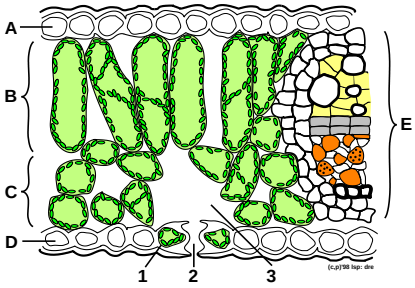
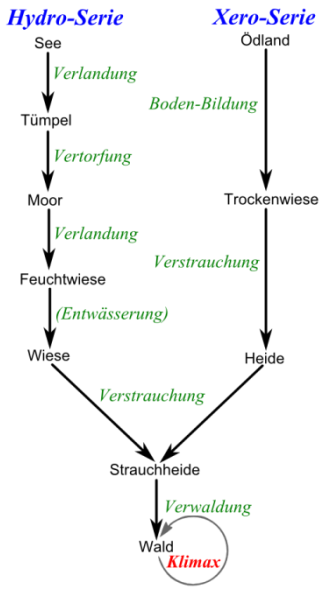
Biologie

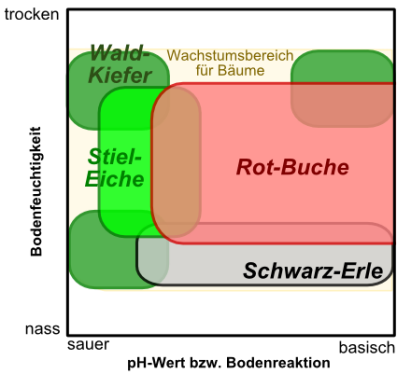
für die Sekundarstufe II

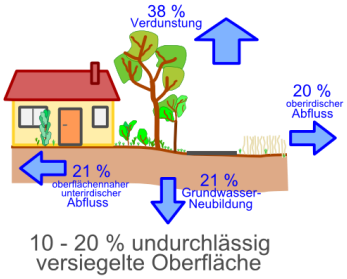
- Ökologie -

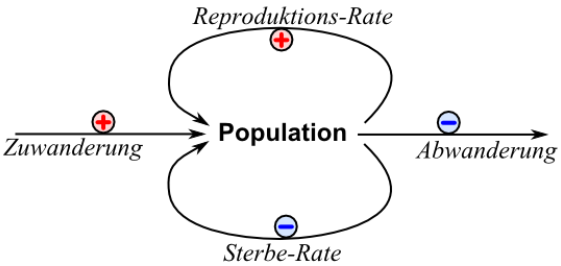
Autor: L. Drews

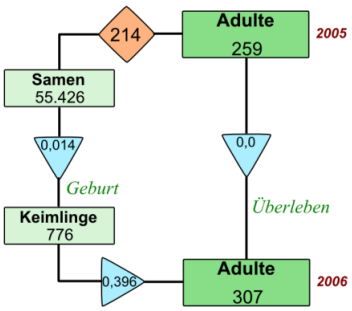












teilredigierte Version 0.11a (2023) – Entwicklungs-Version

Legende:
mit diesem Symbol werden zusätzliche Hinweise, Tips und weiterführende Ideen gekennzeichnet

Nutzungsbestimmungen / Bemerkungen zur Verwendung durch Dritte:

(1) Dieses Skript (Werk) ist zur freien Nutzung in der angebotenen Form durch den Anbieter (lern-soft-projekt) bereitgestellt. Es kann unter Angabe der Quelle und / oder des Verfassers gedruckt, vervielfältigt oder in elektronischer Form veröffentlicht werden.

(2) Das Weglassen von Abschnitten oder Teilen (z.B. Aufgaben und Lösungen) in Teildrucken ist möglich und sinnvoll (Konzentration auf die eigenen Unterrichtsziele, -inhalte und -methoden). Bei angemessen großen Auszügen gehören das vollständige Inhaltsverzeichnis und die Angabe einer Bezugsquelle für das Originalwerk zum Pflichtteil.

(3) Ein Verkauf in jedweder Form ist ausgeschlossen. Der Aufwand für Kopierleistungen, Datenträger oder den (einfachen) Download usw. ist davon unberührt.

(4) Änderungswünsche werden gerne entgegen genommen. Ergänzungen, Arbeitsblätter, Aufgaben und Lösungen mit eigener Autorenschaft sind möglich und werden bei konzeptioneller Passung eingearbeitet. Die Teile sind entsprechend der Autorenschaft zu kennzeichnen. Jedes Teil behält die Urheberrechte seiner Autorenschaft bei.

(5) Zusammenstellungen, die von diesem Skript - über Zitate hinausgehende - Bestandteile enthalten, müssen verpflichtend wieder gleichwertigen Nutzungsbestimmungen unterliegen.

(6) Diese Nutzungsbestimmungen gehören zu diesem Werk.

(7) Der Autor behält sich das Recht vor, diese Bestimmungen zu ändern.

(8) Andere Urheberrechte bleiben von diesen Bestimmungen unberührt.

Rechte Anderer:

Viele der verwendeten Bilder unterliegen verschiedensten freien Lizenzen. Nach meinen Recherchen sollten alle genutzten Bilder zu einer der nachfolgenden freien Lizenzen gehören. Unfreie Bilder oder Graphiken sind entsprechend gekennzeichnet.Für diese liegen dem Autor entsprechende Genehmigungen vor, die eine Nutzung im Rahmen des Skriptes und seiner angestrebten Verwendung ermöglichen. Unabhängig von den Vorgaben der einzelnen Lizenzen sind zu jedem extern entstandenen Objekt die Quelle, und wenn bekannt, der Autor / Rechteinhaber angegeben.

public domain (pd)	Zum Gemeingut erklärte Graphiken oder Fotos (u.a.). Viele der verwendeten Bilder entstammen Webseiten / Quellen US-amerikanischer Einrichtungen, die im Regierungsauftrag mit öffentlichen Mitteln finanziert wurden und darüber rechtlich (USA) zum Gemeingut wurden. Andere kreative Leistungen wurden ohne Einschränkungen von den Urhebern freigegeben.
gnu free document licence (GFDL; gnu fdl)	
creative commens (cc) creative commons	BY: od. neu … Namensnennung … nichtkommerziell … in der gleichen Form … unter gleichen Bedingungen
Die meisten verwendeten Lizenzen schließen eine kommerzielle (Weiter-)Nutzung aus!	

Bemerkungen zur Rechtschreibung:
Dieses Skript folgt nicht zwangsläufig der neuen **ODER** alten deutschen Rechtschreibung. Vielmehr wird vom Recht auf künstlerische Freiheit, der Freiheit der Sprache und von der Autokorrektur des Textverarbeitungsprogramms microsoft ® WORD ® Gebrauch gemacht.
Für Hinweise auf echte Fehler ist der Autor immer dankbar.

Inhaltsverzeichnis:

Seite

0. Vorbemerkungen 10
Kapitel-Quellen und weiterführende Links: 12
Definition(en): 12

1. Einordnung und Begriff der Ökologie 14
Definition(en): Ökologie 14
Exkurs: weitere (z.T. historische) Definitionen der Ökologie 15
1.1. Forschungsgegenstände und –ebenen in der Ökologie 18
Autökologie 18
Demökologie / Populationsökologie 18
Synökologie 18
Human-Ökologie 18
theoretische Ökologie 19
kybernetische Ökologie 19
praktische und angewandte Ökologie 19
Landschafts-Ökologie 19
Feuer-Ökologie 19
Verhaltens-Ökologie 20
Evolutions-Ökologie 20
Paläo-Ökologie 20
Pflanzen-Ökologie 20
Tier-Ökologie 20
Mikroben-Ökologie 20
molekulare und chemische Ökologie 20

2. Autökologie 21
Definition(en): Autökologie 21
Definition(en): Individuum / Organismus 21
Definition(en): Art / Spezies 21
2.1. allgemeine einführende Betrachtungen 22
Definition(en): System 24
Definition(en): Umwelt (Umgebung) 24
2.2. Umweltfaktoren und die Anpassung der Organismen 26
Definition(en): Umwelt-Faktor 26
Definition(en): Habitat 28
2.2.1. abiotische Umweltfaktoren 29
Definition(en): abiotische Umwelt-Faktoren 29
Definition(en): Toleranz 29
Definition(en): ökologische Potenz 30
Definition(en): Adaptation 31
Definition(en): ökologisches Optimum 31
Definition(en): ökologisches Pessimum 32
Definition(en): Reaktions-Norm 32
Definition(en): physiologische Potenz 34
2.2.1.x. Temperatur 36
Regel(n): VAN'T-HOFFsche Regel / 37
Reaktionsgeschwindigkeits-Temperatur-Regel (RGT-Regel) 37
Pyrophyten 40
wechselwarme Organismen 41
gleichwarme Tiere 43
Regel(n): ALLENsche Regel / Proportions-Regel 46
Regel(n): BERGMANNsche Regel / Größen-Regel 47
Regel(n): HESSEsche Regel / Herzgewichts- / Herzgrößen-Regel 50
2.2.1.x. Wasser 55
2.2.1.x.1. Wasser allgemein / Wasser als Grundstoff 55
2.2.1.x.2. Umweltfaktor Wasser als Lösungsmittel 57
2.2.1.x.3. pH-Wert des Wassers 59
2.2.1.x.4. Niederschlag 59
2.2.1.x.5. Luftfeuchtigkeit 60
Regel(n): GLOGERsche Regel / Färbungs-Regel 60

2.2.1.x.6. Anpassungen der Organismen an den Umwelt-Faktor Wasser 60
2.2.1.x.6.1. Anpassungen von Pflanzen an den Umwelt-Faktor Wasser 61
wechsel-feuchte Pflanzen 62
eigen-feuchte Pflanzen – Tropophyten 63
wandlungsfähige Pflanzen – Tropophyten 68
2.2.1.x.6.2. Anpassungen von Tieren an den Umwelt-Faktor Wasser 69
2.2.1.x.6.3. Anpassungen von Procyten und Pilzen an den Umwelt-Faktor Wasser71
2.2.1.x. Licht 73
2.2.1.x.y. Licht als Energie-Lieferant 73
physiologische Wirkungen von Licht bzw. besonders farbigen / gefärbtem Licht .. 78
2.2.1.x.y. Licht als Zeitgeber - Photoperiodismus 79
Definition(en): Photoperiodismus 80
2.2.1.x. Sauerstoff / Cohlendioxid 92
Definition(en): anaerober Stoffwechsel 92
Definition(en): aerober Stoffwechsel 92
2.2.1.x. Wind 94
2.2.1.x. Nährstoffe (allgemein) 97
Anpassungs-Strategien 97
2.2.1.x. edaphische Faktoren (Boden-Faktoren) 99
2.2.1.x.1. Boden-Art und -Struktur 99
2.2.1.x.2. pH-Wert 100
2.2.1.x.2. Nährsalze 101
2.2.1.x. Salzgehalt (des Wassers) / Salinität 103
Exkurs: Holzbohrasseln – Schädlinge oder Nützlinge? 103
2.2.1.x. orographische Faktoren (Gelände-Faktoren) 104
2.2.1.x.1. Höhenlage 104
2.2.1.x.2. Relief 105
2.2.1.x. Radioaktivität 106
2.2.1.x. Lautstärke und Lärm 107
2.2.1.x. elektromagnetische Strahlung (Elektro-Smog) 112
2.2.1.x. chemische Stoffe 112
2.2.1.x. 112
2.2.1.x. der Mond und andere außerirdische Umweltfaktoren 113
Ebbe und Flut / Gezeiten (Tiden) 113
2.2.1.x. Versuche / Praktikum zu abiotischen Faktoren 115
2.2.2. biotische Umweltfaktoren 118
Definition(en): biotische Umwelt-Faktoren 118
2.2.2.1. intraspezifische (biotische) Faktoren 124
Definition(en): intraspezifische biotische Faktoren 124
2.2.2.1.1. (innerartliche / intraspezifische) Konkurrenz 124
Definition(en): intraspezifische Konkurrenz 124
2.2.2.1.2. Gedränge(-Faktor) 124
Definition(en): Populations-Dichte 125
2.2.2.1.3. Dispersion 125
Definition(en): Dispersion 125
2.2.2.1.4. Territorialität 126
Definition(en): Territorialität 126
2.2.2.1.5. Verbandsbildung 128
2.2.2.1.6. Jagd / Nahrungssuche 128
2.2.2.1.7. Kannibalismus 128
2.2.2.1.8. Fortpflanzung 128
2.2.2.1.9. Brutpflege 129
2.2.2.2. interspezifische biotische Faktoren 130
Definition(en): interspezifische biotische Faktoren 130
Definition(en): Abiose (ökologisch) 131
Definition(en): Symbiose (i.w.S.) 131
Definition(en): Muturalismus 131
Definition(en): Antibiose 132
2.2.2.2.x. (interspezifische, zwischenartliche) Konkurrenz 132
2.2.2.2.x. Prädation, Parasitismus 133
2.2.2.2.1. (zwischenartliche / interspezifische) Konkurrenz 135

Definition(en): interspezifische Konkurrenz ... 136
2.2.2.2.2. Symbiose (i.w.S.) / Mutualismus ... 137
Praxis-Beispiel: Symbiose beim Grünen Pantoffeltierchen ... 140
2.2.2.2.3. Symbiose (i.e.S.) / Eusymbiose ... 142
Definition(en): Symbiose (i.e.S.) / Eusymbiose ... 142
2.2.2.2.4. Parasitismus ... 142
Definition(en): Parasitismus ... 144
2.2.2.2.5. Räubertum (Räuber-Beute-Bezeihung, Nahrungs-Beziehung) ... 145
Definition(en): Räuber-Beute-Beziehung ... 145
Definition(en): Mimese ... 147
Definition(en): Aposematismus (Warnfärbung) ... 147
Definition(en): Mimikry ... 147
Definition(en): Mimikry ... 148
2.2.2.2.6. Neutralismus ... 148
Definition(en): Neutralismus ... 149
2.2.2.2.7. Probiose / Karpose ... 149
Definition(en): Phoresie ... 150
Definition(en): Probiose ... 151
2.2.2.2.8. Kommensalismus ... 151
Definition(en): Kommensalismus ... 151
2.2.2.2.9. Sozial-Parasitismus ... 151
2.2.2.2.10. Protokooperation ... 152
Definition(en): Protokooperation ... 152
2.2.2.2.11. Territorialität ... 153
2.3. räumliche und zeitliche Strukturierung von Umwelt-Faktoren ... 154
2.3.1. zeitliche Gliederung von Umwelt-Faktoren ... 154
2.3.2. räumliche Gliederung von Umwelt-Faktoren ... 160
2.3.3. Kombination von räumlicher und zeitlicher Gliederung ... 161
Beispiel: Hecke ... 161
Beispiel: Wiesen / Trocken-Rasen ... 162
Beispiel: Wald ... 162
Beispiel: See ... 163
2.4. kombinatorische Wirkung von Umwelt-Faktoren ... 165
Definition(en): Geotop / Physiotop ... 165
Definition(en): Klimatop ... 165
Definition(en): Pedotop ... 165
Definition(en): Hydrotop ... 165
2.4.2. gemeinsame Betrachtung von mehreren Umweltfaktoren ... 166
2.4.2.1. Temperatur und Niederschlag ... 166
2.4.2.2. Temperatur und Luftfeuchtigkeit ... 166
2.4.3. Kombination aller Umweltfaktoren ... 167
Definition(en): Biotop ... 167
Definition(en): Biotop-Typ ... 167
Definition(en): Biotop-Komplex ... 168
Definition(en): Biom / Bioformation / Biotop-Formation ... 168
Definition(en): Biom-Typ / Bioregion ... 169
Definition(en): Phytotop ... 169
Definition(en): Zootop ... 169
synökologisches Optimum ... 169
Definition(en): ökologische Nische ... 171
Definition(en): autökologisches Optimum ... 171
Definition(en): synökologisches Optimum ... 172
Konkurrenz-Ausschluss-Prinzip ... 174
Definition(en): Bonitierung ... 176
2.4.3.x. Anpassungen von Pflanzen an die Standort-Bedingungen ... 180
2.4.3.x. Zeiger-Arten ... 181
Definition(en): Zeiger-Art / Indikator-Organismus ... 181
2.4.4. Anpassungs-Stategien ... 185
2.4.4.1. allgemeine Anpassungs-Strategien ... 185
2.4.4.2. Anpassungs-Strategien bei Pflanzen ... 185
2.4.4.3. Anpassungs-Strategien bei Tieren ... 186
3. Demökologie ... 192
Problem-Fragen für Selbstorganisiertes Lernen ... 192

Definition(en): Demökologie / Populations-Ökologie ... 192
Definition(en): Population ... 193
Definition(en): MENDEL-Population ... 193
Ring-Spezies ... 195
Populations-Dichte ... 197
Definition(en): Populations-Dichte ... 197
Definition(en): intrapopulares Gleichgewicht ... 199
Definition(en): interpopulares Gleichgewicht ... 200
3.2. Populations-Dynamik ... 201
3.2.1. Ein-Spezies-Modelle / -Betrachtungen ... 201
Definition(en): Modell ... 205
Exkurs: Populations-Matrizen und -Vektoren ... 206
Populationen und ihre Entwicklungs-Strategien ... 208
Definition(en): r-Strategie ... 208
Definition(en): K-Strategie ... 210
Definition(en): Gefüge ... 211
3.2.1.1. (ungebremste / unbegrenzte) Populations-Entwickung ... 211
3.2.1.2. unbegrenzte Populations-Entwickung mit Zu- und Ab-Wanderung ... 211
Definition(en): offene Population ... 212
Definition(en): geschlossene Population ... 212
Definition(en): Migration ... 212
Definition(en): Immigration ... 212
Definition(en): Emigration ... 212
Definition(en): Migrations-Rate ... 213
3.2.1.3. prinzipelle Populations-Entwickung ... 213
3.2.1.4. begrenzte Populations-Entwicklung / Populationen und Ressourcen ... 213
Definition(en): Umweltwiderstand ... 213
3.2.1.5. demographische Betrachtungen von Populationen ... 217
Definition(en): Kohorte ... 217
Definition(en): Demographie ... 217
abstrakte Modell-Formen: ... 218
3.2.1.6. Krankheiten / Infektionen ... 220
Berechnungs-Modelle: ... 222
Exkurs: Corona / Covid-19 -- ein Virus beherscht die Welt (-- eine kleine Abrechnung) ... 227
3.2.2. Multi-Spezies-Modelle / -Betrachtungen ... 230
3.2.2.1. interspezifische Konkurrenz ... 230
3.2.2.2. Räuber-Beute-Beziehungen (Prädation, Episitismus) ... 232
3.2.2.3. Parasitismus ... 236
3.2.2.5. Symbiosen ... 236
3.3. Verhalts-Ökologie ... 239
Definition(en): Verhaltens-Ökologie ... 239

4. Synökologie ... 242
Definition(en): Synökologie ... 242
Definition(en): Ökosphäre ... 242
4.0.0. allgemeine System-theoretische Vorbetrachtungen ... 243
Definition(en): System ... 243
Definition(en): Umwelt (Umgebung) ... 244
Definition(en): Emergenz ... 244
Definition(en): Homöostase ... 244
4.0.1. System-Theorie der Ökosysteme ... 245
Definition(en): Ökosystem ... 245
Definition(en): ökologisches Gleichgewicht ... 246
Definition(en): Ökotop / Geoökotop ... 246
Definition(en): Ökoregion / Ökoprovinz / Ökodistrikt ... 246
Definition(en): Ökosystem-Typ ... 246
Definition(en): Zonobiom ... 246
Definition(en): Standort-Faktoren ... 247
Definition(en): Biogeozönose (Groß-Ökosystem) ... 247
Definition(en): (Stoff-)Kreislauf ... 247
4.1. die Sphären der Ökosysteme ... 248
Definition(en): Sphäre ... 248
Definition(en): trophogene Zone ... 250
Definition(en): tropholytische Zone ... 250
Definition(en): Kompensations-Zone ... 250
4.1.1. Geosphäre ... 251

4.1.1.1. Lithosphäre ... 252
Definition(en): Lithosphäre ... 252
4.1.1.2. Pedosphäre ... 254
Definition(en): Pedosphäre ... 254
4.1.1.2.1. Boden-Region ... 254
Definition(en): Boden ... 255
4.1.2. Atmosphäre ... 257
Definition(en): Atmospäre ... 258
4.1.3. Hydrosphäre ... 262
Definition(en): Hydrosphäre ... 262
Definition(en): Hydrobiosphäre ... 263
4.1.3.1. Kryosphäre ... 268
Definition(en): Kryosphäre ... 268
4.1.4. Biosphäre ... 269
Definition(en): Biosphäre ... 269
Definition(en): Biozönose ... 269
Definition(en): Vegetations-Zone ... 269
Definition(en): Biom ... 270
Definition(en): Biochorie ... 271
Definition(en): Pflanzen-Gesellschaft ... 271
Definition(en): Biogeozön-Komplex (Lebens-Gemeinschaften) ... 271
Definition(en): Biogeozön (Lebens-Gemeinschaft) ... 271
Definition(en): Synusie ... 271
Definition(en): Phytozönose ... 271
Definition(en): Assoziation ... 271
Definition(en): Zoozönose ... 272
Definition(en): Produzenten ... 272
Definition(en): Konsumenten ... 272
Definition(en): Destruenten ... 272
4.1.5. Anthroposphäre ... 273
Definition(en): Anthroposphäre ... 273
Definition(en): Ökozone ... 273
4.2. Stoff- und Energie-Flüsse in Ökosystemen ... 275
Definition(en): Trophie ... 275
Definition(en): Autotrophie ... 275
Definition(en): Heterotrophie ... 276
Definition(en): Mixotrophie ... 276
Definition(en): Saprobie ... 276
Definition(en): Primär-Produktion ... 276
Definition(en): Sekundär-Produktion ... 276
Definition(en): Primär-Konsumtion ... 276
Definition(en): Sekundär-Konsumtion ... 276
Definition(en): Tertiär-Konsumtion ... 277
Definition(en): Akkumulation ... 277
4.2.1. Nahrungsbeziehungen ... 279
Definition(en): Produzenten ... 280
Definition(en): Konsumenten ... 280
Definition(en): Destruenten ... 280
Definition(en): Reduzenten ... 280
Definition(en): Biomasse ... 281
Definition(en): Trophie-Stufe / Nahrungs-Stufe ... 282
Definition(en): Wirkungsgrad einer Nahrungsstufe ... 283
Definition(en): Brutto-Produktion ... 283
Definition(en): Netto-Produktion ... 283
Definition(en): Erosion ... 284
Definition(en): Emission ... 285
Definition(en): Nahrungsstufen-Pyramide ... 286
4.2.2. der Cohlenstoff-Kreislauf ... 288
4.2.3. der Stickstoff-Kreislauf ... 291
4.2.4. Phosphor-Kreislauf ... 293
4.3. Klassifikation von Ökosystemen ... 297
Definition(en): Biodiversität ... 300
Definition(en): euriökes Ökosystem ... 300
Definition(en): stenökes Ökosystem ... 300
Definition(en): eutrophes Ökosystem ... 301
Definition(en): oligotrophes Ökosystem ... 301
4.4. ausgewählte Ökosysteme ... 302
Problem-Fragen für Selbstorganisiertes Lernen ... 302

Definition(en): Biodiversität ... 303
4.4.1. aquatische Ökosysteme ... 304
Ökosystem: Süßwasser-See ... 305
Definition(en): Eutrophierung ... 310
Definition(en): Selbstreinigung ... 313
Ökosystem: Fließgewässer ... 315
Ökosystem: Ozean / Meer ... 318
Ökosystem: Ostsee ... 320
Ökosysteme: Fluß-Delta, Mangroven ... 321
4.4.2. terrestrische Ökosysteme – Land-Ökosysteme ... 326
Definition(en): Pflanzen-Gesellschaften ... 326
4.4.2.1. großräumige Ökosysteme ... 327
4.4.2.1.1. Ökosysteme: Wiesen, Steppen, … ... 327
4.4.2.1.2. Ökosysteme: Wüsten ... 328
4.4.2.1.3. Ökosystem: Urwald ... 331
4.4.2.1.4. Ökosystem: Wald ... 334
4.4.2.2. großräumige, urbane Ökosysteme ... 337
4.4.2.2.x. Ökosystem: Acker(land), Weiden, Triften ... 337
Definition(en): Urbanisierung ... 341
4.4.2.2.x. Ökosystem: Hecke ... 342
Exkurs: BENJES-Hecke – Funktionen und Anlage ... 346
4.4.2.2.x. Ökosystem: Stadt ... 346
4.4.2.3. kleinräumige Ökosysteme ... 348
4.4.2.3.1. Ökosystem: Baum ... 348
4.4.2.3.x. Ökosystem: Baum-Rinde ... 349
4.4.2.3.x. Ökosystem: Mensch ... 350
4.5. Veränderung von Ökosystemen ... 353
Definition(en): Sukzession ... 353
Definition(en): Klimax ... 356
4.6. die Gaia-Theorie ... 359
Kapitel-Quellen und weiterführende Links: ... 360

5. Human-Ökologie ... 366
Definition(en): Human-Ökologie ... 366
Definition(en): Biotechnik ... 367
Definition(en): Biotechnologie ... 367
5.1. anthropogene Beeinflussung von Umweltfaktoren ... 368
CO_2 / Temperatur ... 368
Wasser / Wasserhaushalt ... 369
Luft / Wind / Sauerstoff / Cohlendioxid ... 371
Luft-Verschmutzung ... 371
5.2. Human-Demökologie ... 372

6. angewandte Ökologie ... 374
Beeinflussung der natürlichen Ökosysteme durch massive Eingriffe des Menschen 374
Negativ-Beispiele ... 374
Positiv-Beispiele ... 374
Definition(en): Globalisierung ... 376
Antike ... 377
Mittelalter ... 377
Industriealisierung ... 377
20. Jahrhundert ... 377
aktuell ... 378
Umwelt-, Natur- und Artenschutz ... 379
Definition(en): Umweltschutz ... 379
Definition(en): Naturschutz ... 379
Definition(en): Artenschutz ... 379
Nachhaltigkeit im Umweltschutz ... 381
Definition(en): Nachhaltigkeit ... 382
Definition(en): minimal invasive Beeinflussung ... 383
betrieblicher Umweltschutz und Umwelt-Management ... 384
Umwelt-Managementsystem nach EMAS ... 384

