

Biology of microorganisms

by Madigan · Language: DE

Summary by booksummaryai.com —

<https://booksummaryai.com/country/de/biology-of-microorganisms-zusammenfassung>

Summary

In 60 Sekunden

Das ist die Mikrobiologie-Bibel: ein geführter Rundgang durch die kleinsten Lebewesen und die größten Folgen, die sie verursachen. Du triffst die Pioniere, die bewiesen, dass Keime existieren, siehst, wie eine einzelne Zelle Glukose in Leben verwandelt, und wie sich die DNA selbst kopiert. Dann wird das Buch düster und praktisch: Seuchen, Pandemien, Cholera und die Antibiotika, die im Wettrennen gegen die Resistenz die Nase vorn behalten müssen. Jedes Kapitel verbindet ein Kernkonzept mit einer Geschichte, die du nicht vergisst.

Warum es sich lohnt

Mikroben entscheiden, ob dein Brot aufgeht, ob deine Kuh Gras verdaut, ob deine Wunde heilt und ob deine Antibiotika noch wirken. Dieses Buch gibt dir das Arbeitsvokabular, um Nachrichten über Ausbrüche, Resistenzen und das Mikrobiom zu verstehen, ohne auf Hype hereinzufallen. Es passt für Studierende, Mediziner, Biotech-Gründer und jeden neugierigen Leser, der bereit ist, den Organismen zu begegnen, die uns in jeder Hinsicht zahlenmäßig überlegen sind.

Die Kernideen

Zwei Männer mit selbstgebauten Mikroskopen öffneten die unsichtbare Welt

London, 1665. Robert Hooke legt ein Stück Brotschimmel unter seine Linse und zeichnet, was er sieht, und veröffentlicht in seinem Buch *Micrographia* die erste Zeichnung eines Mikroorganismus. Ein Jahrzehnt später, 1676, beobachtet Antoni van Leeuwenhoek Bakterien mit einfachen Linsenmikroskopen eigener Konstruktion und nennt sie 'Animalcules'. Keiner der beiden ahnt, was er damit losgetreten hat, aber zusammen haben sie bewiesen, dass es Leben weit unterhalb dessen gibt, was das Auge sieht – und die Mikrobiologie hat ihre ersten beiden Augenzeugen.

Entdeckung beginnt oft mit besseren Augen, nicht mit besseren Theorien. Hooke zeigte, dass ein Schimmel eine lebendige Struktur ist, die es wert ist, gezeichnet zu werden; Leeuwenhoek ging weiter und enthüllte eine ganze sich bewegende Population, die niemand vermutet hatte. Was Leser überrascht, ist wie primitiv die Werkzeuge waren: einfache Linsen, von Hand geschliffen, und doch scharf genug, um eine Frage zu beantworten, über die die Philosophie Jahrhunderte gestritten hatte. Die unsichtbare Welt musste nicht erfunden werden, nur beobachtet.

Probier es aus: Beschaffe dir ein Mikroskop, auch ein billiges, und schau dir in dieser Woche Teichwasser oder einen Abstrich deines Zahnbelags an.

Die spontane Generation mit einem gebogenen Glasrohr töten

Paris, 1861. Kritiker beharren darauf, dass Leben aus dem Nichts entsteht: Lässt man Brühe stehen, verdirbt sie, also muss die Materie Mikroben von selbst hervorbringen. Louis Pasteur biegt den Hals eines Kolbens in Schwanform, kocht die Brühe und lässt Luft frei einströmen. Staub und Keime setzen sich in der Biegung ab und erreichen nie die Flüssigkeit. Die Brühe bleibt steril, manchmal monatelang. In dem Moment, in dem er den Hals abbricht, strömen luftgetragene Mikroorganismen ein, und die Brühe trübt sich. Die spontane Generation ist tot. Robert Koch wies nach, dass *Bacillus anthracis* Milzbrand verursacht, indem er das Bakterium isolierte, es in Reinkultur züchtete und es gesunden Tieren injizierte, um die Krankheit zu reproduzieren – und damit seine Postulate erfüllte.

