

ABITUR-TRAINING

MEHR  
ERFAHREN

Abitur ab 2017

NRW

# Biologie 1

Zellbiologie · Genetik

Informationsverarbeitung · Ökologie

**STARK**

# Inhalt

## Vorwort

<b>Zellbiologische Grundlagen .....</b>	<b>1</b>
<b>1 Prokaryotische und eukaryotische Zellen .....</b>	<b>2</b>
1.1 Die prokaryotische Zelle .....	2
1.2 Die eukaryotische Zelle .....	3
<b>2 Die Zelle als Grundeinheit des Lebens .....</b>	<b>8</b>
2.1 Die Kennzeichen des Lebens .....	8
2.2 Der Zellzyklus .....	9
 Zusammenfassung .....	10
 Aufgaben .....	11
<b>Vom Gen zum Merkmal .....</b>	<b>13</b>
<b>1 Die Erbsubstanz und ihre Replikation .....</b>	<b>14</b>
1.1 Die Bausteine der Nukleinsäuren .....	14
1.2 Die Struktur der Polynukleotide .....	14
1.3 Die Chromosomen .....	19
 Zusammenfassung .....	21
 Aufgaben .....	22
<b>2 Der genetische Code .....</b>	<b>26</b>
 Zusammenfassung .....	30
 Aufgaben .....	31
<b>3 Die Proteinbiosynthese .....</b>	<b>32</b>
3.1 Die Transkription .....	34
3.2 Die Translation .....	38
3.3 Die Proteinbiosynthese bei Prokaryoten .....	41
3.4 Vergleich der Proteinbiosynthese bei Pro- und Eukaryoten .....	42
 Zusammenfassung .....	43
 Aufgaben .....	43
Exkurs: Proteine – Moleküle des Lebens .....	47
 Zusammenfassung .....	52
 Aufgaben .....	52

Exkurs: Enzyme – Werkzeuge der Zelle .....	54
Zusammenfassung .....	58
Aufgaben .....	59
<b>4 Mutationen .....</b>	<b>60</b>
4.1 Mutagene und Mutationsrate .....	60
4.2 Formen und Folgen von Mutationen .....	62
Zusammenfassung .....	68
Aufgaben .....	69
<b>5 Biologische Syntheseketten .....</b>	<b>70</b>
5.1 Genwirkketten .....	70
5.2 Genwirkketten im Phenylalanin-Stoffwechsel des Menschen .....	71
5.3 Der Genbegriff im Wandel .....	73
Zusammenfassung .....	75
Aufgaben .....	76
<b>6 Regulation von Stoffwechselvorgängen – Genregulation bei Bakterien .....</b>	<b>78</b>
6.1 Genregulation durch Substrat-Induktion .....	80
6.2 Genregulation durch Endprodukt-Repression .....	81
6.3 Genregulation durch RNA-Interferenz .....	82
6.4 Epigenetische Steuerungsmechanismen .....	84
Zusammenfassung .....	87
Aufgaben .....	88
<b>7 Entstehung von Krebs durch Störung der Genregulation .....</b>	<b>89</b>
7.1 Proto-Onkogene .....	90
7.2 Tumor-Suppressorgene .....	90
7.3 Auswirkungen auf den Zellzyklus .....	91
Zusammenfassung .....	91
Aufgaben .....	91
<b>Informationsverarbeitung im Nervensystem .....</b>	<b>93</b>
<b>1 Bau und Funktion der Nervenzelle .....</b>	<b>94</b>
1.1 Bau der Nervenzelle .....	94
1.2 Die Biomembran – Abgrenzung und Austausch .....	97
1.3 Entstehung des Ruhepotenzials .....	103
1.4 Entstehung des Aktionspotenzials .....	109
1.5 Weiterleitung von Aktionspotenzialen .....	114
1.6 Erregungsleitung an der Synapse .....	118

