skull without lower jaw was found and brought in for identification. It was suspected to be that of a man reported missing five years ago. An undated antemortem dental chart and two dental films of the 1st and 2nd dental quadrants, both taken about 4 years before the man went missing, were available for comparison. The method of choice in solving the identity question was comparative dental radiography. Despite numerous attempts, it was not possible to obtain radiographs of the upper jaw that duplicated the X-ray beam angulation of the antemortem dental films. The skull was thus scanned with a multislice computed tomography (MSCT) scanner, and virtual radiographs with the desired angulation were generated from the data with the maximum intensity projection (MIP) technique. The resulting virtual radiographs could, however, not be used for superimposition with the antemortem radiographs because of their poor resolution and the occurrence of artifacts caused by metallic dental fillings. The upper jaw was therefore scanned again, this time with a high resolution eLU-CT (eXplore Locus Ultra flat panel CT). The resulting eLU-CT datasets were visualized with the MIP technique and yielded virtual radiographs that could be compared with the antemortem radiographs. Positive identification could be assumed with near certainty after dental features could be matched in the superimposition of antemortem and postmortem radiographs. In the presented case, eLU-CT was used for the first time for a comparative dental radiographic identification.

© 2011 Elsevier Ireland Ltd. All rights reserved.

## 1. Introduction

Comparative dental radiographic identification has been an established method in forensic medicine and forensic osteology for decades [1,2].

In the forensic medical setting, computed tomography (CT) is increasingly gaining importance and new areas of use are being discovered [3–7]. Particularly when combined with other established identification methods, CT can lead to additional results that can simplify the identification of an unknown deceased person [8–10].

Recent studies have investigated the limitations and possibilities of using CT datasets to produce digital dental records, to differentiate filling materials, and to develop new dental radiographic identification methods [11–14].

We report a case in which flat-panel CT played a decisive role in the dental radiographic identification of a found skull by providing the postmortem radiographs needed for comparison with two antemortem dental films.

## 2. Case report

At the request of the law enforcement agency, a human skull that had been found without lower jaw was examined. It was to be clarified if the skull could be that of a man who had been reported missing 5 years earlier. At the time he was reported missing, the man was 42 years old and lived close to the location where the skull was found. An undated dental chart and two dental films, taken about four years before the man was reported missing, were available for radiographic comparison.

## 2.1. Findings

The macroscopic examination showed a solitary, skeletonized skull without lower jaw. Green algae and moss were visible on parts of the skull. In addition, earth adhered to sections of the skull, and, in a few areas, small roots were growing through it. On the whole, the skull was robust with a pronounced upper jaw. The gender-specific characteristics [15,16] unmistakably indicated the skull of a man. Both the ossification degree of the cranial sutures and the degree of abrasion on the teeth indicated that the individual had been a middle-aged adult. There were no signs of injury.

\* Corresponding author. Tel.: +49 641 99 41425; fax: +49 641 99 41419.  
E-mail address: [Marcel.A.Verhoff@forens.med.uni-giessen.de](mailto:Marcel.A.Verhoff@forens.med.uni-giessen.de) (M.A. Verhoff).



Fig. 1. Upper jaw of the found skull.

### 2.2. Comparison of the antemortem and the postmortem dental charts for the upper jaw

The undated, antemortem dental chart only recorded composite fillings in tooth 11 and tooth 21, as well as an all-metal crown on tooth 17.

During the postmortem examination of the upper jaw (Fig. 1), teeth 11, 12, 14, 15, 18, 21, 22, 25, and 28 were found to be missing and had manifestly been lost postmortem. Noticeable features were signs of advanced periodontitis, and diastemas between teeth 13 and 14 and teeth 23 and 24 (6 mm each). The following dental restorations were found for the teeth remaining in the skull: four punctiform amalgam fillings in tooth 16; an all-metal crown on tooth 17; a large amalgam filling (covering almost the entire center of the occlusal surface and running down into the middle region of the palatal surface) in tooth 26; a crescent-shaped amalgam filling in the occlusal surface, as well as a punctiform amalgam filling on the palatal surface, of tooth 27.

### 2.3. Comparative dental radiography

One of the antemortem dental films visualized teeth 16, 17, and 18. Tooth 16 was seen to have three to four punctiform radiopaque fillings, while a large filling, or partial crown, and three root fillings could be seen for tooth 17. The other dental film visualized teeth 24 through 28. Tooth 26 and 27 could be seen to have several highly distinctive, possibly overlapping, radiopaque fillings; in tooth 28, a small radiopaque filling was visible.

Two X-rays were initially taken of the skull in an attempt to duplicate the angulation of the X-ray beam on the antemortem dental films [1,2]. When this attempt proved unsuccessful, the beam angulation was corrected and two further X-rays were taken. Both this second, and a third attempt, also proved unsuccessful. None of the traditionally taken six radiographs yielded radiographic projections that could be superimposed on the original dental films. Neither did they yield any findings that would have ruled out identity straight away.

Therefore, the complete skull was scanned with a standard clinical multislice computed tomography scanner (LightSpeed<sup>16</sup>, GE Medical Systems, Milwaukee, WI) at 140 kVp and 100 mA in a new approach. An edge-enhancing “boneplus” reconstruction kernel was used to reconstruct the image data. The voxel size of the image data was 0.418 mm in the xy-plane with a slice thickness in the z-plane of 0.625 mm. The generated Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)-data was read into an image-processing workstation with OSIRIX software and analyzed. Three-dimensional images were created using the maximum-



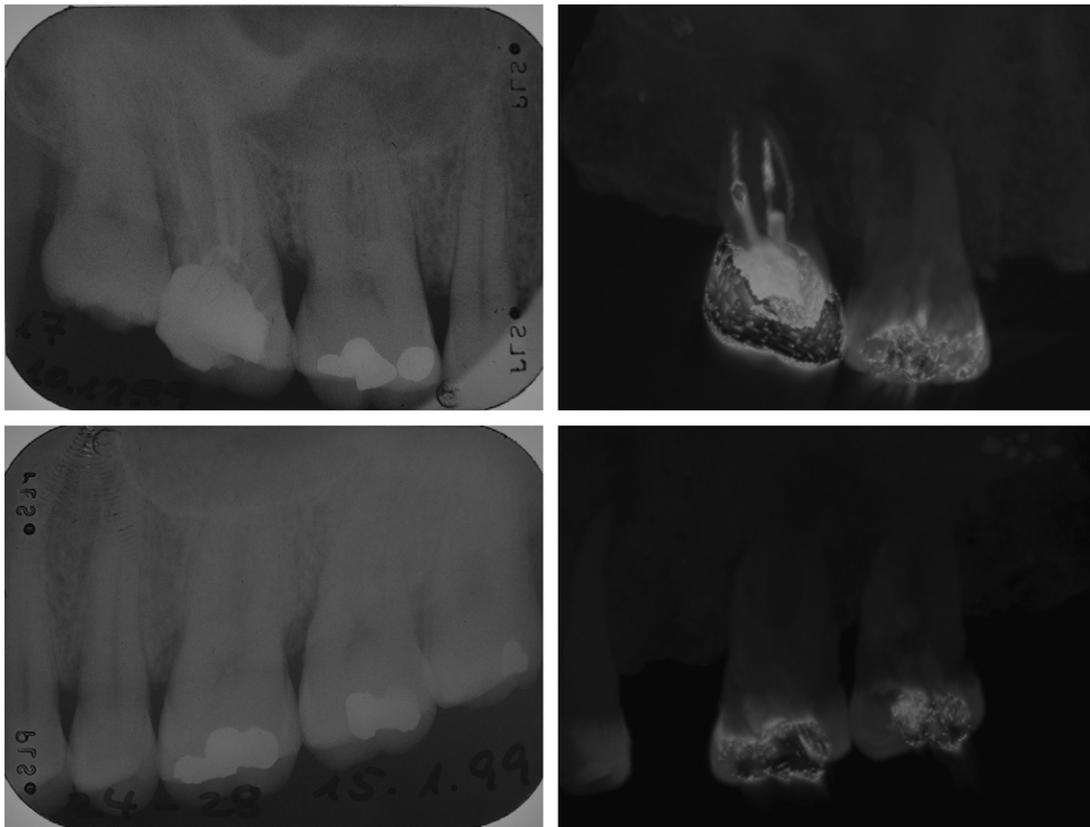
Fig. 2. Virtual radiograph generated from the MSCT dataset with MIP-technique and aligned to the beam angulation on the antemortem dental film of the 1st dental quadrant (compare Fig. 3, upper left). Although, for example, the root canal fillings in tooth 17 can be discerned, they cannot be seen in sufficient detail. The numerous foreign radiopaque particles that can be seen are adhering bits of earth and grains of sand.

intensity-projection modus (MIP) [17]. After cutting out one side each of the skull in frontal view, it was possible to generate a virtual X-ray beam angle that came close to the one on the antemortem radiographs (Fig. 2). The rendering of the bone structure was, however, not sufficiently detailed to allow a superimposition of the virtual and antemortem radiographs. In addition, the dental restorations were obscured by beam-hardening artifacts so that their shapes and contours could not be clearly assessed.

The upper jaw region of the skull was then scanned with a high resolution eLU-CT (eXplore Locus Ultra flat-panel CT) at 140 kVp and 10 mA [18,19]. The voxel sizes of the data set were 0.295 mm along all coordinates. The dataset was reconstructed using a standard kernel. Just as for the MSCT dataset, the generated DICOM data from the eLU-CT were read into a workstation with the OSIRIX software. Data of HU values larger than 6000 were removed from the image data set using a threshold option of the OSIRIX software. The resulting subset of the original image data set was then visualized as a MIP.

The two antemortem dental films were digitized and then displayed on a monitor in windows along with the virtual radiographs so that the MIP image of the respective dental quadrant could be aligned with the antemortem dental film tiled next to it. The resulting aligned image was then stored in an OSIRIX image file in lossless tif-format.

There was also some interference in the eLU-CT scans due to artifacts caused by metallic fillings, but these were decidedly less pronounced than for the MSCT scans and did not impede evaluation [13]. The radiographs reconstructed from the post-mortal eLU-CT scans and the digitized antemortem radiographs were superimposed using Photoshop<sup>®</sup> vers. CS4. Although some major restructuring of the upper jaw must have taken place after the antemortem radiographs had been taken, the dental features of interest could be matched in the superimposition. Thus, the fillings in teeth 16, 26, and 27 could be superimposed. The full-metal



**Fig. 3.** On the left: the two antemortem dental films. Top left, the radiograph from the 1st quadrant; below left, the radiograph from the 2nd quadrant. On the right: corresponding postmortem dental films generated from the eLU-CT datasets. In tooth sockets 18 and 28 foreign radiopaque particles, in this case earth or sand, can be seen.

crown on tooth 17 could not be found on the antemortem dental film; at the time the radiograph was taken, the tooth was still covered with a partial crown. Since a full metal crown is recorded for tooth 17 in the antemortem dental chart, this must be assumed to be of a later date than the radiographs. Tooth 17 must therefore have been fitted with a full metal crown at some point after the radiographs had been taken. The most ostensible match was the root canal fillings in tooth 17 (Fig. 3), even if the root-near part of the middle filling (of the three depicted root fillings) appears to be somewhat shorter in the postmortem image than in the antemortem image. On the basis of the matches found in the superimposition, positive identification was assumed with near certainty.

### 3. Discussion

For comparative radiographic identification [1,2,8] identical positioning of the corpse or skeleton with respect to the direction of the X-ray beam in both antemortem and postmortem images holds preference, where it can be achieved. This not only requires experience on the side of the examiner but also patience and minute attention to detail. If necessary, the alignment has to be changed minimally and X-rays have to be taken until the angle of the X-ray beam on the postmortem radiograph finally duplicates the angle on the antemortem radiographs.

Finding the correct X-ray angle for the postmortem radiographs can – as in this case – be very difficult, when antemortem radiographs were taken a long time before death and later remodeling of the bone, due to injury or loss of teeth, may have taken place. Producing numerous postmortem radiographs is time-intensive and expensive. It, therefore, appears highly attractive to only have to take one postmortem CT scan, which enables arbitrary

alignments of the image data by the application of 3D-image post processing methods and MIP techniques [17], to generate virtual radiographs. A further application of this method could be in situations in which antemortem radiographs are not yet available at the time of autopsy and for which postmortem radiographs could then be generated virtually in the correct angle when they are required, without the necessity of having to X-ray the corpse again.

In the reported case, datasets were first obtained with a MSCT scanner that was run with the minimal slice thickness currently possible. The bone structures were, nevertheless, still not rendered clear enough in the MIP-images to be of use for comparative radiography. In addition, the metallic materials in the restored teeth caused so many artifacts in the virtual radiographs that the restorations could not be compared with those on the antemortem radiographs. Although beam hardening artifacts can be minimized by the application of an extended CT scale technique, as shown by Jackowski et al. [11], this MSCT based method does not overcome the issues of ante and postmortem image superpositioning in instances where image resolution is critical.

Since both traditional radiography and the MSCT scan did not yield usable postmortem radiographs, a postmortem eLU-CT scan of the upper jaw region was used for the first time with the goal of reconstructing a usable radiograph with the MIP technique for comparative radiography. Prior to the generation of the MIP image, we applied an image segmentation and removed the brightest HU values, which minimized beam hardening artifacts caused by dental fillings. It was not only possible to duplicate the X-ray beam alignment of the antemortem radiographs with the flat-panel scan, but also to depict the bone structure well enough to allow a direct comparison between antemortem and postmortem radiographs. Although the metallic dental restorations also caused visible

artifacts in the eLU-CT scans, the shapes and contours of the restorations could still be assessed and be compared with those in the antemortem radiographs. The decisive match that indicated positive identification was that of the, highly distinctive, root canal fillings in tooth 17.

Our report shows that eLU-CT can contribute decisively to comparative dental radiographic identification work. High-detail radiographs with a virtual X-ray angle duplicating that found in antemortem radiographs can be generated and three-dimensionally aligned by applying a modified MIP technique to high-resolution eLU-CT datasets. In addition, dental restorations containing metallic materials cause significantly less artifacts in eLU-CT than in standard MSCT. A clear limitation of this method is that eLU-CTs are not commonly available and are also very expensive to buy. However, if a eLU-CT device is available, its use can significantly reduce the time required for a comparative dental radiographic identification because it eliminates the need for repeatedly taking postmortem images.

A study evaluating eLU-CT by comparing this new imaging technique with X-ray and MSCT – also with the application of extended CT scale technique – would be interesting. It is to be hoped that the resolution of future MSCT-apparatuses will continue to approach the resolution offered by eLU-CT.

#### Appendix A. Supplementary data

Supplementary data associated with this article can be found, in the online version, at [doi:10.1016/j.forsciint.2011.03.035](https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2011.03.035).

#### References

- [1] S. Oehmke, C. Birngruber, K. Kreutz, M.A. Verhoff, Initially suspected killing with a political background identified as accidental carbon monoxide poisoning, *Arch. Kriminol.* 215 (2005) 34–42.
- [2] M.A. Rothschild, B. Krug, T. Riepert, Postmortale Röntgendiagnostik in der Rechtsmedizin, *Rechtsmedizin* 11 (2001) 230–243.
- [3] F. Dedouit, N. Telmon, R. Costagliola, P. Otal, L.L. Florence, F. Joffre, D. Rouge, New identification possibilities with postmortem multislice computed tomography, *Int. J. Legal Med.* 121 (2007) 507–510.
- [4] F. Dedouit, N. Telmon, R. Costagliola, P. Otal, F. Joffre, D. Rouge, Virtual anthropology and forensic identification: report of one case, *Forensic Sci. Int.* 173 (2007) 182–187.
- [5] M. Hayakawa, S. Yamamoto, H. Motani, D. Yajima, Y. Sato, H. Iwase, Does imaging technology overcome problems of conventional postmortem examination? A trial of computed tomography imaging for postmortem examination, *Int. J. Legal Med.* 120 (2006) 24–26.
- [6] G.N. Rutty, P. Boyce, C.E. Robinson, A.J. Jeffery, B. Morgan, The role of computed tomography in terminal ballistic analysis, *Int. J. Legal Med.* 122 (2008) 1–5.
- [7] M.J. Thali, M. Braun, U. Buck, E. Aghayev, C. Jackowski, P. Vock, M. Sonnenschein, R. Dirnhofer, Virtopsy – scientific documentation, reconstruction and animation in forensic: individual and real 3D data based geo-metric approach including optical body/object surface and radiological CT/MRI scanning, *J. Forensic Sci.* 50 (2005) 428–442.
- [8] J.G. Clement, Mass disaster victim identification, *Forensic Sci. Int.*, (2010) withdrawn.
- [9] G.N. Rutty, C. Robinson, B. Morgan, S. Black, C. Adams, P. Webster, Fimagic: the United Kingdom disaster victim/forensic identification imaging system, *J. Forensic Sci.* 54 (2009) 1438–1442.
- [10] A.T. Uthman, N.H. Al-Rawi, A.S. Al-Naaimi, A.S. Tawfeeq, E.H. Suhail, Evaluation of frontal sinus and skull measurements using spiral CT scanning: an aid in unknown person identification, *Forensic Sci. Int.* 197 (2010) 124.e1–124.e7.
- [11] C. Jackowski, A. Lussi, M. Classens, T. Kilchoer, S. Bolliger, E. Aghayev, A. Criste, R. Dirnhofer, M.J. Thali, Extended CT scale overcomes restoration caused streak artifacts for dental identification in CT-3D color encoded automatic discrimination of dental restorations, *J. Comput. Assist. Tomogr.* 30 (2006) 510–513.
- [12] C. Jackowski, M. Wyss, A. Persson, M. Classens, M.J. Thali, A. Lussi, Ultra-high-resolution dual-source CT for forensic dental visualization-discrimination of ceramic and composite fillings, *Int. J. Legal Med.* 122 (2008) 301–307.
- [13] S. Kirchhoff, F. Fischer, G. Lindemaier, P. Herzog, C. Kirchhoff, C. Becker, J. Bark, M.F. Reiser, W. Eisenmenger, Is post-mortem CT of the dentition adequate for correct forensic identification?: comparison of dental computed tomography and visual dental record, *Int. J. Legal Med.* 122 (2008) 471–479.
- [14] S. Tohnak, A.J. Mehnert, M. Mahoney, S. Crozier, Synthesizing dental radiographs for human identification, *J. Dent. Res.* 86 (2007) 1057–1062.
- [15] F. Ramsthaler, M. Kettner, A. Gehl, M.A. Verhoff, Digital forensic osteology: morphological sexing of skeletal remains using volume-rendered cranial CT scans, *Forensic Sci. Int.* 195 (2010) 148–152.
- [16] F. Ramsthaler, K. Kreutz, M.A. Verhoff, Accuracy of metric sex analysis of skeletal remains using Fordisc based on a recent skull collection, *Int. J. Legal Med.* 121 (2007) 477–482.
- [17] C. Jackowski, E. Aghayev, M. Sonnenschein, R. Dirnhofer, M.J. Thali, Maximum intensity projection of cranial computed tomography data for dental identification, *Int. J. Legal Med.* 120 (2006) 165–167.
- [18] M.A. Verhoff, B. Karger, F. Ramsthaler, M. Obert, Investigations on an isolated skull with gunshot wounds using flat-panel CT, *Int. J. Legal Med.* 122 (2008) 441–445.
- [19] M.A. Verhoff, M. Obert, S. Harth, C. Reuß, B. Karger, B. Lazarova, J. Krähahn, F. Ramsthaler, H. Traupe, Flat-Panel-Computertomographie in der Rechtsmedizin, *Rechtsmedizin* 18 (2008) 242–246.

### **5.3 Zum Schädel-Bild-Vergleich zur Identitätssicherung**

Der Schädel-Bild-Vergleich stellt eine Methode der Identitätssicherung dar, die insbesondere dann Anwendung findet, wenn antemortales Vergleichsmaterial für molekulargenetische Untersuchungen oder antemortale Daten zum Zahnstatus des Verstorbenen fehlen oder nicht verfügbar sind.

Beim Schädel-Bild-Vergleich erfolgt die Identitätssicherung durch Vergleich des Schädels mit einem zu Lebzeiten erstellten Bild der Person, von der der Schädel stammen soll. Grundlage der Methode bildet die Tatsache, dass der Schädel gegenüber z. B. durch Alter und Lebenswandel auftretenden morphologischen Veränderungen äußerst robust ist. An anthropologisch definierten Punkten auf dem mazerierten Schädel werden Markierungen aufgebracht, die den jeweiligen mittleren Weichteildicken entsprechen. Dann wird der Schädel entsprechend des antemortalen Vergleichsbildes ausgerichtet, anschließend die Superimposition durchgeführt. Bei einer Deckungsgleichheit der anatomischen Strukturen und der Weichteilmarkierungen auf dem Vergleichsbild gilt die Identität als gesichert.

Basierend auf etablierten Methoden wurde ein neues Vorgehen entwickelt, das unter Verwendung einer digitalen Spiegelreflexkamera, eines Computers und einer frei verfügbaren Software eine einfachere, korrekte Ausrichtung des Schädels und einen praktikablen, kostengünstigen und qualitativ hochwertigen Schädel-Bild-Vergleich ermöglicht.

*Birngruber CG, Kreutz K, Ramsthaler F, Krähahn J, Verhoff MA (2010) Superimposition technique for skull identification with Afloat® software. Int J Legal Med 124: 471-475*

# Superimposition technique for skull identification with Afloat® software

Christoph G. Birngruber · Kerstin Kreutz ·  
Frank Ramsthaler · Jonathan Krähahn ·  
Marcel A. Verhoff

Received: 7 April 2010 / Accepted: 6 July 2010 / Published online: 22 July 2010  
© Springer-Verlag 2010

**Abstract** The craniofacial superimposition technique is still an important way of identifying skulls when there is no reference sample for a forensic DNA analysis, when DNA typing from remaining tissue samples has failed, or when antemortem dental records are not available. Through the widespread use of digital photography, the probability of portrait photographs of the missing person being available for comparison is reasonably high. We present a superimposition technique that is inexpensive, since it uses a free software tool compatible with the soft-and hardware components already being used in many facilities. Into the bargain, this technique yields high-quality results.

**Keywords** Superimposition · Skull identification · Afloat · Live view · Forensic anthropology

## Introduction

When the skull of an unknown person is found, the methods available for establishing identity are forensic odontostomatology [16, 20], molecular genetics [15], and craniofacial superimposition [17]. The aim is to establish whether the skull could be that of a person reported missing. To that end, reference material dating from the lifetime of the missing person is gathered. The craniofacial superimposition technique requires a portrait photograph of the missing person. In this age of digital photography [23], with the resultant mass of photos taken of individual people, this prerequisite—the availability of a current, usable photo—can usually be fulfilled without problem, depending, of course, on the period of time that has elapsed between the missing report and the finding of the skull.

The different techniques of superimposing a portrait photo on a skull have changed, or have been modified, in the course of time, and with the advent of new technologies.

Obtaining an image of the skull which is correctly aligned to match the orientation of the face in the antemortem, portrait photograph is essential for the craniofacial superimposition technique. In 1959, Grüner and Reinhard presented a “photographic method for skull identification” that guaranteed correct skull alignment through the use of a so-called optical bank, in which superimposition of skull and photograph was achieved through double exposure of a 35-mm film [7]. In the course of time, this method was modified so that less tools were required, and the optical bank was no longer necessary [8].

Helmer and Grüner [10] used a video image mixing device to further modify the method. Images of both the

---

C. G. Birngruber · J. Krähahn · M. A. Verhoff (✉)  
Department of Legal Medicine, University of Giessen,  
Frankfurter Strasse 58,  
35392 Giessen, Germany  
e-mail: Marcel.A.Verhoff@forens.med.uni-giessen.de

K. Kreutz  
Institute of Forensic Anthropology,  
Kronzenborner Weg 14,  
35435 Wettenberg, Germany

F. Ramsthaler  
Department of Legal Medicine, University of Frankfurt/Main,  
Kennedyallee 104,  
60596 Frankfurt/Main, Germany

skull and the photograph were acquired by two separate TV cameras and were then displayed on a TV monitor with the aid of a video mixing device. For the first time, this allowed the alignment of the skull with the photograph in live view [11]. The skull–portrait superimposition displayed on the TV screen was then documented by photographing the image off the monitor.

This technique was still being used in a publication from 2008 [6]. The expensive TV cameras had, however, been replaced by two commercially available video cameras, and the analog camera had been replaced by a computer with image capturing software.

Once a photograph of the aligned skull has been acquired, superimposition can be performed digitally with modern image editing software [21]. However, to date, it was not possible to align the skull with a super-projected image of the portrait photo in live view. At best, it was possible to tile the live view image of the skull next to the portrait image on the same screen.

Other approaches first digitized the skull in 3D to then virtually align it to the portrait photo [3, 5]. There has also been work on algorithms that would enable software to automatically align the images [13].

In a direct superimposition of skull and portrait, significant obvious disparities can lead to an exclusion of identity. In cases where identity is to be established, tissue markers with the expected average soft tissue depth have to be glued to the “landmark” sites on the skull; these tissue markers then also have to align with the contours of the face in the portrait photo [9]. The average soft tissue thickness expected is determined by age and gender. A further factor determining the average and the actual facial tissue thickness is ethnicity and genetics, respectively [2, 18, 19]. By keeping the possible extreme values for each landmark in mind, the nutritional status of the person in the portrait photo can be taken into account [9].

There is recurrent discussion about the way the averages for facial soft tissue thickness are obtained. The first approach, historic, was to measure a series of skulls and a series of faces of living persons as a means of comparison. The resulting difference in the averages for each landmark site was used as the value for the facial soft tissue thickness of that site [4]. First, direct measurements of facial tissue thickness were taken from the dead: for this purpose, a knife, whose blade had been filed blunt at the tip, was poked into the tissue over the landmark site until it hit the bone; the depth of penetration was then recorded [27]. Artifacts due to the supine position of the subjects occurred in this method, just as they still do in measurements taken from postmortem, and *in vivo*, CT or MRT scans [12, 18]. While sonography is a suitable method for obtaining facial soft tissue thickness values from seated living persons, artifacts due to the surface pressure can occur. However, in

view of the high inter-individual variability of soft tissue thickness values, the influence of such, relatively minor, systematic measurement errors during data collection should not call the use of these values in practice into question. The actual differences in the thickness of soft facial tissues due to gender, age, ethnicity, state of health, and personal life circumstances are greater than measurement errors incurred in the calculation of average tissue thickness [14].

In the following case report, we illustrate how it is possible to achieve an optimal live view alignment of a skull with tissue depth markers to a reference portrait prior to photographing it for the superimposition technique by using Afloat® freeware. The technique does not require a complicated equipment setup.

### Case report

During a police investigation in January, a partially skeletonized corpse was found in a garden hut. There was suspicion that it could be the corpse of a 56-year-old man who had been reported missing 9 months earlier. An antemortem DNA profile from the man and a portrait photograph were available for comparison. Dental records could not be obtained.

Autopsy revealed that the corpse was greatly affected by autolysis, putrefaction, and insect damage. The skin was mummified in parts, and adipocere had developed in some of the soft tissues. The organs had been reduced to small amounts of sticky paste. Hide beetles, maggots, flies, and numerous empty pupal cases could be found on the corpse. There was no indication of bony injuries. Bone characteristics indicated that the individual had most probably been a middle-aged to older male. The teeth, of which many were missing, were strongly abraded, and the partial dentures found on the upper and lower jaw had almost been worn down to the plastic base in places, similar to the wear that is observed after decades of use. The skull and jaw were macerated and stored for further examination.

Several attempts at obtaining a DNA profile from the tissue samples collected during autopsy were fruitless.

### Materials and methods

#### Reference photograph

The reference portrait photograph had been taken by a police records department approximately 17 years before the man was reported missing. The photo was taken in left half-profile, with the head slightly inclined to the right and lifted somewhat above the Frankfurt

horizontal plane (Fig. 2). The proportions of the face did not reveal any indication of the so-called nearness, or “dog nose” effect [25, 26]. The 9×12.5-cm photo was scanned at a resolution of 600 dpi for further digital processing.

#### Preparation of the skull

The skull and lower jaw were cleaned of all remaining soft tissues and then macerated by being placed in an enzyme solution (per 7 l of water: 105 g sodium chloride; in addition, 35 g Papain, 7 g Mollescal C, 7 g Supralan 67, and 7 g Supralan UF (all from Bauer Handels GmbH, Adetswil, Schweiz) were added; the solution was buffered with sodium carbonate to maintain a pH value between 7 and 8.5) for 7 and 5 days, respectively. Loose teeth were glued into their sockets, and the partial dentures on the upper and lower jaw were fixed into place. A self-adhesive spacer was inserted into the temporomandibular joint, and the lower jaw was tied to the skull with packthread. Fifty-three markers, which had been previously fashioned to indicate the average facial soft tissue depth given in the literature, were glued to the skull to mark the tissue depth at each anthropological landmark site [9]. In conclusion, the skull was fixed on a craniophor.

#### Afloat® software

Afloat® is free software that can be downloaded from the internet [1]. It only runs on Macintosh operating systems Mac OS X 10.5 or higher. Afloat® permits the depiction of all programs created with the Cocoa application programming interface in varying stages of transparency and also allows overlaying, or floating, a window on top of all others. Among other features, Afloat® can change the

depiction mode of Adobe Photoshop CS4 and the OS X Preview program.

#### Obtaining an aligned photograph of the skull for the superimposition technique

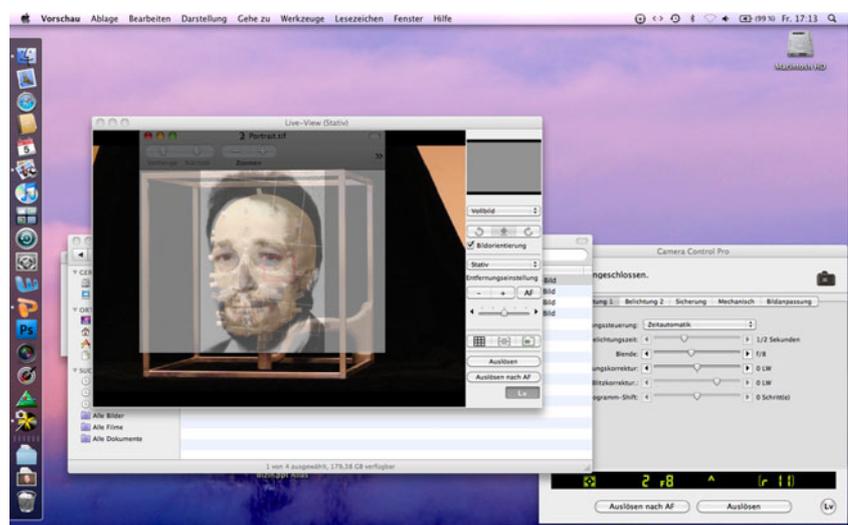
The skull was positioned at a distance of 2 m in front of a Nikon Model D 300 camera with a 90-mm prime lens. The camera image was displayed in live view mode on the computer screen using the Camera Control Pro (v. 2.7.0) software from Nikon. Then the window with the digitized portrait image, which had been opened with Preview and could be scaled for size, was made semi-transparent and floated over the live view window showing the skull with the Afloat® (v. 2.1) software (Fig. 1). In the live view window, the skull with the tissue markers could then be aligned along the anatomical axes to match the orientation of the portrait in the overlying window. The skull that had been thus aligned to the reference portrait was then photographed to obtain an aligned skull image for the superimposition technique.

#### Comparison

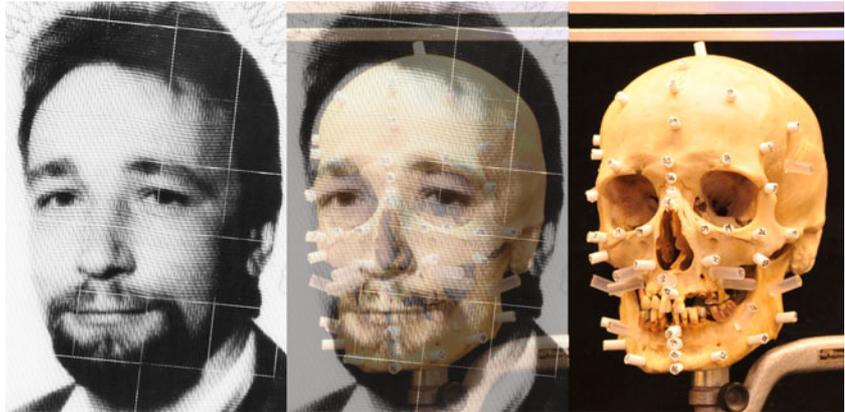
First, all conspicuous morphological characteristics apparent on the portrait were noted. These characteristics were then looked for both directly on the skull and on the image of the aligned skull.

The portrait image and the image of the aligned skull were opened in a common Photoshop CS4 file and were projected on top of each other. The portrait photograph was floated over the skull image in different stages of semi-transparency. In this view, the pictures were scaled for size, while keeping the proportions constant. Appropriate scaling of the photographs was determined with the aid of

**Fig. 1** Screenshot with Camera Control Pro and Preview software. Semi-transparent depiction through Afloat®



**Fig. 2** *Left* portrait photograph. *Right* photograph of the aligned skull. *Middle* superimposition with Photoshop



orientation lines along the root of the nose, the floor of the nose, the bridge of the nose, and the assumed position of the mouth.

## Results

When the portrait image and the image of the aligned skull (Fig. 2) were compared at the right scale, conspicuous morphological matches were found: a high, slightly rounded forehead, the general length and width of the face, a pronounced glabella, the deviation of the bridge of the nose to the left, and a robust lower jaw. Furthermore, the facial proportionality of the portrait and the aligned skull (Fig. 2) was in accordance for horizontal lines drawn through the middle of the eyes, the spina nasalis, and the mouth. During superimposition, the aligned skull image could be completely fitted into the face in the portrait image. The tissue markers on the right side of the forehead and cheek exactly matched the contours of the portrait; they only jutted out a little over the edges of the portrait in the right-hand region of the lower jaw (Fig. 2).

## Discussion

Being able to align a skull in live view with a semi-transparent image of the reference portrait floated over it enormously facilitates obtaining a skull image that can be used for the superimposition identification technique. The first version of this technique was Helmer and Grüner's video-mixing technique [10, 11]. An economical modification of the technique using currently available video and computer technology was presented by Fenton et al. in 2008 [6]. The main disadvantage of this technique is, however, that the resolution is limited by the video format—at least for the image of the skull.

So far, there was no technological solution for the alignment of a skull photograph with the high resolution

typical for a digital reflex camera to an overlaid portrait photograph in live view. In the past few years, leading camera manufacturers have increasingly brought digital reflex cameras with a live view function onto the market. Canon even supplies camera control software along with many of its models that allows the display of live images on a computer screen. This function has now been available for several years for many of Canon's compact cameras. For Nikon, the Camera Control Pro software used in this case has to be purchased separately.

To date, the super-projection of a photograph onto the live view image from a camera was impossible. The only option so far was to tile a portrait image next to the live view image on the same computer screen. An exact alignment of the skull, comparable to that achieved by superimposition, was impossible. Now, the Afloat<sup>®</sup> software, which runs on the Macintosh operating systems Mac OS X 10.5 or higher, and which is a Cocoa extender that can make a window transparent and overlay, or float, over all other windows, offers a technical solution to this problem. What is amazing is that this valuable tool is freeware. In effect, this means that users who are already working with an Apple computer, and have a digital camera, only need to acquire the necessary camera control software—provided this wasn't supplied along with the camera—to complete the equipment setup for the technique we are introducing here. Our technique yields high-quality images of the skull in the same orientation as the reference portrait photograph. By contrast, approaches which digitize the skull in 3D [5] are not only far more elaborate and expensive, they also yield lower quality images of the skull than the technique presented here. Despite the concessions that need to be made to poorer resolution, the 3D reconstruction of a skull from a postmortem CT scan [22, 24] does offer the advantage that the skull does not have to be macerated first. This advantage can be essential when results are needed fast. On the other hand, the 3-D reconstruction method requires a sufficiently high resolution of CT data sets [24] and the availability of a CT

scanner for the postmortem CT scan—a prerequisite that perhaps not every facility can fulfill.

## Conclusion

In combination with a live view-capable digital reflex camera, camera control software, and a Macintosh computer, the Afloat® freeware allows the alignment of a skull to a superimposed reference portrait image prior to photographing. With this simple and inexpensive method, high-quality images of an unidentified skull can be obtained in the orientation required for superimposition with a reference portrait.

## Dedication

This paper is dedicated to Prof. Dr. med. Richard Helmer, a pioneer of modern skull identification and founder of the International Association of Craniofacial Identification, who died on January 23, 2010.

## References

1. Afloat® ([http://www.apple.com/downloads/macosx/productivity\\_tools/afloat.html](http://www.apple.com/downloads/macosx/productivity_tools/afloat.html))
2. Aulsebrook WA, Becker PJ, Iscan MY (1996) Facial soft-tissue thickness in the adult male Zulu. *Forensic Sci Int* 79:83–102
3. Benazzi S, Stansfield E, Milani C, Gruppioni G (2009) Geometric morphometric methods for three-dimensional virtual reconstruction of a fragmented cranium: the case of Angelo Poliziano. *Int J Leg Med* 123:333–344
4. Broca M (1868) Comparaison des indices céphaliques sur le vivant et sur le squelette. *Bull Soc Anthropol Paris* 2:25–32
5. Eliasova H, Krsek P (2007) Superimposition and projective transformation of 3D object. *Forensic Sci Int* 167:146–153
6. Fenton TW, Heard AN, Sauer NJ (2008) Skull-photo superimposition and border deaths: identification through exclusion and the failure to exclude. *J Forensic Sci* 53:34–40
7. Grüner O, Reinhard R (1959) Ein photographisches Verfahren zur Schädelidentifizierung. *Dtsch Z Gesamte Gerichtl Med* 47:247–256
8. Grüner O, Schulz G (1969) Über eine Vereinfachung der photographischen Schädelidentifizierung. *Beitr Gerichtl Med* 26:132–137
9. Helmer R (1984) Schädelidentifizierung durch elektronische Bildmischung. Zugleich ein Beitrag zur Konstitutionsbiometrie und Dickenmessung der Gesichtswichteile, Kriminalistik Verlag, Heidelberg
10. Helmer R, Grüner O (1977) Vereinfachte Schädelidentifizierung nach dem Superprojektionsverfahren mit Hilfe einer Video-Anlage. *Z Rechtsmedizin* 80:183–187
11. Helmer R, Grüner O (1977) Schädelidentifizierung durch Superprojektion nach dem Verfahren der elektronischen Bildmischung. Modifiziert zum Trickbild-Differenz-Verfahren 80:189–190
12. Helmer R, Koschorek F, Terwey B, Frauen T (1986) Dickenmessung der Gesichtswichteile mit Hilfe der Kernspintomografie zum Zwecke der Identifizierung. *Arch Kriminol* 178:139–150
13. Ibanez O, Cordon O, Damas S, Santamaría J (2009) An experimental study on the applicability of evolutionary algorithms to craniofacial superimposition in forensic identification. *Inf Sci* 179:3998–4028
14. Iscan MY, Helmer RP (eds) (1993) *Forensic analysis of the skull. Craniofacial analysis, reconstruction, and identification*. Wiley-Liss, New York
15. Kim JJ, Han BG, Lee HI, Yoo HW, Lee JK (2010) Development of SNP-based human identification system. *Int J Leg Med* 124:125–131
16. Kirchhoff S, Fischer F, Lindemaier G, Herzog P, Kirchhoff C, Becer C, Bark J, Reiser MF (2008) Is post-mortem CT of the dentition adequate for correct forensic identification?: comparison of dental computed tomography and visual dental record. *Int J Leg Med* 122:471–479
17. Krogmann WM, Iscan MY (1986) *The human skeleton in forensic medicine*, 2nd edn. Charles C Thomas, Springfield, Illinois, pp 413–420
18. Phillips VM, Smuts NA (1996) Facial reconstruction: utilization of computerized tomography to measure facial tissue thickness in a mixed racial population. *Forensic Sci Int* 83:51–59
19. Rhine JS, Campbell HR (1980) Thickness of facial tissues in the American Blacks. *J Forensic Sci* 25:847–858
20. Tohnak S, Mehnert AJH, Mahoney M, Crozier S (2007) Synthesizing dental radiographs for human identification. *J Dent Res* 86:1057–1062
21. Ubelaker DH, Bubniak E, O'Donnel G (1992) Computer-assisted photographic superimposition. *J Forensic Sci* 37:750–762
22. Verhoff MA, Gehl A, Kettner M, Kreutz K, Heinemann A, Ramsthaler F (2009) Geschlechtsdiskriminierung an 3-D-rekonstruierten Gesichtern aus CT-Datensätzen. *Rechtsmedizin* 19:441–444
23. Verhoff MA, Gehl A, Kettner M, Kreutz K, Ramsthaler F (2009) Digitale forensische Fotodokumentation. *Rechtsmedizin* 19:369–381
24. Verhoff MA, Ramsthaler F, Krähahn J, Deml U, Gille R, Grabherr S, Thali M, Kreutz K (2008) Digital forensic osteology—possibilities in cooperation with the Virtopsy® project. *Forensic Sci Int* 174:152–156
25. Verhoff MA, Witzel C, Kreutz K, Ramsthaler F (2008) The ideal subject distance for passport pictures. *Forensic Sci Int* 178:153–156
26. Verhoff MA, Witzel C, Ramsthaler F, Kreutz K (2007) Der Einfluss von Objektabstand bzw. Objektiv-Brennweite auf die Darstellung von Gesichtern. *Arch Kriminol* 220:36–43
27. Welcker H (1883) Schillers Schädel und Totenmaske nebst Mitteilungen über Schädel und Totenmaske Kants. Vieweg, Braunschweig

## 5.4 Zur forensischen Bedeutung von Körpermodifikationen

Seit Jahrtausenden werden Veränderungen des Körpers zur Individualisierung einer Person, zur Kenntlichmachung einer Gruppenzugehörigkeit oder auch zur Brandmarkung nach rechtsrelevanten Vorkommnissen verwendet. Aus der heutigen Zeit sind dekorative Körpermodifikationen, die zunehmend extravaganter und offensichtlicher getragen werden, nicht mehr wegzudenken.

Im Zusammenhang mit sogenannten Body Modifications können Komplikationen auftreten, die eine medizinische Behandlung oder rechtsmedizinische Begutachtung nach sich ziehen. Aus dem Vorhandensein, der Verteilung und der Anordnung von derartigen Modifikationen des Körpers ergeben sich teils hochindividuelle Merkmale, die vor dem Hintergrund von Identifizierungsfragestellungen von Bedeutung sein können.

Methoden und Terminologie bekannter und neuerer Körpermodifikationsverfahren wurden in der nachfolgenden Arbeit dargestellt, zudem typische Komplikationen der jeweiligen Verfahren sowie im Kontext von Body-Modifications relevante Rechtsnormen beleuchtet. Zur Erlangung konkreter Zahlen hinsichtlich Art und Häufigkeit von Körpermodifikationen wurden retrospektiv 1000 rezente Protokolle gerichtlicher Leichenöffnungen am Institut für Rechtsmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen ausgewertet und die Bedeutung von Tätowierungen, Piercings und neueren Formen der Körpermodifikation diskutiert.

*Ondruschka B, Ramsthaler F, Birngruber CG (2017) Forensische Bedeutung von Körpermodifikationen. Rechtsmedizin 27: 443-451*



B. Ondruschka<sup>1</sup> · F. Ramsthaler<sup>2</sup> · C. G. Birngruber<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Institut für Rechtsmedizin, Universität Leipzig, Medizinische Fakultät, Leipzig, Deutschland

<sup>2</sup> Institut für Rechtsmedizin, Universität des Saarlandes, Homburg (Saar), Deutschland

<sup>3</sup> Institut für Rechtsmedizin, Justus-Liebig-Universität, Gießen, Deutschland

## Forensische Bedeutung von Körpermodifikationen

**Seit Anbeginn der Menschheit werden Schmuckverzierungen und Bemalungen des Körpers zur Individualisierung einer Person, zum Bekenntnis einer Stammeszugehörigkeit oder zur Brandmarkung nach rechtsrelevanten Vorkommnissen verwendet. In der heutigen Zeit sind nunmehr fast ausschließlich dekorative Körpermodifikationen bei der Bevölkerung nicht mehr wegzudenken. Sie werden zunehmend extravaganter und offensichtlicher getragen. Bisher fehlt eine Übersicht zur Verwendung von Körpermodifikationen aller Art für forensische Fragestellungen.**

### Hintergrund

Aus der Existenz, der Verteilung und der Anordnung von Modifikationen des Körpers ergeben sich teils hochindividuelle Merkmale, die im Kontext von Identifizierungsfragestellungen von Bedeutung sein können. Im Zusammenhang mit Körpermodifikationen können Komplikationen auftreten, die eine medizinische Behandlung oder rechtsmedizinische Begutachtung nach sich ziehen. Nicht zuletzt deshalb sind an die Durchführung körperverändernder Maßnahmen und an die Aufklärung vor derartigen Eingriffen formale, juristische Anforderungen zu stellen.

### Häufigkeit von Körpermodifikationen

#### Arten und Verteilung in der Gesellschaft

Menschen lassen sich seit Jahrtausenden aus unterschiedlichen Gründen tätowieren. In der jüngeren Zeit hat sich in der westlichen Welt ein Wandel im Ansehen von Tätowierungen vollzogen. Während Tätowierungen früher negativ betrachtet sowie der unteren und kriminellen Bevölkerungsschicht zugeordnet wurden, haben sich diese Vorurteile deutlich abgeschwächt. Neue Studien kommen zu einer bemerkenswerten Quote von 10–24 % tätowierter Personen in der erwachsenen Bevölkerung in Industrienationen [17, 20]. In Anbetracht der weitgehenden gesellschaftlichen Anerkennung ist perspektivisch davon auszugehen, dass diese Quote weitersteigen wird. Eine Begrenzung des Ideenreichtums an Motiven und Ausdrucksformen ist bei dem Wunsch nach Aufmerksamkeit und Individualisierung nicht zu erwarten, auch rechtsmedizinisch geprägte Motive kommen im forensischen Untersuchungsalltag vor (▣ Abb. 1).

Neben dem Tätowieren hat auch das Piercen unterschiedlichster Körperstellen in den letzten Jahrzehnten zugenommen und reicht vom Ohrschmuck mittlerweile über die Schmuckeinlage durch Haut (z. B. Bauchnabel, Brustwarze), Schleimhäute (z. B. Lippen, Intimbereich) und Muskulatur (z. B. Zunge) mithilfe von Schmuckstäben oder -ringen bis hin zur Unterminierung der Hautoberfläche mit Einlage sog. Hautanker („dermal anchoring“).

Zur Häufigkeit von Piercings (Ohrlöcher ausgenommen) berichtet eine US-amerikanische Studie eine Gesamtprävalenz von 2 %, wobei 14 % der 18- bis 50-Jährigen angaben, gepierct zu sein [34]. In einer Studie aus Deutschland wird eine Piercing-Häufigkeit von 6,3 % angegeben [33]. Beide Studien stimmen darin überein, dass Frauen häufiger Piercings tragen als Männer.

In jüngster Zeit zeichnet sich ein Trend zu immer ausgefalleneren und tiefer greifenden Eingriffen in die eigene körperliche Unversehrtheit im Sinne moderner „body modifications“ ab. Verlässliche Angaben zur Häufigkeit liegen den Autoren nicht vor. Derartige Körpermodifikationen scheinen gehäuft in bestimmten soziokulturellen Gruppen, z. B. der Wave-Gotik-Szene anzutreffen und (noch?) nicht weit verbreitet zu sein.



Abb. 1 ▲ Tätowierung eines sog. Fußzettels



**Abb. 2** ◀ Tätowierungen an Oberschenkeln sog. Ultra-Fans (mit freundl. Genehmigung)

## Rechtsmedizinisches Sektionsgut

Zur Erlangung konkreter Zahlen hinsichtlich der Häufigkeit von Körpermodifikationen im Sektionsgut wurden 1000 Protokolle gerichtlicher Leichenöffnungen am Institut für Rechtsmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen der Jahre 2015 und 2016 retrospektiv ausgewertet. Das Versorgungsgebiet des Instituts umfasst ländliche Regionen Hessens, mehrere Mittelstädte sowie eine Großstadt und bietet damit einen Querschnitt durch urbane und rurale Bevölkerungsstrukturen der Bundesrepublik Deutschland.