Pasteurs Genie lag in der Kontrolle einer einzigen Variablen: dem Hals eines Kolbens. Wenn man erst einmal akzeptiert, dass Mikroben von Mikroben kommen, werden Hygiene und Sterilisation rational statt abergläubisch. Kochs Postulate gaben der Medizin dann ein gerichtliches Verfahren für Keime, einen Verdächtigen nach dem anderen. Zusammen machten diese beiden Ergebnisse die Mikrobiologie aus einer Kuriosität zu einer Disziplin mit Regeln, die du noch heute anwenden kannst, wenn jemand eine Ursache behauptet.

Probier es aus: Wenn eine Behauptung das nächste Mal eine einzige Ursache verantwortlich macht, frage, wie das Kontrollexperiment aussah – im Stil von Pasteur.

Eine Färbung, zwei Reiche der Bakterien

Die Gram-Färbung, entwickelt von Hans Christian Gram 1884, teilt Bakterien anhand ihrer Zellwandstruktur in grampositiv (violett) und gramnegativ (rosa) ein. Der Unterschied ist nicht kosmetisch: Violette Zellen tragen eine dicke Peptidoglykanwand, rosa Zellen eine dünne, die sich unter einer äußeren Membran voller Lipopolysaccharide verbirgt. Diese eine Färbung sortiert bis heute nahezu jedes Bakterium, dem ein Arzt oder Forscher begegnet, in grampositiv und gramnegativ ein. Unterdessen bewegen sich unter denselben Mikroskopen andere Zellen. Bakterielle Geißeln rotieren wie Propeller, angetrieben von Motoren, die von der protonenmotorischen Kraft gespeist werden, und erreichen bis zu 1.700 Umdrehungen pro Sekunde.

Die Gram-Färbung funktioniert, weil die Architektur der Zellwand tiefe Geschichte ist: Zwei Abstammungslinien bauten ihre Wände unterschiedlich, und die Färbung liest diese Geschichte in Minuten ab. Sie ist Diagnose vor der DNA. Der Geißelmotor ist der Schocker: ein Rotationsmotor, aus Proteinen gebaut, angetrieben von strömenden Protonen, schneller drehend als jede menschliche Maschine seiner Größe. Struktur und Funktion sind dasselbe Thema von zwei Seiten gesehen.

Probier es aus: Wenn du über ein pathogenes Bakterium liest, prüfe, ob es grampositiv oder gramnegativ ist und was das über seine Wand vorhersagt.

Glykolyse und Citratzyklus: die Buchhaltung der Zelle

Verfolge ein einziges Glucosemolekül in eine mikrobielle Zelle. Durch den Embden-Meyerhof-Parnas-Weg wird der Zucker gespalten und zu Pyruvat oxidiert, und die Bücher schließen mit einem Nettogewinn von 2 ATP und 2 NADH. Im Citratzyklus erzeugt jedes oxidierte Acetyl-CoA 3 NADH, 1 FADH₂, 1 GTP und 2 CO₂-Moleküle. Nichts wird verschwendet; jeder Kohlenstoff verlässt die Zelle schließlich als Abgas, und jedes eingefangene Elektron wird als Trägermolekül in die Bank eingezahlt. Das ist der Kern des Stoffwechselkapitels, dieselbe Buchhaltung in deinen Zellen wie in der eines Bakteriums.

Stoffwechsel ist Buchhaltung, mit Energie als Währung. Die Glykolyse ist die schnelle Anzahlung; der Citratzyklus ist die gründliche Prüfung, die die übrigen Kohlenstoffe als CO₂ abträgt, während sie Elektronenträger für die spätere Auszahlung lädt. Was Leute überrascht, ist der bescheidene Ertrag der Glykolyse allein: 2 ATP pro Glucose. Der eigentliche Reichtum sammelt sich in NADH und FADH₂ an, weshalb Atmung so wichtig ist.

Probier es aus: Skizziere die beiden Wege aus dem Gedächtnis und schreibe die ATP- und NADH-Zahlen neben das Produkt jedes Schritts.