	Zusammenfassung .....	124
	Aufgaben .....	125
<b>2</b>	<b>Codierung und Verarbeitung der Informationen an Nervenzellen .....</b>	<b>129</b>
2.1	Codierung der Information an Axonen .....	129
2.2	Synaptische Verschaltung und Verrechnung .....	132
	Zusammenfassung .....	135
	Aufgaben .....	136
<b>3</b>	<b>Das Nervensystem .....</b>	<b>139</b>
3.1	Aufbau des Rückenmarks .....	140
3.2	Sympathikus-Parasympathikus-Antagonismus .....	143
3.3	Aufbau und Funktion des Großhirns .....	145
3.4	Abläufe im Gehirn und deren Erforschung .....	146
3.5	Plastizität des Gehirns – „Man lernt nie aus!“ .....	152
	Zusammenfassung .....	157
	Aufgaben .....	158
<b>4</b>	<b>Das Wirbeltierauge – ein Sinnesorgan .....</b>	<b>160</b>
4.1	Aufbau des menschlichen Auges .....	160
4.2	Wahrnehmung, Verarbeitung und gebündelte Weiterleitung von Lichteindrücken .....	161
	Zusammenfassung .....	169
	Aufgaben .....	170
<b>Ökologische Verflechtungen und nachhaltige Nutzung .....</b>		<b>171</b>
<b>1</b>	<b>Wechselbeziehungen zwischen Lebewesen und ihrer Umwelt .....</b>	<b>172</b>
1.1	Grundbegriffe in der Ökologie .....	172
1.2	Abiotische und biotische Faktoren und ihre Wirkung .....	173
1.3	Ökologische Nische und Habitat .....	181
1.4	Abundanz und Dispersion von Lebewesen im Ökosystem .....	183
	Zusammenfassung .....	186
	Aufgaben .....	187
<b>2</b>	<b>Stoff- und Energiefluss im Ökosystem .....</b>	<b>189</b>
2.1	Biomasse .....	189
2.2	Die Fotosynthese der grünen Pflanzen – ein mehrstufiger Umwandlungs- und Syntheseprozess .....	189
2.3	Nahrungsbeziehungen in Ökosystemen .....	203
2.4	Stoff- und Energiefluss .....	206
2.5	Stoffkreisläufe .....	212

2.6	Aquatische Ökosysteme – stehende Gewässer/Fließgewässer .....	215
2.7	Terrestrische Ökosysteme – Wald/naturnaher Park .....	223
 Zusammenfassung .....	229	
 Aufgaben .....	230	
<b>3</b>	<b>Populationen und deren Dynamik .....</b>	<b>234</b>
3.1	Tiergeographische Regeln .....	234
3.2	Temperaturbeziehungen – gleich- und wechselwarme Lebewesen ....	236
3.3	Verflechtungen in Lebensgemeinschaften – Beziehungen der Lebewesen zueinander .....	238
3.4	Veränderung von Ökosystemen durch invasive Arten .....	249
 Zusammenfassung .....	251	
 Aufgaben .....	252	
<b>4</b>	<b>Menschliche Eingriffe in die Natur – Nachhaltige Nutzung und Erhaltung von Ökosystemen .....</b>	<b>256</b>
4.1	Nachhaltige Nutzung und Bewirtschaftung .....	256
4.2	Chemische Schädlingsbekämpfung und biologischer Pflanzenschutz .....	259
4.3	Lösungsstrategien im Konflikt zwischen Nutzungs- und Schutzansprüchen .....	261
 Zusammenfassung .....	262	
 Aufgaben .....	262	
<b>Lösungen .....</b>	<b>265</b>	
<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>317</b>	

Bildnachweis

**Autoren:** Rolf Brixius, Dr. Werner Bils

# Vorwort

**Liebe Schülerin, lieber Schüler,**

das **Zentralabitur** und die **kompetenzorientierten Lehrpläne** in Nordrhein-Westfalen bringt es mit sich, dass Sie sich – auch im Unterrichtsfach Biologie – in der Qualifikationsphase der gymnasialen Oberstufe einen **verbindlichen Kanon von Unterrichtsinhalten** aneignen müssen. Hierbei wird von Ihnen insgesamt viel **Eigenverantwortung** erwartet. Sie sind daher verstärkt angehalten, sich auf den Unterricht und die Abiturprüfungen selbstständig vorzubereiten. Die beiden Abitur-Trainingsbände **Biologie 1** und **Biologie 2** (Verlags-Nr. 54707 und 54708) helfen Ihnen dabei.