Tätowierungen zeigten sich an 8,4 % der weiblichen und an 21,2 % der männlichen Leichname; damit waren 16,8 % aller Verstorbenen aus dem ausgewerteten Sektionsgut tätowiert. Piercings (Ohrlöcher ausgenommen) fanden sich in 4,5 % der Fälle, wobei weibliche Verstorbene häufiger gepierct waren als männliche. Neuere Formen der Körpermodifikationen fanden sich nur in Einzelfällen.

## Formen der Körpermodifikation

### Tätowierungen

#### Allgemeine Aspekte und Vorgehensweise

Es lässt sich nicht sicher zurückverfolgen, seit wann das Einbringen von Farbstoffen unter die Haut eines Menschen bereits angewendet wird. Es ist davon auszugehen, dass sich die Tradition des Sichttätowierens bei unterschiedlichen Völkern unabhängig voneinander entwickelt hat. Die frühesten nachgewiesenen Tätowierungen können bis in die Bronzezeit rückdatiert werden („Ötzi“); auch auf ägyptischen Mumien wurden Hinweise für Tätowierungen gefunden [10].

Neben den vorrangig als Körperschmuck anzusehenden professionellen, amateurhaften und kosmetischen (z. B. permanentes Make-up) Tätowierungen sind auch medizinische (z. B. zur Brustwarzendarstellung nach Mastektomie, Strahlungszonenmarkierung bei Radiotherapie) und traumatische „Tätowierungen“ (durch Fremdkörper, z. B. Schwarzpulver oder Kohlestaub) anzusprechen [8, 16].

Bei dekorativen Tätowierungen werden Tätowierfarben mithilfe elektrisch

betriebener, spitzer Nadeln und hoher Oszillation in Form eines frei wählbaren Motivs unter die Hautoberfläche eingebracht. Pro Quadratcentimeter Haut werden etwa 2,5 mg Farbe verwendet [12]. Dabei verbleibt ein großer Teil der verwendeten Farbe in der Dermis und stellt das gewählte Motiv dar; der Rest wird über das Lymph- und Blutssystem abtransportiert sowie der Zirkulation zugeführt. Daraus resultierende Pigmentablagerungen in Lymphknoten sind in der (rechts-)medizinischen Literatur beschrieben [21, 27].

#### Besonderheiten und mögliche Komplikationen

Die wasserunlöslichen Tätowierfarben werden, um einen idealen Farbkontrast bieten zu können, industriell hergestellt und in Behältern zur Mehrfachverwendung abgepackt [2]. Hieraus ergibt sich das Risiko einer Verunreinigung der Farben durch unterschiedliche Keime. Dieckmann et al. berichteten 2016 in einem Literaturreview über z. B. Staphylokokken, Streptokokken und Pseudomonaden in Tätowierfarben, obwohl diesen übliche Konservierungsmittel beigegeben waren. Dass diese Verunrei-

nigungen nicht allein auf die mehrfache Verwendung von Tintenbehältern zurückzuführen sind, ergibt sich aus Veröffentlichungen zu bakteriellen Kontaminationen von Tätowiertinten in ungeöffneten Gefäßen [11]. Die Tätowierfarben unterliegen zudem keiner Reglementierung im Sinne international gültiger Standards und sind keine Medizin- oder Kosmetikprodukte. Im Jahr 2009 trat in Deutschland zumindest eine sog. Tätowiermittel-Verordnung in Kraft, die als Negativliste nicht zur Verwendung zugelassene Inhaltsstoffe aufführt [2]. Anzumerken ist, dass bestimmte Farbtöne, v. a. Rottöne, aufgrund ihrer Inhaltsstoffe ein höheres allergenes Potenzial besitzen als andere [7]. Zu berücksichtigen ist dabei, dass allergische Reaktionen Monate bis Jahre später, mitunter an entfernten Hautarealen, auftreten können. Die ätiologische Zuordnung der überwiegend ekzematösen, granulomatösen und lichenoiden Hautveränderungen kann hierdurch erschwert sein. Die zunehmende Verdrängung der Schwermetalle durch Azofarben führte in den vergangenen Jahren dennoch zur deutlichen Reduktion des Allergierisikos.

Aus Tätowierungen resultierende Komplikationen spielen rechtsmedizinisch zwar eine untergeordnete Rolle, können aber z. B. Anlass einer Begutachtung, insbesondere im Zivilrecht, werden.

Neben lokalen Hautirritationen kann es zu Infektionen (z. B. Erysipel, Abszess) mit der Notwendigkeit einer Antibiotikabehandlung oder chirurgischen Sanierung kommen. Systemische Infektionen wurden vereinzelt beschrieben (z. B. Sepsis, abdominelles Kompartmentsyndrom, spinaler Epiduralabszess; [11]). Zwei Kasuistiken behandeln letale Komplikationen infektiöser Genese [9, 22].

Eine nachvollziehbare Inzidenz tattooassoziiertter Infektionen ist mangels Meldepflicht nicht verfügbar. Damit fehlen exakte epidemiologische Daten zur Häufigkeit von Gesundheitsproblemen nach Tätowierungen. Laut Klügl et al. berichteten 7,7 % aller Probanden eines Studienkollektivs ( $n = 3411$ ) von gesundheitlichen Problemen, die

Rechtsmedizin 2017 · 27:443–451 DOI 10.1007/s00194-017-0183-9  
© Springer Medizin Verlag GmbH 2017

B. Ondruschka · F. Ramsthaler · C. G. Birngruber

## Forensische Bedeutung von Körpermodifikationen

### Zusammenfassung

Körpermodifikationen erfreuen sich zunehmender Beliebtheit und sozialer Akzeptanz und sind Bestandteil der heutigen Gesellschaft geworden. Sie werden immer offener getragen, und neben dem Tätowieren und Piercen haben sich weitere Formen entwickelt, die den Trägern den Wunsch nach Aufmerksamkeit und Individualisierung erfüllen sollen. Im vorliegenden Beitrag werden die Besonderheiten und möglichen Komplikationen der unterschiedlichen und mehr oder weniger häufigen und auffälligen Körpermodifikationen dargestellt sowie deren Variabilität und teils szenetypische Terminologie vermittelt. Zahlen zur Häufigkeit von Körpermodifikationen in

der Bevölkerung werden genannt und die Ergebnisse einer retrospektiven Auswertung des Obduktionsregisters des Instituts für Rechtsmedizin Gießen dargestellt. Für die Rechtsmedizin von besonderer Bedeutung ist die Nutzung von Körpermodifikationen als identitätssicherndes oder auf die Identität hinweisendes Merkmal z. B. im Rahmen von Straf- oder Todesermittlungsverfahren. Daneben können sich zivilrechtliche Gutachtenaufträge zur Bewertung eingetretener Komplikationen ergeben.

### Schlüsselwörter

Tätowieren · Piercing · Identifizierung · Komplikationen · Terminologie

## Forensic implications of body modifications

### Abstract

Body modifications are becoming more and more popular and socially accepted and have already become a part of modern society. They are progressively worn in an apparent way. Besides tattooing and piercing, other forms of body modification have developed, which fulfill the wearer's pursuit of attention and individualization. In this article the peculiarities, variety and possible complications of the various and variably frequent and conspicuous body modifications are presented and the sometimes scene typical terminology is illustrated. Data concerning the incidence of body modifications in the general population

are given and the results of a retrospective evaluation of forensic autopsy cases at the Institute of Legal Medicine in Giessen are presented. From a forensic point of view, body modifications can be used as a means of identification in preliminary proceedings concerning criminal or death investigation cases. Additionally, forensic expertise might be needed for assessment of complications leading to civil law suits.

### Keywords

Tattooing · Piercing · Identification · Complications · Terminology

noch 4 Wochen nach dem Tätowiertermin bestanden. Bei 3,0 % der Probanden entwickelten sich dauerhafte gesundheitliche Probleme durch die Tätowierung [19]. Vergleichbare Daten wurden jüngst aus Frankreich berichtet [18].

Selten wird sicher zu klären sein, ob die Infektionen durch Kontamination der Tätowierfarben, unhygienisches Arbeiten des Tätowierers oder unsauberes Verhalten der tätowierten Person nach dem Tätowieren ausgelöst wurden.

Über mögliche Komplikationen hinaus können Tätowierungen bei medizinisch indizierten Maßnahmen Probleme hervorrufen. In Einzelfällen wurde von

Artefaktbildungen [32] und lokalen Verbrennungen an der tätowierten Haut [29] berichtet, die bei MRT-Untersuchungen aufgetreten sind, und die auf die Induktion elektrischer Ströme im Magnetfeld in z. B. eisenoxidhaltigen Pigmenten zurückgeführt werden.

### Identifizierung

Aus rechtsmedizinischer Sicht ergibt sich aus der im Grunde bestehenden Dauerhaftigkeit von Tätowierungen die Chance einer Individualzuordnung – insbesondere, da der Trend zu immer persönlicheren, großflächigeren und damit hochindividuellen Motiven geht. Die Darstel-



**Abb. 3** ▲ Sog. Blutgruppentätowierungen an der Oberarminnenseite von Verstorbenen

lung von Hofmeister [13], dass Personen in Subkulturen (konkret: sog. Ultra-Fans von Fußballvereinen) dazu neigen, ihre Gruppenzugehörigkeit durch monotone und damit wenig individuelle Tätowierungen zu unterstreichen, ist im praktischen Alltag so nicht nachvollziehbar. Zwar ist die gezielte Motivwahl der eigenen Gruppe bzw. des Sportvereins oft auffällig, aber die Ausgestaltung der Tätowierung bleibt regelhaft einzigartig (▣ Abb. 2). Demgegenüber sind gleichartige Motive als Stilistikum unter Häftlingen verbreitet, sei es als Ausdruck der Hafterfahrung oder als Zeichen der Zugehörigkeit zu einer bestimmten Gruppierung [1]. Klassisch sind hierbei z. B. 3 punktförmige Tätowierungen in der Tabatiere bzw. Tränenformen unter dem Auge als Zeichen der Inhaftierung und eines „kriminellen Ehrenkodex“. Hiervon abzugrenzen sind die als „Blutgruppentätowierung“ bekannten Zeichenmarkierungen der linken Oberarminnenseite ehemaliger Mitglieder der sog. Waffen-

SS, die aufgrund ihrer historischen Zeitspanne in näherer Zukunft wohl auch als Zufallsbefund bei Sektionen nicht mehr länger festgestellt werden (▣ Abb. 3).

Limitiert wird die Nützlichkeit der Tätowierung zur Identifizierung durch einige Faktoren: Der zunehmende Trend, Tätowierungen z. B. durch Lasertechniken wieder zu entfernen bzw. durch Überstechen mit dunkleren und großflächigeren Motiven zu überdecken („cover up“; ▣ Abb. 4), kann dazu führen, dass Fehlbewertungen durch das Nichtvorhandensein von erwarteten Tätowierungen eine erfolgreiche Identifizierung verzögern. Aus dem Versuch einer Tattoorentfernung können wiederum Komplikationen resultieren, insbesondere Dyspigmentierungen und allergische Reaktionen der Haut bis hin zu einer potenziellen Karzinogenität der verwendeten Laser [8].

Der häufigste Grund für eine ausbleibende Identifizierung wäre das fehlende Wissen um die Existenz der Tätowierung



**Abb. 4** ▲ Begonnene Übertätowierung („cover up“) bei einem Verstorbenen

als solches oder ihrer durch Kleidung verdeckten Lokalisation. An einem aktuellen Sektionsgut wurde andererseits nachgewiesen, dass unter allen tätowierten Personen ein hoher Prozentsatz auch an gut sichtbaren Körperstellen Tattoomotive trägt (Gesicht, Hals, Unterarme, Hände, [3, 4]). In Anbetracht der weit verbreiteten, multimedialen Verwendung persönlicher Abbildungen auf verschiedenen Kommunikationsplattformen dürfte der Großteil der existenten Tätowierungen im Bedarfsfall ermittlungsseitig bekannt gemacht werden können. Seit jeher ist es darüber hinaus Teil einer erkennungsdienstlichen Behandlung nach § 81b der Strafprozessordnung (StPO), besondere körperliche Merkmale, zu denen zweifelsohne auch Tätowierungen gehören, zu erfassen und ggf. zu speichern.

Bei schlechtem Erhaltungszustand von Leichen durch Traumata oder Fäulnis kann die Erkennbarkeit von Hautbefunden, insbesondere bei amateurhaft eingebrachten Tätowierungen, stark eingeschränkt sein. Hierzu bietet sich die Untersuchung suspekter Hautbezirke unter Verwendung alternativer Lichtquellen an. Die Autoren haben hierbei gute Erfahrungen durch Anwendung einer Infrarotkamera sammeln können ([30]; ▣ Abb. 5). Alternativ besteht die Möglichkeit der Behandlung der betreffenden Hautregion mit verdünnter Wasserstoffperoxidlösung.

Hier steht eine Anzeige.





**Abb. 5** ▲ Visualisierung einer Tätowierung auf fäulnisveränderter Haut mithilfe der Infrarotfotografie

## Piercings

### Allgemeine Aspekte und Vorgehensweise

Das Setzen von Piercings hat seinen bisherigen Popularitätshöhepunkt etwa in den 2000er-Jahren erlebt [23]. Als übliche Vorgehensweise hat sich das Durchstechen der desinfizierten Haut an der gewünschten Körperstelle mit einer Venenverweilkanüle und nachfolgendem Rückzug der Nadel etabliert. Hierdurch verbleibt die Kunststoffummantelung der Kanüle zunächst im Stichkanal. Der gewünschte Schmuck kann retrograd durch den Stichkanal geführt und in seine Endposition gebracht werden. In der Regel werden durch die Kanülen zwischen 1,2 und 3,0 mm durchmessende, selten größere Hautverletzungen gesetzt. Zur Anlage von Schmuck in Ohrknorpeln, Nasenflügeln oder -scheidewand hat sich allerdings die Verwendung noch größerer Biopsienadeln (industriell verfügbar bis 12,0 mm) etabliert, mit deren Hilfe kreisförmige Löcher ausgestanzt („gepuncht“) werden können. Der früher häufig propagierte und regelmäßig praktizierte Schmuckwechsel nach Abheilung der Stichkanäle ist bei normalen Heilungsverläufen nur in Ausnahmefällen



**Abb. 6** ▲ Befund am Tragus nach Ausriss eines Piercing

notwendig (insbesondere beim Zungen-Piercing aufgrund starker Schwellung der Muskulatur nach Piercing-Einlage). Die grundsätzliche Möglichkeit des Schmuckwechsels durch ihre Träger sollte jedoch dann in Betracht gezogen werden, wenn auf vergleichenden Bildmaterialien kein übereinstimmender Piercing-Schmuck erkennbar ist.

### Besonderheiten und mögliche Komplikationen

Vor allem bei Patienten mit erhöhter Blutungsneigung (z. B. bei Antikoagulationstherapie) oder Infektanfälligkeit aus endogener (z. B. Diabetes mellitus) bzw. exogener (z. B. Kortikosteroidtherapie) Ursache ist mit einem erhöhten Risiko für das Auftreten von Komplikationen während und nach dem Piercing-Vorgang zu rechnen.

Mit einer aseptischen Arbeitsweise während des Piercens nicht vereinbar ist die Verwendung von „Ohrloch-Pistolen“, da diese nicht autoklaviert werden können. Des Weiteren werden hiermit stumpfe Schmuckgegenstände durch das Gewebe „geschossen“, was im Gegensatz zum Stich mit einer Nadel die Wundheilung verlängert und häufig verkompliziert.

Eine relevante Infektions- und insbesondere Allergiequelle beim Piercing ist der gewählte Piercing-Schmuck. Dem mittlerweile gängigen, aber teuren Titanschmuck steht der in der Anschaffung preiswertere Chirurgenstahl gegenüber. Dieser ist nicht obligat frei von Nickel und stellt damit ein potenzielles Allergen dar. Daneben hat sich die Verwendung von Polytetrafluorethylen (PTFE)

als Kunststoffschmuckmaterial etabliert, das ästhetisch und farblich sehr variabel eingesetzt werden kann.

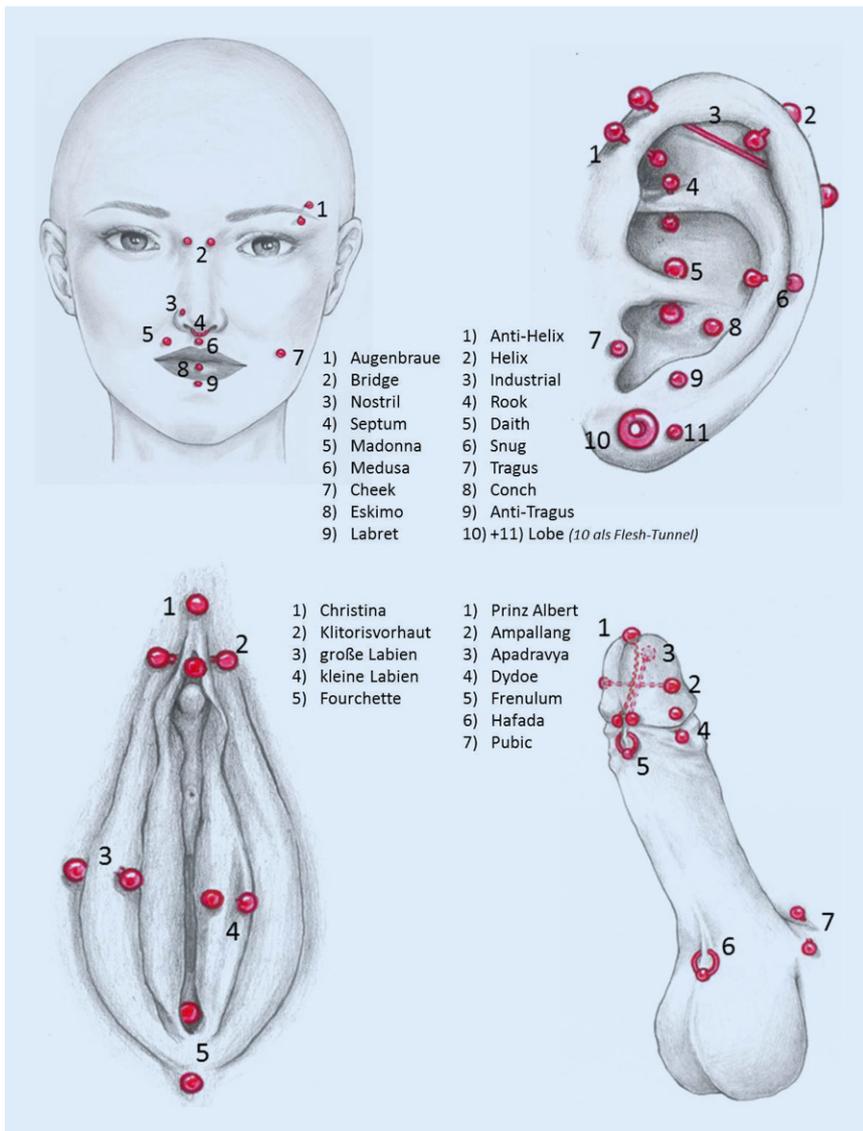
Auch für Piercings gelten die oben genannten Gefahren einer sich einstellenden Entzündungsreaktion. Hierbei gilt, dass Piercings an bestimmten Körperstellen besonders häufig Komplikationen hervorrufen. Schlechte Heilungstendenzen und hohe Entzündungsraten weisen v. a. folgende Piercings oftmals auf:

- Knorpel-Piercings aufgrund der schlechten Durchblutung des Ohrknorpelgewebes,
- Piercings in Hautfalten wie dem Bauchnabel aufgrund der dauerhaften Irritation des Stichkanals bei Bewegung und durch Bekleidung sowie
- sog. Oberflächen-Piercings tangential zur Hautoberfläche aufgrund des dauerhaften Drucks des Schmucks auf den Ein- und Ausstich.

Im Gesichtsbereich bestehen zudem die hinsichtlich ihrer Folgen nicht zu unterschätzenden Gefahren der Nervenschädigung z. B. des N. trigeminus bei sog. Wangen- („cheeks“) und Nasenwurzel-Piercing („bridge“).

Im Gegensatz zu Tätowierungen lassen sich Piercings vor einer geplanten medizinischen Behandlung bzw. diagnostischen Maßnahme meistens entfernen. Nicht entfernte Piercings können im Notfall die Intubation erschweren, zudem soll auf die Aspirationsgefahr hingewiesen werden [26]. Insbesondere Zahnkantenabbrüche sind typische Verletzungsfolgen beim Tragen von Piercings auf Zunge und Lippenbändchen bzw. Lippen. Intim-Piercings bei Frau und/oder Mann können die Wirksamkeit von mechanischen Verhütungsmethoden beeinträchtigen [24], worauf besonders im Kontext von Sexualdelikten und bei Beratung zur Kontrazeption zu achten ist.

Piercings als Fremdkörper an der Hautoberfläche bergen das Risiko eines traumatisch bedingten Hautein- bzw. Hautausrisses bei entsprechenden Verletzungen durch Unfälle oder körperliche Auseinandersetzungen, besonders im Gesichtsbereich. Als Residuen können charakteristische Verletzungsfolgen zurückbleiben (■ **Abb. 6**).



**Abb. 7** ▲ Piercing-Lokalisationen (ohne Anspruch auf Vollständigkeit; Zeichnungen: Lina Woydtt, mit freundl. Genehmigung)

Durch Einbringen von Dehnungsnadeln oder schwerem Schmuck können durch Piercings hervorgerufene „Löcher“ gedehnt werden – üblicherweise an den Ohrläppchen zur Einlage von „flesh tunnels“. Diese Dehnungsvorgänge sind nur teilweise reversibel und können bleibende anatomische Veränderungen hervorrufen. Derartige Veränderungen haben nach eigenen Beobachtungen z. B. am Nasenseptum zu Verwechslungen mit Nasenscheidewanddefekten durch chronischen intranasalen Drogenkonsum geführt.

### Identifizierung

Piercings haben hinsichtlich Identifizierungsfragen nur eine eingeschränkte Beweiskraft. Zum einen sind sie in der Regel nicht lebenslang bei einer Person vorhanden, zum anderen ist der Grad an Individualität der Schmuckanordnung aufgrund der menschlichen Anatomie deutlich geringer als bei Tätowierungen. Dennoch können bestimmte Schmuckeinlagen oder „Piercing-Muster“ vor dem Hintergrund der Ergebnisse der polizeilichen Ermittlungen eine Identifizierung ermöglichen.

Probleme im Abgleich von ante- und postmortalen Befunden können sich aus der Beschreibung der Art und

Lokalisation der Piercings ergeben – je nach Sachkunde der den Befund erhebenden Person. Die Terminologie von Piercings beinhaltet neben der Benennung anatomisch korrekter Bezeichnungen des gepierceten Körperteils (z. B. Tragus-Piercing bei Durchtrennen des Tragus) auch anatomisch unsaubere Zuordnungen (z. B. Septum-Piercing bei Durchtrennen der Columella), umgangssprachliche Formulierungen (z. B. Bridge-Piercing bei Durchtrennen der Haut an der Nasenwurzel) oder Eigennamen von Erstträgern bzw. Prominenten (z. B. Christina-Piercing bei vertikaler Durchstechung der Klitorisvorhaut auf den Schamhügel oder Madonna-Piercing bei Schmuckeinlage an der seitlichen Oberlippe analog zum Leberfleck der Popsängerin). Zu Übersicht und möglicher Vereinheitlichung der forensisch verwendeten Nomenklatur sind in **Abb. 7** die üblichen Bezeichnungen der Piercing-Lokalisationen in Gesicht, Ohr sowie am weiblichen und am männlichen Genitale skizzenhaft dargestellt.

### Neuere Körpermodifikationen

Erst in jüngerer Zeit wurden hierzu-lande die klassischen Methoden des Tätowierens und Piercens um weitere Möglichkeiten der Körpermodifikation ergänzt. Durch das Setzen von Brandwunden („branding“) oder Hautschnitten („scarification“) und die bewusste Förderung von Narbenbildung werden „3-dimensionale“ Motive in der Haut erzeugt. Ähnlich verhält es sich mit aus Kunststoff bestehenden geometrischen Formen, die unter die Hautoberfläche eingebracht werden („implanting“) und dekorative Hautvorwölbungen hervorrufen (sollen). Als weitere Formen der Körpermodifikation sind z. B. Formveränderung von Zähnen („teeth modification“) oder das Spalten der Zunge („tongue splitting“) bekannt. Als Extremform ist das „amputating“ zu nennen – eine Amputation von in ihrer Funktion nicht geminderten Körperteilen.

Die Beweggründe, die sich hinter dem Wunsch zur Durchführung teils gravierender Veränderungen an der Integrität des eigenen Körpers verbergen, sind mannigfaltig. Body modifications kön-

**Tab. 1** Formen der Körpermodifikation (Auswahl)

Körpermodifikation	Vorgehen
Tätowierung	Einbringen von Farbpigmenten mithilfe von Nadeln in die Haut
Piercing	Durchbohren von Haut oder Schleimhaut zur Befestigung von Schmuck
Scarification – Cutting – Branding	Einbringen von Ziernarben in die Haut durch – Ritzen – Hitze
Implanting	Einbringen von Fremdkörpern unter die Haut
Teeth modification	Hervorrufen von Zahnformierungen, z. B. durch Abschleifen
Tongue splitting, tongue forking	Längsspaltung des vorderen Anteils der Zunge
Amputating	Amputation von Körperteilen ohne medizinische Indikation

nen Ausdruck der eigenen Individualität, eines fraglichen Schönheitsideals oder einer manifesten psychiatrischen Erkrankung sein [1, 5, 25]. Zudem können sie im Kontext selbstverletzenden Verhaltens interpretiert werden [28, 31].

Für die extremen Formen der Körpermodifikationen zeichnet sich der bedenkliche Trend einer aus medizinischer Sicht inakzeptablen Risikobereitschaft ab, bei dem Grenzen zunehmend verschwimmen sowie die Folgen und Gefahren sowohl von den ausführenden Piercern als auch von ihren Kunden bewusst ignoriert werden. Aus der Perspektive eines ethisch verantwortungsvollen Handelns sollte sich eine Kritik jedoch auf medizinische Aspekte beschränken, da ästhetische Einschätzungen einem starken Wandel unterliegen und heute noch „geächtete“ Körpermodifikationen schon morgen zum Mainstream gehören können.

Der sich auch in der Community der Tätowierer und Piercer abzeichnende Diskurs über Qualitätsstandards ist dabei zu begrüßen. Zur derzeitigen Bestandsaufnahme gehört jedoch die nüchterne Einschätzung, dass, zu meist ohne vorhandene medizinische Ausbildung, mit Operationsbesteck am menschlichen Körper manipuliert wird. Eine adäquate Hilfsversorgung für den Fall unerwünschter Zwischenfälle dürfte in den wenigsten „Studios“ gewährleistet sein.

Den neueren „Trends“ der Körpermodifikationen gemeinsam ist – zumindest zum jetzigen Zeitpunkt – ihre Seltenheit. Im forensischen Kontext können sie aufgrund ihrer Selten- und Besonderheit im Einzelfall ggf. eine rasche und sichere

Identifizierung des Trägers ermöglichen. Ohne Anspruch auf Vollständigkeit sind die bekanntesten Formen der Körpermodifikationen in **Tab. 1** zusammengefasst.

### Hintergründe und rechtliche Relevanz

Unstrittig ist, dass sämtliche Formen der Körpermodifikation nach ständiger Rechtsprechung des Bundesgerichtshofs (BGH) – analog zu ärztlichen Eingriffen – formal eine Körperverletzung gemäß § 223 StGB darstellen. Ob im Einzelfall von einer gefährlichen Körperverletzung gemäß § 224 Abs. 1 Nr. 2 des Strafgesetzbuchs (StGB) ausgegangen werden könnte, d. h., ob z. B. das Tätowiergerät oder das Piercing-Besteck in der Hand eines fachkundigen Behandlers als gefährliches Werkzeug zu werten wäre, ist diskussionswürdig. Würde man Parallelen zu medizinischen Maßnahmen ziehen wollen, werden in der Rechtsprechung zumindest Behandlungs- und Operationsinstrumente, die von einem Arzt bestimmungsgemäß verwendet werden, nicht unter den Begriff des „gefährlichen Werkzeugs“ subsumiert. Dass Piercer oder Tätowierer kein Ausbildungsberuf im eigentlichen Sinne ist und der bestimmungsgemäße Einsatz der Werkzeuge lediglich in freiwilligen Schulungen oder Fortbildungen erworben wird, sollten Freunde des Körperschmucks bei der Auswahl ihres Tätowier- oder BodyMod-Studios berücksichtigen.

Wie bei medizinischen Maßnahmen ist auch bei Eingriffen zur Körpermodifikation die Einwilligung der betroffe-

nen Person in die Behandlung wesentliche Voraussetzung für die Straffreiheit der Körperverletzung (§ 228 StGB). Die rechtswirksame Einwilligung setzt eine ordnungsgemäße Aufklärung über die Risiken der Behandlung und einen einwilligungsfähigen Kunden voraus, der die Folgen seiner Entscheidung absehen kann. Dies kann zwar auch bei Minderjährigen, die eine entsprechende geistige Reife aufweisen, der Fall sein, allerdings raten deutsche Tätowierverbände ihren Mitgliedern eher vom Tätowieren Minderjähriger ab [14, 15].

Eine rechtswidrige Behandlung liegt unabhängig von einer bestehenden Einwilligung dann vor, wenn „die Tat trotz der Einwilligung gegen die guten Sitten verstößt“ (§ 228 StGB). Wo – gerade in Anbetracht der „neueren“ Körpermodifikationen – letztlich die Grenze zu ziehen ist, bei deren Überschreiten „das Anstandsgefühl aller billig und gerecht Denkenden“ (§ 138 BGB) verletzt wird, wird im Einzelfall und keinesfalls abschließend, da im Wandel der Zeit, durch die Rechtsprechung entschieden.

Das mit allen Formen der Körpermodifikation einhergehende Risiko, eine übertragbare Infektion zu erwerben, findet auch in den „Richtlinien zur Gewinnung von Blut und Blutbestandteilen und zur Anwendung von Blutprodukten“ Berücksichtigung, wonach u. a. frisch tätowierte oder gepiercte Personen zeitlich begrenzt von einer Blutspende ausgeschlossen werden [6].

### Fazit für die Praxis

- Sämtliche Formen der Körpermodifikation erfreuen sich zunehmender Beliebtheit in der Bevölkerung. Doch Menschen, die sich aus unterschiedlichen Gründen ihren Körper „verschönern“ lassen, setzen sich während und nach der Behandlung Risiken aus, deren Folgen eine rechtsmedizinische Begutachtung erfordern kann.
- Bei Lebenden und Verstorbenen können Body modifications der Identifizierung im Rahmen von Straftaten oder Todesermittlungsverfahren dienen. Die Kenntnis um die Variabilität und die teils szenetypische

## Terminologie des Körperschmucks kann Rechtsmedizinern im Alltag von Nutzen sein.

### Korrespondenzadresse

**Dr. C. G. Birngruber**  
Institut für Rechtsmedizin, Justus-Liebig-Universität  
Frankfurter Str. 58, 35392 Gießen, Deutschland  
Christoph.Birngruber@forens.med.uni-giessen.de

### Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** B. Ondruschka, F. Ramsthaler und C. G. Birngruber geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine Studien an Menschen oder Tieren. Von den Personen der in **Abb. 2** abgebildeten Tätowierungen liegt eine Einwilligung vor.

### Literatur

- Bammann K, Stöver H (2006) Tätowierungen im Strafvollzug. BIS-Verlag, Oldenburg, S 1–194
- Bäumler W (2016) Possible health consequences of tattoos. *Dtsch Arztebl Int* 113:663–664
- Birngruber CG, Görner N, Ramsthaler F (2016) Tätowierungen und die Identifizierung unbekannter Verstorbener. *Rechtsmedizin* 26:359–360
- Birngruber CG, Görner N, Ramsthaler F (2016) Über den Wert von Tätowierungen zur Identifizierung Verstorbener am Beispiel gerichtlicher Leichenöffnungen im Institut für Rechtsmedizin Gießen. *Arch Kriminol* 237:13–24
- Blom RM, Guglielmi V, Denys D (2016) Elective amputation of a „healthy limb“. *CNS Spectr* 21:360–361
- Bundesärztekammer (2010) Richtlinien zur Gewinnung von Blut und Blutbestandteilen und zur Anwendung von Blutprodukten (Hämotherapie). [http://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user\\_upload/downloads/RiliHaemotherapie2010.pdf](http://www.bundesaerztekammer.de/fileadmin/user_upload/downloads/RiliHaemotherapie2010.pdf). Zugegriffen: 23. Febr. 2017
- Byard RW (2013) Tattoos: forensic considerations. *Forensic Sci Med Pathol* 9:534–542
- Choudhary S, Elsaie ML, Leiva A, Nouri K (2010) Lasers for tattoo removal: a review. *Lasers Med Sci* 25:619–627
- Chowfin A, Potti A, Paul A, Carson P (1999) Spinal epidural abscess after tattooing. *Clin Infect Dis* 29:225–226
- Deter-Wolf A, Robitaille B, Krutak L, Galliot S (2016) The world's oldest tattoos. *J Archaeol Sci Rep* 5:19–24
- Dieckmann R, Boone I, Brockmann SO, Hammerl JA, Kolb-Mäurer A, Goebeler M, Luch A, Al Dahouk S (2016) The risk of bacterial infection after tattooing – a systematic review of the literature. *Dtsch Arztebl Int* 113:665–671
- Engel E, Santarelli F, Vasold R, Maisch T, Ulrich H, Prantl L, König B, Landthaler M, Bäumler W (2008) Modern tattoos cause high concentrations of hazardous pigments in skin. *Contact Derm* 58:228–233
- Hofmeister D (2016) „Wenn Du es nicht fühlst, kannst Du es nicht verstehen“ – Fußballfans, Ultras und Tätowierungen. In: Duttler G, Haigis B (Hrsg) Ultras. Eine Fankultur im Spannungsfeld unterschiedlicher Subkulturen. transcript, Bielefeld, S 195–228
- [http://www.taetowiermagazin.de/tattoo/szene/titel+tattoos+unter+18+jahre\\_142.html](http://www.taetowiermagazin.de/tattoo/szene/titel+tattoos+unter+18+jahre_142.html). Zugegriffen: 23. Febr. 2017
- t-online.de (2017) Jugendschutzgesetz 2017 Ab wann sind Tattoos und Piercings erlaubt? [http://www.t-online.de/eltern/jugendliche/id\\_49351286/jugendschutzgesetz-2017-ab-wann-sind-tattoos-und-piercings-erlaubt-.html](http://www.t-online.de/eltern/jugendliche/id_49351286/jugendschutzgesetz-2017-ab-wann-sind-tattoos-und-piercings-erlaubt-.html). Zugegriffen: 23. Febr. 2017
- Hupe Nörenberg E (2003) Schmutz- und Schmucktätowierungen der Haut: Licht- und rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen. Medizinische Dissertation, Bochum
- Kluger N (2015) Epidemiology of tattoos in industrialized countries. *Curr Probl Dermatol* 48:6–20
- Kluger N (2016) Self-reported tattoo reactions in a cohort of 448 french tattooists. *Int J Dermatol* 55:764–768
- Klügl I, Hiller KA, Landthaler M, Bäumler W (2010) Incidence of health problems associated with tattooed skin: a nation-wide survey in German-speaking countries. *Dermatology* 221:43–50
- Laumann AE, Derick AJ (2006) Tattoos and body piercings in the United States: a national data set. *J Am Acad Dermatol* 55:413–421
- Laux P, Tralau T, Tentschert J et al (2016) A medical-toxicological view of tattooing. *Lancet* 387:395–402
- Mathur DR, Sahoo A (1984) Pseudomonas septicemia following tribal tattoo marks. *Trop Geogr Med* 36:301–302
- Meltzer DI (2005) Complications of body piercing. *Am Fam Physician* 72:2029–2034
- Muldoon KA (1997) Body piercing in adolescents. *J Pediatr Health Care* 11:298–301
- Preti A, Pinna C, Nocco S, Mulliri E, Pilia S, Petretto DR, Masala C (2006) Body of evidence: tattoos, body piercing, and eating disorder symptoms among adolescents. *J Psychosom Res* 61:561–566
- Price SS, Lewis MW (1997) Body piercing involving oral sites. *J Am Dent Assoc* 128:1017–1020
- Röcker T, Riße M, Dettmeyer R (2010) Axilläre Lymphknotenbefunde bei Drogentoten nach i. v.-Applikation. *Rechtsmedizin* 20:344
- Rohr E (2010) Vom sakralen Ritual zum jugendkulturellen Design. Zur sozialen und psychischen Bedeutung von Piercings und Tattoos. In: Abraham A, Müller B (Hrsg) Körperhandeln und Körpererleben. Multidisziplinäre Perspektiven auf ein brisantes Feld. transcript, Bielefeld, S 225–242
- Ross JR, Matava MJ (2011) Tattoo-induced skin „burn“ during magnetic resonance imaging in a professional football player. *Sports Health* 3:431–434
- Rost T, Kalberer N, Grünwald S, Scheurer E (2016) Zur praktischen Anwendung der Infrarotfotografie: Erfahrungen nach dem Kameraumbau mit zwei verschiedenen Infrarotfiltern (700 nm Color-Infrarotfilter versus 830 nm Infrarotfilter). *Rechtsmedizin* 26:482
- Scholz M (2012) Körpermodifikation – Hilfeschrei der Postmoderne? Die Tätowierung als mögliche Form der Konfliktbewältigung. Bachelor-Thesis, Rostock
- Tope WD, Shellock FG (2002) Magnetic resonance imaging and permanent cosmetics (tattoos): survey of complications and adverse events. *J Magn Reson Imaging* 15:180–184
- Trampisch HJ, Brandau K (2014) Tattoos und Piercings in Deutschland. Eine Querschnittstudie. <http://aktuell.ruhr-uni-bochum.de/mam/content/tattoo-studie.pdf>. Zugegriffen: 23. Febr. 2017
- Urdang M, Mallek JT, Mallon WK (2011) Tattoos and piercings: a review for the emergency physician. *West J Emerg Med* 12:393–398

## **5.5 Zum Wert von Tätowierungen zur Identifizierung unbekannter Verstorbener**

Tätowierungen und tätowierte Menschen sind heute weitaus präsenter als z. B. vor hundert, aber auch noch vor zwanzig Jahren. Waren Tätowierungen früher noch regelmäßig Ausdruck der Zugehörigkeit zu einer bestimmten Gruppe oder einem Berufsstand, steht heute oftmals der Gedanke des Tätowierten im Vordergrund, mithilfe einer Tätowierung seiner Individualität Ausdruck zu verleihen.

Die Zunahme tätowierter Menschen in Deutschland schlägt sich auch bei den Sektionsfällen in der Rechtsmedizin nieder. Verglichen mit den 1990er Jahren zeigt sich im rezenten Sektionsgut eine Zunahme tätowierter Verstorbener von etwa 25 %. Der Anstieg der Tätowierungsrate war bei weiblichen Verstorbenen besonders hoch, der Anteil tätowierter Verstorbener im Alter zwischen 30 und 49 Jahren am größten. Hinsichtlich der tätowierten Körperregionen wurden zwei Gruppen unterschieden: Tätowierungen an Händen, Unterarmen, Kopf und Hals – Regionen, die im Alltag für Dritte potentiell sichtbar sind – und Tätowierungen am übrigen Körper, die im Alltag nicht ohne Weiteres zu sehen sein müssen. Etwa die Hälfte aller tätowierten Verstorbenen wies „sichtbare“ Tätowierungen auf – hierunter mehr Männer als Frauen und mehr jüngere als ältere Verstorbene. Hieraus ergeben sich im Hinblick auf die Identitätssicherung – insbesondere vor dem Hintergrund der alltäglichen Nutzung von (Handy-)Kameras und sozialen Netzwerken – zahlreiche Quellen für antemortale Vergleichsbilder.

Mit der nachfolgenden Arbeit konnte gezeigt werden, dass sich die Zunahme tätowierter Menschen in Deutschland auch bei den rechtsmedizinischen Obduktionsfällen widerspiegelt. Häufiger als früher – bei der Hälfte aller tätowierten Verstorbenen – fanden sich Tätowierungen an im Alltag sichtbaren Körperstellen, die von großem Wert für die Identitätssicherung sein können.

*Birngruber CG, Görner N, Ramsthaler F (2016) Über den Wert von Tätowierungen zur Identifizierung unbekannter Verstorbener am Beispiel gerichtlicher Leichenöffnungen im Institut für Rechtsmedizin Gießen. Arch Kriminol 237:13-24*

Aus dem Institut für Rechtsmedizin der Universität Gießen<sup>1</sup>  
(Direktor: Prof. Dr. med. Dr. jur. R. Dettmeyer)  
und dem Institut für Rechtsmedizin der Universität des Saarlandes<sup>2</sup>  
(Direktor: Prof. Dr. med. P. Schmidt)

## Über den Wert von Tätowierungen zur Identifizierung Verstorbener am Beispiel gerichtlicher Leichenöffnungen im Institut für Rechtsmedizin Gießen

Von

Dr. med. Christoph G. **Birngruber**<sup>1</sup>, Nicole **Görner**<sup>1</sup> und  
Dr. med. Dr. univ. (H) Frank **Ramsthaler**<sup>2</sup>

(Mit 5 Abbildungen und 5 Tabellen)

### 1. *Einleitung*

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts schrieb Johann Ludwig Casper, dass „unsre tätowirlustigen Männer fast ausschließlich aus der niedern Volksklasse“ stammen („namentlich Schiffer und Soldaten“) [6]. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts brachte der Wiener Adolf Loos überspitzt seine Einschätzung von Tätowierten zum Ausdruck, mit der er in dieser Epoche nicht alleine war [2, 11]: „Der moderne Mensch, der sich tätowiert, ist ein Verbrecher oder ein Degenerierter.“ [12]

Ein Blick in die zeitgenössische Literatur, z. B. in die deutschsprachige Fachzeitschrift „Tätowier Magazin“, zeigt, dass Tätowierungen kein Phänomen „niederer Volksklassen“ (mehr) sind. Im Leitartikel der Ausgabe Mai 2015 des Magazins berichtet Chefredakteur Dirk-Boris Rödel, dass Nachwirkungen oben erwähnter Meinungsbilder bis in die jüngste Vergangenheit nachhallten, heute jedoch überwunden scheinen: „Tätowierungen werden immer gesellschaftsfähiger, und auch wenn nicht jeder Arbeitgeber davon begeistert ist, sind Tätowierte heute weit entfernt von Diskriminierungen wie vor zwanzig Jahren, als Leute mit Tattoos teilweise in Restaurants nicht bedient wurden.“ [14]

Auch wenn weiterhin individuelle Vorbehalte gegen tätowierte Menschen existieren, so ist dennoch eine zunehmende und in breiten Bevölkerungsschichten verortete Akzeptanz gegenüber Tätowierungen

zu beobachten. Ein Blick in Fußgängerzonen, städtische Badeanstalten oder den Kollegenkreis beweist, dass Tätowierungen kein „Randgruppenphänomen“ mehr sind. In Deutschland sind einer Studie aus dem vergangenen Jahr zufolge 9,1 % der Bevölkerung über 16 Jahren tätowiert [17]. Es wird eine weitere Zunahme der Anzahl tätowierter Menschen in den kommenden Jahren prognostiziert [5]; insbesondere bei Frauen kam es im Vergleich mit Zahlen aus dem Jahr 2003 in allen Altersgruppen zwischen 14 und 64 Jahren zu einer Steigerung der Tätowierungshäufigkeit. Aktuell besonders verbreitet sind Tätowierungen in der Gruppe junger Menschen zwischen 25 und 34 Jahren; in dieser Altersgruppe wird eine Rate von 22 % Tätowierten angegeben [16, 17].

Die vorliegende Arbeit möchte einen klärenden Beitrag dazu leisten, inwieweit sich der steigende Anteil tätowierter Menschen in der Gesellschaft auch im Sektionsgut eines rechtsmedizinischen Instituts widerspiegelt; außerdem wird anhand von Beispielen erläutert, welchen Beitrag Tätowierungen für die Identifikation unbekannter Verstorbener leisten können.

## *2. Material und Methoden*

In einem ersten Schritt wurden die Protokolle aller gerichtlichen Obduktionen im Institut für Rechtsmedizin Gießen des Fünfjahreszeitraums von 2010–2014 retrospektiv ausgewertet. Untersucht wurden jene Fälle, bei denen im Rahmen der äußeren Besichtigung Tätowierungen beschrieben wurden. Alter und Geschlecht der tätowierten Verstorbenen wurden ebenso wie die Lokalisation der Tätowierungen erhoben. Soweit vorhanden, flossen auch im Rahmen der Obduktion gefertigte Lichtbilder in die Auswertung mit ein. Dabei war das Augenmerk darauf gerichtet, ob die Tätowierungen bei angenommener Alltagsbekleidung für Andere sichtbar waren. Als sichtbare Körperregionen wurden das Gesicht sowie die Haut von Hals, Nacken, Unterarmen und Händen definiert.

In einem zweiten Schritt erfolgte eine vergleichende retrospektive Auswertung von Obduktionsprotokollen der Jahre 1990–1994, d. h. aus einem 20 Jahre zurückliegenden Vergleichszeitraum.

Neben einer deskriptiven Statistik zu den erhobenen Parametern (Sterbealter, Geschlecht, Anzahl und Sichtbarkeit der Tätowierungen in den verschiedenen untersuchten Gruppen) erfolgte eine explorative Analyse zu nachweisbaren Trends und Unterschieden zwischen den beiden Zeiträumen, innerhalb und zwischen den untersuchten Altersgruppen und Geschlechtern. Folgende Kernhypothesen wurden formuliert:

- a) In den untersuchten Zeiträumen lässt sich ein signifikanter Zuwachs des tätowierten Personenanteils im Sektionsgut nachweisen. Zur Prüfung dieser Hypothese wurde eine Varianzanalyse angewendet.
- b) Es lassen sich statistisch signifikante Unterschiede der Tätowiererrate innerhalb der untersuchten Altersgruppen nachweisen.
- c) Es findet sich ein statistisch signifikanter Unterschied der Tätowiererrate zwischen den Geschlechtern.
- d) Es lässt sich eine statistisch signifikante Abhängigkeit der Tätowierungslokalisierung („Sichtbarkeit für Andere“) von den untersuchten Altersgruppen nachweisen.
- e) Als „sichtbar“ definierte Tätowierungen treten signifikant häufiger bei Männern auf.

Als Teststatistik für die unter Punkt b–e aufgeführten Fragestellungen wurde der Chi-Quadrat-Test nach Pearson mit der Testfrage durchgeführt, ob anhand der erhobenen Daten mit einiger Sicherheit angenommen werden kann, dass der Unterschied in den

Anteilswerten (z. B. Tätowiertrate zwischen den Geschlechtern) in der gewählten Stichprobe nicht nur zufällig ist. In Testverfahren, bei denen die Teilstichprobe (z. B. bestimmte Altersgruppe) weniger als  $n = 20$  betrug oder ein einseitiges Testverfahren durchgeführt werden sollte, wurde analog der exakte Fisher-Test verwendet. In Fällen von  $20 < n < 60$  wurde die Testprozedur durch eine Kontinuitätskorrektur nach Yates ergänzt [1]. Die Durchführung statistischer Tests erfolgte mit Hilfe des Softwarepaketes SPSS®, Vers. 22.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Deskriptive Statistik

Im Zeitraum von 1990–1994 wurden im Institut für Rechtsmedizin Gießen 551 männliche (68,9 %) und 249 weibliche (31,1 %), d. h. insgesamt 800 Verstorbene im Auftrag der Ermittlungsbehörden obduziert. Das mittlere Sterbealter (Median) lag bei 40 Jahren (Standardabweichung 21,5 Jahre). Der Median des Sterbealters der 709 Untätowierten lag bei 43 Jahren (Standardabweichung 22,3 Jahre); in dieser Gruppe fanden sich 466 männliche und 243 weibliche Verstorbene.