Schwerer Stickstoff entscheidet, wie sich DNA selbst kopiert

Das Meselson-Stahl-Experiment von 1958 nutzte die Dichtegradient-Zentrifugation von DNA aus *Escherichia coli*, das in ¹⁵N-Medium gewachsen und dann auf ¹⁴N-Medium übertragen wurde, um zu zeigen, dass die DNA-Replikation semikonservativ ist. Nach einer Generation bildet die DNA eine einzelne Bande mittlerer Dichte – genau das, was semikonservative Replikation vorhersagt: Jede neue Doppelhelix behält einen alten schweren Strang und erhält einen neuen leichten dazu. Die Replikationsdebatte endet im Zentrifugenröhrchen.

Die Eleganz liegt in den Isotopenmarkierungen: ¹⁵N machte die elterlichen Stränge physikalisch schwerer, sodass die Replikationsgeschichte als Banden im Gradienten sichtbar wurde. Kein Argumentieren, kein Anpassen von Modellen, nur Dichte. Was die Leute überrascht, ist, wie schnell die Frage geklärt war, sobald die richtige Markierung existierte. Semikonservative Replikation bedeutet, dass jede Zelle in jeder Helix einen physischen Datensatz ihrer Abstammung trägt – ein Strang alt, einer neu.

Probier es aus: Erkläre einem Freund, warum eine Generation hybrider DNA die konservative Replikation ausschließt.

Das lac-Operon: ein Schalter aus Protein und Zucker

Das lac-Operon von *E. coli*, das Jacob und Monod 1961 beschrieben, wird von einem Repressorprotein gesteuert, das in Abwesenheit von Lactose an den Operator bindet; die Zelle spart Energie, indem sie keine Enzyme zum Lactoseabbau herstellt, die sie nicht braucht.

Allolactose wirkt als Induktor, indem es an den Repressor bindet und die Operatorbindung verhindert. Die Gene schalten sich ein. Ein Molekül, das an ein Protein bindet, stellt ein ganzes Gen-Set von aus auf an.

Das lac-Operon zeigte, dass Gene nicht einfach immer an sind: Sie werden reguliert, und diese Regulierung ist chemisch. Ein Repressor ist ein Schloss, Allolactose ist der Schlüssel, und der Operator ist die Tür. Was die Leute überrascht, ist die Ökonomie des Ganzen: Der Induktor ist ein Nebenprodukt des Zuckers, der gerade verstoffwechselt wird, sodass die Zelle ihre Nahrung direkt wahrnimmt. Jede spätere Geschichte der Genregulation baut auf diesem Schalter auf.

Probier es aus: Zeichne das Operon ohne Lactose, füge dann Allolactose hinzu und zeichne neu, was sich ändert.

Phagen zählen: die Ein-Schritt-Wachstumskurve

Die Ein-Schritt-Wachstumskurve des Bakteriophagen T4, entwickelt von Ellis und Delbrück 1939, zeigte eine Latenzperiode von etwa 20 Minuten, gefolgt von einem Burst von ungefähr 100 Phagenpartikeln pro infizierter E.-coli-Zelle. Die Kurve ist eine Treppe, keine Steigung, und macht den unsichtbaren Lebenszyklus eines Virus zu einer Zahl, die man auf Millimeterpapier auftragen kann.

Das Ein-Schritt-Experiment machte die Virologie zu einer quantitativen Wissenschaft. Die Latenzperiode zeigte den Forschern, dass es eine Eclipse-Phase gibt, in der keine infektiösen Partikel existieren, und die Burstgröße ergab eine Ausbeute pro Zelle – wie das Zählen von Nachkommen. Was die Leute überrascht, ist die Synchronität: Infiziere eine Kultur alle auf einmal, und die gesamte Phagenpopulation steigt gemeinsam an. Diese Synchronität machte Phagen zum Arbeitstier der frühen molekularen Genetik.

Probier es aus: Skizziere die Kurve: 20 Minuten flach, dann ein Sprung um etwa das Hundertfache, und beschrifte die beiden Phasen.

