



Leseprobe

Jasmin Schreiber

Abschied von Hermine

Über das Leben, das Sterben und den Tod – und was ein Hamster damit zu tun hat - Von der Autorin des Bestsellers „Marianengraben“

»Ein Buch, das Sterben, Tod und was danach passiert, mit einer ganz eigenen Natürlichkeit und Selbstverständlichkeit beschreibt.« *Katarina Barley, Vizepräsidentin des Europäischen Parlaments*

Bestellen Sie mit einem Klick für 16,00 €



Seiten: 288

Erscheinungstermin: 29. März 2021

Mehr Informationen zum Buch gibt es auf

Inhalte

- Buch lesen
- Mehr zum Autor

Zum Buch

Wir müssen alle sterben

Wir Menschen, die Tiere im Wald und definitiv fast jede Büro-pflanze dieser Welt – alle müssen irgendwann sterben. Zieht der Tod in unserem Umfeld ein, bringt er Schmerz mit und hinterlässt Lücken in unseren Reihen und Herzen, die nur schwer oder gar nicht wieder zu schließen sind. Oft denken wir dann: warum, warum, warum? Und genau hier setzt dieses Buch an, denn als Biologin geht Jasmin Schreiber den Dingen gern auf den Grund. Sie sieht sich an, was Leben überhaupt ist und was mit uns im Laufe der Zeit passiert, wenn wir altern. Sie betrachtet die Zellen, aus denen wir bestehen, wir treffen mit ihr ungewöhnlich jung gebliebene Kiefern, schwimmen mit unsterblichen Quallen und durchschreiten gemeinsam das Tal der Trauer. Am Beispiel ihres verstorbenen Hamsters Hermine erfahren wir außerdem, was passiert, wenn ein Körper verwest. Und wieso dieser Prozess auch Chancen birgt – für andere. Denn es lebt und stirbt sich einfach besser, wenn wir verstehen, dass der Tod zwar unschön ist, wir ihn aber trotz allem brauchen.

»Wie liebevoll die Autorin das Leben erklärt! Ich will meine Begeisterung teilen wie eine Zelle.« *Micky Beisenherz*

JASMIN SCHREIBER

**ABSCHIED
VON
HERMINE**

Über das Leben, das Sterben und den Tod –
und was ein Hamster damit zu tun hat

GOLDMANN

Für L.

$$y = \frac{1}{x} \mid x^{(2)} + y^{(2)} = 9 \mid y = |-2x| \mid x = -3|\sin(y)|$$

Inhalt

HALLO.....	9
LEBEN.....	15
– Was ist das eigentlich, »lebendig« sein?	17
– Wann beginnt das Leben? Und wo endet es?	25
– Unser Leben als Zellhaufen	31
• Die Zelle.....	33
• Zellwachstum	38
• Zelltod	42
ALTERN.....	47
– Unsere Sehnsucht nach Unsterblichkeit.....	59
– Alternstheorien.....	63
– Hacker des Alterns.....	75
• Bärtierchen - knallharte Tapsigkeit	75
• Nackt, bezahnt, königlich - der Nacktmull.	84
– Lebenserwartungen in der Natur	91
• Ein Erwachsenenleben in 5 Minuten.....	93
• 10.000 Jahre und noch viel weiter	99

UNSTERBLICHKEIT	111
– Unsterbliche Quallen	113
– Cyborgs	121
STERBEN	127
– Abschied von Hermine	131
– Sterben - wie funktioniert das?	139
• Die Phasen des Sterbens	150
TOD	163
– Fäulnis und Verwesung: Wenn man selbst der Leichenschmaus wird	165
• Autolyse und Fäulnis	165
• Von explodierenden Walen und Dynamit	171
• Fliegen, die Pioniere der Aasfresser	175
• Weitere Beerdigungsgäste	185
• Wer kommt noch vorbei?	199
– Wachsleichen - ein großes Problem auf unseren Friedhöfen	203
– Das Jenseits	207
• Wie sieht er eigentlich aus, der Tod?	207
• Und was passiert auf der anderen Seite?	211
TRAUER	235
– Ein chaotisches Gefühl	237
– Hilfestellungen	251
UND JETZT?	261
DANKSAGUNG	267
LITERATURVERZEICHNIS	273