Der vorliegende Band 1 sowie der Band 2 folgen vom Aufbau her den obligatorischen Inhalten der zentralen Themenbereiche der Abiturprüfung. Sie stellen das in der Abiturprüfung verlangte Grundwissen sowohl für den Grund- als auch für den Leistungskurs **vollständig, anschaulich und leicht verständlich** dar.

**Exkurse** helfen Ihnen dabei, grundlegende Themen der Biologie zu wiederholen. Die **über die Anforderungen des Grundkurses hinausgehenden Inhalte** sind in den erläuternden Textpassagen und den Übungsaufgaben am Seitenrand durch **farbige Balken** gekennzeichnet.



**Prägnante Zusammenfassungen** stellen die zentralen Punkte übersichtlich dar.



Die **Übungsaufgaben** decken alle Inhalte des erklärenden Teils ab. Mithilfe der Aufgaben können Sie nicht nur überprüfen, ob Sie in der Lage sind, die erforderlichen Kenntnisse darzustellen, sondern auch, ob Sie Ihr Wissen anwenden, also einen **Transfer** leisten können. Häufig werden Sie in den **Aufgaben** und den **ausführlichen Lösungen** daher auch eine andere Betrachtungsweise, andere Beispiele und andere Formulierungen finden als im erklärenden Text.

Zur Vorbereitung auf die schriftliche Abiturprüfung oder auf Klausuren empfehlen wir Ihnen, mithilfe des erklärenden Textes Ihre Kenntnisse aufzufrischen und sie dann anhand der Aufgaben zu prüfen. Alternativ können Sie aber auch zunächst versuchen, die Aufgaben zu lösen, und dabei auftauchende Lücken gezielt durch Nachschlagen im erklärenden Text schließen.

Für Ihre Prüfungen wünschen wir Ihnen viel Erfolg. Mit den beiden Trainingsbänden für das Fach Biologie sind Sie hierfür gut gerüstet.



Rolf Brixius



Dr. Werner Bils



In den Zellen aller Organismen findet man zwei Arten von Nukleinsäuren: Die **Desoxyribonukleinsäure** (DNA), die die Erbinformation einer Zelle in Form von Genen trägt, und die **Ribonukleinsäure** (RNA), die in verschiedenen Formen an der Realisierung der genetischen Information in der Zelle – vor allem an der Proteinbiosynthese – beteiligt ist. Einige Viren, die sogenannten Retroviren, speichern ihre Erbinformation nicht in DNA-, sondern in RNA-Molekülen. Zu ihnen gehört auch das AIDS-Virus.

## 1 Die Erbsubstanz und ihre Replikation

### 1.1 Die Bausteine der Nukleinsäuren

Alle Nukleinsäuren bestehen aus langen Ketten einander ähnlicher Bausteine, den **Nukleotiden**. Man bezeichnet die Nukleinsäuren daher auch als **Polynukleotide**. Jedes Nukleotid enthält ...

- eine **Pentose** (Zuckermolekül mit 5 C-Atomen; Fünffachzucker). Bei DNA-Nukleotiden ist dies die **Desoxyribose**, bei RNA-Nukleotiden ist es die **Ribose**.
- einen **Phosphorsäurerest**, der an das fünfte C-Atom der Pentose gebunden ist.
- eine stickstoffhaltige **organische Base**, die jeweils am ersten C-Atom der Pentose gebunden ist. Insgesamt gibt es fünf verschiedene dieser Basen. Die Purine **Adenin** (A) und **Guanin** (G) sowie die Pyrimidine **Thymin** (T) und **Cytosin** (C). Anstelle des Thymin befindet sich in der RNA **Uracil** (U).

