

Die Chemie der Vergänglichkeit.

Gesammelte Notizen und Grundlagen von Yvonno Leeb und Johanna Mauk (2024)

Dieser Text ist eine Sammlung zum Thema chemische Verwesung menschlicher Körper, welche wir in den letzten Jahren zusammengetragen haben. Als Quellen dienten Bücher der Gerichtsmedizin, Biologie, Chemie, Artikel, sowie eigene Erfahrungen und Beobachtungen. Diese Informationen haben wir versucht in einer Sprache zu formulieren, die für unsere Arbeit hilfreich ist - für Zugehörige, sowie auch für uns. Belastende Wörter und Formulierungen, die zu Distanzierungen von verstorbenen Körpern führen, haben wir versucht zu vermeiden. Dabei haben wir uns erlaubt, neue Wörter zu verwenden, Begriffe umzubenennen und dabei gleichzeitig die biologischen Prozesse trotzdem präzise zu beschreiben.

Wir möchten vorab darauf hinweisen, dass alle Zeitangaben eine ungefähre Idee des Ablaufs ermöglichen sollen, es jedoch so viele verschiedene Einflussfaktoren auf Körper und wie diese sich nach dem Tod verhalten, gibt, dass allgemeingültige und genaue Angaben nicht möglich sind. Ebenso bei den möglichen Symptomen verschiedener Phasen der Verwesung. Zudem gibt es bei den verschiedenen Phasen das Problem fehlender Trennschärfe, sowie eine Uneindeutigkeit in der Literatur. Verschiedene Quellen benennen Phasen unterschiedlich und zählen verschiedene Faktoren zu unterschiedlichen Phasen. Auch hier geht es also eher um einen Überblick, welche Prozesse in einem Körper nach dem Tod ablaufen, als um ganz genaue Definitionen und Abgrenzungen.

Wir haben unsere Notizen in sieben Abschnitte gegliedert, die jedoch nicht zwingend in dargelegter zeitlicher Abfolge passieren. Denn auch hier spielen wieder verschiedenste Faktoren inner- und außerhalb des Körpers eine Rolle.

Beginnen werden wir jedoch noch vor dem Tod beginnen, nämlich damit, was während des Sterbeprozesses, der sogenannten Agonie, passiert. Auch hier gilt: Alle Körper sind unterschiedlich - alle Leben und so auch alle Tode - aber häufig läuft in etwa Folgendes ab: Die Herzfunktion lässt langsam nach, der Kreislauf funktioniert immer schlechter, verschiedene Körperfunktionen fangen an "herunterzufahren", so zum Beispiel die Nieren, was zur Folge hat, dass weniger Urin produziert wird. Der Kreislauf kann sich zentrieren, die Extremitäten werden also weniger durchblutet, was zu einer trüben oder marmorierten Haut führt. Die Atmung verändert sich und setzt dann ganz aus und nach einigen Minuten hört das Herz auf zu schlagen. Das Gehirn arbeitet noch etwas weiter, durch fehlende Durchblutung kommt aber auch das zum Erliegen, das Bewusstsein erlischt, der Mensch ist tot.

Durch das Enden der Stoffwechselprozesse werden verschiedene andere Prozesse in Gang gesetzt, die die Zersetzung des Körpers als Ziel haben.

1. Rot bis Violett

Mit dem Erlöschen der vitalen Funktionen kommt der Blutkreislauf zum Erliegen. Dies führt dazu, dass sich das Blut in den Gefäßen sammelt und der Schwerkraft folgend absinkt. Dieser Vorgang wird Hypostase bezeichnet. So entstehen rötlich-violette Flecken auf der Haut, die auch als Totenflecken bekannt sind. Sie scheinen durch die Haut in

unterschiedlichen Schattierungen und Stärken. Diese Flecken sind eine natürliche Folge des Nachlassens und des anschließenden Stillstands des Blutflusses. Sie leiten die ersten Prozesse ein und können durch die Zentrierung des Kreislaufs bereits während der Agonie auftreten.

