

André Hoffmann
Neuartige Methode zur Messung der Todeszeit (Todeszeitbestimmung)
an Zähnen mithilfe von Reflexionsspektren und Farbmeterik

Erstes referenzunabhängiges Meß- und Analyseverfahren

André Hoffmann
Neuartige Methode zur Messung
der Todeszeit (Todeszeitbestimmung)
an Zähnen mithilfe von Reflexionsspektren
und Farbmetrik

Erstes referenzunabhängiges Meß- und Analyseverfahren

© 2000 André Hoffmann, Dammweg 16, 46535 Dinslaken

© 2004 André Hoffmann, Dammweg 16, 46535 Dinslaken

Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch die des Nachdruckes, der Wiedergabe in jeder Form und der Übersetzung in andere Sprachen behalten sich Urheber und Verleger vor. Jede Verwertung – auch nur auszugsweise Verwertung – und jegliche Form der Wiedergabe außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung und schriftliche Genehmigung des Verlages bzw. des Urhebers unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Übersetzungen, Vervielfältigung, Verarbeitung, Abschrift, Entnahme, systematische Auswertung, Verbreitung, Vortrag, Funk, Fernsehsendung, Telefonübertragung, den fotomechanischen Weg (Fotokopie, Mikrokopie), Magnettonverfahren, Mikroverfilmung, Einspeicherung und Verarbeitung in oder mit elektronischen bzw. mechanischen Systemen. Dies betrifft das Werk sowie Teile daraus, Abbildungen und Tabellen.

Die in diesem Werk ohne besondere Kennzeichnung aufgeführten Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. berechtigt nicht zu der Annahme, daß solche Namen ohne Weiteres von jedem benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich häufig um gesetzlich geschützte Warenzeichen handeln.

Um den Textfluß nicht zu stören, wurde stets die grammatikalisch männliche Form gewählt. Selbstverständlich sind in diesen Fällen immer Frauen und Männer gemeint.

Die Erkenntnisse in Medizin bzw. Zahnmedizin unterliegen einem laufenden Fortschritt durch Forschung und Erfahrungen. Autor und Verlag dieses Werkes haben große Sorgfalt walten lassen, daß die in diesem Werk gemachten therapeutischen Angaben (insbesondere hinsichtlich Indikation, Dosierung und unerwünschte Wirkungen) dem derzeitigen Wissensstand entsprechen. Das entbindet den Leser bzw. Nutzer dieses Buches aber nicht von der Verpflichtung, anhand der Beipackzettel zu verschreibende Präparate eigenverantwortlich zu überprüfen, ob die dort gemachten Angaben von denen in diesem Buch abweichen und eigenverantwortlich seine Verordnung zu treffen. Die Entscheidung für oder gegen eine bestimmte Therapie liegt alleine in der Verantwortlichkeit des Behandlers.

Lizenzvertrag. Mit dem Erwerb oder dem Erhalten dieses Werkes sind Sie einen Lizenzvertrag eingegangen, der Ihnen ein nicht exklusives Nutzungsrecht (Lesen) des erworbenen Produktes einräumt. Eine Weitergabe, der Verleih bzw. ein Ausleihen dieses Werkes oder Teilen hieraus in welcher Form und über welchen Weg auch immer an Dritte ist nicht erlaubt. Die Inhalte und Zahlen werden ausschließlich unter dieser Lizenz veräußert bzw. herausgegeben. Hiernach ist eine systematische Auswertung der Zahlen nicht erlaubt. Ebenso wenig ist die ungesicherte bzw. öffentliche Aufbewahrung, die Gewährung des unbeaufsichtigten Zugangs durch Dritte sowie eine unbeaufsichtigte Bereitstellung/Nutzung in Bibliotheken nicht gestattet. Verstöße gegen diese Lizenzvereinbarung können Schadensersatzansprüche zur Folge haben.

Um vielfach den Textfluß nicht zu stören, wurde in Klammern lediglich der Erstautor mit Veröffentlichungsdatum benannt und von der Erwähnung des Zweitautors und/oder weiterer Autoren (et al.) zu Gunsten der Übersichtlichkeit und Einheitlichkeit abgesehen. Im Literaturverzeichnis sind dann alle Autoren aufgeführt.