HALLO

ZU ANFANG DIREKT die schlechte Nachricht: Wir müssen alle sterben. Sie, ich, die Tiere im Wald und definitiv fast jede Büropflanze dieser Welt, die auf dem Fensterbrett über der Heizung kross gebacken wird. Der Tod ist ein Thema, bei dem man nicht einfach sagen kann: *Puh, nee, das ist ja was für Mitläufer:innen, das machen ja alle. Ich aber bin Individualist:in, deshalb ist das eher nix für mich, trotzdem danke für das Angebot!*

Sterben zu müssen, ohne schummeln zu können, ist sehr beunruhigend, ich weiß. Zieht der Tod in unserem Umfeld ein, bringt er Schmerz mit und hinterlässt Lücken in unseren Reihen und Herzen, die nur schwer oder gar nicht wieder zu schließen sind. Er ruft Emotionen wie Wut und Ohnmacht in uns hervor, wir fühlen uns ungerecht behandelt, sind schockiert, und es tut einfach so, so weh. Oft denken wir dann: *warum, warum, warum?*

Und genau hier möchte ich ansetzen, am »Warum«, denn als Biologin gehe ich Dingen gern auf den Grund. In diesem Buch möchte ich zeigen, wieso der

Das auf meiner Schulter ist Hermine, mein Zwerghamster. Sie lebte 2,5 aufregende Hamsterjahre bei mir, war Ausbrecherkönigin und Wuthamster, klug, niedlich und verdammt gerissen. 2019 musste ich sie nach kurzer, schwerer Krankheit leider einschläfern lassen, aber gerade deshalb eignet sie sich hervorragend dazu, Leben und Tod zu erklären. Legen Sie also dieses Buch bitte nicht eilig aus Angst vor dem schweren Thema weg, sondern nehmen Sie mutig Hermines felliges Pfötchen und kommen Sie mit auf die Reise.

Los geht's!

LEBEN

Was ist das eigentlich, »lebendig« sein?

Bevor wir uns mit dem Sterben befassen, müssen wir uns natürlich anschauen, was Leben bedeutet. Sie sind gerade am Leben, die Buchstaben dieses Textes schlüpfen durch Ihre Pupille über den Sehnerv in Ihr Gehirn, verbinden sich dort zu Worten und ergeben nach kurzer kognitiver Verarbeitung einen Sinn. Sie atmen, Sie haben einen Puls, Sie sind sich bewusst: Ich bin lebendig, hier und jetzt. Doch wie entscheiden wir überhaupt, was ein Lebewesen ist und was nicht?

Wie vieles in der Wissenschaft ist das nicht ganz unumstritten, und je nach Disziplin und Perspektive gibt es unterschiedliche Definitionen und Kriterien. 1999 trug der israelische Wissenschaftler Noam Lahav 48 Definitionen für »Leben« zusammen¹, Sie sehen also: Eine schnelle Antwort gibt es hier nicht. Für dieses Buch verwende ich eine der biologischen Betrachtungsweisen. Ein Lebewesen definiert sich demnach unter anderem über diese Eigenschaften:

1. Es muss sich selbstständig fortpflanzen können, zumindest theoretisch. Entweder geschlechtlich, wie zum Beispiel Hermine, oder ungeschlechtlich, wie es Bakterien durch Teilung machen.
2. Es hat einen (Energie-)Stoffwechsel und tauscht dadurch Ressourcen mit der Umwelt aus. Beispiel: Wir essen und müssen danach irgendwann auf Toilette.
3. Es ist in der Lage, einen physiologischen Balancezustand namens *Homöostase* zu erreichen, kann sich also selbst regulieren. Dazu gehören unter anderem unser Blutdruck, unsere Temperatur und eben all das, was wir brauchen, um unseren Körper am Laufen zu halten.
4. Es kann Eigenschaften an die Nachkommen weitergeben, zum Beispiel die Augenfarbe oder Sommersprossen.
5. Es ist reizbar, wobei hier kein cholerisches Temperament gemeint ist, sondern der Umstand, dass ein Lebewesen auf Reize von außen reagieren können muss.
6. Es kann wachsen und sich entwickeln.
7. Und natürlich ist hier noch ein Punkt sehr wichtig, und zwar: Lebewesen sind sterblich, unsere Zeit auf Erden ist also begrenzt.

Wichtig ist zu erwähnen, dass diese Punkte nicht immer alle während der gesamten Lebenszeit erfüllt sein müssen. Ist ein Lebewesen im Alter nicht mehr fruchtbar oder war es krankheitsbedingt nie gewesen, bedeutet

das natürlich nicht automatisch, dass es plötzlich kein Lebewesen mehr ist.