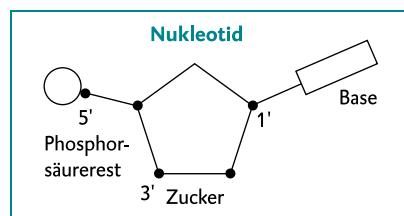


Abb. 4: Struktur eines DNA-Nukleotids

Ein **Nukleotid** besteht aus einem Phosphorsäurerest, einem Fünffachzucker und einer organischen Base.

### 1.2 Die Struktur der Polynukleotide

Ein **Polynukleotidstrang** bildet sich durch die kovalente Verknüpfung jeweils eines Nukleotids mit dem Phosphorsäurerest eines weiteren Nukleotids. So entsteht ein fadenförmiges Riesenmolekül aus einer sich wiederholenden Folge von Zuckern und Phosphorsäureresten, von dem die Basen seitlich „abstehen“.

Die beiden Enden eines Polynukleotidstrangs sind unterschiedlich. Daher besitzt jeder Polynukleotidstrang eine **Polarität**.

Ein **Polynukleotidstrang** besitzt am einen Ende einen Phosphorsäurerest, der am C<sub>5</sub>-Atom des Zuckers gebunden ist. Dieses Ende wird daher als **5'-Ende** bezeichnet. Am anderen Ende des Strangs befindet sich ein Zuckermolekül, dessen C<sub>3</sub>-Atom für die Bindung eines weiteren Nukleotids eingesetzt werden kann. Daher spricht man hier vom **3'-Ende**. Eine Verlängerung des Moleküls durch Anlagerung weiterer Nukleotide ist nur an seinem 3'-Ende möglich. Die Zucker- und Phosphorsäurereste sind über Elektronenpaarbindungen (Atombindungen) verknüpft. Die in den Polynukleotidmolekülen enthaltenen **genetischen Informationen** sind in der Abfolge (Sequenz) der vier verschiedenen Basen C, G, A, T (DNA) bzw. C, G, A, U (RNA) gespeichert. Nukleinsäuren mit verschiedenen genetischen Informationen unterscheiden sich daher nur in ihrer **Basensequenz**.

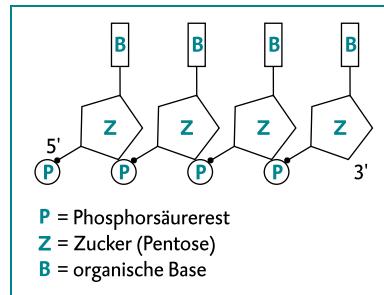


Abb. 5: Strukturausschnitt eines Polynukleotids

**DNA- und RNA-Polynukleotide** unterscheiden sich in zweifacher Weise: Die DNA enthält Desoxyribose und Adenin-Moleküle, die RNA Ribose und Cytosin-Moleküle. Die genetische Information der Polynukleotide ist in der Abfolge ihrer jeweiligen Basen verschlüsselt.

Wie bei den Wörtern der Buchstabenschrift ist die **Leserichtung** der Basenfolge für den Inhalt von entscheidender Bedeutung. Eine Basenfolge, die vom 3'- zum 5'-Ende gelesen wird, ergibt eine andere Information als eine, die in 5' → 3'-Richtung gelesen wird.

### Baumerkmale von DNA-Molekülen

Die DNA besteht aus **zwei** in gegenläufiger Richtung verlaufenden, spiralig umeinander gewundenen Polynukleotidsträngen, die die **DNA-Doppelhelix** bilden. Dem 3'-Ende des einen Strangs liegt das 5'-Ende des anderen gegenüber, man spricht von der **Antiparallelität** der Einzelstränge. Die Basen beider Stränge stehen sich genau gegenüber und sind über Wasserstoffbrücken miteinander verbunden. Wegen der unterschiedlichen Zahl möglicher Wasserstoffbrücken können sich dabei nur **Adenin mit Thymin** und **Guanin mit Cytosin**



deren Anwesenheit in ihrem neuen Lebensraum sich auf die dort bereits existierenden Lebensgemeinschaften negativ auswirkt. Invasive Arten können die betroffenen **Ökosysteme nachhaltig verändern**.