André Hoffmann erforschte systematisch die Entstehung der Zahnfarbe. Im Zuge seiner wissenschaftlichen Grundlagenforschung dürfte er die wesentlichen Einflußfaktoren isoliert und eindeutig quantifiziert haben. Dazu gehören beispielsweise das Licht bzw. Meßlicht und die Lichtarten verschiedener Farbtemperaturen, die Strahlengänge des Lichtes bzw. die Meßgeometrien (Orte von Lichtquellen und Sensoren in Relation zur Meßprobe), der Beobachtungswinkel (2° , 10°), die Größe der Meßfläche und Meßöffnung, die Glanzwirkung, der Flüssigkeitsgehalt (mit wissenschaftlichem Beweis des Zusammenhanges zwischen Flüssigkeitsgehalt und Zahnfarbe), Wirkung von Trocknung und Flüssigkeitswiederaufnahme (Dehydrierung, Rehydrierung), der Anteil des Flüssigkeitsgehaltes an der Glanzwirkung, die Subjektivität von visueller Bestimmung, Kronenkrümmung, Systemart (Spektralphotometer, Dreibereichsfarbmeßgerät), Meßmodus (Kontakt oder Nonkontakt-Modus), Meßsystem-Objekt-Relation, Positionierung, Wiederholbarkeit bzw. Reproduzierbarkeit. Zudem wurden subjektiv-visuelle Bestimmungen und objektivierte Messungen in Subjektiv-objektiv-Vergleichen über Wertevergleiche erforscht. Alle diese Einflußfaktoren sind nicht nur an nassen, sondern auch an trocken-

nenden, trockeneren (verschiedene bestimmte Trocknungs- bzw. Rehydrierungszustände) und trockenen Zähnen anhand u. a. der Helligkeit (L^*), von Farbmeßwerten, wie beispielsweise a^* , b^* , C^* , h , ΔE , des Metamerieindex, von Spektralwerten, von Zahnfarbproben und von Zahnfarbräumen analysiert.

Im Rahmen dieser Erkundung konnten Phänomene (beispielsweise Änderungen und Brüche im Verhalten sowie hochindividuelle Entwicklungen der Farbwerte, Paradoxes zwischen den Werten subjektiver Bestimmung mittels Zahnfarbproben und den Werten objektivierender Messungen) aufgedeckt und Einblick in die Farbdynamik durch De- und Rehydrierung gewährt werden. Die Entwicklung der einzelnen Farbmeßwerte ließ beispielsweise Rückschlüsse über den Flüssigkeitsfluß durch den Zahn und seine Gewebe insbesondere bei Trocknung und Flüssigkeitswiederaufnahme zu und gab Auskunft über das zeitliche Ausmaß dieser Prozesse.

Auf Basis dieser Datenlage hatte der Pionier im Bereich der Optischen Technologien im Jahre 2000 mehrere Verfahren für die Forschung und Anwendung in der Praxis entwickelt, Innovationen vorgeschlagen und für machbar eingestuft, wie beispielsweise das trockenungsprotektive Monitoring zur Vermeidung von Devitalisierung bei zahnmedizinischer Behandlung, eine Rekonstruktion der Farbe von natürlich feuchten Zähnen an bereits angetrockneten, die Identifizierung von Lebenden und Toten über den „dentalen Fingerabdruck“ und für die Rechtsmedizin eine neue Methode zur Todeszeitbestimmung. Zudem beschrieb er eine zeitliche Trocknungsgrenze, bis zu der noch relativ natürliche, passende Farbwerte zu erhalten sind und nach der keine Farbbestimmung mehr erfolgen sollte, und er legte die Rehydrierungszeit nach Ende der Trocknung fest, die gewartet werden muß, um wieder eine natürliche Zahnfarbe zu erhalten.

Seine Erkenntnisse sind u. a. auch, daß Zähne in der Lage sind, Informationen beispielsweise zum Zustand (Flüssigkeitsgehalt, Farbwerte) und zur Zeit innerhalb der Trocknungs- und Flüssigkeitswiederaufnahmekronologie zu speichern. Der Autor artikuliert einen „dentalen Datenspeicher“ und ein „dentales Gedächtnis“ und ist der Meinung, daß wesentlicher Fortschritt auf diesem Gebiet u. a. über ein neuronales Netz für Farbmeßapparaturen erzielt werden könnte.