Schauen Sie sich mal in der Welt um. Vermutlich haben Sie ein gutes Gespür dafür, was ein Lebewesen ist und was nicht, oder? Ein Stein ist kein Lebewesen, ein Baum schon. Ziemlich klar. Ein Bakterium oder ein anderer Mikroorganismus? Bestimmt haben Sie mal während Ihrer Schulzeit oder in einem Video ein Pantoffeltierchen unterm Mikroskop hin und her flitzen sehen, wirkt also auch ziemlich lebendig. Und ein Virus? Ist das auch ein Lebewesen? Hm. Da wird es komplizierter.

Viren werden von den meisten Menschen intuitiv erst einmal zu den Lebewesen gezählt, genau wie Bakterien oder Pilze. Dennoch ordnet sie die Forschung nicht bei den Lebewesen ein. Wie kann das sein?

Viren sind eigentlich nur ein umhülltes Stück DNA oder RNA, also Erbgut. Ein Virus dockt mit seiner Hülle über Rezeptoren nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip an Zellen an, dringt in sie ein, übernimmt die Kontrolle und vermehrt sich mithilfe der vorhandenen Zellstrukturen. Da dem Virus selbst jene Strukturen und die Möglichkeit einer unabhängigen Vermehrung fehlen, fällt es aus der Definition eines Lebewesens raus.

Sie sehen also: Was auf den ersten Blick sehr unkompliziert und intuitiv erscheint, also die Einteilung in »Lebewesen« und »kein Lebewesen«, ist manchmal gar nicht so einfach. Bleiben wir noch einmal kurz bei Bakterien und Viren hängen und schauen uns genauer an, was da los ist.

Sofern das Erbgut keinen schädlichen Einfluss auf die Bakterienzelle hat, hat diese kein Problem.

Beim *lytischen Zyklus* sieht das jedoch anders aus. Auch hier dockt der Phage an (1) und gibt sein Erbgut in die Zelle ab (2). Im ersten Schritt baut sich das virale Erbgut ebenfalls in das Bakterienerbgut ein, übernimmt dann jedoch direkt die Kontrolle über die Zelle. Statt seinem Zell-Business nachzugehen, macht das Bakterium nichts anderes mehr, als Virenteile zu produzieren und dadurch neue Viren herzustellen (3). Ist die Zelle voll, platzt sie, die neuen Phagen strömen raus und sind bereit, neue Bakterien zu infizieren (4). Die Bakterienzelle stirbt dabei ab.

Ist ein Virus also ein Lebewesen? Wohl eher nicht. Auf den zweiten Blick ist vieles nicht so eindeutig, wie es zunächst scheinen mag. Diese Uneindeutigkeit gilt übrigens auch für die Frage, wann individuelles Leben beginnt und wann es endet. Wenige wissenschaftliche Fragestellungen werden so hitzig in unserer Gesellschaft debattiert wie dieser Punkt, und wenn man die Positionen zu den Themen anschaut, könnten sie kaum vielfältiger und unterschiedlicher sein.

Wann beginnt das Leben? Und wo endet es?

Für die katholische Kirche beginnt menschliches Leben direkt bei der Verschmelzung von Eizelle und Spermium. In der jüdischen Tradition geht man davon aus, dass der Embryo am 40. Tag nach der Befruchtung, also am 41. Tag, seine »Seele« bekommt. Im Islam gibt es unterschiedliche Konzepte, als frühester Punkt für die Beseelung wird aber auch hier der Zeitpunkt 40 Tage nach der Empfängnis betrachtet. Auch im naturwissenschaftlichen Bereich gibt es hier unterschiedlichste Definitionen. Für manche Disziplinen zählt der Moment der Empfängnis, für andere die Entwicklung des Nervensystems und so weiter.

Die Frage nach dem Leben ist insgesamt nicht nur eine medizinische, sie berührt auch gesellschaftliche und ethische Bereiche. Die naturwissenschaftlichen Diskussionen stehen nicht solitär, über diese Fragestellungen wird ebenfalls aus religionswissenschaftlicher, sozialwissenschaftlicher und philosophischer

Perspektive diskutiert und darum gestritten. Von der Antwort auf die Frage »Wann beginnt das Leben?« hängt zum Beispiel ab, bis zu welchem Zeitpunkt wir Schwangerschaftsabbrüche zulassen und ob, wie und in welchem Umfang wir an embryonalen Stammzellen forschen möchten.