Das kleinste Genom, das noch frei leben kann

Das Genom von *Mycoplasma genitalium* enthält nur 580.070 Basenpaare und etwa 470 Gene, was es zu einem der kleinsten bekannten Genome eines frei lebenden Organismus macht. Jedes Gen, das es behält, ist ein Kandidat für die Mindestausstattung, die Leben braucht. Vergleiche das mit den ausufernden Genomen anderer Bakterien, und die Frage wird spitz: Welche Gene sind essenziell, und welche sind historischer Ballast? Das *Mycoplasma*-Genom liest sich wie ein auf das Nötigste reduziertes Überlebenspaket.

Ein minimales Genom ist eine Definition des Lebens in genetischer Form. 470 Gene sind eine Teileliste, so kurz, dass man sich vorstellen kann, jedes einzelne zu prüfen – und genau deshalb wurde dieses Genom ein Referenzpunkt für die synthetische Biologie und die Erforschung essenzieller Gene. Was die Leute überrascht, ist, wie klein der essenzielle Satz sein kann; Komplexität entsteht weniger durch die Genzahl als durch Regulation und Interaktion.

Probier es aus: Wähle ein Gen aus, das dir wichtig ist, und frage dich, ob ein Organismus mit nur 470 Genen sich ein Äquivalent leisten könnte.

Purpurbakterien, die Schwefel statt Sauerstoff ausatmen

Purpurschwefelbakterien wie Chromatium betreiben anoxygene Photosynthese mit H_2S als Elektronendonator und erzeugen elementaren Schwefel in Granulen, die sich in den Zellen ansammeln; die Gesamtgleichung lautet: $\text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{CH}_2\text{O} + 2 \text{S} + \text{H}_2\text{O}$. Es entweicht kein Sauerstoff. In einer alten, sauerstofffreien Welt waren diese anoxygenen Phototrophen die photosynthetische Einrichtung, und sie sind nie gegangen: Wo immer Licht auf Sulfid trifft, von heißen Quellen bis zu geschichteten Seen, sind sie noch da und atmen still gelbe Steine aus.

Sauerstoff ist keine Voraussetzung der Photosynthese; er ist eine Option. Ersetze H_2O durch H_2S als Elektronendonator, und der Abfall ändert sich von O_2 zu elementarem Schwefel, den du als Granulen sehen kannst. Die wahrscheinlichen Vorfahren aller oxygenen Photosynthese sahen ungefähr so aus. Stoffwechselvielfalt ist zugleich ein lebendes Museum der Evolutionsgeschichte.

Probier es aus: Suche ein Diagramm eines geschichteten Sees und markiere, wo Sulfid auf Licht trifft; das ist die Chromatium-Zone.

Eine Flasche Schlamm, die ein ganzes Ökosystem sortiert

Winogradsky-Säulen sind Glassäulen mit Schlamm, Wasser und einer Kohlenstoffquelle, die im Licht inkubiert werden; sie entwickeln vertikale Gradienten von Sauerstoff und Sulfid, die die Anreicherung unterschiedlicher mikrobieller Gemeinschaften ermöglichen: Cyanobakterien und Algen oben, Purpur- und Grüne-Schwefelbakterien in der Mitte und sulfatreduzierende Bakterien unten. Ein Glas Teichschlamm wird zu einem Querschnitt der mikrobiellen Ökologie, den du in der Hand halten kannst.

Die Säule funktioniert, weil sich Mikroben nach Chemie sortieren: Jede Gruppe besiedelt die Tiefe, in der sich ihre bevorzugten Elektronendonatoren und -akzeptoren überlappen. Die Gradienten übernehmen die Organisation; niemand entwirft die Schichten. Überraschend ist, wie reproduzierbar das ist und wie es Ökologie als Physik plus Stoffwechsel lehrt. Du siehst der Nischendifferenzierung auf deiner Fensterbank zu.

Probier es aus: Baue eine Winogradsky-Säule aus Schlamm, zerkleinertem Papier und Eigelb und fotografiere sie wöchentlich einen Monat lang.