Bio-Produktion / Bio-Produkte 386
6.1. Rohstoff-Gewinnung und ihre Umwelt-Wirkungen 389
Definition(en): Regeneration 389
Definition(en): Recycling 389
6.x. Aspekte des Umweltschutzes in speziellen Ökosystemen 392
6.x.2. Süßwasser-Gewässer 392
6.x.2.1. Seen 398
6.x.3.2. Fließgewässer 401
nachwachsende / regenerative Rohstoffe und Ressourcen 404
Nachhaltigkeit 404
Syndrome des globalen Wandelns 405
Definition(en): Ökoeffizienz 407
6.x. Ökosystem-Modellierung 409
6.x. globale Klima-Veränderungen und globale Erwärmung 410
Literatur und Quellen: 412

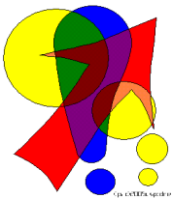
0. Vorbemerkungen

Die Namen von Wissenschaftlern oder Autoren bzw. deren Namen in abgeleiteten Begriffen werden in diesem Skript in Großbuchstaben geschrieben. So wird dann schnell klar ob der KOCH ein Wissenschaftler (KOCH) oder ein Meister der Küche (Koch) war, dem wir eine Entdeckung zu verdanken haben. In einem ganz schlecht zu verstehenden Kontext könnte KOCH aber auch eine Abkürzung sein, die vielleicht auch so K.O.C.H. geschrieben werden sollte.
Am Ende der Abschnitte sind Quellen und weiterführende Literatur oder gar Internet-Adressen (Link's) angegeben. Leider kann bei den Internet-Adressen nicht für die Gültigkeit oder Verfügbarkeit garantiert werden. Mit aktuellen Suchmaschinen lassen sich die Begriffe und Themen aber hochaktuell nachrecherchieren.
Noch ein Hinweis zu den Urheberrechten. Alle Erkenntnisse dieses Skriptes stammen nicht von mir. Sie wurden von mir nur zusammengetragen und eventuell neu zusammengestellt. Ich habe immer versucht – und tue es immer noch – alle Themen gründlich zu recherchieren. Wenn an einzelnen Stellen die wirklichen – ganz speziellen – Urheber nicht zu erkennen sind oder mir unbekannt geblieben sein, dann verzeihen Sie mir bitte. Für korrigierende Hinweise bin ich immer offen. Die meisten Abbildungen sind anderen Quellen nachempfunden oder nachgezeichnet. Auch hier hoffe ich, keine schützenswerten Ideen geklaut zu haben. Die Graphiken und Fotos aus anderen Quellen sind immer mit der Quelle selbst angegeben. Bei freien Quellen ist der Autor oder Urheber – soweit ermittelbar – in Klammern mit angezeigt.
Oft werden Sie unorthodoxe Standpunkte und Theorien vorfinden. Die habe ich mir nicht ausgedacht. Sie sind heute in der Wissenschaft heiß diskutiert oder auch schon anerkannt. Viele traditionelle Lehrbücher mögen Veränderungen in wissenschaftlichen Lehren und Erkenntnissen überhaupt nicht. Gerade deshalb stelle ich solche Skripte – wie dieses – zusammen. Auch wenn einige Theorien nicht wahrer sind, als so manche traditionelle, ist ein Beschäftigen mit ihnen – auch für Schüler – ein sehr sinnvoller Arbeitsgegenstand.
Vielleicht schaffe ich es auch mal wieder, die eine oder andere pseudowissenschaftliche These ganz "ernsthaft" mit aufzunehmen. Hier sei es die Aufgabe der Lernenden den Unsinn vom Sinnvollen zu trennen oder die Theorien der Unwissenschaftlichkeit zu überführen – viel Spaß! Nicht alles was geschrieben steht ist auch wahr – auch wenn wir dies gerne glauben mögen.
Bei allem Wahrheitsgesäusel darf man nicht vergessen, dass vieles in der Biologie – auch bis heute – noch Spekulation, Theorie und These ist. Die Schul-Biologie schöpft sowieso nur den Rahm ab. Vieles wird idealisiert – und damit auch schnell falsch – dargestellt. Wissenschaft ist ein dynamischer Prozess – er wird von Menschen für Menschen gemacht und ist damit mindestens zweiseitig fehleranfällig. Dem Einen gelingt es nicht, das auszudrücken was er sagen möchte und der andere hört nur einzelne Fakten oder das, was er gerne hören möchte. Da ist es sehr schwer Verantwortlichkeiten festzulegen. Jeder sollte auf seiner Seite das beste tun und draus machen.
Viele Themen oder Sachverhalte werden mehrfach und an verschiedenen Stellen im Skript auftauchen. Dies liegt einfach an der starken Verzahnung der Themen. Querverbindungen sind weitesgehend als Link's (➔ Verknüpfungen) angegeben. Je nach Dateiform funktionieren diese dann auch zumindestens auf Computern. In der Papierform müssen Sie sich an den Begriffen und Überschriftennummern orientieren. Andere Skripe werden mit einem Buch-Symbol und einem Kurznamen gekennzeichnet (🕮 **Genetik**).
Inhaltlich geht das Skript in vielen Fällen über die konkreten Forderungen des Lehrplans für die Fachoberschule hinaus. Damit ergeben sich pädagogische Freiheiten für den Lehrer und der interessierte Schüler / Student hat Gelegenheit sich angrenzende Themen zu erschließen.
Ich will mich hier auch absichtlich von den Lehrbüchern im Foto-Alben-Format absetzen, die oft eine tiefgreidfende Arbeit mit Texten gar nicht mehr zulassen.

wo allgemeine Grundkenntnisse aus anderen Wissenschaften gebraucht werden, die von grundlegender Bedeutung für das Verständnis eines Sachverhaltes sind, dann werden diese meist als Exkurs näher erläutert. Die Sachverhalte sollen nicht nur einfach aufgezählt und gepredigt, sondern auch verstanden werden. Die Auswahl erfolgt nach meinen Lehr-Erfahrungen. Besonderer Wert wird auch auf solche Sachverhalte gelegt, die in der populären Literatur zu oberflächlich oder vielleicht auch falsch dargestellt werden. Das Skript soll es auch ermöglichen ergänzende Aufgaben und Übungen zu ermöglichen, oder auch mal einen – über das Maß hinausgehenden – Schüler-Vortrag od.ä. vorzubereiten.

Fachbegriffe und vor allem viele chemische Stoff-Namen sind echte Zungenbrecher. Wenn man bei ihnen nicht weiss, wie sie in Silben zerlegt und wo betont werden müssen, dann können sie zu echten Kommunikations-Hindernissen werden. Wir wollen hier eine neue Formatierung versuchen, um wenigstens ein wenig Abhilfe zu schaffen. Die Silben bzw. Wortstämme einzelner Fachwörter werden mit unterschiedlichen Farbtönen hinterlegt. Die besonders zu betonenden Silben – zumeist die vorletzte – werden nochmals extra eingefärbt.

Colorierung 5,7-Dichlorhexadecansäure



Aus Layout- und Aufwands-Gründen wird aber nicht jedes Fachwort und auch nicht jede Wiederholung so gestaltet. Vielmehr sollen neu eingeführte Wörter so charakterisiert werden und solche Begriffe, die lange nicht aufgetaucht sind oder nur selten benutzt werden. An Erfahrungen und Verbesserungs-Vorschlägen hinsichtlich dieser Formatierung bin ich immer interessiert.
Da ich erst in den neuen Texten ab der Version von 2012 mit dieser Formatierung anfange, werden ältere Text-Teile diese Formatierung erst nach ihrer Überarbeitung erhalten. Ich verstehe die Formatierung auch als Hilfsmittel und nicht als obligatorisches Mittel!

Sollten wichtige Themen oder ökologische Aspekte mit allgemeinem Interesse fehlen, dann ist ein Hinweis an die / den Autor(en) gewünscht.
Spezialwissen gehört aber in spezielle Literatur. Deren Autoren sind weitaus kompetenter.

immer hinterfragen, auch ich bin nicht frei von Fehlern oder subjektiven Betrachtungen (bin schließlich Naturwissenschaftler und Lehrer)
einseitige Aussagen für oder gegen ein ökologisches Problem oder zu einem ökologischen Sachverhalt sollten auch hinsichtlich Abhängigkeit der betreffenden Person gemacht werden
die Lobby-Arbeit hat zugenommen und die vorhandenen Abhängigkeiten sind manchmal sehr subtil und verstörend
einseitig ausgewählte und falsch interpretierte Daten
Ökoverbände die solange klagen, bis sie eine große Spende / Förderung erhalten
Lehr-Personen, die nur dann von der Industrie Forschungs-Aufträge bekommen, wenn sie genehme Ergebnisse produzieren
akademische Arbeiten die nur kopiert wurden, Titel, die erkauft wurden

die Liste ist bestimmt noch erweiterbar
gerade bei komplexen Sachverhalten ist es schwierig für Fach- oder Themen-fremde Personen die Manipulationen, Fehlinformationen, Fehler und Täuschungen zu erkennen

also auch alles was hier in diesem Skript steht sollte immer wieder geprüft und aktualisiert werden, ich tue mein Möglichstes dazu

Kapitel-Quellen und weiterführende Links:

/1/ http://de.wikepedia.org oder www.wikipedia.org

empfehlenswerte Suchmaschinen im Internet:
/i/ www.google.de
/ii/ www.exalead.de
/iii/ de.vivisimo.com
/iiii/ www.msn.de

Definition(en):

Über Dinge, von denen man nichts versteht,
kann man am Besten diskutieren.
Heinz BREMER

Taxonomische Ebenen

Taxon (deutsch)	interne Abkürzung
Domäne	(D)
Reich	(R)
Abteilung	(Ab)
Stamm	(S)
Klasse	(K)
Ordnung	(O)
Familie	(F)
Gattung	(G)
Art	(A)

Taxon (wissenschaftlich)	interne Abkürzung
domain	(do)
regnum	(r)
diverso	(di)
phylum	(p)
classes	(c)
ordo	(o)
familia	(f)
genus	(g)
species	(s)

1. Einordnung und Begriff der Ökologie

relativ junger Zweig der Biologie

zuerst sprach man allgemein von einer "Abhängigkeit der Lebewesen von der Umwelt"
später stellte sich heraus, dass die Abhängigkeit nicht einseitig ist, sondern die Lebewesen genauso abhängig von der Umwelt sind, wie auch die Umwelt (also z.B. andere Organismen) auch wieder von den anfänglich betrachteten Lebewesen abhängt

Definition(en): Ökologie
Ökologie ist die Wissenschaft, die sich mit den Wechselbeziehungen zwischen den Organismen und zwischen Organismen und der Umwelt beschäftigt
Ökologie ist die gesamte Wissenschaft von den Beziehungen des Organismus zur umgebenden Außenwelt, worunter man (i.w.S.) alle Existenz-Bedingungen verstehen kann.
Okologie ist die Lehre / Wissenschaft von den Ökosystemen. (ELLENBERG (1973))
Ökologie ist die Lehre vom Haushalt der Natur. (THIENEMANN (1956))
Die Ökologie ist die Wissenschaft vom Stoff- und Energiehaushalt der Biosphäre und ihrer Untereinheiten sowie von den Wechselbeziehungen zwischen den Organismen, zwischen Organismen und den auf sie wirkenden Umweltfaktoren sowie zwischen den einzelnen unbelebten Umweltfaktoren. (BICK (1998))

mit vielen Querverbindungen zu anderen Wissenschaften
verbindende Wissenschaft zwischen den verschiedenen Naturwissenschaften und den Zweigen der Biologie

traditionell der Biologie zugeordnet:
alle biologischen Teildisziplinen sind maßgeblich integriert:

Beziehungen der "Ökologie" zu anderen Teilbereichen der Biologie

- **Cytologie**
- **Botanik**
- **Physiologie**
- **Zoologie**
- **Genetik**
- **Abstammungslehre / Evolutionslehre**
- **Mikrobiologie**
-

Exkurs: weitere (z.T. historische) Definitionen der Ökologie
die folgenden Definitionen sind genau so Diskussions-fähig, wie die oben angegebenen ob sie besser oder schlechter sind liegt vielfach im Auge des Betrachters und / oder der individuellen Vorlieben für bestimmte Aspeckte der Ökologie KREBS (1985) Ökolgie ist die Wissenschaft, die sich mit den Wechselbeziehungen befasst, die die Verbreitung und das Vorkommen der Organismen bestimmen. Ökologie ist die System-Wissenschaft, die wissenschaftliche Erkenntnisse aus verschieden Biologie-Bereichen und anderen Wissenschaften zusammmenfasst / neu strukturiert, wobie den Gegebenheiten eines Standortes eine große Bedeutung zugesprochen wird.

notwendige wissenschaftliche Quellen für die "Ökologie"

• **Chemie**	Stoffe (Wasser, Sauerstoff, Cohlendioxid) chemische Reaktionen () pH-Wert …
• **Physik**	physikalische Errosion Bewegung Strahlung …
• **Geologie und Geographie**	Gesteinsbildung Errosion Bodenbildung …
• **Metreologie und Klimatologie**	Wind Klima, Wetter Durchschnitts-Temperaturen, … …
• **Astronomie**	Mond Sonne Strahlung …
• **Landwirtschaft und Bodenkunde**	Bodenbildung Bodenverdichtung …
•	…

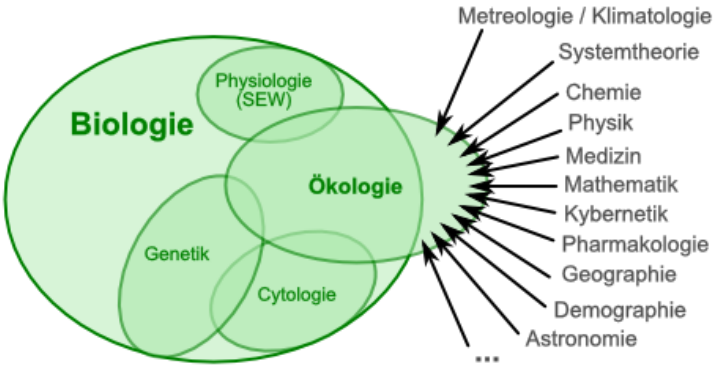
mit zunehmender Theoretisierung auch:

moderne / aktuelle Einflüsse die "Ökologie"

- **Mathematik** — Modellbildung
  …
- **Systemtheorie** — Modellbildung
  Voraussagen / Risiko-Abschätzungen
  Beziehung zwischen System-Elementen
  …
- **Kybernetik und Informatik** — Modellbildung
  Voraussagen / Risiko-Abschätzungen
  Stoff- und Energie-Flüsse
  …
-
-
- **Medizin** — Verweildauer / Akkumulation von Stoffen
  …
-

sehr komplex
erfordert eine intensive Ursachen-Forschung und Hinterfragung der beobachteten Phänomene

oft wird der Eindruck vermittelt Ökologie kann jeder, da braucht man nur so bischen "rumlabern", je einfach und pauschaler, umso besser
sehr gefährlicher Trugschluß



Ökologie erfordert Wissen und Können aus vielen der oben genannten Bereiche
Trugschlüsse bzw. oberflächliche, einseitige und fachlich deklassierte (andere würden sagen "dumme") Aussagen sind die Folge

Weiterverwendung von Erkenntnissen aus der Ökologie in

die "Ökologie" nutzende Wissenschaften / Bereiche / …

- **Philosophie** — allgemeine Gesetzmäßigkeiten
  Argumente für Klärung der Grundfrage der Philosophie (Was war zuerst da?)
  …
- **Politik** — Umweltschutz
  Nachhaltigkeit
  Voraussagen / Risiko-Abschätzungen
  …
- **Wirtschaft** — Ressourcen-Schonung / Ressourcen-Gewinnung
  Nachhaltigkeit
  Ökonologie
  …
-
-

1.1. Forschungsgegenstände und –ebenen in der Ökologie

historisch-, kybernetisch-, … und / oder System-orientierter Zugang

Autökologie

Ökologie der Arten
beschäftigt sich mit den Wechselwirkungen der Individuen bzw. einer einzelnen Art mit ihrer Umwelt
in den meisten Fällen steht das einzelne Individuum im Mittelpunkt, die Mitgleider der Art werden mehr zur statistischen Sicherung, der Verallgemeinerung und zur Kennzeichnenung der Variabilität herangezogen
es werden die Auswirkungen der einzelnen Umweltfaktoren auf die Individuen bzw. auf die Art untersucht; die Individuen reagieren zumeist mit konkreten Reaktionen die Arten zeigen in evolutionären Zeiträumen Anpassungen an spezielle Ausprägungen der Umweltfaktoren

Demökologie / Populationsökologie

sie setzt sich mit den Wechselwirkungen der Individuen einer Art mit anderen Mitgliedern der gleichen Population / Art oder mit den Induviduen anderer Arten / Populationen auseinander
es wird weniger das einzelne Individuum betrachtet sondern vielmehr die Auseinandersetzung mit anderen Induviduen

Synökologie

ihr Inhalt sind die Ökosysteme, es werden also die Lebensräume (Biotope) und die darin lebenden Arten (Lebens-Gemeinschaften, Biozönosen) als Gesamtheit betrachtet, deren innere Strukturen und das Zusammenspiel der Elemente untersucht

Human-Ökologie

in ihrem Mittelpunkt steht der Mensch, es werden Elemente der Aut-, Dem- und Syn-Ökologie einbezogen
in modernen sozio-ökologischen Betrachtungen werden soziologische, psychologische, pädagogische Aspekte in die Forschung mit einbezogen

aus praktischer Sicht werden machmal auch die verschiedenen Ökosysteme / Ökosystem-Typen als Abgrenzungs-Merkmal benutzt
so gibt es z.B. die:
marine Ökologie (Meeres-Ökologie)
limnische Ökologie (Süßwasser-Ökologie, Limnologie)
Boden-Ökologie
terrestrische Ökologie (Festlands-Ökologie)

theoretische Ökologie

betrachtet die Individuen und deren Umwelt aus allgemeiner Sicht, dabei werden vorrangig andere theoretische Wissenschaften – wie die Mathematik, System-Theorie, Kybernetik, … - als Grundlage genutzt
abstrahieren und verallgemeinern die Erkenntnisse der anderen Teil-Bereiche der Ökologie
arbeiten ex-situ und in-situ
besondere Leistungen dieses Teil-Gebietes sind mathematische Modelle und deren praktische Umsetzung und Benutzung in Simulationen

kybernetische Ökologie

vorrangig System-theoretische und kybernetische Betrachtung der Ökosysteme
Modellierung von Populationen und Ökosystemen

praktische und angewandte Ökologie

untersucht Auswirkungen von antropogenen Aktivitäten auf die Ökosysteme und versucht Richtlinien und Ratschläge zu entwickeln, welche dann zu solchen Aktivitäten führen sollen, welche die Natur weniger belasten und damit langfristig auch für den Menschen zu besseren Lebens-Bedingungen führen sollen
Nachhaltigkeit

Landschafts-Ökologie

beschäftigt sich mit menschlichen Einflüssen / Veränderungen / … von Ökosystemen und Landschaften
meist ist das Ziel der Erhalt der Situation / Gegebeneheiten (Urwälder, Steppen, Küstenschutz, …) oder eine Renaturierung (Moore, (mitteleuropäische) Urwälder, …)
Beseitigung von Altlasten (Erz-Abraum-Halden, Tagebau-Wüsten, …)
Planung von Nutz-Ökosystemen, …

Feuer-Ökologie

befasst sich mit Effekten rund um Busch- und Wald-Brände
oft sind die – scheibar "unökologischen" – Feuer-Katastrophen wichtige Bestandteile der normalen Vorgänge in Ökosystemen
schafft Platz für Neuanfang, Samen werden keimfähig, …
Bereitstellung von Mineralien (Asche), besondere Form der Destruation

Verhaltens-Ökologie

Evolutions-Ökologie

Einbeziehung von genetischen und evolutionären Aspekten in die ökologischen Betrachtungen

Paläo-Ökologie

beschäftigt sich mit den geschichtlichen Aspekten in der Ökologie
sie versucht die z.B. die Umwelt-Bedingungen früherer Erdzeitalter zu charakterisieren

Untergliederung auch nach den betrachteten Organismen-Gruppen praktiziert, aber selten als Forschungszweig erschöpfend:

Pflanzen-Ökologie

Tier-Ökologie

Mikroben-Ökologie

molekulare und chemische Ökologie

beschäftigen sich mit ökologischen Fragen auf der Ebene von einzelnen Molekülen und chemischen Reaktionen

2. Autökologie

Definition(en): Autökologie
Die Autökologie ist in der Ökologie die isolierte Betrachtung der Beziehungen eines Organismus (praktisch auch der Population) zu seiner (/ ihrer) Umwelt.

Definition(en): Individuum / Organismus
Ein Individuum / Organismus ist ein einzelner Vertreter einer Art.

Definition(en): Art / Spezies
Die Art ist eine Gruppe von Individuen, die sich durch einen bestimmten Typus und spezielle Merkmale von anderen Organismen-Gruppen unterscheiden. Im Allgemeinen sind die Individuen untereinander Fortpflanzungs-fähig und bilden wieder Fortpflanzungs-fähige Nachkommen.
Die Art ist ein bestimmter Organismen-Typus.

Aufgaben:

1. ***Finden Sie weitere Definitionen für Autökologie! Diskutieren Sie diese hinsichtlich Inhalt und Umfang!***
2.

2.1. allgemeine einführende Betrachtungen

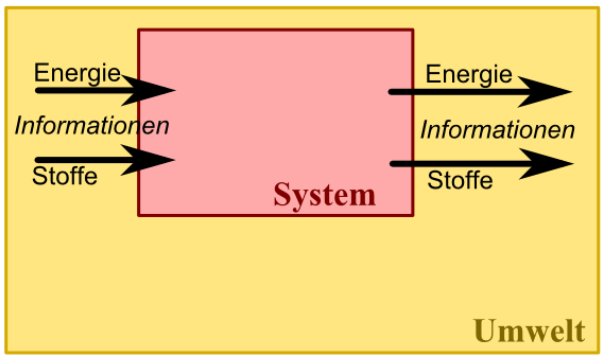
Systeme bezeichnen Prinzipien, nach den Dinge / Objekte / Prozesse geordnet werden können → Ordnungs-System / Hierarchien / …

hier mehr allgemeine Objekte, die als Ganzes in Beziehung zu einer / ihrer Umgebung gesehen werden
die meisten System machen den Eindruck eines eigenständigen und (weitgehend) unabhängigen Objektes

umgangssprachlich weit verbreitet und meist für recht komplexe / schwierige / unübersichtliche Sachverhalte benutzt

- Finanzsystem
- Redoxsystem
- Computersystem
- Sonnensystem
- Ökosystem
- politisches System
- Rechtssystem
- Verkehrssystem
- Moral-System
-

System als allgemeines und künstlich abgegrenztes Objekt wird in seiner Umgebung / Uwelt betrachtet und die Beziehungen zwischen beiden betrachtet



Systeme haben Ein- bzw. Zugänge (Input's) und Aus- bzw. Abgänge (Output's)

praktisch immer werden Energie und Stoffe (Materie) zwischen System und Umgebung ausgetauscht

i.A. kommt es zu einem ständigen Durchlauf (troughput) der Energie und Stoffe
innerhalb des System werden Energie und Stoffe umgewandelt
typischerweise sind Input und Output ungefähr gleichgroß, so dass der Eindruck eines Kontinuums entsteht, praktisch handelt es sich aber um eine Fließgleichgewicht (dieses muss nicht zu jeder zeit bestehen)
viele System können Stoffe und Energie zeitweilig speichern und so einen Gradienten zur Umgebung aufbauen
in einigen Fällen ist im System auch eine Stoff- bzw. Energie-Senke, die aber vom System (aktiv) aufrechterhalten wird

mit der Energie bzw. den Stoffen können Informationen verbunden sein
einige Wissenschaftler sehen auch eher einen Dreiklang von Stoff, Energie und Information

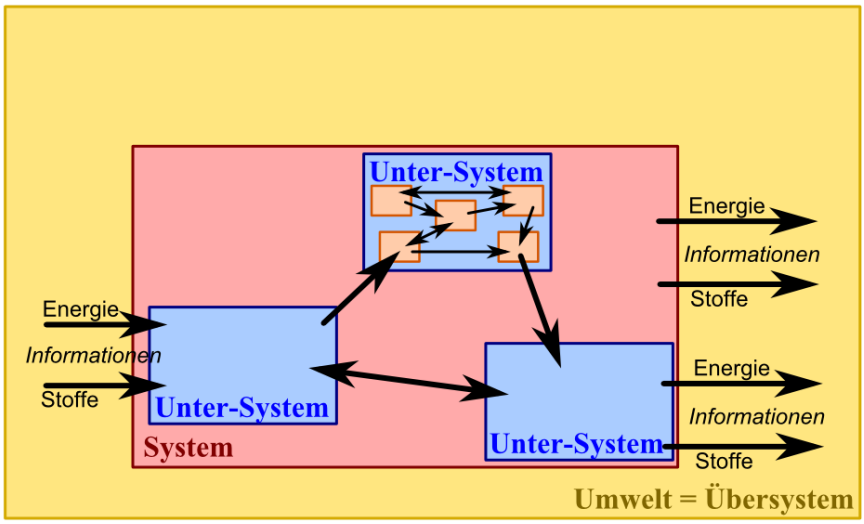
moderne Betrachtungen gehen heute eher nur noch von Energie und Materie als Tausch-Objekte aus
ob es sich dann um Informationen handelt, hängt vom empfangenden Objekt ab

Systeme reagieren auf die Umgebungs-Faktoren ("Reize")

innerhalb bestimmter (Reaktions-)Grenzen verhält sich das System relativ gleichförmig und gleicht Schwankungen der Umgebungs-Faktoren aus (dynamisches Gleichgewicht)
bei sehr großen Schwankungen oder quantitativen (oder qualitativen) Veränderungen gerät das System aus seinem Gleichgewicht und es wird zerstört oder verliert seine üblichen System-Eigenschaften
aufgebaute Gradienten zerfallen, d.h. die gespeicherten Stoff- und Energie-Potentiale werden abgebaut
üblicherweise bildet sich nun ein neues System, mit völlig neuartigen Strukturen und merkmalen

Systeme lassen sich hierarchisieren, d.h. man kann untergeordnete aber auch übergeordnete System definieren

System-Komponenten können wieder (kleinere) Systeme oder Elemente sein
sie haben bestimmte Eigenschaften
atomare Elemente von Systemen lassen sich nicht weiter zerlegen bzw. deren Zerlegung sprengt die Betrachtungs- bzw. Modell-Ebene



Systeme müssen auch immer aus mindestens zwei verschiedenen – üblich sind meist deutlich mehr – Elementen zusammengesetzt sein
die meisten System-Grenzen ergeben sich offensichtlich aus der gemeinschaftlichen "Hülle" der System-Elemente; häufig muss aber auch eine System-Grenze durch den menschen definiert werden (das trifft z.B. fast immer auf die Ökosysteme zu!)