Doch nicht nur der Beginn unseres Lebens ist immer noch Verhandlungssache. Die Abwesenheit einer einfachen Antwort gilt auch für unser Lebensende. Biologisch tot ist man, wenn das Herz nicht mehr schlägt und die Atmung eingestellt ist, sodass die in unserer Checkliste aufgeführten Punkte nicht mehr durchführbar sind – ohne Herzschlag klappt es mit der selbstständigen Fortpflanzung oder dem Essen zum Beispiel eher nicht so gut. Doch oft ist dieser Zustand durch Reanimation *reversibel*, also umkehrbar. Für den Gesetzgeber reicht die biologische Definition demnach nicht aus, um jemanden für tot zu erklären. Denn was ist, wenn man die Person wiederbelebt? Was ist, wenn man sie an eine Herz-Lungen-Maschine anschließt und dadurch Atmung und Blutkreislauf künstlich aufrechterhält? Müsste sie auf diese Art und Weise für immer weiterleben, oder gibt es noch andere Kriterien, die wir zur Bewertung heranziehen können und müssen, sodass man die Maschine doch lieber abstellt?

Das hat sich unser Gesetzgeber natürlich auch gefragt, weshalb es einen Unterschied zwischen diesem manchmal umkehrbaren biologischen und dem gesetzlich genormten, also dem juristischen Todeszeitpunkt gibt. Die aktuell in Deutschland geltende *juristi-*

sche Definition vom Tod eines Menschen setzt voraus, dass Mediziner:innen keine ausreichende selbstständige Hirnaktivität mehr nachweisen können und dieser Zustand nicht mehr umkehrbar ist – es muss also ein sogenannter Hirntod vorliegen. Die Überprüfung dieser Definition ist freilich erst möglich, seit wir den Hirntod durch Verfahren wie der Messung der Hirnströme und Ähnlichem feststellen können. Ende der 1960er Jahre hat man diesen neuen Begriff eingeführt und vorgeschlagen, ihn als Todeszeichen anzuerkennen². Seine Definition wurde im Laufe der folgenden Jahre immer mal wieder nachgeschärft, in den letzten Jahrzehnten hat sie sich jedoch nicht mehr wesentlich gewandelt.

In Zeiten, in denen wir Hirnaktivitäten noch nicht messen konnten, mussten natürlich andere Parameter her. So wurde der Tod früher vor allem durch die eben erwähnte Abwesenheit von Atmung und Herzschlag festgestellt, wobei es immer wieder zu Pannen kam. Es ist nicht unbedingt so leicht zu erkennen, ob jemand nur sehr flach atmet oder gar nicht mehr. Bis weit in die Neuzeit behalf man sich deshalb mit eher provisorischen Methoden wie Spiegeln, die vor den Mund gehalten wurden, um zu sehen, ob diese beschlugen. Oder man stellte Wassergefäße auf der Brust der Menschen ab, um zu beobachten, ob sich das Wasser bei einem kaum merklichen Heben und Senken der Brust oder einem sehr schwachen Herzschlag bewegte. Man fühlte den Puls und versuchte festzustellen, ob es noch Herztätigkeit gab. Methoden gab es viele, dennoch lieferten diese nicht immer optimale Ergebnisse;

vor allem dann nicht, wenn es zu vermehrten Todesfällen bei Epidemien kam, zum Beispiel, als die Pest in Europa wütete. Die Geschichte vom »lieben Augustin« berichtet, dass dieser im Alkoholrausch gemeinsam mit Pestopfern in ein Massengrab geworfen wurde, da man ihn für tot hielt. In solchen Extremsituationen mussten Ärzt:innen sehr schnell sehr viele Menschen untersuchen und konnten nicht immer die notwendige Sorgfalt aufwenden, sodass Geschichten von lebendig vergrabenen Personen auftauchten. Die Angst, ein solches Schicksal zu erleiden, war aufgrund anekdotischer Erzählungen bei der Bevölkerung irgendwann so groß, dass Menschen testamentarisch verfügten, besonders lange in der Leichenhalle aufbewahrt zu werden, dass man ihnen doch die Pulsadern durchschneiden möge oder ihnen das Herz durchdolche, bevor man sie in den Sarg legte. Der russische Schriftsteller Fjodor Dostojewski, der wohl zu sehr tiefem Schlaf neigte, legte sich immer einen Zettel neben das Bett, auf dem geschrieben stand: »Sollte ich in lethargischen Schlaf fallen, begrabe man mich nicht vor ... Tagen!«³, und auch Edgar Allan Poe war bei diesem Thema bekanntermaßen »leicht angespannt«, wie man mehreren seiner Erzählungen entnehmen kann. In seiner Kurzgeschichte »Der Fall des Hauses Usher« wird zum Beispiel eine Frau von ihrem Bruder versehentlich lebendig begraben.