Die Totenflecken verändern sich mit der Zeit und können auch wieder verschwinden. Da Haut und Schleimhäute nicht mehr mit Feuchtigkeit versorgt werden, beginnt der Körper an manchen Stellen trockener zu werden. Dies beginnt zumeist am Kopf und den Extremitäten. Sind die Augen geöffnet, beginnen diese nach ein bis zwei Stunden bereits trüb zu werden, geschlossene Augen nach etwa 24 Stunden. Die Bindehaut verfärbt sich, Lippen und Fingerkuppen trocknen etwas und können sich erst rötlich und später bräunlich bis schwarz verfärben. Da andere Prozesse eher verflüssigend sind, breitet sich die Trockenheit meistens nicht weiter aus.

Je nach Zeitpunkt können Totenflecken durch eine Umlagerung (z.B. des Kopfes) zum Verschwinden gebracht werden. Sie können zur Not auch überschminkt werden, manchmal wirken sie auch ganz anders, wenn eine schöne Blume neben einem Fleck liegt. Die Flecken sehen zumeist nicht schlimm aus und müssen nicht zwingend versteckt werden. Wichtig ist hier dann die Vorbereitung der Zugehörigen und die Kontextualisierung der Flecken.

2. Totenstarre (Rigor Mortis)

Nach dem Tod erschlaffen zunächst alle Muskeln, nach einigen Stunden tritt jedoch durch den Versorgungsmangel in den Muskeln die Totenstarre ein. Dies geschieht, weil der Körper nicht mehr in der Lage ist, Adenosintriphosphat (ATP) zu produzieren, das normalerweise für die Muskelkontraktion benötigt wird. Die Starre beginnt in der Kiefermuskulatur und wandert dann in Richtung der Füße. Es ist ein vorübergehender Zustand, der unterschiedlich lang andauern kann, ungefähr zwischen 24-48 Stunden.

Diese Starre lässt sich auch wegmassieren oder dehnen. Nimm hierfür behutsam die einzelnen Arme oder Beine in deine Hände und mit langsamen Dehnungs- oder Massagebewegungen wird die Starre weicher und beweglicher.

3. Autolyse

Direkt nach dem Tod setzt die Autolyse ein. Dies ist ein natürlicher Prozess, in dem unsere Organismen körpereigene Enzyme freisetzen, die beginnen, Zellen und Zellbestandteile zu zerlegen. Dies führt zu einer Auflösung von Zellstrukturen und einem internen, nicht sichtbaren Abbau von Gewebe. Dieser Prozess markiert den Beginn der körperlichen Transformation.

Die Autolyse ist eine Phase, die auch als Selbstverdauung von Zellen bezeichnet werden kann, da die Vorgänge dieser ähneln. Sie führt zur Erweichung und irgendwann auch Verflüssigung von Körperstrukturen. Verfärbungen in Brauntönen können während der Autolyse einsetzen und es kann zu Hautablösungen kommen. Durch eine fortschreitende Autolyse wird auch die Rigor Mortis wieder gelöst.

Die Gerüche, die während des Prozesses der Autolyse entstehen, können als intensiv beschrieben werden. Diese können süßlich oder ammoniak-artig sein und entstehen durch den Abbau von Proteinen zu Aminosäuren, von Fetten zu Fettsäuren und durch die Freisetzung von stickstoffhaltigen Verbindungen wie Ammoniak.

Es ist wichtig zu betonen, dass die Wahrnehmung von Gerüchen subjektiv ist, und die Intensität je nach Umgebung, Temperatur und Dauer des Autolyseprozesses variieren kann. Menschen reagieren unterschiedlich auf diese Gerüche. Lüften, viele frische Blumen, Weihrauch oder Raumduft können dabei unterstützend sein.

Die Anzeichen von Autolyse sind in der Regel eher mikroskopisch und auf zellulärer Ebene zu erkennen. Äußerliche Indikatoren sind Gewebeeränderungen, da Gewebe aufgrund des enzymatischen Abbaus von Proteinen und anderen Molekülen beeinflusst werden kann. Dies kann zu einer Abnahme der Gewebefestigkeit führen und Anzeichen wie Verfärbungen, Blasenbildung oder Veränderungen in der Hautstruktur können sichtbar werden.