In der Kuh: ein Gärbehälter auf Beinen

Eine Kuh steht auf der Weide und tut, was Kühe tun: Sie reißt Gras ab, das sie eigentlich nicht verdauen kann. Zellulose nützt ihr direkt nichts. Der Pansen einer Kuh enthält etwa 10^{10} Bakterien und 10^6 Protozoen pro Milliliter Pansenflüssigkeit, die Zellulose und andere Pflanzenpolysaccharide zu flüchtigen Fettsäuren fermentieren, die bis zu 70 % des Energiebedarfs des Tieres decken. Das Tier frisst nicht so sehr Gras, als dass es eine mikrobielle Industrie füttert und deren Ertrag abschöpft. Nimm die Mikroben weg, und die Kuh verhungert

umgeben von Nahrung.

Diese Symbiose ist eine Ökonomie, keine Metapher: Der Wirt liefert Substrat und Wärme, die Mikroben liefern die Verdauung, und flüchtige Fettsäuren sind die Währung, die zurückfließt. Die Größenordnung erschreckt, 10^{10} Bakterien pro Milliliter, und ebenso die Abhängigkeit, 70 % der Energie. Jeder Wiederkäuer ist ein gehender Bioreaktor, und wir haben sie auf genau diese Tatsache hin gezüchtet.

Probier es aus: Wenn du das nächste Mal eine Kuh kauen siehst, denke daran, dass sie zuerst ihre Mikroben füttert; schlage eine flüchtige Fettsäure nach und finde heraus, wohin sie geht.

Sterilität in Zahlen: der D-Wert

Die Dezimalreduktionszeit (D-Wert) ist die Zeit, die bei einer gegebenen Temperatur benötigt wird, um eine Population von Mikroorganismen um 90 % zu reduzieren; für Sporen von *Clostridium botulinum* liegt der D-Wert bei 121 °C typischerweise bei 0,2 Minuten. Diese Zahl ist der Grund, warum Druckautoklaven bei dieser Temperatur laufen und warum der Prozess so bemessen ist, wie er ist. Hitze tötet in einer vorhersagbaren Kurve, und diese Kurve wurde für den schlimmsten Fall gemessen.

Das Abtöten von Mikroben folgt einer Kinetik erster Ordnung: Jedes feste Intervall entfernt denselben Anteil, nicht dieselbe Anzahl. Deshalb ist ein D-Wert aussagekräftig und deshalb ist ein 12-D-Prozess der Standard beim Einkonservieren gegen Botulismus. Überraschend ist, wie kurz die Zeit bei 121 °C ist, 0,2 Minuten, und wie lang sie bei niedrigeren Temperaturen wäre. Sterilisation ist Arithmetik, und diese Arithmetik rettet Leben.

Probier es aus: Prüfe die maximale Temperatur deines Schnellkochtopfs und vergleiche sie mit 121 °C.

Von Flemings wenigen Milligramm zu 50 Gramm pro Liter

Die für die Penicillinproduktion eingesetzten Stämme von *Penicillium chrysogenum* wurden durch Mutagenese und Selektion so verbessert, dass sie über 50 Gramm Penicillin pro Liter Kulturmedium liefern, während das ursprüngliche Fleming-Isolat nur wenige Milligramm pro Liter erzeugte. Das ist eine tausenfache oder noch größere Steigerung – erreicht nicht durch die Erfindung eines neuen Medikaments, sondern durch die Züchtung einer besseren Fabrik. Jede Penicillindosis seither ist dank dieser Mühe billiger geworden.

Die Penicillin-Geschichte zeigt, dass die Verbesserung von Produktionsstämmen ebenso wichtig ist wie die Entdeckung selbst. Mutagenese und Selektion sind rohe Gewalt, aber über Jahrzehnte angewandt machten sie aus einer Labor-Kuriosität ein Massenprodukt. Was die Menschen überrascht, ist das Ausmaß: Gramm statt Milligramm ist keine Optimierung, sondern eine Verwandlung. Die industrielle Mikrobiologie ist der Ort, an dem die Biologie auf Skaleneffekte trifft.

Probier es aus: Schlage nach, wie hoch die Ausbeute eines Antibiotikums ist, das du einmal genommen hast, und denke über die dahinterliegende Geschichte der Stammverbesserung nach.