Systeme sind dadurch gekennzeichnet, dass ihre Eigenschaften über die bloße Summation / Vereinigung der Merkmale ihrer Elemente hinausgehen.
die Interaktion mit der Umgebung erfolgt ganzheitlich, mit anderen Worten, das System scheint als ein Objekt mit der Umwelt zu interagieren
die Elemente bzw. Untersysteme sind durch Relationen / Verknüpfungen miteinander verbunden
die Relationen können gerichtet oder ungerichtet / beidseitig gerichtet sein

biologische System besitzen als besondere Eigenschaft die Selbstreproduktion

vorrangiger Zweck ist Schaffung von Objekten, die wissenschaftlich betrachtet werden können

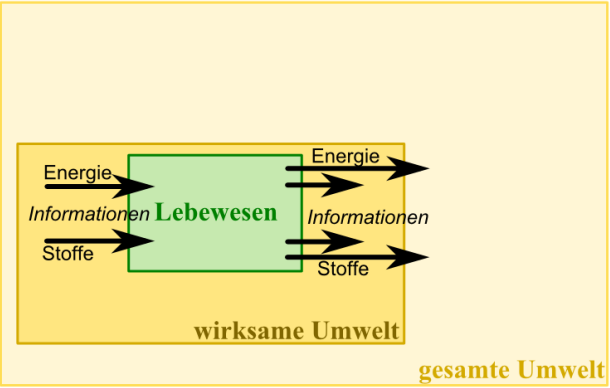
Definition(en): System
Ein System ist die Gesamt von zueinadergehörenden und miteionander verknüpften Elementen, die nach außen hin als abgegrenzte Einheit betrachtet werden können.
Ein System ist ein funktionell und ev. auch räumlich abgegrenztes Objekt der Realität. Im Allgemeinen weist ein System eine höhere Komplexität als seine Untersysteme auf. Die Gesamt-Funktionalität eines Systems ist größer als die Summe der Funktionalitäten der Untersysteme.
Ein System ist eine Struktur, die als Organisations-Form aus mehreren Komponenten / Elementen besteht und als solche mit der Umgebung interagiert.

in der Ökologie spielen System ab Ebene Organismus (selten auch bis runter zur Zelle) eine Rolle bei den übergeordneten Systemen wird meist beim Sonnensystem begrenzt

die wirksame Umwelt ist durch Faktoren gekennzeichnet, die auf das System eine direkte Wirkung haben

man spricht auch von primären Faktoren
sekundäre Faktoren wirken indirekt über andere (meist mehrere) primäre Faktoren

für ein System sind praktisch nur die primären Faktoren relevant
viele Forscher betrachten deshalb auch nur diese und unterscheiden nicht zwischen primären und sekundären Faktoren

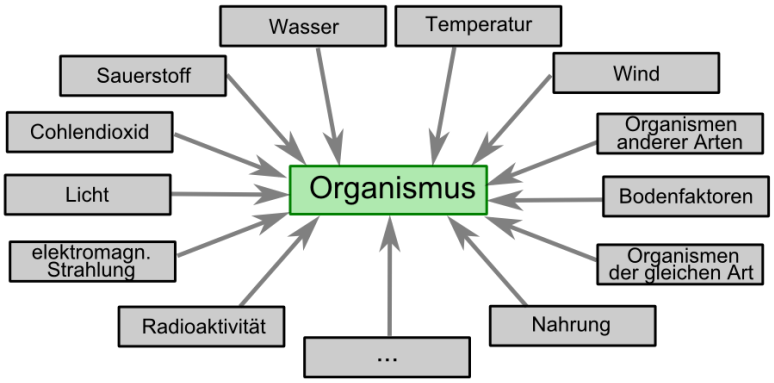


Definition(en): Umwelt (Umgebung)
Die Umwelt ist (der Teil der) / die Umgebung, mit der das Individuum Stoffe und Energie (und darüber auch Informationen) austauscht.
Umwelt ist alles, womit ein Organismus in kausalen Beziehungen steht.
Umwelt ist die komplexe Außenwelt von Organismen.
Die Umgebung eines Lebewesens, ist das, was auf dieses einwirkt und seine Lebensumstände beeinflusst. (Jakob Johann VON UEXKÜLL (1909)

Aufgaben:

1. ***Stellen Sie sich als System dar und ordnen Sie die wesentlichen Begriffe der System-Theorie der Skizze zu!***
2. ***Geben Sie typische Unter- und Übersysteme zu Ihnen selbst als System an!***
3. ***Stellen Sie die über- und untergeordneten System-Ebenen für einen einzelnen Organismus zusammen! Charakterisieren Sie immer Beispiel-haft welche System-Beziehungen auf der jeweiligen Ebene bestehen!***
4. ***Ein Forscher behauptet: "Sie sind das System, dass genau aus x-Milliarden Systemen besteht, genausoviele x-Milliarden Zellen, wie Sie enhalten." Diskutieren Sie die Aussage!***

2.2. Umweltfaktoren und die Anpassung der Organismen



Definition(en): Umwelt-Faktor
Ein Umwelt-Faktor ist ein bestimmtes Element der Umwelt, das mit dem Organismus und u.U. auch noch anderen Umwelt-Faktoren wechselwirkt.
Umwelt-Faktoren sind die Elemente der Umwelt, die mit dem Organismus wechselwirken. Sie haben i.A. einen hemmenden oder fördernden Einfluss - z.T. auch beides.

früher wurde gerne in primäre und sekundäre Umweltfaktoren unterschieden
besonders bei Pflanzen üblich

zu den primären Faktoren sollen Wärme, Wasser, Licht und Nährstoffe (i.w.S.) zählen, also Faktoren die unmittelbar wirken
bei den sekundären Faktoren ist die Wirkung weniger eindringlich, zu ihnen gehören Klima, Wetter, Wind, Boden, Beweidung, Geschlechtspartner, Feinde, Konkurrenten, …

da die Abgrenzung aber sehr willkürlich ist hat sie sich nicht durchgesetzt

auch die folgende Einteilung hat ihre Grenzen, ist aber aus wissenschaftlicher Sicht u.U. sinnvoll, sie bleibt aber auch willkürlich und muss damit immer wieder definiert werden

fundamentale Umwelt-Fakoren
- Temperatur
- Wasser
- Sauerstoff / Cohlendioxid
- Nährstoffe
- Geschlechtspartner
-

Gestalt-bildende bzw. Entwicklungs-bestimmende Faktoren

- Rhythmen / Zyklen (Licht / Temperatur / …)
- Geschlechtspartner
-

Raum-Orientierungs-Faktoren

- Schwerkraft
- Strömung
- Licht

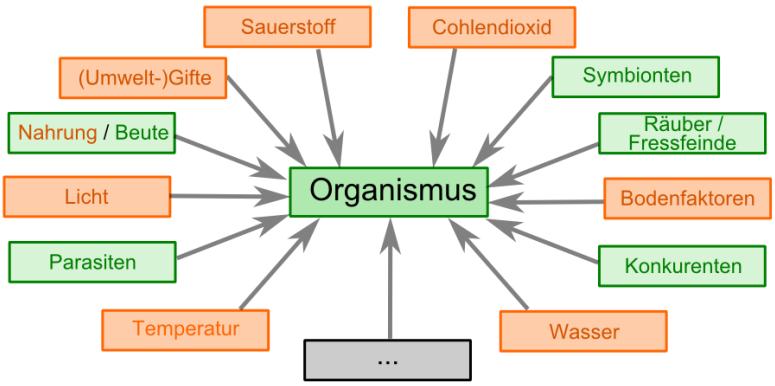
Zeit-Orientierungs-Faktoren

- Rhythmen / Zyklen
-

wie man sieht können bestimmte Faktoren mehrfach in verschiedenen Gruppen auftreten

heute üblich ist die einfache Unterteilung in abiotische und biotische Faktoren

eine Zuordnung der meisten Faktoren ist eindeutig
meist ist das auf der Ebene des einzelnen Organismus oder der Art klar durchführbar
nur wenige Faktoren sind beiden Gruppen zuzuordnen



abiotische Umweltfaktoren	biotische Umweltfaktoren
Temperatur Licht Wind Wasser Strahlung Gifte / Stoffe / Medikamente / …	Konkurenten Beute Räuber / Freßfeinde Parasiten Symbionten
Boden-Eigenschaften (edaphische Faktoren) Landschaftstruktur / Höhenlage (orographische Faktoren) Höhlen / Behausungen	Rang / Gruppen-Stellung
Boden Verteilungen / Lage Fremd-Gehäuse	

Definition(en): Habitat
Das Habitat ist die gesamte Kombination von (abiotischen und biotischen) Umwelt-Faktoren einer Art / Population bzw. eines Individuums.

In kaum einem Habitat herrschen gleichmäßige (homogene) und unveränderliche Bedingungen. Fast alle Umwelt-Faktoren unterliegen in der freien Natur einer mehr oder weniger großen räumlichen und / oder zeitlichen Gliederung oder auch Strukturierung.

2.2.1. abiotische Umweltfaktoren

Definition(en): abiotische Umwelt-Faktoren
Abiotische Umweltfaktoren sind alle die nicht-lebenden Elemente, welche die Lebensweise eines Individuums / einer Art systemisch beeinflussen.
Abiotische Umweltfaktoren sind die ein Lebewesen beeinflussenden Elemente der Umgebung, welche selbst weder von Lebewesen verursacht und / oder (primär) beeinflusst werden.

von größerer Bedeutung:

- Klima
  - Strahlung
  - Temperatur
  - Luftfeuchtigkeit
  - …
- Boden
  - Humus-Gehalt
  - Bodenstruktur, Körnung
- Licht
  - Energie-Quelle
  - Rhythmik
  - …
- Wasser
  - Wasserangebot
- Feuer
- Relief
  - Wetterseite
  - …
- chemische Faktoren
  - Nährsalze
  - Giftstoffe
  - …
- mechanische Faktoren
  - Schneelast
  - Wind
  - Mahd
  - …

Propriozeption: Wahrnehmung von Bewegungen und räumlicher Orientierung aufgrund von Reizen aus dem Körperinneren (z.B.: Lagesinn)

Definition(en): Toleranz
Die Toleranz ist die Spannbreite der Quantität eines Umwelt-Faktors innerhalb dessen ein Organismus / eine Art / eine Population diesen erdulden kann (überleben kann).

Minimum und Maximum begrenzen den Toleranz-Bereich nach unten und oben. Sie stellen die absoluten Grenzen hinsichtlich eines Umweltfaktors dar. Jenseitz dieser Grenzen ist kein Überleben für diese Art möglich. Die Tolenranz-Kurven und der Toleranz-Bereich gelten im Allgemeinen für die gesamte Art. Einzelne können ohne weitere noch engere Toleranz-Bereiche besitzen, die aber immer innerhalb des Toleranz-Bereiches der Art oder Population liegen. Der Toleranz-Bereich ist indirekt genetisch vorbestimmt. Die gebildeten Enzyme, die ausdifferenzierten Zellen, die gebildeten Organe sind nur innerhalb bestimmter Bedingungen funktionsfähig. Man spricht deshalb bei "normalen" Toleranz-Bereich häufig auch vom physiologischen Toleranz-Bereich, die die meisten Faktoren letztendlich innerhalb des Stoffwechsels (end-)wirken.
Der Bereich eines Umwelt-Faktors innerhalb dem die Art "normal" leben kann, nennt man ökologische Potenz. Die Art kann sich in diesem Bereich fortpflanzen und normal auf andere Umwelt-Faktoren reagieren.

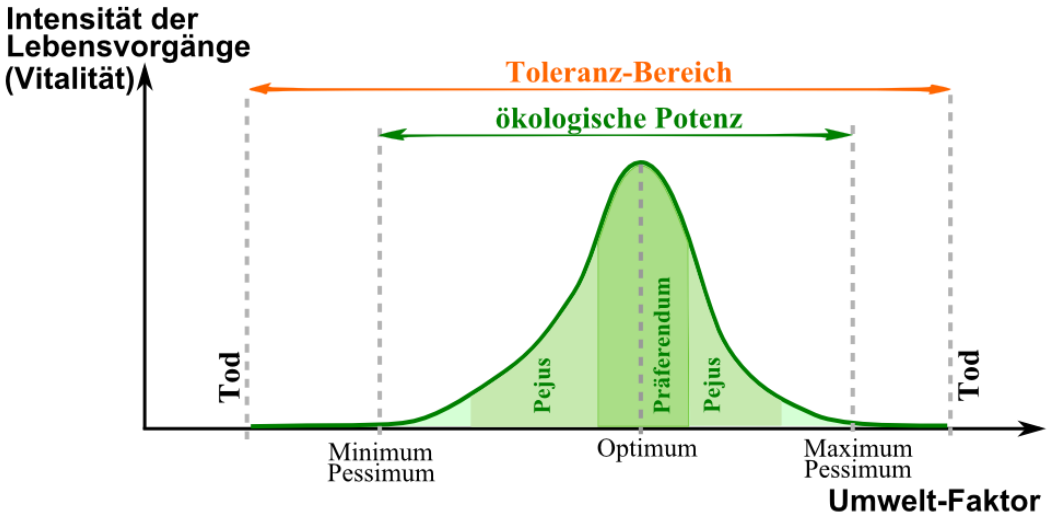
Definition(en): ökologische Potenz

Unter ökologischer Potenz versteht man die Fähigkeit eines Organismus / einer Art / einer Population die Schwankungen eines Umweltfaktors (im Rahmen der normalen Ausprägung der anderen Umwelt-Faktoren) zu ertragen, auf diesen passend zu reagieren und zumindestens über einen ausgedehnten Zeitraum zu überleben und sich fortzupflanzen.

ökologische Toleranz
begrifflich häufig mit der ökologischen Potenz gleichgesetzt, vielfach aber nur auf den einzelnen Faktor selbst betrachtet

Definition(en): Adaptation
Adaptation ist die phylogenetische (evolutionäre, stammesgeschichtliche) Anpassung der Population an bestimmte (vorhandene und sich ändernde) Umweltbedingungen.

Grundlage für verschiedenartigkeit der Organismen sind Mutationen (Veränderungen des genetischen Materials.



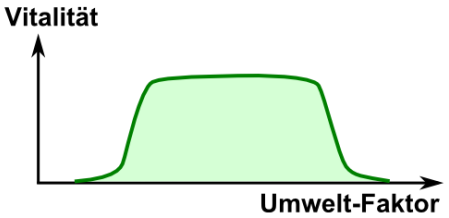
Im Bereich des Optimum herrschen die besten Bedingungen bezüglich des betrachteten Umwelt-Faktors. Hier kann sich der Organismus am Besten – eben optimal – entwickeln. Für einzelne Lebens-Abschnitte können die Optima aber sehr unterschiedlich innerhalb des Toleranz-Bereiches liegen.
In Kombination mit anderen Umwelt-Faktoren ergibt sich aber oft ein stark verändertes Bild (→ synökologisches Optimum).
An den Rändern des Toleranz-Bereiches ist ein Überleben (und meist wirklich nur dieses) möglich. Diese Bereiche werden Pessimum genannt.
Toleranz-Gesetz von SHELFORD

Definition(en): ökologisches Optimum
Das ökologische Optimum ist die Ausprägung eines Umwelt-Faktors, bei der die Organismen eines Population unter natürlichen Bedingungen die besten Überlebens-Chancen haben.
Das ökologische Optimum ist die Ausprägung eines Umwelt-Faktors, bei dem die Art / Population am Induvidienreichsten ist.

Definition(en): ökologisches Pessimum
Das ökologische Pessimum ist die Ausprägung eines Umwelt-Faktors, bei dem ein Individuum / die Organismen einer Population unter natürlichen Bedingungen gerade noch (zeitweise) eine Überlebens-Chance haben.
Das ökologische Optimum ist die Ausprägung eines Umwelt-Faktors, bei dem die Art / Population am Induvidienärmsten ist.

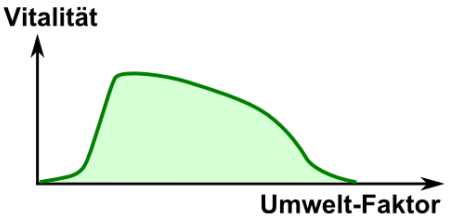
Pejus
Zwischen-Bereich / Zwischen-Stadium
normal genutzter / besuchter Bereich des Umweltfaktors
z.B. bei täglichen Wanderungen / Tagesgängen / …

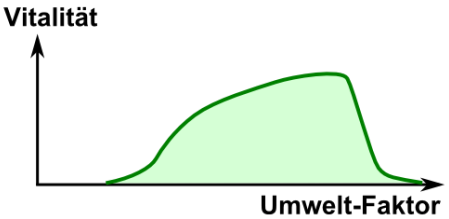
euryök
eurypotent, eurytolerant, großer / breiter Toleranz-Bereich



z.B. gegenüber Nahrung Mensch (*(s) Homo sapiens sapiens*); *Schwein (*(s) *Sus scrofa*), *Haus-Ratte (*(s) *Rattus rattus*)
Kakerlake (*(s) Blatta orientalis*);

typisch sind globale Verbreitung – meist auch über alle Kontinente oder bei isolierten Kontinenten über große Gebiete mit unterschiedlichsten Lebensbedingungen
gleiches gilt für die Ozeane oder andere Gewässer als Lebensraum für Wasser-lebende Organismen
kosmopolitisch, ubiquitär (lat.: ubique = überall)

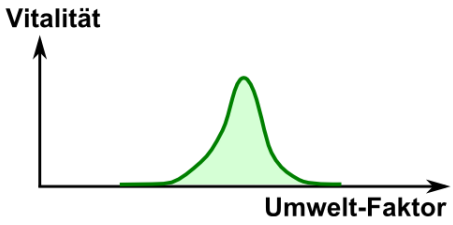




Definition(en): Reaktions-Norm
Die Reaktions-Norm ist die (aus der Genetik stammende) Variationsbreite eines Phänotyps, die sich basierend auf einem Genotyp durch einwirkende Umweltfaktoren entwickeln kann.

manchmal auch noch in älterer Literatur Modifikationsbreite

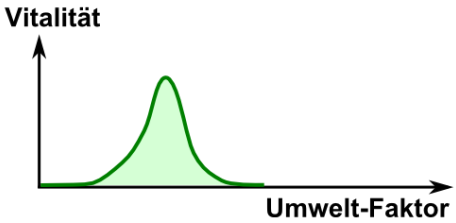
stenök
stenopotent, stenotolerant, kleiner / enger Toleranz-Bereich
dienen dann als Zeiger-Arten, an ihnen läßt sich die Quantität eines Umwelt-Faktors in bestimmten Grenzen erkennen



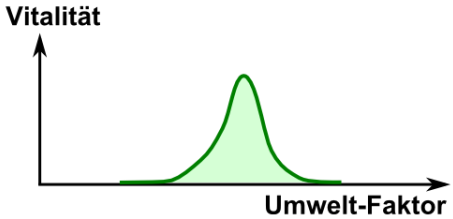
stenök gegenüber Nahrung (meist hochgradige Spezialisierung) sind Koala (*(s) Phascolarctos cinereus*), Panda (*(s) Ailuropoda spec.*)

Verbreitung von stenöken Organismen ausgesprochen regional
auch endemisch (altgriech.: endemos = einheimisch, heimisch)
meist nur kleine und sehr ähnliche Lebensräume
geographisch ev. schmale Verbreitungs-Bänder oder -Streifen

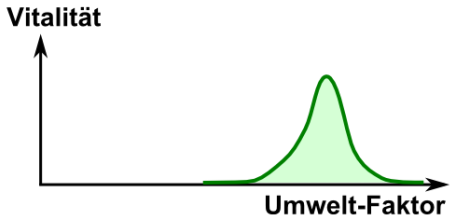
oligopotent
ein relativ im unteren Bereich des Umwelt-Faktors liegende ökologische Potenz (im Vergleich zu den meisten anderen Arten stenök)



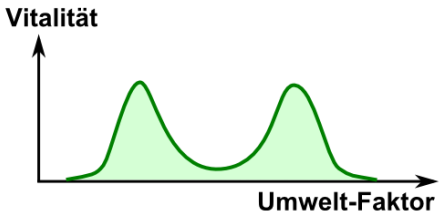
mesopotent
ein relativ im mittleren Bereich des Umwelt-Faktors liegende ökologische Potenz (im Vergleich zu den meisten anderen Arten stenök)



polypotent
ein relativ im oberen Bereich des Umwelt-Faktors liegende ökologische Potenz (im Vergleich zu den meisten anderen Arten stenök)



selten zwei oder mehr Optima
solche Kurven weisen eher auf das hintergründige Wirken eines weiteren Faktors (z.B. einer konkurrierenden Art) hin (→ synökologischen Optimum)



z.B.

Umwelt-Faktor	Benennung		Bemerkungen
	breite Toleranz	schmale Toleranz	
Temperatur	eurytherm	stenotherm	
Salzgehalt	euryhalin	stenohalin	
Feuchtigkeit	euryhygr	stenohygr	
Sauerstoff-Gehalt	euryoxygen	steno(o)xygen	
Wasser-Tiefe (Druck)	eurybatisch	stenobatisch	
Nahrung / Nahrungs-Quellen	euryphag (polyphag)	stenophag (mono- od. oligophag)	
geographische Verbreitung	eurytop	stenotop	

/nach de.wikipedia.org/

Definition(en): physiologische Potenz
Die physiologische Potenz ist die unter experimentellen Bedingungen ausgetestete Toleranz gegenüber einem Umweltfaktor.

Modifikation

Angepasstheit der Arten

Extremophilie
Anpassung an extreme Umweltbedingungen, zumeist nur einer oder wenige Faktoren betroffen

thermophile
an Temperaturen über 80 °C angepasst

psychrophile
an Temperaturen unter 15 °C angepasst

kryophile
an Temperaturen unter -10 °C angepasst

xerotolerante
kommen in Wasser-armen Lebensräumen vor

halophile

an Salzgehalte über 0,2 mol/l / angepasst

methanophile
an hohe Methan-Gehalte angepasst

alkaliphile
an pH-Werte > 9 angepasst

acidophile
an pH-Werte < 3 angepasst

barophile
an hohen hydrostatischen Druck angepasst

radiophile
tolerieren ionisierende Strahlung

endolithe
leben im Inneren von Gesteinen

oligotrophe
leben unter Nährstoff-armen Bedingungen

toxitolerante
tolerieren einen oder mehrere toxische / giftige Stoffe

ökologische Nische

interessante Links:

http://www.philipphauer.de/info/bio/toleranzbereich/ sehr gutes Material zum Thema "Toleranzbereich"

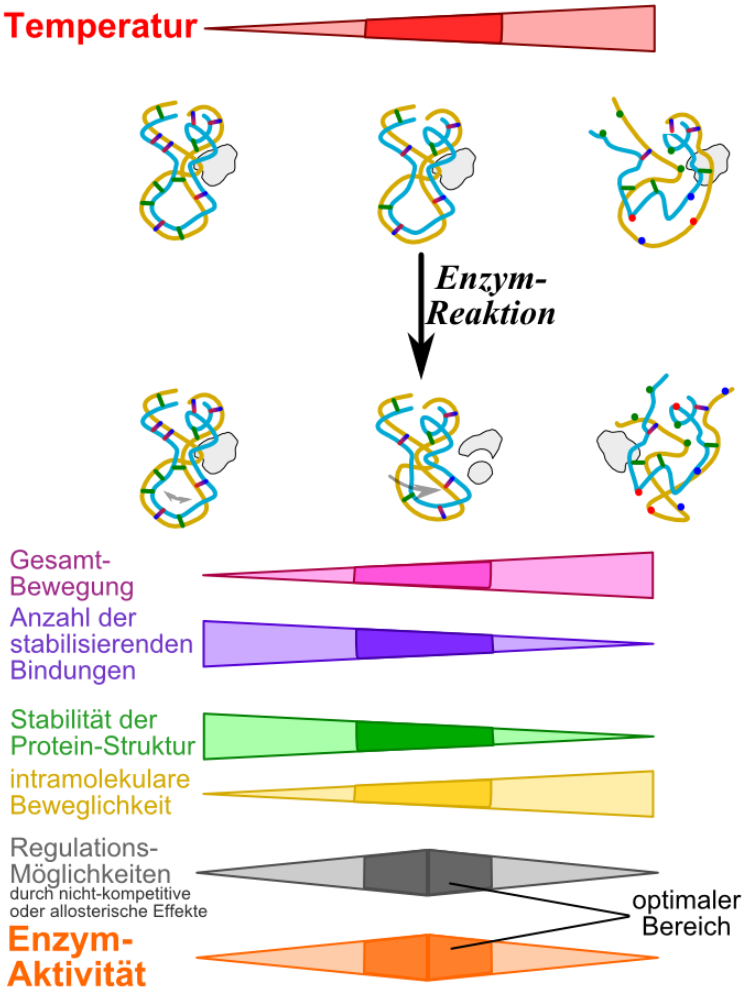
2.2.1.x. Temperatur

Wirkung auf andere / Beziehung zu anderen abiotische(n) Faktor(en)

- Verdunstung
- Niederschlags-Formen

wirkt zumeist über den Stoff- und Energiewechsel (zentraler Angriffspunkt)

besonders betroffen sind die enzymatischen Reaktionen, die Enzyme sind sehr empfindlich gegenüber Veränderungen der Umgebungsbedingungen, besonders hinsichtlich Temperatur und pH-Wert
Ursache liegt in der notwendigen Passung von Substrat und dem aktiven Zentrums des Enzyms (Schlüssel-Schloß-Prinzip)
geringfüge Veränderungen der Umgebungs-Bedingungen bewirken Veränderungen des aktiven Zentrums, aber auch der Protein-Strukturen, die quasi wie ein Werkzeug bzw. Roboter eine bestimte Veränderung des Substrates vornehmen. bei nicht passender / nicht funktionierender Protein-Struktur auch kein oder nur ein verzögerter Arbeitsgang möglich (internes Räderwerk funktioniert nicht oder sehr schlecht)
das bedeutet Veränderung der Stoffwechel-Leistung und damit der Leistung der Zelle oder gar des ganzen Organismus