Inhalt

1. Vorwort und Einleitung.....	1
2. Literaturübersicht	2
2.1 Todeszeitbestimmung	2
2.2 Spektrophotometrie und Farbmessung in der forensischen Forschung.....	4
3. Material und Methode	5
3.1 Verwendete Zähne.....	5
3.2 Instrumente, Systeme und Apparaturen	5
3.2.1 Elektronisches Hygro-Thermometer (Firma Thies Clima)	5
3.2.2 Spektralphotometer CM-503c	6
3.2.2.1 Meßprinzip, Beleuchtungs- und Betrachtungssystem	6
3.2.2.2 Blockdiagramm	7
3.2.2.3 Ablauf einer Messung	8
3.2.2.4 Vormessung	8
3.2.2.5 Technische Daten.....	8
3.2.2.6 Kalibrierstandard CM-A82 (Minolta, Osaka/Japan)	9
3.2.3 Spektralphotometer CM-503i.....	10
3.2.3.1 Meßprinzip, Beleuchtungs- und Betrachtungssystem	10
3.2.3.2 Blockdiagramm	11
3.2.3.3 Ablauf einer Messung	11
3.2.3.4 Vormessung	12
3.2.3.5 Technische Daten	12
3.2.3.6 Kalibrierstandard CM-A2 (Minolta, Osaka/Japan).....	13
3.2.3.7 Meßgerätehalterung CM-A3 (Minolta, Osaka/Japan)	13
3.2.4 Mikroskopisches Chroma Meter CR-241	13
3.2.4.1 Technische Daten (Herstellerangaben)	13
3.2.4.2 Weißreflektor (Minolta, Osaka/Japan)	14
3.2.5 Farbringe.....	14
3.2.6 Flüssigkeitsmeßgerät/Sartorius Moisture Analyzer MA100.....	14
3.2.6.1 Technische Daten (Herstellerangaben)	15
3.2.7 Mikrowaage MC21S (Sartorius).....	16
3.2.7.1 Technische Daten (Herstellerangaben)	17
3.2.8 PJC/CVL-3 Pantone-Lichtkabine (JUST NORMLICHT, Weilheim/Germany).....	17
3.2.8.1 Technische Daten (Herstellerangaben)	17
3.2.9 CC/FS 2-SY-2/36-Farbprüfleuchte (JUST NORMLICHT, Weilheim/Germany)	17
3.2.9.1 Technische Daten (Herstellerangaben)	17
3.3 Meßvorrichtung und Versuchsaufbau	18
3.4 Umgebungsbedingungen	20
3.5 Meßgrößen, Normlicht, Weißabgleich, Farbringenwendung.....	20
3.6 Verschiedenes Vorgehen in verschiedenen Studien (Lufttrocknung sowie forcierte Trocknung)	22
3.7 Statistik	24
4. Ergebnisse	26
5. Diskussion	62
Grundsätzliche Machbarkeit und Vorteile	62
Referenzabhängige Verfahren	64
Reversibilität, Reproduzierbarkeit und referenzunabhängiges Verfahren.....	64
Todeszeitmessung mittels neuronaler Netze.....	65
referenzabhängiges und referenzunabhängiges Verfahren in Kombination	65
Zeit des Zahnverlustes durch externe Kraft bei Todeseintritt	68
Initiale Trocknung (3 Stunden).....	68
Ausmaß der Prozesse.....	69
Mögliche Vorteile dieser Methode	69
Flüssigkeitsgehaltsabhängige und zeitspezifische Zahnfarbräume	71
Dentale Uhr, dentaler Datenspeicher und dentales Gedächtnis – hoher Informationsgehalt.....	71
Pathophysiologische und physikalische Voraussetzungen.....	72
Denkbare Einflußfaktoren auf wissenschaftliche Forschung und Anwendung in praxi.....	73
Einfluß der Subjektivität.....	73
Einfluß der Systempositionierung.....	73
Einfluß der Systemkomponenten und des Systems.....	74
Einfluß von Mundöffnung	74
Einfluß durch Lage von Zahn, Kopf und Körper sowie durch Flüssigkeit.....	76
Einfluß durch Temperatur und Luftfeuchte	79
Einfluß von System, Verfahren und Zeit	79
Identifikation von Individuen – Einfluß durch Interindividualität	79
Einfluß durch Pink Teeth	80
Einfluß von Veränderungen des Hartgewebes.....	81
Einfluß von Veränderungen des Pulpengewebes.....	81
Einfluß durch Zahnwurzel, Parodontium und Nachfluß von dentaler Flüssigkeit	82