Das stärkste bekannte Gift, gemessen in Nanogramm

Die LD50 (letale Dosis für 50 % der Versuchstiere) des Botulinumtoxins beträgt etwa 0,03 Nanogramm pro Kilogramm Körpergewicht und macht es zum stärksten bekannten biologischen Toxin. Wenige Nanogramm pro Kilogramm genügen – deshalb kann ein Krümel kontaminierten Essens lähmen und deshalb verlangt das Toxin in jedem Labor, das damit arbeitet, äußerste Vorsicht. Eine so extreme Potenz schreibt die Regeln für Lebensmittelsicherheit wie für Biologische Abwehr neu.

Die LD50 gibt der Toxikologie einen gemeinsamen Maßstab, und das Botulinumtoxin sitzt ganz am unteren Ende dieser Skala. Der Mechanismus – die Blockade der Neurotransmitterfreisetzung – bedeutet, dass eine winzige Menge genügt, um Nerven lahmzulegen. Was die Menschen überrascht, ist die Einheit: Nanogramm pro Kilogramm, eine Dosis, die man nicht sehen könnte. Potenz zu verstehen heißt zu verstehen, warum es Standards für Lebensmittelkonservierung und Sterilisation überhaupt gibt.

Probier es aus: Rechne 0,03 ng/kg in eine Dosis für einen 70 kg schweren Erwachsenen um und vergleiche sie mit einem Salzkorn.

Cholera auf eine einzige Wasserpumpe zurückgeführt

John Snow führte die Quelle des Londoner Choleraausbruchs von 1854 durch Kartierung der Fälle auf die Broad-Street-Pumpe zurück; das Entfernen des Pumpengriffs beendete den Ausbruch. *Vibrio cholerae* der Serogruppe O1 produziert das Cholera toxin, ein A-B-Toxin, das ein G-Protein in Darmepithelzellen ADP-ribosyliert und so eine massive Sekretion von Chloridionen und Wasser auslöst – der Reiswasserstuhl mit Flüssigkeitsverlusten von bis zu 20 Litern pro Tag ist die Folge.

Snows Karte war Epidemiologie, bevor jemand den Erreger kannte, und sie funktionierte, weil die Geografie nicht lügt. Die spätere molekulare Geschichte erklärt, warum die Krankheit so schnell tötet: Das Toxin kapert ein zelluläres Signal und macht den Darm zum Wasserhahn. Was die Menschen überrascht, ist, dass das Entfernen eines Pumpengriffs, eine physische Handlung, die richtige Maßnahme des öffentlichen Gesundheitswesens war – Jahrzehnte bevor das Toxin charakterisiert wurde.

Probier es aus: Wenn du von einer Häufung von Erkrankungen hörst, frage, was die Fälle gemeinsam haben: Ort, Wasser oder Luft.

Tuberkulose: die Krankheit, die nie ging

Mycobacterium tuberculosis infiziert etwa ein Drittel der Weltbevölkerung, mit rund 10 Millionen Neuerkrankungen und 1,5 Millionen Todesfällen jährlich. Die wachsartige Zellwand des

Bakteriums erlaubt es ihm, jahrzehntelang in Lungenerden zu überdauern und auf eine geschwächte Immunität zu warten. Das ist der ernüchternde Kern des Kapitels: ein Erreger, den wir seit über einem Jahrhundert erforschen und der immer noch jährlich mehr Menschen tötet als jeder andere einzelne Infektionserreger.

Latente Tuberkulose ist die Regel, nicht die Ausnahme: Jeder dritte Mensch trägt sie in sich. Die Lücke zwischen Infektion und Erkrankung macht TB so schwer auszurotten, und die jährliche Todeszahl zeigt, wie dünn die Marge noch immer ist. Was die Menschen überrascht, ist das Ausmaß – 10 Millionen Neuerkrankungen pro Jahr, im Zeitalter der modernen Medizin. Kontrolle erfordert die Behandlung des latenten Reservoirs, nicht nur der Kranken.

Probier es aus: Prüfe, ob in deiner Region ein TB-Screening für Menschen aus Hochinzidenzgebieten empfohlen wird.