Zusammenhänge zwischen verschiedenen Faktoren und der Protein-Stabilität
Q: veränd. u. erweit.. nach /11, S. 104/

Anpassungs-Möglichkeiten / -Strategien zur besseren Toleranz höherer Temperaturen:

- Nutzung und Entwicklung alternativer Stoffwechsel-Wege (Metabolismen)
- Nutzung der thermischen Energie selbst als Energie-Quelle
- Auslese zu thermostabilen Protein-Strukturen
- Auslese zu thermostabilen Membran-Strukturen (z.B. zur besseren Aufnahme von Proteinen)
- Verkürzung der Lebens-Zyklus eines Proteins (z.B. durch schnellere Resynthese)

euryök gegenüber der Temperatur (eurytherm) sind z.B. Ratte (*(s) Rattus rattus*), Purpur-Seerose (*(s)*)
stenök gegenüber der Temperatur (stenotherm) sind z.B. Bachforelle (*(s)*), Schneealge (*(s)*)

Lebens- / Bewegungs-Aktivität

Bezeichnung	**Temperatur-Bereich**		
kryophil	unter -10 °C		
psychrophil	unter 15 °C		
mesophil	20 – 45 °C		
thermophil	45 – 80 °C		
hyperthermophil	über 80 °C		

Aklimatisierung möglich (z.B. Zoo-Tiere), auch durch Anpassung (z.B. Einwanderungs-Arten (Immigranten)), z.B. Tiger-Mücke
Haltung im Zoo etc. bleibt aber innerhalb der Toleranz – nicht aber immer innerhalb der ökologischen Potenz

VAN'T-HOFFsche Regel (RGT-Regel)

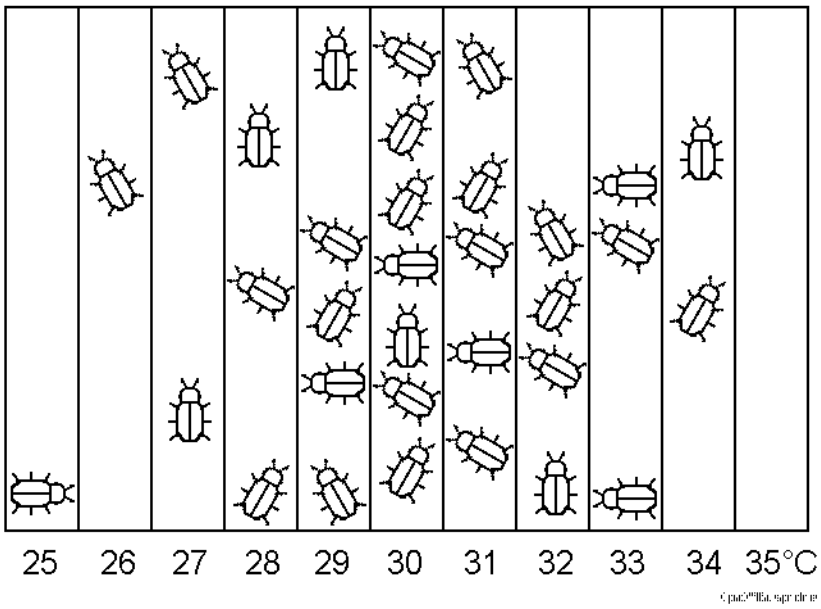
Regel(n): VAN'T-HOFFsche Regel / Reaktionsgeschwindigkeits-Temperatur-Regel (RGT-Regel)
Die VAN'T-HOFFsche Regel ist eine physikalisch-chemische Regel, die den prinzipiellen Zusammenhang zwischen der Veränderung von Reaktions-Geschwindigkeiten und ähnlichen physikalischen Größen in Abhängigkeit von Temperatur-Veränderungen beschreibt.
Erhöht man die Temperatur um 10 K (= 10 grd), dann verdoppelt bis verdreifacht sich die Reaktionsgeschwindigkeit. In seltenen Fällen kann sie auch bis zum zehnfachen steigen. Einige wenige Reaktionen sind nicht von der Temperatur abhängig!

Wirkung unterschiedlicher Oberflächen-Strukturen und –Färbungen

dunkle Haut absorbiert Licht besser als helle
glatte Haut, Hautschuppen, Federn und Haare reflektieren Licht stärker aus gewellte / raue
steht aber im Widerspruch zu Tarneigenschaften, die werden durch hohe Reflexion eher verringert
dafür bessere Erkennung von Sexual-Partner oder bei Warntrachten (→)

Präferenz (Vorzugs-Temperatur)

Temperatur-Orgel



Dominanz
Wechsel zwischen unterschiedlichen Stoffwechsel-Prozessen

Änderung der Körper- bzw. Fell-Farbe (dunkle Färbungen absorbieren besser die Wärme)
Ausbildung von Winter- und Sommer-Fell bzw. Gefieder

Geschlechts-Festlegung / Geschlechts-Determinierung
z.B. *Florida-Aligatoren*
bei der Brut vorherrschende Temperetur bestimmt über das Geschlecht der schlüpfenden Tiere

Umschaltung zwischen Parthenogenese und Gonochorismus (Ausbildung von Männchen; z.B. Wasserfloh)

Transpiration

vielfach unterschätzt in ihrer Bedeutung werden tiefe Temperaturen
sie

- verringern die Enzym-Aktivität dramatisch
- lassen das Zellwasser gefrieren und verhindern damit den Stoff-Transport und die Verwendung von Wasser als Ausgangsstoff
- mechanische Zerstörungen durch Bildung von Wasser-Kristallen

unter ungefähr -1 °C werden in normalen Zellen die meisten Lebens-Funktionen unmöglich (Gefrieren des Plasma)

in Regionen mit tieferen Temperaturen entweder als gleichwarmes Tier (mit eigener Wärme-Produktion) oder mit speziellen Frostschutz-Strategien

Anpassungs-Strategien:

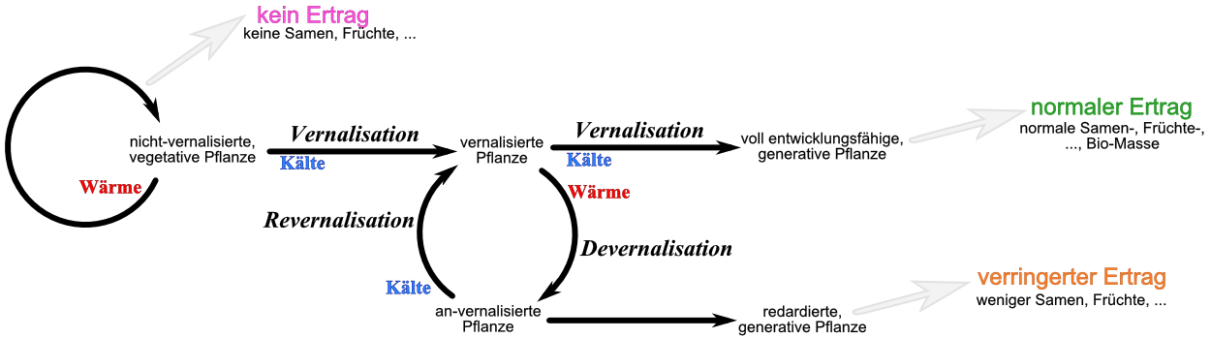
- "Frostschutz-Mittel", Erhöhung der Menge gelöster Stoffe im Zellplasma; Einsatz bestimmter Stoffe (z.B. Glycerol und andere mehrfache Alkohole (Polyhydroxy-Verbindungen), z.B. auch Ethylenglycol)
- Antifrost-Proteine; setzten ebenfalls den Gefrierpunkt des Zellplasmas bzw. der Körperflüssigkeiten herab (z.B. bei Fischen in polaren Gewässern (z.B. Eisfische, Winterflundern, …)
- Einsatz "kryoprotektiver Substanzen", wie z.B. Zucker-Derivate, nicht-toxischer Aminosäuren und bestimmte Salze

z.B. Arktischer Laufkäfer *(s) Pterostichus brevicornis* kann in der Winterform mit einem Glycerol-Gehalt von rund 22 % noch Temperaturen bis – 35 °C überleben (Sommerform enthält 1 % Glycerol und stirbt bei unter - 7 °C)

Vernalisation / Frost-Bedürfnis / Jarowisation
vernalis, lat.: Frühlings-; jarowoi, russ.: Sommer-
def. als Übergang von der vegetativen in die generative Phase bei einer Pflanze durch Kälte-Einwirkung
in den meisten Fällen geht es um die Blüh-Indikation, statt Laubblättern werden dann später (im Sommer) Kelch-, Kron-, Staub- und Frucht-Blätter angelegt
notwendige Frost- bzw. Tief-Temperatur-Phase (-2 – 5°C (selten 0 – 10 °C); bestimmte Länge oder / und Temperatur-Tiefe) zur Weiter-Entwicklung / Entwicklung bestimmter Organe / Erreichung bestimmte Entwicklungs-Stufe / Reife-Stufen usw.
bei Winter-Getreide ist ausgeprägter Frost erforderlich; steigert die Host-Bildung, d.h. es bilden sich mehrere Wurzel-basierte Halme

auch Zeitgeber-Funktion
z.B. bei *Winter-Getreide, Rübe, Sellerie, Kohl, Bilsenkraut, Fingerhut*
umfangreich erforscht durch Gustav GASSNER
obligatorische Vernalisation … unbedingt notwendige Kälte-Einwirkung für Weiterentwicklung der Pflanze
fakultative Vernalisation … nicht unbedingt notwendige Kälte-Einwirkung; sie beschleunigt aber Blüten-Bildung

Giberellin-Gabe (Pflanzen-Hormon) kann Vernalisation ersetzen / simulieren
molekularer Ablauf bzw. Wirk-Prinzip nicht (vollständig) geklärt (es wird ein Pflanzen-Hormon vermutet, dass erst nach einer ausreichenden Kälte-Periode gebildet wird)
(mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit könnte es auch die Zerstörung eines (anderen) Pflanzen-Hormons sein, dass die Laubblatt-Bildung fördert oder die Bildung der Geschlechts-Organe verhindert? das würde den normalen / üblichen biochemischen Prinzipien übereinstimmen / zu erklären sein)
unerwüschte Vernalisation z.B. bei Zuckerrüben, wenn diese im späten Frühling Frost bekommen; es bilden sich dann vorrangig blühende Pflanzen, die keine optimale Rübe (als eigentliche Nährstoff-Speicher für die Überwinterung zum 2. Jahr (2-jährige Pflanze)) bilden



Pyrophyten

benötigen sehr hohe Temperaturen – meist Feuer – zur optimalen Entwicklung
durch das Feuer werden sehr dicke Samen-Schalen gesprengt, bestimmte Enzyme (Keim-Inhibitoren) deaktiviert, Nachbar-Pflanzen (als Konkurrenten) abgetötet, Zapfen geöffnet, zusätzliche Nährstoffe (Asche) bereitgestellt, …
oft sind die Pyrophyten Pionier-Pflanzen in Sukzessions-Systemen
aktive Pyrophyten wird das vegetative Wachstum durch Feuer / hohe Temperaturen gefördert
bei einigen aktiven Pyrophyten ist das Feuer direkt für die Samen-Keimung notwendig
passive Pyrophyten sind durch spezielle Bildungen (z.B. dicke Borke (Korkeiche), Wurzelstöcke, …) an das Auftreten gelegentlicher Feuer angepasst, sie brauchen das Feuer aber nicht unbedingt für ihre Entwicklung

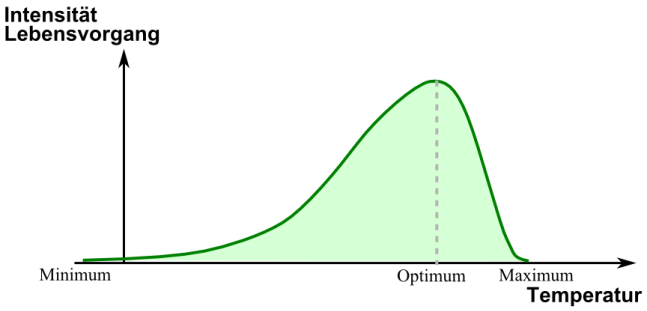
Beispiele: Korkeiche ((*s) Quercus suber*), Venusfliegenfalle, Mammutbäume, "Feuer-Lilie" *(s) Lilium pyrophilum*

wechselwarme Organismen

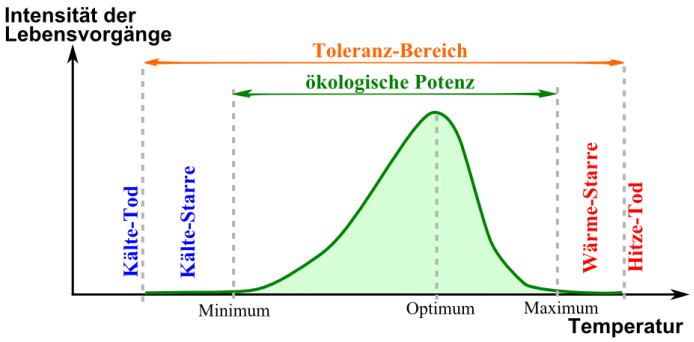
poikilotherm
ektotherm – Regulation der Temperatur von Außen / durch die Umwelt

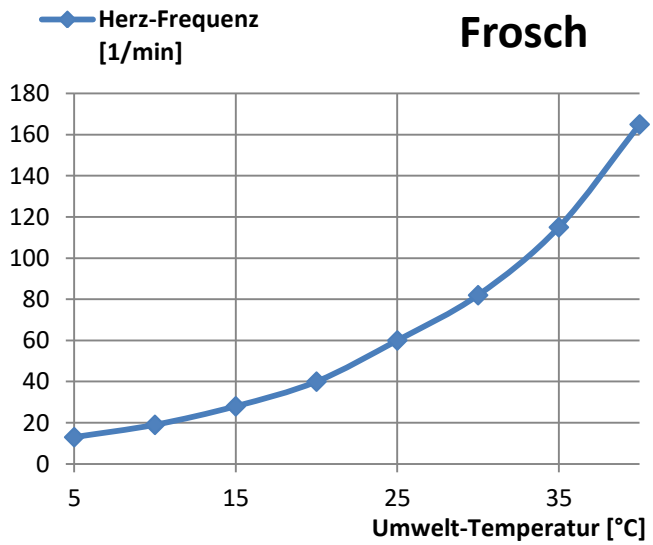
praktische alle Organismen außer den Vögeln und den Säugetieren
ev. waren auch einige Saurier (als ausgestorbene Kriechtier-Gruppe) schon gleichwarm

Lebensvorgänge und vor allem deren Intensität ist von der Temperatur abhängig
in den meisten Fällen eine klassisches Abhängigkeits-Verhältnis, dass auf die Basis der Lebens-Vorgänge – die Proteine - hinweist



Temperatur wird fast ausschließlich (direkt) durch die Umgebungs-Temperatur bestimmt nur sehr geringer Zusatz durch biochemische Vorgänge
Felsen usw. können dabei auch bis in die späten Abendstunden noch reichlich (vom Tag gespeicherte) Wärme abgegeben





/Daten-Q: http://www.philipphauer.de/info/bio/wechselwarm-gleichwarm/

Entwicklungs-Dauer nimmt mit steigender Temperatur expotentiell ab

Entwicklungs-Geschwindigkeit $v_{Entw.}$ ist das Reziproke der Entwicklungs-Dauer $t_{Entw.}$

thermaler Entwicklungs-Nullpunkt T_0 (Schnittpunkt der Reziproken-Gerade mit der Temperatur-Achse)

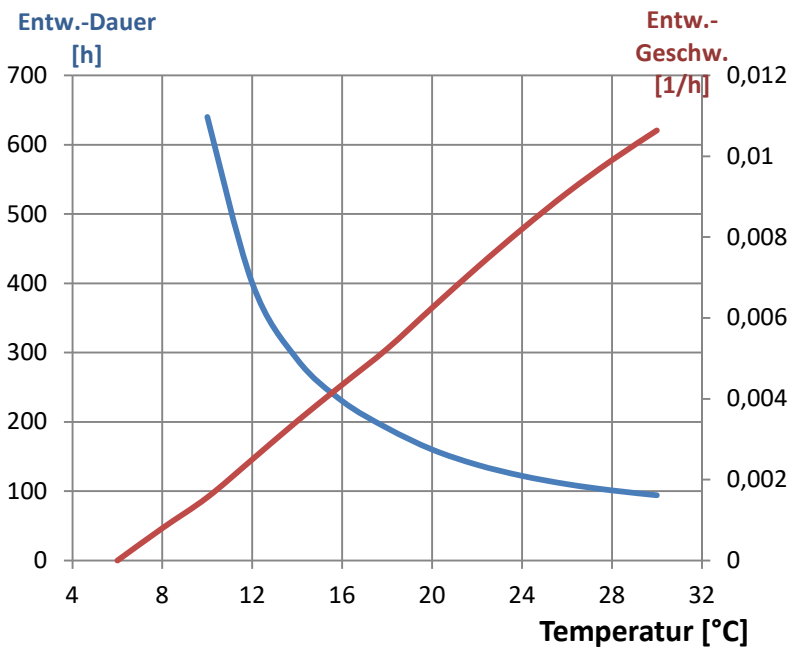
für die Erreichung eines bestimmten Entwicklungs-Punktes wird eine Art-spezifische Temperatur-Summe (besser Wärme-Summe) benötigt

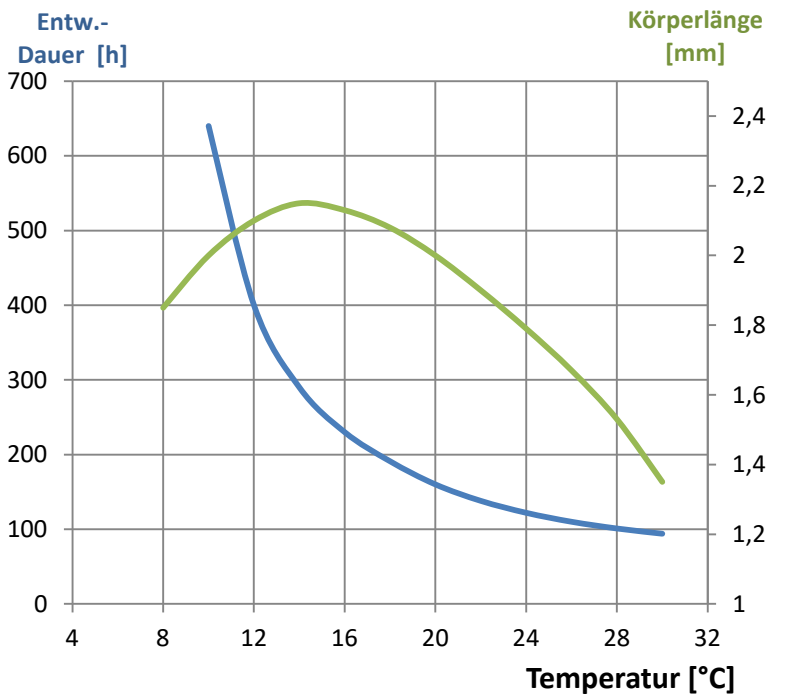
die Art-spezifische Thermal-Konstante c lässt sich über

$$c = t_{Entw.} \cdot (T - T_0)$$

berechnen. Damit lassen sich z.B. Zeitpunkte für Fütterungen oder der Einsatz von Schädlings-Bekämpfungs-Mitteln bestimmen.

bester Biomasse-Gewinn (größte erreichte Körperlänge) zeigt Optimum an, bei niedrigeren oder höheren Temperaturen erfolgt ein verstärkter Verlust z.B. durch Zell-Atmung und Transpiration





Abhängigkeit der Entwicklungs-Dauer, –Geschwindigkeit und Körperlänge von der Temperatur
(s) Aphis fabae (A) Schwarze Bohnenblattlaus
/Daten-Q: 7, S. 408/

Kälte-Starre
Winter-Starre, Tod-ähnlich, kaum nachweisbarer Stoff- und Energie-Wechsel
Körpertemperatur im Prinzip gleich der Umwelt-Temperatur
auch Zeitgeber-Funktion

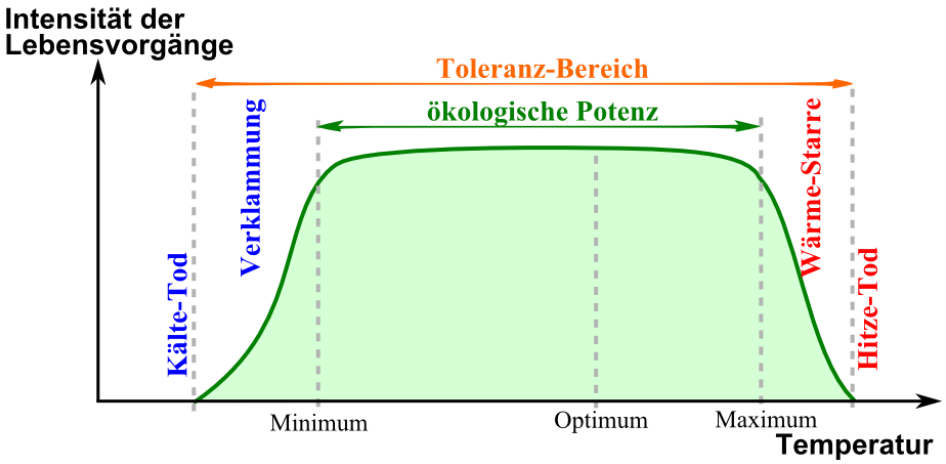
letale Temperaturen: Zaun-Eidechse -1,3 °C; Insekten-Eier -40 °C

gleichwarme Tiere

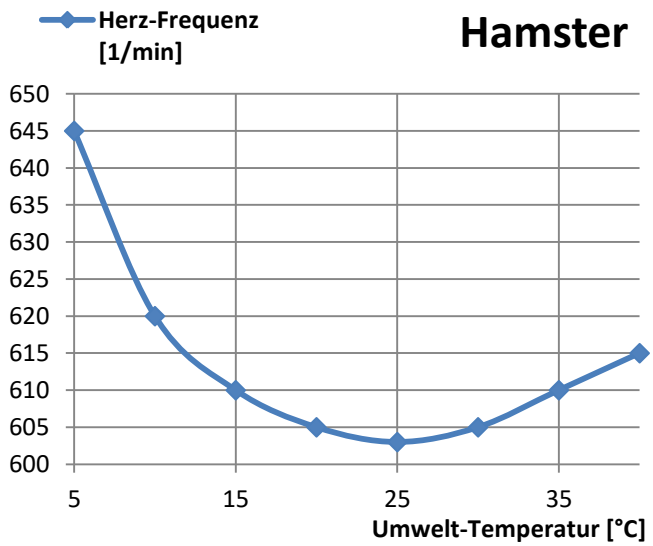
homoiotherm
endotherm – Regulation der Körper-Temperatur von Innen heraus

vollkommen gleichwarme Tiere
Säugetiere, Vögel

unvollkommen gleichwarem Tiere
Kloakentiere, einige Vögel



wesentlicher Anteil zur Körper-Temperatur aus intensiven biochemischen Vorgängen
verbrauchen bis 90% ihrer Energie-Aufnahme für die Produktion und Regulation der Körper-Temperatur (Körper-Wärme)
viele Organismen müssen sogar Kühl-Mechnismen besitzen, um eine Überhitzung zu vermeiden
dazu gehören auch wir Menschen (→ Haar-Losigkeit der großen Körper-Oberfläche; Transpiration; ev. auch aufrechter Gang)



/Daten-Q: http://www.philipphauer.de/info/bio/wechselwarm-gleichwarm/

evolutionäre Vorteile:
höhere Ausdauer (z.B.: Flucht, Jagd, Balz u. Paarung, Aufzucht der Nachkommen, …)
Besetzung neuer Nischen (Nacht- und z.T. längere Dämmerungs-Aktivität)
verbesserte Hirn-Leistung

Nachteil rund 30x größerer Energie-Bedarf
im Vergleich zu großen Echsen immer noch rund 10x höherer Bedarf

Wärme-Verlust: praktisch nur Wärmeabgabe (Wärme-Leitung, Konduktion) ruhiges Umgebungs-Medium

$Q\ [J] = k\ [W/m^2K] * A\ [m^2] * t\ [s] * DT\ [K]$

dazu kommen weitere Verluste durch:
Strömung
Strahlung ($P\ [W] = s\ [W/m^2K^4] * e\ [\ ] * A\ [m^2] * (T_1^4 – T_2^4)\ [K^4]$)
Verdunstung (Evaporation) ($Q\ [J] = r\ [J/kg] * m_{KG}\ [kg]$)

Körper-Oberfläche ($A_K = 0{,}202 * m_{KG}^{0{,}425}\ [kg] * h^{0{,}725}\ [m]$) für Mensch!

