

Inhalt

Land	1
1 Leben und Umwelt auf dem Land	3
1.1 Plumpheit ist der Preis für Größe	3
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
1.2 Fortbewegung durch Springen	16
Absprung, Sprung und Sprunglauf	16
Springen der Springspinnen und Schnellkäfer	18
Der Feldheuschreckensprung	19
Der Flohsprung	21
Sprunghöhe, Luftwiderstand und Tiergröße	24
1.3 Gasaustausch und Wärmehaushalt	25
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
Fellisolation 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
1.4 Biologische Ähnlichkeit im Bereich der Stoffwechselleistung	48
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_b)-Kennlinie.....	58
Gullivers Reise und kleine und große Menschen.....	59
Nochmals zur Stoffwechselleistung und zur spezifischen Stoffwechselleistung	62
Land–Wasser.....	65
2 Land und Wasser:	
Unterschiedliche Kraftübertragungen	67
2.1 Abstoßen und Reaktionskraft-Nutzung	67
2.2 Impulsübertragung als Lokomotionsvoraussetzung auf dem Land.....	68
2.3 Impulsübertragung als Lokomotionsvoraussetzung im Wasser	70
2.4 Formierung von Wirbelringen und Wirbelstraßen.....	73
Wirbelringe und Impulsübertragung	73
Voraussetzung für gerichtete Kraftübertragung	74
Gray's Fischversuch.....	75
Fortbewegung auf der Wasseroberfläche	75
Wasser	81
3 Leben und Umwelt im Wasser.....	83
3.1 Ist Wasser für Lebewesen „nischenmäßig strukturiert“?.....	83
3.2 Wie schaffen es kleine Plankter, so langsam abzusinken?	85
Bedeutung eines langsamen 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
3.3 Leben in Grenzschicht-Nischen strömender Gewässer	100
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
3.4 Fortbewegung und „Reynolds-Nischen“	118
Die Reynoldszahl und das Verhältnis Trägheitskräfte/ Zähigkeitskräfte	118
Der astronomisch große Reynoldszahl-Bereich für Lebewesen	120
Widerstand und Auftrieb	122
Reynoldszahlabhängigkeit 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
Wasser–Luft	139
4 Wasser und Luft: Unterschiedliche Fluide	141
4.1 Unterschiedliche Kenngrößen, die für die Ortsbewegung wichtig sind	141
4.2 Unterschiedliche bewegungsspezifische Probleme und Lösungen	143
Effekte unterschiedlicher Dichten der Medien	143
Spezifische Effekte bei kleineren und ganz kleinen Lebewesen	146

4.3 Unterschiedliche Kenngrößen, die für die Atmung wichtig sind.....	150
4.4 Unterschiedliche atmungs- und wärmespezifische Probleme und Lösungen.....	153
Kenngrößen der Säugerlunge.....	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
Luft.....	165
5 Leben und Umwelt im Luftmeer.....	167
5.1 Passiver Gleitflug – ein scheinbar einfacher Flugzustand.....	167
Einstellung der Gleitneigung.....	169
Streckung.....	171
Flächenbelastung.....	173
Minimierung der Sinkgeschwindigkeit.....	173
5.2 Größenbeziehungen und Leistungseigentümlichkeiten bei Vögeln.....	177
Spannweiten- und Massenunterschiede.....	178
Leistungen und Größenbeziehungen.....	180
Theoretisches zu den schwersten flugfähigen Vögeln.....	185
Menschenflug aus eigener Kraft.....	187
5.3 Aktiver Schlagflug und Vogelzug.....	188
Vogelbeobachtung der Frühzeit.....	189
Frühe Vorstellungen zur Luftkraftherzeugung.....	189
Zum Impulsleichgewicht beim Flügelschlag.....	191
Zur funktionellen Morphologie des Vogelflügels.....	193
Zu aerodynamischen Effekten am Vogelflügel.....	196
Flügelunterschiede bei Ente und Kolibri.....	199
Entfernungen 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
5.4 Zur Ökophysik des Langstreckenflugs	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
Anhänge	251
Nachbemerkungen	251
Literatur	253
Abbildungsnachweis	259
Index	261