Einfluß durch Schleimhaut und dentale „Vogeluhr“.....	82
Einfluß durch Vakuumverpacken des Zahnes.....	83
Vorgehen – für Forschung und Praxis	83
1. Allgemeine leichenspezifische Informationen – zugleich Einflußfaktoren.....	85
2. Spezielle leichenspezifische Informationen und Situation sind	86
3. Einflußfaktoren	89
4. Bekannte Anamnese/Befund zu Lebzeiten	90
Probenentnahme und -versand – Schritt für Schritt	90
Schritt 1: Individuelle Eignungsentscheidung:.....	90
Schritt 2: Erfassung von Leiche und Situation	90
Schritt 3: Vorbereitung der Entnahme.....	90
Schritt 4: Auswahl des Zahnes	91
Schritt 5: Entnahme.....	91
Schritt 6: Umgehende Messung oder Vakuumfolienverschweißverpackung	91
Schritt 7: Fotografie der Entnahmestelle nach Zahnextraktion (s. Befundbogen).....	91
Schritt 8: Versand.....	92
Schritt 9: Nachreichung von Daten	92
Schritt 10: Messung.....	92
Technologische Bemerkungen	94
Relativität der Werte	95
Prognose – Ein Blick in die Zukunft.....	96
6. Literaturverzeichnis.....	97

1. Vorwort und Einleitung

Mit Eintritt des Todes beginnen mannigfaltige Prozesse einzusetzen, die eine Leiche und ihre Gewebe über die Zeitachse verändern. Gelänge es, einen Prozeß eines bestimmten Gewebes zu finden, der sich präzise wie ein oder besser mehrere Uhrwerke verhielte, und gelänge es weiterhin, die Uhrzeit zurückzustellen auf den Zustand während und den Zeitpunkt des Todesintritts, wäre es zudem noch möglich, daß diese synchronen Uhren von neuem laufen, und würde es darüber hinaus möglich werden, die vergangene Zeit nach Todesintritt in Echtzeit am selben, dem zu untersuchenden Individuum bzw. Untersuchungsobjekt unter vergleichbaren Bedingungen (Simulation) noch einmal ablaufen zu lassen, die perfekte und genaueste Methode zur Todeszeitbestimmung wäre geboren.

Die Kenntnis um die Todeszeit ist häufig ein, mitunter der zentrale Schlüssel zur Lösung von Kriminalfällen. Die Todeszeit ermöglicht das Überprüfen von Alibis und das Ausschließen von möglichen Tatverdächtigen und kann mitunter zur Rekonstruktion des Tathergangs beitragen. Die Todeszeit besitzt darüber hinaus ebenfalls Relevanz in Fällen des natürlichen Todes – beispielsweise für den Familienstammucheintrag, für das Versicherungswesen oder die Erbfolge. Doch ist die rechtsmedizinische Todeszeitschätzung bis heute nicht ohne Limitierungen – insbesondere dann, wenn sie präzise oder nicht relativ unmittelbar nach Eintritt des Todes, sondern nach längereren Zeiten erfolgen soll.

Im Zuge meiner wissenschaftlichen Forschung an dentalem Gewebe und im Rahmen meiner Tätigkeit als Verfahrens- und Systementwickler bin ich bei meinen Überlegungen, dentale Trocknungsprozesse anwendungsorientiert nutzbar zu machen, auf das Gebiet der Todeszeitbestimmung gestoßen. Ich habe mich gefragt, ob die Limitierungen bisheriger Methoden zur Todeszeitschätzung unüberwindbare Schwierigkeiten darstellen oder ob es einen speziellen Prozeß und eine Technologie geben kann, wodurch eine hohe Genauigkeit und eine Aussage nach relativ länger zurückliegendem Tod in diesem forensischen Feld erzielbar wären.