91, d. h. 11,4 % aller Verstorbenen waren tätowiert, darunter 85 Männer und 6 Frauen. Das mittlere Sterbealter (Median) der Tätowierten lag bei 31 Jahren (Standardabweichung 9,2 Jahre). An 15,4 % der männlichen und 2,4 % der weiblichen Leichname fanden sich Tätowierungen. Tätowierungen in für Andere sichtbaren Körperregionen waren bei 46 Männern und 3 Frauen, d. h. bei 54,1 % der tätowierten Männer und bei 50 % der tätowierten Frauen vorhanden. Insgesamt wiesen 49 von 91 tätowierten Verstorbenen, d. h. 53,8 %, für Andere sichtbare Tätowierungen auf.

Im Zeitraum von 2010–2014 wurden insgesamt 1.645 gerichtliche Leichenöffnungen durchgeführt. 1.038 Leichname waren männlich (63,1 %), 607 weiblich (36,9 %); das mittlere Sterbealter (Median) lag bei 54 Jahren (Standardabweichung 22,2 Jahre). Das mittlere Sterbealter der 1.411 untätowierten Verstorbenen lag bei 57 Jahren (Standardabweichung 23 Jahre); es fanden sich in dieser Gruppe 863 männliche und 548 weibliche Verstorbene.

234 Verstorbene (also 14,2 %) wiesen Tätowierungen auf, wobei es sich um 175 männliche und 59 weibliche Verstorbene handelte. Die tätowierten Verstorbenen waren im Mittel 44 Jahre alt (Standardabweichung: 13 Jahre). 16,9 % der obduzierten männlichen und 9,7 % der obduzierten weiblichen Leichname waren tätowiert. Bei 103 Männern und 11 Frauen, d. h. bei 58,9 % der tätowierten Männer und 18,6 % der tätowierten Frauen, fanden sich Tätowierungen in für Andere sichtbaren Körperregionen. Insgesamt wiesen 114 der 234 tätowierten Verstorbenen (48,7 %) „sichtbare“ Tätowierungen auf.

Abb. 1 illustriert die Häufigkeiten tätowierter Verstorbener im Vergleich der beiden untersuchten Zeiträume. Für den nachgewiesenen Häufigkeitsunterschied tätowierter Verstorbener (11,4 % vs. 14,2 %) zwischen den beiden Berichtszeiträumen (1990–1994 vs. 2010–2014)

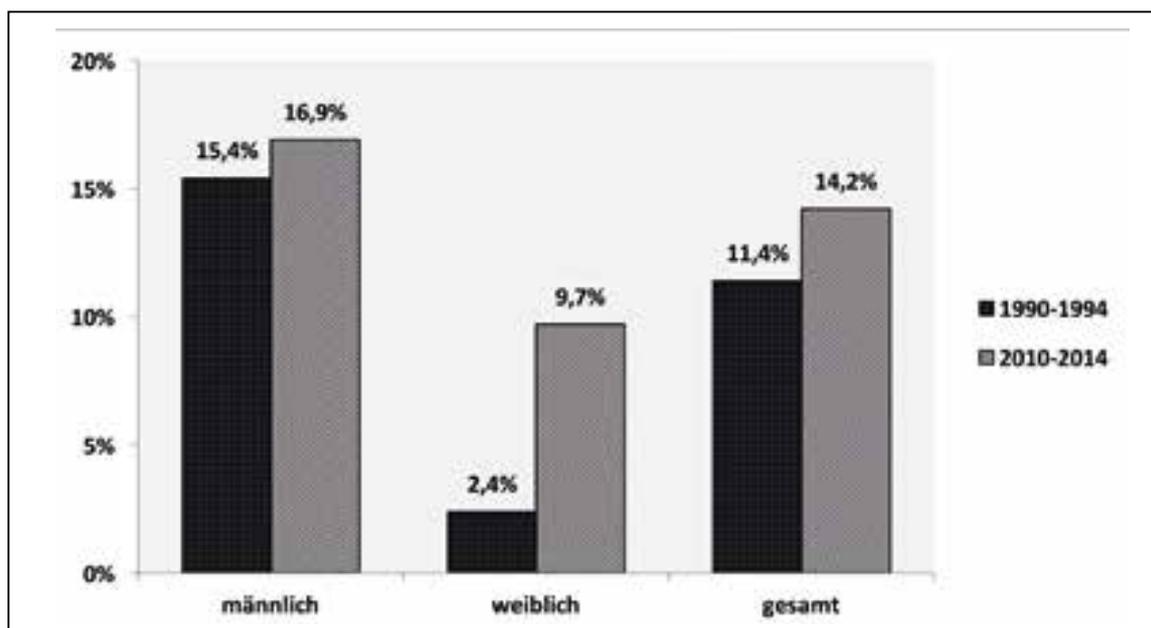


Abb. 1: Anteil der tätowierten Verstorbenen (getrennt nach Männern und Frauen) in beiden Berichtszeiträumen.

betrug unter der Annahme von  $\alpha = 0,05$  und einer  $\text{power} = 0,8$  die notwendige Stichprobengröße  $n = 987$  Personen.

### 3.2 Explorative Statistik

#### a) Zuwachs des Anteils tätowierter Personen im Sektionsgut zwischen den beiden untersuchten Zeiträumen

Von 1990–1994 lag der Anteil der tätowierten Verstorbenen im Sektionsgut bei 11,4 %, 20 Jahre später bei 14,2 % (Abb. 1). Der Anteil tätowierter Leichname hat signifikant um etwa 25 % zugenommen ( $\text{Chi}^2 = 7,47$ ;  $\text{df} = 1$ ;  $p = 0,006$ , einseitiger Fisher-Test:  $p = 0,003$ ).

Vergleicht man die Ergebnisse der untersuchten Zeiträume getrennt nach Geschlechtern (Tab. 1), so ergibt sich eine Zunahme der Tätowierten sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen. Die einseitige Trendanalyse der geschlechterabhängigen Häufigkeiten von Tätowierungen zeigt einen hochsignifikanten Zuwachs ( $\text{Chi}^2 = 13,45$ ;  $p < 0,001$ ) nur bei weiblichen Tätowierten, nicht bei Männern ( $p = 0,069$  für einseitigen exakten Fishertest).

Tab. 1: Anzahl der tätowierten und untätowierten Verstorbenen, getrennt nach Geschlecht und Untersuchungszeitraum

	Männlich		Weiblich	
	1990–1994	2010–2014	1990–1994	2010–2014
<b>Tätowierung</b>	85	175	6	59
<b>Keine Tätowierung</b>	466	863	243	548

*b) Abhängigkeit der Tätowiererrate von der Altersgruppe*

Den mit 28,6 % größten Anteil an tätowierten Individuen wies bei Betrachtung beider Zeiträume die Altersgruppe von 30–39 Jahren auf. Von den Verstorbenen im Alter von 20–29 Jahren waren 22,8 % tätowiert, bei den 40–49-Jährigen 22,2 %. Immerhin 15,7 % der 50–59-Jährigen und 8,0 % der 60–69 Jahre alten Verstorbenen wiesen ebenfalls Tätowierungen auf (Tab. 2).

Zwischen den Altersgruppen bestehen bei globaler Betrachtung hochsignifikante Unterschiede hinsichtlich der Tätowiererrate ( $\chi^2 = 151,21$ ;  $p < 0,001$ ). Im Detail und im Vergleich zwischen konkreten Altersgruppen ergeben sich unterschiedliche Konstellationen (Tab. 3). So zeigt sich (vgl. markierte Zellen), dass die Verstorbenen zwischen 30 und 49 Jahren signifikant häufiger tätowiert sind als die unter 20-Jährigen und alle älteren Personengruppen ( $> 50$  Jahre).

*c) Abhängigkeit der Tätowiererrate vom Geschlecht*

Die männlichen Verstorbenen waren im Vergleich zu den weiblichen Verstorbenen signifikant häufiger tätowiert (Tab. 4). Der Vergleichstest zwischen den beiden Geschlechtern ergab ein hochsignifikantes Ergebnis ( $\chi^2 = 37,12$ ;  $p < 0,001$ ) als Zeichen nicht zufälliger Häufigkeitsunterschiede.

Tab. 2: Relative Häufigkeiten der Tätowierungen in den Altersgruppen (Untersuchungsgut aus beiden Berichtszeiträumen)

	Altersgruppe [Jahre]									
	0–9	10–19	20–29	30–39	40–49	50–59	60–69	70–79	80–89	90–99
<b>Tätowierung</b>	0,0 %	1,2 %	22,8 %	28,6 %	22,2 %	15,7 %	8,0 %	0,9 %	0,6 %	0,0 %
<b>Keine Tätowierung</b>	6,3 %	4,2 %	10,1 %	10,5 %	13,2 %	17,3 %	14,3 %	12,0 %	10,2 %	1,8 %

Tab. 3: In den Altersgruppen, die in der oberen Zeile genannt sind, finden sich signifikant mehr tätowierte Verstorbene als in den Altersgruppen, die in der jeweils darunter befindlichen Zelle genannt sind. Mithilfe der Bonferroni-Korrektur wurden die Tests aufgrund der Datenkombination angepasst.

	Altersgruppe [Jahre]							
	(A) 10–19	(B) 20–29	(C) 30–39	(D) 40–49	(E) 50–59	(F) 60–69	(G) 70–79	(H) 80–89
<b>signifikant &gt;</b>	-	(F) (G) (H)	(A) (E) (F) (G) (H)	(A) (E) (F) (G) (H)	(G) (H)	(G) (H)	-	-

Tab. 4: Absolute und relative Anzahl der tätowierten und nicht tätowierten Verstorbenen beider Untersuchungszeiträume, nach Geschlecht getrennt.

	<b>Männlich</b>	<b>Weiblich</b>
<b>Tätowierung</b>	260 (10,6 %)	65 (2,7 %)
<b>Keine Tätowierung</b>	1.329 (54,4 %)	791 (32,4 %)

d) *Abhängigkeit der Tätowierungslokalisation (Sichtbarkeit für Andere) von der Altersgruppe*

Während im Zeitraum von 1990–1994 die Altersgruppen der unter 40-Jährigen signifikant mehr sichtbare Tätowierungen aufwiesen als die Altersgruppen der über 50-Jährigen, nahm die relative Anzahl der sichtbaren Tätowierungen im Zeitraum von 2010–2014 zu; es zeigt sich nur noch ein signifikanter Häufigkeitsunterschied zwischen den unter 60-Jährigen (20–59 Jahre) und den über 60-Jährigen. Abb. 2 illustriert den deutlichen Zuwachs an tätowierten Individuen der höheren Altersgruppen (> 50 Jahre) sowohl mit „nicht sichtbaren“ als auch mit „sichtbaren“ Tätowierungen.

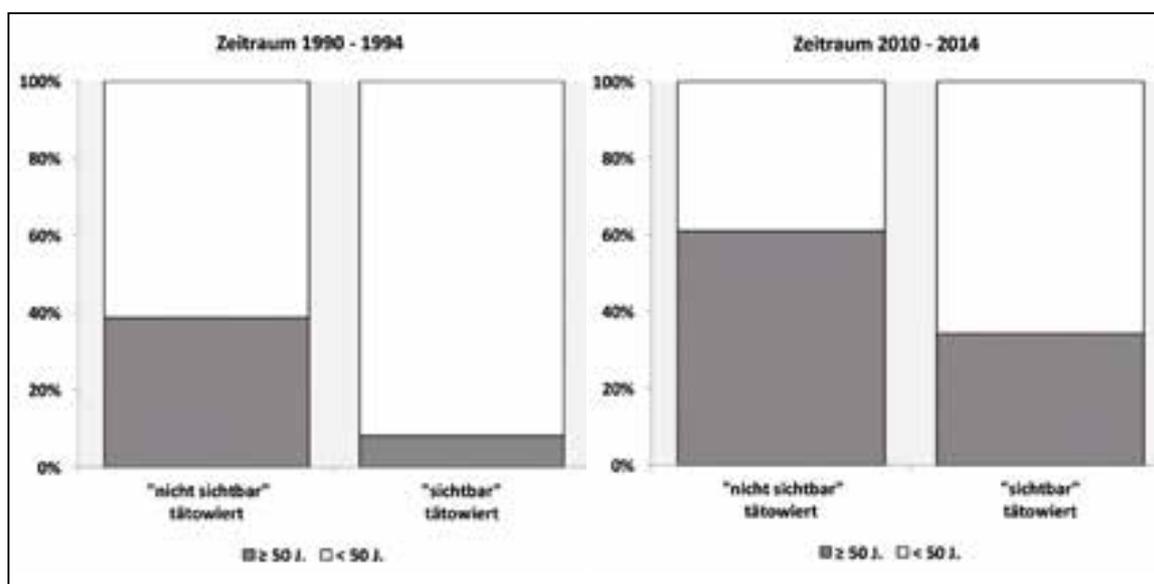


Abb. 2 a, b: Die Balkendiagramme zeigen den Zuwachs an Tätowierungen bei den über 50-Jährigen (schraffierte Flächen) und ein deutliches Ansteigen der „sichtbaren“ Tätowierungen bei den über 50-Jährigen von unter 10 % auf über 30 %.

e) *Abhängigkeit der Tätowierungslokalisation (Sichtbarkeit für Andere) vom Geschlecht*

Tätowierte männliche Verstorbene wiesen bei Betrachtung beider Untersuchungszeiträume hochsignifikant häufiger Tätowierungen an den als „sichtbar“ definierten Körperstellen auf als weibliche Verstorbene (1990–1994:  $\chi^2 = 44,33$ ;  $p < 0,001$ ; 2010–2014:  $\chi^2 = 39,07$ ;  $p < 0,001$ ). Tab. 5 gibt die Zahlen für den rezenten Untersuchungszeitraum von 2010–2014 wieder.

Tab. 5: Anzahl und Häufigkeit sichtbar tätowierter vs. nicht bzw. nicht sichtbar tätowierter Verstorbener (2010–2014)

	Männlich	Weiblich
„Sichtbare“ Tätowierung	103 (6,3 %)	11 (0,7 %)
Keine bzw. keine „sichtbare“ Tätowierung	935 (56,8 %)	596 (36,2 %)

#### 4. Diskussion

Im Zeitraum von 1990–1994 lag der Anteil der tätowierten Verstorbenen im Gießener Sektionsgut bei 11,4 %, 20 Jahre später bei 14,2 %, d. h. der Anteil tätowierter Leichname hat um etwa 25 % zugenommen. Es handelt sich dabei nach den Ergebnissen der hier vorgestellten Studie um einen signifikanten Anstieg: Die in den letzten zwanzig Jahren gestiegene gesellschaftliche Akzeptanz von Tätowierungen [14] geht einher mit einem signifikant höheren Anteil tätowierter Verstorbener im Obduktionsgut.

Vergleicht man die beiden untersuchten Zeiträume weiter, so zeigt sich, dass nach wie vor Männer signifikant häufiger als Frauen tätowiert sind. Bemerkenswert ist aber, dass Frauen im aktuellen Sektionsgut statistisch nachweisbar häufiger tätowiert sind als noch vor 20 Jahren.

Für beide Berichtszeiträume gilt, dass Männer signifikant häufiger in gut sichtbaren Körperregionen tätowiert sind als Frauen. Eine statistisch signifikante Zunahme dieser Tätowierungslokationen ist allerdings weder für das männliche noch für das weibliche Geschlecht nachzuweisen.

Insbesondere die Tatsache, dass etwa die Hälfte aller Tätowierten (48,7 %) im aktuellen Obduktionsgut (2010–2014) in „sichtbaren“ Körperregionen tätowiert war, lässt Tätowierungen für die Identifizierung unbekannter Verstorbener zu einem wichtigen Körpermerkmal werden. Drei Sektionsfälle, bei denen Tätowierungen zur Identitätssicherung beigetragen haben, sollen dies belegen:

##### 4.1 Fall 1

Der Leichnam eines Mannes in fortgeschrittenem Fäulniszustand wurde in einer Wohnung aufgefunden. Polizeilicherseits bestand der Verdacht, dass es sich bei dem Toten um einen zwei Jahre zuvor erkennungsdienstlich erfassten, 31-jährigen Asylbewerber handelt. Der Mann war von seiner Lebensgefährtin 16 Tage vor dem Auffinden der Leiche zuletzt lebend gesehen worden. Bei der äußeren Besichtigung war eine Tätowierung über dem Schulterblatt zunächst in Teilen, nach Behandlung mit verdünnter Wasserstoffperoxidlösung [8] in Gänze zu erkennen (Abb. 3). Erkennungsdienstlich waren keine Tätowierungen bei dem 31-Jährigen dokumentiert worden. Die Lebensgefährtin bejahte auf Nachfrage das Vorhandensein einer Tätowierung; das Motiv, die Größe und die Lokalisation passten zu der an der Leiche erkennbaren Tätowierung.

##### 4.2 Fall 2

Der Leichnam eines männlichen Verkehrsunfallopfers wies infolge eines unfallbedingten Fahrzeugbrandes postmortale Hitzeveränderungen auf, die eine Identifizierung zunächst nicht erlaubten. Es bestand der Verdacht, dass es sich bei dem Verstorbenen um den Fahrzeughalter handelt. Trotz Brandzehrung waren bei der äußeren Besichtigung verschiedene Tätowierungen sichtbar, die fotodokumentiert wurden (Abb. 4). Der Polizei lagen zunächst keine Informationen zu Tätowierungen des Fahrzeughalters vor. Weitere Ermittlungen ergaben jedoch das Vorhandensein von Tätowierungen beim Fahrzeughalter, die zu jenen am Leichnam passten.

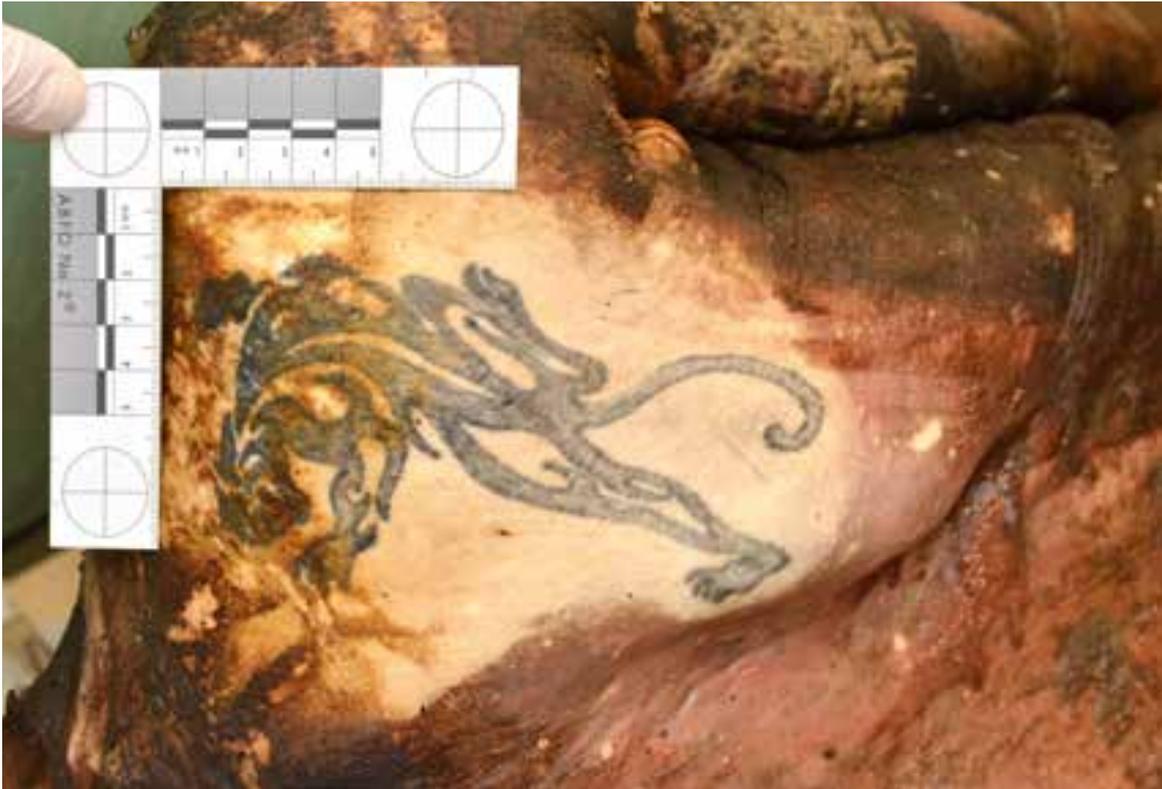


Abb. 3: Tätowierung über dem rechten Schulterblatt nach Behandlung der Haut mit verdünnter Wasserstoffperoxidlösung



Abb. 4: Tätowierung am beugeseitigen Unterarm, die sich trotz Brandzehrung noch abgrenzen ließ

### 4.3 Fall 3

Am Waldrand wurde die Leiche eines Mannes aufgefunden, dessen Kopf tierfraßbedingt ausgedehnte Weichteildefekte aufwies. Nach Abgleich mit Vermisstenmeldungen bestand der Verdacht, dass es sich um einen polizeibekanntem und erkennungsdienstlich erfassten 53-jährigen Mann handelt. Auf Lichtbildern, die etwa ein Jahr zuvor aufgenommen worden waren, zeigten sich charakteristische Tätowierungen an den Unterarmen, die mit jenen am Leichnam übereinstimmten (Abb. 5).



Abb. 5: Vergleich antemortaler (jeweils links) und postmortaler (jeweils rechts) Aufnahmen der Tätowierungen an den streckseitigen Unterarmen

### 5. Die Bedeutung von Tätowierungen für die Identifizierung

Tätowierungen können je nach ihrer Ausprägung entweder Hinweise auf die Identität eines unbekanntem Verstorbenen geben oder als identitätssicherndes Merkmal dienen. Während Tätowierungsmotive aus einem Vorlagenkatalog diesbezüglich einen relativ geringen Wert haben, ist die Aussagekraft bei individuellen Tätowierungen (z. B. Namen und/oder Daten von Lebensereignissen) weitaus höher. Wie bei anderen Körpermerkmalen gilt auch hier: Je komplexer oder seltener ein Motiv ist, desto eher kann man von einem Individualmerkmal ausgehen. Es leuchtet ein, dass gängige Motive wie Sterne, Blumen oder kalligraphische Zeichen eine geringere Unterscheidungskraft besitzen als großflächige, polychrome oder künstlerisch anspruchsvolle Motive.

Bestimmte Motive und Lokalisationen können vorsichtige Rückschlüsse auf das soziale Umfeld, mitunter auf die geografische Herkunft des Tätowierten zulassen. Solche Schlussfolgerungen sind aber – besonders, wenn sie auf das Tätowierungsmotiv gegründet sind – kritisch zu hinterfragen. Feststehen dürfte, dass die historisch überlieferten Ansichten über Tätowierte und ihre sozioökonomische Stellung in der Gesellschaft, wie sie beispielsweise Tardieu noch detailreich beschrieb („sich z. B. Soldaten andere Bilder einstechen lassen als Matrosen, diese wieder andere als öffentliche Dirnen u. s. w.“ [10]), heutzutage als überholt gelten müssen.

Eine pauschale Motivinterpretation verbietet sich in den allermeisten Fällen. Zum einen kann der ursprüngliche Symbolgehalt eines

Motivs im Lauf der Zeit verloren gegangen sein oder eine Wandlung erfahren haben, zum anderen ist auch bei Tätowierungen ein starker Bezug zu aktuellen Trends auszumachen. Dies zeigt sich an den klassischen maritimen oder nautischen Motiven (Anker, Nautischer Stern), die gegenwärtig überwiegend aus ästhetischen Gründen gewählt werden, während sie noch vor einigen Jahrzehnten auf seefahrende Bevölkerungsgruppen hinwiesen. Tätowierstudios legen heutzutage umfangreiche Kataloge vor, aus denen die Kunden ihr Wunschmotiv auswählen. Die Entscheidung einer Person für ein bestimmtes, ggf. ursprünglich symbolträchtiges Tattoo, kann schlichtweg deshalb gefallen sein, weil es gerade „modern“ ist [3, 15].

Soll die Identität mithilfe von Tätowierungen geklärt werden, so stellt sich wie bei anderen Verfahren die Frage nach der Verfügbarkeit antemortalen Vergleichsmaterials. Die möglichen Quellen sind vom Einzelfall abhängig. Sie reichen von erkennungsdienstlichen Behandlungen über die Beschreibung durch Angehörige und Fotografien aus Familienalben bis hin zu öffentlich verfügbaren digitalen Fotografien aus dem Internet. Unsicherheiten können sich ergeben, wenn die Befunderhebung schon länger zurückliegt und zwischenzeitlich ein (neues) Tattoo gestochen wurde. Gleiches gilt, wenn durch ein „Cover-up“ oder eine Laserbehandlung [9] Veränderungen an bestehenden Tätowierungen vorgenommen wurden. Für die Zuverlässigkeit der Information ist auch wichtig, ob das Vorhandensein von Tätowierungen lediglich erfragt oder durch eigene Inaugenscheinnahme des unbedeckten Körpers abgeklärt wurde.

Lichtbilder oder digitale Fotografien sind in jedem Fall bloßen Beschreibungen von Tätowierungen vorzuziehen; fremdes Bildmaterial ist hinsichtlich seiner Authentizität ggf. zu prüfen [13]. Fotos ermöglichen eine objektivierbare Identitätssicherung, z. B. durch Superimposition [4], wobei darauf zu achten ist, dass die Perspektive der postmortalen Aufnahme mit jener der antemortalen Aufnahme übereinstimmt [18]. Im Falle eines „Cover-up“, d. h. eines (teilweisen) Übertätowierens einer bestehenden Tätowierung, kann die Infrarotfotografie von Nutzen sein, nach Entfernungen durch Laserbehandlung im Einzelfall auch die Radiographie [7, 19].

Der digitalen Fotografie folgte die weite Verbreitung von Smartphones mit mittlerweile leistungsfähigen integrierten Kameras. Sie ermöglichen jederzeit eine Dokumentation des Alltags, das Anfertigen von Selbstporträts oder Gruppenbildern. Insbesondere jüngere Menschen nutzen diese Möglichkeiten und machen ihre Bilder durch „Teilen“ auf sozialen Plattformen ihren Bekannten und dem Rest der „digitalen Welt“ zugänglich. Hieraus ergeben sich neue Möglichkeiten für aktuelle antemortale Vergleichsdaten, mit deren Hilfe im Zweifelsfall die Identität eines unbekanntem Verstorbenen ggf. rasch, unkompliziert und noch während der Obduktion geklärt werden kann.

### Zusammenfassung

In Deutschland hat die Zahl tätowierter Menschen während der letzten Jahre stetig zugenommen. In der vorliegenden Arbeit wurde überprüft, ob sich dieser Trend im Obduktionsgut des Gießener Instituts für Rechtsmedizin widerspiegelt. Hierzu wurden die gerichtlichen Obduktionen der Zeiträume 1990–1994 und 2010–2014 retrospektiv untersucht und statistisch ausgewertet. Der Vergleich der beiden Zeiträume ergab eine signifikante Zunahme des Anteils tätowierter Verstorbener, insbesondere beim weiblichen Geschlecht. Im Zeitraum von 2010–2014 waren 14,2 % aller Verstorbenen tätowiert. Es zeigten sich signifikante Unterschiede der Tätowierungsrate und -lokalisation in Abhängigkeit vom Alter und Geschlecht. Etwa die Hälfte aller Tätowierten wies Tätowierungen an Körperstellen auf, die ohne Weiteres im Alltag sichtbar sind. Die Aussagekraft von Tätowierungen für die Identifizierung unbekannter Verstorbener wird diskutiert und anhand von Beispielen illustriert.

**Schlüsselwörter:** Identifizierung – Tätowierung – Obduktion

### On the value of tattoos for identifying unknown bodies – a retrospective study of forensic autopsy cases from Giessen, Germany

#### Summary

The number of tattooed people in Germany has constantly grown over the past few years. The present study deals with the question if this social trend can be seen in forensic autopsy cases as well. In a retrospective study, forensic autopsy cases of two periods (1990–1994 and 2010–2014) have been reviewed and statistically analyzed. Comparison of the two periods revealed a significant increase in tattooed individuals, especially in the female subgroup. Between 2010 and 2014, 14.2 % of the deceased showed tattoos. There are significant differences in the frequency and localization of tattoos dependent on age and sex. About 50 % of the tattooed deceased showed tattoos on body sites that are visible for other persons in everyday life. The resulting value of tattoos for the purpose of identifying unknown bodies is discussed and illustrated.

**Keywords:** Identification – Tattoo – Autopsy

#### Literatur

1. Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W., Weiber, R. (2006): Multivariate Analysemethoden. Springer, Berlin, S. 244–457
2. Baer, A. (1893): Der Verbrecher in anthropologischer Beziehung. Georg Thieme, Leipzig
3. Benecke, M., Rödel, D.-B., Wawrzyniak, E. (2010): Tätowierungen und Kriminalität – Replik. *Kriminalistik* **64**: 315–317
4. Birngruber, C. G., Ramsthaler, F., Kettner, M., Verhoff, M. A. (2011): Superimposition ante- und postmortaler Bilder von Tätowierungen zur Identitätssicherung – ein Fallbericht. *Arch. Kriminol.* **227**: 48–54
5. Brähler, E., Hofmeister, D. (2009): Verbreitung von Tätowierungen, Piercing und Körperhaarentfernung in Deutschland. Abrufbar unter: <http://goo.gl/9iE01H>
6. Casper, J. L. (1852): Ueber Tätowirungen. *Vierteljahrsschr. Gerichtl. Med.* **1**: 274–297
7. Clarkson, H., Birch, W. (2013): Tattoos and human identification: investigation into the use of X-ray and infrared radiation in the visualization of tattoos. *J. Forensic Sci.* **58**: 1264–1272
8. Haglund, W. D., Sperry, K. (1993): The use of hydrogen peroxide to visualize tattoos obscured by decomposition and mummification. *J. Forensic Sci.* **38**: 147–150
9. Kent, K. M., Graber, E. M. (2012): Laser tattoo removal: a review. *Dermatol. Surg.* **38**: 1–13
10. Liman, C. (1889): Handbuch der gerichtlichen Medicin, Bd. 2, 8. Aufl., S. 104
11. Lombroso, C. (1896): The savage origin of tattooing. *Popular Science Monthly* **48**: 793–803

12. Loos, A. (1908): Ornament und Verbrechen. In: Opel, A. (Hrsg.): Ornament und Verbrechen – Ausgewählte Schriften und Originaltexte. Prachner, Wien, S. 192-202
13. Ramsthaler, F., Kettner, M., Potente, S., Gehl, A., Kreutz, K., Verhoff, M. A. (2010): Original oder manipuliert? Rechtsmedizin **20**: 385-392
14. Rödel, D.-B. (2015): Editorial. Tätowier Magazin, Ausg. Mai 2015
15. Schmelz, G. (2010): Tätowierungen und Kriminalität. Kriminalistik **64**: 102-110
16. Stirn, A., Hinz, A., Brähler, E. (2006): Prevalence of tattooing and body piercing in Germany and perception of health, mental disorders, and sensation seeking among tattooed and body-pierced individuals. J. Psychosom. Res. **60**: 531-534
17. Trampisch, H. J., Brandau, K. (2014): Tattoos und Piercings in Deutschland. Ab-rufbar unter: <http://aktuell.ruhr-uni-bochum.de/mam/content/tattoo-studie.pdf>
18. Verhoff, M. A., Gehl, A., Kettner, M., Kreutz, K., Ramsthaler, F. (2009): Digitale forensische Fotodokumentation. Rechtsmedizin **19**: 369-381
19. Bryson, D., Wright, J., Barker, J. (2013): The identification of tattoo designs under cover-up tattoos using digital infrared photography. J. Vis. Commun. Med. **36**: 104-110

Anschrift für die Verfasser:

Dr. med. Christoph G. Birngruber  
c/o Institut für Rechtsmedizin  
Frankfurter Straße 58  
D-35392 Gießen

## 5.6 Zur Anwendbarkeit von Tätowierungen zur Identitätssicherung

Tätowierungen können sowohl hinweisgebend auf eine bestimmte Person sein als auch der Identitätssicherung dienen. Zur Anwendung kommt dann das auch in anderen Verfahren der morphologischen Identitätssicherung eingesetzte Prinzip der Superimposition ante- und postmortaler Befunde.

Im konkreten Fall wurde eine Wasserleiche zur Obduktion überstellt. Hinweise auf die Identität ergaben sich aus dem Fundort und der Bekleidung, eine Identifizierung durch Inaugenscheinnahme war angesichts der fortgeschrittenen Leichenveränderungen nicht möglich. Der Leichnam wies eine charakteristisch erscheinende Tätowierung am Unterarm auf. In einem zum aufgefundenen Leichnam passenden Vermisstenfall wurden Angehörige befragt und übergaben der Polizei ein Familienfoto, auf dem ein Mann mit grobsichtig zum Leichnam passender Tätowierung zu erkennen war.

Anlässlich der Obduktion wurden Digitalbilder der Tätowierung am Leichnam in einem, dem Familienfoto entsprechendem Winkel aufgenommen und die Bilder superprojiziert. Durch eine Übereinstimmung der Tätowierung mit individuellem Motiv wurde die Identität gesichert.

In einem konkreten Fall wurde die Identität einer tätowierten Wasserleiche durch Superimposition eines antemortalen Familienfotos mit einem anlässlich der Obduktion in gleichem Blickwinkel aufgenommenen Bildes gesichert und der Wert von Tätowierungen zur Identifizierung unbekannter Verstorbener belegt.

*Birngruber CG, Ramsthaler F, Kettner M, Verhoff MA (2011) Superimposition ante- und postmortaler Bilder von Tätowierungen zur Identitätssicherung – ein Fallbericht. Arch Kriminol 227: 48-54*

Aus dem Institut für Rechtsmedizin der Universität Gießen<sup>1</sup>  
(Direktor: Prof. Dr. med. Dr. jur. R. Dettmeyer)  
und dem Institut für Rechtsmedizin der Universität Frankfurt am Main<sup>2</sup>  
(Direktor: Prof. Dr. med. H. Bratzke)

## Superimposition ante- und postmortaler Bilder von Tätowierungen zur Identitätssicherung – ein Fallbericht

Von

Dr. med. **Christoph G. Birngruber**<sup>1</sup>, Dr. med. **Frank Ramsthaler**<sup>2</sup>,  
Dr. med. **Mattias Kettner**<sup>2</sup> und Prof. Dr. med. **Marcel A. Verhoff**<sup>1</sup>

(Mit 5 Abbildungen)

### 1. Einleitung

Die Anzahl tätowierter Menschen in Deutschland ist nicht genau bekannt, scheint aber stetig zuzunehmen. Im Jahr 2003 sollen etwa 4,2 Millionen Bürger in Deutschland Träger von Tätowierungen gewesen sein und im Jahr 2005 fast 30 % aller 19- bis 24-Jährigen [8].

Tätowierungen werden als äußerliches körperliches Merkmal zur Identifikation genutzt [4, 5]. Dabei können sie Hinweise auf eine mögliche Personengruppe, das soziale Umfeld [3] oder auf einen kriminellen Kontext [8] geben. Wenn Anhaltspunkte für die Identität vorliegen, können hochcharakteristische Tätowierungen als individualisierende Identifikationsmerkmale fungieren [7]. Man geht davon aus, dass Tätowierungen von den Tätowierern überwiegend nach freier Gestaltung und nur sehr selten anhand von Vorlagen vorgenommen werden [8]. Für die Identifizierung wurde bisher nicht eindeutig definiert, wie individuell eine Tätowierung sein muss, und welche Kriterien bzw. Anforderungen an den Vergleich ante- zu postmortal zu stellen sind.

Bei dem nachfolgend beschriebenen Fall wurde zum Vergleich einer Tätowierung eines Leichnams mit einem Foto die Superimpositionstechnik angewandt, die in der Forensik beispielsweise Einsatz in der Röntgenvergleichsanalyse [6, 7], der Foto-Identifikation [2] oder bei der Schädel-Bild-Identifikation [1] findet.

### 2. Fallbericht

Ein 55-jähriger Mann brach Ende Februar beim Eisangeln in einem großen nordhessischen See ein. Eine sofort eingeleitete Rettungsaktion

und die weitere Nachsuche durch die Polizei u. a. mit Tauchern blieben erfolglos. Anfang Mai desselben Jahres entdeckten Spaziergänger am Ufer des Sees, etwa 150 Meter von der damaligen Unglücksstelle entfernt, einen im Wasser treibenden Leichnam im Zustand fortgeschrittener Autolyse und Fäulnis (Abb. 1).



Abb. 1: Der aufgefundene Leichnam in noch bekleidetem Zustand



Abb. 2: Fäulnisbedingt entstelltes Gesicht mit erheblicher Gasblähung der Weichteile

Die Kleidung passte zu dem vermissten 55-Jährigen. Aufgrund der starken Gasblähung der Weichteile war eine Identifizierung durch persönliche Inaugenscheinnahme bzw. Abgleich mit Lichtbildausweisen nicht mehr möglich (Abb. 2).

Bei der äußeren Besichtigung im Rahmen der gerichtlichen Leichenöffnung fiel eine Tätowierung an der Streckseite des linken Unterarms auf (Abb. 3). Der Polizei lag ein etwa 2 Jahre altes Familienfoto des Vermissten vor, auf dem eine Tätowierung an vergleichbarer Stelle erkennbar war (Abb. 4). Im augenscheinlichen Vergleich dieses Bildes mit der Tätowierung des Leichnams erschien eine zweifelsfreie Zuordnung – auch in An-



Abb. 3: Tätowierung an der linken Unterarmstreckseite

betrachtet der schlechten Abbildungsqualität bei notwendiger Ausschnittsvergrößerung – nicht möglich.

Es wurde daraufhin versucht, die Tätowierung des Leichnams in einem Blickwinkel zu fotografieren, wie er auch bei dem Familienfoto



Abb. 4: Ausschnittsvergrößerung aus einem Familienfoto (Papierabzug eines Digitalfotos im Format 10 x 15 cm), auf dem die linke Unterarmstreckseite mit Tätowierung abgebildet war



Abb. 5: Superimposition des antemortalen Bildes der Tätowierung und des postmortal vom Aufnahmewinkel daran ausgerichteten Fotos. Die postmortale Ansicht der Tätowierung ist oben mit einer Deckung von 20 %, in der Mitte von 50 % und unten mit 85 % dargestellt.

gewählt worden war. Wenngleich eine vollständige Übereinstimmung des Blickwinkels nicht erreicht werden konnte, gelang es, ein postmortales Bild für die Superimpositionstechnik unter Verwendung der Bildbearbeitungssoftware Photoshop®, Vers. CS4, einzusetzen. Hierbei wurden die auf dem antemortalen Bild sichtbaren Strukturen der Tätowierung vollständig mit dem postmortalen Bild in Deckung gebracht (Abb. 5). Damit verblieb kein vernünftiger Zweifel an der Identität.

Die Obduktion erbrachte weder eine Verletzung noch eine Organerkrankung, die geeignet war, den Todeseintritt zu erklären. Bei nicht mehr zu gewinnendem Oberschenkelvenenblut wurde im Urin eine Ethanolkonzentration von 0,28 Promille gemessen. Die forensisch-toxikologischen Untersuchungen an dem bei der Obduktion asservierten Herzblut, Urin und Mageninhalt ergaben keinen Hinweis auf weitere Fremdstoffe. Bei fehlenden Ertrinkungszeichen wurde als Todesursache ein sog. Badetod, also ein reflektorischer Herztod nach Hineingeraten in das kalte Wasser angenommen.

### *3. Diskussion*

In Anbetracht der zunehmenden Anzahl von tätowierten Menschen wird die Identifizierung Verstorbener anhand von Tätowierungen zukünftig an Bedeutung gewinnen. Dabei sind Tätowierungen nicht nur in der ersten Phase des Identifizierungsprozesses (als Hinweis auf die Identität), sondern auch bei der Identitätssicherung einsetzbar. Die Motive der Tätowierungen selbst geben manchmal einen Hinweis auf bestimmte Personengruppen oder führen bei Zeugen zum Wiedererkennen.

Vorgeschlagen wurde der Aufbau einer Tätowierungsdatenbank [8], die zumindest bei den zu Lebzeiten erkenntnisdienlich behandelten Personen einen Abgleich ermöglichen würde. Damit könnte den Tätowierungen künftig bei der Identifizierung von Verstorbenen eine mit den Fingerabdrücken vergleichbare Bedeutung zukommen.

Fingerabdrücke sind als hochindividuelles Merkmal akzeptiert. Für Tätowierungen ist jedoch anzunehmen, dass ein gewisser Anteil nach Vorlagen erstellt wird, wenngleich dies nach der Studie von Schmelz selten sein soll [8]. Andererseits ist davon auszugehen, dass selbst bei freier Gestaltung des Motivs durch den Tätowierer wiederkehrende Formen und Eigenarten i. S. einer persönlichen „Handschrift“ zu beobachten sind, die zu interindividuellen Verwechslungen führen könnten. Darüber hinaus erscheinen Tätowierungen, die eine Zugehörigkeit zu bestimmten Gruppen bzw. eine bestimmte Position innerhalb derselben belegen sollen, wenig geeignet, die für eine zweifelsfreie Identifikation erforderliche Individualität des Merkmals zu erreichen. Zur Abgrenzung derartiger Zugehörigkeits- und Rangtätowierungen von

solchen, die aufgrund persönlicher Vorlieben vorgenommen wurden, sind dementsprechend Kenntnisse über Motive und Bedeutung unerlässlich.

Bei Tätowierungen, die nicht auf einer Gruppenzugehörigkeit basieren, kann neben dem Motiv auch die exakte Lokalisation in einer bestimmten Körperregion ein individualisierender Faktor sein. Selbst in Fällen, bei denen Personen identische Motive aufweisen, sind in der Regel kleinere Differenzen in der Form und Ausführung der Tätowierung bzw. in der Lokalisation des gewählten Hautareals zu erwarten. Sollte an vergleichbarer anatomischer Stelle tätowiert worden sein (z. B. Oberarmaußenseite in mittlerer Höhe), können Differenzen in der Körperproportion zu Unterschieden führen.

Zum Nachweis oder Ausschluss einer Übereinstimmung scheint die Superimpositionsmethode geeignet. Voraussetzung ist jedoch, dass ante- und postmortales Bild der Tätowierung in weitgehend gleichem Blickwinkel angefertigt werden. Schwierigkeiten können sich durch postmortale Veränderungen (z. B. Gasdunsung) oder durch körperliche Veränderungen (z. B. Gewichtsab- oder -zunahme) im Zeitraum zwischen Erstellung des antemortalen Bildes und Todeseintritt ergeben. Beide Effekte könnten im vorgestellten Fall eine Rolle gespielt haben. Dennoch war eine Superimposition möglich.

Weitere Identifizierungshinweise ergeben sich bei Vorliegen mehrerer Tätowierungen. Dabei sind hochindividuelle Gesamtmuster selbst dann möglich, wenn die Tätowierungen nach Vorlagen hergestellt wurden. Somit dürfte die Superimposition vorwiegend in solchen Fällen zum Einsatz kommen, in denen ein zu identifizierender Verstorbener nur eine einzelne Tätowierung aufweist.

### **Zusammenfassung**

Bei steigender Anzahl tätowierter Menschen kommt den Tätowierungen eine zunehmende Bedeutung bei der Identifikation unbekannter Leichen zu. Dabei können Tätowierungen in beiden Phasen des Identifizierungsprozesses hilfreich sein: als Hinweise auf die Identität und bei der Identitätssicherung. Im vorgestellten Fall war eine Tätowierung auf einem antemortalen Bild eines Vermissten zu erkennen, jedoch in sehr schlechter Qualität. Die betreffende Hautregion des Verstorbenen wurde in demselben Blickwinkel fotografiert. Der Vergleich beider Bilder erfolgte mit der Superimpositionstechnik, die eine Übereinstimmung ergab und somit die Identität sichern half.

**Schlüsselwörter:** Identifizierung – Tätowierung – Superimposition

### **Superimposition of ante- and post-mortem photographs of tattoos as a means of identification – a case report**

#### **Summary**

With the rising number of tattooed people tattoos have become increasingly important for the identification of unknown corpses. Tattoos can be helpful in both phases of the identification process, either by providing clues to the identity of an unknown person or body

or as a means of verifying a postulated identity. In the presented case, an ante-mortem photograph of a tattoo was available although it was of poor quality. The respective skin region of the body was photographed from the same angle as the tattoo on the ante-mortem photograph. When superimposing the two photos, the tattoos were found to match and the identity of the body could be verified.

**Keywords:** Identification – Tattoo – Superimposition

### Literatur

1. Birngruber, C., Kreutz, K., Ramsthaller, F., Krähahn, J., Verhoff, M. A.: Superimposition technique for skull identification with Afloat® software. *Int. J. Legal Med.* **124**: 471-475 (2010)
2. Buck, U., Naether, S., Kreutz, K., Thali, M.: Geometric facial comparisons in speed-check photographs. *Int. J. Legal Med.* (in press)
3. Burghard, W., Hamacher, H.-W., Herold, H.: *Kriminalistik Lexikon*. 3. Aufl., Kriminalistik-Verlag (Heidelberg) (1996)
4. Burrath, S.: *Visuelle Personenidentifizierung und polizeiliche Personenbeschreibung: Praxishandbuch*. Verlag für Polizeiwissenschaft (Frankfurt am Main), S. 105-109 (2009)
5. Leopold, D.: Identifikation durch äußere körperliche Merkmale. In: Leopold, D. (Hrsg.): *Identifikation unbekannter Toter. Interdisziplinäre Methodik, forensische Osteologie*. Schmidt-Römhild (Lübeck), S. 85-106 (1998)
6. Oehmke, S., Birngruber, C., Kreutz, K., Verhoff, M. A.: Verdacht auf Tötungsdelikt mit politischem Hintergrund – Aufklärung als akzidentelle Kohlenmonoxidvergiftung. *Arch. Kriminol.* **215**: 34-42 (2005)
7. Penning, R., Riepert, T.: Identifikation und forensische Osteologie. In: Madea, B., Brinkmann, B. (Hrsg.): *Handbuch gerichtliche Medizin*. Bd. 2, Springer (Berlin, Heidelberg, New York), S. 1117-1270 (2003)
8. Schmelz, G.: Tätowierungen und Kriminalität. *Kriminalistik* **64**: 102-110 (2010)

Anschrift für die Verfasser:

Prof. Dr. med. Marcel A. Verhoff  
c/o Institut für Rechtsmedizin  
Frankfurter Straße 58  
D-35392 Gießen

## 5.7 Zum Begriff der sogenannten Wohnungsleiche

Der Begriff der sogenannten Wohnungsleiche findet sich im Sprachgebrauch von Notärzten, Polizei und Rechtsmedizinern ebenso wieder wie in Berichterstattungen der Medien. Dennoch war der Begriff bislang unscharf definiert.

Als Merkmale einer Wohnungsleiche wurden bislang u. a. soziale Isolation, Alkoholismus, längere Leichenliegezeit, unklare Todesursache, fortgeschrittene Leichenerscheinungen und damit einhergehende Notwendigkeit weiterführender Identifizierungsmaßnahmen genannt. Anhand einer Literaturrecherche in deutsch- und englischsprachigen Lehrbüchern und Publikationen wurden Kriterien auf ihre Eignung zur Definition des Begriffes „Wohnungsleiche“ hin überprüft.

Als obligate Kriterien wurden zunächst ein Auffinden des Leichnams in einer privaten Wohnung und eine Leichenliegezeit von mindestens 24 Stunden angenommen. Die Konkretisierung der bisher unscharf definierten „längeren Leichenliegezeit“ erfolgte vor dem Hintergrund, dass etablierte Hausnotrufsysteme zumindest einmal innerhalb von 24 Stunden eine aktive Eingabe des Benutzers fordern, andernfalls würde ein Notfall angenommen. Darüber hinaus wurden fortgeschrittene Leichenerscheinungen, eine oftmals unklare Todesursache und Probleme bei der Identifizierung als Kriterien einer Wohnungsleiche definiert. Zudem lag in etwa der Hälfte der Fälle ein Substanzmissbrauch (einschließlich Alkohol) vor.

Durch eine umfangreiche Literaturrecherche in Lehrbüchern und Publikationen und deren kritische Würdigung wurden Merkmale für den gebräuchlichen, jedoch bislang unscharf definierten Begriff der Wohnungsleiche erarbeitet.