4. Elementare Transformationsprozesse

Circa ein bis zwei Tage nach dem Tod beginnt die *grüne Phase*, die bis neun Monate andauern kann. Durch bakterielle, anaerobe Prozesse im Inneren des Körpers entstehen verschiedene Gase wie Ammoniak und Schwefel, die ebenfalls zu den typischen Gerüchen führen. Außerdem kommt es zu einer Grünfärbung der Haut. Diese beginnt zumeist im Unterbauch rechts. Das Venennetz kann durch die Haut sichtbar werden und durch die Gasentwicklung kann es zum Auftreiben des Körpers, vor allem im Bauchraum, Weichteilen und Schwellkörpern kommen, es können sich Blasen auf der Haut bilden und die Ablösung von Haut und Haaren beginnt. Durch den im Inneren des Körpers entstehende Gasdruck kann es zu einem Austritt von verflüssigtem Gewebe aus Körperöffnungen kommen. Auch hier findet eine Erweichung der Organe und letztendlich des ganzen Körpers statt. Der Körper beginnt, sich in seiner Grundstruktur aufzulösen, sich zu transformieren. All diese Veränderungen vollziehen sich langsam an einzelnen Stellen, bei manchen Personen zaghafter, bei manchen sehr präsent. Alle diese Prozesse sind in Ordnung, dürfen sein und gehören zum tot-sein dazu. Es bedeutet einerseits, dass wir die Verstorbenen immer behutsam berühren und bewegen, andererseits den Zugehörigen in sensibler Sprache erklären können, was mit Ihren Verstorbenen passiert und warum.

Zusätzlich können Blasen aufgestochen und verbunden werden, ebenso wie Stellen, an denen sich die Haut bereits ablöst. Wenn der Körper schon sehr empfindlich ist, ist manchmal aber auch das reine Zudecken die sanftere Lösung. DriMops und Sargeinstreu können Flüssigkeit absorbieren, die nicht anders zu trocknen ist. Körperöffnungen werden vorsichtig gesäubert und wenn nötig tamponiert. Lüften, Duftöle und Sprays helfen gegen unangenehme Gerüche.

5. Ver-wesung

Die Ver-wesung wird u.a. durch Bakterien und Pilze ausgelöst. Jedoch benötigen diese für ihre Stoffwechselprozesse Sauerstoff. Dieser ermöglicht die Spaltung und Oxidation

organischer Verbindungen im Gewebe. Die Hauptendprodukte sind Wasser, Kohlenstoffdioxid, Harnstoff und Phosphat. Im Gegensatz zur *grünen Phase*, bei der Gase entstehen und Gerüche freigesetzt werden, gibt es bei der Verwesung in Anwesenheit von Sauerstoff keine Gasbildung. Diese Phase ist fast geruchlos.

Die Verwesung setzt sich in der Anwesenheit von Sauerstoff fort und kann über viele Jahre andauern. Externe Umstände haben in diesem Stadium einen erheblichen Einfluss auf den Verlauf und die Dauer der Verwesungsprozesse. Die Verwesung ist nämlich vor allem ein äußerlicher Prozess, der an der Oberfläche ansetzt, also ein eher trockener Prozess. Dabei fangen Mikroorganismen, Pilze, Insekten und andere Tiere auch von außen an, den Körper umzuwandeln und ihm innerhalb des Ökosystems eine neue Form und ein neues Wesen zu verleihen.

6. Fauna

Bei der Verwesung sind viele verschiedene Prozesse und Akteur*innen beteiligt. Bis zu 40 verschiedene Insektenarten helfen bei der Transformation von verstorbenen Körpern zu Erde, Wasser, Luft und neuem Leben mit. Diese Tiere spielen eine entscheidende Rolle dabei, den Körper vollständig zu verwandeln. Dieser Teil des Verwesungsprozesses ist eine natürliche Art, wie die Natur organische Materialien wiederverwertet.

Die Tiere kommen in einer sehr strikten Reihenfolge - am Anfang kommt die Fliege. Zu Unrecht hat sie einen schlechten Ruf. Denn die Larven, die sie auf die Verstorbenen legt, enthalten ein wichtiges Enzym, das die Transformation startet. Kommt diese nicht an die Verstorbenen, kann dies zu einer Verlangsamung der Verwesung führen.