#### Beispiel

Zu Beginn des letzten Jahrhunderts wurden in Europa Larven der **Chinesischen Wollhandkrabbe** (*Eriocheir sinensis*) mit dem Ballastwasser von Schiffen eingeschleppt. Da die ökologischen Faktoren den Bedürfnissen der Neuankömmlinge hervorragend entsprachen, konnten die Krabben in deutschen Flüssen heimisch werden. 1912 erstmals in der Aller – einem Nebenfluss der Weser – nachgewiesen, findet man diese Neozoen inzwischen unter anderem auch in Rhein und Weser sowie ihren Nebenflüssen. Die Omnidivoren stehen mit den einheimischen Flusskrebsarten in direkter interspezifischer Konkurrenz. Dabei erweist sich *Eriocheir sinensis* in der Regel als überlegen, was zur Verdrängung der heimischen Flusskrebsarten führt. Darauf hinaus stören die Tiere den Reusenfischfang (Zerstörung des Fanggeräts, Verstopfen der Reuseneingänge, Fressen der Fische) und das Angeln (Abfressen der Köder vom Haken, Zerschneiden der Angelschnüre).

Neben den vorliegenden biotischen und abiotischen Umweltfaktoren und der Toleranzbreite der Neuankömmlinge spielen bei der Besiedlung der neuen Lebensräume noch weitere Bedingungen eine Rolle: Werden beispielsweise die natürlichen Fressfeinde der Neobiota, ihre Parasiten oder mögliche artspezifische Krankheitserreger nicht mit „importiert“, erleichtert dies den Ein dringlingen ihre Ausbreitung zusätzlich, da die anwesenden Fressfeinde, Parasiten und Krankheitserreger häufig nicht auf die Neuankömmlinge eingestellt sind. Sind die Neobiota darüber hinaus mit einer Fortpflanzungsstrategie ausgestattet, die ihnen eine hohe Reproduktionsrate ermöglicht, haben sie im Kampf um Lebensräume und Ressourcen oft einen entscheidenden Vorteil. Für eine Faunen- und Florenverfälschung durch invasive Arten gibt es auch zahlreiche historische Beispiele: Immer wenn der Mensch neue Lebensräume besiedelt, bringt er seine Nutzpflanzen, Haustiere und seine Kulturfolger mit sich.

#### Beispiele

- Durch die europäischen Siedler ausgesetzte Kaninchen haben bis heute einen zerstörerischen Einfluss auf die australische Pflanzenwelt.
- Ratten, auf pazifischen Inseln mit Erkundungs- und Siedlerschiffen angekommen, rotteten dort viele, vor allem bodenbrütende Vogelarten aus.
- In Nordamerika und Australien überwuchert das europäische Johanniskraut (*Hypericum perforatum*) große Weidegebiete.

Manche Neobiota sind nicht nur für andere Pflanzen oder Tiere, sondern auch direkt für den Menschen gefährlich.

**Beispiel**

Der **Riesen-Bärenklau** (*Heracleum mantegazzianum*), ursprünglich beheimatet im Kaukasus, breitet sich die Pflanze in Europa immer weiter aus und ist dabei, heimische Pflanzen zu verdrängen. Sein hoher Wuchs und seine dichten Bestände „verändern in auffälliger Weise das Landschaftsbild“ (Bundesamt für Naturschutz). Hinzu kommt seine Toxizität: Der Riesen-Bärenklau enthält Stoffe, die schon bei einfachem Hautkontakt mit seinen Blättern und anschließendem Aufenthalt im Sonnenlicht zu Hautirritationen bis hin zur entzündlichen Blasenbildung und Kreislaufschocks führen können.

Auch exotische Haustiere, die ihren Besitzern im wörtlichen wie übertragenen Sinne (Pflegeaufwand, Futterkosten) über den Kopf wachsen, können zu einer Verfälschung unserer heimischen Ökosysteme beitragen.