*Merz M, Birngruber CG, Heidorn F, Ramsthaler F, Riße M, Kreutz K, Krähahn J, Verhoff MA (2011) Kriterien einer „Wohnungsleiche“ – Literaturstudie zur Definition eines Fachbegriffs. Arch Kriminol: 228: 191-202*

Aus dem Institut für Rechtsmedizin der Universität Gießen<sup>1</sup>  
 (Direktor: Prof. Dr. med. Dr. jur. R. Dettmeyer),  
 dem Institut für Rechtsmedizin der Universität Homburg/Saar<sup>2</sup>  
 (Direktor: Prof. Dr. med. P. Schmidt)  
 und dem Institut für Forensische Anthropologie Wettenberg<sup>3</sup>  
 (Direktorin: Dr. rer. nat. Kerstin Kreutz)

## Kriterien einer „Wohnungsleiche“ – Literaturstudie zur Definition eines Fachbegriffs

Von

Marius Merz<sup>1</sup>, Dr. med. Christoph G. Birngruber<sup>1</sup>, Dipl.-Ing. Frank Heidorn<sup>1</sup>,  
 Dr. Frank Ramsthaler<sup>2</sup>, Prof. Dr. med. Manfred Riße<sup>1</sup>,  
 Dr. rer. nat. Kerstin Kreutz<sup>3</sup>, Dipl.-Biol. Jonathan Krähahn<sup>3</sup>  
 und Prof. Dr. med. Marcel A. Verhoff<sup>1</sup>

(Mit 5 Abbildungen und 3 Tabellen)

### 1. Einleitung

In den Berufsgruppen der Rechtsmediziner, Hausärzte, Notärzte, Rettungsassistenten oder Polizisten wird das Wort „Wohnungsleiche“ meist unmittelbar assoziiert mit „Verwesung“, „langer Liegezeit“ oder „Geruchsbelästigung“. Dabei dürfte eine beruflich anders geprägte Person bei der Wortkombination „Wohnung“ und „Leiche“ nicht zwangsläufig derartige Assoziationen entwickeln.

Bei der Suche nach den einzelnen Wortbedeutungen erhält man unter anderem folgende Erklärungen: Mit *Wohnung* (althochdeutsch *wonên*: „zufrieden sein“, „wohnen“, „sein“, „bleiben“) bezeichnet man eine Anzahl von zusammengehörigen Räumen innerhalb eines (in der Regel festen) Gebäudes, die zu Wohnzwecken dienen und die selbständige Lebensführung ermöglichen [35]. Eine *Leiche* ist der morphologisch im Wesentlichen intakte Körper eines Menschen, bei dem sichere Todeszeichen bestehen [8, 10].

Aus der reinen Kombination der beiden Begriffe würde sich also eigentlich nur die Definition „tote Person in einem Wohnraum“ ergeben. Diese Situation ist zwar in den letzten Jahrzehnten durch die Verschiebung des Sterbeortes von „zu Hause“ in Institutionen wie Krankenhäuser oder Pflegeheime nicht mehr die Regel [19], aber sicher keine

Seltenheit. Der Zusammenhang mit Zeichen einer fortgeschrittenen Leichenliegezeit ergibt sich demnach nicht zwangsläufig.

Wie in einem Fallbericht von Heidorn et al. [14] erwähnt, konnte eine echte Definition des Begriffs „Wohnungsleiche“ nur in dem wenige Jahre alten Werk „Basiswissen Rechtsmedizin“ [22] vorgefunden werden. Dies verwundert, da der Begriff sowohl in Fachkreisen [1, 11, 23, 26] als auch in der Öffentlichkeit [3, 9, 28, 32, 34] offenbar seit Jahren Verwendung findet.

Die Definition nach Madea u. Dettmeyer [22] lautet:  
*„Wohnungsleiche. Hierunter versteht man zufällig, häufig nach längerer Liegezeit tot aufgefundene Personen, teilweise mit fortgeschrittenen Leichenerscheinungen und oftmals ohne bekannte Krankheitsanamnese. Anlass für das Aufsuchen der Wohnung sind z. B. unangenehmer Geruch (Fäulnis), überquellender Briefkasten, nicht bezahlte Rechnungen. Ursache für eine soziale Isolation ist häufig Alkoholismus. Hinweisgebend kann hier bereits der Wohnungszustand sein (verwahrlost, verdreckt, unzählige leere Alkoholflaschen, beblutete Handtücher in der Wohnung – benutzt zur Kompression sturzbedingter blutender Platzwunden). Die Leichenschau ist mit äußerster Sorgfalt durchzuführen und wenn sich eine plausible Todesursache nicht ableiten lässt, ist in jedem Fall die Polizei beizuziehen, zumal eine zweifelsfreie Identifikation des Leichnams häufig nicht möglich ist.“*

Die Tatsache, dass ein anscheinend gängiger Terminus lediglich in einem einzigen, zudem für die studentische Lehre konzipierten Lehrbuch zu finden ist, lädt dazu ein, den Begriff und seine Definition zu überprüfen.

Bei näherer Betrachtung fällt auf, dass die genannten Kriterien und Begrifflichkeiten der Definition eine gewisse Unschärfe aufweisen. Bei dem Kriterium „häufig längere Liegezeit“ stellt sich die Frage, ab wann eine Liegezeit als „lang“ zu bezeichnen ist. Fortgeschrittene Leichenerscheinungen sind in ihrer Ausprägung von zu vielen äußeren und den Leichnam betreffenden Einflussfaktoren abhängig, als dass sie zu einer sicheren Festlegung der „langen Liegezeit“ beitragen könnten. Es bestünde die Möglichkeit, die „lange Liegezeit“ mittels eines konkreten Zeitintervalls zu definieren. Bei der Festlegung der Zeitspanne könnte man wohl Argumente für mehrere Stunden, Tage oder sogar Wochen finden.

Der Begriff „soziale Isolierung“ ist zwar definiert, aber nur schwer messbar, da er sehr individuell bewertet werden kann [18]. Außerdem besteht national und vor allem international eine sozialgesellschaftliche und sozialökonomische Komponente, die durch Familienstrukturen oder technische Voraussetzungen oder Infrastruktur beeinflusst wird.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, durch eine umfangreiche Literaturrecherche die Herkunft, also möglichst die erste Erwähnung des Begriffs „Wohnungsleiche“ in der rechtsmedizinischen Fachliteratur zu ermitteln. Weiterhin sollten Begriffsdefinitionen herausgearbeitet bzw. überprüft werden.

## 2. Material und Methoden

Es erfolgte eine manuelle Literaturrecherche zu dem Begriff „Wohnungsleiche“ in den Lehrbüchern der Bibliothek des rechtsmedizinischen

schen Instituts der Justus-Liebig-Universität Gießen, in allen Bänden des Zentralblattes für Rechtsmedizin, den Beiträgen zur gerichtlichen Medizin, der Vierteljahresschrift Gerichtliche Medizin und der Zeitschrift Rechtsmedizin. In der Datenbank [www.pubmed.de](http://www.pubmed.de) und der Suchmaschine [www.google.de](http://www.google.de) wurden mögliche Kombinationen der Begriffe „corpse“, „body“, „home“, „flat“, „residence“, „shelter“, „domestic“ und „housing“ gesucht.

Überprüft wurden sieben Kriterien der Definition aus „Basiswissen Rechtsmedizin“ [22]:

- häufig längere Liegezeit in Wohnung/Haus
- fortgeschrittene Leichenerscheinungen
- Anlass der Auffindung: unangenehmer Geruch, überquellender Briefkasten, unbezahlte Rechnungen etc.
- soziale Isolation
- Alkoholismus (Drogenkonsum)
- oftmals unklare Todesursache
- zweifelsfreie Identifikation häufig nicht möglich

Als Einschlusskriterien für Fallberichte wurden eine Liegezeit von mindestens 24 Stunden und ein Auffindeort in einer privaten Wohnung oder einem Haus festgelegt.

### 3. Ergebnisse

Die Literaturrecherche ergab weder einen Hinweis auf den Ursprung des Begriffes „Wohnungsleiche“ noch eine weitere Definition. Sowohl in den aktuellen deutschsprachigen Lehrbüchern „Handbuch gerichtliche Medizin“ [4, 21] als auch „Praxis Rechtsmedizin“ [20] ließ sich eine entsprechende Definition und/oder Erklärung nicht finden. Auch im englischsprachigen Raum fand sich keine Definition oder ein ähnlich verwendeter Begriff. Bei der weiteren Recherche konnten 37 Berichte von Leichenfunden in der Literatur dokumentiert werden, welche die oben genannten Einschlusskriterien erfüllten [2, 5, 6, 12-17, 24, 25, 27, 30, 33].

Die Auswertung der 37 Literaturfälle ergab einen Anteil von 57 % männlichen und 43 % weiblichen „Wohnungsleichen“ (Abb. 1). Das Durchschnittsalter der untersuchten Leichen lag bei 49 Jahren. Nach Geschlechtern aufgeschlüsselt betrug das Durchschnittsalter der Männer 52,9 Jahre und jenes der Frauen 44,6 Jahre. Bei 11 „Wohnungsleichen“ (4 Männer, 7 Frauen) war jedoch kein Hinweis auf das Alter zu finden; sie wurden nicht in die Berechnung des Durchschnittsalters mit einbezogen. Hinweise in den entsprechenden Texten, wie z. B. „alte Dame“, wiesen darauf hin, dass das Durchschnittsalter aller „Wohnungsleichen“ höher lag. 22 % der Leichen wurden in einem Zeitraum von 24–48 Stunden, 5 % in einem Zeitraum von drei bis sieben Tagen, 11 % in einem Zeitraum von acht bis 30 Tagen und 35 % in einem Zeitraum von mehr als einem Monat bis hin zu mehreren Jahren (Höchstwert 7 Jahre) entdeckt. In 27 % der Fälle war eine eindeutige Liege-

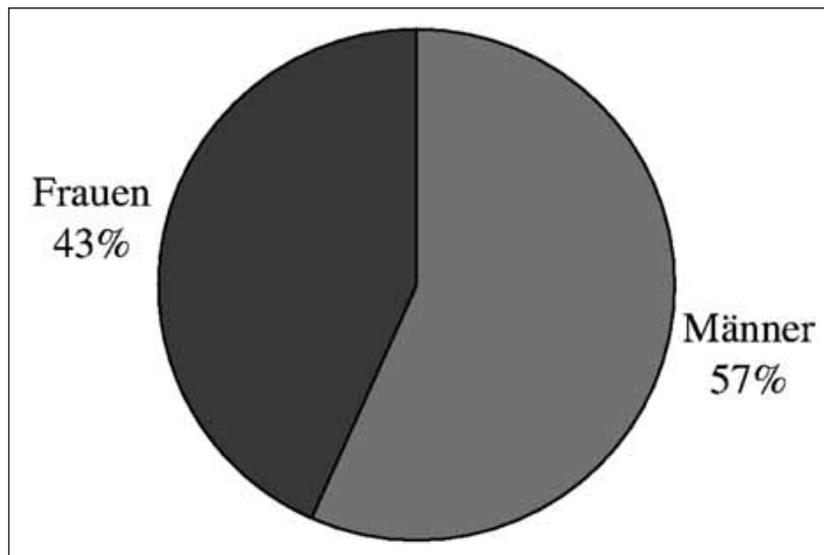


Abb. 1: Geschlechterverteilung

zeitbestimmung nicht möglich (Abb. 2). 46 % der Leichen wiesen Fäulniszeichen auf, bei 8 % fehlten Fäulniszeichen und in 46 % konnte Fäulnis nicht sicher ausgeschlossen werden (Abb. 3).

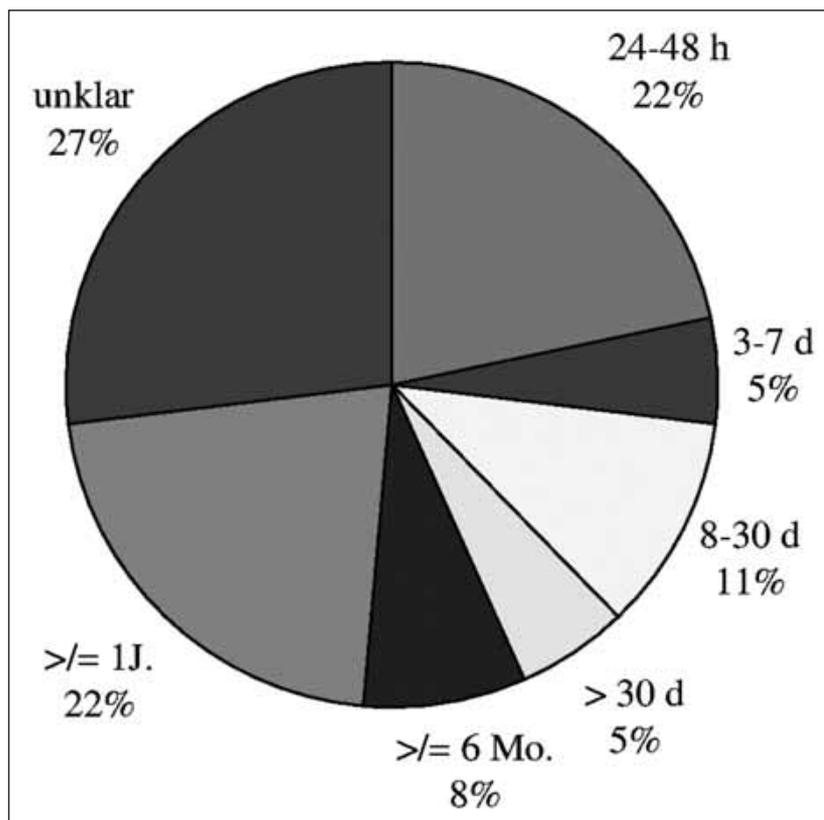


Abb. 2: Liegezeiten

Institutionelles Handeln (Wohnungsreinigung, Wohnungsöffnung, Schornsteinfeger, fehlende Mietzahlungen, fehlende Kontobewegungen, besorgter Sozialarbeiter) war in 24 % Ursache der Leichenauffindung. Eine Initiative von Familie oder Bekannten (besorgte Nachbarn, Besuch der Nachbarin, Zimmerkontrolle durch die Mutter, Aufräumarbeiten der Ehefrau, frustrane telefonische Kontaktaufnahme) führte in 23 % zur Entdeckung. Be-

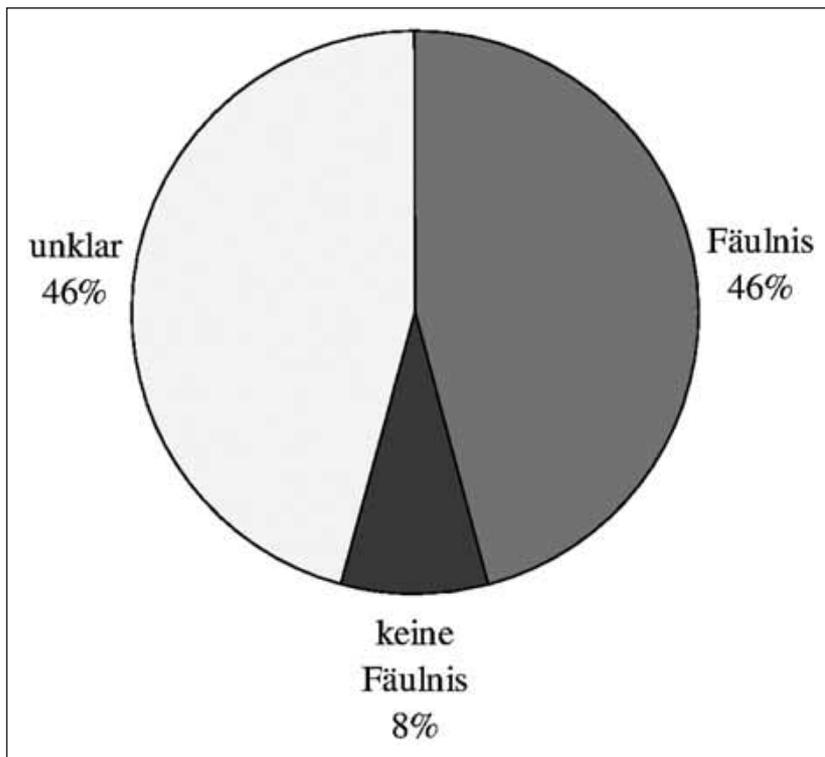


Abb. 3: Fäulnis bei Wohnungsleiche

lästigung der Nachbarn durch Fäulnis und/oder Insektenbefall waren in 9 % der Fälle für die Auffindung maßgeblich. In 43 % der Fälle von „Wohnungsleichen“ wurde der Auffindungsgrund nicht genannt (Tab. 1).

Tab. 1: Auffindungsgründe bei „Wohnungsleichen“

Grund der Auffindung	
Unklar	16 (43%)
Behördliche Wohnungsöffnung	2 (5%)
Fehlende Mietzahlung	2 (5%)
Bank: fehlende Kontobewegung	2 (5%)
Besorgter Nachbar	2 (5%)
Besuch Nachbarin	2 (5%)
Zimmerkontrolle Mutter	2 (5%)
Frustrane tel. Kontaktaufnahme	2 (5%)
Wohnungsreinigung	1 (3%)
Fäulnisgeruch	1 (3%)
Insektenbefall Nachbarwohnung	1 (3%)
Interesse eines Nachbarhundes an der Wohnungstür (Fäulnis)	1 (3%)
Schornsteinfeger	1 (3%)
Besorgter Sozialarbeiter	1 (3%)
Aufräumarbeiten Ehefrau	1 (3%)

Von den tot in der Wohnung aufgefundenen Personen hatten 43 % allein gelebt, derselbe Prozentsatz in einer Gemeinschaft. In 14 % der Fälle waren die Lebensverhältnisse nicht abschließend zu klären (Abb. 4).

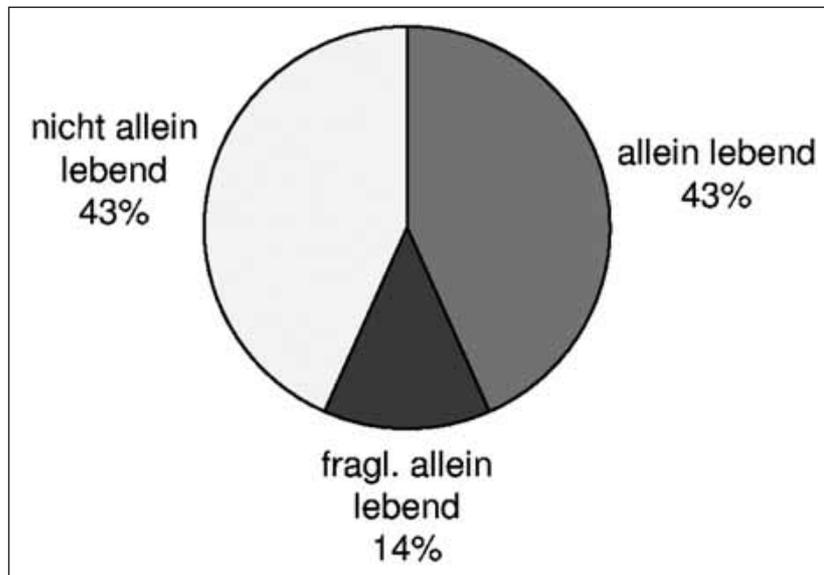


Abb. 4:  
Soziale Isolation

Anamnestisch ergaben sich bei 22 % der aufgefundenen Leichen eindeutige Belege für Alkoholismus. Bei 5 % bestand anamnestisch ein fraglicher Alkoholkonsum. Sonstige Drogen (Benzodiazepine, Opiate etc.) wurden in 5 % aller Fälle konsumiert. 3 % konsumierten mehrere Drogen. 65 % wiesen anamnestisch keine Anzeichen für Drogen- oder Alkoholkonsum auf. Nicht berücksichtigt wurde der Konsum von Tabak (Abb. 5).

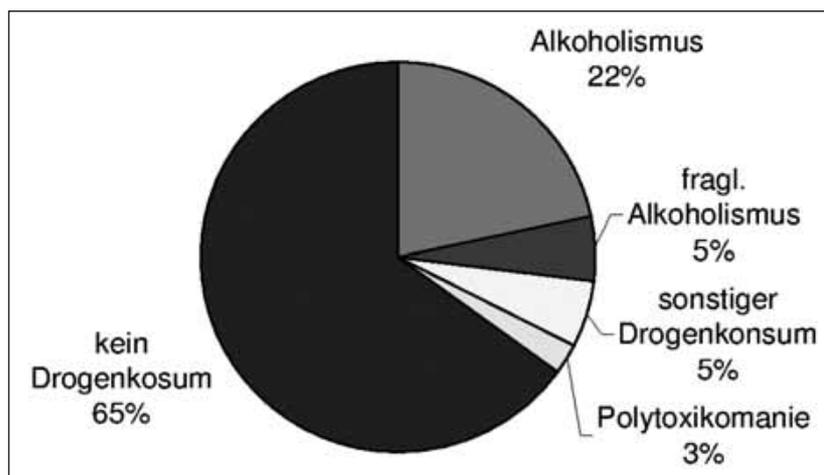


Abb. 5:  
Drogenkonsum/  
Alkoholismus

Bei den Todesursachen stand mit 32 % die Lungenentzündung deutlich im Vordergrund, gefolgt von der unklaren Todesursache mit 24 %. Die restlichen 44 % verteilten sich auf innere (Herzinfarkt, Herz-Kreislaufversagen, Entzündungen u. a.) sowie traumatische Todesursachen (Stichverletzungen, Erhängen, Strangulation u. a.; Tab. 2).

Tab. 2: Todesursachen bei „Wohnungsleichen“

<b>Todesursachen (2x Mord, 2x Suizid)</b>	
Lungenentzündung	12 (32%)
unklar	9 (24%)
Erhängen	2 (5%)
Virusinfekt	2 (5%)
Herzinfarkt	2 (5%)
Herz-Kreislauf-Versagen	2 (5%)
Stichverletzung	1 (3%)
Ertrinken	1 (3%)
„Herztod“	1 (3%)
Strangulation	1 (3%)
Sepsis	1 (3%)
atraumatische ICB	1 (3%)
Meningitis	1 (3%)
Ösophagusvarizenblutung	1 (3%)

Die Identifikationsmethode war für 65 % der Wohnungsleichen nicht erwähnt. In 11 % der Fälle führte der Vergleich von Zahnschemata zur Identifikation. Darauf folgt mit 8 % die Identifikation auf Basis einer Inaugenscheinnahme durch Verwandte (Ehepartner, Geschwister, Kinder, Elternteil). Jeweils ein Verstorbener (3 %) wurde mittels Röntgenvergleichsanalyse (Extremität), Schädel-Bild-Vergleich, durch Vergleich mit amtlichen Lichtbildausweispapieren, anhand der „Gesamtumstände“, der „Auffindesituation“ und spezieller Obduktionsbefunde (Hüfterkrankung) identifiziert (Tab. 3).

Tab. 3: Identifikationsmethoden bei „Wohnungsleichen“

<b>Identifikationsmethoden</b>	
unklar	24 (65%)
Zahnschema	4 (11%)
Inaugenscheinnahme Verwandte	3 (8%)
Röntgenvergleich Extremitäten	1 (3%)
„Gesamtumstände“	1 (3%)
„Auffindesituation“	1 (3%)
Amtl. Lichtbildausweis	1 (3%)
Autoptisch bestätigte bds. Hüfterkrankung	1 (3%)
Schädel-Bild-Vergleich	1 (3%)

#### 4. Diskussion

Der Begriff „Wohnungsleiche“ ist zwar in Fachkreisen weit verbreitet, aber lediglich in einem jüngeren, für die studentische Lehre konzipierten Buch definiert [22]. International besteht anscheinend keine allgemein anerkannte Definition. Es ist unklar, auf welche Grundlage sich die oben zitierte Lehrbuchdefinition stützt. Einzelne der dort genannten Kriterien sind unscharf oder gar nicht fassbar, was insbesondere auf die „soziale Isolation“ und die „längere Liegezeit“ zutrifft.

Für die vorliegende Literaturrecherche wurden als Einschlusskriterien eine Liegezeit von mindestens 24 Stunden und ein Auffindeort in einer privaten Wohnung/Haus festgelegt. Die Wahl einer konkreten Mindestzeit für die „lange Liegezeit“ erschien unumgänglich, da andere Faktoren, wie z. B. fortgeschrittene Leichenerscheinungen, zu stark von äußeren und leichenbezogenen Faktoren abhängig sind. Eine Liegezeit von mindestens 24 Stunden könnte auf den ersten Blick zu kurz für eine „längere Liegezeit“ erscheinen. Diese untere Grenze der „langen Liegezeit“ ist jedoch angemessen, wenn man davon ausgeht, dass ein Mensch in geordneten Sozial- und Familienverhältnissen regelmäßig mindestens einmal pro Tag Kontakt zu wenigstens einer anderen Person hat.

Dies mag auch die Grundüberlegung dafür gewesen sein, dass medizinische bzw. soziale Sicherungssysteme auf Telefonbasis, so genannte „Haus-Notruf-Geräte“ ein Sicherheitsintervall von 24 Stunden verwenden, in dem der Gerätenutzer durch die aktive Betätigung einer „Alles-okay-Taste“ seinen Status dokumentieren muss. Erfolgt diese Statusmeldung nicht, wird ein Alarm ausgelöst, der zur sofortigen fernmündlichen Kontaktaufnahme und bei Bedarf zur Nachschau durch Dritte (Angehörige, mobiler Pflegedienst, Rettungsdienst) bei dem Gerätenutzer führt [31]. Solche Geräte werden häufig von älteren Menschen, chronisch Kranken oder körperlich Behinderten genutzt, die allein leben und ihre Selbständigkeit erhalten möchten. Diese Personengruppen sind stark durch Ereignisse (Sturz, Medikamentenfehdosierung etc.) gefährdet, die zu Hilflosigkeit und im Extremfall zum Tod führen können. Ohne ihr „Haus-Notruf-Gerät“ bestünde somit eine im Vergleich zur Normalbevölkerung höhere Wahrscheinlichkeit, dass eine z. B. gestürzte Person hilflos in ihrer Wohnung verstirbt und als „Wohnungsleiche“ aufgefunden wird.

Von den sieben überprüften Kriterien der Definition aus „Basiswissen Rechtsmedizin“ [22] konnten die Merkmale „fortgeschrittene Leichenerscheinungen“ und „oftmals unklare Todesursache“ durch unsere Literaturstudie verifiziert werden. Die „Schwierigkeiten bei der Identifikation“ waren kaum überprüfbar, da in fast zwei Dritteln der in der Literatur erwähnten Fälle die Identifikationsmethode gar nicht erwähnt wurde. Man wird nicht davon ausgehen können, dass die Nichterwähnung ausnahmslos auf fehlenden Schwierigkeiten bei der Identifizierung beruhte. Die genannten Identifikationsmethoden „Gesamtumstände“ und „Auffindsituation“ sind als unsicher anzusehen und sollten daher allenfalls als Hinweis auf die Identität gewertet werden und keinesfalls als alleinige Identifikationsmethode im amtlichen Leichenschauschein.

Ebenfalls kritisch zu betrachten ist das Kriterium „häufiger Alkoholismus“. Nach dem „Jahrbuch Sucht 2011“, das die Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen erstellt, liegt bei 20 % der Allgemeinbevölkerung („jeder fünfte Deutsche“) ein Alkoholproblem vor [7]. Der Anteil der Personen mit einem Alkoholproblem ist in der Gruppe der „Wohnungsleichen“ fast identisch (Abb. 5). Die Rate wäre demnach nicht höher als in der Allgemeinbevölkerung. Als Kriterium könnte eher „häufig bestehender Substanzmissbrauch“ formuliert werden. Grund ist das Ergebnis, dass insgesamt 30 % der untersuchten Fälle eine Fremdstoffaufnahme (inklusive Alkohol) aufwiesen (vgl. Abb. 5). Es ist allerdings fraglich, ob hierbei ein tatsächlicher Unterschied zur Allgemeinbevölkerung vorliegt.

Die Kriterien „Anlass der Auffindung“ und „soziale Isolation“ bestätigten sich in unserer Auswertung nicht. Die angenommene Häufung von belästigendem Fäulnisgeruch, überquellenden Briefkästen oder unbezahlten Rechnungen ließ sich in der Literaturstudie nicht belegen. Der Anteil dieser Auffindungsgründe lag bei 14 %. 10 % der Leichen wurden von Bekannten (Nachbarn, Freunde) und 13 % durch Verwandte entdeckt. 19 % wurden auf Initiative einer Institution (Sozialarbeiter, Banken) gefunden (vgl. Tab. 1). Bezüglich der „sozialen Isolation“ zeigte sich ein Gleichgewicht von allein und in Gemeinschaft lebenden Personen (vgl. Abb. 4). Männer und Frauen waren annähernd gleich häufig betroffen (Männer 57 %, Frauen 43 %). Beide Geschlechter starben in einem Alter, das deutlich unter der entsprechenden Lebenserwartung lag (Männer 52,9 Jahre, Frauen 44,6 Jahre) [29].

### *5. Schlussfolgerungen*

Es erscheint plausibel, die Kriterien „Liegezeit von mindestens 24 Stunden“ und „Auffindeort in einer privaten Wohnung/Haus“ als Definition für eine „Wohnungsleiche“ anzuwenden. Als weitere, nicht obligate Kriterien mit Hinweischarakter können „fortgeschrittene Leichenerscheinungen“, „oftmals unklare Todesursache“ und „Probleme bei der Identifizierung“ genannt werden. Zur weiteren Überprüfung der Begriffsdefinition „Wohnungsleiche“ und der kennzeichnenden Merkmale ist eine Auswertung von Fällen aus dem Gießener Obduktionsgut mit den in der vorliegenden Literaturrecherche gewählten Einschlusskriterien geplant.

### **Zusammenfassung**

Der Begriff „Wohnungsleiche“ ist sowohl in medizinischen Fachkreisen (tägliche Arbeit, Fachliteratur) als auch in der Öffentlichkeit (Presse, Romane) regelmäßig in Gebrauch. Die Definition des Begriffs ist jedoch unklar. Es erfolgte eine umfangreiche Literaturstudie unter Einbeziehung historischer Lehrbücher und aller deutsch- und englischsprachigen rechtsmedizinischen Fachzeitschriften ab dem jeweils 1. Band. Einschlusskriterien waren eine „Liegezeit von mindestens 24 Stunden“ und der „Auffindeort in einer privaten Wohnung/Haus“. In der gesichteten Literatur konnten 37 Fälle von „Wohnungsleichen“ recherchiert werden, die den Einschlusskriterien entsprachen. „Fortgeschrittene

Leichenerscheinungen“, „oftmals unklare Todesursache“ und „Probleme bei der Identifizierung“ waren häufige Charakteristika dieser Fälle und können als Kriterien mit Hinweischarakter angesehen werden. „Liegezeit von mindestens 24 Stunden“ und „Auffindeort in einer privaten Wohnung/Haus“ können als allgemein gültige Definitionsmerkmale der „Wohnungsleiche“ vorgeschlagen werden.

**Schlüsselwörter:** Wohnungsleiche – Todesursache, unklare – Literaturstudie

**Criteria for the classification as a "domestic-setting corpse" –  
a literature search and review to define the term**

**Summary**

In German medical and media circles (daily routine, specialist literature, press, novels), the term "domestic-setting corpse" is frequently used, but the term is only vaguely defined. The authors thus decided to perform an in-depth study of the literature, including historic textbooks and all German- and English-language medicolegal journals, going as far back as their first issues, in an attempt to more clearly define the term. Inclusion criteria used in the search were a post-mortem interval of at least 24 hours prior to discovery and discovery of the corpse in a domestic setting. In the literature, 37 cases that complied with the above-mentioned inclusion criteria were found. These cases frequently described "advanced decomposition", often "unclear cause of death" and "problems in identification". These characteristics can thus be considered as being additional pointers in the definition. However, we suggest that the two general defining characteristics of a "domestic-setting corpse" are a post-mortem interval of more than 24 hours before discovery and the discovery of the corpse in a domestic setting.

**Keywords:** Domestic-setting corpse – Cause of death, unclear – Literature study

**Literatur**

1. Amendt, J., Zehner, R. (2006): Kausalität der Forensischen Biologie – „Conditio sine qua non“? In: Kauert, G., Mebs, D., Schmidt, P. (Hrsg.): Kausalität: Forensische Medizin, Toxikologie, Biologie, Biomechanik und Recht. Hansjürgen Bratzke zum 60. Geburtstag. Berliner Wissenschafts-Verlag (Berlin), S. 227-238
2. Bauer, G. (1977): Der ungewöhnliche Doppeltodesfall. *Beitr. Gerichtl. Med.* **25**: 127-132
3. Berlinonline (2009): Haben Sie noch mehr Leichen im Keller, Herr Professor? <http://www.berlinonline.de/berliner-zeitung/archiv/.bin/dump.fcgi/2009/0606/magazin/0002/index.html> [zuletzt geöffnet: 08.08.2011]
4. Brinkmann, B., Madea, B. (Hrsg.) (2004): Handbuch Gerichtliche Medizin, Bd. 1. Springer (Berlin, Heidelberg, New York)
5. Byard, R. B., Tsokos, M. (2007): Forensic issues in cases of Diogenes Syndrome. *Am. J. Forensic Med. Pathol.* **28**: 177-181
6. Campobasso, C. P., Falamingo, R., Grattagliano, I., Vinci, F. (2009): The mummified corpse in a domestic setting. *Am. J. Forensic Med. Pathol.* **30**: 307-310
7. Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen e.V. (2011): Jahrbuch Sucht 2011, Berlin/Hamm
8. doccheck (2011): Leiche. <http://flexikon.doccheck.com/Leiche?q=leiche> [zuletzt geöffnet: 08.08.2011]
9. Freiburger Zeitung (2009): Der Ekel geht natürlich nie ganz weg. [http://wiki.ben-ecke.com/index.php?title=2009-05-23\\_Freie\\_Presse:\\_Der\\_Ekel\\_geht\\_nat%C3%BCrlich\\_nie\\_ganz\\_weg](http://wiki.ben-ecke.com/index.php?title=2009-05-23_Freie_Presse:_Der_Ekel_geht_nat%C3%BCrlich_nie_ganz_weg) [zuletzt geöffnet: 08.08.2011]
10. Gille, R. J., Riße, M., Kreutz, K., Weiler, G., Verhoff, M. A. (2006): Zur Bedeutung des Leichenbegriffs für die Rechtsmedizin. *Arch. Kriminol.* **217**: 81-91

11. Grassberger, M., Schmid, H. (2009): Todesermittlung. Befundaufnahme & Spurensicherung – Ein praktischer Leitfaden für Polizei, Juristen und Ärzte. Springer (Wien), S. 37
12. Hänsch, C. (1974): An unusual case of body mummification, *Z. Rechtsmed.* **75**: 225-227
13. Hayase, T., Yamamoto, K., Yamamoto, Y. (1994): Ein ungewöhnlicher Fall von ausgedehntem Leichenfraß durch einen Haushund. *Arch. Kriminol.* **194**: 177-181
14. Heidorn, F., Birngruber, C. G., Ramsthaler, F., Merz, M., Riße, M., Kreutz, K., Krähahn, J., Verhoff, M. A. (2011): Über den Wert des Schädel-Bild-Vergleichs zur Identifizierung so genannter Wohnungsleichen. *Arch. Kriminol.* **228**: 177-190
15. Hönigschnabl, S., Schaden, E., Stichenwirth, M., Schneider, B., Klupp, N., Kremeier, E., Lehner, W., Vycudilik, W., Bauer, G., Risser, D. (2002): Discovery of decomposed and mummified corpses in the domestic setting – A marker of social isolation. *J. Forensic Sci.* **47**: 837-842
16. Karger, B., Rand, S. P., Brinkmann, B. (2000): Criminal anticipation of DNA investigations resulting in mutilation of a corpse. *Int. J. Legal Med.* **113**: 247-248
17. Lasczkowski, G., Riepert, T., Rittner, C. (1993): Tatortbesichtigung bei außergewöhnlichen Leichenfunden: Bergung, Identifizierung, Todeszeitbestimmung und Rekonstruktion. *Arch. Kriminol.* **192**: 1-11
18. Lauth, G. W., Viebahn, P. (1987): Soziale Isolierung. Ursachen und Interventionsmöglichkeiten. Psychologie-Verlags-Union (Weinheim)
19. Madea, B. (2006): Die Ärztliche Leichenschau. Springer (Berlin), S. 8-9
20. Madea, B. (Hrsg.) (2006): Praxis Rechtsmedizin. 2. Aufl., Springer (Berlin, Heidelberg, New York)
21. Madea, B., Brinkmann, B. (Hrsg.) (2003): Handbuch Gerichtliche Medizin, Bd. 2. Springer (Berlin, Heidelberg, New York)
22. Madea, B., Dettmeyer, R. (2007): Basiswissen Rechtsmedizin. Springer (Berlin), S. 94-95
23. Madea, B., Rothschild, M. (2010): Ärztliche Leichenschau – Feststellung der Todesursache und Qualifikation der Todesart. *Dtsch. Ärztebl. Int.* **107**: 575-588
24. Ropohl, D., Scheithauer, R., Pollak, S. (1995): Postmortem injuries inflicted by domestic golden hamster: morphological aspects and evidence by DNA typing, *Forensic Sci. Int.* **72**: 81-90
25. Schnyder-Kögel, V. (1977): Selbstmord oder Verbrechen; zwei kasuistische Beispiele. *Beitr. Gerichtl. Med.* **35**: 71-75
26. Schröder, H., Klotzbach, H., Oesterhelweg, L., Gehl, A., Püschel, K. (2001): Artenspektrum und zeitliches Auftreten von Insekten an Wohnungsleichen im Großraum Hamburg. *Rechtsmedizin* **11**: 59-63
27. Schulz, F., Tsokos, M., Püschel, K. (1999): Natürliche Mumifikation im häuslichen Milieu. *Rechtsmedizin* **10**: 32-38
28. Spiegel online (2009): Gerichtsmediziner Eisenmenger – Der letzte Zeuge. <http://www.spiegel.de/panorama/justiz/0,1518,615514,00.html> [zuletzt geöffnet: 08.08.2011]
29. Statistisches Bundesamt Deutschland (2011): Lebenserwartung in Deutschland. <http://www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Bevoelkerung/GeburtenSterbefaelle/Tabellen/Content50/LebenserwartungDeutschland,templateId=renderPrint.psml> [zuletzt geöffnet: 08.08.2011]
30. Tsokos, M., Schulz, F. (1999): Indoor postmortem animal interference by carnivores and rodents: report of two cases and review of the literature. *Int. J. Legal Med.* **112**: 115-119
31. Tunstall (2008/2009): Integrierte Kommunikation: Die technische Basis für Sicherheit und Service. Das Piper-Serviceerufsystem, S. 9

32. VDI-Nachrichten (2000): Geflügelte Helfer der Kriminologen. [http://www.vdi-nachrichten.com/vdi-nachrichten/aktuelle\\_ausgabe/akt\\_ausg\\_detail.asp?cat=2&id=3265](http://www.vdi-nachrichten.com/vdi-nachrichten/aktuelle_ausgabe/akt_ausg_detail.asp?cat=2&id=3265) [zuletzt geöffnet: 08.08.2011]
33. Weiler, G. (1978): Leichenzerstörung durch Hunde- und Löwenfraß. Arch. Kriminol. **162**: 108-114
34. Wider-Groth, S. (2009): Tatort Hölderlinplatz: Emmerich ermittelt. Theiss (Stuttgart), S. 5
35. Wikipedia (2011): Wohnung. <http://de.wikipedia.org/wiki/Wohnung> [zuletzt geöffnet: 08.08.2011]

Anschrift für die Verfasser:

Prof. Dr. med. Marcel A. Verhoff  
c/o Institut für Rechtsmedizin  
Frankfurter Straße 58  
D-35392 Gießen

## 5.8 Zu Häufigkeit und Umgang mit sogenannten Wohnungsleichen

Anhand erarbeiteter obligater Einschlusskriterien zur Definition einer sogenannten Wohnungsleiche wurden Obduktionsfälle des Gießener Instituts für Rechtsmedizin der vergangenen Jahre ausgewertet.

In 211 Fällen wurden Leichen in einer privaten Wohnung und nach einer Liegezeit von mindestens 24 Stunden aufgefunden. Männer waren etwa dreimal häufiger betroffen als Frauen, das Sterbealter lag jeweils deutlich unter der durchschnittlichen Lebenserwartung und ein Missbrauch von Alkohol, Drogen oder Medikamenten bestand in nahezu der Hälfte der Fälle. Mehr als zwei Drittel der Wohnungsleichen wiesen Zeichen längerer Leichenliegezeit auf. Oft konnte daher selbst nach durchgeführter Obduktion keine klare Todesursache benannt werden. In mehr als der Hälfte der Fälle wiesen die Verstorbenen Fäulniserscheinungen im Gesicht auf. Dennoch wurden bei lediglich einem Fünftel dieser Verstorbenen weiterführende Untersuchungen zur Identifizierung angeordnet. Für den Rest der Fälle wurde polizeilicherseits die Art der Identitätssicherung nicht angegeben oder bestand in der Identifizierung durch Inaugenscheinnahme. Dass hierbei regelmäßig allein der Auffindsituation sehr großer Wert zugemessen wird, ist aus rechtsmedizinischer Sicht äußerst kritisch zu sehen.

Fälle obduzierter Wohnungsleichen am Gießener Institut für Rechtsmedizin wurden hinsichtlich erarbeiteter Merkmale ausgewertet. Dass nur in einem Bruchteil der Fälle trotz vorliegender Fäulnisveränderungen keine weiterführenden Maßnahmen zur Identitätssicherung beauftragt wurden, offenbarte ein reales Risiko falscher Identitätsannahmen.

*Merz M, Heidorn F, Birngruber CG, Ramsthaler F, Risse M, Kreutz K, Krähhahn J, Verhoff MA (2012) Definition der „Wohnungsleiche“ – Eine retrospektive Studie anhand von 211 Leichenfunden. Arch Kriminol 230: 115-127*

Aus dem Institut für Rechtsmedizin der Universität Gießen<sup>1</sup>  
 (Direktor: Prof. Dr. med. Dr. jur. R. Dettmeyer),  
 dem Institut für Rechtsmedizin der Universität des Saarlandes<sup>2</sup>  
 (Direktor: Prof. Dr. med. P. Schmidt)  
 und dem Institut für Forensische Anthropologie Wettenberg<sup>3</sup>  
 (Direktorin: Dr. rer. nat. Kerstin Kreutz)

## Definition der „Wohnungsleiche“ – eine retrospektive Studie anhand von 211 Leichenfunden

Von

Marius Merz<sup>1</sup>, Dipl.-Ing. Frank Heidorn<sup>1</sup>, Dr. med. Christoph G. Birngruber<sup>1</sup>,  
 Dr. med. Frank Ramsthaler<sup>2</sup>, Prof. Dr. med. Manfred Riße<sup>1</sup>,  
 Dr. rer. nat. Kerstin Kreutz<sup>3</sup>, Dipl.-Biol. Jonathan Krähahn<sup>1,3</sup>  
 und Prof. Dr. med. Marcel A. Verhoff<sup>1</sup>

(Mit 9 Abbildungen und 2 Tabellen)

### 1. Einleitung

Die „Wohnungsleiche“ ist bei bestimmten Berufsgruppen (1, 5, 8, 10) und in der Presse (2, 4, 11, 14, 15) seit vielen Jahren ein gängiger Begriff. Aus rechtsmedizinischer Sicht ist in der einschlägigen deutschsprachigen und internationalen wissenschaftlichen Literatur die Herkunft bzw. Erstverwendung dieses Begriffs nicht zu belegen (6, 9). Die einzige Definition der „Wohnungsleiche“ findet sich in dem deutschsprachigen, an Studierende der Medizin gerichteten Lehrbuch „Basiswissen Rechtsmedizin“ (7):

*„Wohnungsleiche. Hierunter versteht man zufällig, häufig nach längerer Liegezeit tot aufgefundene Personen, teilweise mit fortgeschrittenen Leichenerscheinungen und oftmals ohne bekannte Krankheitsanamnese. Anlass für das Aufsuchen der Wohnung sind z. B. unangenehmer Geruch (Fäulnis), überquellender Briefkasten, nicht bezahlte Rechnungen. Ursache für eine soziale Isolation ist häufig Alkoholismus. Hinweisgebend kann hier bereits der Wohnungszustand sein (verwahrlost, verdreckt, unzählige leere Alkoholflaschen, beblutete Handtücher in der Wohnung – benutzt zur Kompression sturzbedingter blutender Platzwunden). Die Leichenschau ist mit äußerster Sorgfalt durchzuführen, und wenn sich eine plausible Todesursache nicht ableiten lässt, ist in jedem Fall die Polizei beizuziehen, zumal eine zweifelsfreie Identifikation des Leichnams häufig nicht möglich ist.“*

Nach einer umfangreichen Literaturlauswertung konnten als nicht obligate Kriterien, jedoch mit Hinweischarakter auf die Probleme derartiger Fälle „fortgeschrittene Leichenerscheinungen“, „oftmals un-

klare Todesursache“ und „Probleme bei der Identifizierung“ aus der oben genannten Definition verifiziert bzw. für die Begriffsdefinition vorgeschlagen werden (9). Das zentrale Problem dieser Literaturrecherche war die Festlegung der Einschlusskriterien für die einzubeziehenden Fälle. Die „Auffindung in einer privaten Wohnung/Haus“ war ein unstrittiges Einschlusskriterium. Die in der Definition genannte „längere Liegezeit“ musste jedoch konkretisiert werden. Letztlich entschied man sich für eine „Liegezeit von mindestens 24 Stunden“. Dadurch wurden die „Auffindung in einer privaten Wohnung/Haus“ und die „Liegezeit von mindestens 24 Stunden“ im Umkehrschluss als wichtigste Definitionen der „Wohnungsleiche“ festgelegt (9).

Es stellte sich nun die Frage, welche weiteren Charakteristika solcherart definierte „Wohnungsleichen“ aus dem Obduktionsgut des Gießener Instituts für Rechtsmedizin im Vergleich zu der zitierten Lehrbuchdefinition und den nicht obligaten Kriterien der Literaturauswertung aufweisen.

## 2. Material und Methoden

Die Obduktionen des Gießener Instituts für Rechtsmedizin der Jahre 2005 bis 2010 sowie 2011 (bis einschließlich Februar) wurden retrospektiv ausgewertet. Einschlusskriterien waren die „Auffindung in einer privaten Wohnung/Haus“ und eine Liegezeit (postmortales Intervall) von mehr als 24 Stunden. Erfasst wurden 9 Parameter, die von der Definition aus „Basiswissen Rechtsmedizin“ abgeleitet worden waren (Tab. 1). Da die Angaben der Liegezeit teilweise auf Zeugenaussagen beruhten und häufig unpräzise waren (z. B. „mehrere Tage“, „ca. eine Woche“ etc.), erfolgte die Einteilung der ermittelten Zeitangaben nach folgender Vorgabe in Zeitkategorien:

Bei Zeitangaben mit „Tag-Formulierungen“ wie „einige Tage“, „wenige Tage“ etc. wurde der Fall der Kategorie „3–7 Tage“ zugeteilt. Wurde eine „Wochen-Formulierung“ wie „einige Wochen“, „wenige Wochen“ etc. verwendet, erfolgte die Zuteilung in die Kategorie „8–30 Tage“. Formulierungen wie „mehrere Wochen“ und Zeitangaben im Bereich von Monaten oder mehr führten zu einer Zuteilung in die Kategorie „>30 Tage“. Sterbefälle mit eindeutigen Angaben wurden der entsprechenden Kategorie zugeordnet. Die Einteilung in die kürzeste Kategorie „24–48 Stunden“ war nur bei konkreten postmortalen Intervallen möglich. Die Fälle wurden tabellarisch erfasst und ausgewertet.

