

# Inhalt

<b>Land .....</b>	<b>1</b>
<b>1 Leben und Umwelt auf dem Land .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Plumpheit ist der Preis für Größe .....</b>	<b>3</b>
Ein Gedankenversuch zu Belastung und Widerstandsfähigkeit .....	3
Geometrisches Wachstum bei winzigen Schleimpilzen .....	4
Von Grashalmen und Fabrikschornsteinen .....	5
Allometrisches Wachstum bei Bäumen .....	7
Theoretische Ähnlichkeitsansätze .....	8
Allometrie bei Knochen und bei Skeletten .....	10
Vorschlag für eine fächerübergreifende Schulstunde .....	14
<b>1.2 Fortbewegung durch Springen .....</b>	<b>16</b>
Absprung, Sprung und Sprunglauf .....	16
Springen der Springspinnen und Schnellkäfer .....	18
Der Feldheuschreckensprung .....	19
Der Flohsprung .....	21
Sprunghöhe, Luftwiderstand und Tiergröße .....	24
<b>1.3 Gasaustausch und Wärmehaushalt .....</b>	<b>25</b>
Das Grundgesetz der Diffusion .....	25
Gastransport im Blut .....	28
Zur Höhenatmung des Menschen .....	29
Effektives Zusammenspiel beim Gastransport im Blut .....	31
Physikalische Prinzipien des Wärmetransfers .....	32
Zum Wärmehaushalt des Menschen .....	33
Oberflächen-Volumen-Verhältnis und Wärmeabgabe .....	36
Fellisolierung bei kleinen und großen Tieren .....	37
Energieeinsparung durch Torpor .....	39
Das Oberflächengesetz und die kleinsten Säuger .....	42
Die Dalton'sche Beziehung und die Wasserhomöostase .....	44
<b>1.4 Biologische Ähnlichkeit im Bereich der Stoffwechselleistung .....</b>	<b>48</b>
Die Stoffwechselleistung als energetische Zentralgröße .....	50
Absoluter und relativer Sauerstoffverbrauch und entsprechende Stoffwechselleistung .....	51

Biologische Treibstoffe und ihr Abbau .....	51
Zur Massenabhängigkeit der Stoffwechselleistung .....	55
Similaritätsüberlegungen und der Reduzierte Exponent .....	56
Zur „mittleren Steigung“ der $P_m(m)$ -Kennlinie .....	58
Gullivers Reise und kleine und große Menschen .....	59
Nochmals zur Stoffwechselleistung und zur spezifischen Stoffwechselleistung .....	62
<b>Land–Wasser .....</b>	<b>65</b>
<b>2 Land und Wasser: Unterschiedliche Kraftübertragungen .....</b>	<b>67</b>
<b>2.1 Abstoßen und Reaktionskraft-Nutzung .....</b>	<b>67</b>
<b>2.2 Impulsübertragung als Lokomotionsvoraussetzung auf dem Land .....</b>	<b>68</b>
<b>2.3 Impulsübertragung als Lokomotionsvoraussetzung im Wasser .....</b>	<b>70</b>
<b>2.4 Formierung von Wirbelringen und Wirbelstraßen .....</b>	<b>73</b>
Wirbelringe und Impulsübertragung .....	73
Voraussetzung für gerichtete Kraftübertragung .....	74
Gray's Fischversuch .....	75
Fortbewegung auf der Wasseroberfläche .....	75
<b>Wasser .....</b>	<b>81</b>
<b>3 Leben und Umwelt im Wasser .....</b>	<b>83</b>
<b>3.1 Ist Wasser für Lebewesen „nischenmäßig strukturiert“? .....</b>	<b>83</b>
<b>3.2 Wie schaffen es kleine Plankter, so langsam abzusinken? .....</b>	<b>85</b>
Bedeutung eines langsam Absinkens für photosynthetisierende Plankter .....	85
„Betrachten wir die Kuh als Kugel“ .....	85
Die Formeln von Ostwald und Stokes und das Absinken .....	88
Der Sinkquotient .....	90