Ich bin ziemlich froh, in einer Zeit zu leben, in der wir hier schon weiter sind. Und das wird auch noch nicht das Ende sein, denn es wird ja immer noch weiter ge-

forscht - so viele Dinge geben uns Rätsel auf, Todeszeitpunkt, Koma, Schlaf. Wir haben diese Phänomene zwar mit dem Wissen, das wir haben, definiert, jedoch gilt das eben nur *bis jetzt*. Bis zum Ende verstanden haben wir sie dennoch noch nicht.

Viele wissenschaftliche Prinzipien sind unumstößlich, klar. Niemand wird ernsthaft anzweifeln wollen, dass $2+2=4$ ergibt. Es wird vermutlich auch niemand die Schwerkraft hier auf der Erde infrage stellen - es gibt sie also, die festgeschriebenen Regeln. Dennoch: Nicht alle wissenschaftlichen Entdeckungen sitzen dauerhaft so fest im Sattel wie die binomischen Formeln oder die beinahe kugelige Form unserer Erde. Erkenntnisse erneuern sich ununterbrochen, Definitionen verschieben sich gleichzeitig mit Werten und Normen. Viele Menschen schreiben der Wissenschaft eine Eindeutigkeit zu, die es so nicht gibt. Wissenschaft ist in Bewegung, ein niemals anhaltendes, ewig rumorendes Uhrwerk. Es werden neue Erkenntnisse generiert, die sicher Geglaubtes plötzlich grundsätzlich infrage stellen, neue Messmethoden schmeißen komplette Theorien um, und wir lernen ständig dazu. So manche:r fühlt sich dadurch verunsichert und bedroht, wünscht sich eine Wissenschaft, die sich breitbeinig hinstellt und sagt: *So ist es, und so bleibt es!* Doch so eine Wissenschaft gibt es nicht - zum Glück! Sonst würden wir immer noch Leute begraben, die »irgendwie tot wirken«, oder hätten gar nicht all die spannenden Phänomene entdeckt, um die es in diesem Buch noch gehen wird.

Unser Leben als Zellhaufen

Das Leben meines Dsungarischen Zwerghamsters Hermine gliederte sich - wie unseres auch - in mehrere Abschnitte: Zuerst kam es zur Befruchtung der Eizelle durch ein Spermium. Aus dem dadurch entstandenen Embryo entwickelte sich Hermine im Leib ihrer Mutter so weit, dass sie sich nach rund 20 Tagen der Welt da draußen stellen konnte. Doch auch nach der Geburt war sie natürlich noch kein fertiger Hamster, nein. Ihre Augen waren geschlossen, ihr Kopf war riesig im Vergleich zum Rest ihres Körpers. Sie krabbelte wie ein blindes, behaartes Shrimp durch die Gegend, während ihre alleinerziehende Hamstermutter (der Papa wird meist noch vor der Geburt aus dem Nest vertrieben) versuchte, die Kleine immer wieder einzufangen und so lange am Leben zu halten, bis sie weit genug entwickelt war, um von zu Hause ausziehen. Hermine erreichte bald nach ihrer Teenagerzeit die Spitze ihrer Vitalität. Sie lebte ein wildes Hamsterle-

zeichne ich im Folgenden alle Vorgänge, die in Hermi-
nes Körper ablaufen, um aus einer Eizelle und einem
Spermium einen erwachsenen Hamster zu machen.
Lassen Sie uns also jetzt ein Mikroskop nehmen und
ganz nah an der Hamsterschnute vorbei ins Hamster-
innere zoomen.

Die Zelle

Als Erstes schauen wir uns einen der kleinsten funk-
tionalen Bausteine an, aus denen dieses beeindru-
ckende Raubtier besteht (Hermine hat schon einmal
eine Spinne gejagt und erlegt, also bitte). Aus diesen
Bausteinen ist auch unser Körper zusammengesetzt:
aus *tierischen Zellen*. Es gibt auch *pflanzliche Zel-
len*, da ich jedoch vermute, dass der Großteil meiner
Leser:innenschaft aus Menschen oder Hamstern und
nur aus wenigen Pflanzen besteht, klammere ich das
jetzt erst einmal aus. Sollte sich irgendeine Pflanze
dadurch benachteiligt fühlen, kann sie mir gern über
meine Webseite jasmin-schreiber.de eine E-Mail schi-
cken.