**Beispiel**

So üben beispielsweise nordamerikanische **Schmuckschildkröten** in den Gewässern, in denen sie ausgesetzt werden, einen verheerenden Einfluss aus. Sie bedingen einen fortwährenden Rückgang der Zahl an Wasserinsekten und Amphibien (Fressen des Laichs).

Der weltweite Handel und der Ferntourismus verschärfen die Lage noch zusätzlich. In Gepäckstücken und in Frachtcontainern können Neobiota innerhalb kürzester Zeit von nahezu jedem Ort der Erde an jeden beliebigen anderen Ort gelangen. Die Veränderung von Ökosystemen durch invasive Arten ist damit auch ein Problem der **Globalisierung**.

**Neobiota** können als **invasive Arten** **heimische Arten verdrängen** und bestehende **Ökosysteme** auf Dauer **verändern**.



## Zusammenfassung

- Die Klimaregeln verdeutlichen die Anpassungen der Tiere an ihren Lebensraum. Die Körperproportion (verkleinerte Körperanhänge in kaltem Klima) und die Größe (massigere Tiere in kaltem Klima) der Lebewesen sind davon ebenso betroffen wie ihre physiologische Leistungsfähigkeit (größere Herzen mit besserer Pumpleistung in kalten Gebieten), ihre Behaarung (stärkere Behaarung in kälteren Regionen) und ihre Färbung (dunklere Färbung in kalten Regionen).
- Die meisten Tiere sind wechselwarm (poikilotherm), das heißt, ihre Körpertemperatur entspricht weitgehend der Umgebungstemperatur. Vögel und Säugetiere sind als gleichwarme (homiotherme) Lebewesen in der Lage, auch bei schwankenden Umgebungstemperaturen eine artspezifische konstante Körpertemperatur aufrechtzuerhalten.

- Für Räuber-Beute-Beziehungen sagen die LOTKA-VOLTERRA-Regeln phasisch verschobene, um einen konstanten Mittelwert schwankende Häufigkeitskurven voraus. Bei einer gleich starken Dezimierung beider Populationen erholt sich die der Beute deutlich schneller.
- Arten mit gleichen ökologischen Ansprüchen können nicht in derselben ökologischen Nische überleben (Konkurrenzausschluss). Konkurrenzvermeidung kann eine Koexistenz möglich machen.
- Die Größe/Dichte einer Population hängt zum einen von dichteabhängigen Faktoren ab. Ihre Rückwirkungen und Beeinflussungen können durch Korrelationen grafisch dargestellt werden. Zum anderen haben auch dichteunabhängige Faktoren Einfluss auf die Populationsgröße.
- Symbiose und Parasitismus stellen Formen eines spezifischen Zusammenlebens dar. Im Fall der Symbiose führt die Beziehung zu gegenseitigem Nutzen. Beim Parasitismus schädigt der Parasit seinen Wirt, ohne ihn im Normalfall zu töten.
- Bei der K- und der r-Strategie handelt es sich um Fortpflanzungsstrategien, die entweder auf die optimale Betreuung weniger Nachkommen (K) oder auf möglichst viele Nachkommen (r) setzen.
- Als invasive Arten können Neophyten und Neozoen einheimische Pflanzen- und Tierarten verdrängen.

**Aufgaben**

- 178** Erläutern Sie, warum ein Galapagos-Pinguin am Südpol – im Gegensatz zum dort heimischen Kaiserpinguin – nicht dauerhaft überleben könnte.
- 179** Beschreiben Sie kurz, wie nach der BERGMANN'schen und der ALLEN'schen Regel sowie nach der RENSCH'en Haarregel bei einem Säuger in einem kalten Klimabereich allgemein die äußere Gestalt beeinflusst sein kann.
- 180** In einem Terrarium befinden sich eine hungrige Schlange und eine Maus. Die Maus läuft in diesem Behälter hin und her und bewegt sich auch über die Schlange hinweg, die ihrerseits teilnahmslos verharrt. Stellen Sie eine Vermutung darüber auf, wo sich das Terrarium befinden könnte, und begründen Sie Ihre Antwort.