Tab. 1: In der Studie erhobene Parameter

<b>Erhobene Parameter</b>
1. Postmortales Intervall
2. Leichenerscheinungen; späte Leichenerscheinungen?
3. Anlass der Auffindung
4. Sozialstatus; soziale Isolation?
5. Hinweise auf Alkoholismus/Drogenkonsum
6. Todesursache und Todesart
7. Identifizierungsmethode; Schwierigkeiten bei der Identifikation?
8. Geschlecht
9. Alter

### 3. Ergebnisse

Von den retrospektiv erfassten Fällen erfüllten 211 die oben genannten Einschlusskriterien. Der Anteil dieser „Wohnungsleichen“ an der Gesamtzahl der in das Gießener Institut für Rechtsmedizin gebrachten Leichen lag in jedem der 6 ausgewerteten Jahrgänge bei etwa 9–10 %. Der höchste Anteil wurde 2010 mit etwa 13 % erreicht (Abb. 1). Alle Verstorbenen, die in die Studie eingeschlossen wurden, sind obduziert worden. Forensisch-toxikologische Analysen und Blutalkoholbestimmung sind in 69 Fällen (33 %) staatsanwaltschaftlich angeordnet und durchgeführt worden, histologische Untersuchungen in 16 Fällen (8 %).

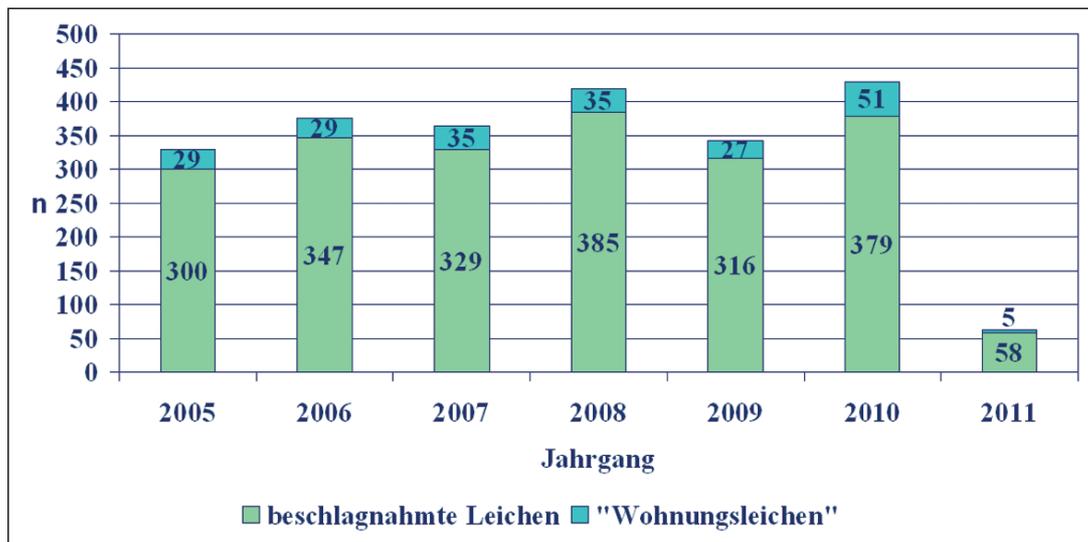


Abb. 1: Anteil der „Wohnungsleichen“ an allen beschlagneten Leichen des rechtsmedizinischen Instituts der Justus-Liebig-Universität Gießen, Zeitraum: 2005–2011 (bis einschließlich Feb.)

#### 3.1 Liegezeit („lange Liegezeit“?)

Im kürzesten Zeitfenster von 24–48 Stunden wurden mit einem Anteil von 39 % die meisten „Wohnungsleichen“ aufgefunden. In 37 % der Fälle betrug die Liegezeit 3–7 Tage, 19 % der Leichen wurden nach einer Postmortalzeit von 8–30 Tagen gefunden, 5 % wiesen eine Liegezeit von mehr als 30 Tagen auf (Abb. 2).

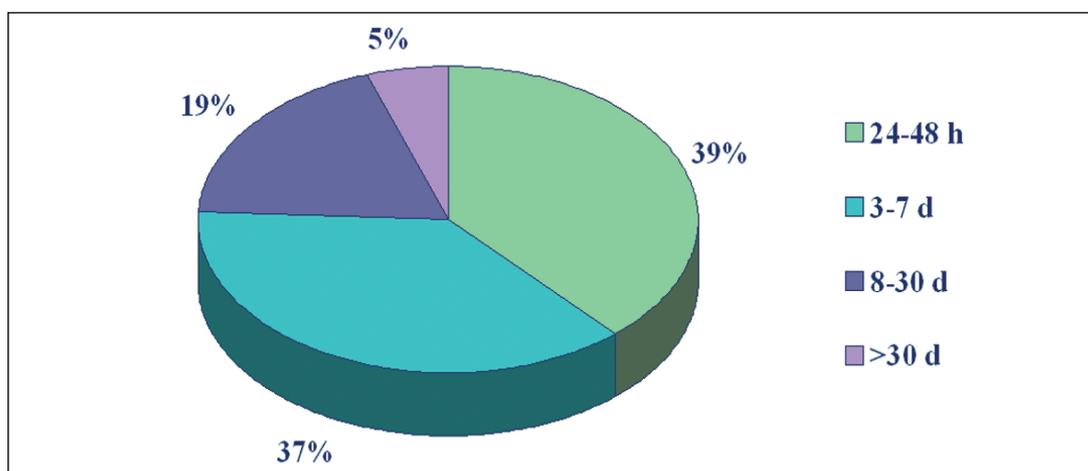


Abb. 2: Verteilung des postmortalen Intervalls

### 3.2 Fortgeschrittene Leichenerscheinungen (z.B. Fäulnis)

Mehr als zwei Drittel (71 %) der „Wohnungsleichen“ wiesen Fäulnisveränderungen auf. Unter diesen war wiederum in 71 % (110 Fälle, also etwas mehr als die Hälfte aller „Wohnungsleichen“) explizit Gesichtsfäulnis beschrieben.

### 3.3 Anlass der Auffindung

Ein frustraner Versuch der Kontaktaufnahme führte in 42 % zur Auffindung der Leiche. Bei 15 % der Fälle war Fäulnisgeruch der Grund für die Nachschau und bei 6 % ein auffällig voller Briefkasten. Bei 2 % entdeckten Verwandte während eines Besuchs den Leichnam und bei 1 % hatte das Nichterscheinen am Arbeitsplatz zur Folge, dass die Wohnung aufgesucht wurde. Unter „Sonstiges“ (8 %) sind einzelne Fälle von ausbleibenden Mietzahlungen, geplanten Festnahmen etc. zusammengefasst (Abb. 3).

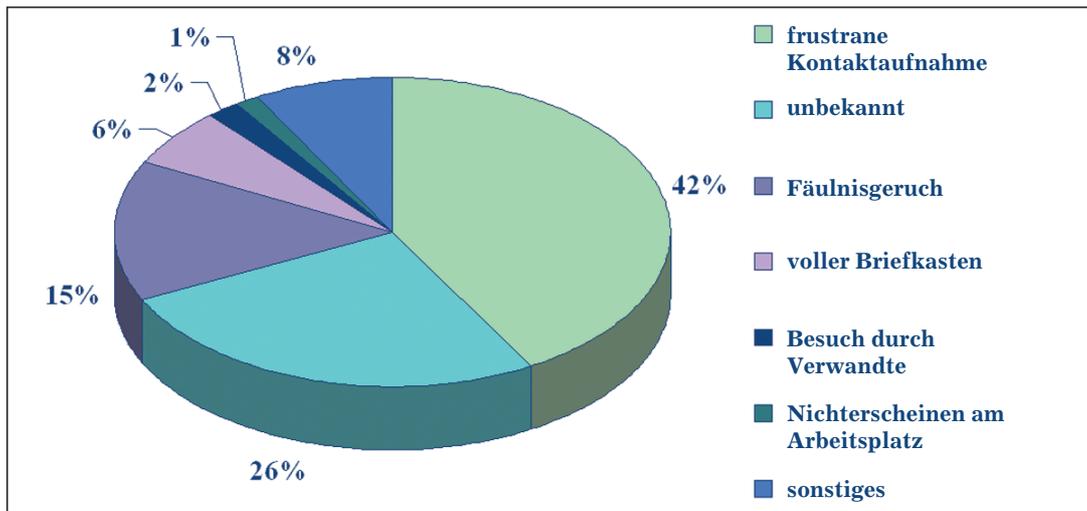


Abb. 3: Anlass der Leichenauffindung

### 3.4 Sozialstatus (soziale Isolation)

In 81 % der Fälle hatten die später tot Aufgefundenen allein gelebt. Bei 13 % waren die persönlichen Verhältnisse nicht abschließend zu klären; 6 % lebten in einer Gemeinschaft mit einem (Ehe-)Partner, mit Eltern oder Geschwistern.

### 3.5 Alkoholismus (anamnestisch)

Anamnestische Hinweise auf Alkoholismus lagen in 26 % vor. Sonstige psychotrope Substanzen (Benzodiazepine, Opiate etc.) wurden in 10 % aller Fälle konsumiert. Bei 11 % war ein Mehrfachmissbrauch bekannt. 53 % hatten laut Vorgeschichte keinen Substanzabusus betrieben (Abb. 4). Nicht berücksichtigt wurde allerdings der Konsum von Tabak.

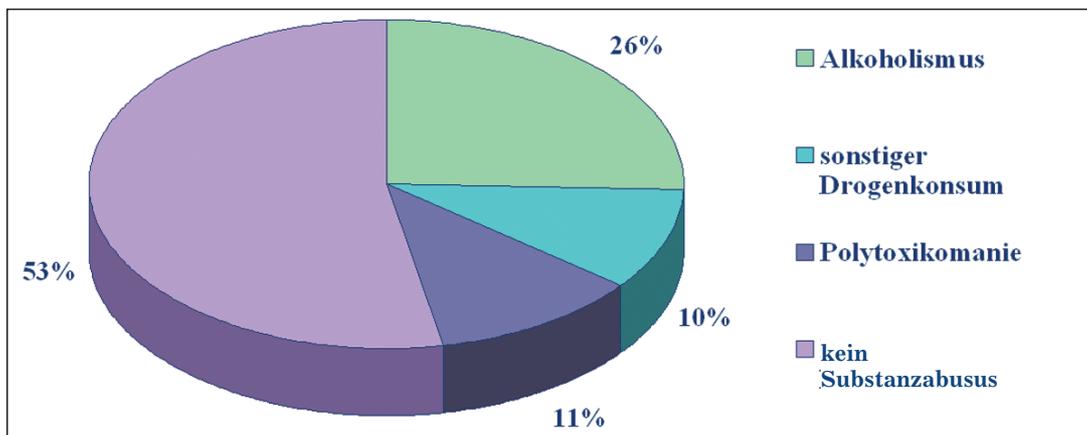


Abb. 4: Suchtverhalten (anamnestisch)

### 3.6 Todesursache („oftmals unklar“?)

Bei ca. der Hälfte aller Fälle (48 %) war die Todesursache autopsisch nicht zu klären. 10 % verstarben an einer kardialen Dekompensation. Danach folgen mit 6 % gastrointestinale Blutungen und jeweils mit 5 % der akute Herzinfarkt und die tödliche Opiatintoxikation. 4 % verstarben an einer atraumatischen intrakraniellen Blutung (Abb. 5). Die verbleibenden 22 % sind in Tab. 2 aufgeschlüsselt.

### 3.7 Identifizierungsmethode („Schwierigkeiten bei der Identifikation“?)

In über der Hälfte der Fälle (59 %) fand sich in den Unterlagen kein Hinweis auf das Verfahren, mit dem der Leichnam identifiziert wurde. In 10 % erfolgte die Identifizierung durch den Vergleich mit einem amtlichen Lichtbildausweis, in 11 % wurde der Verstorbene von einem Verwandten und in 5 % von einem Bekannten (Vermieter, Nachbar etc.) agnosziert. In nur 15 % wurden objektive Identifi-

Tab. 2: Differenzierung der „sonstigen“ Todesursachen (vgl. Abb. 5)

Sonstige Todesursache	N
Mischintoxikation	6
Sekundenherztod	4
Sepsis	4
Erhängen	4
Kopfschuss	3
Ersticken	3
Herzbeutelamponade	3
intraabdominelle Blutung	2
Schädel-Hirn-Trauma	2
Apoplexie (vaskulär)	2
CO-Vergiftung	1
Überdosis Neuroleptika	1
Überdosis Antidepressivum	1
Pneumonie	1
Lungenembolie	1
Asthmaanfall	1
Myokarditis	1
Gewalt gegen Hals	1
Verbrennung	1
Tumorleiden	1
Krampfanfall	1
Stromschlag	1
Exsikkose	1
Addisonkrise	1

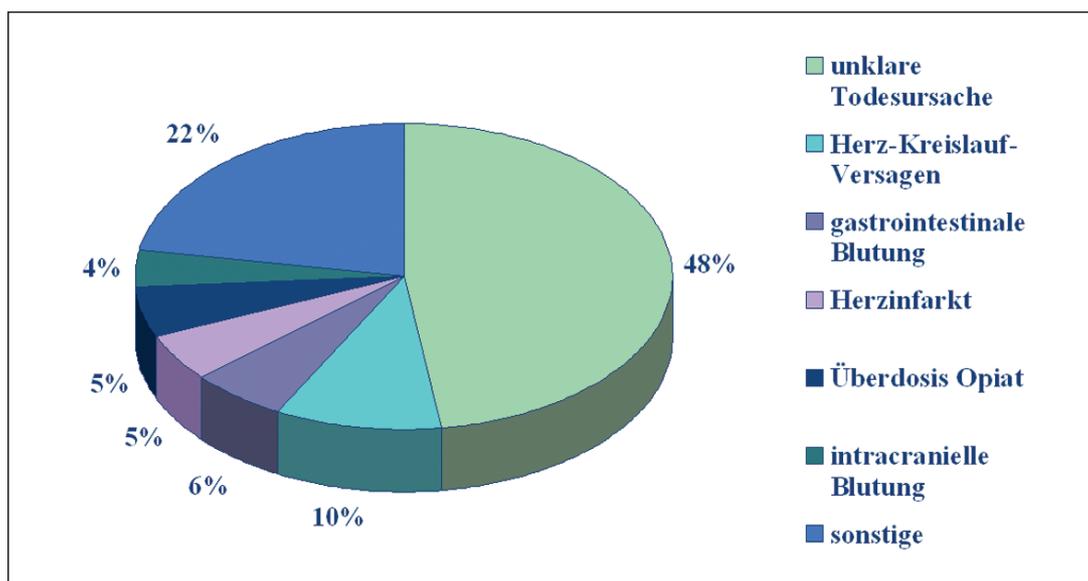


Abb. 5: Verteilung der Todesursachen

zierungsmethoden eingesetzt: In 7 % führte ein odontologischer Vergleich (mit Hilfe eines Zahnschemas) und in 3 % ein DNA-Vergleich zur Identifikation (Abb. 6).

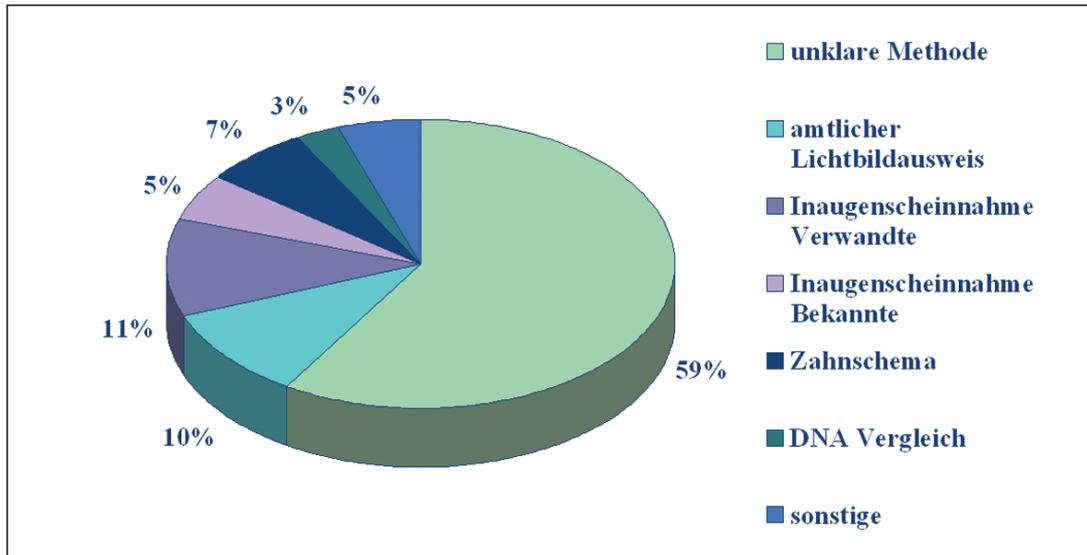


Abb. 6: Verwendete Identifizierungsmethoden (alle Fälle)

Weiterhin erfolgte eine Auswertung der Identifikationsmethoden bezogen auf jene Fälle, bei denen eine Gesichtsfäulnis dokumentiert war (110, also über 50 %). In über der Hälfte dieser Fälle (52 %) konnte die angewandte Methode nicht ermittelt werden. 13 % wurden anhand eines Zahnschemas identifiziert, 9 % durch Vergleich mit einem amtlichen Lichtbildausweis und 6 % mittels DNA. Darauf folgte (mit ebenfalls 6 %) die Inaugenscheinnahme durch Verwandte bzw. in 4 % durch Bekannte (Vermieter, Nachbar, Freunde etc.); 3 % wurden durch einen Schädel-Bild-Vergleich identifiziert. Die restlichen 7 % verteilten sich auf verschiedene radiologische Übereinstimmungen, individuelle Tätowierungen, aufgefundene persönliche Gegenstände und – einmalig – auch die „Auffindesituation“ (Abb. 7).

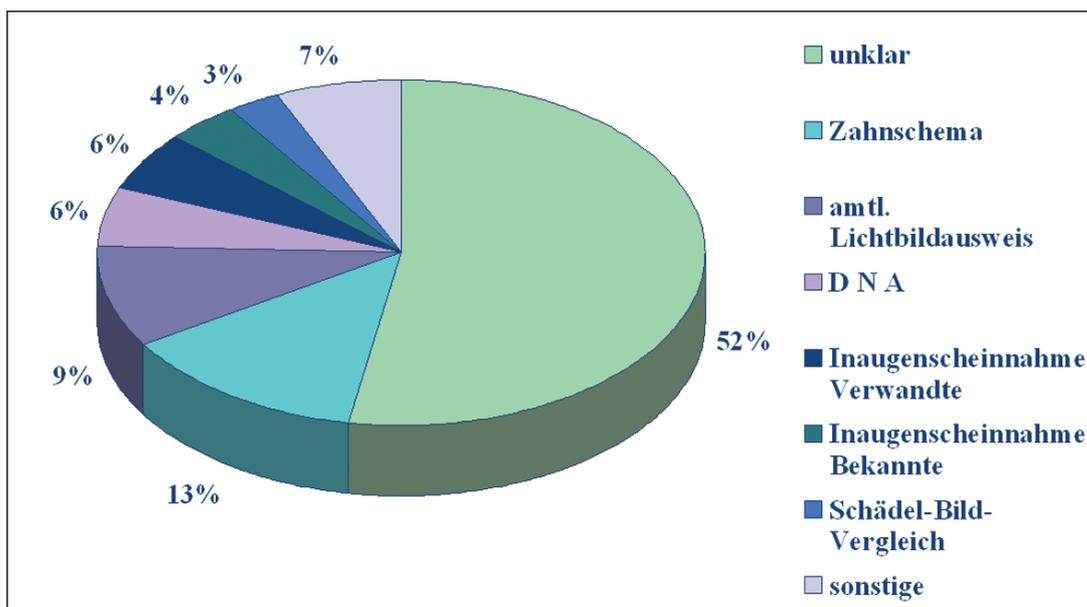


Abb. 7: Verwendete Identifizierungsmethoden in den Fällen mit Gesichtsfäulnis

### 3.8 Geschlechterverteilung

Von 211 untersuchten „Wohnungsleichen“ waren 153 (73 %) männlich und 58 (27 %) weiblich. Das Verhältnis lag bei ca. 3:1. Dieses Verhältnis bestand allerdings nicht in allen

Jahren des Untersuchungszeitraumes. 2005 und 2006 waren die Anteile von Männern und Frauen annähernd gleich. Erst ab 2007 überzog der Anteil der Männer deutlich (Abb. 8). Betrachtet man die Gesamtheit aller gerichtlichen Obduktionen, dann lag das Verhältnis bei ca. 2:1 (1233 männlich, 644 weiblich).

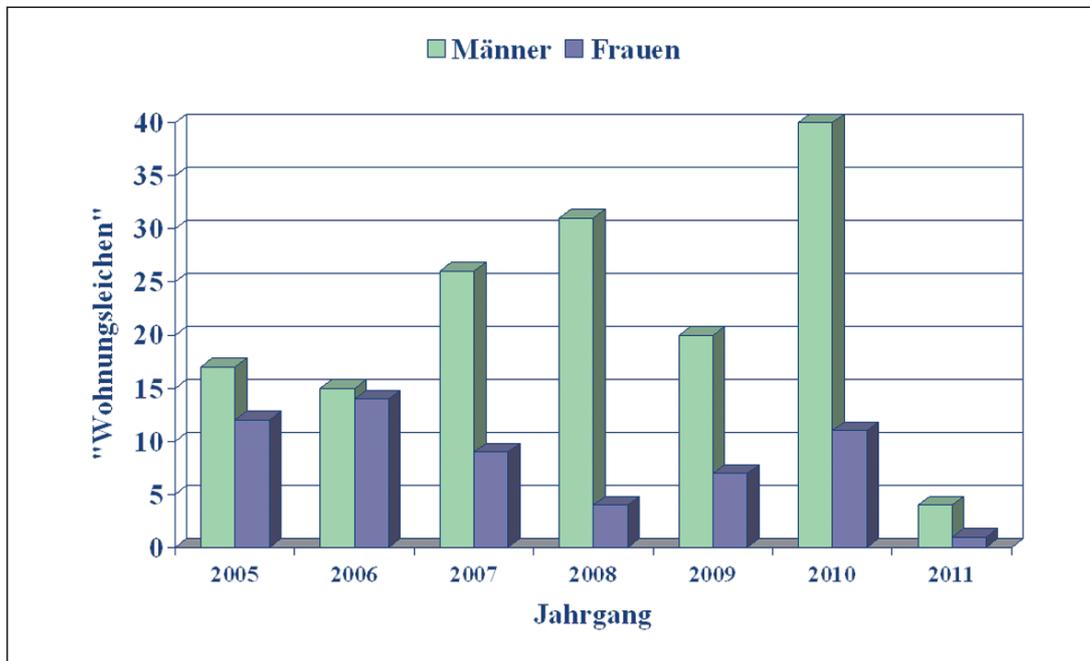


Abb. 8: Geschlechterverteilung nach Jahrgängen

### 3.9 Durchschnittsalter

Das durchschnittliche Sterbealter belief sich auf 51,9 Jahre. Nach Geschlechtern aufgeschlüsselt betrug das Durchschnittsalter der Männer 50,1 Jahre und das der Frauen 57,8 Jahre. Ein unterschiedlich hohes Sterbealter von Männern und Frauen war in allen untersuchten Jahrgängen zu beobachten (Abb. 9). Das Jahr 2011 wurde nicht in diese Auswertung mit einbezogen, da nur die Daten der Monate Januar und Februar vorlagen (n=5).

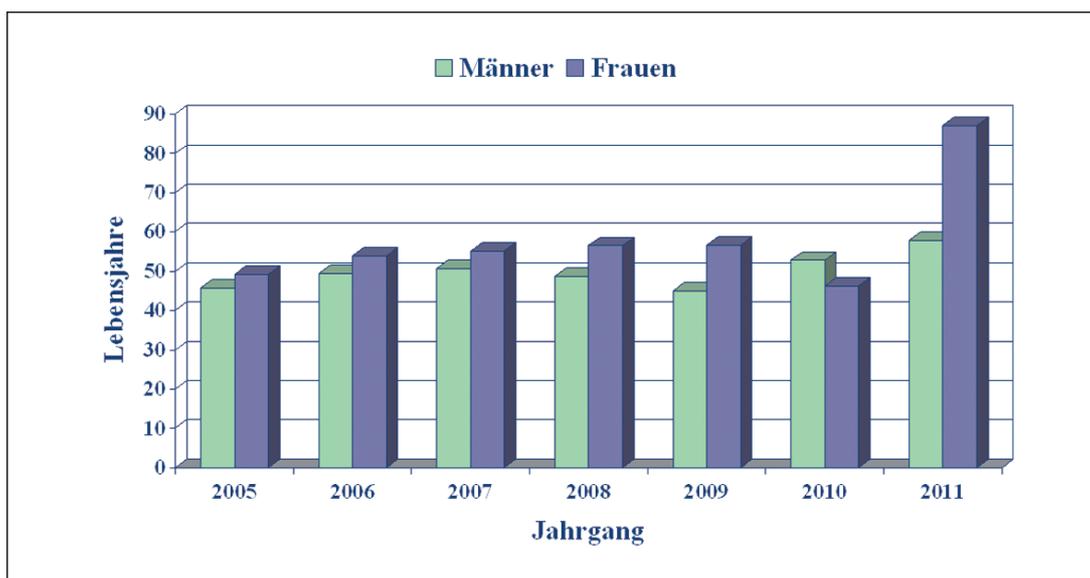


Abb. 9: Durchschnittsalter nach Geschlechtern, getrennt für die einzelnen Jahrgänge

#### 4. Diskussion

Der Begriff „Wohnungsleiche“ ist bislang – trotz seiner weiten Verbreitung in der Rechtsmedizin, bei Einsatzkräften von Rettungsdienst, Polizei und Feuerwehr, bei Hausärzten und in der Presse – lediglich in einem deutschsprachigen Lehrbuch der Rechtsmedizin (7) erläutert worden. International besteht offenbar keine gängige Definition.

Auf Basis einer umfangreichen Literaturrecherche (9) wurden von unserer Arbeitsgruppe als wichtigste Kriterien eine Liegezeit von mindestens 24 Stunden und das Auffinden in einer Wohnung oder in einem Haus (privater Wohnraum) herausgearbeitet. Die Definition einer konkreten Mindestzeitspanne für die „lange Liegezeit“ erschien sinnvoll, da andere Merkmale wie z. B. fortgeschrittene Leichenerscheinungen zu stark von äußeren und leichenbezogenen Einflüssen abhängig sind. Weiterhin kann davon ausgegangen werden, dass ein Mensch in geordneten Sozial- und Familienverhältnissen mindestens einmal in 24 Stunden Kontakt zu wenigstens einer anderen Person pflegt.

Unterstützt wird diese Argumentation von der Tatsache, dass sog. „Haus-Notruf-Geräte“ ein Sicherheitsintervall von 24 Stunden haben (13). Die Formulierung „privater Wohnraum“ dient der Abgrenzung von Leichenfunden im öffentlichen Raum (Hausflur eines Mehrparteienhauses, Straße etc.) und in gewerblich genutzten Räumlichkeiten (z. B. nach Arbeitsunfällen) (9). Dennoch sollte systematisch herausgefunden werden, welche weiteren Charakteristika sog. Wohnungsleichen aufweisen und ob diese mit der Lehrbuchdefinition (7) in Einklang stehen.

Vor diesem Hintergrund wurden 211 Fälle des Gießener Instituts für Rechtsmedizin aus einem aktuellen 6-Jahres-Zeitraum ausgewertet, welche die Einschlusskriterien „Liegezeit von mindestens 24 Stunden“ und „Auffindeort in einer privaten Wohnung/Haus“ erfüllten. Von den in der Lehrbuchdefinition genannten Punkten konnten „fortgeschrittene Leichenerscheinungen“, „soziale Isolation“, „oftmals unklare Todesursache“ und „Schwierigkeiten bei der Identifikation“ in der vorliegenden Auswertung bestätigt werden. Bezüglich der „Liegezeit“, des „Anlasses der Auffindung“, der Aussage „häufig bestehender Alkoholumismus“ sowie der Identifikationsmethode bei Wohnungsleichen mit Gesichtsfäulnis entsprachen die Ergebnisse nicht den ursprünglichen Erwartungen.

Eine nichtrepräsentative Umfrage bei Kollegen vor Beginn der Auswertung hatte ergeben, dass als häufigste Liegezeit bei so genannten „Wohnungsleichen“ ein Zeitraum von etwa einer Woche vermutet wurde. Es war daher überraschend, dass 39 % schon 24 bis 48 Stunden p. m. entdeckt wurden (vgl. Abb. 2). Dies ist selbstverständlich auch durch das gewählte Einschlusskriterium „Liegezeit von mindestens 24 Stunden“ bedingt; diesbezüglich gab es bisher keine Festlegung. Geht man (wie in unserer Studie) von einer Postmortalzeit  $\geq 24$  h aus, dann wäre das Merkmal „lange Liegezeit“ für Wohnungsleichen in vielen Fällen nicht zutreffend.

Im zitierten Lehrbuch (7) sind als Gründe für die Auffindung unangenehmer Geruch (Fäulnis), überquellender Briefkasten und nicht bezahlte Rechnungen genannt. Diese Gründe waren in der vorliegenden

Studie zwar vertreten, allerdings machten sie zusammen nur einen Anteil von ca. 20 % aus. Dagegen wurden über 40 % der Verstorbenen durch besorgte Nachbarn, Bekannte oder Verwandte entdeckt, die nach frustrierten Versuchen der Kontaktaufnahme an eine eventuelle Notsituation dachten. Dieser große Anteil sollte daher in einer überarbeiteten Definition Beachtung finden. Bemerkenswert erscheint, dass lediglich 1 % der Leichen auf Grund des unentschuldigsten Fernbleibens vom Arbeitsplatz gefunden wurden. Dies ist ein Hinweis darauf, dass Arbeitslosigkeit bei den Verstorbenen unserer Studie weit verbreitet war. Die in fast 80 % der Fälle verifizierte „soziale Isolation“ ließe sich zwanglos mit Arbeitslosigkeit und sozialem Abstieg in Verbindung bringen.

Ein anamnestisch bestehender Alkoholismus war in 26 % der ausgewerteten Fälle zu verzeichnen. Dieser Anteil bei den „Wohnungsleichen“ erscheint zunächst sehr hoch. Der Eindruck relativiert sich, wenn man einen Vergleich mit der deutschen Allgemeinbevölkerung anstellt. Nach dem Ergebnis des „Jahrbuchs Sucht 2011“, das die „Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen e. V.“ erstellt hat, wird vermutet, dass bei ca. 20 % („jeder fünfte Deutsche“) ein Alkoholproblem vorliegt (3). Davon heben sich die „Wohnungsleichen“ der vorgestellten Studie nicht wesentlich ab. Gravierender erscheint dagegen, dass es bei 47 % der untersuchten Fälle Anzeichen für Missbrauch von psychotropen Substanzen gab. Demnach könnte man bei den „Wohnungsleichen“ eher von einem „häufig bestehenden Fremdstoffmissbrauch“ sprechen.

Weiterhin fiel auf, dass die Männer mit einem Anteil von 73 % überrepräsentiert waren. Diesbezüglich muss ein möglicher Einfluss der Vorauswahl in dieser Studie diskutiert werden. So befinden sich unter den gerichtlich Obduzierten typischerweise mehr männliche als weibliche Verstorbene. Im Kollektiv des Gießener gerichtlichen Obduktionsgutes lag das Geschlechterverhältnis (m:w) bei 2:1. Vor diesem Hintergrund erscheint die Aussage berechtigt, dass der Anteil der Männer bei „Wohnungsleichen“ überproportional hoch ist.

Das durchschnittliche Sterbealter betrug 50,1 Jahre bei Männern und 57,8 Jahre bei Frauen (Differenz 7,7 Jahre). Laut Statistischem Bundesamt erreichte die Lebenserwartung 2007/09 bei Männern 77,33 Jahre und bei Frauen 82,53 Jahre; der Unterschied zwischen den Geschlechtern belief sich also auf 5,2 Jahre (12). Die als „Wohnungsleichen“ aufgefundenen Personen waren demnach im Mittel mehr als 25 Jahre vor Erreichen des durchschnittlichen Sterbealters verstorben, jedoch mit einer vergleichbaren zeitlichen Differenz zwischen Männern und Frauen.

In der vorliegenden Studie wiesen etwas über 50 % der „Wohnungsleichen“ bereits Fäulnisveränderungen im Gesichtsbereich auf. Das Spektrum reichte von Grünverfärbungen bis zu Teilskelettierungen. Bei über der Hälfte der „Wohnungsleichen“ mit Gesichtsfäulnis (52 %)

konnte die zur Klärung der Identität angewandte Methode retrospektiv nicht mehr ermittelt werden. Dies lässt zwei Hypothesen zu:

1. Die Nichterhebbarkeit der Identifikationsmethode(n) ist Folge einer mangelnden Dokumentation.
2. Die Identifikation erfolgte anhand von Mutmaßungen (z. B. „Die Leiche in der Wohnung von Herrn XY ist wahrscheinlich Herr XY“).

Da die Identifikation, besonders bei fortgeschrittenen Leichenerscheinungen, einen essentiellen Teil der ärztlichen Leichenschau darstellt, wären beide möglichen Gründe als nicht akzeptabel zu bewerten. Die einmalig auftauchende und nicht näher bezeichnete Identifikationsmethode „Auffindesituation“ könnte die zweite Hypothese stützen. Die Identifikation durch Verwandte oder Bekannte ist ebenfalls kritisch zu betrachten, da sie vom Ausmaß der spätpostmortalen Veränderungen, von der Regelmäßigkeit des persönlichen Kontakts vor dem Tod und vom Setting abhängig ist.

Eine Leiche mit beginnender Grünfäule des Gesichts kann von einem Nachbarn, der regelmäßig mit der Person Kontakt hatte, möglicherweise problemlos identifiziert werden. Anders sind die Verhältnisse, wenn die Gesichtsfäulnis ausgeprägter ist, der Nachbar wenig persönlichen Kontakt hatte und die persönliche Inaugenscheinnahme in der Erwartungshaltung erfolgt, dass es sich bei dem in der Wohnung Aufgefundenen „wohl schon“ um den ihm bekannten Bewohner handeln wird. Die in der Studie bestätigte „häufige soziale Isolation“ lässt vermuten, dass ein Szenario mit unsicheren Ausgangsbedingungen hinsichtlich der Identifikation eher häufig vorkommt. Es ist daher kritisch zu hinterfragen, warum nur 22 % der Wohnungsleichen mit Gesichtsfäulnis anhand objektiver Methoden (z. B. Vergleich mit prämortalem Zahnschema, forensische DNA-Analyse oder Schädel-Bild-Vergleich) identifiziert wurden.

### 5. Schlussfolgerungen

Auf Basis unserer Literaturrecherche (9) und der vorliegenden Studie kann folgende Definition des Begriffs „Wohnungsleiche“ vorgeschlagen werden:

*Nach einer Postmortalzeit von mindestens 24 Stunden in einer privaten Wohnung oder in einem privaten Haus tot aufgefundene Person, möglicherweise mit fortgeschrittenen Leichenerscheinungen und daraus resultierenden Schwierigkeiten bei der Identifizierung. Oftmals sind die Verstorbenen ohne bekannte Krankheitsanamnese. Anlass für das Aufsuchen der Wohnung sind häufig besorgte Bekannte (Nachbar, Vermieter etc.) oder Verwandte nach frustrierten Kontaktversuchen, aber auch unangenehmer Geruch aus der Wohnung (Fäulnisgase), ein überquellender Briefkasten oder nicht bezahlte Rechnungen. Ein Großteil der Personen lebte sozial isoliert und betrieb Fremdstoffmissbrauch. Männer sind häufiger betroffen als Frauen. Das Sterbealter liegt durchschnittlich in der 6. Lebensdekade und damit deutlich unter der durchschnittlichen Lebenserwartung.*

Bei der Feststellung der Identität scheinen die Ermittlungsbehörden oftmals davon auszugehen, dass es sich bei dem im Wohnbereich auf-

gefundenen Leichnam wohl um den Wohnungsinhaber/-mieter bzw. Hausbesitzer handeln muss. Eine vorschnelle Festlegung vor dem Hintergrund dieser Erwartungshaltung könnte gerade bei fortgeschrittenen Leichenerscheinungen zu falschen Identitätszuweisungen führen. Die Möglichkeiten objektiver Identifizierungsmethoden (forensische Odontostomatologie, Röntgenvergleichsanalyse, Schädel-Bild-Vergleich, forensische DNA-Analyse) sollten genutzt werden. Dabei ist die Aussagekraft dieser Methoden abhängig von der Authentizität des anatemortalen Vergleichsmaterials (6).

### Zusammenfassung

Der Begriff „Wohnungsleiche“ ist sowohl in rechtsmedizinischen Fachkreisen (tägliche Arbeit, Fachliteratur) als auch in der Öffentlichkeit (Presse, Romane) regelmäßig in Gebrauch. Die einzige echte Definition des Begriffs findet sich in dem deutschsprachigen Lehrbuch „Basiswissen Rechtsmedizin“ (Madea und Dettmeyer 2007). Die Kriterien dieser Definition sollten mit den Ergebnissen der vorliegenden retrospektiven Studie verglichen werden. Die Obduktionen der Jahre 2005 bis 2011 (bis einschließlich Februar) im rechtsmedizinischen Institut der Justus-Liebig-Universität Gießen wurden retrospektiv auf das Zutreffen der Kriterien überprüft. Als Einschlusskriterien für die Studie wurden eine Liegezeit von mindestens 24 Stunden und ein Auffindeort in einer privaten Wohnung oder einem privat genutzten Haus gewählt (n = 211).

Vier Kriterien („fortgeschrittene Leichenerscheinungen“, „soziale Isolation“, „oftmals unklare Todesursache“, „Schwierigkeiten bei der Identifikation“) waren an dem eigenen Untersuchungsgut verifizierbar. Ein Kriterium („häufig lange Liegezeit“) war schwer definierbar und zwei Kriterien („Anlass der Nachschau“, „häufig bestehender Alkoholismus“) waren nur teilweise nachvollziehbar. Bei fast der Hälfte aller Fälle ergaben sich Hinweise auf einen Fremdstoffmissbrauch. Die männlichen „Wohnungsleichen“ überwogen gegenüber den weiblichen im Verhältnis von ca. 3:1; das Sterbealter lag bei durchschnittlich 50,1 Jahren (Männer) bzw. 57,8 Jahren (Frauen) und somit deutlich unter der allgemeinen Lebenserwartung. In über der Hälfte der Fälle, selbst bei explizit erwähnter Gesichtsfäulnis, wurde die Identifizierungsmethode in den Unterlagen nicht genannt.

In den Punkten „Grund der Auffindung“ und „Alkoholismus“ sollte die Definition modifiziert werden. Aufgrund der nicht konkretisierten Zeitangabe „häufig lange Liegezeit“ war dieses Kriterium nur schwer fassbar und vergleichbar. Es wird empfohlen, die minimale Postmortalzeit bei „Wohnungsleichen“ mit 24 Stunden festzulegen. Auf die Identifizierung von „Wohnungsleichen“ sollte größeres Augenmerk gerichtet werden. Bislang scheint man seitens der Ermittlungsbehörden im Allgemeinen davon auszugehen, dass die in einer Wohnung tot aufgefundene Person auch der Wohnungsinhaber bzw. -mieter sein dürfte.

**Schlüsselwörter:** Wohnungsleiche – Obduktion – Identifizierung

### Definition of a "domestic-setting corpse" – A retrospective study of 211 discoveries

#### Summary

In Germany, the term "domestic-setting corpse" is regularly used both in the medico-legal field (daily work, specialist literature) and by the general public (press, novels). The only formal definition of the term is in the German-language textbook "Basiswissen Rechtsmedizin" (Madea and Dettmeyer 2007). In this retrospective study, we compared the criteria for this definition with our findings. Autopsy reports from the Institute of Forensic Medicine at the Justus Liebig University in Gießen, Germany, for the period between 2005 and 2011 (including February), were reviewed retrospectively to see if the criteria for this formal definition could be found. We chose a postmortem interval of more than 24 hours and discovery of the corpse in a private home as inclusion criteria for our study (n = 211).

We could verify four of the criteria for the definition ("advanced signs of decomposition", "reclusiveness", "unclear cause of death", "difficult to identify") in our study. One criterion ("frequently a long postmortem interval") was too vague to be of use, and two further criteria ("discovery circumstances" and "high frequency of active alcohol dependence") could only be partially confirmed. In almost half of our cases there were, however, signs of general substance abuse. The proportion of male "domestic-setting corpses" was distinctly higher than that of females (approx. 3:1). The average age-at-death was 50.1 years for men, and 57.8 years for women, and thus clearly below the average life expectancies. In over half of the cases – even those with explicitly mentioned advanced facial decay – the identification method had not been noted.

In the formal definition, the criteria "discovery circumstances" and "alcoholism" thus need to be more precisely defined. Also, due to the inexplicit time range, the criterion "frequently a long postmortem interval" was too vague to be applied to, or compared with, our cases as a classic criterion. We suggest specifying a minimum postmortem interval of 24 hours for "domestic-setting corpses". In addition, more attention should be paid to the identification of "domestic-setting corpses". To date, investigation authorities frequently seem to assume that a corpse discovered in a private residence is that of the home owner or occupant.

**Keywords:** Domestic-setting corpse – Autopsy – Identification

### Literatur

1. Amendt, J., Zehner, R. (2006): Kausalität der Forensischen Biologie – „Conditio sine qua non“? In: Kauert, G., Mebs, D., Schmidt, P. (Hrsg.): Kausalität: Forensische Medizin, Toxikologie, Biologie, Biomechanik und Recht. Hansjürgen Bratzke zum 60. Geburtstag. Berliner Wissenschafts-Verlag, Berlin, S. 227-238
2. Berlinonline (2009): Haben Sie noch mehr Leichen im Keller, Herr Professor? <http://www.berlinonline.de/berliner-zeitung/archiv/.bin/dump.fcgi/2009/0606/magazin/0002/index.html> [zuletzt geöffnet: 08.08.2012]
3. Deutsche Hauptstelle für Suchtfragen e.V. (2011): Jahrbuch Sucht 2011, Berlin/Hamm
4. Freiburger Zeitung (2009): Der Ekel geht natürlich nie ganz weg. [http://wiki.benecke.com/index.php?title=2009-05-23\\_Freie\\_Presse:\\_Der\\_Ekel\\_geht\\_nat%C3%BCrlich\\_nie\\_ganz\\_weg](http://wiki.benecke.com/index.php?title=2009-05-23_Freie_Presse:_Der_Ekel_geht_nat%C3%BCrlich_nie_ganz_weg) [zuletzt geöffnet: 08.08.2012]
5. Grassberger, M., Schmid, H. (2009): Todesermittlung. Befundaufnahme & Spurensicherung – Ein praktischer Leitfaden für Polizei, Juristen und Ärzte. Springer, Wien, S. 37
6. Heidorn, F., Birngruber, C. G., Ramsthaler, F., Merz, M., Riße, M., Kreutz, K., Krähahn, J., Verhoff, M. A. (2011): Über den Schädel-Bild-Vergleich zur Identifizierung so genannter Wohnungsleichen. *Arch. Kriminol.* **228**: 177-190
7. Madea, B., Dettmeyer, R. (2007): Basiswissen Rechtsmedizin. Springer, Berlin, S. 94-95
8. Madea, B., Rothschild, M. (2010): Ärztliche Leichenschau – Feststellung der Todesursache und Qualifikation der Todesart. *Dtsch. Ärztebl. Int.* **107**: 575-588
9. Merz, M., Birngruber, C. G., Heidorn, F., Ramsthaler, F., Riße, M., Kreutz, K., Krähahn, J., Verhoff, M. A. (2011): Die Kriterien einer „Wohnungsleiche“ – Literaturstudie zur Definition eines Fachbegriffs. *Arch. Kriminol.* **228**: 191-202
10. Schröder, H., Klotzbach, H., Oesterhelweg, L., Gehl, A., Püschel, K. (2001): Artenspektrum und zeitliches Auftreten von Insekten an Wohnungsleichen im Großraum Hamburg, *Rechtsmedizin* **11**: 59-63
11. Spiegel online (2009): Gerichtsmediziner Eisenmenger – Der letzte Zeuge. <http://www.spiegel.de/panorama/justiz/0,1518,615514,00.html> [zuletzt geöffnet: 08.08.2012]

12. Statistisches Bundesamt Deutschland (2011): Lebenserwartung in Deutschland. <http://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/Bevoelkerung/Sterbefaelle/Sterbefaelle.html> [zuletzt geöffnet: 08.08.2011]
13. Tunstall (2008/2009): Integrierte Kommunikation: Die technische Basis für Sicherheit und Service. Das Piper-Serviceerufsystem, S. 9
14. VDI-Nachrichten (2000): Geflügelte Helfer der Kriminologen. [http://www.vdi-nachrichten.com/vdi-nachrichten/aktuelle\\_ausgabe/akt\\_ausg\\_detail.asp?cat=2&id=3265](http://www.vdi-nachrichten.com/vdi-nachrichten/aktuelle_ausgabe/akt_ausg_detail.asp?cat=2&id=3265) [zuletzt geöffnet: 08.08.2012]
15. Wider-Groth, S. (2009): Tatort Hölderlinplatz: Emmerich ermittelt. Theiss, Stuttgart, S. 5

Anschrift für die Verfasser:

Prof. Dr. med. Marcel A. Verhoff  
c/o Institut für Rechtsmedizin  
der Justus-Liebig-Universität  
Frankfurter Straße 58  
D-35392 Gießen

## **5.9 Zur Anwendbarkeit des Schädel-Bild-Vergleichs zur Identitätssicherung sogenannter Wohnungsleichen**

Zur Durchführung eines Schädel-Bild-Vergleichs muss als antemortales Vergleichsmaterial zumindest ein zu Lebzeiten entstandenes (Porträt-)Foto der Person vorliegen, deren Identität dem Leichnam zugeschrieben wird.

Die Chancen auf derartiges Vergleichsmaterial sind insbesondere in Zeiten von Handy- und Digitalkameras höher anzusehen als die Chancen auf brauchbare medizinische Unterlagen oder authentisches DNA-Material. Zudem scheint der Ermittlungsaufwand zur Heranziehung eines antemortalen Bilddokuments deutlich geringer.

Im konkreten Fall konnte eine männliche Wohnungsleiche mittels Schädel-Bild-Vergleich identifiziert werden, wobei ein etwa 30 Jahre altes amtliches Passbild als antemortales Vergleichsmaterial diente. In vorangegangenen polizeilichen Ermittlungen konnten keine ärztlichen oder zahnärztlichen Befunde gesichert werden, da der Mann sich offenbar seit mehr als 15 Jahren nicht mehr in Behandlung begeben hatte. Molekulargenetische Untersuchungen von Proben des Leichnams gelangen nach erheblichem präparatorischem Aufwand, doch erbrachte der Vergleich mit einer Probe von dem angenommenen Bruder des mutmaßlichen Verstorbenen keine ausreichend sichere Übereinstimmung zur Identifizierung.

Der Schädel-Bild-Vergleich kann zur Identitätssicherung auch dann noch angewandt werden, wenn keine anderweitigen antemortalen Vergleichsbefunde vorliegen und molekulargenetische Vergleichsuntersuchungen erfolglos verlaufen. Im konkreten Fall lagen keine medizinischen Behandlungsunterlagen vor und molekulargenetische Untersuchungen erbrachten nicht die zur Identifizierung erforderlichen Befunde.