Dies hier ist natürlich eine sehr vereinfachte Darstel-
lung, aber für das Grundverständnis reicht sie. Erlau-
ben Sie mir kurz einen Rundgang durch diese Zelle,
und verzeihen Sie mir eventuell die düsteren Erinne-
rungen an Ihren Biologieunterricht (ganz ehrlich, der
war bei mir auch nicht immer so dolle, ich fühle Ihren
Schmerz). Also:

schung aus Informationsdatenbank und Schaltzentrale. Von der Relevanz her ist er mit unserem Gehirn zu vergleichen. Im Zellkern liegen die *Chromosomen* als *Chromatin* vor. Menschliche Zellen haben 46 Chromosomen, die Zellen von Hermine 28. Die Chromosomen enthalten Hermines DNA und damit ihre Gene. Das bedeutet, dass dort alle Informationen über sie gespeichert sind, von ihrer Fellfarbe (weiß) über die Form der Zähne (hamsterzahnförmig, zwicken gern in menschliche Finger, wenn man dem Hamster die Krallen schneiden will) bis hin zu ihren *Proteinen*.

Um den Zellkern herum ist eine Struktur angelagert, deren Name mich seit der Schulzeit bis in meine Träume verfolgt. Würde man mich nachts wecken und mir »BIOUNTERRICHT!« ins Gesicht schreien, würde ich noch im verschlafenen Autopilot sofort zurückschreien: »ENDOPLASMATISCHES RETIKULUM!« Ich bin mir sicher, vielen von Ihnen geht es genauso. Das *Endoplasmatische Retikulum (ER)* gibt es in einer rauen und einer glatten Form und stellt einerseits wichtige Bausteine für die Zelle her, dient aber auch als Kanalsystem für Stofftransporte. An der rauen Form sehen Sie in meiner Zeichnung diese kleinen Punkte, das sind die *Ribosomen*. Durch diese Kügelchen ist das raue ER in der Lage, Proteine herzustellen. Proteine haben wichtige Aufgaben in der Zelle, sie lesen zum Beispiel die DNA ab und bauen nach dieser Vorlage andere Zellbestandteile. Das glatte ER, an dem keine Kügelchen hängen, produziert *Fettsäuren* und speichert auch Kalzium. Im Großen und Ganzen ist dieser Komplex also dafür zu-

ständig, bestimmte Proteine, *Lipide* und auch *Steroide* (*Hormone*) herzustellen und Stoffe einzulagern - einen Dachboden gibt es ja nicht. Auch für die Zellentgiftung ist dieses Kanalsystem sehr wichtig.

Schauen wir weiter in der Zelle umher, entdecken wir in der Zeichnung noch den sogenannten *Golgi-Apparat*. Er arbeitet mit dem ER zusammen und hilft, grob gesagt, beim Zellstoffwechsel mit. Das Endoplasmatische Retikulum schickt ihm Proteine, die seine Ribosomen gebaut haben. Der Golgi-Apparat schaut sich die an, sagt »ja okay, schon ganz gut, das geht aber noch besser« und baut hier und da noch etwas um, damit auch wirklich funktionstüchtige Proteine herauskommen.

Dann gibt es natürlich auch in Zellen, so wie in uns, Bereiche, die so ein bisschen für Sauberkeit und Ordnung sorgen. Die *Peroxisomen* gehören zu jenen Organellen, die in der Zelle aufräumen. Sie verarbeiten zum Beispiel giftiges Wasserstoffperoxid zu Sauerstoff und Wasser und sorgen auch dafür, dass Abfall, der in der Zelle bei den ganzen ablaufenden Reaktionen und Prozessen auch mal anfällt, verstoffwechselt wird.

Lysosomen sind eine Art Müllabfuhr und damit ebenfalls Teammitglieder im Putztrupp, die zelleigene und zellfremde Stoffe verdauen, damit sich der Schmodder nicht in allen Ecken sammelt. Außerdem achten sie auch darauf, dass keine Zelle dem Körper gefährlich werden kann. Wenn irgendetwas im Zellstoffwechsel schief läuft oder eine Zelle beginnt, sich unkontrolliert zu teilen, setzen sie die *Apoptose* in Gang, also den kontrollierten Zelltod - doch dazu später mehr.