Kälte-Ruhe
Winter-Ruhe, tiefer Dauerschlaf, Stoff- und Energie-Wechsel verlangsamt,
Körper-Temperatur ist größer als Umwelt-Temperatur
beim Erreichen der Letal-Temperatur erfolgt Weck-Reiz
auch Zeitgeber-Funktion

letale Temperaturen: Igel 2 °C; Hamster 4 °C

Winter-Ruhe
verlängerter Ruhe-Schlaf; Stoff- und Energie-Wechsel normal; Körper-Temperatur normal
Weck-Reiz schon bei steigenden Temperaturen möglich / Unterbrechung der Ruhe-Phase
auch Zeitgeber-Funktion

z.B. Eichhörnchen

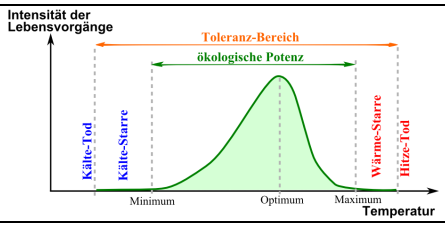
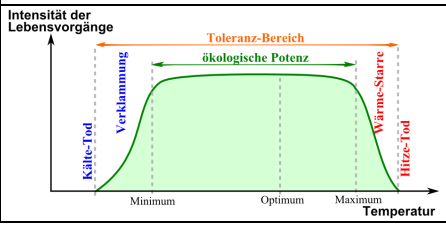
Tier-Art	**Winter-schlaf [Mo]**	
Dachs	3 – 3 ½	
Eichhörnchen	2 – 3 ½	
Feldhamster	2 – 3 ½	
Fledermäuse	5 – 6	
Haselmaus	6 – 7	
Igel	3 – 4	
Murmeltier	5 – 6	
Siebenschläfer	6 – 7	
Ziesel	3 – 4	

Winterschlaf (Hibernation)

Anpassungen der gleichwarmen Tiere
gute (isolierende) Körper-Abdeckung (Fell, Gefieder, Unterhaut-Fettgewebe, …)
Einrichtungen zur Wärme-Abgabe / Kühlung und Aufnahme (Schweißdrüsen, Zunge, // dunkle Haut)
Leistungs-fähiger Blutkreislauf
präzises Regel-System mit fein verteilten Sensoren und unterschiedlichen Reaktions-Möglichkeiten in verschiedenen Körperregionen

Vorteile der Homoiothermie
breiter Aktions-Bereich (auch in klimatisch ungünstigen Regionen und zu ungünstigeren Zeiten (Nacht-Aktivität))

Nachteile der Homoiothermie
großer Energie-Verbrauch
ev. spezielle Verhaltens-Muster (Winterruhe, Winterschlaf, Wander-Bewegungen, Anlegen von Fett-Reserven)

	wechselwarme poikilotherme	gleichwarme homoiotherme
Beispiele	(Bakterien und Blaualgen Pflanzen Pilze) Hohltiere Würmer Spinnen Insekten Fische Amphibien Kriechtiere (Saurier ✞)	(einige Saurier ✞) Vögel Säugetiere (unvollkommen gleichwarm: Kloakentiere, einige Vögel)
Merkmale	Körper-Temperatur ändert sich in Abhängigkeit von der Umgebungs-Temperatur	Körper-Temperatur in weiten Grenzen konstant
mögliche Vorteile	geringer Energie-Bedarf geringer Nahrungs-Bedarf in kälteren Zeiten keine Reserven notwendig	Aktivität in einem größeren Umwelt-Temperatur-Bereich (eurytherm)
mögliche Nachteile	Inaktivität bei geringeren Umwelt-Temperaturen (Gefahr zur Beute zu werden) geringe Verbreitung	hoher Energie-Verbrauch Reserven / Speicher notwendig diverse Anpassungen (z.B. Isolation) und Verhaltensweisen (z.B. Wanderungen, Winterschlaf) notwendig
Art der Temperatur-Regulation	nur geringfügig durch bestimmte Verhaltensweisen möglich (z.B. Sonnen)	durch Stoffwechsel-Abwärme und Transpiration / Wärme-Ableitung
begrenzender Umweltfaktor	Temperatur	Nahrung / Kühlung / Wärme-Produktion durch Muskel-Zucken
mögliches Verhalten im Winter	Kälte-Starre	durchgehende Aktivität möglich ev. Winter-Schlaf od. Kälte-Ruhe
		

Regel(n): ALLENsche Regel / Proportions-Regel
Die ALLENsche Regel ist eine ökogeographische Regel, die das beobachtete Phänomen der Verkleinerung des Körper-Anhänge (Ohren, Schwanz, Extremitäten) im Zusammenhang zur steigenden geographischen Lage des Lebensraums beschreibt.
Vergleichbare gleichwarme / homoiotherme Organismen besitzen umso kleinere exponierte Körper-Teiöe (Körper-Anhänge (Ohren, Schwanz, Extremitäten)) je kälter ihr Lebensraum bzw. je größer die geographische Breite ihres Lebensraums ist.

auch 2. Klima-Regel (was aber etwas vom Kern der Regel ablenkt)
Joel Asaph ALLEN (1838 – 1921)

Fuchs-Art ***Canis …***	**Lebensraum**			
Polarfuchs ***C. lagopes***	Tundra			 Q: de.wikipedia.org (Marcel Burkhard)
Rotfuchs ***C. vulpes***	gemäßigte Breiten			 Q: de.wikipedia.org (U.S. Fish & Wildlife Service)
Fennek ***C. zerda***	Wüste			 Q: de.wikipedia.org (ladypine)

Regel(n): BERGMANNsche Regel / Größen-Regel
Die BERGMANNsche Regel ist eine ökogeographische Regel, die das beobachtete Phänomen der Vergrößerung des Körper-Volumens bzw. der Körper-Masse im Zusammenhang zur steigenden geographischen Lage des Lebensraums beschreibt.
Vergleichbare gleichwarme / endotherme Organismen sind umso größer / voluminöser je kälter ihr Lebensraum bzw. je größer die geographische Breite ihres Lebensraums ist.

auch 1. Klima-Regel (Klima ist aber nicht der Wirkteil der Regel, sondern – zumindestens teilweise – die Ursache)
Carl BERGMANN (1847)

Link (original-Quelle):
Ueber die Verhältnisse der WÄRMEÖKONOMIE DER THIERE zu ihrer Größe von Carl BERGMANN (Göttinger Studien 1847)
https://books.google.de/books?id=EHo-AAAAcAAJ&dq=inauthor:Carl+inauthor:Bergmann&pg=PA1&hl=de#v=onepage&q&f=false

Pinguin-Art **Spheniscus …** **Aptenodyptes …**	**Körper-länge [cm]**	**Körper-masse [kg]**	**Feder-länge [cm]**			**Vorkommen (südl. Breite)**
Galapagos-P. ***S. mendiculus***	50 - 55	2,0 - 2,2	2,1		 Q: de.wikipedia.org (putneymark)	0° (Äquator)
Humboldt-P. ***S. humboldti***	65	4,5	2,1		 Q: de.wikipedia.org	5 – 35
Magellan-P. ***S. magellanicus***	70 - 72	4,5 – 5,0	2,4		 Q: de.wikipedia.org (U.S. NASA)	34 – 56
Königs-P. ***A. patagonica***	95	15	2,9		 Q: de.wikipedia.org (Ben Tubby)	50 – 60
Kaiser-P. ***A. forsteri***	110 -120	30 - 40	4,2		 Q: de.wikipedia.org (Ian Duffy)	65 – 70

/Daten-Q: de.wikipedia.org/

weitere beobachtete Beispiele: Bären, Hunde / Wölfe, Füchse, Wildschweine

ursachlicher Zusammenhang ist die ungleichmäßig Vergrößerung der Körper-Oberfläche (nur mit 2. Dimension, quadratisch) zum Körper-Volumen (3. Dimension, kubisch)

bei größeren Objekten nimmt das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen immer mehr ab

ab einem bestimmten Körper-Volumen ist die Wärme-Produktion auch bei wecheselwarmen Tieren größer als die einfache Wärme-Abgabe über die Haut, daraus folgt eine Art Übergang zum gleichwarmen Status, die Körper-Temperatur sinkt in der Nacht / bei geringerer Außen-Temperatur nur sehr gering
??? passive Homoiothermie
wahrscheinlich auch bei Dinosauriern
Federn deshalb wahrscheinlich zuerst als Wärmeschutz (Daunen-Federn) und dann später für Flug-Zwecke (Schwung-Federn)
Hautplatten der Echsen und Federn entstehen aus verwandten Hautschichten, bei vielen Vögeln ist eine teilweise Hornplatten-Haut z.B. an den Beinen zu beobachten
wahrscheinlich hatten viele – vorrangig kleinere – Saurier-Arten Federn

ein wichtiger Grund für "Notwendigkeit" von Temperatur-Regulationen waren wahrscheinlich extrem aktive innere Organe (mit sehr vielen Mitochondrien); Wärme fiel als neben-Produkt an und musste zum Schutz vor Überhitzung (Denaturierung der Proteine) schnell abgeführt werden

ähnliche Tendenzen bei Staaten-bildenden Insekten, durch Muskeln und Flügel-Zittern werden im Brut-Bereich und rund um die Königin eine Temperatur von 35 °C erzeugt
Kühlung wird u.U. durch Rein-Fächeln von frischer Luft in den Bau und durch Wasser-Verdunstung erreicht

Theorie / Hypothese der aeroben Kapazität
1979 von Albert BENNETT u. John RUBEN
Hauptaugenmerk auf Ausdauer
maximale Stoffwechsel-Rate (aerobe Kapazität)
zwei Behauptungen

- Evolution richtet sich nicht auf die Temperatur aus, sondern auf die gesteigerte Aktivität.
- Zwischen der maximalen Stoffwechsel-Rate und der Ruhe-Stoffwechsel-Rate besteht ein notwendiger Zusammenhang.

maximale Stoffwechsel-Rate (maxSWR) ist def. als der Sauerstoff-Verbrauch bei maximalster (äußerster) Körper-Leistung
Ruhe-Stoffwechsel-Rate (resting metabolic rate) ist der Sauerstoff-Verbrauch in der Ruhe (ohne körperliche Aktivität) [ml/h]

empirisch begründete Behauptung: maxSWR ≈ 10x RSWR

theoretisch ist Zusammenhang zweifelhaft, Zusammenhang weit verbreitet aber auch viele Ausnahmen bekannt (bei Gabel-Bock ist der Faktor 65; bei vielen Reptilien Faktor rund 40); wahrscheinlich gibt es in dieser Kombination evolutionäre Vorteile (Aufwand und Nutzen optimal kombiniert)

einige Pflanzen produzieren (zumindestens) an speziellen Pflanzen-Teilen oder Organen deutlich überhöhte Temperaturen, die auch konstant gehalten werden
z..: (A) Stink-Kohl (*(s) Symplocarpus foetidus*) und andere Aronstab-Gewächse (*(f) Araceae*): sie halten in der Blüten-Knospe eine stabile Temperatur von rund 20 °C; von den Mitochondrien erzeugt

Mitochondrien in braunem Fett-Gewebe produziert ein spezielles Protein, das für ein Leck in der inneren Mitochondrien-Membran sorgt. Dadurch wird kein oder nur wenig ATP produziert. Die umgesetzte Energie aus Citrat-Cyclus und Atmungs-Kette wird vorrangig als Wärme frei.

Regel(n): HESSEsche Regel / Herzgewichts- / Herzgrößen-Regel
Die HESSEsche Regel ist eine ökogeographische Regel, die das beobachtete Phänomen der Vergrößerung des Herz-Gewichtes (gemeint: Herz-Masse) im Zusammenhang zur steigenden geographischen Lage des Lebensraums beschreibt.
Vergleichbare gleichwarme / endotherme Organismen besitzen schwerere / größere Herzen je kälter ihr Lebensraum bzw. je größer die geographische Breite ihres Lebensraums ist.

Ursache für die zunehmende Herz-Größe ist die Notwendigkeit einer effektiveren Wärme-Verteilung und der erhöhten Stoffwechsel-Leistung allgemein.
Richard HESSE verstand seine öko-geographische (bio-geographische) Regel als Ergänzung zur BERGMANNschen Regel.
Ein Beispiel ist der Haussperling *(s) Passer domesticus*. In Tübingen (49° N) beträgt die Herz-Masse durchschnittlich 13,1 g, in Hamburg (53° N) schon 14,0 g. In Sankt Petersburg (Russland, 60° N) konnte man 15,7 g messen.
Eine weitere öko-geographische Regel stammt von GLOGER. Diese bezieht sich aber auf die Luftfeuchte als ursächlichen Faktor. Deshalb besprechen wir diese Regel auch dort (→ 2.2.1.x.5. Luftfeuchtigkeit).

Aufgaben:

1. ***Erstellen Sie aus den Daten der Tabelle zu den Pinguin-Arten geeignete Diagramme, welche die Zusammenhänge der ALLENschen Regel darstellen!***
2. ***Prüfen Sie, ob sich das Beispiel Pinguine als Beleg für die oben genannte ökogeographische Regel benutzen lässt!***
3. ***Angenommen, durch irgendwelche Umwelt-Veränderungen (Veränderungen von Meeres-Strömungen, Aussetzen von Arten, …) gelangen die verschiedenen Pinguine auf die Nordhalbkugel. Stellen Sie mindestens zwei Hypothesen auf, welche die Verteilung der Pinguin-Arten in ihrem neuen Lebensraum beschreiben!***
4. ***Ermitteln Sie die Jahresdurchschnitts-Temperaturen der Orte zum Haussperling-Beispiel zur HESSEschen Regel! Stellen Sie einmal die Herz-Größe in Abhängigkeit vom geographischen Breitengrad und einmal von der Jahresdurchschnitts-Temperatur graphisch dar!***

für die gehobene Anspruchsebene:

5. ***BERGMANN führt in seiner Publikation diverse Beispiele aus dem Bereich der Vögel auf! Leider sind wenige Körper-Maße angegeben. Recherchieren Sie ein Beispiel (mit 5 Arten) oder 2 Beispiele mit 2 bis 3 Arten) hinsichtlich der Körpermaße nach dokumentieren Sie diese in einer Tabelle und als Diagramme gegen die geographische Breite!***

komplexe und Übungs-Aufgaben:

1. *Bei biometrischen Untersuchungen von Papageitauchern ((s) Fratercula arctica) wurden die folgenden Daten erfasst.*

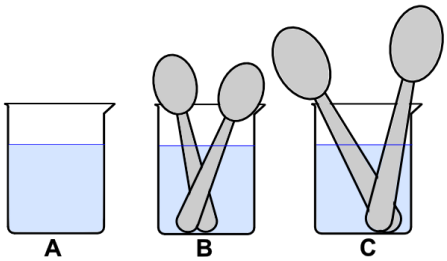
Rasse	Untersuchungs-Gebiet / Region	geogr. Breite	min. Flügel-Länge [mm]	max. Flügel-Länge [mm]
1	Balearen	40° N	140	145
2	Spitzbergen, Nord-Norwegen	70° N	170	180
3	Süd-Grönland, Island	60 – 70° N	155	170
4	Irland, England, Schottland	50 – 60° N	150	160

Erklären Sie die regional unterschiedlichen Flügel-Längen!
Stellen Sie die Flügel-Längen in einem geeigneten Spannweiten-Diagramm dar!

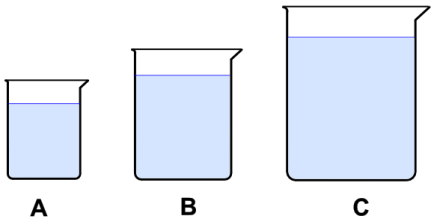
2. *Aus vorhergehenden Untersuchungen weiss man, dass sich die Flügel-Länge proportional zur Körper-Größe (üblich 28 – 34 cm) verhält. Welche Temperatur-bezogene Klima-Regel(n) gelten / gilt hier? Erläutern Sie Ihre Wahl!*

Papageitaucher
Q: de.wikipedia.org (Andreas Trepte)

3. *Von einem Studenten werden die beiden nachfolgenden Labor-Versuche zur Verdeutlichung der Prinzipien hinter öko-geographischen Regeln vorgeschlagen.*
   a) *Um welche Regel handelt es sich bei welchem Experiment? Begründen Sie Ihre Wahl!*
   b) *Welche Beobachtungs-Ergebnisse erwarten Sie bei den Versuchen? Stellen Sie passende Diagramme (Skizzen) auf!*
   c) *Geben Sie für jedes Experiment eine Erklärung des System-Verhaltens an!*



Becherglas	A	B	C
Füllung	Wasser	Wasser Teelöffel	Wasser Esslöffel
Start-Wasser-Temperatur [°C]	60	60	60

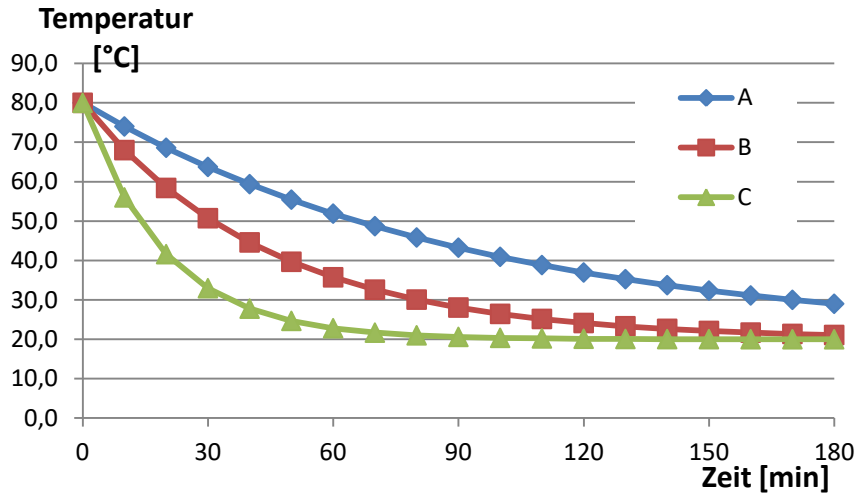


Becherglas	A	B	C
Füllung	Wasser	Wasser	Wasser
Start-Wasser-Temperatur [°C]	60	60	60

4. Von einem Kartoffelkäfer wurde der Sauerstoff-Verbrauch bei verschiedenen Temperaturen erfasst. Werten Sie die Daten aus!

Temperatur [°C]	O_2-Verbrauch [µl / (g [Körpermasse] * h]
7	61
10	80
15	127
20	200
25	291
30	366

5. Drei Körper wurden auf 80 °C erwärmt. Danach wurden die Körper in einen Raum mit konstant 20 °C Raum-Temperatur gebracht. Das nachfolgende Diagramm stellt die Temperatur-Veränderungen im Beobachtungs-Zeitraum dar.



a) Prüfen Sie, ob mit dem Experiment das Prinzip einer ökogeographischen Regel wiederspiegelt! Wenn JA, dann erläutern Sie welche das ist und welche physikalischen / chemischen Prozesse dahinterstecken! Wenn NEIN, dann erläutern Sie, worin Sie die Probleme / Fehler / … in diesem Versuch sehen bzw. warum eine Überprüfung so nicht möglich ist!

b) Eignet sich der Versuch zum direkten Nachweis der Gültigkeit der folgenden Temperatur-Beziehungen? Begründen Sie jeweils!

bb) RGT-Regel

bbb) BERGMANNsche Regel

bbbb) ALLANsche Regel

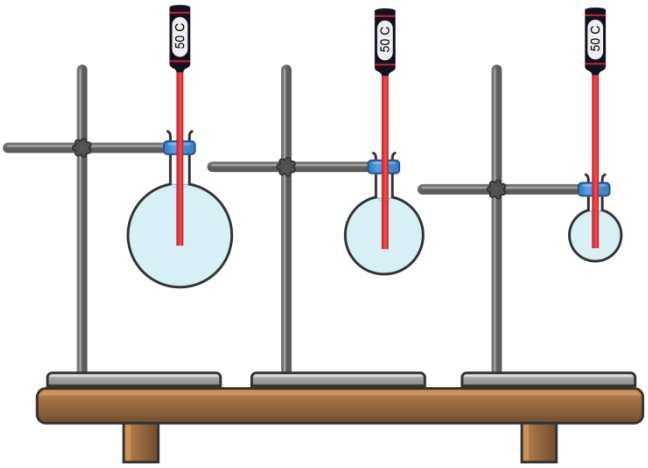
bbbbb) 0. Hauptsatz der Thermodynamik

erweitertes / zusätzliches / unverwertetes Material

Q: CLARKE, Andrew; PÖRTNER, Hans-Otto: Temperature, metabolic power and the evolution of endothermytto: .-Biological Reviews (2010) 000-000; Cambridge Philosophical Society

Experiment zur BERGMANNschen Regel

Materialien / Geräte:
3 unterschiedliche große Gefäße (optimal: Rund-Kolben mit gleicher oberer Öffnung; alternativ ERLENMEYER-Kolben); 3 Termometer (vorzugsweise digital); ev. Stative / Stopfen für die frei Aufhängung der Termometer im Glas-Gefäß



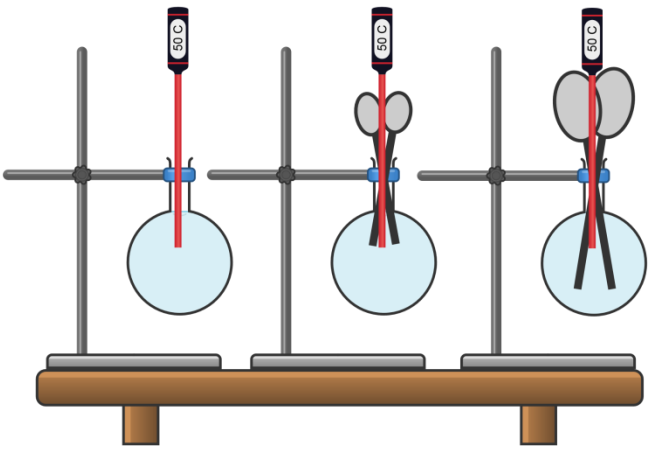
Hinweise:
Experiment kann in Gruppen erfolgen (Daten müssen vergleichbar aufgenommen und dann ausgetauscht werden!)

Durchführung / Ablauf:
- Aufbau der Anordnung (vergleichbar!)
- Wasser im Kocher auf rund 40 – 60 °C erwärmen
- Gefäße mit Wasser bis z.B. Hals-Ansatz befüllen und ev. verschließen
- Temperatur sofort und alle 5 min messen (nach 30 - 40 min oder bei ausbleibenden Veränderungen beenden)

Abwandlungen / Verbesserungen:
Verwendung von Fönen zur Simulation von Wind (es reicht ein vergleichbares Experiment zu einem Kolben!)
Verfolgung der Temperatur mit Daten-Logger (z.B. Taschenrechner, Tablet, PC, …) für deutlich mehr Meßwerte (s.a. → 🕮 **Stoff- und Energiewechsel**)

Experiment zur ALLENschen Regel

Materialien / Geräte:
3 gleiche Gefäße (Bechergläser, ERLENMEYER-Kolben, …) für 100 bis 200 ml Wasser; 2 Teelöffel, 2 Esslöffel, Wasser-Kocher; 3 Termometer (vorzugsweise digital); ev. Stative / Stopfen für die frei Aufhängung der Termometer im Glas-Gefäß (Löffel können seitlich mit Stopfen eingeklemmt werden)



Hinweise:
Experiment kann in Gruppen erfolgen (Daten müssen vergleichbar aufgenommen und dann ausgetauscht werden!)

Durchführung / Ablauf:
- Aufbau der Anordnung (vergleichbar!)
- Wasser im Kocher auf rund 40 – 60 °C erwärmen
- Gefäße mit gleicher Wassermenge befüllen und ev. verschließen
- Temperatur sofort und alle 5 min messen (nach 30 - 40 min oder bei ausbleibenden Veränderungen beenden)

Abwandlungen / Verbesserungen:
statt der Löffel können auch Cupfer-Bleche (ev. als Ohren geformt / ausgeschnitten verwendet werden (→ stärkerer Effekt wegen sehr hoher Wärme-Leitfähigkeit von Cu)
Verwendung von Thermo-Gefäßen mit breitem Deckel (für Eis) (ev. auch isolierte Kaffebecher) (→ Wärme-Abgabe nur über Anhänge)
Verwendung von Fönen zur Simulation von Wind
Verfolgung der Temperatur mit Daten-Logger (z.B. Taschenrechner, Tablet, PC, …) für deutlich mehr Meßwerte (s.a. → 🕮 **Stoff- und Energiewechsel**)

2.2.1.x. Wasser

Funktionen des Wasser's in Lebewesen

- **Grundstoff Grundbaustein** — Lebewesen bestehen (immer) zum größten Teil aus Wasser (durchschnittlich zu 70 %)
- **Lösungsmittel** — löst polare Stoffe
- **Reaktionsmittel**
- **Transportmittel** — für gelöste Stoffe und Wärme
  für kolloidal gelöste Stoffe ist Wasser vor allem das Transportmittel
- **Quellmittel**
- **Lebensraum** — evol. erster Lebensraum der Organismen, heute immer noch große Mengen von Arten direkt oder indirekt von Wasser als Lebensraum abhängig
  viele Organismen-Gruppen leben bis heute nur aquatisch
- **Tugor** — verantwortlich für den Zell-Innendruck
-

2.2.1.x.1. Wasser allgemein / Wasser als Grundstoff

Benennung / Reservoir	Menge / Volumen [km^3]	Anteil am Gesamt-wasser der Erde [%]	
Salzwasser			
Weltmeere	1.348.000.000	97,39	
Süßwasser			
Polareis, Gletscher, Meereis	27.820.000	2,01	
Grundwasser, Bodenwasser	8.062.000	0,58	für Land-Lebewesen
Seen, Flüsse	225.000	0,02	direkt nutzbar
Atmosphäre	13.000	0,001	

Tiere	
Organismus od. Gruppe	**Wasserge-halt [%]**
Flußkrebs	84
Forelle	75
Küchenschabe	61
Mensch	73
Pantoffeltierchen	89
Quallen	99
Regenwürmer	87
Wasserfrosch	80

Pflanzen	
Organismus od. Gruppe	**Wasserge-halt [%]**

Tiere	
Teil od. Gewebe	**Wasserge-halt [%]**

Pflanzen	
Teil od. Gewebe	**Wasserge-halt [%]**
Früchte	85 – 95
Holz, frisch	50
Laub, frisch	80 – 90
Samen, Fett-speichernde	5 – 7
Samen, reif	10 – 15
Wurzeln	70 – 95
Zellplasma	85 – 90

2.2.1.x.2. Umweltfaktor Wasser als Lösungsmittel

besonders wichtig Köslichkeit der Gase Sauerstoff, Cohlendioxid, Ammoniak, Schwefelwasserstoff und Stickstoff
in marinen Ökosystemen auch noch Methan
abhängig von Temperatur, mit steigender Temperatur sinkt die Löslichkeit der Gase

Cohlendioxid, Ammoniak und Schwefelwasserstoff sind auch chemisch in Wasser löslich

$$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons \underset{\text{Cohlensäure}}{H_2CO_3}$$

$$H_2CO_3 + 2\,H_2O \rightleftharpoons \underset{\text{Hydronium-Ion}}{2\,\mathbf{H_3O^+}} + \underset{\text{Carbonat-Ion}}{CO_3^{2-}}$$ Säure-Base-Reaktion

→ pH < 7

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons \underset{\text{Ammonium-Ion}}{NH_4^+} + \underset{\text{Hydroxid-Ion}}{\mathbf{OH^-}}$$ Säure-Base-Reaktion

→ pH >7

$$H_2S + 2\,H_2O \rightleftharpoons 2\,\mathbf{H_3O^+} + \underset{\text{Sulfid-Ion}}{S^{2-}}$$ Säure-Base-Reaktion

→ pH ≤ 7

besonders im Zusammenspiel mit Calcium-Ionen ergeben sich eine Vielzahl von Reaktionen, die von Ausfällungen und Auflösungen geprägt sind und stark in den Stoffwechsel von Organismen eingreifen

$$Ca^{2+} + CO_3^{2-} \rightleftharpoons CaCO_3 \downarrow$$ Fällungs-Reaktion

$$CaCO_3 \overset{H_2O}{\rightleftharpoons} Ca^{2+} + CO_3^{2-}$$ (schwer-lösliches Salz / Carbonat)

Calciumcarbonat wird durch Kohlensäure (bzw. anderen Säuren) wieder aufgelöst, zuerst Umwandlung in Hydrogencarbonat:

$$CaCO_3 + H_2CO_3 \rightleftharpoons \underset{\text{Calciumhydrogencarbonat}}{Ca(HCO_3)_2}$$

Auflösung des Hydrogencarbonates in Wasser:

$$Ca(HCO_3)_2 \overset{H_2O}{\rightleftharpoons} Ca^{2+} + \underset{\text{Hydrogencarbonat-Ion}}{2\,HCO_3^-}$$ (lösliches Salz / Carbonat)

bei Temperatur-Erhöhung kann es zum Zerfall des Hydrogencarbonat-Ions kommen:

$$HCO_3^- \rightleftharpoons CO_2 \uparrow + OH^-$$

Reaktionen spielen z.B. eine Rolle bei:

- Bildung von Schalen und Gehäusen
- Aufnahme und Nutzung als CO_2-Quelle für die Photosynthese (durch Pflanzen)
- Einlagerungen in Zellwände
- biogene Entkalkung
-
- Verkalkung von Röhren und technischen Apperaturen zur Wasser-Aufbereitung

Natriumchlorid / Kochsalz / Meersalz → Salinität
andere Ionen bei → Nährsalzen

z.B. kommt es durch antropogene Cohlendioxid-Freisetzung zu einem erhöhten CO_2-Eintrag in die Weltmeere
letztendlich versauern die Meere dadurch, ihr pH-Wert sinkt
die zusätzliche Säure bewirkt stärke Auflösung von marinen Kalk (Muschel-Schalen, Korallen-Gerüste, …)

2.2.1.x.3. pH-Wert des Wassers

Art / Gruppe	pH-Bereich
Pflanzen	

Art / Gruppe	pH-Bereich
Tiere	
Bachforelle	5,5 – 9,4
Barsche	?? – 9,2
Hecht	4,0 – 10,8
Karpfen	4,5 – 10,8
Karpfensetzling	?? – 6,0
Regenbogenforelle	4,5 – 9,4

2.2.1.x.4. Niederschlag

ombrogen = durch Regen entstehend / bedingt

vor allem Winter-Niederschläge bewirken starke mechanische Belastungen
gefrorenes Wasser steht nicht für Lebens-Prozesse zur Verfügung – praktisch im Winter Wasser-Mangel (Mangel an flüssigem Wasser)
ist auch für den Blatt-Abwurf bei Laubbäumen ursächlich

2.2.1.x.5. Luftfeuchtigkeit

Die Luftfeuchtigkeit hat größere Bedeutung für die Organismen hinsichtlich der Austrocknung sowie Verdunstung und Transpiration.
Daneben steigt bei größerer Luftfeuchtigkeit allgemein die Gefahr eines Pilz-Befalls.