*Heidorn F, Birngruber CG, Ramsthaler F, Merz M, Riße M, Kreutz K, Krähahn J, Verhoff MA (2011) Über den Wert des Schädel-Bild-Vergleichs zur Identifizierung so genannter Wohnungsleichen. Arch Kriminol 228: 177-190*

Aus dem Institut für Rechtsmedizin der Universität Gießen<sup>1</sup>  
(Direktor: Prof. Dr. med. Dr. jur. R. Dettmeyer),  
dem Institut für Rechtsmedizin der Universität Frankfurt am Main<sup>2</sup>  
(Direktor: Prof. Dr. med. H. Bratzke)  
und dem Institut für Forensische Anthropologie Wettenberg<sup>3</sup>  
(Direktorin: Dr. rer. nat. K. Kreutz)

## Über den Wert des Schädel-Bild-Vergleichs zur Identifizierung so genannter Wohnungsleichen

Von

Dipl.-Ing. **Frank Heidorn**<sup>1</sup>, Dr. med. **Christoph G. Birngruber**<sup>1</sup>,  
Dr. **Frank Ramsthaler**<sup>2</sup>, **Marius Merz**<sup>1</sup>, Prof. Dr. med. **Manfred Riße**<sup>1</sup>,  
Dr. rer. nat. **Kerstin Kreutz**<sup>3</sup>, Dipl.-Biol. **Jonathan Krähahn**<sup>1,3</sup>  
und Prof. Dr. med. **Marcel A. Verhoff**<sup>1</sup>

(Mit 6 Abbildungen und 1 Tabelle)

### 1. Einleitung

So genannte Wohnungsleichen [20, 24] werden oftmals Wochen, gelegentlich erst Monate oder sogar Jahre nach dem Tod in einer Wohnung oder einem Haus aufgefunden. Auslöser der Nachschau sind beispielsweise verwesungsbedingte Geruchsbelästigung der Nachbarn, ein überfüllter Briefkasten, ein verwildernder Garten oder frustrane Versuche behördlicher Kontaktaufnahmen. Typisch für eine derartige Situation ist, dass die betreffende Person sehr zurückgezogen lebte und wenig bis gar keine Kontakte pflegte, dementsprechend vor dem Auffinden von niemandem vermisst wurde.

Bezüglich der Identität scheint es zunächst auf der Hand zu liegen, dass es sich bei dem Verstorbenen um den Wohnungsinhaber bzw. Hausbesitzer handelt. Dennoch ist nicht auszuschließen, dass eine andere Person in der Wohnung gelebt hat und letztlich dort gestorben ist. Diese Möglichkeit ist verstärkt in Betracht zu ziehen, wenn es sich z. B. um ein vernachlässigtes Einfamilienhaus ohne unmittelbare Nachbarschaft handelt und regelmäßige Zahlungen bereits seit längerem eingestellt wurden (kein Strom, Wasser aus eigenem Brunnen u. a.).

Eine Identifizierung mittels persönlicher Inaugenscheinnahme durch Nachbarn oder Verwandte/Bekannte wird in den meisten Fällen durch den Verwesungsgrad verhindert. Zudem kann es schwer bis un-

möglich sein, Verwandte oder Bekannte des Wohnungsinhabers zu ermitteln. Eine forensische Identitätssicherung ist dann unumgänglich. Allerdings liegen nicht selten Arzt- oder Zahnarztbesuche mehrere Jahre zurück, so dass die Dokumentationen oft nicht mehr zugänglich sind. Somit stehen die forensische Odontostomatologie und die Röntgenvergleichsanalyse [21] als Identifizierungsmöglichkeiten nicht zur Verfügung.

In derartigen Fällen wird i. d. R. eine forensische DNA-Analyse angeregt. Als Vergleichsmaterial stehen beispielsweise eine Zahnbürste oder ein Nassrasierer aus der Auffindewohnung zur Verfügung. Der mögliche Beweiswert einer Übereinstimmung des STR-Profiles eines derartigen Asservats mit dem des Leichnams ist jedoch zweifelhaft: Sollte es sich bei dem Verstorbenen nicht um den Wohnungsinhaber handeln, er sich aber vor seinem Tod eine Zeitlang in der Wohnung aufgehalten haben, wäre es naheliegend, dass er biologische Spuren hinterlässt: Die Person könnte Gebrauchsgegenstände der Wohnung benutzt oder sich z. B. rasiert oder die Zähne geputzt haben. Beweiskräftiger ist der Vergleich des DNA-Analysenmusters des Verstorbenen mit dem eines nahen Verwandten, der jedoch ggf. nicht existiert oder nicht ermittelbar ist.

Als letzte Option kann sich in solchen Fällen ein Bilddokument des Wohnungsinhabers anbieten. Angesichts der weiten Verbreitung moderner Fototechnik ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass im Laufe des Lebens ausreichend detailreiche Fotos des Gesichts einer Person angefertigt wurden und noch zur Verfügung stehen [4]. Diese Bildmaterialien können dann für einen Schädel-Bild-Vergleich eingesetzt werden.

Vorhandene Tätowierungen können in Abhängigkeit vom Verwesungszustand des Leichnams ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Identifizierung spielen. Zum Vergleich können zu Lebzeiten entstandene Fotos geeignet sein [5].

## *2. Technik des Schädel-Bild-Vergleichs*

Zur praktischen Umsetzung der Superimposition von Porträtfoto und Schädel gibt es unterschiedliche Wege, die im Laufe der Zeit und entsprechend den technischen Möglichkeiten weiterentwickelt wurden.

Eine essentielle Voraussetzung für die kraniofaziale Superimposition stellt die korrekte Ausrichtung des Schädels entsprechend der antemortalen Gesichtsaufnahme dar. Grüner u. Reinhard stellten 1959 ein „photographisches Verfahren zur Schädelidentifizierung“ vor, das die korrekte Ausrichtung des Schädels durch den Einsatz einer sog. optischen Bank gewährleistete und bei dem die Superimposition von Schädel und Porträtaufnahme durch Doppelbelichtung eines Kleinbildfilms erfolgte [11]. Unter grundlegender Beibehaltung dieser Vor-

gehensweise konnte durch eine Weiterentwicklung des Verfahrens der instrumentelle Aufwand verringert und auf die optische Bank verzichtet werden [12].

Die Komplementärfarbbeleuchtung von Porträtvergrößerung und bronziertem Schädel führte bei der Superimposition zu einer besseren Erkennbarkeit der Knochenstruktur und der mittels Plastikperlen markierten kephalometrischen Messpunkte [25].

Helmer u. Grüner [14] bedienten sich eines Videobildmischers, um das Verfahren weiterzuentwickeln. Foto und Schädel wurden hierbei durch jeweils eine Fernsehkamera aufgenommen. Die Bilder wurden über einen Bildmischer auf einem Fernsehmonitor dargestellt. So konnte die Einpassung des Schädels erstmals in Echtzeit-Betrachtung erfolgen [13]. Zur Dokumentation wurde die auf dem Fernsehschirm angezeigte Superimposition mit einer Fotokamera abfotografiert.

In einer Publikation aus 2008 [10] findet dieses Verfahren noch immer Anwendung. Die teuren Fernsehkameras wurden jedoch durch zwei handelsübliche Videokameras und die analoge Fotokamera durch einen Computer mit sog. Image capture Software ersetzt. Andere Möglichkeiten hat die digitale Bildbearbeitung bzw. -verarbeitung eröffnet. Die Superimposition von Schädel und Porträtfoto kann mit modernen Bildbearbeitungsprogrammen digital erfolgen [27]. Voraussetzung ist jedoch ein in derselben Blickrichtung und in demselben Abstand des antemortalen Porträtfotos erstelltes Bild des Schädels [17].

Bis vor kurzem war es lediglich möglich, das Echtzeit-Bild des Schädels auf demselben Monitor neben dem Porträtfoto zu platzieren, um den Schädel danach zu positionieren. Andere Ansätze digitalisieren den Schädel dreidimensional, um ihn erst virtuell an dem Porträtfoto auszurichten [3, 9]. Ergänzend wird an Algorithmen gearbeitet, die diese Ausrichtung per Software automatisieren [18]. Unter Einsatz der frei verfügbaren Software Afloat<sup>®</sup> ist es gelungen, den Schädel in Echtzeit-Betrachtung (Live-View-Modus) an einem superprojizierten Porträtfoto auszurichten, hochwertige Aufnahmen des optimal ausgerichteten Schädels zu erstellen und die eigentliche Superimposition in Adobe Photoshop<sup>®</sup> durchzuführen [4].

Wenn wesentliche Unterschiede zwischen Schädel und zu vergleichendem Porträtbild bestehen, kann dies bei der direkten Superimposition zu einem Identitätsausschluss führen. Soll dagegen die Identität festgestellt werden, müssen auf dem Schädel an den bekannten Messpunkten Abstandshalter mit den zu erwartenden mittleren Weichteildicken aufgebracht werden und diese mit den Konturen des Porträtfotos übereinstimmen [17]. Diese mittleren Weichteildicken sind alters- und geschlechtsabhängig. Unter Berücksichtigung der Extremwerte jedes Messpunktes kann dem aus dem Porträtfoto erkennbaren Ernährungszustand Rechnung getragen werden [17]. Außerdem hat die Her-

kunft des Menschen einen Einfluss auf die mittlere bzw. tatsächliche Weichteildicke über dem jeweiligen Messpunkt [2, 23].

Über die Erlangung der mittleren Weichteildicken gibt es immer wieder Diskussionen. Frühe historische Ansätze basierten auf Vergleichsmessungen von Schädelserien und Gesichtern von Lebenden. Aus den Differenzen der Mittelwerte dieser beiden Gruppen wurden für jeden Messpunkt die Weichteildicken berechnet [7]. Die ersten direkten Gesichtsteilmessungen wurden an Verstorbenen durchgeführt: Mit einer am unteren Ende abgeschliffenen Messerklinge wurde an der betreffenden Messstelle bis auf die Knochenoberfläche eingestoßen und die Eindringtiefe vermessen [31]. Genauso wie bei Messungen an vitalen oder postmortalen CT- oder MRT-Aufnahmen [15, 22] ergeben sich hierbei Artefakte durch die Rückenlage des Verstorbenen.

Für eine Messung in sitzender Position am Lebenden ist die Weichteildickenmessung mittels Sonografie geeignet [17]. Hierbei kann es allerdings zu Messungenauigkeiten durch den Anpressdruck des Schallkopfes kommen. Dennoch ist davon auszugehen, dass im Verhältnis zu den Messunterschieden, die sich aus der interindividuellen Variabilität ergeben, der messtechnisch bedingte Einfluss auf die Messgenauigkeit weniger entscheidend ist und eine Anwendung der Methode *in praxi* nicht infrage stellt. Bedeutsam sind hingegen die Einflüsse von Geschlecht, Lebensalter, Populationszugehörigkeit und allgemeinen Lebensumständen [19].

### 3. Fallbericht

#### 3.1 Vorgeschichte

Ein lediger Beamter habe alleine im eigenen Haus in einem kleinen Ort gelebt. Im Januar sei er mit Vollendung seines 60. Lebensjahres pensioniert worden. Von diesem Zeitpunkt an habe er sich zunehmend zurückgezogen und nur noch selten die Wohnung für Einkäufe verlassen, die er mit seinem Pkw getätigt habe. Die Eltern seien verstorben, ein Bruder habe noch gelebt. Es habe zuletzt nur noch unregelmäßiger telefonischer Kontakt zu dem Bruder bestanden. Dieser habe nach mehreren vergeblichen Anrufversuchen Anfang Dezember eine ihm bekannte Familie aus dem Ort gebeten, nach dem Pensionär zu schauen. Die Haustür sei auf Klingeln und Klopfen nicht geöffnet worden. Daraufhin habe man sich in den Garten begeben und durch das Wohnzimmerfenster einen „verwesten“ Leichnam auf dem Sofa gesehen. Man habe unverzüglich die Polizei informiert.

Bei Eintreffen der Polizei wurde die verschlossene Wohnungstür durch einen Schlüsseldienst geöffnet. Die Terrassentür und die Fenster des Hauses waren geschlossen, lediglich das Küchenfenster gekippt. Der Leichnam befand sich in Rückenlage, halbsitzend auf dem Sofa im Wohnzimmer. Er zeigte bereits fortgeschrittene Zeichen von Fäulnis und Madenfraß (Abb. 1). Die Tür zur Küche stand offen. Die Raumtemperatur betrug etwa 22 °C. Wann der Hausbesitzer zum letzten Mal lebend gesehen wurde, ließ sich nicht ermitteln. Die jüngste in das Haus geholte Post trug einen Stempel vom 29.10., also etwa 5 Wochen vor dem Auffindezeitpunkt.

Der Bruder habe auf Befragen der Polizei angegeben, dass der Pensionär seit wenigstens 15 Jahren keinen Arzt mehr aufgesucht habe. Krankheiten seien ihm nicht bekannt. Die Polizei konnte weder medizinische noch zahnmedizinische Unterlagen ermitteln. Als einziges Ausweisdokument wurde ein seit 24 Jahren abgelaufener Personalausweis sicher gestellt. Zum Ausstellungszeitpunkt war der Inhaber 31 Jahre alt. Laut Nachfrage bei den zuständigen Behörden wurde in der Zwischenzeit offenbar kein neuer Ausweis oder Reisepass beantragt, obwohl man den Betreffenden immer wieder angeschrieben habe.

#### 3.2 Obduktionsergebnis

Die Befunderhebung war durch Fäulnis, Autolyse und Madenfraß erheblich erschwert und eingeschränkt (Abb. 1 u. 2). Das Gehirn war bereits breiig erweicht. Hauptbefunde waren eine schwere koronare Dreifäßerkrankung und eine fortgeschrittene allgemeine Arteriosklerose. Hinweise auf Verletzungen haben sich nicht ergeben. Die forensisch-toxiko-



Abb. 1: Zustand des Leichnams zum Auffindezeitpunkt



Abb. 2: Fäulnis und Tierfraßveränderungen des Gesichts

logischen Analysen (Mageninhalt, Leber, Niere) und die Ethanolbestimmung (Psoasmuskulatur) verliefen negativ. Als Todesursache wurde eine Herzdekompensation bei Koronarinsuffizienz infolge nahezu vollständigen Verschlusses aller drei Hauptstämme der Kranzarterien angenommen.

Der Schädel wurde am Atlanto-Occipital-Gelenk abgesetzt. Durch das Foramen magnum stellte sich unter Einsatz eines Endoskops das Gehirn vollständig erweicht dar. Hinweise auf Blutungen haben sich nicht ergeben. Vor dem Hintergrund der Option des Schädel-Bild-Vergleichs zur Identifizierung wurde auf eine Eröffnung des Hirnschädels per Sägeschnitt verzichtet und der Schädel *in toto* mazeriert. Die Untersuchung des postkranialen Skeletts zeigte deutliche degenerative Veränderungen an Wirbelsäule und Hüftgelenken. Die Beckenform sprach für ein männliches Individuum.

### 3.3 Schädeluntersuchung

Schädel und Unterkiefer wurden von Weichteilresten befreit und für sieben bzw. fünf Tage in einer Enzym-Kombinationslösung mazeriert.

Die geschlechtsdiskriminatorischen morphologischen Merkmale am Skelett sprachen in der Zusammenschau der Befunde für ein männliches Individuum. Lediglich die gut ausgebildeten Tubera frontalia waren als feminin bis hyperfeminin zu bezeichnen. Es fiel eine erhebliche Größendifferenz der Processus mastoidei zugunsten der rechten Seite auf (Abb. 3), außerdem eine Deviation des Nasenbeins zur rechten Seite (Abb. 5, links). Hinweise auf frische oder verheilte Verletzungen ergaben sich nicht.

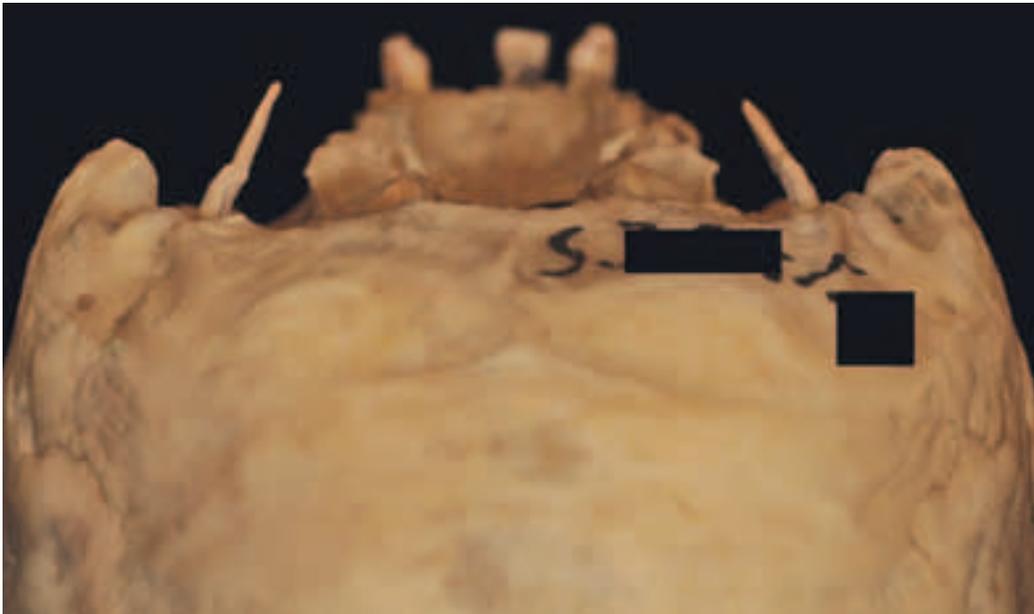


Abb. 3: Seitendifferenz der Processus mastoidei. Die rechte Seite ist deutlich kräftiger ausgebildet.

Die Zähne zeigten mehrere individuelle Zahnarbeiten, daneben kariöse Läsionen, zahlreiche Zahnverluste und fortgeschrittene entzündliche Veränderungen (Abb. 4). Insgesamt passte der Status zu einer Person, die lange keinen Zahnarzt mehr aufgesucht hatte. Die Abrasion der noch vorhandenen Zähne sowie der Zustand der Ossifikation der Schädelnähte sprachen für ein zumindest mittleres, eher höheres Lebensalter.

### 3.4 Ausweisbild

Das Ausweisbild war von frontal aufgenommen, wobei der Kopf leicht zur rechten Seite hin geneigt und im Vergleich zur sog. Frankfurter Ebene minimal rekliniert war (Abb. 5 rechts). Die Gesichtsproportionen ergaben Hinweise auf einen geringen sog. Naheffekt [17, 28, 29, 30]. Morphologisch auffällig waren eine Deviation des Nasenrückens zur rechten Seite und gut sichtbare Tubera frontalia. Außerdem stellte sich die rechte Halsseite deutlich kräftiger dar als die linke. Zur weiteren digitalen Verarbeitung wurde das insgesamt 3,5 x 4,5 cm große Foto mit einer Auflösung von 600 dpi eingescannt.



Abb. 4: Pathologische Veränderungen am Oberkiefer (links) und Unterkiefer (rechts) mit Zahnverlusten und erheblichen Folgen entzündlicher Veränderungen

### 3.5 Superimposition

Für die Superimposition wurde die von Birngruber et al. 2010 beschriebene Technik verwendet [4]. An Ober- und Unterkiefer wurden lockere Zähne in den jeweiligen Zahnfächern mit wasserlöslichem Klebstoff fixiert. Im Kiefergelenk wurde ein selbstklebender Abstandshalter mit einer Dicke von 3 mm eingebracht, die endgültige Fixierung des Unterkiefers am übrigen Schädel erfolgte mit 2 Bindfäden, so dass eine leichte Kieferöffnung erreicht werden konnte.

An den anthropologischen Schädelmesspunkten wurden insgesamt 14 zuvor angefertigte Abstandshalter aufgebracht, welche die in der Literatur beschriebene mittlere Weichteildicke für den jeweiligen Punkt für die Altersklasse 30–39 Jahre bei männlichen Individuen markierten [17]. Von den insgesamt definierten 53 Messpunkten wurden nur jene 14 ausgewählt, die das vorliegende Porträtfoto in den seitlichen Begrenzungen hätten tangieren können. Im Anschluss daran wurde der Schädel im Craniophor eingespannt.

Der Schädel wurde in einem Abstand von 1,20 m vor der Kamera Nikon Modell D 300 mit einem Objektiv mit 90 mm Festbrennweite positioniert. Das Kamerabild wurde im Live-View-Modus mit der Software Camera Control Pro® (Vers. 2.7.0) von Nikon auf dem Computermonitor eingestellt. Anschließend wurde das mit „Preview“ geöffnete digitalisierte Porträt-Foto mit Hilfe der Software Afloat® (Vers. 2.1) [1] teiltransparent über das Live-View-Fenster gelegt. Nun konnte der Schädel in Abstimmung mit dem Live-View-Bild auf dem Monitor und dem darüber liegenden, in der Größe skalierbaren Porträt-Foto nach den anatomischen Achsen und unter Beachtung der Abstandshalter im gleichen Blickwinkel ausgerichtet werden. Bereits hierbei zeigten sich gute Übereinstimmungen und keine Hinweise auf Ausschlusskriterien, weder im Hinblick auf die Proportionen noch auf die Einzelmerkmale. Im Anschluss erfolgte die fotografische Aufnahme des Schädels.

Das vorhandene Porträt-Foto und die danach ausgerichtete Aufnahme des Schädels wurden in dem Programm Adobe Photoshop CS4® in einer gemeinsamen Datei geöffnet und superprojiziert. Das Porträtfoto wurde in unterschiedlichen Intensitäten teiltransparent dargestellt. Die Bilder wurden in dieser Ansicht unter Beibehaltung der Proportionen in ihrer Größe skaliert. Die Zähne 13, 21 und 23 konnten in Deckung gebracht werden. Dabei ließ sich der Schädel in seinen Proportionen vollständig in das Gesicht einpassen. Die aufgebrachten Weichteildicken endeten auf dem Foto jeweils an den Rändern des Gesichtes (Abb. 5).



Abb. 5: Schädel-Bild-Vergleich; auf der linken Seite das Porträtfoto, rechts der danach ausgerichtete Schädel mit 14 aufgeklebten Abstandshaltern über den betreffenden Messpunkten, in der Mitte Superimposition des Porträts mit 70%iger Deckung auf den Schädel

### 3.6 Forensische DNA-Analyse

Vom Bruder des Hausbesitzers wurde DNA aus einer Speichelprobe (Wangenschleimhautabstrich) gewonnen und mit dem Power-Plex ESX 17-System (Promega, Mannheim) wurden 16 STR-Loci und das Amelogenin amplifiziert (Tab. 1).

Tab. 1: Die 16 untersuchten STR-Loci des ESS mit den Genotypen beim Bruder des Hausbesitzers (obere Zeile) und beim Leichnam (untere Zeile). An der Nierenprobe des Leichnams wurde in den Systemen D2S441, D10S1248 und D22S1045 jeweils nur ein Allel detektiert, jedoch nicht hinreichend reproduzierbar (gekennzeichnete Werte). Diese drei Loci wurden nicht in die Berechnung einbezogen.

Locus	SE33	D21S11	VWA	TH01	Fibra	D3S1358	D8S1179	D18S51	D1S11656
Bruder	17.3/26.2	29/29	15/16	6/6	23/23	15/17	11/12	15/17	14/15.3
Leichnam	15/16	28/30.2	14/17	6/7	23/25	14/15	12/14	15/17	15.3/17.3

Locus	D2S441	D10S1248	D12S391	D22S1045	D16S539	D2S1338	D19S443	Amel
Bruder	10/11	13/14	18/20	14/15	11/13	19/24	13/15	X/Y
Leichnam	(14)	(14)	18/19	(11)	12/13	19/24	13/14	X/Y

Vom Leichnam wurde zunächst eine Probe der Psoas-Muskulatur mittels automatisierter Extraktion (MaxWell, Promega, Mannheim) aufgearbeitet. Nach Quantifizierung durch eine Real-Time-PCR (Quantifiler™ Human DNA Quantification, Applied Biosystems, Foster City, USA) konnte keine Kern-DNA nachgewiesen werden. Daraufhin erfolgte eine organische Extraktion von Leber- und Nierengewebe. In der Leberprobe wurde keine ausreichende DNA-Menge nachgewiesen. Die Nierengewebsprobe inhibierte zunächst die Real-Time-PCR, so dass eine Aufreinigung der DNA mittels Silica-Säulen erfolgte. Anschließend wurde nach erneuter Quantifizierung eine DNA-Konzentration von 50 pg/µl gemessen, wobei erhöhte Werte der internen Positivkontrolle (IPC) auf noch vorhandene Inhibitoren hinwiesen.

Nach Amplifikation der Loci des European Standard Sets (ESS) mit dem Power-Plex ESX 17-System (Promega, Mannheim) gelang es, 13 Loci reproduzierbar darzustellen. Für drei Loci mit größeren Fragmentlängen wurde jeweils nur ein Allel mit nicht ausreichender Signalstärke nachgewiesen, was als Hinweis auf degradierte DNA gewertet wurde. Die 13 am Leichnam erfolgreich untersuchten Loci ergaben ein für Brüder typisches Bild der

Genotypen: 2-mal vollständige Übereinstimmung in beiden Allelen, 8-mal jeweils ein übereinstimmendes Allel und 3-mal keine Übereinstimmung (Tab. 1). Die statistische Auswertung mit der DNA-View-Software (Charles Brenner, Oakland, California, USA) [6] und den zum ESS veröffentlichten Allelfrequenzen [8] ergab für die 13 Loci eine Wahrscheinlichkeit der Geschwisterschaft von 97,09 %.

Ergänzend sollte der Y-Haplotyp der beiden Brüder auf Übereinstimmung geprüft werden. Die Bestimmung erfolgte sowohl mit dem Power Plex Y-System (Promega, Mannheim) als auch mit dem AmpF $\epsilon$ STR $^{\circ}$  Yfiler $^{\circ}$  PCR Amplification Kit (Applied Biosystems). Beide Kits erbrachten am Nierengewebe des Leichnams nur ein sehr unvollständiges Profil. Mit geringer Signalstärke (ca. 200 rfu und unter 50 rfu) wurde mit beiden Kits im Locus DYS390 für den Leichnam das Allel 21 nachgewiesen, während der Bruder das Allel 22 besitzt. Mit der DNA-Probe aus dem Nierengewebe konnte diese 1-Repeat-Differenz nicht weiter verifiziert werden.

Eine weitere Abklärung wurde daraufhin mit den aus dem persönlichen Bereich des Verstorbenen gesicherten Gegenständen versucht. Die besten DNA-Werte wurden hierbei für den Nassrasierer erzielt; für dieses Asservat konnte ein vollständiges Profil aller Loci des ESS erhalten werden. Dieses Profil zeigte eine Übereinstimmung mit den 13 erfolgreich untersuchten Loci des Nierengewebes. Vom Nassrasierer wurde der Y-Haplotyp mit dem Yfiler $^{\circ}$  bestimmt. Zwei Systeme (DYS635 und DYS448) lagen mit den rfu-Werten im kritischen Bereich, alle anderen Loci waren gut darstellbar. Der Haplotyp zeigte mit Ausnahme des Locus DYS390 eine Übereinstimmung mit jenem des Bruders: Am Rasierer wurde – so wie an der Leiche – das Allel 21 nachgewiesen, während der Bruder Allel 22 besitzt (Abb. 6).

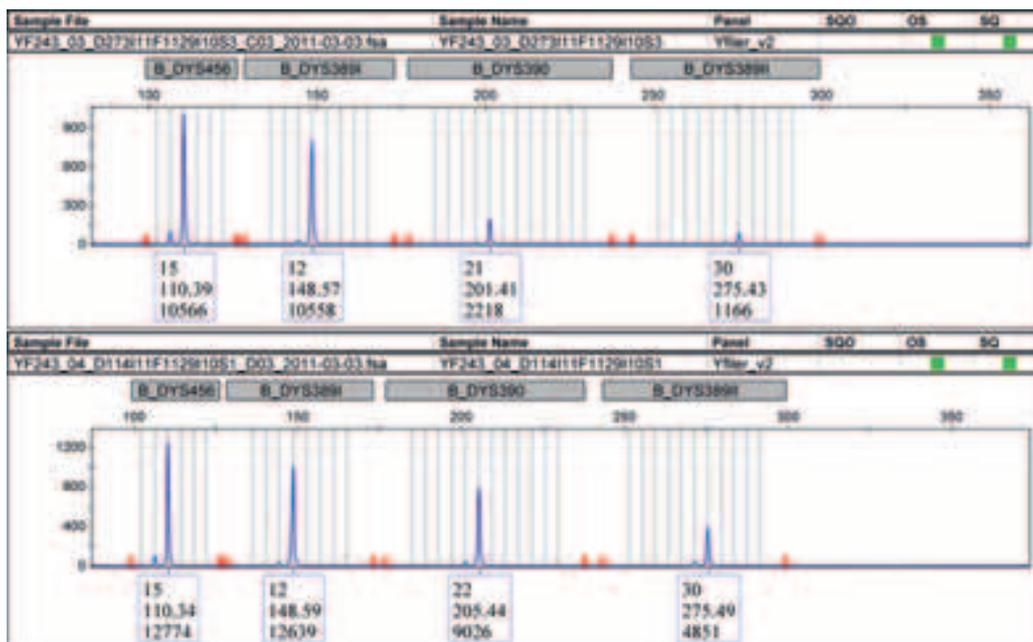


Abb 6: Ausschnitte aus den Elektropherogrammen der Y-STR-Analyse für die Systeme DYS465, DYS389I, DYS390 und DYS389II. In der oberen Reihe ist das Ergebnis für den Nassrasierer, in der unteren Reihe für den mutmaßlichen Bruder dargestellt. Im System DYS390 findet sich eine 1-Repeat-Differenz.

#### 4. Diskussion

Bei sog. Wohnungsleichen [20, 24] ergibt sich in vielen Fällen aufgrund der besonderen Umstände, insbesondere der spätpostmortalen Veränderungen, die Notwendigkeit einer forensischen Identitätssiche-

rung. Die Betroffenen haben oft sehr zurückgezogen gelebt und viele Jahre keinen Arzt oder Zahnarzt aufgesucht. Wurde die gesetzliche Aufbewahrungsfrist von 10 Jahren überschritten, stehen keine medizinischen Unterlagen mehr für die Identitätssicherung zur Verfügung. Damit muss auf die wichtigen Werkzeuge der forensischen Odontostomatologie und der Röntgenvergleichsanalyse verzichtet werden.

Durch die Fortschritte der forensischen DNA-Analyse gelingt es meist auch bei langen Postmortalzeiten, die gängigen STRs zu analysieren und so ein vollständiges STR-Profil zu erlangen [26]. Allerdings können der präparatorische Aufwand und damit auch die Bearbeitungszeit sehr groß sein. Die kritische Frage ist jedoch, woher das Vergleichsprofil zur Überprüfung der Identität erlangt werden kann. Eine gute Möglichkeit zur Gewinnung eines Vergleichsprofils ist normalerweise die Untersuchung von persönlichen Gegenständen eines mutmaßlich Verstorbenen bzw. eines Vermissten. Geeignete Utensilien sind z. B. Zahnbürsten, Rasierer oder Käämme.

Wichtig ist dabei, dass die Gegenstände tatsächlich von der Person benutzt wurden und möglichst nur von dieser Person. Dies kann beispielsweise von Verwandten bekundet werden. Wenn mehrere Personen den Gegenstand verwendet haben, ergibt die DNA-Analyse eine Mischspur. Bei „Wohnungsleichen“ gelingt es aber in vielen Fällen nicht, „authentifizierte“ Vergleichsmaterial zu erhalten.

Zunächst erscheint es naheliegend, auf Vergleichsmaterial aus der Auffindewohnung zurückzugreifen. Bei weiterer Überlegung wird allerdings klar, dass der Beweiswert einer Übereinstimmung des STR-Profiles vom Leichnam mit dem Profil eines Nassrasierers oder einer Zahnbürste aus der Auffindewohnung begrenzt ist: Das Ergebnis würde lediglich – mit der entsprechenden Wahrscheinlichkeit – darauf hinweisen, dass der Verstorbene die untersuchten Gegenstände verwendet hat. Das wäre aber nicht ungewöhnlich, wenn sich der später Verstorbene zu Lebzeiten in der Wohnung aufgehalten hat. Sollte sich hingegen ein Identitätsausschluss zwischen Gegenstand und Verstorbenem ergeben, würde das weitere Fragen aufwerfen, ohne die Identitätssicherung voranzubringen.

Als alternatives DNA-Vergleichsmaterial können – wie im vorliegenden Fall – Speichelproben von nahen Verwandten (Eltern, Geschwister) dienen. Auf Grundlage der STR-Analyse kann dann die Wahrscheinlichkeit der Verwandtschaft berechnet werden. Die Y-STR-Analyse kann für die Überprüfung von Verwandtschaftsverhältnissen eines Vermissten in paternalen Linie eingesetzt werden, während die hypervariable Region der mitochondrialen DNA in mütterlicher Linie vererbt wird. Allerdings sind gerade bei den „Wohnungsleichen“ häufig keine Verwandten ermittelbar.

Im Zeitalter der digitalen Fotografie [28] bestehen gute Chancen, Fotos aufzufinden, auf denen das Gesicht eines mutmaßlich verstorbenen Wohnungsinhabers in ausreichender Qualität abgebildet ist. Gelegentlich kann schon ein einzelnes Bild für die Identitätssicherung ausreichend sein. Dabei sind – wie der vorgestellte Fall zeigt – nicht nur aktuelle bzw. kurz vor dem Tod entstandene Bilder geeignet. Es ist davon auszugehen, dass alters- und gewichtsbedingte Änderungen sich am knöchernen Schädel weniger manifestieren als an den Weichteilen.

Eine Ausnahme bilden pathologische Prozesse wie z. B. die Akromegalie im höheren Lebensalter. Andererseits können starke Umbauvorgänge am Kiefer infolge von Zahnverlusten zu Veränderungen, vorwiegend Atrophien im Untergesicht, führen. Wichtig ist, dass das

Lebensalter bekannt ist, in dem das jeweilige Foto des Gesichts entstanden ist. Unter dieser Voraussetzung können die für die Altersklasse korrekten Abstandshalter [17] an den Messpunkten des Schädels platziert werden. Aus technischer Sicht ist noch anzumerken, dass nicht alle 53 möglichen Abstandshalter aufgebracht werden müssen, sondern nur an jenen Messpunkten, für deren Ende ein möglicher Schnittpunkt mit den Randbegrenzungen des abgebildeten Gesichtes zu erwarten ist. Für Frontalaufnahmen verbleiben wie im vorliegenden Fall insgesamt 14 Abstandshalter.

Aufgrund der vollständigen Einpassbarkeit des Schädels in das Porträtfoto und wegen der Übereinstimmung der aufgebrauchten Abstandshalter mit den Weichteilbegrenzungen des Gesichtes bestand im vorliegenden Fall kein vernünftiger Zweifel an der Identität des Verstorbenen [16]. In Verbindung mit der Vorgeschichte, der Auffindsituation und den morphologischen Befunden hätte man die Identität bereits als hinreichend gesichert annehmen können.

Der Vergleich des DNA-Analysenmusters des Verstorbenen mit jenem des Bruders hatte die Funktion einer zusätzlichen Absicherung. Der Geschwistervergleich anhand der STR-Analyse wäre mit einer berechneten Wahrscheinlichkeit der Geschwisterschaft von 97,09 % für die Identitätssicherung nicht ausreichend gewesen. Ergänzend sollte deshalb der Y-Haplotyp der beiden Brüder auf Übereinstimmung geprüft werden.

Die Bestimmungen mit zwei verschiedenen Kits erbrachten jedoch nur ein sehr unvollständiges Profil für das Nierengewebe des Leichnams, was mutmaßlich auf vorhandene Inhibitoren zurückzuführen war. Kits älterer Generationen sind hierfür anscheinend deutlich anfälliger als die Neuentwicklungen zum ESS. Hätte sich eine vollständige Merkmalsübereinstimmung zwischen Leichnam und Bruder ergeben, hätte dies das Ergebnis der autosomalen Untersuchung bestätigt. Allerdings wurde mit beiden Kits im Locus DYS390 für den Leichnam das Allel 21 nachgewiesen, während der mutmaßliche Bruder das Allel 22 besaß. Somit stellte sich die Frage, ob doch ein anderer Haplotyp vorliegt.

Zur weiteren Abklärung wurde der Nassrasierer aus der Wohnung untersucht. Die Untersuchung der autosomalen STR-Systeme ergab eine Übereinstimmung mit den erfolgreich amplifizierten Loci der Nierengewebsprobe des Leichnams. Der Y-Haplotyp zeigte eine vollständige Übereinstimmung mit jenem des mutmaßlichen Bruders mit Ausnahme des Systems DYS390. Am Rasierer wurde für diesen Locus das Allel 21 verifiziert (Abb. 6). Für diese 1-Repeat-Differenz kann nur eine Mutation angenommen werden. Für die Abklärung der Identität waren die DNA-Ergebnisse insgesamt unbefriedigend, insbesondere wegen des nicht übereinstimmenden Y-Haplotyps.

Zum Vergleich sei hier ein Defizienz-Abstammungsfall erwähnt, bei dem mit gerade drei Nicht-Übereinstimmungen im Y-Haplotyp – jeweils 1-Schritt Abweichungen – ein Ausschluss der Vollgeschwisterschaft postuliert worden ist. Dieser Ausschluss konnte anhand einer Schwester bzw. Halbschwester bei Einbeziehung der Kindesmutter auch mit autosomalen Systemen bestätigt werden. Es stellt sich die Frage, welche Schlüsse man im vorgestellten Fall gezogen hätte, wenn nicht nur an einem Locus, sondern beispielsweise an zwei Loci eine 1-Repeat-Differenz bestanden hätte.

Insgesamt nahm die DNA-Analyse mehrere Wochen in Anspruch und gestaltete sich aufgrund des schlecht erhaltenen Untersuchungsmaterials sehr aufwändig. Der Schädel-Bild-Vergleich mit vorheriger Mazeration des Schädels konnte innerhalb einer Woche abgeschlossen werden.

Der vorgestellte Fall verdeutlicht den Wert des Schädel-Bild-Vergleichs bei einer sog. Wohnungsleiche. Es ist trotz rasanter Entwicklungen in der forensischen Molekularbiologie lohnend und sogar notwendig, derartige „alte“ morphologische Techniken zu bewahren und weiterzuentwickeln. Entscheidend ist für alle Methoden der Identitätssicherung, dass geeignetes Vergleichsmaterial zur Verfügung steht. Dabei bezieht sich die Geeignetheit auf technische bzw. qualitative Aspekte und auf den Beweiswert vor dem Hintergrund der jeweiligen Fallkonstellation.

### Zusammenfassung

Bei sog. Wohnungsleichen wird die Identifizierung oft dadurch erschwert, dass kein geeignetes Vergleichsmaterial für die forensische Odontostomatologie, für eine Röntgenvergleichsanalyse oder für eine forensische DNA-Analyse zur Verfügung steht.

Im vorgestellten Fall wurde das Passbild aus einem bereits länger abgelaufenen Personalausweis für einen Schädel-Bild-Vergleich herangezogen und damit die Identität gesichert. Bei der DNA-Analyse konnten 13 STR-Loci aus Gewebe des Leichnams erfolgreich amplifiziert werden. Beim Vergleich mit dem mutmaßlichen Bruder des Verstorbenen ergab sich daraus eine Wahrscheinlichkeit der Geschwisterschaft von 97,09 %. Deshalb wurde eine Y-STR-Analyse durchgeführt, die bei sonstiger Übereinstimmung im Locus DYS390 für den Leichnam das Allel 21 und für den mutmaßlichen Bruder das Allel 22 erbrachte.

Dem Schädel-Bild-Vergleich kommt trotz rasanter Weiterentwicklung anderer Identifizierungsverfahren nicht zuletzt aufgrund zunehmender persönlicher Bilddokumente im Rahmen der Digitalfotografie noch immer erhebliche Bedeutung zu. Die Aussagekraft der DNA-Analyse ist bei der Identifizierung in hohem Maße abhängig von der Authentizität des Vergleichsmaterials und vom Erhaltungszustand der DNA des Leichnams. Im vorliegenden Fall wäre eine Identitätssicherung durch alleinige DNA-Analyse nicht möglich gewesen. Bei sog. Wohnungsleichen kann der Schädel-Bild-Vergleich als einzige Option zur Identitätssicherung verbleiben.

**Schlüsselwörter:** Wohnungsleiche – Identifizierung – Schädel-Bild-Vergleich – Forensische DNA-Analyse

### The value of skull-photo superimpositions in identifying corpses found in domestic settings

#### Summary

The identification of decomposed corpses found in domestic settings is frequently problematic because comparative material for methods such as forensic odontostomatology, comparative X-ray analysis, or DNA analysis, is not available. In the case presented here, a photograph from an old, expired passport could be used to successfully identify a “domestic setting” corpse in a skull-photo superimposition. In an additional DNA analysis, 13 STR-loci could be amplified from tissue samples taken from the corpse. DNA comparison with the presumed brother of the deceased yielded a probability of 97.09 % for siblingship. Y-STR-analysis was, therefore, performed. The results showed that all of the systems for

the presumed brother and the corpse conformed, with the exception of the DYS390 locus, in which allele 21 was found for the corpse and allele 22 for the brother.

Despite the rapid development of other identification procedures, skull-photo superimpositions remain an important means of identification. Last not least this is due to the increasing ubiquity of personal photo documents in the age of digital photography. The validity of the results from a DNA analysis in an identification process depends largely on the authenticity of the samples available for comparison and the degree to which the DNA from the corpse is preserved. In the case presented by the authors, positive identification of the corpse solely on the basis of the DNA analysis would not have been possible. Numerous constellations can be imagined for decomposed corpses found in domestic settings for which skull-photo superimpositions may be the only possible option for identifying the corpse.

**Keywords:** Domestic setting corpse – Identification – Skull-photo superimposition – Forensic DNA analysis

### Literatur

1. Afloat ([http://www.apple.com/downloads/macosx/productivity\\_tools/afloat.html](http://www.apple.com/downloads/macosx/productivity_tools/afloat.html))
2. Aulsebrook, W. A., Becker, P. J., Iscan, M. Y.: Facial soft-tissue thickness in the adult male Zulu. *Forensic Sci. Int.* **79**: 83-102 (1996)
3. Benazzi, S., Stansfield, E., Milani, C., Gruppioni, G.: Geometric morphometric methods for three-dimensional virtual reconstruction of a fragmented cranium: the case of Angelo Poliziano. *Int. J. Legal Med.* **123**: 333-344 (2009)
4. Birngruber, C. G., Kreutz, K., Ramsthaler, F., Krähahn, J., Verhoff, M. A.: Superimposition technique for skull identification with Afloat® software. *Int. J. Legal Med.* **124**: 471-475 (2010)
5. Birngruber, C. G., Ramsthaler, F., Kettner, M., Verhoff, M. A.: Superimposition ante- und postmortaler Bilder von Tätowierungen zur Identitätssicherung – ein Fallbericht. *Arch. Kriminol.* **227**: 48-54 (2011)
6. Brenner, C. H.: Forensic mathematics (<http://www.dna-view.com/>)
7. Broca, M.: Comparaison des indices céphaliques sur le vivant et sur le squelette. *Bull. Soc. Anthropol., Paris, 2<sup>e</sup> serie, t3*: 25-32 (1868)
8. Budowle, B., Ge, J., Chakraborty, R., Eisenberg, A. J., Green, R., Mulero, J., Lagace, R., Hennessy, L. : Population genetic analyses of the NGM STR loci. *Int. J. Legal Med.* **125**: 102-109 (2011)
9. Eliasova, H., Krsek, P.: Superimposition and projective transformation of 3D object. *Forensic Sci. Int.* **167**: 146-153 (2007)
10. Fenton, T. W., Heard, A. N., Sauer, N. J.: Skull-photo superimposition and border deaths: Identification through exclusion and the failure to exclude. *J. Forensic Sci.* **53**: 34-40 (2008)
11. Grüner, O., Reinhard, R.: Ein photographisches Verfahren zur Schädelidentifizierung. *Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med.* **47**: 247-256 (1959)
12. Grüner, O., Schulz, G.: Über eine Vereinfachung der photographischen Schädelidentifizierung. *Beitr. Gerichtl. Med.* **26**: 132-137 (1969)
13. Helmer, R., Grüner, O.: Schädelidentifizierung durch Superprojektion nach dem Verfahren der elektronischen Bildmischung, modifiziert zum Trickbild-Differenz-Verfahren. *Z. Rechtsmed.* **80**: 189-190 (1977)
14. Helmer, R., Grüner, O.: Vereinfachte Schädelidentifizierung nach dem Superprojektionsverfahren mit Hilfe einer Video-Anlage. *Z. Rechtsmed.* **80**: 183-187 (1977)
15. Helmer, R., Koschorek, F., Terwey, B., Frauen, T.: Dickenmessung der Gesichtsweichteile mit Hilfe der Kernspin-Tomografie zum Zwecke der Identifizierung. *Arch. Kriminol.* **178**: 139-150 (1986)

16. Helmer, R., Schimmler, J., Rieger, J.: Zum Beweiswert der Schädelidentifizierung mit Hilfe der Video-Bildmischtechnik unter Berücksichtigung der kranio-metrischen Individualität menschlicher Schädel. *Z. Rechtsmed.* **102**: 451-459 (1989)
17. Helmer, R.: Schädelidentifizierung durch elektronische Bildmischung. Zugleich ein Beitrag zur Konstitutionsbiometrie und Dickenmessung der Gesichtswichteile. *Kriminalistik Verlag, Heidelberg* (1984)
18. Ibanez, O., Cordón, O., Damas, S., Santamaría, J.: An experimental study on the applicability of evolutionary algorithms to craniofacial superimposition in forensic identification. *Information Sci.* **179**: 3998-4028 (2009)
19. Iscan, M. Y., Helmer, R. P. (ed.): *Forensic analyses of the skull. Craniofacial analysis, reconstruction, and identification.* Wiley-Liss, New York (1993)
20. Madea, B., Dettmeyer, R.: *Basiswissen Rechtsmedizin.* Springer, Berlin, S. 94-95 (2007)
21. Oehmke, S., Birngruber, C., Kreutz, K., Verhoff, M. A.: Verdacht auf Tötungsdelikt mit politischem Hintergrund – Aufklärung als akzidentelle Kohlenmonoxidvergiftung. *Arch. Kriminol.* **215**: 34-42 (2005)
22. Phillips, V. M., Smuts, N. A.: Facial reconstruction: utilization of computerized tomography to measure facial tissue thickness in a mixed racial population. *Forensic Sci. Int.* **83**: 51-59 (1996)
23. Rhine, J. S., Campbell, H. R.: Thickness of facial tissues in the American blacks. *J. Forensic Sci.* **25**: 847-858 (1980)
24. Schröder, H., Klotzbach, H., Oesterhelweg, L., Gehl, A., Püschel, K.: Artenspektrum und zeitliches Auftreten von Insekten an Wohnungsleichen im Großraum Hamburg. *Rechtsmedizin* **11**: 59-63 (2001)
25. Schulz, G.: Zur Methodik der photographischen Schädelidentifizierung bei Verwendung eines Umkehrfarbfilms. *Arch. Kriminol.* **158**: 15-17 (1976)
26. Schwark, T., Heinrich, A., von Wurmb-Schwark, N.: Genetic identification of highly putrefied bodies using DNA from soft tissues. *Int. J. Legal Med.* (in press) DOI 10.1007/s00414-010-0537-2
27. Ubelaker, D. H., Bubniak, E., O'Donnel, G.: Computerassisted photographic superimposition. *J. Forensic Sci.* **37**: 750-762 (1992)
28. Verhoff, M. A., Gehl, A., Kettner, M., Kreutz, K., Ramsthaler, F.: Digitale forensische Fotodokumentation. *Rechtsmedizin* **19**: 369-381 (2009)
29. Verhoff, M. A., Witzel, C., Kreutz, K., Ramsthaler, F.: The ideal subject distance for passport pictures. *Forensic Sci. Int.* **178**: 153-156 (2008)
30. Verhoff, M. A., Witzel, C., Ramsthaler, F., Kreutz, K.: Der Einfluss von Objekt-abstand bzw. Objektiv-Brennweite auf die Darstellung von Gesichtern. *Arch. Kriminol.* **220**: 36-43 (2007)
31. Welcker: *Schillers Schädel und Totenmaske nebst Mitteilungen über Schädel und Totenmaske Kants.* Vieweg, Braunschweig (1883)

Anschrift für die Verfasser:

Prof. Dr. med. Marcel A. Verhoff  
c/o Institut für Rechtsmedizin  
Frankfurter Straße 58  
D-35392 Gießen

## 5.10 Zur Identitätssicherung mit molekulargenetischen Methoden

Als Ergänzung oder Alternative zu morphologischen Methoden der Identitätssicherung können bei entsprechendem Identitätsverdacht und vorliegendem Vergleichsmaterial molekulargenetische Untersuchungen durchgeführt werden.

Eine retrospektive Auswertung von im Institut für Rechtsmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen zwischen 2007 und 2016 bearbeiteten Identifizierungsfällen ergab 194 Fälle, bei denen die Identität unbekannter Verstorbener auf diese Weise gesichert wurde.