Wichtige Fauna-Elemente, die im Verwesungsprozess eine Rolle spielen, sind Insekten. Grüne und blaue Fliegen (*Calliphoridae*): Diese Fliegen sind oft die ersten, die sich auf einem toten Körper niederlassen. Sie legen Eier auf oder in den Körper ab, und die sich entwickelnden Larven ernähren sich von Geweben. Käfer (*Coleoptera*): Käfer wie Mistkäfer können ebenfalls eine wichtige Rolle bei der Zersetzung spielen. Einige Käferarten legen ihre Eier in den sich zersetzenden Überresten ab. Wirbellose Tiere: Aaskäfer (*Necrophorus* spp.): Diese Käfer sind dafür bekannt, Verstorbene zu begraben und als Nahrungsquelle für ihre Nachkommen zu nutzen. Würmer: Verschiedene Arten von Würmern, darunter Maden und Regenwürmer, können am Verwesungsprozess beteiligt sein, indem sie sich von weichem Gewebe ernähren und zur Zersetzung beitragen. Auch Mikroorganismen, wie Bakterien und Pilze tragen zur weiteren Zersetzung bei, indem sie organische Substanzen abbauen. Es ist wichtig zu beachten, dass der Verwesungsprozess ein komplexes ökologisches Zusammenspiel zwischen verschiedenen Organismen darstellt. Dieser Prozess hat ökologische Bedeutung, da er Nährstoffe zurück ins Ökosystem führt.

Außer der Fliege begegnen uns nur selten Tiere bei Verstorbenen, es sei denn diese bleiben nach dem Zeitpunkt des Todes länger allein oder in der Natur. Die Fliege jedoch kommt auch gern mal am Weg von der Kühlung zum Versorgungsraum vorbei oder besucht die Verstorbenen schon am Sterbebett. Das ist Teil des Weges. Die Fliege immer wieder zu verscheuchen ist das einzige, was wir da tun können. Es kann aber auch hilfreich sein, zu erklären, warum sie da ist und was ihre Aufgabe ist. Zugehörige tragen meist starke Konnotationen und Bilder von Insekten mit sich, deshalb ist auch hier eine sensible, offene Kommunikation förderlich. Darüber zu sprechen hilft zu verstehen, warum Insekten hier sind

und wie sie sich an dem Transformationsprozess der Verstorbenen beteiligen und sich um uns kümmern.

Sollte eine Verstorbene von mehr Insekten umgeben oder bewohnt sein, kann eine ausgiebige Waschung/ Abduschung und Desinfektion helfen, die Insekten vorübergehend fernzuhalten.

7. Einflussfaktoren

Verschiedene Faktoren haben Einfluss auf den Ver-wesungsprozess und können diesen beschleunigen oder verlangsamen. Da jeder Körper und jede Sterbesituation unterschiedlich ist, ist es schwer hier allgemeingültige Regeln oder Zeiträume zu finden. Generell gilt: Sauerstoffzufuhr und Wärme beschleunigen Prozesse, Kälte und wenig Sauerstoffzufuhr verlangsamen diese.

Sauerstoff ist sehr wichtig für den Ver-wesungsprozess. Was selten vorkommt, ist zu viel Luft/Sauerstoff - wenn Verstorbene jedoch sehr lange an der frischen Luft sind, entsteht übermäßige Austrocknung. Dadurch werden Abbauvorgänge gestoppt und es kann zu einer Mumifizierung kommen.

Was hingegen viel häufiger vorkommt und dazu führt, dass auf Friedhöfen auch nach vielen Jahren kaum ver-weste Verstorbene aufzufinden sind, ist zu wenig Luft/Sauerstoff. Die oben erwähnten Mikroorganismen benötigen Sauerstoff; fehlt dieser, verlangsamt sich der Prozess und manchmal kommt es zum Stillstand der Transformation. Wie kommt es dazu?