Bei Pflanzen und Tieren gibt es Beispiele, bei denen diese ihren Wasser-Bedarf über die Aufnahme aus der Luft decken. Dahingehend sind vorrangig Wüsten-Lebewesen mit solchen Anpassungen ausgestattet. Dazu gehören z.B. größere Anhängsel oder Flächen, die kälter als der restliche Körper ist oder abgeschattet sind. Dadurch steigt die Bildung von Tau, der dann über Rinnen usw. gesammelt wird.

Als öko-geographische Regel ist die von GLOGER (1833) bekannt geworden. Sie stellt einen Zusammenhang zwischen der vorherrschenden Luftfeuchtigkeit und der Körper-Färbung her. Besonders bei Vögeln tritt das verstärkt auf. Nach dieser Regel nimmt die Pigementierung mit steigender Luftfeuchtigkeit zu. Als Erklärung geht man davon aus, dass die – in dunkler Haut und Federn verstärkt vorkommenden – Pigemente von bestimmten Haut- und Federn-zersetzenden Bakterien nicht so gut abgebaut werden können.

Regel(n): GLOGERsche Regel / Färbungs-Regel
Die ALLENsche Regel ist eine ökogeographische Regel, die das beobachtete Phänomen der Verkleinerung des Körper-Anhänge (Ohren, Schwanz, Extremitäten) im Zusammenhang zur steigenden geographischen Lage des Lebensraums beschreibt.
Vergleichbare gleichwarme / homoiotherme Organismen besitzen umso kleinere exponierte Körper-Teiöe (Körper-Anhänge (Ohren, Schwanz, Extremitäten)) je kälter ihr Lebensraum bzw. je größer die geographische Breite ihres Lebensraums ist.

2.2.1.x.6. Anpassungen der Organismen an den Umwelt-Faktor Wasser

osmo-konform
Organismen können den Wasserhalt und die Osmo-Rgulation nicht aktiv beeinflussen
sie sind praktisch von den umgebenden osmotischen Verhältnissen abhängig und auf passende Lebensräume eingeschränkt

meist sind die Lebewesen und / oder deren Zellen isotonisch zur Umgebung
meist isotonisch zum Meerwasser

Vorteil:
- keine extra Energie-Verbrauch für Regulation des Wasserhaushalts

Nachteile:
- starke Abhängigkeit von sich verändernden Umgebungs-Bedingungen (Wasser)

osmo-regulierend
Organismen können ihren Wasserhaushalt und den Wasser-Austausch mit der Umgebung aktiv beeinflussen
sie sind weniger von den umgebenden osmotischen Verhältnissen abhängig und können so mehr Lebensräume nutzen

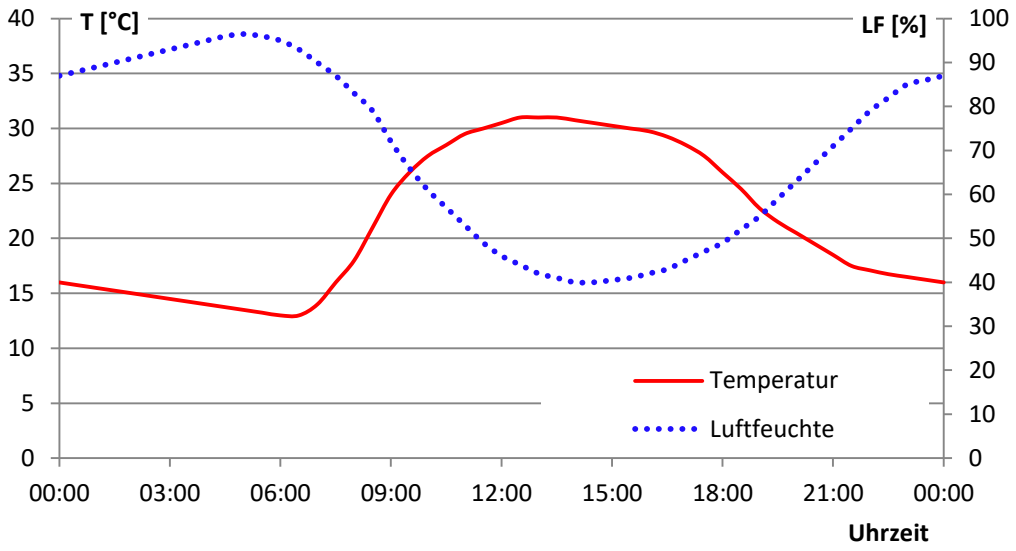
Vorteil:
- geringere Abhängigkeit von sich verändernden Umgebungs-Bedingungen (Wasser)

Nachteile:
- extra Energie-Verbrauch für Regulation des Wasserhaushalts

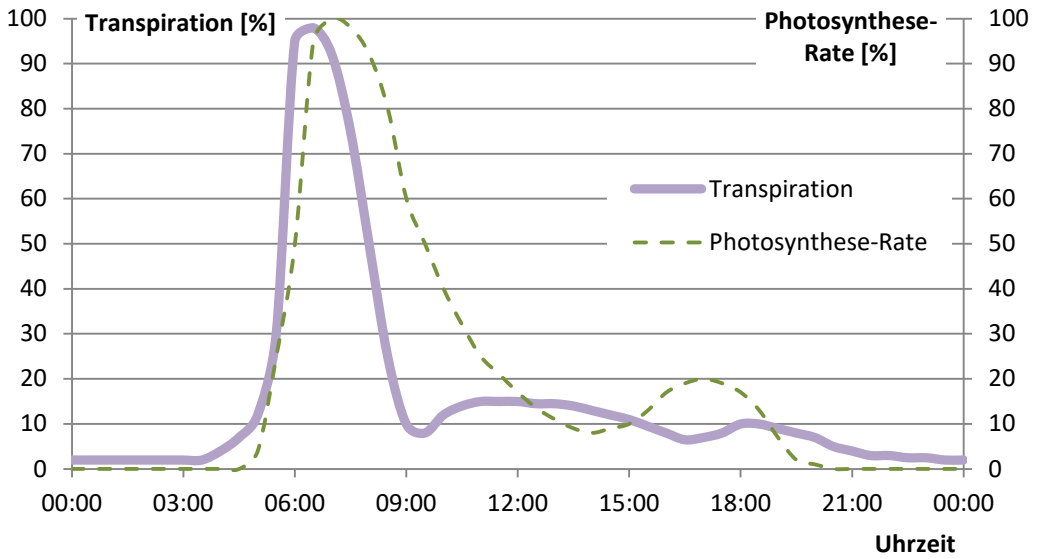
2.2.1.x.6.1. Anpassungen von Pflanzen an den Umwelt-Faktor Wasser

Wasserhaushalt: Wasseraufnahme vorrangig über Wurzel, aber auch über Blatt- oder Sproß-Oberfläche, notwendig, um auch die benötigten anorganischen / mineralischen Ionen aufnehmen zu können
Wasser-Abgabe vorrangig über Spaltöffnungen der Laubblätter, dadurch entsteht Transpirations-Sog
Wasser besondes bei krautigen Pflanzen und Laubblättern zur Aufrechterhaltung der Struktur notwendig (Tugor)
ohne ausreichenden Tugor öffnen auch die Spaltöffnungen nicht; Wasser-Mangel bewirkt Verschluss der Stomata (Spaltöffnungen)

Tagesverlauf von Temperatur und Licht haben zur Luftfeuchtigkeit gegenläufige Veränderungen



Pflanzen reagieren mit ungleichförmiger Photosynthese und Transpiration
starker Selektions-Druck mit stark differenzierten Anpassungen



Daten zu Spaltöffnungen

Pflanzen-Gruppe	Anzahl Stomata	Poren-Anteil an Blattfläche [%]	
Kräuter, sonnige Standorte	100 – 200	0,8 – 1,0	
Kräuter, schattige Standorte	40 – 100	0,8 – 1,2	
Gräser	50 – 100	0,5 – 0,7	
Palmen	150 – 180	0,3	
Waldbäume, tropisch	200 – 600	1,5 – 3,0	
Laubbäume, sommergrün	100 – 500	0,5 – 1,2	
Hartlaub-Gewächse, immergrün	100 – 500	0,2 – 0,5	
Nadelbäume	40 – 120	0,3 – 1,0	
Zwergsträucher, immergrün	100 – 300	0,3	
Wüstensträucher	150 – 300	0,3 – 0,5	
Sukkulenten	15 – 50	0,1 – 0,4	

Q: ausgewählte Daten /37, S. 282 (nach LACHER, 1991)/

wechsel-feuchte Pflanzen

auch, aber seltener: poikilohydre / poikilohydrische Pflanzen)
Lebens-Aktivität von der Umgebungsfeuchte bzw. von der Menge des verfügbaren Wassers abhängig

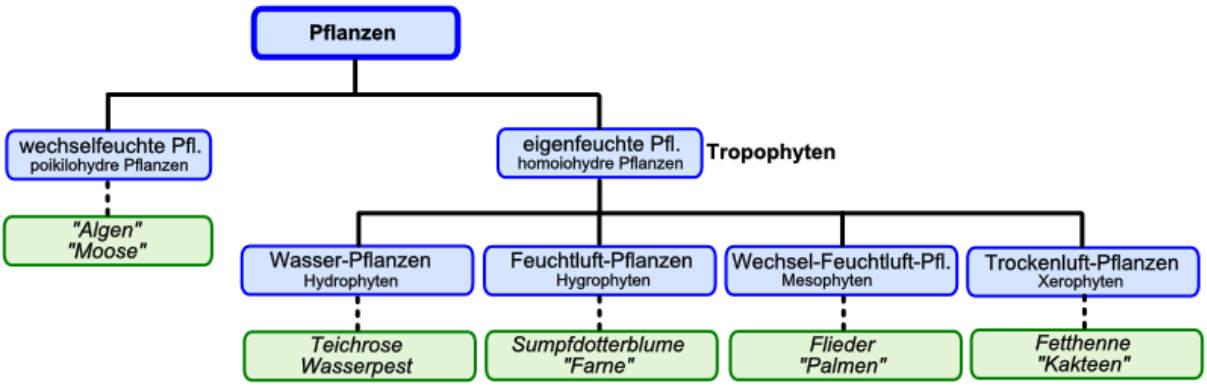
Algen, Moose, verschiedene (einfache) Farne

Aufgaben:

1. Informieren Sie sich über verschiedene Überlebens-Strategie von Pflanzen während Trocken-Zeiten!

2.

3.



eigen-feuchte Pflanzen – Tropophyten

auch, aber seltener: homöohydre / homoiohydre / homoiohydrische / (gleichfeuchte) Pflanzen
Lebens-Aktivität von der Umgebungsfeuchte bzw. von der Menge des verfügbaren Wassers unabhängig
haben Anpassungen, um mit Über- oder Unterangeboten an flüssigem / verfügbarem Wasser klar zu kommen

Farne, Samenpflanzen

Wasser-Pflanzen (Hydrophyten)

Pflanzen im oder direkt auf dem Wasser
(Schwimm-Pflanzen)
Flüsse, Seen, Meere
wenig ausgeprägtes Wurzel-System; häufig mit Wurzelstock (Fixierungs-Funktion)
Aufnahme der Nährstoffe direkt über die Epidermis (nicht über die wenigen Wurzeln / Wurzelhaare)
Spross mit weiträumigen Interzellularen (Luftgewebe = Aerochym); Transport von Cohlendioxid in tiefer unter Wasser liegende Pflanzenteile
Blätter mit ausgeprägtem Schwamm-Gewebe (= Aerochym)
Schwimm-Blätter ind praktisch gedreht (Spaltöffnungen und Schwamm-Gewebe oben, Palisaden-Gewebe unten)
keine Cuticula

Feucht(-Luft)-Pflanzen (Hygrophyten)

Lebensraum von einem Wasser-Überschuß geprägt (Auen(-Wälder), Sümpfe, Feucht-Wiesen, Moore, …, tropische Regenwälder)

meist Flachwurzler
ausgeprägtes Xylem (Wasser-Leitgewebe) für einen schnellen Wasser-Transport
viele und große Blätter mit vielen und großen Spaltöffnungen
dünne Cuticula

Wechselfeucht(-Luft)-Pflanzen (Mesophyten)

tiefes ausgeprägtes Wurzelsystem
z.T. Wasser-Speicherfähigkeit im Wurzel-Gewebe
Sproß-Achse mit verstärkter Rinde
Abwurf (Abszission) von Laub / Blättern in Wasser-armen Zeiten
kleine(re) Spaltöffnungen (an der Unterseite des Blattes)
Anpassung der Photosynthese durch C4-Mechanismus

Trocken(-Luft)-Pflanzen (Xerophyten)

Standorte mit wenig verwertbarem Wasser (heiße und kalte Wüste, Schnee- und Gletscher-Flächen, Steppen, Tundren, …)
neben Kakteen und Agaven gehören z.B. auch die meisten Nadelbäume zu den Xerophyten
tiefes, weit-verzweigtes Wurzel-System, um auch tiefer liegende Rest-Feuchtigkeiten / Wasser-Quellen zu nutzen; weiterhin sind die Pflanzen mit diesem Wurzel-System auch befähigt bei Regenschauern schnell größere Wasser-Mengen aufzunehmen
Sproß-Achse meist verdickt, im Inneren mit Wasser-Speichergewebe; grün
CAM-Photosynthese
Blätter verkleinert od. fehlen ganz; Umbildung der Laubblätter zu Dornen, Nadeln, …
Ausrichtung der Blätter vertikal in N-S-Richtung
eingestülpte Spaltöffnung, Trichome zur Bildung einer Luft-Isolations-Schicht

Hartlaub-Gewächse

glänzende Suberin-Schicht (Wachs) als Cuticula, zur Verstärkung der Licht-Reflexion
dicke Blätter mit vielen Gewebe-Schichten und z.T. auch Wasser-Speichergewebe

Sukkulenten

starke Rückbildung der Laubblätter (sehr klein oder Umbildung zu Dornen usw.) → Blatt-Metamophosen
stark verdickte Spross-Achsen → quasi senkrechtes Nadelblatt (bietet der Sonne nur eine relativ geringe Fläche an)

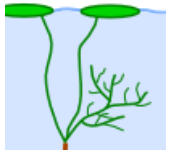
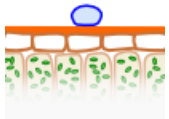
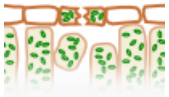
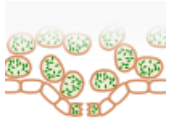
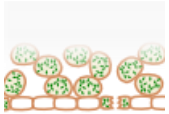
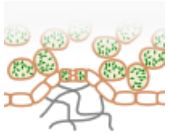
Aufsitzer-Pflanzen (Epiphyten)

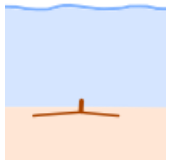
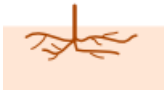
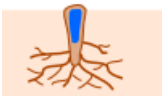
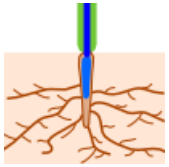
haben selbst (fast) keine Wurzeln (Durchdringung der Rinde der tragenden Bäume kaum möglich

für parasitische Arten sind Wurzel-artige Gebilde bekannt, die direkt die Transport-Gefäße der Wirte anzapfen

Bromelien
Trichter-förmige Blatt-Rosette mit zentralem Wasser-Reservate
gut ausgebildete Cuticula

Tillsantien
Lebensräume tropische Regenwälder od. ähnliche Gebiete mit sehr feuchter Luft (z.B. Sümpfe, Mangroven, …)
nehmen Wasser nur aus der Luft auf
strukturierte Cuticula oder Trichome, um Luftfeuchtigkeit kondensieren zu lassen

	Hydrophyten	Hygrophyten	Meso(hydro)phyten	Xerophyten	Epiphyten
klimatischer Wasser-haushalt	humid	humid	arid	arid	humid
Wasser-Verfügbarkeit					
Beispiele	*Teichrose* *Wasserpest* *Wasserhahnenfuß* *Laichkraut*	*Sumpfdotterblume*	*Birke, Eiche, Flieder* *"Palmen"* *"Laubhölzer"* *"Kulturpflanzen"*	*Fetthenne* *"Steingartengewächse"* *"Kakteen"* *"Lebende Steine"*	
(Laub-)Blätter					
-- Jahresgang	F S H W	F S H W	F S H **W**	F S H W	
-- Blatt-Oberfläche					
-- Spaltöffnungen					
-- Anzahl					
Formen der Photosynthese (CO_2-Fixierung)	C_3	C_3	C_3, C_4 (, CAM)	C_3, C_4. CAM	

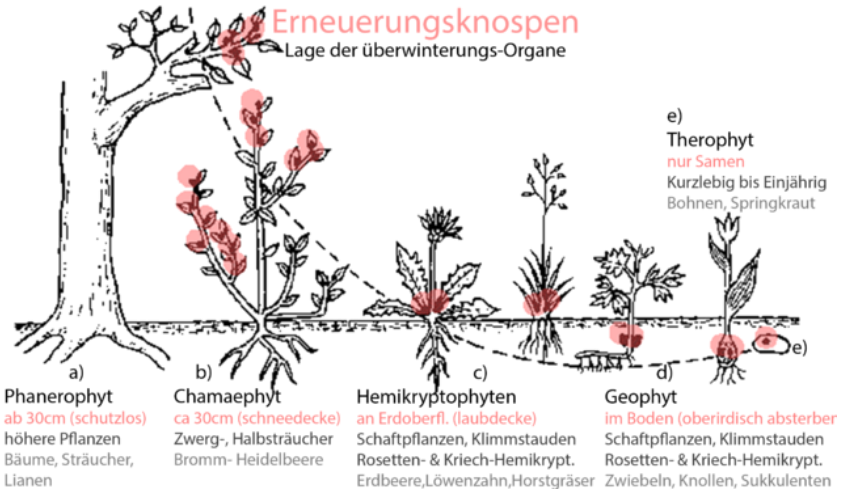
	Hydrophyten	Hygrophyten	Mesophyten	Xerophyten	Epiphyten
Sproßachse					
Wurzel(-System)					

Angaben schematisch und grob allgemeingültig (genauere Erklärungen → siehe Text)

wandlungsfähige Pflanzen – Tropophyten

Begriff der Tropophyten ist mehrfach belegt und als Über-Kategorie für unterschiedliche Klassifizierungen benutzt
heute benutzt man mehr die Unterteilung hinsichtlich des Wasser-Angebotes für die Pflanzen-Typen (→ eigen-feuchte Pflanzen – Tropophyten)

Lebensform von Pflanzen – keine taxonomische Kategorie; physiologische / ökologische Gruppe; Lebensform-Typen nach RAUNKIÆR ()
phytoökolische Klassifikation
Veränderung Aussehen und Laubabwurf bei Wassermangel
(durch das Abwerfen der Blätter wird aus einen Hyrophyten ein Xerophyt)
dazu gehöen Phaneophyten, Xerophyten; Hemikryptophyten und Kryptophyten



Lebensform-Typen nach RAUNKIÆR
Q: de.wikipedia.org (PowerlockeDurim)

sie werden nach der Lage der Erneuerungs-Knospen (Erneuerungs- bzw. Überdauerungs-Organe) unterschieden

Phanerophyten sind ausdauernde verholzte Pflanzen, die mit Hilfe von Erneuerungs-Knospen Wasser-arme Zeiten (z.B. den Winter) überstehen; die Knospen befinden sich erhöht an den Ästen
Beispiel sind die Laub-abwerfenden Bäume und Sträucher

Chamaephyten sind ausdauernde verholzte Pflanzen, die mit Hilfe von Erneuerungs-Knospen Wasser-arme Zeiten (z.B. den Winter) überstehen; die Knospen befinden so niedrig an den Ästen, dass Schnee sie ev. bedeckt

Hemikryptophyten sind mehrjährige krautige Pflanzen oder Stauden, deren Erneuerungs-Knospen / (Neu-)Triebe an der Erdoberfäche liegen und ev. vollständig von einer Schnee-Schicht überdeckt werden

Kryptophyten sind mehrjährige Pflanzen, deren Erneuerungs-Knospen / (Neu-)Triebe unter der Erdoberfäche liegen
typische Überdauerungs-Formen sind Knollen, Zwiebeln und Rhizome
hierzu gehören z.B. Sumpfpflanzen (Helophyten), Wasserpflanzen (Hydrophyten) und Geophyten (Landpflanzen)

Therophyten sind meist nur einjährige Pflanzen, sie bilden (nur) Samen als Überdauerungs-Form

heute wird mehr die Unterscheidung in wechsel- und eigen-feuchte Pflanzen vorgenommen

2.2.1.x.6.2. Anpassungen von Tieren an den Umwelt-Faktor Wasser

wenige wechsel-feuchte Organismen
z.B. Bärtierchen überleben auch längere Trocken-Phasen
physiologische Prozesse stoppen und starten unmittelbar in Abhängigkeit vom Wasser-Angebot

insgesamt sind Tiere viel abhängiger vom Wasser und seiner Aufnahme (→ z.B. auch trinken)
Durst sehr starker Trieb (gleich nach Sauerstoff-Bedarf / Atmen)

durch die ausgeprägte Beweglichkeit können die Tiere zum / vom Wasser wegwandern
Rückzug in kühlere Höhlen mit geringerem Verdunstungs-Anspruch
Nutzung von Kondensations-Wasser in Höhlen, Blätten, …
Veränderung der Aktivitäts-Muster; → Dämmerungs-aktive Tiere

im Wasser lebende Tiere

Bsp.: Miesmuschel
ist isoton → keine Osmo-Regulation

Bsp.: Zuckmücke
ist hypoton →

Feuchtluft-Tiere
nehmen Wasser über die Haut / Körper-Oberfläche auf (Haut-Atmer)

Trockenluft-Tiere
verhindern Verdunstung / Wasser-Verluste durch:
Gehäuse, Panzer, Federn, Haare (Fell)
Hautschuppen
Wasser-arme Ausscheidungs-Produkte

z.B. Wüstenspitzmaus

z.B. Kamel / Dromedar
schönes Beispiel mit vielen charakteristischen Anpassungen an ein Leben in Steppen, Savannen und Wüsten
vertragen bis zu 30% Wasser-Verlust bezogen auf das Körper-Gewicht
können sehr große Mengen Wasser trinken (mehrere Eimer in unter einer Stunde; 135 l/10 min); Wasser wird zuerst nur in das Blut aufgenommen
sehr sparsamer Umgang mit Wasser, geringe Wasser-Abgabe an Umgebung
wenig und hoch-konzentrierter Urin
im Höcker wird Fett gespeichert, dass wieder in Energie und Wasser zerlegt werden kann (Fett-Stoffwechsel)

stark aufgefächerte Nasen-Innenflächen zur Resorption von Restfeuchte aus der Luft und Rückresorption aus der Aus-Atemluft
schwitzen wenig, kleine Ohren und kurze Nase

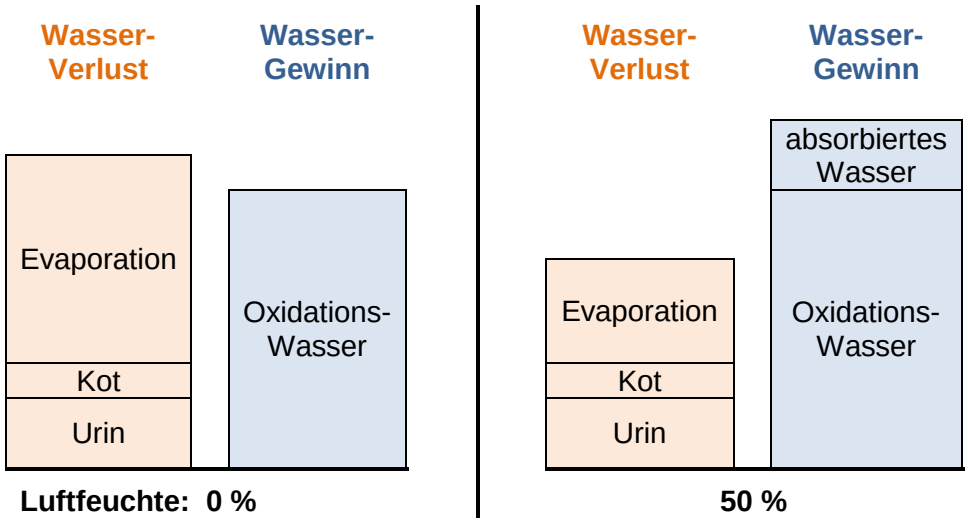
z.B. Mehl-Käfer
und seine Larven (Mehl-Würmer) kommen ohne extra Wasser aus, ihnen reicht das Rest-Wasser im Mehl / Getreide und das Dissimilations-Wasser (Oxidations-Wasser)
ähnlich sind die Verhältnisse bei vielen Wüsten-Bewohnern

Wasser-Bilanz je 100 g Nahrung		Wanderratte	Kängeruratte
Lebensraum		kosmo-politisch	endimisch (Mexiko, USA)
Körpergewicht		245 g	105 g
Kopf-Rumpf-Länge		230 mm	150 mm
Wasser-Aufnahme	Trinken	25 g	--
	Nahrungs-Wasser	12 g	6 g
	Oxidationswasser	46 g	54 g
	Summe:	**83 g**	**60 g**
Wasser-Abgabe	Aus-Atemluft u. Verdunstung	50 g	44 g
	Urin	25 g	13 g
	Kot	8 g	3 g
	Summe:	**83 g**	**60 g**
	Bilanz:	ausgeglichen	ausgeglichen

Daten-Q: Natura – Oberstufe; Klett-Verl.; de.wikipedia.org

Aufgaben:

1. *Vergleichen und analysieren Sie die Wasser-Bilanz von Kängururatte und Wanderratte!*
2. *Zu den Schwarzkäfern gehört der Nebeltrinker-Käfer (s) Onymacris unguicularis). Informieren Sie sich über die Anpassungen dieses Käfers an seinen Lebensraum – die Namib-Wüste!*
3. *Für die Kängeruratte wurden bei unterschiedlicher Umgebungs-Feuchte untrschiedliche Wasser-Bilanzen beobachtet.*



Q: nach TISCHER "Einführung in die Ökologie (aus: Abi GK 2008 Bayern)

Erklären Sie das Phänomen auch in Bezug zur oben angegebenen Wasser-Bilanz (Vergleich Wanderratte und Kängururatte)!