Die Erstellung eines postmortalen DNA-Musters gelang häufig aus einem Tupferabstrich vom Blut des Verstorbenen. Bei starken Fäulnisveränderungen erwiesen sich Finger- und Fußnägel als geeignetes Untersuchungsmaterial. Antemortale Vergleichsmuster wurden überwiegend aus Gegenständen der Körperpflege (Zahnbürste, Rasierer, Haarbürste) erstellt. Seltener wurde auf biologisch Verwandte oder in polizeilichen Datenbanken vorhandene DNA-Muster zurückgegriffen. Die sich hieraus ergebende Problematik der Authentizität antemortalen Vergleichsmaterials wird in der Arbeit erläutert.

Nicht in allen Identifizierungsfällen erfolgte zusätzlich zu den molekulargenetischen Untersuchungen eine Obduktion des Leichnams. Die Obduktionsrate war stark abhängig von den ermittlungsseitig angenommenen Todesumständen und den sich daraus ergebenden Verdachtsmomenten für eine strafrechtliche Relevanz des Todesfalls.

Die durchgeführte Studie konnte zeigen, dass ein solches Vorgehen nicht nur die reale Gefahr, sondern auch die Verwirklichung eines Übersehens von rechtsrelevanten Todesfällen, sogar Tötungsdelikten, mit sich bringt.

*Birngruber CG, Felske-Zech H, Heidorn F, Zedler B, Holz F (2017) Identifizierungen unbekannter Leichen durch molekulargenetische Untersuchungen am Institut für Rechtsmedizin Gießen (2007-2016). Rechtsmedizin 27: doi: 10.1007/s00194-017-0218-2*



# Molekulargenetische Identifizierungen unbekannter Leichen

## Untersuchungen am Institut für Rechtsmedizin Gießen (2007–2016)

Die Identifizierung unbekannter Verstorbener stellt eine Kernaufgabe der Rechtsmedizin dar. Sie dient einerseits der Wahrung der Rechtssicherheit innerhalb der Gesellschaft und gibt andererseits dem einzelnen Hinterbliebenen Gewissheit und ermöglicht Abschiednahme und Trauer.

Abgesehen von Massenkatastrophen oder terroristischen Anschlägen [6] können im rechtsmedizinischen Alltag Gewalteinwirkungen, z. B. im Rahmen von Verkehrsunfällen oder Bränden, dazu führen, dass eine Identifizierung der oder des Verstorbenen durch Inaugenscheinnahme allein nicht möglich ist [2]. Entsprechendes gilt bei fortgeschrittenen Zeichen der längeren Leichenliegezeit, u. a. für sog. Wohnungsleichen.

### Einleitung

Die Frage nach der Identität eines unbekannt Verstorbenen in oben genannten Fällen rasch und gleichermaßen sicher zu beantworten, setzt die enge Zusammenarbeit zwischen Ermittlungsbehörden und Rechtsmedizin voraus. Nur so können bei ermittlungsseitig bestehendem Identitätsverdacht die etablierten Methoden der Identitätssicherung unter Berücksichtigung der Gegebenheiten des Einzelfalls effizient genutzt werden [7].

Dennoch scheinen in der Praxis häufig schablonenhaft „DNA-Untersuchungen zur Identifizierung“ in Auftrag gegeben zu werden. Oft wird hierbei versäumt, die Qualität des Untersuchungsmateri-

als, das zum Abgleich mit dem Leichnam vorgelegt wird, zu hinterfragen. Auf morphologische Methoden der Identitätssicherung, wie z. B. den Zahnstatus, wird häufig nicht zurückgegriffen.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, einen Überblick über Identifizierungsfälle aus dem Institut für Rechtsmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen zu geben, bei denen die Identität unbekannter Verstorbener mithilfe molekulargenetischer Vergleichsuntersuchungen gesichert wurde.

### Material und Methoden

Für den 10 Jahre umfassenden Zeitraum von 2007 bis 2016 wurden retrospektiv zunächst jene Gutachtenaufträge gesichtet, bei denen molekulargenetische Untersuchungen zur Sicherung der Identität unbekannter Leichen in Auftrag gegeben wurden. In die engere Auswertung einbezogen wurden alle Fälle, zu denen vollständige Angaben, insbesondere zu den Umständen, die die Identifizierung notwendig machten, den zum DNA-Abgleich herangezogenen Vergleichsmaterialien und ggf. vorangegangenen morphologischen Untersuchungen vorlagen.

### Ergebnisse

Im oben genannten Zeitraum fanden sich 194 Fälle, in denen unbekannte Verstorbene mithilfe molekulargenetischer Untersuchungen identifiziert wurden und deren Dokumentation die Voraussetzungen für eine weiterfüh-

de Auswertung erfüllten. Den zeitlichen Verlauf gibt **Abb. 1** wieder.

### Notwendigkeit der Identifizierung

Die Umstände, die im Einzelfall eine Identifizierung prima vista nicht erlaubten, wurden in Gruppen zusammengefasst. Hinsichtlich des Anlasses der Identifizierung wurden unterschieden: Fäulnis, Brandzehrung, Fälle, in denen eine grobe Zerstörung des Leichnams vorlag, und jene, in denen offensichtlich Neugeborene tot aufgefunden wurden (**Abb. 2**).

Die Fäulnisveränderungen reichten bis zur überwiegenden Skelettierung des Leichnams. Die Gruppe der unbekannt Verstorbenen, die grobe Zerstörungen des Körpers aufwiesen, bestand im Wesentlichen aus Leichen mit angenommenem Zustand nach Kontakt mit einem Schienenfahrzeug, die in oder an einem Gleisbett aufgefunden worden waren.

Die Altersverteilung der zunächst unbekannt Verstorbenen und die je nach Altersgruppe unterschiedlich häufigen Gründe, aus denen sich die Unmöglichkeit der unmittelbaren sicheren Identifizierung ergab, gibt **Abb. 3** wieder.

### Molekulargenetische Untersuchungen

#### Antemortales Vergleichsmaterial

In der Regel wurde das antemortale Vergleichsmaterial zum Abgleich mit dem unbekannt Leichnam ermittlungsei-

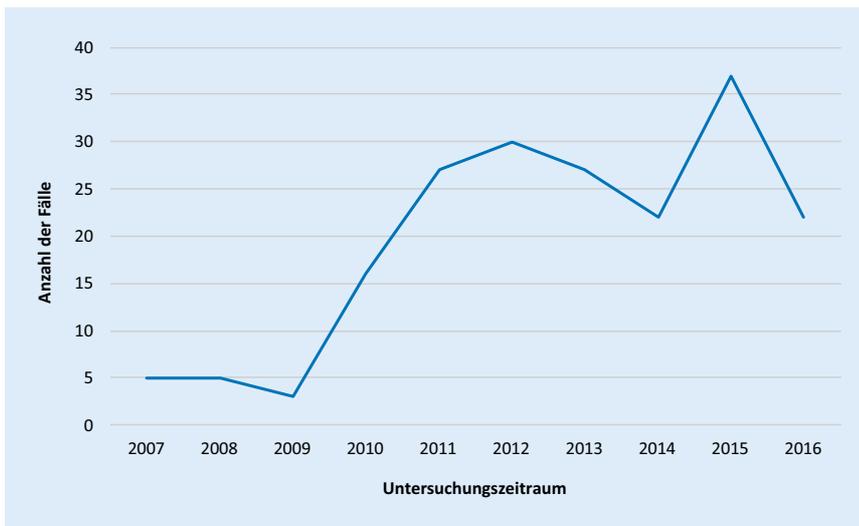


Abb. 1 ▲ Verteilung der Fälle über den Untersuchungszeitraum

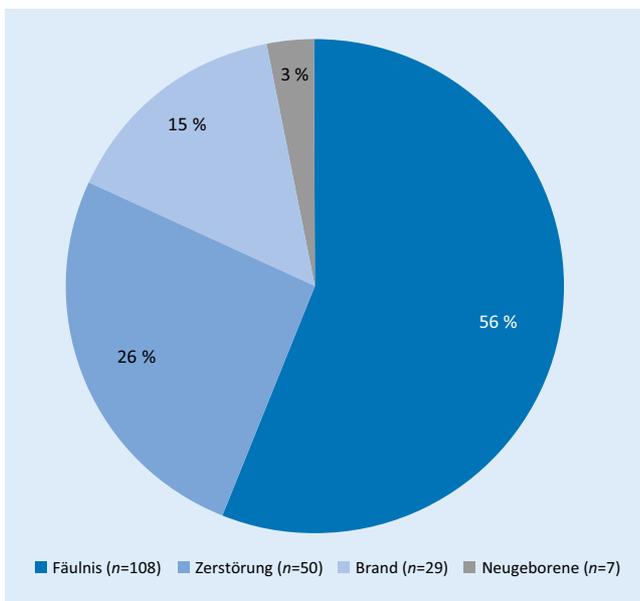


Abb. 2 ◀ Todesumstände bzw. Leichenveränderungen als Grund für die Identifizierung

tig gesichert und dem Institut überstellt. Deutete der Identitätsverdacht auf eine Person hin, deren Muster bereits in polizeilichen Datenbanken (DNA-Analysedatei [DAD] oder Datei für Vermisste und unbekannte Tote [Vermi/Utot]) gespeichert war, erfolgte der Abgleich mit dem dort einstehenden Muster.

In knapp zwei Drittel aller Fälle wurde der Abgleich mit Gegenständen der Körperpflege (Zahnbürste, Rasierer, Haarbürste) vorgenommen, lediglich in gut einem Fünftel der Fälle wurden biologisch Verwandte zum Vergleich herangezogen. In Einzelfällen sollte die Identität an mehr oder weniger persönlichen Gegenständen

aus dem Umfeld des Leichnams, wie z. B. Getränkeflaschen oder Zigarettenskippen, gesichert werden (Gruppe „Sontiges“). Einen Überblick gibt [Abb. 4](#) (obere Reihe).

### Postmortales Vergleichsmaterial

Die zur Erstellung des DNA-Musters vom Leichnam verwendeten Untersuchungsmaterialien sind in [Abb. 5](#) ersichtlich. In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle konnte vom Leichnam Blut mithilfe eines Tupferabstrichs asserviert werden; eher selten musste auf Knochen oder Zähne zurückgegriffen werden.

## Morphologische Untersuchungen

In 138 von den insgesamt 194 ausgewerteten Fällen wurde neben den molekulargenetischen Untersuchungen eine Obduktion des zu identifizierenden Leichnams in Auftrag gegeben. Es wurden 14 Verstorbene im Rahmen der Obduktion identifiziert; die molekulargenetischen Untersuchungen sollten dennoch durchgeführt werden. In 56 Fällen erfolgte keine Obduktion. In 42 dieser Fälle erging ausschließlich der Auftrag für die Durchführung molekulargenetischer Untersuchungen zur Identitätssicherung. Das heißt, dem Institut für Rechtsmedizin wurden lediglich zu untersuchende Proben überstellt, die Vertreter der Ermittlungsbehörden vom Leichnam gesichert hatten, ggf. zusammen mit Vergleichsmaterial. In 14 dieser Fälle wurde zumindest eine rechtsmedizinische Leichenschau mit Probennahme vom zu identifizierenden Leichnam vorgenommen ([Abb. 6](#)).

Die Obduktionsrate in Abhängigkeit von den Umständen, die Identifizierung notwendig machten, gibt [Abb. 7](#) wieder. Während alle tot aufgefundenen Neugeborenen obduziert wurden, war dies bei Verstorbenen mit grober Zerstörung des Körpers nur zu gut einem Viertel der Fall.

## Gruppe der Wohnungsleichen

Unter den insgesamt 194 Identifizierungsfällen fanden sich 80 sog. Wohnungsleichen [8, 9]. Anlass der Identifizierung waren in allen Fällen fortgeschrittene Fäulnisveränderungen. In 15 % dieser Fälle wurde keine Obduktion durchgeführt. Die zur Identifizierung der Wohnungsleichen herangezogenen Vergleichsproben sind in [Abb. 4](#) (mittlere Reihe) ersichtlich.

Es fällt auf, dass über zwei Drittel der in Wohnungen aufgefundenen Verstorbenen anhand von Vergleichsmaterialien, das aus deren Wohnungen stammte, identifiziert werden sollten. Im Vergleich mit der Gruppe der Nichtwohnungsleichen ([Abb. 4](#), untere Reihe) fällt der höhere Anteil an Mustern von Wohnungsleichen auf, die bereits in polizeilichen Datenbanken einstanden und zur Identifizierung herangezogen wurden.

Rechtsmedizin <https://doi.org/10.1007/s00194-017-0218-2>  
© Springer Medizin Verlag GmbH, ein Teil von Springer Nature 2017

C. G. Birngruber · H. Felske-Zech · F. Heidorn · B. Zedler · F. Holz

## Molekulargenetische Identifizierungen unbekannter Leichen. Untersuchungen am Institut für Rechtsmedizin Gießen (2007–2016)

### Zusammenfassung

**Hintergrund.** Die Identifizierung unbekannter Verstorbener stellt eine wichtige Aufgabe der Rechtsmedizin dar. Gewalteinwirkung oder eine längere Leichenliegezeit können diese prima vista im Einzelfall unmöglich machen, sodass weiterführende Untersuchungen zur Identitätssicherung nötig sind.

**Material und Methoden.** Eine retrospektive Auswertung von im Institut für Rechtsmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen zwischen 2007 und 2016 bearbeiteten Identifizierungen ergab 194 Fälle, bei denen die Identität unbekannter Verstorbener mithilfe molekular-genetischer Untersuchungen gesichert wurde.

**Ergebnisse.** In mehr als der Hälfte der Fälle handelte es sich um fäulnisveränderte Leichen, gefolgt von Verstorbenen mit groben, entstellenden Verletzungen. Die Erstellung eines postmortalen DNA-Musters gelang in mehr als zwei Drittel der Fälle aus dem Blut der Verstorbenen; bei starken Fäulnisveränderungen erwiesen sich Finger- und Fußnägel als geeignetes Untersuchungsmaterial. Antemortale Vergleichsmuster wurden in etwa zwei Drittel der Fälle aus Gegenständen der Körperpflege (Zahnbürste, Rasierer, Haarbürste) erstellt, in gut einem Fünftel der Fälle von biologischen Verwandten. Bei sog. Wohnungsleichen erfolgte in einem Fünftel

der Fälle ein Abgleich mit in polizeilichen Datenbanken einstehenden Mustern.

**Schlussfolgerung.** In mehr als zwei Drittel der 194 Fälle wurde zusätzlich zu den molekular-genetischen Untersuchungen eine Obduktion des Leichnams durchgeführt. Allerdings war die Obduktionsrate stark abhängig von den ermittlungsseitig angenommenen Todesumständen und den sich daraus ergebenden Verdachtsmomenten für eine strafrechtliche Relevanz des Todesfalls.

### Schlüsselwörter

„DNA-profiling“ · Obduktion · Leichenreste · Wohnungsleiche · Retrospektive Studie

## Molecular genetic identification of unknown corpses. Investigations at the Institute of Legal Medicine in Giessen (2007–2016)

### Abstract

**Background.** The identification of unknown deceased is an important task in legal medicine. Traumatic disfigurement or an advanced state of decay may preclude immediate identification so that further investigations are necessary to determine the identity.

**Material and methods.** A retrospective analysis at the Institute of Legal Medicine of the Justus-Liebig University in Giessen between 2007 and 2016 revealed 194 cases where the identity of the unknown deceased was clarified by DNA analysis.

**Results.** In more than one half of the cases an advanced state of decay was the reason

for further identification procedures followed by corpses that were unrecognizable due to traumatic disfigurement. In two thirds of the cases postmortem DNA patterns were generated by analyzing blood of the deceased. In cases of severe putrefaction where no blood was available, fingernails and toenails proved to be suitable material for investigations. The antemortem DNA patterns for comparative purposes were based on the analysis of personal hygiene items (e.g. toothbrush, razor and hairbrush) in two thirds of the cases and in one fifth of the cases samples from biological relatives were used. In approximately one fifth of the cases, pre-existing antemortem

patterns from the official databases could be used for comparison.

**Conclusion.** In more than two thirds of the 194 cases autopsies were carried out in addition to the DNA analysis; however, the autopsy rate was greatly dependent on the purported circumstances of death assumed by the investigating authorities and the resulting suspicion of death caused by an act with penal consequences.

### Keywords

DNA profiling · Autopsy · Body remains · Domestic corpse · Retrospective study

## Diskussion

### Untersuchungszahlen

Das Versorgungsgebiet des Instituts für Rechtsmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen umfasst ländliche Regionen Hessens, mehrere Mittelstädte und eine Großstadt. Hier traten im Untersuchungszeitraum 194 Fälle auf, in denen die Identität unbekannter Verstorbener mithilfe molekular-genetischer Untersuchungen gesichert wurde. Nicht in die vorliegende Auswertung einbezogen wurden aktuelle Daten aus den

ersten drei Quartalen des Jahres 2017, in denen 33 derartige Identifizierungsfälle vorkamen. In der Zusammenschau kann somit insgesamt von einer Zunahme der Untersuchungszahlen ausgegangen werden.

### Identifizierungsgründe

Methodisch bedingt konnten in die Auswertung nur jene Fälle aufgenommen werden, in denen Aufträge zur Identifizierung erteilt wurden. Das heißt, ermittlungsseitig als bekannt überstellte Verstorbene, bei denen jedoch z. B. deutliche

Fäulnisveränderungen Bedenken an einer zweifelsfrei erfolgten Identifizierung durch Inaugenscheinnahme hätten begründen können, wurden nicht erfasst.

Fortgeschrittene Fäulnisveränderungen waren, gefolgt von groben Zerstörungen des Körpers und höhergradigen Brandzehrungen, dennoch der häufigste Grund für eine notwendige Identifizierung. Mit 72 % stellten in der Gruppe der unbekannt Verstorbenen mit fortgeschrittenen Fäulnisveränderungen sog. Wohnungsleichen den Hauptanteil, in der Gruppe mit groben Zerstörungen des Körpers sog. Bahnleichen (83 %).

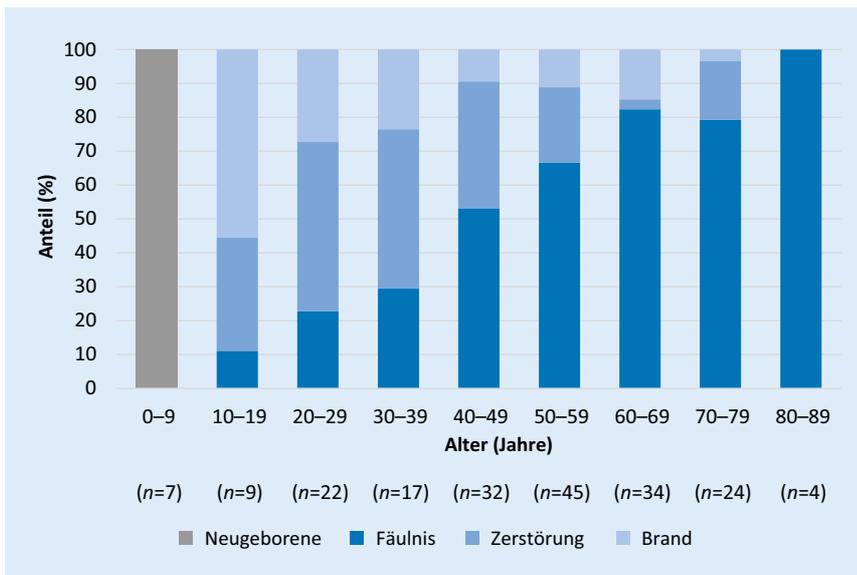


Abb. 3 ▲ Todesumstände bzw. Leichenveränderungen in den unterschiedlichen Altersgruppen

Betrachtet man die Umstände, die eine Identifizierung notwendig gemacht haben, vor dem Hintergrund des Sterbealters, fällt auf, dass mit zunehmendem Sterbealter der Anteil der fäulnisveränderten Leichname zunimmt. Analog dazu lag ab dem 50. Lebensjahr der Verstorbenen ein sprunghafter Anstieg des Anteils der Wohnungsleichen vor. Dies deckt sich wiederum mit dem ab der 2. Lebenshälfte wieder steigenden Anteil alleinlebender Menschen in der Bevölkerung in Deutschland [12].

### Vergleichsproben

Die zur Identitätssicherung herangezogenen Vergleichsproben wurden in 70 % der Fälle von mutmaßlich persönlichen Gegenständen der Verstorbenen genommen. Als vermeintlich persönlichster Gegenstand der Körperpflege waren Zahnbürsten das am häufigsten verwendete Vergleichsmaterial. Sie sind ermittlungsseitig ohne großen Aufwand zu sichern, mögen mit einer höheren Wahrscheinlichkeit von nur einer Person benutzt worden sein als z. B. Haarbürsten und sind grundsätzlich als Untersuchungs- und Vergleichsmaterial zur Identifizierung geeignet [10, 13]. Der Wert der molekulargenetischen Vergleichsuntersuchung im Einzelfall wird jedoch dann ad absurdum geführt, wenn zum Abgleich nicht nur eine, son-

dern mehrere Zahnbürsten aus einer Wohnung – zusammen in einer „Spurentüte“ – zur Untersuchung eingesandt werden, aus denen sich dann durchaus unterschiedliche DNA-Muster ergeben können.

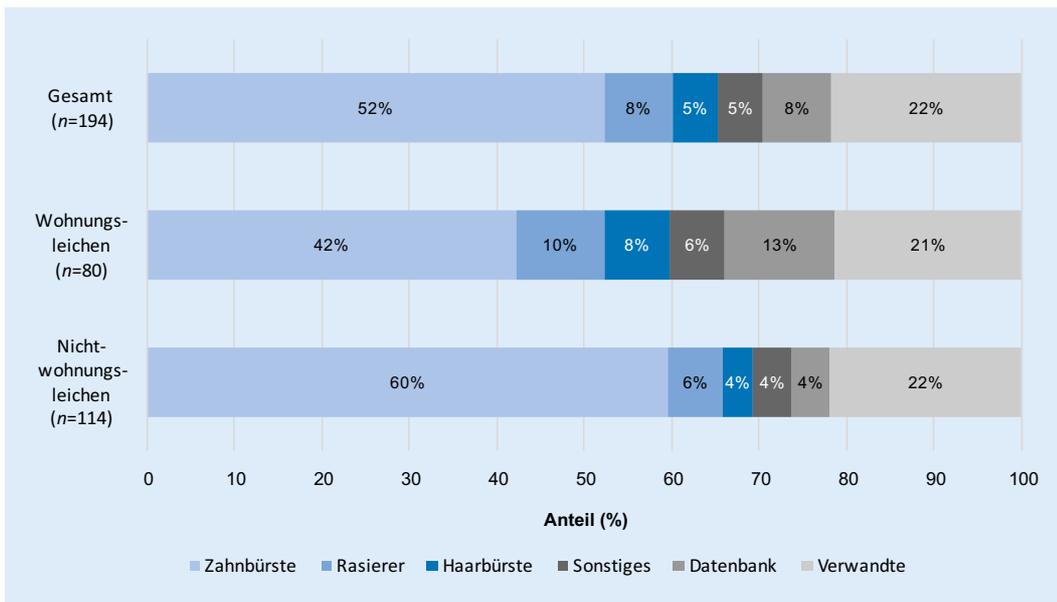
In 22 % der Fälle wurden mutmaßlich biologisch Verwandte der Verstorbenen zum Abgleich mit dem am Leichnam ermittelten Muster herangezogen. Im Einzelfall mag dies zwar einen höheren Aufwand bei der Erlangung der Vergleichsprobe erfordern; ihr Wert für die Identitätssicherung ist aus rechtsmedizinischer Sicht allerdings oftmals größer. Hinsichtlich der verwendeten Vergleichsmuster fiel im Weiteren auf, dass in der Gruppe der Wohnungsleichen ein weitaus höherer Prozentsatz über Muster, die bereits in polizeilichen Datenbanken einstanden, identifiziert wurde als in der Gruppe der Nichtwohnungsleichen. Dies verwundert insofern, als dass z. B. in Vermisstenfällen zu erwarten gewesen wäre, dass beim Auffinden eines Leichnams außerhalb einer Wohnung, bei dem sich der Identitätsverdacht auf eine vermisst gemeldete Person ergibt, auf ein im Zusammenhang mit der Vermisstensachbearbeitung (Polizeidienstvorschrift 389) bereits erstelltes und in der Datei „Vermisste/unbekannte Tote“ gespeichertes DNA-Muster zurückgegriffen wird.

Dass sich dies nicht in der vorliegenden Auswertung niederschlägt, mag am

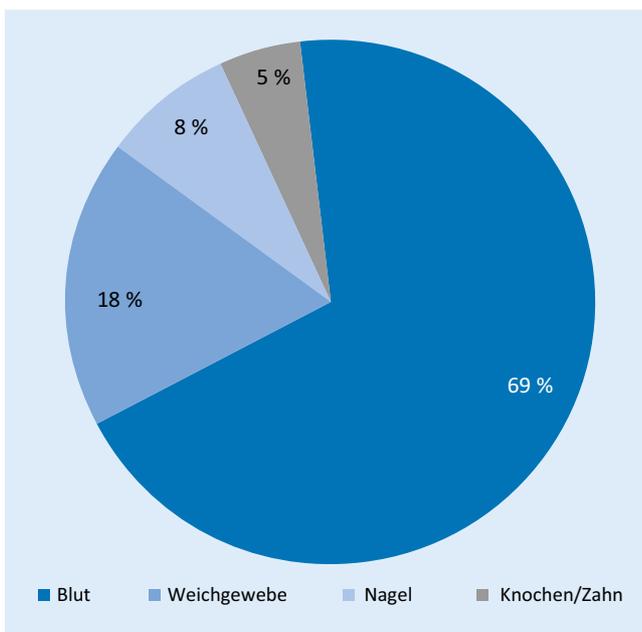
geringen Anteil der zu identifizierenden Verstorbenen im Untersuchungszeitraum liegen, die zuvor zu Lebzeiten vermisst gemeldet wurden. Gleichmaßen spekulativ und soziologisch interessant wäre die Annahme, dass es sich bei Wohnungsleichen um Menschen handelt, deren DNA-Muster häufiger in der DAD vertreten sind als die späterer Nichtwohnungsleichen. Es ist zumindest davon auszugehen, dass gespeicherte und zum Abgleich herangezogene DNA-Muster in Fällen von Wohnungsleichen aus der DAD und nicht aus der Datei „Vermi/Utot“ stammen. Vor dem Auffinden einer Wohnungsleiche kann schwerlich eine polizeiliche Vermisstensachbearbeitung, einschließlich Einstellung eines DNA-Musters in die Datei „Vermi/Utot“, erfolgt sein.

### Untersuchungsmaterial von den Verstorbenen

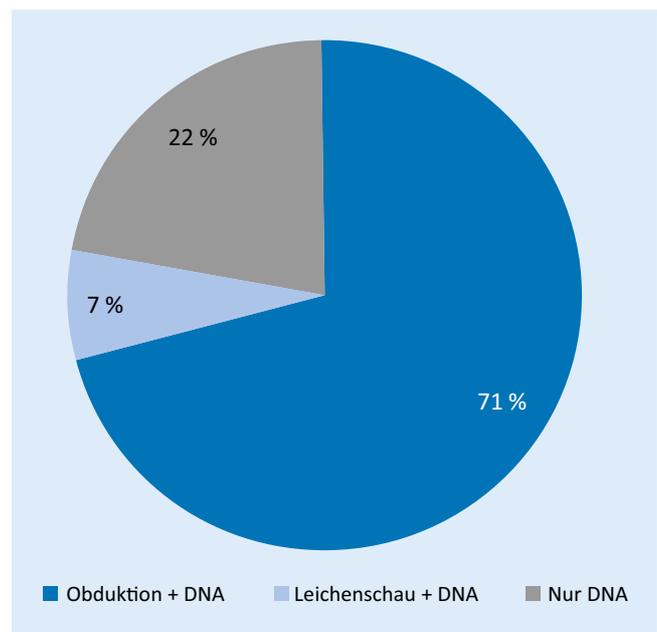
Das Erstellen der DNA-Muster der unbekannt Verstorbenen gelang in mehr als zwei Drittel der Fälle aus Abstrichen von Blut(-Resten). Da Blut insbesondere in Fällen mit ausgedehnter Fäulnis nicht als Ausgangsmaterial zur Verfügung steht, musste auf Weichgewebe, Knochen oder Zähne bzw. Überreste davon zurückgegriffen werden. Als Alternative hierzu wurden ausgegangene Finger- oder Fußnägel untersucht. Diese waren bei Leichen mit fortgeschrittenen Fäulnisveränderungen regelmäßig (noch) vorhanden. Ihre Asservierung konnte, z. B. im Gegensatz zu Felsenbeinanteilen [5] oder Gehörknöchelchen [14] nichtinvasiv, d. h. auch dann erfolgen, wenn keine Obduktion angeordnet worden war. Finger- oder Fußnägel erwiesen sich in Fällen mit langer Leichenliegezeit und hochgradiger Leichenfäulnis als gut und oftmals besser als Weichteilreste zur Erstellung von „Short-tandem-repeats“-Profilen geeignet (STR, [3]). Sie sind seither im Institut für Rechtsmedizin Gießen Alternativmaterial der 1. Wahl, wenn kein Blut mehr asserviert werden kann. Nachfolgende Studien bestätigen ihre Geeignetheit [11].



**Abb. 4** ◀ Ursprung der (antemortalen) DNA-Vergleichsmuster



**Abb. 5** ▲ Untersuchungsmaterial zur Erstellung der DNA-Muster der Verstorbenen (n = 194)



**Abb. 6** ▲ Untersuchungsaufträge an die Rechtsmedizin, die unbekanntem Verstorbenen betreffend (n = 194)

### Obduktion des Leichnams zur Klärung der Todesursache

In 71 % der Identifizierungsfälle erfolgte zusätzlich zu den molekulargenetischen Untersuchungen eine Obduktion des Leichnams zur Klärung der Todesursache. Berücksichtigt man die Umstände, die eine Identifizierung notwendig machten, zeigen sich große Unterschiede im ermittlungsseitigen Interesse an einem rechtsmedizinischen Beitrag zur Klärung

der Todesumstände. Bei unbekanntem Verstorbenen mit groben Zerstörungen des Körpers unterblieb der zusätzliche Auftrag zur Leichenöffnung zu einem Großteil (72 %). Hier ließen sich aus ermittlungsseitiger Sicht die Todesursachen mit hoher Wahrscheinlichkeit aus der Auffindsituation ableiten (z. B. angenommene Bahnsuizide oder Alleinunfälle im Pkw). Zum Vergleich: Eine Studie aus München zu Suiziden im Schienenverkehr [4] berichtet,

ohne Fokus auf die Identitätsklärung, von einer höheren Obduktionsquote bei Suizidfällen (keine Obduktion in 60,7 %). Von den sog. Wohnungsleichen wurden 15 % der Fälle nicht obduziert. Dieses Vorgehen mag unter ökonomischen Gesichtspunkten nachvollziehbar erscheinen, birgt jedoch das reale Risiko von Fehleinschätzungen, die eben dann nicht als solche erfasst werden, wenn eine gerichtliche Leichenöffnung im Sinne eines unabhängigen rechtsmedizinischen

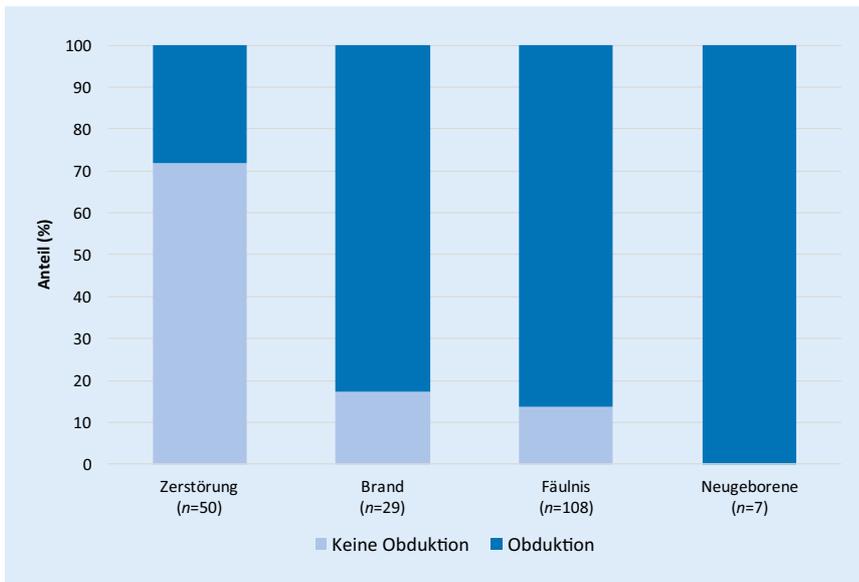


Abb. 7 ▲ Obduktionsrate in Abhängigkeit von den Todesumständen (n = 194)

Beitrags im Todesermittlungsverfahren unterbleibt [1].

Im Untersuchungszeitraum traten 2 Fälle von fäulnisveränderten Wohnungsleichen auf, in denen bei ermittlungsseitigem Fehlen von Hinweisen auf ein todesursächliches Fremdverschulden eine Obduktion primär zur Identitätssicherung in Auftrag gegeben wurde. In beiden Fällen handelte es sich um Tötungsdelikte mit komprimierender Gewalteinwirkung gegen den Hals. In einem weiteren Fall erfolgte – bei geklärter Identität – die Exhumierung eines Verstorbenen, der ohne Obduktion als Verkehrsunfallopfer bestattet worden war. An dessen knöchernen Überresten waren Korrelate einer Schusseinwirkung abgrenzbar.

### Fazit für die Praxis

- Am häufigsten wurden stark fäulnisveränderte Leichen mittels molekulargenetischer Vergleichsuntersuchungen identifiziert. Überwiegend waren dies sog. Wohnungsleichen.
- Lockere Fuß- oder Fingernägel stellen sich als Material zur STR-Typisierung dar, das leicht zu asservieren ist und gute Ergebnisse erzielt.
- Zur Erstellung eines antemortalen Vergleichsmusters dienten in etwa zwei Drittel der Fälle persönliche Gegenstände, die aus rechtsmedizi-

nischer Sicht zur Identitätssicherung oftmals wenig geeignet erschienen. Etwa in einem Drittel fand ein Abgleich mit biologisch Verwandten oder polizeilichen Datenbanken statt.

- Die Bereitschaft zur Anordnung einer Obduktion der Leichen unbekannter Verstorbener hing stark von den ermittlungsseitig angenommenen Todesumständen und den sich ergebenden oder fehlenden Hinweisen auf ein strafrechtlich relevantes Geschehen ab. Fälle mit – in Anbetracht des vor der Obduktion bekannten Sachverhalts – „überraschenden“ Ergebnissen betonen die Notwendigkeit einer gerichtlichen Leichenöffnung auch in vermeintlich „klaren Fällen“.

### Korrespondenzadresse

Dr. C. G. Birngruber  
 Institut für Rechtsmedizin, Justus-Liebig-Universität  
 Frankfurter Str. 58, 35392 Gießen, Deutschland  
 Christoph.Birngruber@forens.med.uni-giessen.de

### Einhaltung ethischer Richtlinien

**Interessenkonflikt.** C.G. Birngruber, H. Felske-Zech, F. Heidorn, B. Zedler und F. Holz geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Dieser Beitrag beinhaltet keine von den Autoren durchgeführten Studien an Menschen oder Tieren. Die Untersuchungen erfolgten unter Einhaltung der Vorgaben der Zentralen Ethikkommission der Bundesärztekammer.

### Literatur

1. Backhaus L, Hartwig S (2017) Das heimliche Leben mit verstorbenen Angehörigen. Rechtsmedizin. <https://doi.org/10.1007/s00194-017-0194-6>
2. Chapple A, Ziebland S (2010) Viewing the body after bereavement due to a traumatic death: qualitative study in the UK. *BMJ* 340:c2032. <https://doi.org/10.1136/bmj.c2032>
3. Felske-Zech H, Heidorn F, Dettmeyer R (2015) DNA Identification of deceased people. European Forensic DNA Working Group Meeting, Straßburg, 05.11.2015.
4. Kraus S, Graw M, Gleich S (2015) Suizide im Schienenverkehr. *Rechtsmedizin* 26:2–8
5. Kulstein G, Hadrys T, Wiegand P (2017) As solid as a rock—comparison of CE- and MPS-based analyses of the petrosal bone as a source of DNA for forensic identification of challenging cranial bones. *Int J Legal Med* 13:1–12
6. Lessig R (2016) Forensische Aspekte der Katastrophenmedizin. *Rechtsmedizin* 26:325–336
7. Lessig R, Rothschild M (2012) International standards in cases of mass Disaster Victim Identification (DVI). *Forensic Sci Med Pathol* 8:197–199
8. Merz M, Birngruber CG, Heidorn F et al (2011) Kriterien einer „Wohnungsleiche“ – Literaturstudie zur Definition eines Fachbegriffs. *Arch Kriminol* 228:191–202
9. Merz M, Heidorn F, Birngruber CG et al (2012) Definition der „Wohnungsleiche“ – eine retrospektive Studie anhand von 211 Leichenfunden. *Arch Kriminol* 230:115–127
10. Riemer LB, Fairley D, Sweet D (2012) DNA collection from used toothbrushes as a means to decedent identification. *Am J Forensic Med Pathol* 33:354–356
11. Schlenker A, Grimble K, Azim A et al (2016) Toenails as an alternative source material for the extraction of DNA from decomposed human remains. *Forensic Sci Int* 258:1–10
12. Statistisches Bundesamt (2012) Alleinlebende in Deutschland. Ergebnisse des Mikrozensus 2011. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden. [https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressekonferenzen/2012/Alleinlebende/begleitmaterial\\_PDF.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressekonferenzen/2012/Alleinlebende/begleitmaterial_PDF.pdf?__blob=publicationFile). Zugegriffen: 22. Okt. 2017
13. Tanaka M, Yoshimoto T, Nozawa H et al (2000) Usefulness of a toothbrush as a source of evidential DNA for typing. *J Forensic Sci* 45:674–676
14. von Wurmb-Schwark N, Steinmeier E, Modrow JH, Schwark T (2014) Genetische Identifizierung von hochgradig fäulnisveränderten Leichen durch Untersuchung der Gehörknöchelchen oder Hammer, Amboss und Steigbügel als DNA-Quelle zur genetischen Identifizierung fäulnisveränderter Leichen. *Rechtsmedizin* 24:324–325

## 6 DISKUSSION

„Identifizieren bedeutet Wiedererkennen einer Person oder einer Sache aufgrund einer genügenden Anzahl kennzeichnender Merkmale“ [201]. Das „Wiedererkennen“ ist als wissenschaftlich fundierter, primär ergebnisoffener, nach bestem Wissen und Gewissen durchgeführter Vergleich zweier oder mehrerer Daten- oder Merkmalsätze zu verstehen.

Die Aufgabe der Rechtsmedizin besteht insbesondere darin, hinreichend individuelle und überdauernde Merkmale am unbekanntem Verstorbenen zu erkennen, zu beschreiben, zu erheben und eine Vergleichbarkeit mit z.B. antemortal erhobenen Merkmalen einer bekannten Person, dem mutmaßlich Verstorbenen, zu ermöglichen. Viele dieser Daten sind nur durch kriminalpolizeiliche Ermittlungsarbeit zu erlangen, so dass eine enge Zusammenarbeit zwischen Ermittlungsbehörden und (sachverständigem) Rechtsmediziner von elementarer Bedeutung für eine rasche und korrekte Identifizierung ist.

Mit der Identifizierung unbekannter Verstorbener ist im rechtsmedizinischen Arbeitsalltag nach einer Vielzahl von Szenarien zu rechnen. Sie reichen von Verkehrsunfällen und Abstürzen von (Klein-)Flugzeugen mit einem oder mehreren Toten über im Freien oder in Gewässern aufgefundene Leichen oder Brandleichen bis hin zu sogenannten Wohnungsleichen und Exhumierungen einzelner Verstorbener [19, 79, 80, 106, 186, 198]. Eine Sonderstellung nehmen seltene Ereignisse im Sinne von Massenkatastrophen, wie z. B. Zug- oder Schiffsunglücke, Abstürze von Verkehrsflugzeugen und Naturkatastrophen ein [72, 74, 87, 93, 96, 103, 105, 124, 168, 169, 183, 204]. In derartigen Fällen kann – sofern eine größere Anzahl Verstorbener mit deutscher Staatsangehörigkeit im Ausland erwartet wird oder im Einzelfall ein Einsatz im Inland zielführend scheint – ermittlungsseitig auf die Identifizierungskommission des Bundeskriminalamtes (IDKO) zurückgegriffen werden [86], wobei Rechtsmediziner als externe Spezialisten zum Einsatz kommen. Darüber hinaus werden Identifizierungsmaßnahmen regelmäßig dann notwendig, wenn Massengräber als Folge von Terrorherrschaft oder (para-)militärischen Auseinandersetzungen entdeckt werden [8, 21, 22, 114, 145].

Die vorliegenden eigenen Arbeiten beschäftigen sich mit den Anlässen, Methoden und Problemen der Identifizierung unbekannter Verstorbener. Ihre Bedeutung für den Einzelnen, die Hinterbliebenen, die Gesellschaft und die Rechtssicherheit wurde eingangs mit Bezug zur aktuellen Gesetzeslage in der Bundesrepublik Deutschland dargestellt.

Zu dem im rechtsmedizinischen Sprachgebrauch zwar verbreiteten, jedoch unscharf definierten Begriff der „Wohnungsleiche“ wurde erstmals ein Merkmalskatalog erarbeitet, der geeignet ist, die „Wohnungsleiche“ zu definieren [111]. Zudem konnte eine retrospektive Untersuchung von Obduktionsfällen mögliche Fehlerquellen bei der Identifizierung von Wohnungsleichen und Mängel bei der Dokumentation aufzeigen [110, 112]. In der Mehrzahl der Fälle lagen bei den Wohnungsleichen fortgeschrittene Leichenveränderungen, insbesondere in Form von Gesichtsfäulnis vor, wobei in mehr als der Hälfte dieser Fälle ermittlungsseitig keine Angaben zu den angewandten Methoden der Identifizierung bzw. Identitätssicherung dokumentiert worden waren. Die eigene Erfahrung zeigt, dass die Identität einer Wohnungsleiche oftmals lediglich auf der Basis von identitätshinweisenden Merkmalen angenommen wird, die aus rechtsmedizinischer Sicht jedoch nicht die alleinige Grundlage einer Identifizierung bilden dürfen. In einem Fall aus dem Gießener Institut für Rechtsmedizin, bei dem die zu obduzierende Wohnungsleiche als „bereits identifiziert“ überstellt worden war, fand sich im polizeilichen Bericht als Begründung zur Annahme der Identität sinngemäß die Angabe, dass an der Identität des Leichnams als der der Frau S. kein Zweifel bestehe, da er im Bett der Frau S. aufgefunden worden sei und für gewöhnlich außer ihr niemand sonst in diesem Bett läge. In einem anderen Fall wollen Nachbarn eine nach mehreren Wochen in einer Wohnung aufgefundene, hochgradig fäulnisveränderte Leiche allein anhand der getragenen Bluse mit Leopardmuster als die der „Frau von nebenan“ wiedererkannt haben, wonach polizeilicherseits die Identität der Verstorbenen mit der der Wohnungsmieterin angenommen wurde. In derartigen Fällen ist Vorsicht angebracht. Denn selbst bei einer Inaugenscheinnahme durch nahe Angehörige kann gerade bei fäulnisveränderten Leichen infolge möglicher Erwartungshaltungen, Ängste und der situationsbedingten

psychischen Belastung nicht sicher davon ausgegangen werden, dass wirklich ein eindeutiges Wiedererkennen der Person vorliegt [33, 187].

Dass das Phänomen der Wohnungsleiche in Zukunft keinesfalls an Bedeutung verlieren wird, ergibt sich aus Zahlen des Statistischen Bundesamtes. Im Jahr 2011 gab es in Deutschland knapp 16 Millionen Alleinlebende, was rund 20 % der in Privathaushalten lebenden Bevölkerung entspricht. Im Vergleich mit dem Jahr 1991 stellt dies eine Zunahme von 40 % dar. Besonders hoch war die Rate Alleinlebender in Großstädten, zudem waren Alleinlebende überdurchschnittlich häufig auf Sozialleistungen angewiesen und von Armut betroffen. Ihre Armutsgefährdungsquote war mit 30 % doppelt so hoch wie die des Bundesdurchschnitts [171]. Damit einher geht häufig eine Verarmung an sozialen Kontakten. Es ist nicht davon auszugehen, dass sich dieser Trend in naher Zukunft umkehren wird. Eine kritische Auseinandersetzung mit dem Vorgehen bei der Identifizierung von Wohnungsleichen ist daher nicht nur wünschenswert sondern zwingend notwendig, um das Risiko falscher Identifizierungen [40] zu minimieren.

Im hiesigen Institut stieg in den vergangenen Jahren der Anteil der Fälle unbekannter Verstorbener, die mithilfe molekulargenetischer Methoden identifiziert werden sollten, kontinuierlich an [44]. Hierbei ist anzumerken, dass molekulargenetische Untersuchungen fäulnis- oder hitzebedingt veränderter Leichen oftmals eine aufwändige Aufarbeitung der Proben erfordern [127], deren Erfolg nicht garantiert werden kann [2, 65]. Eigene Untersuchungen wurden zu telogenen Haaren als häufiges Spuren-, jedoch mäßig ergiebiges Ausgangsmaterial für molekulargenetische Untersuchungen durchgeführt. Sie konnten zeigen, dass die als identitätshinweisendes Merkmal anzusehende Haarfarbe eines Individuums bei der Betrachtung von Einzelhaaren derart große Unterschiede aufweisen kann, dass ein „Pooling“ aufgefundener Haare für nachfolgende molekulargenetische Untersuchungen alleine basierend auf der Haarfarbe nicht möglich ist [13]. Die intraindividuelle Variabilität der Farbe einzelner Kopfhaare, die mittels objektiver, digital-spektrometrischer Verfahren nachgewiesen wurde, war in der Literatur bislang noch nicht beschrieben worden [12, 18].

Unabhängig von Aufwand und Erfolg bei der Aufarbeitung postmortaler Proben für molekulargenetische Untersuchungen ist stets kritisch zu hinterfragen, woher die antemortalen Vergleichsproben stammen und ob Entnahmeort und -art im Hinblick auf die zu klärende Identität des Verstorbenen als sicher und zielführend angesehen werden können. Die Übereinstimmung des DNA-Profiles von Spuren an einer Zahnbürste mit dem Profil eines unbekanntem Leichnams aus der Wohnung mag zwar belegen, dass sich die später verstorbene Person in der Wohnung die Zähne geputzt hat, doch nicht ohne Weiteres, dass es sich bei dem Verstorbenen um den Eigentümer oder Mieter der Wohnung handelt. Auch wenn, wie aus der eigenen Fallarbeit zu berichten ist, mehrere Zahnbürsten aus einer Wohnung gemeinsam in einem Spurensicherungsbehälter übersandt werden, und der dazugehörige Auftrag lautet, dass zum Zwecke der Identifizierung eines unbekanntem Verstorbenen aus sechs Zahnbürsten drei ausgewählt und molekulargenetisch untersucht werden sollen, erscheint die Aussagekraft der Ergebnisse im Hinblick auf die Identifizierung, vorsichtig formuliert, fraglich. Sicherer wäre es, die molekulargenetische Identitätssicherung in diesen Fällen über den Abgleich mit mutmaßlichen leiblichen Angehörigen durchzuführen, was jedoch einen erhöhten zeitlichen und personellen Ermittlungsaufwand bedeuten würde und – gerade bei zurückgezogen lebenden oder obdachlosen Menschen – nicht immer umsetzbar ist. Ein Abgleich des STR-Musters eines Verstorbenen mit einem z. B. in der DAD einstehenden Profil ist nur in einem Bruchteil der Fälle möglich.