---

Die Reynoldszahl .....	94
Kennlinien für die Sinkgeschwindigkeit .....	95
Parameter der Sinkgeschwindigkeit .....	97
Absinken: Ideal- und Realsituation .....	99
<b>3.3 Leben in Grenzschicht-Nischen strömender Gewässer .....</b>	<b>100</b>
Umströmung eines Steins im Bergbach .....	100
Die Grenzschicht und ihre Strömungsbedingungen .....	102
Grenzschichten am umströmten Stein .....	103
Strömungswiderstand, Widerstandsbeiwert und Reynoldszahl ..	107
Vom Vorteil kleiner Aufwuchsorganismen .....	109
Grenzschichten: Ideal- und Realbedingungen .....	113
Wie lebt sich's „in der Grenzschicht“? .....	116
<b>3.4 Fortbewegung und „Reynolds-Nischen“ .....</b>	<b>118</b>
Die Reynoldszahl und das Verhältnis Trägheitskräfte/ Zähigkeitskräfte .....	118
Der astronomisch große Reynoldszahl-Bereich für Lebewesen ..	120
Widerstand und Auftrieb .....	122
Reynoldsabhängigkeit von Widerstand und Auftrieb und kleine und große Forellen .....	126
Strömungsmechanische Kräfte an Profilen .....	130
Zunehmender Bedeutungsverlust von Profilierung und Wölbung beim Übergang zu kleineren Reynoldszahlen .....	131
Wie die Wasserflöhe hüpfen .....	132
Etwas typisch Biologisches: Konvergente Formbildung .....	134
Auch das Wasser ist also „mechanisch strukturiert“ .....	135
Ökologische Nischen sind immer auch physikalische .....	136
<b>Wasser–Luft .....</b>	<b>139</b>
<b>4 Wasser und Luft: Unterschiedliche Fluide .....</b>	<b>141</b>
<b>4.1 Unterschiedliche Kenngrößen, die für die Ortsbewegung wichtig sind .....</b>	<b>141</b>
<b>4.2 Unterschiedliche bewegungsspezifische Probleme und Lösungen .....</b>	<b>143</b>
Effekte unterschiedlicher Dichten der Medien .....	143
Spezifische Effekte bei kleineren und ganz kleinen Lebewesen .....	146

<b>4.3 Unterschiedliche Kenngrößen, die für die Atmung wichtig sind.....</b>	150
<b>4.4 Unterschiedliche atmungs- und wärmespezifische Probleme und Lösungen.....</b>	153
Kenngrößen der Sägerlunge.....	153
Energiehaushalt und Lungenatmung.....	155
Kenngrößen der Fischkieme .....	155
Energiehaushalt und Kiemenatmung.....	157
Wasserbewohner haben es schwerer.....	159
Die Harvey'sche Beziehung und das Auftreten von Atemhilfsorganen.....	159
<b>Luft.....</b>	165
<b>5 Leben und Umwelt im Luftmeer.....</b>	167
<b>5.1 Passiver Gleitflug – ein scheinbar einfacher Flugzustand.....</b>	167
Einstellung der Gleitneigung .....	169
Streckung.....	171
Flächenbelastung.....	173
Minimierung der Sinkgeschwindigkeit .....	173
<b>5.2 Größenbeziehungen und Leistungseigentümlichkeiten bei Vögeln .....</b>	177
Spannweiten- und Massenunterschiede.....	178
Leistungen und Größenbeziehungen .....	180
Theoretisches zu den schwersten flugfähigen Vögeln .....	185
Menschenflug aus eigener Kraft .....	187
<b>5.3 Aktiver Schlagflug und Vogelzug .....</b>	188
Vogelbeobachtung der Frühzeit.....	189
Frühe Vorstellungen zur Luftkrafterzeugung .....	189
Zum Impulsgleichgewicht beim Flügelschlag .....	191
Zur funktionellen Morphologie des Vogelflügels.....	193
Zu aerodynamischen Effekten am Vogelflügel .....	196
Flügelunterschiede bei Ente und Kolibri.....	199
Entfernung beim Vogelzug .....	201
Vogelzug mit Thermikgleiten .....	203
Vogelzug mit Dauerschlagflug .....	208
Flughöhen und Vogellunge.....	212

---

Transportkosten für den Flug und für andere	
Lokomotionsformen .....	214
Ein „treibstoffdynamischer“ Vergleich zwischen Vogel und	
Flugzeug .....	216
<b>5.4 Zur Ökophysik des Langstreckenflugs .....</b>	219
Datengewinnung .....	219
Flüge im Labor .....	220
Training und Dressur .....	222
Respirationsmessungen zur Bestimmung der	
Stoffwechselleistung .....	223
Ein Abstecher zu den Fledermäusen .....	227
Zwei Möglichkeiten für die Weiterarbeit .....	227
Abhängigkeit der Flugleistung und des Treibstoffverbrauchs	
von der Fluggeschwindigkeit .....	229
Optimale Reisegeschwindigkeiten .....	230
Arbeitstemperaturen des Flugmotors .....	231
Regelbereich und Überhitzungsgefahr .....	232
Ein Abstecher zu den Bienen .....	234
Mechanismen der Thermoregulation .....	236
Evaporative versus konvektive Wärmeabfuhr .....	237
Woher nimmt der fliegende Vogel das zur Wärmeabfuhr	
benötigte Wasser? .....	239
Wasserverlust, nicht Treibstoffmangel limitiert die Flugzeiten	241
Kompensatorische Verhaltensweisen .....	243
Einfluss von Fluggeschwindigkeit, Körpermasse	
(inkl. Fettgehalt) und Umgebungstemperatur auf die	
Stoffwechselleistung und die Fähigkeit zum Langstreckenflug	245
Zusammenschau und Ausblick .....	248
<b>Anhänge .....</b>	251
<b>Nachbemerkungen .....</b>	251
<b>Literatur .....</b>	253
<b>Abbildungsnachweis .....</b>	259
<b>Index .....</b>	261