Bisher bekannte rechtsmedizinische Möglichkeiten zur Todeszeitschätzung müssen unweigerlich ungenau sein und bleiben. Das bisher größte Problem liegt – meiner Meinung nach – in der interindividuellen und ggf. intraindividuellen Erscheinungs-/Erfahrungs-/Datenstreuung, die methoden- und gewebeimmanent und auf beiden Seiten des Obduktionstisches zu finden ist – beim Eingeschätzten und beim Einschätzenden: Die allgemeine wissenschaftliche Voraussetzung zur Nutzung einer Methode zur Todeszeitbestimmung ist das Vorhandensein eines Prozesses, welcher durch den Tod ausgelöst ist und in Stadien, wie bei der Leichenstarre, den Totenflecke, der Fäulnis, oder Werten, wie insbesondere bei der Körpertemperaturmethode, beschreib-, erfaß- und differenzierbar sein muß. Zur Einordnung dieser Stadien oder Werte wurden bisher stets die Ergebnisse vorausgegangener Studien und Empirie benötigt. Die Einschätzung im konkreten Anwendungsfall erfolgt im Lichte zeitfrüheren Wissens. Ausnahmslos alle in der Literatur im Zusammenhang mit Todeszeitbestimmungen bisher beschriebenen Prozesse sind mitunter hochindividuell, beinhalten eine interindividuelle Streuung, sind irreversibel, können also nicht rückgängig gemacht werden, und ausnahmslos alle Methoden nutzen Referenzwerte oder Referenzbeschreibungen. Eine Einschätzung einer aktuellen Todeszeit vor dem Hintergrund gestreuter Bezugswerte oder Bezugsstadien kann bestenfalls vage sein.

Der Autor dieses gegenwärtigen Werkes hat festgestellt, daß Zähne an Leichen viel heller, andersfarbig und weniger transluzent wirken als bei lebenden Menschen und daß dentale Farbänderungen auf Trocknungs- und Flüssigkeitswiederaufnahmeprozessen basieren und hochpräzise und sehr differenziert in verschiedenartigen Werten meßbar und reversibel sind. Er sieht eine fundamentale Möglichkeit in der Nutzung von Prozessen, die er an trocknenden und flüssigkeitswiederaufnehmenden Zähnen gemessen und analysiert hat und stellt hier erstmals eine neuartige Methode vor. Ferner stellt er erstmals auch zudem einen referenzunabhängigen Ansatz (die vielleicht sogar erste referenzunabhängige Analyse- bzw. Meßmethode in den Naturwissenschaften) vor, der auf Trocknung bis zum Zeitpunkt der ersten Messung, Flüssigkeitslagerung und abermaliger Trocknung – die eigentliche Simulation – basiert. Er benötigt deshalb für diesen referenzunabhängigen Verfahrensansatz im Gegensatz zu seinem referenzabhängigen keine Referenzwerte, also keine Werte, die zuvor an anderen, vergleichbaren Proben (vgl. Nomogramm) gewonnen werden mußten, sondern nur Werte, die am selben Objekt zuvor gewonnen wurden. Damit wurde die „Streuungsproblematik“ erstmals umgangen – der Weg zu einem Hochpräzisionsverfahren?

2. Literaturübersicht

2.1 Todeszeitbestimmung

Eine Einschätzung von Potentialen einer neuartigen Methode zur Todeszeitbestimmung anhand der Zahnfarbe und des dentalen Flüssigkeitsgehaltes wird unter Berücksichtigung der Literatur zu bisher bestehenden Möglichkeiten auf diesem Gebiet möglich:

„[...] zur Todeszeitschätzung geeignet [sind]: frühe Leichenerscheinungen (Totenflecke, Totenstarre, Abkühlung), späte Leichenerscheinungen (Fäulnis, Verwesung, konservierende Leichenveränderungen), Prüfung supravitaler Reaktionen aber auch im speziellen Fall: zuverlässige Zeugenausagen (z. B. bei tödlichen Unglücksfällen), medizinische Befunde (z. B. EKG/Monitoring) und in besonderen Fällen auch – in Verbindung mit Leichenbefunden (!) – kriminalistische Ermittlungsergebnisse (zuletzt lebend gesehen, Zeitungen im Briefkasten, Zustand von Speiseresten, letztes Telefonat u. a.). Bei den Angaben zur Todeszeit ist Zurückhaltung geboten, eine zu weitgehende Eingrenzung des Todeszeitintervalls allein anhand der Leichenerscheinungen ist zu vermeiden; bei entsprechenden Eintragungen zur Sterbezeit sind relativierende Zusätze wie ‚etwa‘ oder ‚ungefähr‘ oder die Angabe eines Zeitbereiches zu empfehlen. Eine unkritische Übernahme von Angaben Dritter ist zu vermeiden, sie sind durch eigene Untersuchungen zu überprüfen.“ (Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin 2002).

Zur Schätzung der Liegezeit eines Leichnams aus dem Grad von Leichenerscheinungen und supravitalen Reaktionen führten Madea und Dettmeyer 2003 insbesondere aus (hpm = Stunden post mortem):

Körperkerntemperatur

- Abfall der Körperkerntemperatur (tiefe Rektaltemperatur 8 cm oberhalb des Sphincter ani), zunächst Temperaturplateau von 2–3 h Dauer, dann etwa 0,5–1,5 °C/h, abhängig von Umgebungstemperatur, Lagerung, Bekleidung, Bedeckung, Körperproportionen, Witterungsbedingungen

Kornea

- Hornhauttrübung bei offenen Augen nach 45 min
- Hornhauttrübung bei geschlossenen Augen nach ca. 24 hpm

Totenflecke

- Beginn der Totenflecke am Hals nach 15–20 min
- Konfluktion ca. 1–2 hpm
- Volle Ausbildung der Totenflecke nach wenigen Stunden (ca. 6–8 hpm)
- Wegdrückbarkeit auf Fingerdruck ca. 10 h (10–20 hpm)
- Umlagerbarkeit ca. 10 hpm

Totenstarre

- Beginn der Totenstarre am Kiefergelenk nach 2–4 hpm
- Vollständig ausgeprägte Starre nach ca. 6–8 hpm
- Beginn der Lösung nach ca. 2–3 Tagen (stark abhängig von der Umgebungstemperatur)
- Wiedereintritt der Starre nach Brechen bis ca. 8 hpm
- Vollständige Lösung nach 3–4 Tagen, bei tiefer Umgebungstemperatur auch deutlich länger als 1 Woche erhalten

Mechanische Erregbarkeit der Skelettmuskulatur

- Fortgeleitete Kontraktion bis 1,5–2,5 hpm
- Lokale Kontraktion bis ca. 8 hpm

Zur groben Orientierung geben die Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin 2002 folgende Werte (p. m. = post mortem):

Totenflecke

Beginn	15–30 min p. m.
Konfluktion	ca. 1–2 h p. m.
volle Ausbildung	ca. 6–8 h p. m.

Wegdrückbarkeit	
vollständig auf Daumendruck	bis ca. 20 h p. m.
unvollständig auf scharfkantigen Druck (Pinzette)	bis ca. 36 h p. m.
Umlagerbarkeit	etwa 6–12 h p. m.
vollständig	bis 6 h p. m.

Totenstarre

Beginn (Kiefergelenk)	2–4 h p. m.
vollständige Ausprägung	ca. 6–8 h p. m.
Wiedereintritt nach Brechen	bis ca. 8 h p. m.
Lösung	stark abhängig von Umgebungstemperatur (Lösungsbeginn: nach 2–4 Tagen und später)

Mechanische Erregbarkeit der Skelettmuskulatur

fortgeleitete Kontraktion (sog. Zsako-Muskelphänomen)	bis 1,5–2,5 h p. m.
lokale Kontraktion (idiomuskulärer Wulst)	bis 8 h – (extrem selten bis 12 h) p. m.