2.2.1.x.6.3. Anpassungen von Procyten und Pilzen an den Umwelt-Faktor Wasser

Procyten und Pilze sind mehr wechsel-feucht
stecken Wasser-Mangel gut weg und können auch austrocknen

Kapsel-Bildung bei Procyten

niedere bilden Dauerzelle
Frisch-Hefe im Bäcker-Bereich (Aktivierung mit (Feuchtigkeit und) Zucker)

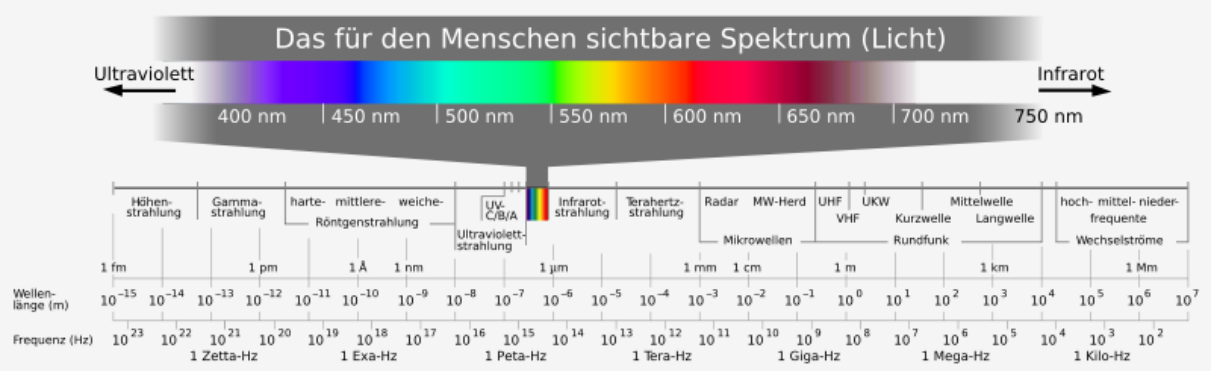
höhere Pilze sterben bei andauerndem Wasser-Mangel ab, Überleben über Sporen

siehe auch Wasser in Lebensmitteln (Stichwort: aktives Wasser; a_W)
→ 🕮 **Ernährungslehre – Lebensmittel und ihre Bestandteile – Teil 2: Wasser, …**

Aufgaben:

1. ***Recherchieren Sie, was genau sich hinter dem a_w-Wert verbirgt! Erkunden Sie den a_w-Wert, unter dem Lebensmittel (mikrobiologisch) unbegrenzt haltbar sind! Erklären Sie den Effekt!***
2.
3.

2.2.1.x. Licht



Lage des Lichtes im Spektrum der elektromegnetischen Strahlung
(oben: sichtbares Spektrum)
Q: de.wikipedia.org (Horst Frank + Phrood + Anony)

Albedo (Rückstrahlung)

Region	Albedo [%]
aride Regionen	
Wüste	25 – 30
Sanddüne (trocken)	35 – 45
Sanddüne (feucht)	20 – 30
Wadi-Vegetation	36 – 39
Zwergstrauch-Halbwüste	28 – 33

Region	Albedo [%]
humide Regionen	
grüne Wiese	10 – 20
Laub-abwerfender Wald	10 – 20
Nadelwald	5 – 15
Kulturland	15 – 25

2.2.1.x.y. Licht als Energie-Lieferant

hier nur Kurz-Darstellung der Photosynthese
ausführlicher im Skript "Stoff- und Energiewechsel"

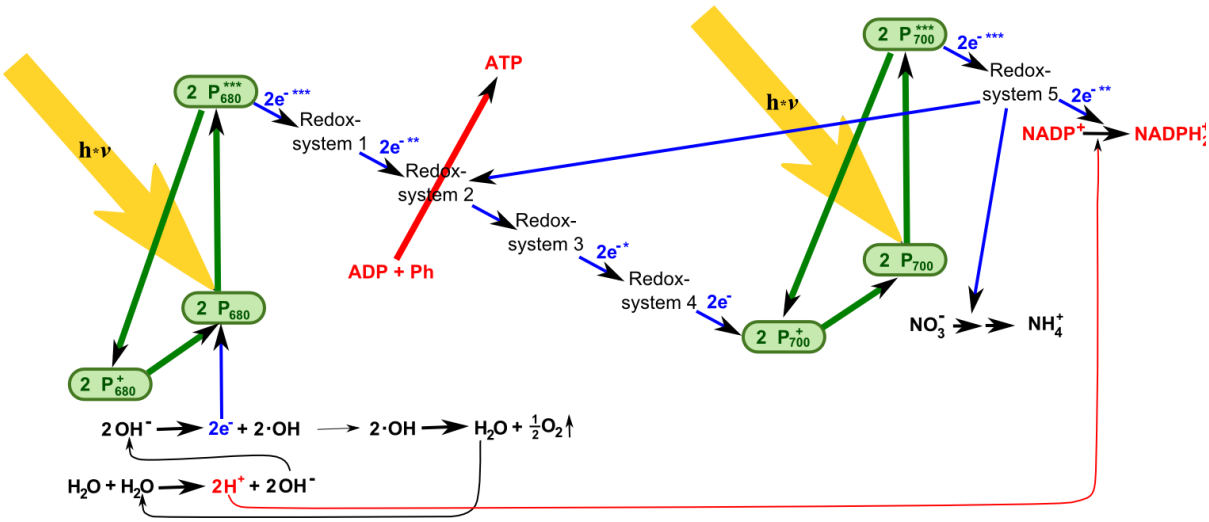
$$6\ CO_2 + 6\ H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \qquad \Delta_R H = 2822\ kJ/mol;\ \Delta_R G = 2872\ kJ/mol$$

Photosynthese wird in zwei Abschnitte geteilt

Abschnitte der Photosynthese

- **Licht-abhängige Reaktionen** (Licht-Reaktionen)
  Reaktionen am Chlorophyll
  Umwandlung von Licht-Energie in chemische Energie
  Spaltung des Wassers und Bildung des Sauerstoffs
- **Licht-unabhängige Reaktionen** (CALVIN-Cyclus; Dunkel-Reaktionen)

Licht-abhängige Reaktionen



Die Licht-Energie wird vom Chlorophyll (Photosystem II, Photsystem 680) dazu benutzt, um aus Hydroxid-Ionen Elektronen abzuziehen. Die Hydroxid-Ionen werden dadurch zum Radikal. Unter Paarung der Elektronen binden sich zwei Radikale zu einem Wasser-Moelkül. Als Nebenprodukt entsteht ein Sauerstoff-Atom, dass sich wiederum mit einem zweiten zum Sauerstoff-Molekül bindet.
Die Hydroxid-Ionen für die Chlorophyll-Reaktion enstammen dem Ausgangsstoff Wasser. Dieses zerfällt in Wasserstoff-Ionen und Hydroxid-Ionen (Auto-Protolyse des Wasser's; Photolyse des Wasser's). Die Wasserstoff-Ionen werden dann später in verschiedenen Vorgängen weitergenutzt.
Verfolgen wir nun den Weg der Elektronen in den Licht-Reaktionen. Das mit den Elektronen neutraliserte Chlorophhyll wird durch Licht angeregt. Der Farbstoff Chlorophyll absorbiert dabei Licht-Energie und erreicht dadurch einen aktivierten Zustand. Das angeregte Chlorophyll gibt nun Energie-reiche Elektronen an eine Redox-Kaskade. In dieser wird die Energie aus den Elektronen in kleinen Schritten entzogen. Am Redox-System 2 () wird die entnommene Energie dazu benutzt um Protonen in das Lumen der Thyllakoide zu pumpen. An einer ATP-ase können sie dann wieder zurück in das Stroma fließen. Dabei wird ATP-produziert.
Die Energie-armen Elektronen werden nach der Redox-Kaskade auf ein zweites Chlorophyll-System übertragen. Dort werden sie wiederum mit Licht-Energie aufgeladen. Nach diesem Chlorophyll können die Elektronen auf verschiedene Weise genutzt werden. Zum Einen können die Elektronen in die Redox-Kaskade zurückfließen und zur ATP-Produktion genutzt werden. Sie fließen dann praktisch im Kreis. Man nennt diese Photosynthese-Leistung auch zyklische Photo-Phosphorilierung.
Ein zweiter Weg ist die Nutzung der Energie-reichen Elektronen zur Bildung von Enzym-gebundenem Wasserstoff. Dazu werden z.B. die Wasserstoff-Ionen (Protonen) aus der Photolyse des Wasser's gebraucht. Der Enzym-gebundene Wasserstoff wird in den Licht-unabhängigen Reaktionen zur Herstellung von Glucose benötigt (→ CALVIN-Zyklus).
Eine dritte Alternative ist die Produktion von Ammonium-Ionen, die dann in der Herstellung von Aminosäuren – also letztendlich Proteinen – verwendet werden.
Chemisch gesehen sind die Licht-abhängigen Reaktionen:

$$12\ H_2O + 12\ NADP^+ + 18\ ADP + 18\ Ph \xrightarrow{h * \nu} 6\ O_2 \uparrow + 12\ NADPH_2^+ + 18\ ATP$$

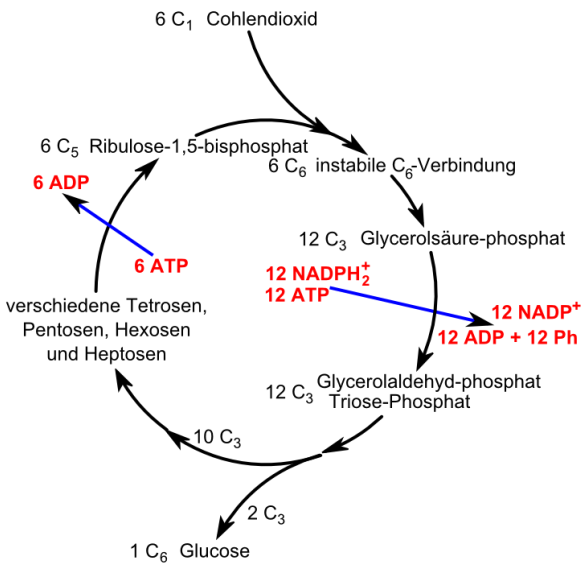
Dabei wurden gleich die Stoffmengen betrachtet, die für die Produktion von einem Mol bzw. einem Molekül Glucose gebraucht werden.

Aufgaben:

1. *Erläutern Sie was man genau unter zyklischer Photophosphorilierung versteht! Erklären Sie den Begriff!*
2. *Es soll auch eine nicht-cyclische Photophosphorilierung geben. Sehen Sie diese? Erläutern Sie deren Ablauf / Prinzip!*
3.

Licht-unabhängige Reaktionen

In den Licht-unabhängigen Reaktionen (CALVIN-(BENSON-)Cyclus, Dunkel-Reaktionen, Tricarbonsäure-Cyclus) findet nun die Umwandlung von Cohlendioxid in Glucose statt. Man spricht auch von der Cohlenstoff-Fixierung.



$$6\ CO_2 + 12\ NADPH_2^+ + 18\ ATP \longrightarrow C_6H_{12}O_6 + 12\ NADP^+ + 18\ ADP + 18\ Ph + 6\ H_2O$$

Photosynthese – gemeinsames Wirken von Licht-abhängigen und –unabhängigen Reaktionen

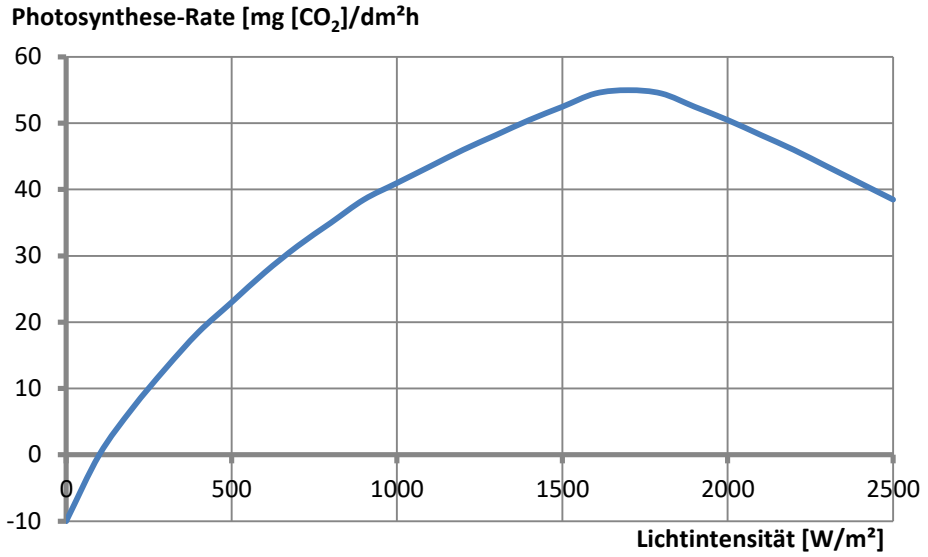
Aufgaben:

1. *Addieren Sie die chemischen Gleichungen der Teilreaktion der Photosynthese zu einer exakten chemischen Gleichung!*
2. *Vergleichen Sie die resiltierende Gleichung mit der offiziellen Gesamt-Gleichung der Photosynthese!*

Entgegen der begrifflichen Implikation von Licht- und Dunkel-Reaktionen finden alle Abschnitte der Photosynthese nur am Tag (beim Vorhandensein von Licht) statt.
Dabei sind die Vorgänge der Licht-Reaktionen direkt vom Licht abhängig. Deshalb nutzt man heute auch lieber den Begriff der Licht-abhängigen Reaktionen.
Die Dunkel-Reaktionen sind zwar nicht direkt vom Licht abhängig, aber indirekt schon. Sie benötigen ATP-Energie und Enzym-gebundenen Wasserstoff (Reduktions-Äquivalente) für den Aufbau der Glucose.

In der Nacht verbrauchen die Pflanzen einen Teil der produzierten Glucose. Die Zellen müssen ja auch im Dunklen mit Energie versorgt werden. Die Glucose wird dabei ganz "normal" in den Mitochondrien veratmet. Dazu müssen die Pflanzen auch wieder einen Teil – des von ihnen produzierten Sauerstoffs aufnehmen.

Wenn sich die von den Chloroplasten gebildeten Glucose-Mengen mit den veratmeten Glucose-Mengen die Waage halten, dann spricht man vom Kompensations-Punkt. Meist ist dabei die für die Photosythese notwendige Licht-Intensität interessant.



experimentelle Untersuchung der Abhängigkeit der Photosynthese-Rate von der Lichtstärke

Bei höherer Licht-Einstrahlung überwiegt die Glucose-Produktion. Bei einer geringeren Licht-Einstrahlung muss die notwendige Energie für die Lebens-Prozesse aus der gespeicherten Glucose (in Form von Stärke) gewonnen werden.

Aufgaben:

1. *Interpretieren Sie den Graph von der experimentellen Untersuchung der Abhängigkeit der Photosynthese-Rate von der Lichtstärke als Toleranz-Kurve!*
2. *In der freien Natur kommen nur Lichtstärken bis ungefähr 1500 W/m² vor. Welcher Widerspruch scheint sich durch diesen Fakt zu ergeben? Wie kann der Effekt erklärt / der Widerspruch aufgelöst werden?*

Gruppe	Licht-Minimum [%] von der Gesamt-Lichtmenge	Bemerkungen
Sonnen-Pflanzen		immer 100 % Licht-Genuß
Schatten-Pflanzen		immer unter 100 % Licht-Genuß
Licht-neutrale Pflanzen		existieren bei jeder Licht-Menge über ihrem Minimum
Schatten-Gewächse (trop. Regenwälder)	0,3	
Farne	0,2 – 1,0	
Schatten-Moose, div. Grün-algen	0,1 – 0,2	
endolithische Algen	< 0,1	

allg. Reihung
Samen-Pflanzen – Farne – Moose – Algen
z.B. gut an Höhlen-Eingängen beobachtbar

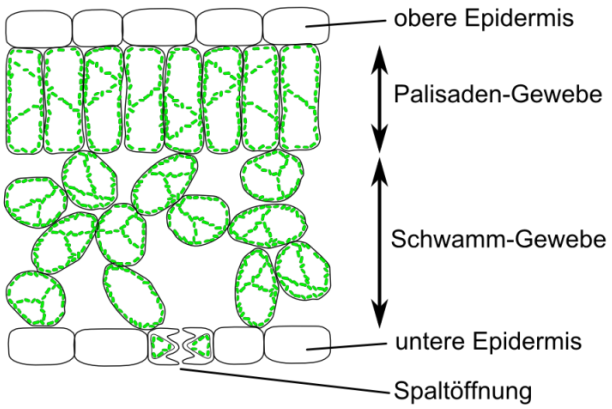
relativer Lichtgenuß entspricht dem notwendigen Licht-Minimum

Licht-Gehölze

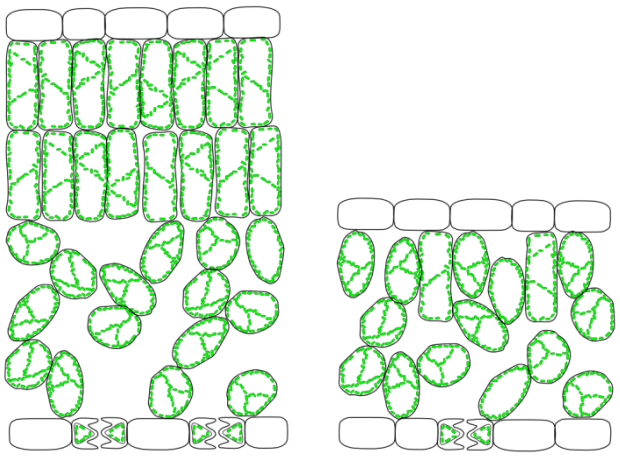
Pflanzen-Name (dt.)	wiss. Name	rel. Licht-Genuß [%] (Licht-Minimum)	
Europäische Lärche	*Larix decidua*	20	
Vogelbeere	*Sorbus aucuparia*	12	

Schatten-Gehölze

Pflanzen-Name (dt.)	wiss. Name	rel. Licht-Genuß [%] (Licht-Minimum)	



Laubblatt mit Geweben, Schnitt (Schichtung)



Sonnenblatt und Schattenblatt einer Pflanze

Vergleich von Licht- und Schattenblättern einer Buche

Merkmal Eigenschaft	Schatten-blätter	Einheit	Licht-blätter	insgesamt	
Einzelblatt					
Oberfläche (beide Seiten)	72	cm^2	50		
Volumen	0,338	cm^3	0,458		
Verhältnis A_0 zu V	213	1 / cm	109		
Zahl der Spaltöffnungen	400.000	[ ]	800.000		
Palisaden-Oberfläche	410	cm^2	542		
Schwamm-Parnchym	205	cm^2	271		
Chloroplasten-Oberfläche im Palisaden-Gewebe	360	cm^2	875		
Baum					
Alter		a		115	
Höhe		m		27	
Stamm-Durchmesser		cm		40	
Anzahl Blätter		[ ]		200.000	
Trockengewicht		g		2.400	
Zahl der Spaltöffnungen		[ ]		120.000.000.000	
Blattoberfläche		cm^2		1.220	
absorbierende Zellwand-fläche		cm^2		15.000	
Chloroplasten-Oberfläche		cm^2		18.000 – 20.000	

Q: /37, S. 278/

physiologische Wirkungen von Licht bzw. besonders farbigen / gefärbtem Licht

bei Pflanzen bewirkt hellrotes Licht (660 nm) die Umwandlung von inaktivem Phytochrom 660 (P_{660}) in das aktive Phytochrom 730 (P_{730}) – einem sehr wichtigen (zentralen) Enzym / Redox-System in der Photosynthese (Lichtreaktionen); Licht mit der Well-Länge 730 nm – also dunkelrot – deaktiviert das Phytochrom 730 wieder zurück zum P_{660} ; Die Rückwandlung passiert auch im Dunklen.

In einiger Literatur findet man auch leicht abweichende Angaben zu den Absorbtions-Maxima bzw. zur wirksamen Lichtwellenlänge. Alternativ zu oben beschriebenen 660/730-nm-Phytochrom-System liegen die wirksamen Wellenlängen hier bei 680 und 720 nm.
Werden in Experimenten ungefähr gleichlange hellrote und dunkelrote Beleuchtungs-Phasen benutzt, dann überwiegt die hellrote Belichtung. Dies kann auch durch Normal-Licht erreicht werden. Normallicht enthält ungefähr die gleichen Anteile des relevanten hell- bzw. dunkelroten Lichts. Die physiologische Wirkung des hellroten Lichtes ist aber stärker.

Das Hellrot-Dunkelrot-System steckt auch hinter den verschiedenen Keim-Typen bei Pflanzen.
Lichtkeimer entwickeln sich als Samen nur aus dem gequollenen Zustand weiter, wenn sie belichtet werden. Zu den Lichtkeimern zählen z.B. Kopfsalat, Fingerhut, und Tabak. Bei Dunkelkeimern (Kürbis, Fuchsschwanz) ist Dunkelheit notwendig, um die Keimung fortzusetzen.
Heute wissen wir, dass es eigentlich nur das hellrote Licht (HR) ist, welches die Keimung der Lichtkeimer befördert. Dunkelrotes Licht (DR) verzögert die Keimung der Lichtkeimer.

siehe auch KTP und LTP (→ Photoperiodismus)

Chloroplasten werden bei vielen Keimlingen erst gebildet, wenn Licht auf die Keimspitze fällt. Fehlt das Licht wächst der Keimlich besonders schnell – die Pflanze vergeilt. Dieser Effekt dient dem schnellen "Umwachsen" des Licht-Hindernis (Etiolation, Schattenmeidungs-Reaktion), da der Keimling ja möglichst schnell Licht für seine Eigenversorgung durch Photosynthese angewiesen ist. Die Ressourcen des Samens reichen meist nur kurzfristig.

weiterhin werden beeinflusst:
Öffnung und Schließung der Spaltöffnungen
Chloroplasten-Bewegung
Phototropismus (Wachstum in Richtung des Lichts)

auch bei Tieren sind Wirkungen von hell- und dunkelrotem Licht bekannt (??? Stimulierung des Ferkel-Wachstum)
drittes Auge (besser: zusätzlicher Licht-Sinn) beim Menschen

2.2.1.x.y. Licht als Zeitgeber - Photoperiodismus

Das Licht bestimmte Reaktionen – auch solche außerhalb der Photosynthese – auslösen kann, stellt schon Julius SACHS im 19. Jhd. fest. Er beleutete die Blätter einer im Dunklen gehaltenen Ackerwinde (*(s) Convolvulus arvensis*) und kurz darauf öffneten sich die (unbelichteten) Blüten.
Schon länger war bekannt, dass z.B. einige Pflanzen, wie der Spinat (*(s) Spinacia oleracea*) oder der Kopfsalat (*(s-) Lactuca sativa var. capitata*) in den Tropen zwar prächtig wuchsen, aber einfach keine Blüten bildeten. Das Samen-Material musste also immer wieder neu aus den gemäßigten Breiten – den "Heimatländern" von Spinat und Kopfsalat eingeführt werden.