Wasser:

Einer der Gründe kann Wasser sein. Sind die Böden auf Friedhöfen zu lehmig, tonhaltig oder weisen einen zu hohen Grundwasserspiegel auf, sind keine idealen Ver-wesungsbedingungen gegeben. Auf der Haut entsteht eine Wachsschicht. Diese Fettwachsbildung ist eine Umwandlung von präformiertem Fett in eine grau-weiße, fettige bis kreideartige Masse aus Palmitin- und Stearinsäure und deren Calcium- und Magnesiumsalzen. Daraus folgt, dass die Person mehr Zeit, manchmal auch mehr als 20 Jahre, für ihre Ver-wesung benötigt und wir uns darum kümmern müssen, diese Zeit zu ermöglichen. Es kann sein, dass wir diesen Verstorbenen begegnen, wenn zum Beispiel Gräber neu besetzt oder weitere Verstorbene dem Erdreich übergeben werden.

Wenn Verstorbene zum Zeitpunkt des Todes im Wasser sind, entsteht bereits nach wenigen Stunden ein Aufquellen und eine Faltenbildung der Haut, zunächst an den Fingern. Später, jedoch erst bei längerem Aufenthalt im Wasser, können sich Hautflächen an Füßen und Händen lösen. Nach drei Tagen können sich Nägel ablösen. Dabei treten die Venen verstärkt hervor und der Körper bläht sich auf. Die Verstorbene zu trocknen und in saugfähige, aber sauerstoffdurchlässige Tücher zu geben, kann dem wichtigen Ver-wesungsprozess dienlich sein.

Materialien:

Auch die Kleidung und das Sargmaterial können Einfluss nehmen. Abbaubare und luftdurchlässige Materialien sind empfehlenswert. Sollte jemand aber im Tüllrock bestattet

werden wollen, würden wir dem keinesfalls im Weg stehen. Das Abwägen von Bedürfnissen und Widersprüchen ist auch dem Tod immanent.

Medikamente:

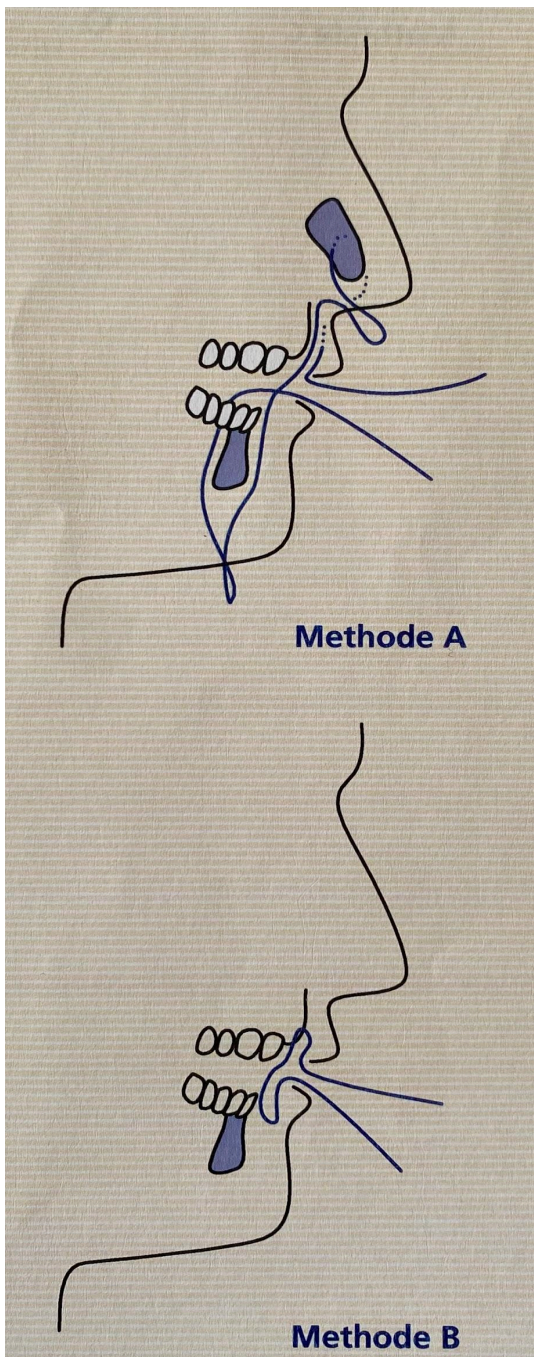
Auch Medikamente, wie Antibiotika und Chemotherapien wirken sich auf die Verwesung aus. Dies stellt noch ein vergleichsweise jüngeres Erfahrungsfeld dar. Bei manchen Menschen wirkt sich dieser Faktor aber bereits darauf aus, welche Bestattungsform sie wählen, um zum Beispiel lange Kühlzeiten zu vermeiden.