- 181** In einem Experiment werden Pantoffeltierchen und Hefezellen zusammen kultiviert. An jedem Versuchstag werden Proben entnommen und die Zahl der darin enthaltenen Individuen ermittelt.

Versuchstage	Pantoffeltierchen	Hefezellen
0	90	158
1	178	40
2	120	18
3	58	8
4	8	30
5	18	59
6	12	119
7	53	109



geren (kleineren) Oberfläche/Volumen-Verhältnis – nicht dauerhaft überleben.

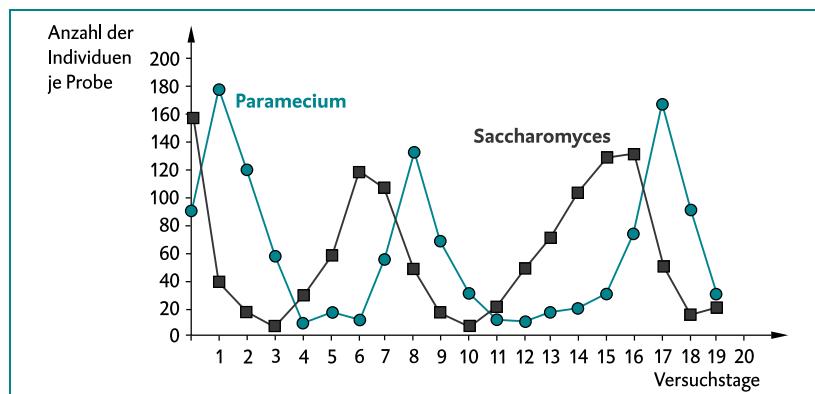
- 179** Von seinem Körperbau her sollte ein in einem kalten Klimabereich vorkommendes Säugetier eine gedrungene, kompakte Gestalt mit einem günstigen (kleinen) Oberfläche/Volumen-Verhältnis aufweisen (BERGMANN'sche Regel).

Alle Körperanhänge wie z. B. Ohrmuscheln, Nase und Schwanz sollten klein gehalten sein, damit über sie nicht zu viel Körperwärme abgestrahlt wird (ALLEN'sche Regel).

Zusätzlich sollte ein solches Tier ein dichtes Haarkleid mit langen Oberhaaren und vielen Wollhaaren besitzen (RENSCH'e Haarregel).

- 180** Das Terrarium steht wahrscheinlich in einem sehr kühlen Raum, da die Schlange als wechselwarmes Tier trotz ihres Hungers keine Regungen zeigt. Demgegenüber kann sich die Maus als gleichwarmes Lebewesen auch in dieser Umgebung aktiv verhalten.

- 181** Die Ergebnisse des Experiments deuten darauf hin, dass die 1. LOTKA-VOLTERRA-Regel gilt. Beide Lebewesen stehen in einer Räuber-Beute-Beziehung zueinander, wie die zu erkennenden phasisch verschobenen Häufigkeitskurven von Räuber (Pantoffeltierchen) und Beute (Hefezellen) zeigen. Sind nur wenige Fressfeinde vorhanden (4. und 11. Tag), steigt die Hefezellen-Population stark an. Auf ein Maximum der Hefezellen am 6. und 16. Tag folgt ein Maximum der Pantoffeltierchen am 8. und 17. Dabei ist eine hohe Zahl an Pantoffeltierchen stets mit einer deutlich geringeren Anzahl an Hefezellen korreliert und umgekehrt.





© **STARK Verlag**

[www.stark-verlag.de](http://www.stark-verlag.de)  
[info@stark-verlag.de](mailto:info@stark-verlag.de)

Der Datenbestand der STARK Verlag GmbH  
ist urheberrechtlich international geschützt.  
Kein Teil dieser Daten darf ohne Zustimmung  
des Rechteinhabers in irgendeiner Form  
verwertet werden.

**STARK**