Den morphologischen Methoden der Identitätssicherung, die ihren Ursprung weit vor dem „DNA-Zeitalter“ haben, kommt somit nach wie vor ein großer Stellenwert zu. Der technische Fortschritt bringt neue Möglichkeiten der Weiterentwicklung bestehender, etablierter Verfahren mit sich, die in eigenen Arbeiten umgesetzt wurden. In der Tradition des ersten Direktors des Gießener Instituts für Rechtsmedizin, Oskar Grüner, wurde ein etabliertes Verfahren des Schädel-Bild-Vergleichs [60, 66, 67] weiterentwickelt, unter Anwendung digitaler Technik vereinfacht [15] und seine Praktikabilität gerade dann, wenn keine anderweitigen antemortalen Vergleichsdaten zur Identifizierung vorliegen, demonstriert [63]. Dass der Schädel-Bild-Vergleich weiterhin und weithin zur Identitätssicherung eingesetzt wird, zeigen nicht nur Anfragen

rechtsmedizinischer Kollegen aus dem Inland, sondern auch das aktuelle europaweite Forschungsprojekt „MEPROCS“ (New methodologies and protocols of forensic identification by craniofacial superimposition). Es hat zum Ziel, die derzeit regional teils unterschiedlichen Konzepte des Schädel-Bild-Vergleichs [57, 78] zu untersuchen und Forschungsergebnisse sowie Handlungsanweisungen in einem Praxishandbuch zu veröffentlichen [37].

Die Überlegenheit moderner technischer Geräte bei etablierten Verfahren konnte in einer eigenen Arbeit mit dem Einsatz des eLu-CT zu radiologischen Vergleichsuntersuchungen in der forensischen Odontostomatologie demonstriert werden [16]. In der vorliegenden eigenen Arbeit wurde erstmals das eLu-CT zur Identitätssicherung mittels Superimposition ante- und postmortaler radiologischer Befunde angewandt und seine Überlegenheit gegenüber herkömmlichen CTs verdeutlicht. Aufgrund der freien Rekonstruierbarkeit des Strahlengangs aus den CT-Datensätzen und v. a. der im Gegensatz zu klinischen MS-CTs erreichten höheren räumlichen Auflösung konnten feinste anatomische Strukturen visualisiert und zur Identitätssicherung genutzt werden.

Amoëdo merkte bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts an, dass insbesondere Zahnfüllungen ein wertvolles und wichtiges Kriterium bei der Identifizierung seien [3]. Dies trifft zwar nach wie vor zu – jedoch kann zur Identitätssicherung nur jene zu Lebzeiten erfolgte Zahnfüllung berücksichtigt werden, die auch dokumentiert wurde. Fehlen antemortale Vergleichsbefunde, so können Art und Weise der zahnärztlichen Versorgungen unter Umständen Hinweise auf die soziale Stellung oder regionale Herkunft des Verstorbenen geben [43, 59, 154]. Wiederholt wurde in der Vergangenheit auf die Bedeutung der zahnärztlichen Befund- und Versorgungsdokumentation für die Identifizierung hingewiesen und immer wieder ihre Qualität bemängelt: In der Mehrzahl der Fälle wurde lediglich ein den Anforderungen der Identitätssicherung nicht genügender „Minimalstatus“ erhoben. In über der Hälfte der Fälle war die Dokumentation unvollständig und fehlerhaft [48, 62]. Da die Aussagekraft der Identitätssicherung dienender forensisch-odontologischer Vergleichsuntersuchungen maßgeblich von der Qualität der antemortalen Dokumentation abhängt

[61, 82, 88, 107, 167, 177], kann das Potential derartiger Untersuchungen häufig nicht ausgeschöpft werden [1, 192].

Liegen antemortale Vergleichsunterlagen vor, stellt sich die Frage, wie viele übereinstimmende Befunde bzw. Zahnarbeiten im Einzelfall nötig sind, um von einer sicheren Identifizierung ausgehen zu können. Maßgeblich für die Aussagekraft einzelner Befunde ist ihre Häufigkeit in einer Population. Während in der älteren Literatur für eine Identitätsfeststellung pauschal „4-5 Übereinstimmungen“ [59] gefordert werden, bezieht die aktuellere Literatur die Häufigkeiten einzelner zahnärztlicher Versorgung in die Anzahl der geforderten Übereinstimmungen mit ein – dies mit Hinweis auf die zeitlich wie örtlich limitierte Gültigkeit von Populationsdaten zu Zahnarbeiten [61, 157]. Somit gibt es letztlich keine konkreten Vorgaben zu Art oder Anzahl übereinstimmender Merkmale, die zur Annahme einer Identität vorliegen müssen: „It is important to note that there is no minimum number of concordant points or features that are required for a positive identification. In many cases a single tooth can be used for identification if it contains sufficient unique features. Equally, a full-mouth series of radiographs may not reveal sufficient detail to render a positive conclusion“ [131]. Gerade vor dem Hintergrund der in den letzten Jahrzehnten zunehmenden Zahngesundheit [81, 113, 128] ist davon auszugehen, dass hochauflösenden radiologischen Methoden zukünftig ein hoher Stellenwert zukommen wird [95, 181].

Zeitgleich mit der Zunahme der Zahngesundheit hat in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten die Anzahl tätowierter Menschen in der Bundesrepublik stetig zugenommen [20, 149, 175, 176]. Tätowierungen sind keineswegs (mehr) als Phänomen einzelner Peergroups oder Randgruppen anzusehen. Eigene Untersuchungen konnten zeigen, dass sich die Zunahme von Tätowierungen in der Gesamtbevölkerung in den rechtsmedizinischen Sektionsfällen widerspiegelt [14, 120]. Tätowierungen können sowohl als hinweisgebendes als auch als identitätssicherndes Merkmal genutzt werden, letzteres insbesondere dann, wenn keine anderweitigen antemortalen Vergleichsdaten vorliegen [17]. Hinsichtlich der zweifelsohne bestehenden hinweisgebenden Funktion von Tätowierungen [158] ist eine Überinterpretation der Motive und eine sich daraus ggf. ergebende Zuordnung zu einer bestimmten sozialen Gruppe heutzutage eher kritisch zu sehen. Traditionell sinnbehaftete Motive werden

heute häufig losgelöst vom ursprünglichen Kontext aus rein ästhetischen Gründen gewählt [10, 159]. Ungeachtet der individuellen Beweggründe für eine Tätowierung und der rechtsmedizinischen Relevanz einzelner Motive [27-31, 85, 97, 175, 176, 202] konnten eigene Untersuchungen zeigen, dass neben der Zunahme von tätowierten Individuen im Sektionsgut von 25 % in den letzten zwei Jahrzehnten aktuell etwa die Hälfte aller tätowierten Verstorbenen Tätowierungen an Körperstellen aufwiesen, die im Alltag für Dritte zwanglos sichtbar und dadurch ohne Weiteres auf im Alltag gefertigten Fotos abgebildet sein können [14]. Bedenkt man die weite Verbreitung der digitalen Fotografie, ergeben sich hinsichtlich möglicher Quellen für hochaktuelle, antemortale Vergleichsdaten bzw. -bilder neue Möglichkeiten. Insbesondere seien die in Smartphones verbauten Kameras berücksichtigt und die Tatsache, dass in Deutschland aktuell 28 Millionen Menschen die Social-Media-Plattform Facebook und 9 Millionen Menschen Instagram, einen Online-Dienst zum „Teilen“ von Fotos und Videos nutzen [200].

Um der Bedeutung der Identifizierung unbekannter Verstorbener für den Einzelnen, die Hinterbliebenen, die Gesellschaft und die Rechtssicherheit gerecht zu werden, ist eine dem Einzelfall angepasste Vorgehensweise nötig, die im Idealfall eine gleichermaßen rasche wie sichere Identifizierung ermöglicht. Aufzuzeigen, dass zahlreiche morphologische Methoden der Identitätssicherung dazu in der Lage sind, war Ziel der vorliegenden Arbeit.

## 7 ZUSAMMENFASSUNG

Die Identifizierung unbekannter Verstorbener ist eine überaus wichtige Aufgabe der Rechtsmedizin. Sie ist von großer Bedeutung für die Rechtssicherheit, stellt die Erfüllung einer ethisch-moralischen Verpflichtung gegenüber dem Verstorbenen dar und ermöglicht Hinterbliebenen zu trauern. Ihre erfolgreiche Bewältigung erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen Ermittlungsbehörden, Rechtsmedizin und ggf. anderen medizinischen Fachrichtungen, um, abhängig von den Umständen des Einzelfalls, den jeweils sichersten und effizientesten Identifizierungsweg zu finden.

Die vorliegenden Arbeiten beschäftigen sich mit der Identifizierung unbekannter Verstorbener, deren rechtliche Bedeutung einleitend anhand der in der Bundesrepublik Deutschland gültigen gesetzlichen Vorschriften illustriert wird.

Eigene digital-spektrometrische Untersuchungen ergaben, dass sich die Haarfarbe eines Menschen als identitätshinweisendes Merkmal aus einer Vielzahl unterschiedlicher Farben der Einzelhaare zusammensetzt, deren intraindividuelle Farbvariabilität teils größer ist als der interindividuelle Farbunterschied.

Für forensisch-odontologische Vergleichsuntersuchungen zur Identitätssicherung wurde erstmals ein hochauflösender eLu-Computertomograph genutzt und hierbei seine Überlegenheit gegenüber klinischen Computertomographen demonstriert.

Unter Anwendung neuer Techniken konnte im Weiteren ein etabliertes Verfahren des Schädel-Bild-Vergleichs zur Identitätssicherung weiterentwickelt, vereinfacht und sein Wert für die Praxis verdeutlicht werden.

Der aktuelle Trend zu Körpermodifikationen wurde in einer Arbeit aufgegriffen, die Arten und Terminologie sogenannter Body Modifications und ihre Bedeutung für die Identifizierung aufzeigt.

Darüber hinaus wurde vor dem Hintergrund des steigenden Anteils tätowierter Verstorbener bei rechtsmedizinischen Obduktionen die Relevanz von Tätowierungen zur Identitätssicherung verdeutlicht.

Die praktische Umsetzung der raschen, sicheren und unkomplizierten Identifizierung anhand von Tätowierungen unter Anwendung eines Superimpositionsverfahrens wurde anhand eines konkreten Falls illustriert.

Zu dem gebräuchlichen, jedoch uneinheitlichen Begriff der sogenannten Wohnungsleiche wurden erstmals Definitionskriterien erarbeitet. Eine Aufarbeitung von Sektionsfällen aus dem Institut für Rechtsmedizin konnte mögliche Fehlerquellen bei der Identifizierung von Wohnungsleichen aufdecken.

Fälle unbekannter Verstorbener, bei denen eine Identitätssicherung mittels molekulargenetischer Untersuchungen erfolgte, wurden ausgewertet. Todesumstände, Vorgehen bei der Untersuchung und vor allem Fehlerquellen, die bei alleiniger und unkritischer Anwendung molekulargenetischer Methoden zur Identitätssicherung bestehen, wurden aufgezeigt.

## 8 LITERATUR

1. Al-Azri AR, Harford J, James H (2016) Awareness of forensic odontology among dentists in Australia; are they keeping forensically valuable dental records? *Aust Dent J* 61:102–108
2. Amendt J, Grassberger M, Verhoff MA (2013) Bergung von menschlichen Überresten mit starker Brandzehrung. *Rechtsmedizin* 23:267–280
3. Amoëdo O (1898) *L'art dentaire en médecine légale*. Masson et Cie, Paris
4. Amoëdo O (1900) *Die Zahnheilkunde in der gerichtlichen Medizin*. Aus dem Französischen übersetzt unter Berücksichtigung der deutschen gerichtlichen Verhältnisse von Dr. med. Gottlieb Port. Verlag von Arthur Felix, Leipzig
5. Anders S, Heinemann A, Schmoldt A, Püschel K (2000) Tod im Drogenmilieu – "Dumping" und „Body packer“. *Rechtsmedizin* 10:153–158
6. Andersen L, Wenzel A (1995) Individual identification by means of conventional bitewing film and subtraction radiography. *Forensic Sci Int* 72:55–64
7. Aulsebrook WA, Işcan MY, Slabbert JH, Becker P (1995) Superimposition and reconstruction in forensic facial identification: a survey. *Forensic Sci Int* 75:101–120
8. Baeta M, Nunez C, Cardoso S et al (2015) Digging up the recent Spanish memory: genetic identification of human remains from mass graves of the Spanish Civil War and posterior dictatorship. *Forensic Sci Int Genet* 19:272–279
9. Bender K, Schneider PM, Rittner C (2000) Application of mtDNA sequence analysis in forensic casework for the identification of human remains. *Forensic Sci Int* 113:103–107
10. Benecke M, Rödel D-B, Wawrzyniak E (2010) Tätowierungen und Kriminalität - Replik. *Kriminalistik* 64:315–317
11. Bertillon A (1893) *Identification Anthropométrique*. Imprimerie administrative, Melun
12. Birngruber C, Heidorn F, Verhoff MA (2009) „Spectral imaging“ -- Anwendungsmöglichkeiten in der Rechtsmedizin? *Rechtsmedizin* 19:157–161
13. Birngruber CG (2010) *Forensische Haaruntersuchung mittels Spectral Imaging*. Lehmanns, Berlin
14. Birngruber CG, Görner N, Ramsthaler F (2016) Über den Wert von Tätowierungen zur Identifizierung Verstorbener am Beispiel gerichtlicher Leichenöffnungen im Institut für Rechtsmedizin Gießen. *Arch Kriminol* 237:13–24
15. Birngruber CG, Kreutz K, Ramsthaler F et al (2010) Superimposition technique for skull identification with Afloat® software. *Int J Legal Med* 124:471–475

16. Birngruber CG, Obert M, Ramsthaler F et al (2011) Comparative dental radiographic identification using flat panel CT. *Forensic Sci Int* 209:e31–e34
17. Birngruber CG, Ramsthaler F, Mattias K, Verhoff MA (2011) Superimposition ante- und postmortaler Bilder von Tätowierungen zur Identitätssicherung - ein Fallbericht. *Arch Kriminol* 227:48–54
18. Birngruber CG, Ramsthaler F, Verhoff MA (2009) The color(s) of human hair--forensic hair analysis with SpectraCube. *Forensic Sci Int* 185:e19–e23
19. Bohnert M (2007) Kraftfahrzeugbrand. *Rechtsmedizin* 17:175–186
20. Brähler E, Hofmeister D (2009) Verbreitung von Tätowierungen, Piercing und Körperhaarentfernung in Deutschland. [www.huber-verlag.de/daten/newspool/file/16946/presse\\_tattoo\\_piercing.pdf](http://www.huber-verlag.de/daten/newspool/file/16946/presse_tattoo_piercing.pdf), zugegriffen: 29.12.2017
21. Brkic H, Strinovic D, Kubat M, Petroveckii V (2000) Odontological identification of human remains from mass graves in Croatia. *Int J Legal Med* 114:19–22
22. Brkic H, Strinovic D, Slaus M et al (1997) Dental identification of war victims from Petrinja in Croatia. *Int J Legal Med* 110:47–51
23. Bucky G (1922) Kriminalistische Feststellungen durch Röntgenstrahlen. *Ärztl Sachverst Ztg* 28:166–170
24. Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (2011) BBK-Glossar. Ausgewählte zentrale Begriffe des Bevölkerungsschutzes. BBK, Bonn
25. Bundesdruckerei. Identitäten im Wandel der Zeit. <https://www.bundesdruckerei.de/id-kompass/printpdf/content/identitaeten-im-wandel-der-zeit>, zugegriffen: 29.05.2016
26. Bundesverfassungsgericht (2017) Beschluss vom 10. Oktober 2017 - 1 BvR 2019/16. [www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Downloads/DE/2017/10/rs20171010\\_1bvr201916pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=2](http://www.bundesverfassungsgericht.de/SharedDocs/Downloads/DE/2017/10/rs20171010_1bvr201916pdf?__blob=publicationFile&v=2) 1–25, zugegriffen: 19.11.2017
27. Byard RW (2011) Ned Kelly tattoos--origins and forensic implications. *J Forensic Leg Med* 18:276–279
28. Byard RW (2013) Tattoos: forensic considerations. *Forensic Sci Med Pathol* 9:534–542
29. Byard RW, Charlwood C (2014) Commemorative tattoos as markers for anniversary reactions and suicide. *J Forensic Leg Med* 24:15–17
30. Cains GE, Byard RW (2008) The Forensic and Cultural Implications of Tattooing. In: Tsokos M (Hrsg) *Forensic Pathology Reviews*. Humana Press, Totowa, NJ
31. Carson HJ (2014) The Medium, Not the Message How Tattoos Correlate With Early Mortality. *Am J Clin Pathol* 142:99–103

32. Chaitanya L, Pajnič IZ, Walsh S et al (2017) Bringing colour back after 70 years: Predicting eye and hair colour from skeletal remains of World War II victims using the HlrisPlex system. *Forensic Sci Int Genet* 26:48–57
33. Chapple A, Ziebland S (2010) Viewing the body after bereavement due to a traumatic death: qualitative study in the UK. *BMJ* 340:c2032–c2032
34. Chesne Du A, Benthaus S, Teige K, Brinkmann B (2000) Post-mortem orthopantomography – an aid in screening for identification purposes. *Int J Legal Med* 113:63–69
35. Ciaffi R, Gibelli D, Cattaneo C (2011) Radiologia forense ed identificazione personale dei cadaveri: revisione della letteratura. *Radiol med* 116:960–968
36. Culbert WL, Law FM (1927) Identification by comparison of roengenograms of nasal accessory sinuses and mastoid processes. *JAMA* 88:1634–1636
37. Damas S, Cordon O (2018) Handbook on Craniofacial Superimposition. Springer, in Druck
38. Daniel R, Santos C, Phillips C et al (2015) A SNaPshot of next generation sequencing for forensic SNP analysis. *Forensic Sci Int Genet* 14:50–60
39. Dedouit F, Telmon N, Costagliola R et al (2007) New identification possibilities with postmortem multislice computed tomography. *Int J Legal Med* 121:507–510
40. Dettmeyer RB, Schütz HF, Verhoff MA (2014) *Rechtsmedizin*, 2. Aufl. Springer, Heidelberg
41. Devadiga A (2014) What's the deal with dental records for practicing dentists? Importance in general and forensic dentistry. *J Forensic Dent Sci* 6:9–11
42. Duden. Identität: Rechtschreibung, Bedeutung, Definition, Synonyme, Herkunft. <http://www.duden.de/rechtschreibung/Identitaet>, zugegriffen: 12.06.2016
43. Endris R, Schumacher R (1980) Möglichkeiten odontologischer Nationalitätenidentifizierung. *Arch Kriminol* 166:167–174
44. Felske-Zech H, Heidorn F, Dettmeyer R (2015) DNA Identification of deceased people. European Forensic Working Group Meeting, Vortrag
45. Foran DR (2006) Relative degradation of nuclear and mitochondrial DNA: An experimental approach. *J Forensic Sci* 51:766–770
46. Freud S (1923) *Das Ich und das Es*. Internationaler Psychoanalytischer Verlag, Wien
47. Froriep A (1913) *Der Schädel Friedrich von Schillers und des Dichters Begräbnisstätte*. J.A. Barth, Leipzig
48. Fuhrmann A, Schreiner U, Lockemann U et al (2001) Identifikation unbekannter Toter durch odontologische Untersuchungen. *Rechtsmedizin* 11:37–41

49. Gahr B, Drewitz M, Vöth R, Ritz-Timme S (2012) Thanatoprint - ein neues Verfahren für die Daktyloskopie von Fäulnis- und Wasserleichen. *Kriminalistik* 165–168
50. Gahr B, Drewitz M, Vöth R, Ritz-Timme S (2013) Quality improvement of fingerprints of decayed corpses by local thanatopractical processing (Thanatoprint). *GMS Interdiscip Plast Reconstr Surg DGPW* 2:Doc15
51. Galton F (1892) *Finger Prints*. Macmillan and Co, London
52. Gapert R, Rieder K (2012) Non-invasive examination of a skull fragment recovered from a World War Two aircraft crash site. *Forensic Sci Med Pathol* 9:395–402
53. Gastpar (1902) Ueber die Verwendbarkeit des Röntgenverfahrens in der gerichtlichen Medizin. *Vierteljahrschr gerichtl Med u öffentl Sanitätsw* 23: 38–93
54. Gendiagnostik-Kommission (2013) Richtlinie der Gendiagnostik-Kommission (GEKO) für die Anforderungen an die Durchführung genetischer Analysen zur Klärung der Abstammung und an die Qualifikation von ärztlichen und nichtärztlichen Sachverständigen gemäß 23 Abs. 2 Nr. 4 und Nr. 2b GenDG. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 56:169–175
55. Gille RJ, Riße M, Kreutz K et al (2006) Zur Bedeutung des Leichenbegriffs für die Rechtsmedizin. *Arch Kriminol* 217:81–91
56. Gordon GM, Steyn M (2012) An investigation into the accuracy and reliability of skull-photo superimposition in a South African sample. *Forensic Sci Int* 216:198.e1–6
57. Gordon GM, Steyn M (2016) A discussion of current issues and concepts in the practice of skull-photo/craniofacial superimposition. *Forensic Sci Int* 1–4
58. Grassberger M, Schmid H (2009) *Todesermittlung. Befundaufnahme & Spurensicherung*. Springer, Wien
59. Grüner O, Helmer R (1975) Identifizierung. In: Mueller B (Hrsg) *Gerichtliche Medizin*. Teil 1. Springer, Berlin, Heidelberg, S 156–206
60. Grüner O, Reinhard R (1959) Ein photographisches Verfahren zur Schädelidentifizierung. *Int J Legal Med* 47:247–256
61. Haffner HT, Graw M, Setz J, Hoppe B (1997) Die Zuordnungswahrscheinlichkeit eines numerisch-topographischen Zahnstatus bei der Identifikation unbekannter Leichen. *Rechtsmedizin* 8:22–27
62. Hausmann R, Liebler M, Schellmann B (1997) Zur Personenidentifikation mittels Zahnstatus. *Rechtsmedizin* 7:86–89
63. Heidorn F, Birngruber CG, Ramsthaler F et al (2011) Über den Wert des Schädel-Bild-Vergleichs zur Identifizierung so genannter Wohnungsleichen. *Arch Kriminol* 228:177–190

64. Heindl R (1922) System und Praxis der Daktyloskopie und der sonstigen technischen Methoden der Kriminalpolizei. Walter de Gruyter, Berlin
65. Heinrich A (2009) Molekulargenetische Analysen aus historischem Leichenbrand und stark degradiertem humanen Material. Dissertation. Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät der Christian-Albrechts-Universität, Kiel
66. Helmer R, Grüner O (1977) Schädelidentifizierung durch Superprojektion nach dem Verfahren der elektronischen Bildmischung, modifiziert zum Trickbild-Differenz-Verfahren. *Z Rechtsmed* 80:189–190
67. Helmer R, Grüner O (1977) Vereinfachte Schädelidentifizierung nach dem Superprojektionsverfahren mit Hilfe einer Video-Anlage. *Z Rechtsmed* 80:183–187
68. Henry ER (1900) Classification and Uses of Finger Prints. George Routledge and Sons, London
69. Hessisches Ministerium des Innern und für Sport (2011) PDV 389: Vermisste, unbekannte Tote, unbekannte hilflose Personen
70. His W (1895) Anatomische Forschungen über Johann Sebastian Bach's Gebeine und Antlitz neben Bemerkungen über dessen Bilder. *Abh d math-phys Kl d Sächs Ges d Wiss* 22:379–420
71. His W (1895) Johann Sebastian Bach, Forschungen über dessen Grabstätte, Gebeine und Antlitz. Bericht an den Rath der Stadt Leipzig im Auftrage einer Comission erstattet. Verlag von F.C.W. Vogel, Leipzig
72. Hsu CM, Huang NE, Tsai LC et al (1999) Identification of victims of the 1998 Taoyuan Airbus crash accident using DNA analysis. *Int J Legal Med* 113:43–46
73. Huete MI, Ibáñez O, Wilkinson C, Kahana T (2015) Past, present, and future of craniofacial superimposition: Literature and international surveys. *Legal Medicine* 17:267–278
74. Hutt JM, Ludes B, Kaess B et al (1995) Odontological identification of the victims of flight AI.IT 5148 air disaster Lyon-Strasbourg 20.01.1992. *Int J Legal Med* 107:275–279
75. Interpol (2014) INTERPOL Disaster Victim Identification Guide. <https://www.interpol.int/INTERPOL-expertise/Forensics/DVI-Pages/DVI-guide>, zugegriffen: 07.05.2016
76. Jackowski C, Aghayev E, Sonnenschein M et al (2005) Maximum intensity projection of cranial computed tomography data for dental identification. *Int J Legal Med* 120:165–167
77. Jackowski C, Wyss M, Persson A et al (2008) Ultra-high-resolution dual-source CT for forensic dental visualization-discrimination of ceramic and composite fillings. *Int J Legal Med* 122:301–307

78. Jayaprakash PT (2015) Conceptual transitions in methods of skull-photo superimposition that impact the reliability of identification: A review. *Forensic Sci Int* 246:110–121
79. Jopp-van Well E, Püschel K (2016) Exhumierungen und Identifizierungen von Soldaten aus dem Zweiten Weltkrieg (Teil 1). *Ohlsdorf - Zeitschrift für Trauerkultur* (135) 1–4
80. Jopp-van Well E, Püschel K (2017) Exhumierungen und Identifizierungen von Soldaten aus dem Zweiten Weltkrieg (Teil 2). *Ohlsdorf - Zeitschrift für Trauerkultur* (136) 1–7
81. Jordan RA, Bodechtel C, Hertrampf K et al (2014) The Fifth German Oral Health Study (Fünfte Deutsche Mundgesundheitsstudie, DMS V) - rationale, design, and methods. *BMC Oral Health* 14:161
82. Kaatsch HJ, Ritz S (1993) Dokumentation des Zahnstatus als Identifizierungshilfe. Zum Umfang zahnärztlicher Dokumentationspflichten. *3:120–127*
83. Kayser M (2015) Forensic DNA Phenotyping: Predicting human appearance from crime scene material for investigative purposes. *Forensic Sci Int Genet* 18:33–48
84. Keupp H (2010) Vom Ringen um Identität in der spätmodernen Gesellschaft. 60. Lindauer Psychotherapiewochen, Vortrag. <https://www.lptw.de/archiv/vortrag/2010/keupp-vom-ringen-um-identitaet-in-der-spaetmodernen-gesellschaft-lindauer-psychotherapiewochen2010.pdf>, zugegriffen: 07.05.2016
85. Khosla V, Joseph V, Gordon H (2010) Tattoos: what is their significance? *Advances in Psychiatric Treatment* 16:281–287
86. Klein S (2005) Historie, Aufgaben und Struktur der Identifizierungskommission des Bundeskriminalamts. *Rechtsmedizin* 15:460–466
87. Klotzbach H, Benedix KP, Beutler G et al (2005) Identification of the Tsunami victims from Sri Lanka. *Rechtsmedizin* 15:467–472
88. Knell B, Bussmann D (2001) Zahnärztliche Personenidentifizierung. *Kriminalistik* 513–518
89. Kolencherry TV, Obert M, Birngruber CG et al (2010) Körpergrößenschätzung und Geschlechtsdiskrimination. *Rechtsmedizin* 20:496–503
90. Kölzer SC, Kümmell IV, Kölzer JT et al (2015) Die Stirnneigung am knöchernen Schädel als Geschlechtsdiskriminierungsmerkmal - Begriffsdefinition und Quantifizierung. *Arch Kriminol* 235:11–21
91. Kretschmer B (2017) Rechtliche Anforderungen der DNA-Feststellung - aktueller Stand und Ausblick. 37. Spurenworkshop, Gießen, Vortrag
92. Kreutz K, Verhoff MA (2007) Forensische Gesichtsrekonstruktion – Identifizierung bei Skelettfunden. *Dtsch Arztebl* 104:A1160–A1165

93. Kubo SI (2012) Der große ostjapanische Erdbeben. *Rechtsmedizin* 22:12–16
94. Kupffer C, Bessel Hagen F (1881) Der Schädel Immanuel Kant's. *Arch Anthropol* 13:1–59
95. Kutschy JM, Ampanozi G, Berger N et al (2014) The applicability of using different energy levels in CT imaging for differentiation or identification of dental restorative materials. *Forensic Sci Med Pathol* 10:543–549
96. Laborier C, Bonnetain JC, Röttscher K (2004) Das Concorde-Flugzeug-Unfall. *Rechtsmedizin* 14:11–13
97. Lande RG, Bahroo BA, Soumoff A (2013) United States military service members and their tattoos: a descriptive study. *Mil Med* 178:921–925
98. Lehn C, Graw M (2014) Stabilisotopenanalysen an Körpergeweben von unbekannt Personen. *Rechtsmedizin* 24:129–143
99. Lehn DC, Graw M (2012) Wie viel Regionalität steckt in Körpergewebe? *Rechtsmedizin* 22:99–105
100. Lessig R (2016) Forensische Aspekte der Katastrophenmedizin. *Rechtsmedizin* 26:325–336
101. Lessig R, Aspinall L, Bratzke H (2009) Identifizierungstätigkeit bei Massenfällen und Katastrophen. *Rechtsmedizin* 19:209–212
102. Lessig R, Benthaus S (2003) Forensische Odontostomatologie. *Rechtsmedizin* 13:161–169
103. Lessig R, Grundmann C, Benthaus S et al (2005) Tsunami 2004. *Rechtsmedizin* 15:438–441
104. Lignitz E, Strauch H, Poetsch M, Henn V (2005) Rechtsmedizinische Vorgehensweisen und Methoden der Opferidentifizierung nach Massenkatastrophen. *Rechtsmedizin* 15:479–498
105. Lin C-Y, Huang T-Y, Shih H-C et al (2010) The strategies to DVI challenges in Typhoon Morakot. *Int J Legal Med* 125:637–641
106. Manhart J, Bittorf A, Büttner A (2012) Disaster victim identification—experiences of the “Autobahn A19” disaster. *Forensic Sci Med Pathol* 8:118–124
107. Martin-de-las-Heras S, Valenzuela A, Luna J de D, Bravo M (2010) The utility of dental patterns in forensic dentistry. *Forensic Sci Int* 195:166.e1–166.e5
108. Mehta B, Daniel R, Phillips C et al (2016) Massively parallel sequencing of customised forensically informative SNP panels on the MiSeq. *Electrophoresis* 37:2832–2840
109. Mehta B, Daniel R, Phillips C, McNevin D (2017) Forensically relevant SNaPshot® assays for human DNA SNP analysis: a review. *Int J Legal Med* 131:21–37
110. Merz M (2014) Das Phänomen „Wohnungsleiche“. VVB Laufersweiler Verlag, Gießen

111. Merz M, Birngruber CG, Heidorn F et al (2011) Kriterien einer „Wohnungsleiche“ – Literaturstudie zur Definition eines Fachbegriffs. Arch Kriminol 228:191–202.
112. Merz M, Heidorn F, Birngruber CG et al (2012) Definition der „Wohnungsleiche“ – eine retrospektive Studie anhand von 211 Leichenfunden. Arch Kriminol 230:115–127
113. Micheelis W, Schiffner U (2006) Vierte Deutsche Mundgesundheitsstudie (DMS IV). Deutscher Zahnärzte Verlag DÄV, Köln
114. Morild I, Hamre SS, Huel R, Parsons TJ (2015) Identification of Missing Norwegian World War II Soldiers, in Karelia Russia. J Forensic Sci 60:1104–1110
115. Müller B (2011) Empirische Identitätsforschung, VS Verlag für Sozialwissenschaften, Wiesbaden
116. Oehmke S, Birngruber CG, Kreutz K, Verhoff MA (2005) Verdacht auf Tötungsdelikt mit politischem Hintergrund - Aufklärung als akzidentelle Kohlenmonoxidvergiftung. Arch Kriminol 215:34–42.
117. OLG Frankfurt a. M. (1997) Eintritt des Erbfalls im Zeitpunkt des Hirntodes. NJW 3099–3101
118. Olsen RD (1987) A Fingerprint Fable: The Will and William West Case. Identification News 37:8–10
119. Olze A (2005) Forensisch- odontologische Altersdiagnostik bei Lebenden und Toten. Habilitationsschrift experimentelle Rechtsmedizin, Medizinische Fakultät der Charité, Berlin
120. Ondruschka B, Ramsthaler F, Birngruber CG (2017) Forensische Bedeutung von Körpermodifikationen. Rechtsmedizin 27:443–451
121. Parson W (2009) Bedeutung der mtDNA-Analyse für forensische Fragestellungen. Rechtsmedizin 19:183–194
122. Penning R, Eisenmenger W, Spann W (1995) Röntgenstrahlen in der Rechtsmedizin. In: Heuck FHW, Macherauch E (Hrsg) Forschung mit Röntgenstrahlen. Springer, Berlin, Heidelberg, S 257–271
123. Penning R, Riepert T, Buhmann D, Ritz-Timme S (2004) Identifikation und forensische Osteologie. In: Handbuch Gerichtliche Medizin (Band 2). Springer, Berlin, Heidelberg, S 1117–1270
124. Peschel O, Lessig R, Grundmann C et al (2005) Tsunami 2004. Rechtsmedizin 15:430–437
125. Peschel O, Müller E (2003) Beweissicherung und Identifizierung. Rechtsmedizin 13:194–200
126. Pfaeffli M, Vock P, Dirnhofer R et al (2007) Post-mortem radiological CT identification based on classical ante-mortem X-ray examinations. Forensic Sci Int 171:111–117

127. Pflugbeil AM, Harthun M, Labudde D et al (2015) Optimization strategies for DNA investigations of highly degraded corpses. *Rechtsmedizin* 25:268–273
128. Pine CM, Pitts NB, Steele JG et al (2001) Dental restorations in adults in the UK in 1998 and implications for the future. *Br Dent J* 190:4–8
129. Pressestelle des Bundesgerichtshofs Pressemitteilung Nr. 4/05 vom 12.01.2005. <http://juris.bundesgerichtshof.de/cgi-bin/rechtsprechung/document.py?Gericht=bgh&Art=en&Datum=Aktuell&nr=32250&linked=pm>, zugegriffen: 22.05.2016
130. Pressestelle des Bundesgerichtshofs Pressemitteilung Nr. 166/14 vom 14.11.2014. <http://juris.bundesgerichtshof.de/cgi-bin/rechtsprechung/document.py?Gericht=bgh&Art=en&Datum=Aktuell&nr=69410&linked=pm>, zugegriffen: 22.05.2016
131. Pretty IA, Sweet D (2001) A look at forensic dentistry - Part 1: The role of teeth in the determination of human identity. *Br Dent J* 190:359–366
132. Püschel K, Säring D, Käsemann P et al (2011) Interdisziplinäre Gesichtskonstruktion einer Moorleiche. *Rechtsmedizin* 21:221–224
133. Quatrehomme G, Fronty P, Sapanet M et al (1996) Identification by frontal sinus pattern in forensic anthropology. *Forensic Sci Int* 83:147–153
134. Ramsthaler F (2012) Forensisch anthropologische Schätzung des Sterbealters mit Hilfe digitalisierter Analyse der Transluzenz einwurzeliger Zähne. Dissertation, Medizinische Fakultät der Justus-Liebig-Universität, Gießen
135. Ramsthaler F, Kettner M, Verhoff MA (2014) Validity and reliability of dental age estimation of teeth root translucency based on digital luminance determination. *Int J Legal Med* 128:171–176
136. Reichsgesetzblatt (1914) Verordnung, betreffend anderweite Regelung der Paßpflicht. *RGBl* 521–522
137. Riepert T, Neumann C, Schweden F, Urban R (1996) Zur Identifizierung unbekannter Leichen in der rechtsmedizinischen Praxis. *Arch Kriminol* 198:23–30
138. Riepert T, Rittner C (1989) Zur Röntgenidentifizierung unbekannter Leichen bei fortgeschrittenen postmortalen Veränderungen. *Z Rechtsmed* 102:207–216
139. Riepert T, Rittner C (1989) Zur Röntgenidentifizierung unbekannter Leichen und lebender Personen. *Beitr Gerichtl Med* 47:207–214
140. Riepert T, Rittner C, Ulmcke D et al (1995) Identification of an unknown corpse by means of computed tomography (CT) of the lumbar spine. *J Forensic Sci* 40:126–127
141. Riepert T, Schweden F, Schild H, Rittner C (1995) Identifizierung unbekannter Leichen durch Röntgenbildvergleich. *RöFo* 162:241–245

142. Riepert T, Ulmcke D, Jendrysiak U, Rittner C (1995) Computer-assisted simulation of conventional roentgenograms from three-dimensional computed tomography (CT) data — an aid in the identification of unknown corpses (FoXSIS). *Forensic Sci Int* 71:199–204
143. Riepert T, Ulmcke D, Schweden F, Nafe B (2001) Identification of unknown dead bodies by X-ray image comparison of the skull using the X-ray simulation program FoXSIS. *Forensic Sci Int* 117:89–98
144. Riepert T, Ulmcke D, Schweden F, Nafe B (2001) Erratum to “Identification of unknown dead bodies by X-ray image comparison of the skull using the X-ray simulation program FoXSIS” [*Forensic Sci. Int.* 117 (2001) 89–98]. *Forensic Sci Int* 124:92
145. Ríos L, Martínez B, García-Rubio A et al (2014) Marks of autopsy and identification of victims of human rights violations exhumed from cemeteries: the case of the Spanish Civil War (1936-1939). *Int J Legal Med* 128:889–895
146. Riße M, Busch B, Dettmeyer RB, Verhoff MA (2009) „Der Mörder ist immer der Gärtner“. *Rechtsmedizin* 19:353–356
147. Riße M, Weilbacher N, Birngruber CG, Verhoff MA (2010) Tod im Hotel. *Arch Kriminol* 225:188–194
148. Ritz S, Schütz HW, Peper C (1993) Postmortem estimation of age at death based on aspartic acid racemization in dentin: Its applicability for root dentin. *Int J Legal Med* 105:289–293
149. Rohr E (2009) Piercings und Tattoos: Junge Frauen und Mädchen auf Identitätssuche. <https://www.uni-marburg.de/fb21/schulpaed/institut/personal/rohr/ritual.pdf>, zugegriffen: 03.07.2016
150. Rolf B, Wiegand P (2004) Analyse biologischer Spuren III. *Rechtsmedizin* 14:473–484
151. Rolf B, Wiegand P (2007) Abstammungsbegutachtung. *Rechtsmedizin* 17:109–119
152. Rothschild MA, Krug B, Riepert T (2001) Postmortale Röntgendiagnostik in der Rechtsmedizin. *Rechtsmedizin* 11:230–243
153. Rösing FW, Graw M, Marr B et al (2005) Arbeitsgemeinschaft für Forensische Altersdiagnostik der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin. *Rechtsmedizin* 15:32–38
154. Rötzscher K (2004) Individuelle Merkmale. In: *Handbuch Gerichtliche Medizin* (Band 2). Springer, S 1590–1598
155. Rötzscher K, Bedrich MR, Jurisch R, Peitsch P (1998) Die elektronische Kennzeichnung von Zahnprothesen – ein Hilfsmittel zur Personenidentifikation. *Rechtsmedizin* 8:115–117
156. Rötzscher K, Benthaus S, Höhmann B (1998) Schutz oder Management? Katastrophenschutz in der Bundesrepublik Deutschland. *Rechtsmedizin* 8:201–206

157. Röttscher K, Solheim T (2004) Forensische Odontostomatologie. Befunderhebung post mortem. In: Brinkmann B, Madea B (Hrsg) Handbuch Gerichtliche Medizin (Band 2). Springer, S 1675–1694
158. Schmelz G (2009) Tätowierungen und Kriminalität. VS - Nur für den Dienstgebrauch
159. Schmelz G (2010) Tätowierungen und Kriminalität. Kriminalistik 64:102–110
160. Schneider PM (2012) Beyond STRs: The Role of Diallelic Markers in Forensic Genetics. Transfusion Medicine and Hemotherapy 39:176–180
161. Schneider PM, Schneider H, Fimmers R et al (2010) Allgemeine Empfehlungen der Spurenkommission zur statistischen Bewertung von DNA-Datenbank-Treffern. Rechtsmedizin 20:111–115
162. Schuller-Götzburg P (2015) Forensisch-odontologische Identifizierung der Opfer des Flugunfalls Zell am See. Rechtsmedizin 26:1–8
163. Schutzkommission beim Bundesministerium des Inneren (2013) Checklisten zum Leitfaden Katastrophenmedizin. [https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/PublikationenForschung/Katastrophenmedizin\\_Checklisten\\_SK.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/PublikationenForschung/Katastrophenmedizin_Checklisten_SK.pdf?__blob=publicationFile), zugegriffen: 03.07.2016
164. Schutzkommission beim Bundesministerium des Inneren (2013) Katastrophenmedizin. Leitfaden für die ärztliche Versorgung im Katastrophenfall. [https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/PublikationenForschung/Katastrophenmedizin\\_Leitfaden\\_SK.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/PublikationenForschung/Katastrophenmedizin_Leitfaden_SK.pdf?__blob=publicationFile), zugegriffen: 03.07.2016
165. Schüller A (1921) Das Röntgenogramm der Stirnhöhle. Ein Hilfsmittel für die Identitätsbestimmung von Schädeln. Monatssch Ohrenheilkd 55:1617–1620
166. Silva RF, Botelho TL, Prado FB et al (2011) Human identification based on cranial computed tomography scan — a case report. Dentomaxillofacial Radiology 40:257–261
167. Skinner M, Alempijevic D, Stanojevic A (2010) In the absence of dental records, do we need forensic odontologists at mass grave sites? Forensic Sci Int 201:22–26
168. Solheim T, Lorentsen M, Sundnes PK et al (1992) The „Scandinavian Star“ ferry disaster 1990--a challenge to forensic odontology. Int J Legal Med 104:339–345
169. Soomer H, Ranta H, Penttilä A (2001) Identification of victims from the M/S Estonia. Int J Legal Med 114:259–262
170. Sperhake JP, Einfeldt E, Türk EE (2004) Leichenliegezeit 59 Jahre und 261 Tage. Rechtsmedizin 14:20–23
171. Statistisches Bundesamt (2012) Alleinlebende in Deutschland. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden

172. Stefanescu CL, Popa MF, Candea L-S (2016) Uniqueness of the palatine folds – A family based forensic ortho dental study. *RJLM* 24:28–38
173. Stefanescu CL, Popa MF, Candea LS (2014) Preliminary study on the tongue-based forensic identification. *RJLM* 22:263–266
174. Stenger A (2017) Erweiterte DNA-Analysen. *Kriminalistik* 71:491–496
175. Stirn A, Hinz A, Brähler E (2006) Prevalence of tattooing and body piercing in Germany and perception of health, mental disorders, and sensation seeking among tattooed and body-pierced individuals. *J Psychosom Res* 60:531–534
176. Stöver H, Bammann K (2006) Tätowierungen im Strafvollzug. BIS-Verlag der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Oldenburg
177. Sweet D (2010) Forensic dental identification. *Forensic Sci Int* 201:3–4
178. Szlezák TA (2002) Platon: Symposion. Artemis & Winkler, Düsseldorf
179. Tandler J (1909) Über den Schädel Haydns. *Mitt anthrop Ges Wien* 39:260
180. Tatlisumak E, Yilmaz Ovali G, Aslan A et al (2007) Identification of unknown bodies by using CT images of frontal sinus. *Forensic Sci Int* 166:42–48
181. Thali MJ, Markwalder T, Jackowski C et al (2006) Dental CT imaging as a screening tool for dental profiling: advantages and limitations. *J Forensic Sci* 51:113–119
182. Toom V, Wienroth M, M'charek A et al (2016) Approaching ethical, legal and social issues of emerging forensic DNA phenotyping (FDP) technologies comprehensively: Reply to „Forensic DNA phenotyping: Predicting human appearance from crime scene material for investigative purposes“ by Manfred Kayser. *Forensic Sci Int Genet* 22:e1–e4
183. Tsokos M, Lessig R, Grundmann C et al (2006) Experiences in tsunami victim identification. *Int J Legal Med* 120:185–187
184. Ubelaker DH (2015) Craniofacial Superimposition: Historical Review and Current Issues. *J Forensic Sci* 60:1412–1419
185. Uthman AT, AL-Rawi NH, Al-Naaimi AS et al (2010) Evaluation of frontal sinus and skull measurements using spiral CT scanning: An aid in unknown person identification. *Forensic Sci Int* 197:124–124
186. Verhoff MA (2015) Identifizierung einer unbekanntes Leiche. In: Dettmeyer RB, Birngruber CG (Hrsg) 50 Jahre Institut für Rechtsmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen. Lehmanns Media, Berlin, S 143–161
187. Verhoff MA, Gehl A, Kettner M et al (2009) Geschlechtsdiskriminierung an 3D-rekonstruierten Gesichtern aus CT-Datensätzen. *Rechtsmedizin* 19:441–444
188. Verhoff MA, Kreutz K, Jopp E, Kettner M (2013) Forensische Anthropologie im 21. Jahrhundert. *Rechtsmedizin* 23:79–84

189. Verhoff MA, Kreutz K, Ramsthaler F, Schiwy-Bochat K-H (2006) Forensische Anthropologie und Osteologie - Übersicht und Definitionen. *Dtsch Arztebl* 103:782–788
190. Vidaki A, Ballard D, Aliferi A et al (2017) DNA methylation-based forensic age prediction using artificial neural networks and next generation sequencing. *Forensic Sci Int Genet* 28:225–236
191. Vidaki A, Kayser M (2017) From forensic epigenetics to forensic epigenomics: broadening DNA investigative intelligence. 1–13
192. Waleed P, Baba F, Alsulami S, Tarakji B (2015) Importance of Dental Records in Forensic Dental Identification. *Acta Inform Med* 23:49–52
193. Walsh S, Chaitanya L, Breslin K et al (2017) Global skin colour prediction from DNA. *Hum Genet* 136:847–863
194. Walsh S, Chaitanya L, Breslin K et al (2017) Erratum to: Global skin colour prediction from DNA. *Hum Genet* 136:865–866
195. Walsh S, Kayser M (2016) A Practical Guide to the HirisPlex System: Simultaneous Prediction of Eye and Hair Color from DNA. *Methods Mol Biol* 1420:213–231
196. Walter A, Gehl A, Birngruber CG et al (2014) Geschlechtsdiskriminierung und Körperhöschätzung anhand des Jochbeins. *Rechtsmedizin* 24:159–164
197. Wang J-J, Wang J-L, Chen Y-L, Li W-S (2012) A post-processing technique for cranial CT image identification. *Forensic Sci Int* 221:23–28
198. Weiler G, Riße M (1989) Verletzungsmuster und Identifizierung nach Flugzeugkatastrophen. Zusammenarbeit zwischen Rechtsmedizin und BKA. Flugzeugabsturz bei Mülheim/Ruhr am 8. 2.1988. *Beitr Gerichtl Med* 47:215–220
199. Wiegand P, Rolf B (2003) Analyse biologischer Spuren II. *Rechtsmedizin* 13:375–383
200. Wiese J (2016) Offizielle Facebook Nutzerzahlen für Deutschland (Stand: Februar 2016). [http://allfacebook.de/zahlen\\_fakten/erstmalig-ganz-offiziell-facebook-nutzerzahlen-fuer-deutschland](http://allfacebook.de/zahlen_fakten/erstmalig-ganz-offiziell-facebook-nutzerzahlen-fuer-deutschland), zugegriffen: 03.07.2016
201. Wirth I, Schmeling A (2012) *Rechtsmedizin. Grundwissen für die Ermittlungspraxis*, 3rd Aufl. Kriminalistik-Verlag, Heidelberg
202. Wohlrab S, Stahl J, Kappeler PM (2007) Modifying the body: motivations for getting tattooed and pierced. *Body Image* 4:87–95
203. Wood RE (2006) Forensic aspects of maxillofacial radiology. *Forensic Sci Int* 159S:S47–S55
204. Wright K, Mundorff A, Chaseling J et al (2015) A new disaster victim identification management strategy targeting “near identification-threshold” cases: Experiences from the Boxing Day tsunami. *Forensic Sci Int* 250:91–97

205. Yoshino M, Miyasaka S, Sato H, Seta S (1987) Classification system of frontal sinus patterns by radiography. Its application to identification of unknown skeletal remains. *Forensic Sci Int* 34:289–299
206. Zahrani AA (2005) Identification of unidentified remains - validity of dental records. *Pakistan Oral Dent Jr* 25:3–6