Techniken

DriMop im 0,5g-Beutel findet ihr im Bestattungsbedarf unter Hygieneartikel.

Ein kleiner Beutel DriMop absorbiert Flüssigkeit im Mund-, Rachen- und Nasenraum. Er kann ca. 200 ml Flüssigkeit absorbieren, es können auch mehrere DriMop Beutel zugleich verwendet werden. Diese kleinen Helfer*innen eignen sich gut für Versorgungen von Verstorbenen, die viel Flüssigkeiten über Mund-, Rachen- und Nasenraum verlieren. Sie können alle verschiedenen Flüssigkeiten aufnehmen und dehnen sich dabei aus, das führt auch zu einer zusätzlichen mechanischen Barriere/Verschließen der Öffnungen. Um sie einzusetzen, verwende eine lange Pinzette (ca. 15cm lang, Winkelpinzette) und führe die DriMops so weit es geht hinab in den Rachenraum, bzw. hinauf in die Nasenlöcher. Nachdem die Beutel mit Flüssigkeit in Kontakt kommen weiten sie sich aus und verhärteten sich. Achte also darauf, dass sie zügig an ihren Platz kommen.

Folgende Methoden können hilfreich sein, sind aber auch invasiv. Wir verwenden sie deshalb nur auf Wunsch der Zugehörigen.



Ligatur:

Große Ligatur - Septum-Mandibula-Ligatur
Methode A

- mit einer halbrunden Nadel wird ein doppelt gelegter Faden hinter den unteren Schneidezähnen unter der Zunge hindurchgeführt sodass er in einer Falte unter dem Kinn wieder herauskommt
- durch dieselbe Öffnung wird die Nadel nun kiefernah zurückgeführt, diesmal aber zwischen Unterkiefer und Lippe
- nun wird der Faden zwischen Oberkiefer und Lippe hindurchgeführt sodass er in Richtung des darüberliegenden Nasenlochs herauskommt, dann durch die Nasenscheidewand gestochen und von dem anderen Nasenloch aus wieder zwischen Oberkiefer und Oberlippe zurück in die Mundhöhle
- hier kann nun verknotet werden, überschüssiger Faden abgeschnitten und die Fadenenden vorsichtig in der Wangentasche des Verstorbenen platziert werden

Kleine Ligatur Lippenbändchen-Ligatur
Methode B

- die Nadel wird möglichst kiefernah durch das Gewebe erst an den oberen, dann den unteren Schneidezähnen geführt und anschließend verknotet
- bei fortgeschrittener Verwesung ist diese Methode nicht mehr empfehlenswert

Beide Methoden können je nach Bedarf kombiniert werden, zum Beispiel eine kleine Ligatur im Unterkiefer und eine große im Oberkiefer.

Weitere Optionen sind Mundformer/-füller aus Kunststoff die einfach in den Mund eingesetzt werden und auch fehlende Gebisse kaschieren können, den Mund jedoch nicht unbedingt geschlossen halten. Eine weitere Möglichkeit ist es, den Mund zuzukleben, was schnell und einfach ist, jedoch kann der Unterkiefer trotzdem absacken und den Mund unnatürlich verziehen.

Augenklappen einsetzen

Die Augenklappen müssen zunächst einige Male mit einer größeren Nadel durchstochen werden. So bilden sich kleine Widerhaken, die dann das sichere Verschießen des Auges ermöglichen. Dann können sie wie Kontaktlinsen eingesetzt werden, es ist dabei oft hilfreich, das obere Lid mit einer Pinzette anzuheben und vorsichtig über die Augenklappe zu ziehen. Die Augen sollten dabei ungefähr $\frac{2}{3}$ von oben und $\frac{1}{3}$ von unten geschlossen sein.