Eine Zusammenschau weiterer Studien und Veröffentlichungen zeigten noch andere Wertebereiche und Streuungen (vgl. [Pounder 1995]).

Ferner führen die Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin 2002 aus: „Um den Ausbildungsgrad der Totenstarre beurteilen zu können, ist sie nicht nur in einem, sondern in kleinen und großen Gelenken (Kiefer-, Finger-, Ellenbogen-, Kniegelenk) zu prüfen. Das Zsako-Muskelphänomen kann durch Anschlagen mit dem Perkussionshammer im Bereich der Mm. interossei über dem Handrücken geprüft werden. Es kommt zur Fingeradduktion. An der vorderen Oberschenkelmuskulatur bewirkt das Anschlagen im unteren Drittel ein Hochziehen der Kniescheibe und an der Muskulatur zwischen den Schulterblättern verursacht es eine Annäherung der Schulterblätter. Die idiomuskuläre Wulstbildung wird bevorzugt durch kräftiges Anschlagen des M. biceps brachii geprüft. Bei stärkerer Ausprägung des subkutanen Fettgewebes ist der Wulst kaum sichtbar, man kann ihn aber tasten.

Messung der sog. Körperkerntemperatur (tiefe Rektaltemperatur). Falls dies korrekt geschieht, handelt es sich um die beste Grundlage der Todeszeitbestimmung. Gefordert werden muß allerdings die Verwendung eines Glas- oder elektronischen Thermometers mit einem besonders langen Meßansatz, da es mindestens 8 cm tief in das Rektum eingeführt werden muß. Ein Fieberthermometer ist grundsätzlich nicht geeignet. Zwingend notwendig ist die gleichzeitige Messung der Umgebungstemperatur am Leichenfundort. Für beide Messungen ist die Uhrzeit zu dokumentieren. Geeichte Thermometer sind zu verwenden. Die Messung der Rektaltemperatur hat nicht nur einen hohen Wert für die Bestimmung der Todeszeit, sondern hat auch große Bedeutung für die Erkennung von fieberhaften Erkrankungen [...] Fäulnisveränderungen erlauben eine Einschätzung der Todeszeit, allerdings mit wesentlich größerer Variationsbreite als zuvor. [...] Sehr früh kann es zu Eiablage durch Insekten kommen, später folgen Maden, Verpuppung, leere Puppenhülsen¹ – auch kann es – außerhalb und innerhalb von Gebäuden – zu vielfältigen Defekten/Veränderungen durch andere Tiere kommen: Ameisen mit Ätzspuren, Nager, Hunde, Katzen, Füchse, Vögel [...]“ (Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin 2002).

Weitere Ansätze zur Todeszeitbestimmung werden auf der Ebene biochemischer Analysen gesehen, wie beispielsweise der Tyndallometrie des Augenkammerwassers. K⁺ und das Gesamtprotein sollen hiernach postmortal ansteigen, Cl⁻ und Na⁺ sinken. Es wird für diese Methode eine Zeitspanne von 98 Stunden (Lagerung der Probe bei 2 °C) bzw. 50 Stunden bei einer Genauigkeit von +/-24,8 Stunden (bzw. 12,4 Stunden) und bei 21-°C-Lagerung der Probe +/-13,0 (bzw. 12,2) Stunden angegeben. K⁺ und Gesamtprotein sollten dieser Studie zufolge deutlich weniger von der Temperatur beeinflussbar sein als Harnstoff, Na⁺ und Cl⁻ (vgl. [Hagel et al. 1999]). Derartige biochemische Ana-

¹ Anmerkung des Verfassers: Entomologische Methoden dürften bei Leichen in einer Wohnung und/oder in der kalten Jahreszeit limitiert sein und aufgrund spezieller Flora und Fauna regional und jahreszeitlich unterschiedliche Ergebnisse erbringen. Darüber hinaus wird die Be- und Entsendung und Entwicklung der Insekten von mehreren Faktoren und Umständen beeinflusst – eine Leichenliegezeitbestimmung müßte nach den physikalisch-physiologisch-biologischen Gesetzen stark temperatur- und klimaabhängig sein. Die Erfassung der Einflusfaktoren wird vermutlich entscheidend für die Ergebnisfindung sein.