1918: the pandemic that infected a third of humanity

The influenza pandemic of 1918–1919, caused by an H1N1 influenza A virus, infected an estimated 500 million people worldwide and resulted in 50 to 100 million deaths. More people died in about a year of influenza than in the four years of the World War ending at the same time. The virus moved with soldiers and ships, and no country escaped. Virology's hardest lesson is that a respiratory virus with a short incubation can outrun every response system humans build.

The 1918 pandemic is the benchmark every later outbreak is measured against. Its lethality came from a combination of viral virulence, crowded wartime conditions, and a world with no antiviral drugs and no vaccine. What surprises people is the age pattern, with young adults dying at high rates. Pandemic preparedness is not paranoia; it is memory of this event.

Probier es aus: Look up your country's current influenza vaccine recommendation and get the shot this season.

Malaria: the parasite that still wins

Plasmodium falciparum malaria causes over 200 million clinical cases and more than 400,000 deaths annually, primarily in sub-Saharan Africa. It is transmitted by *Anopheles* mosquitoes, invades red blood cells, and can kill through cerebral malaria and severe anemia within days of symptoms. Unlike bacteria, it is a eukaryotic parasite with a complex life cycle spanning mosquito and human hosts, which makes drug and vaccine design far harder. The chapter's fungal and parasitic diseases section puts malaria at the top of the death toll.

Malaria persists because the parasite has multiple life stages, each with different surface molecules, and the mosquito vector is hard to eliminate. Drug resistance emerges repeatedly. What surprises people is that a eukaryotic pathogen, not a bacterium, still causes the largest parasitic disease burden. Control requires attacking the vector, the parasite, and the reservoir simultaneously.

Probier es aus: If you travel to a malaria region, consult a travel clinic about prophylaxis well before departure.

Antibiotics: the arms race we are losing slowly

Penicillin binds to penicillin-binding proteins and inhibits transpeptidation in peptidoglycan synthesis, leading to cell lysis; methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) carries the *mecA* gene encoding an altered penicillin-binding protein (PBP2a) with low affinity for beta-lactam antibiotics. The mechanism is laid out plainly: change the target, lose the drug. Resistance is not mysterious; it is a single altered protein.

Resistance has a molecular address: *mecA* and its product PBP2a. Knowing the mechanism turns fear into strategy, because new drugs can be designed to evade or inhibit specific resistance factors. What surprises people is how narrow the escape is: one altered protein with lower binding affinity defeats an entire class of antibiotics. Stewardship matters because every use selects for exactly this.

Probier es aus: Finish any prescribed antibiotic course exactly as directed, and never pressure a doctor for them for a viral illness.

Die besten Zitate

- "animalcules" - Antoni van Leeuwenhoek
- "rice-water stools" - Madigan
- "one-step growth curve" - Ellis and Delbrück
- "Winogradsky column" - Madigan

Kritik

Das ist ein Lehrbuch, keine Erzählung, also stecken die Geschichten in dichten Kapiteln voller Mechanismen und Vokabular, die echtes Studium verlangen. Die Kapitel zur Molekularbiologie und Genomik gehen schnell voran und setzen Chemiekennntnisse voraus; Leser ohne diese brauchen Nachschlagewerke. Auflagen altern schnell bei den Zahlen zur Genomik und Epidemiologie, also prüfe die neueste Auflage. Die Krankheitskapitel sind zwangsläufig selektiv, und aktuelle Themen wie das menschliche Mikrobiom bekommen weniger Raum, als ihre heutige Bedeutung es rechtfertigen würde.

In einem Satz

Mikroben sind das älteste, kleinste und folgenreichste Leben auf der Erde, und sie zu verstehen heißt, das Leben selbst zu verstehen.

Für wen sich das Buch eignet

Studierende der Biologie und des vorklinischen Bereichs, die das Standardwerk brauchen, sowie Kliniker oder Biotech-Profis, die die Mechanismen hinter den Schlagzeilen wollen. Auch ideal für jeden neugierigen Leser, der bereit ist, für ein tiefes, dauerhaftes Verständnis der mikrobiellen Welt zu arbeiten.