Definition(en): Photoperiodismus
Photoperiodismus ist die Fähigkeit von Organismen bestimmte Perioden (z.B. Tageslänge, Mondphase, Jahreszeit) zu bestimmen / erkennen und auf diese zu reagieren.
Fotoperiodismus ist das Phänomen, dass Organismen (hauptsächlich Pflanzen und photosynthetische Einzeller) bestimmte morphologische Veränderungen in Abhängigkeit von Tageslängen bzw. Belichtungszeiten stattfinden.

Die wirkliche Erforschung des Photoperiodismus bekann in den 30iger Jahren des letzten Jahrhunderts. Wigthman W. GARNER und Harry A. ALLARD fanden in einem Tabakfeld eine Tabak-Pflanze (*(s) Nicotiana tabacum*), die riesengross wuchs. Sie wurde "Maryland Mammoth" (dt.: "Marryland-Mammut") genannt. Später stellte sich heraus, dass es eine Mutante war. Die war natürlich für die Tabak-Bauern inetressant. Sie bildet aber keine Blüten. GARNER und ALLARD nahmen die Pflanze mit in ein Gewächshaus, um sie vor dem Winter-Forst zu schützen. Im Dezember bildete die Pflanze dann überraschend Blüten.
Die eigentliche Arbeits-Pfanze von GARNER und ALLARD war aber die Hülsenfrucht Soja(bohne) (*(s) Glycine max*). Sie wollte durch Experimente herausfinden, inwieweit sich die Erntezeitpunkte durch veränderte Aussaaten beeinflussen lässt. Die Planzen blüten aber imme erst im September, bildeten dann die Früchte und konnten immer nur zur gleichen Zeit gerntet werden.
Nach verschiedenen Experimenten mit kontrollierten Temperaturen, Wasser- und Nährstoff-Angeboten blieb nur noch die Tageslänge als Faktor über.

Pflanzen messen Zeiträume auf 10 bis 15 min genau.

hängen bestimmte Bildungen (des äußeren Baus) von ausgewählten Faktoren ab, dann spricht man von Morphosen

fotoperiodische Blüh-Induktion bzw. -Indikation

Lang-Tag-Pflanzen (LTP)

Pflanzen benötigen sehr lange Tages-Licht-Phasen (deutlich über 12 Stunden), um Blüten anzusetzen und dann später Früchte und Samen zu bilden
blühen auch im Dauerlicht

viele Pflanzen der gemäßigten Breiten wachsen in tropischen oder subtropischen Bedingungen vegetativ deutlich besser und wirtschaftlicher (z.B. Kopfsalat), eine Früchte- oder Samen-Bildung erfolgt aber nicht, Samen müssen immer wieder importiert werden
Spinat braucht z.B. mindesten 14 h Licht (über einen Zeitraum von mindestens 14 d) für die Auslösung einer Blüten-Bildung

bei vielen Arten reichen schon einzelne bzw. wenige Tage mit langer Belichtung aus, um die – dann irreversibel ablaufende – Blütenbildung auszulösen

Pflanzen der gemäßigten Breiten sowie polare Pflanzen sind häufig Langtags-Pflanzen

qualitative / absolute / obligate Langtag-Pflanzen
Blütenbildung nur dann, wenn Langtag-Bedingung erfüllt ist

z.B.: Roggen, Schwarzes Bilsenkraut, Weichweizen, Wiesen-Lieschgras

quantitative / fakultative (/ relative) Langtag-Pflanzen
Blütenbildung durch Langtag-Bedingungen beschleunigt, keine kritischen Tageslängen
z.B.: Acker-Schmalwand, Kartoffel, Sommer-Weizen, Winter-Weizen

Kurz-Tag-Pflanzen (KTP)

Pflanzen benötigen eine Dunkelphase, die (deutlich) länger als 12 Stunden ist
eigentlich besser Lang-Nacht- oder Lang-Dunkelphase-Pflanze

quantitative / fakultative (/ relative) Kurztag-Pflanzen:
Blütenbildung durch Kurztag-Bedingungen beschleunigt, keine kritischen Tageslängen
z.B. Reis, Blaue Prunkwinde, Spitzwegerich

qualitative / absolute / obligate Kurztag-Pflanzen:
Blütenbildung nur dann, wenn Kurztag-Bedingung erfüllt ist (Langnacht), es gibt also eine kritische Photoperiode (iFPP, Dunkelphase), die notwendig ist
z.B. Arabica-Kaffee, Garten-Fuchsschwanz, Herbst-Chrysantheme, Sojabohne, Hanf

Tag-neutrale Pflanzen (TNP)

können sowohl unter LT- bzw. KT-Bedindungen blühen
spielen im wissenschaftlichen Interesse eine geringe Rolle

z.B.: Acker-Hellerkraut, Einjähriges Rispenkraut, Gewöhnliches Greiskraut, Topinambur

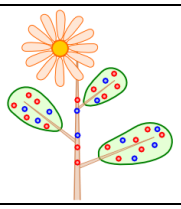
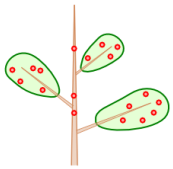
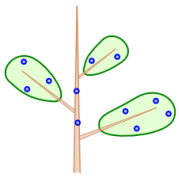
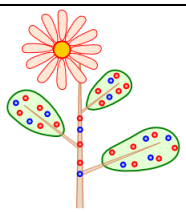
es gibt desweiteren noch **Langkurztag-Pflanzen (LKTP)** und **Kurzlangtag-Pflanzen (KLTP)**
sie benötigen unterschiedliche aufeinanderfolgende Licht-Rhythmen und blühen dann nur im Frühjahr oder im Herbst

Beispiele für Langkurztag-Pflanzen:
Nachtjasmin, Kalanchoe (Brutbatt, GOETHE-Pflanze)

Beispiele für Kurzlangtag-Pflanzen:
Marien-Glockenblume, Weiß-Klee, Kalanchoe (Flammendes Käthchen)

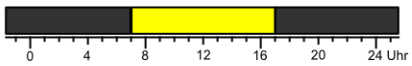
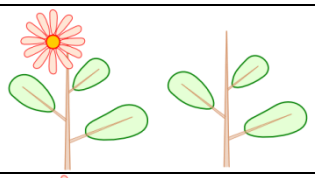
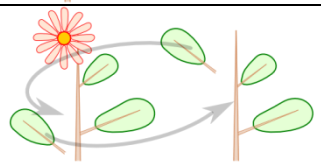
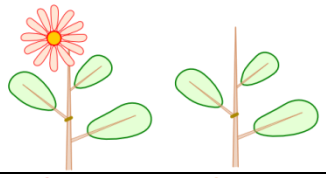
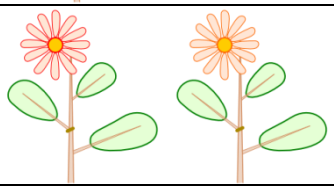
<u>von der Florigen-Theorie zur 2-Komponenten-Theorie</u>

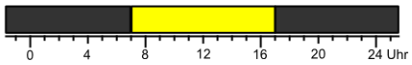
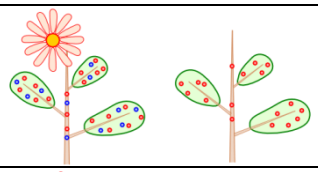
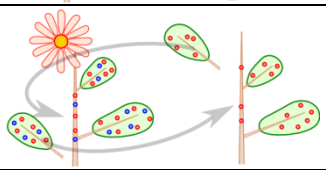
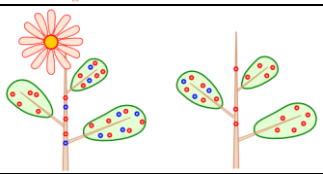
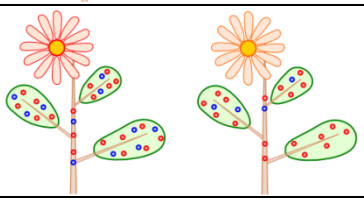
von Michael CHAILAKHYAN (1936) aufgestellte These, das ein stofflichen (hormoneller) Stimulus die Blühte initialisiert; bisher wurde ein solcher Stoff (- das Blüh-Hormon -) aber nicht gefunden
ev. auch Kombinations-Effekt aus zwei Pflanzen-Hormonen bzw. Hormon-Gruppen (Gibberillin und Anthesinen)

	Kurztags-Pflanze	Langtags-Pflanze
Kurztag		
Langtag		

Nachweis der Existenz eines solchen Stoffes – des Florigen oder einen direkt gekoppelten Prozesses – kann man durch Experimente erzielen

Man hält eine Langtags- (LTP) und eine Kurztags-Pflanze (KTP) aus der gleichen Pflanzen-Familie bei Kurztags-Bedingungen. Die LTP kommt typischerweise nicht zum blühen. Von der – normal zur Blüte gekommenen – Kurztags-Pflanze, die bei gleichen KT-Bedingungen gehalten wurde, nimmt man nun ein Blatt ab und pfropft es auf die LTP. Die LTP wird weiterhin bei KT gehalten – und blüht!
Die Erklärung der Versuchs-Beobachtungen könnte unter Verwendung der Florigen-Theorie folgendermaßen aussehen:
Bei der KT-Aufzucht bildet die KTP sowohl das Gibberellin (**blau**) als auch die Anthesine (**rot**). Es bilden sich in der Konsequenz Blüten. Die LTP kann unter KT-Bedingungnen nur Geberellin bilden und kommt nicht zur Blüten-Bildung.
Wird nun ein Blatt der blühenden KTP auf die LTP gepfropft, dann werden mit dem Blatt auch Anthesine auf die LTP übertragen. Trotz den weiterhin herrschenden KT-Bedingungen – die LTP dürfte also nicht blühen – bildet diese doch Blüten. Die dafür notwendigen Anthesine stammen also aus dem aufgepfropften Blatt.

	Kurztags-Pflanze (KTP)	**Langtags-Pflanze (LTP)**
Licht-Bedingung → KT		
Aufzucht bis erste Blüten erscheinen		
Blatt-Tausch zwischen LTP und KTP		
weitere Aufzucht bei obigen Bedingungen		
Versuchs-Ende (Beobachtung)		

	Kurztags-Pflanze (KTP)	**Langtags-Pflanze (LTP)**
Licht-Bedingung → KT		
Aufzucht bis erste Blüten erscheinen		
Blatt-Tausch zwischen LTP und KTP		
weitere Aufzucht bei obigen Bedingungen		
Versuchs-Ende		

Aufgaben:

1. ***Prüfen Sie, ob der oben beschriebene Versuch so schlüssig ist, oder auch anders interpretiert werden könnte! Welche Kontroll-Versuche müssen betrieben werden, damit die Interpretation im Sinne der Florigen-Theorie vorgenommen werden kann?***
2. ***Wie müsste ein Experiment, das von Anfang an unter Langtags-Bedingungen ablaufen soll, ausgehen? Stellen Sie Thesen auf! Skizzieren Sie die hormonellen Bedingungen für die einzelnen Phasen des Experiments!***

Untersuchung der genauen physiologischen Vorgänge mit Störlicht- und Pfropf-Experimenten.

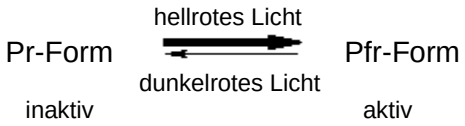
schon volles Mondlicht mit einer Leistungsdichte von 0,005 W/m^2 überschreitet die Lichtempfindlichkeit vieler Pflanzen-Arten hinsichtlich Störlicht (allgemein rund 10^{-2} bis 10^{-3} W/m^2)

LT-Pflanzen, die unter KT gehalten werden, blühen nicht. Werden sie nun in der Dunkel-Phase kurz mit Hellrotl-Licht beschienen, dann bilden sie trotzdem Blüten.
Kommt danach aber eine (kurze) Dunkelrot-Belichtung, dann wird der Effekt aufgehoben.

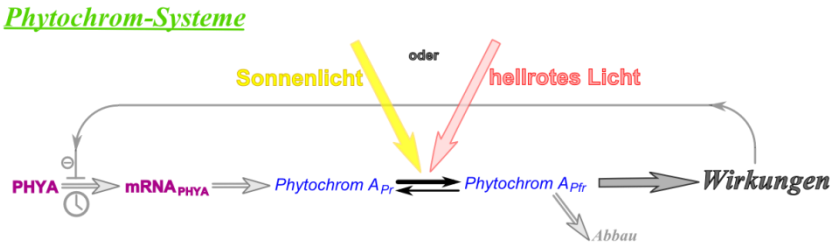
Pflanzen verfügen in den Laubblättern über bestimmte Phytochrome, also lichtempfindliche Pflanzenfarbstoffe. Sie werden deshalb auch als Photorezeptoren bezeichnet. Einige von ihnen reagieren auf Rotlicht.
Diese Rotlicht-Rezeptoren reagieren schon auf extrem kurze Belichtungs-Phasen. Bei einigen Arten reichen schon Hellrotlicht-Blitze zur Auslösung eines Effektes aus.
Am längsten untersucht ist das Phytochrom A (PHYA).
Das die Phytochrome bzw. die induzierenden Systeme nur in den Blättern der Pflanzen vorkommen zeigte Michael CHAILAKHYAN (1936) durch Belichtungs-Versuche an teilweise entlaubten Pflanzen.
Die Wirkung erfolgt scheinbar vorrangig in den Blüten oder entsprechenden Knospen, so dass von einem Transport des auslösenden Faktors ausgegangen werden muss. Er nannte diesen Faktor / Stoff Florigen. Florigen sollte der Botenstoff der circadianen Pflanzen-Uhr (Tages-Rhythmik) sein.
Bei Pfropfungen von Blättern verwandter Arten konnte der Faktor sogar übertragen werden. Als Transport-Weg fand er die Rinde (Phloem). Wurde sie entfernt (ringsherum um den Stengel unterbrochen), dann zeigte der im Blatt gebildete Faktor keine Wirkung an den Sproßspitzen (Knospen).
Als Transport-Geschwindigkeit konnte man Werte zwischen 2 und 4 mm/h identifizieren.

Der Faktor bzw. das Florigen schien ein universeller Faktor in vielen Pflanzen zu sein, nur finden bzw. analytisch nachweisen konnte man ihn nicht.
Da der Stoff nicht zu finden war, ging man dann einer Kombinations-Wirkung von mehreren (mindestens 2) Stoffen aus. Aber auch diese konnten nicht klar charakterisiert werden.

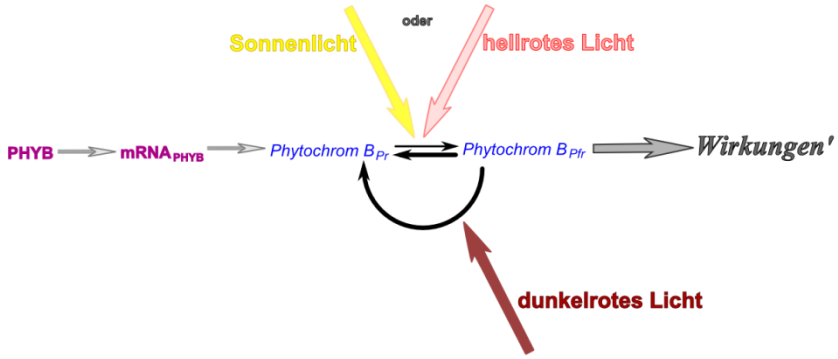
Der hier betrachteten Rotlicht-Rezeptoren (PHYA) kommen in zwei Formen vor, die durch Hell- bzw. Dunkelrot-Licht in die jeweils andere Form überführt werden.



Die Pfr-Form geht aber auch ohne Licht langsam in die inaktive Pr-Form über. Dies passiert üblicherweise im Dunklen und wird deshalb als Dunkelrevision (Dunkelkonversion) bezeichnet.



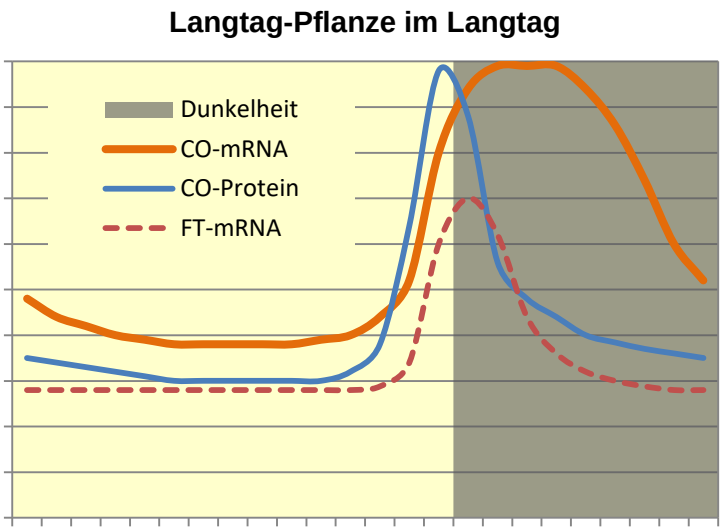
Das Phytochrom B (PHYB) spricht auf die gleichen Wellenlängen des Lichtes an und wandelt sich genau so um. Die resultierenden Wirkungen sind andere und z.T. denen des Phytochrom A entgegengesetzt. PHYB ist somit ein weitgehender Antagonist zu PHYA.



Membran-Hypothese
nimmt an, dass die Membran-Durchlässigkeit für bestimmte Stoffe sich durch das P660/720-Phytochrom-System verändert und dadurch die verschiedenen physiologischen Forlgevorgänge ausgelöst bzw. ermöglicht werden.

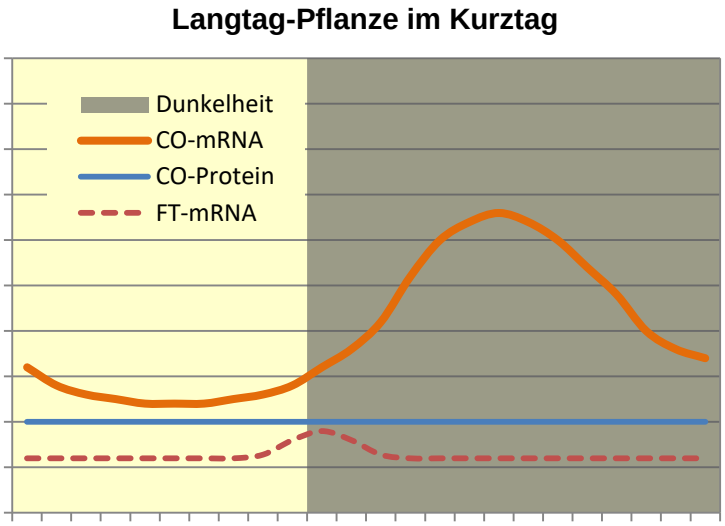
differentieller Genaktivierung (Hypothese der differentiellen Gen-Expression)

für diese These sprechen neuere molekulgenetische Untersuchungen an der Modell-Pflanzen Ackerschmalwand ((*s*) *Arabidopsis thaliana*) deren Genom (aus rund 25'000 Genen) vollständig entschlüsselt wurde.
Bei Untersuchungen des genetischen Materials von Blüh-Mutanten fand man zwei auffällige Gene. Das eine wurde CONSTANS (CO) und das andere FLOWERING LOCUS T (FT) genannt.



circadiane Rhythmik bestimmter mRNA und Proteine
(CO.mRNA und CO-Protein relative Skalierung;
FT-mRNA im Vergleich dazu)

Das CONSTANS-Protein (CO-Protein) wird ausschließlich im Phloem ausgereifter Laubblätter gebildet
bei Pfropfungs-Versuchen ist die Menge an verfügbarem CO-Protein aber zu gering, um eine Wirkung zu erzielen, deshalb kann es nicht der direkte Blüh-Faktor sein
das CO-Protein schaltet weitere Gene ein, z.B. FT (FLOWERING LOCUS T)
FD steuert nun wiederum Gene, vor allem solche die die Spezialisierung der Stammzellen in den Teilungs-Zentren (Sproß- u. Wurzel-Sitze, Knospen) steuert und mit festlegt was aus den einzelnen Stammzellen dann für spezielle Zellen entstehen
FT ist ein sehr kleines Protein, das nicht selbst aktiviert, sondern es bindet sich an ein weiteres Protein (FD)



(alle Werte relativ zum obigen Diagramm)

FD und FT müssen zum Wirken zusammenkommen
das FT-Protein entstspricht dem imaginären Florigen
2007 konnte es George COUPLAND et.al. mittels eines fluoreszierenden Proteins – welches an das FT gekoppelt wurde – dass das FT in der Pflanze transportiert und verteilt wird
durch Pfropfungs-Versuch mit Mutanten, die kein FT bilden können, wurde nachgewiesen, dass genau das FT der Florigen-Faktor ist

nach 12 h Tageslicht kann das CONSTANS-Gen zum ersten Mal am Tag abgelesen expremiert werden

Nach neueren Erkenntnissen (2007) sind der Blaulicht-Rezeptor (Cryptochrom (CRY) und das Phytochrom A (PHYA) =) an der Blühindikation beteiligt. Phytochrom A spricht auf dun-

kelrotes Licht an, bei Rezeptoren sind für die Aktivierung des CONSTANS-Gen verantwortlich
a langen Tagen bewirkt die Rezeptoren (bzw. deren Messanger) dass da frisch gebildte CONSTANS-Protein sofort wieder abgebaut wird
das CONSTANS-Protein indiziert dann die Blüten-Bildung (eben nur an Langtagen)
als Gegenspieler wirkt das Phytochrom B, was für den Abbau des (alten (Vortags-)) CO-Proteins verantwortlich ist

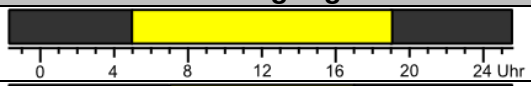
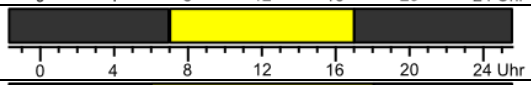
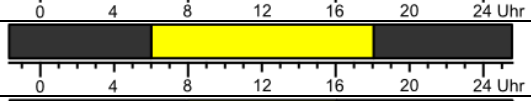
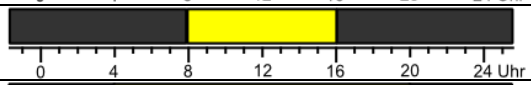
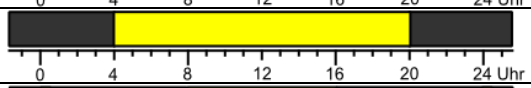
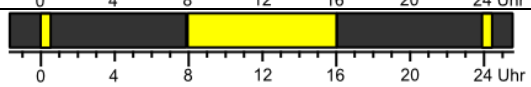
typisch blaues Licht enthält mehr hellrote als dunkelrote Anteile

Quellen / Links:
http://www.max-wissen.de/public/downloads/maxheft5843
http://www.spektrum.de/lexikon/biologie-kompakt/phytochrome/9036

Blüh-Indikation beim Weihnachtsstern (*(s) Euphobia pulcherrima*)

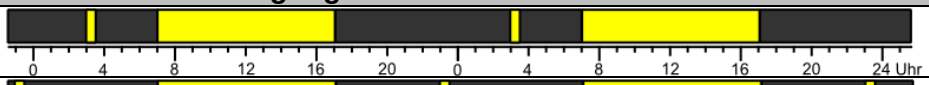
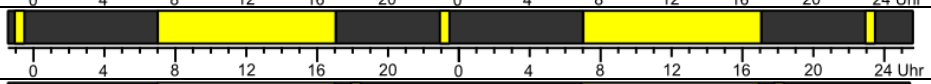
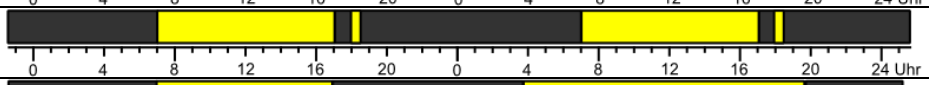
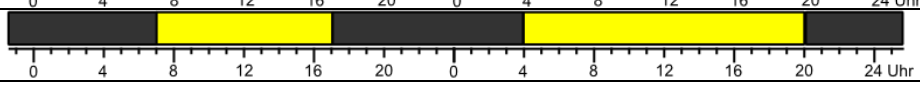
blühender Weihnachtsstern
Q: de.wikipedia.org (US DA, Scott Bauer)

Der Weihnachtsstern ist eine ausgeprägte Kurztagspflanze. Charakteristisch sind die roten Hochblätter (Brakteen), die keine Blüten sind, sondern nur intensiv gefärbte Laubblätter. Die Blüten, die unscheinbar in der Mitte der Hochblätter stehen, sind grüngelblich und eingeschlechtig.
Hochblätter und Blüten bildet der Weihnachtsstern nur dann, wenn die Belichtungsdauer deutlich unter 12 Stunden am Tag ist. Es werden mehrere Wochen gebraucht, bis die Pflanzen das gewünschte Aussehen haben. Vor allem die Dunkelphase darf dabei nicht unterbrochen werden.
Im Falle einer Unterbrechung beginnt die Uhr für die Dunkelphase wieder von vorne zu laufen.
Durch morgentliche Kälte-Reize wird der im Handel bevorzugte kompakte Wuchs gefördert.
Der Weihnachsstern ist ein Wolfsmilchs-Gewächs. In den Blättern und Stielen fließt der weiße Latex – der Milchsaft. Seine Giftigkeit wird vielfach diskutiert. Ein Hautkontakt sollte vermieden (reizende Diterpene) und der Zugang für Kinder und Haustiere immer kontrolliert werden.

Exp.	Licht-Dunkel-Bedingung	Beobachtung	Deutung
1		keine Blüten	Langtag → keine Blühindikation
2		Blüten	Kurztag → Blühindikation
3		Blüten	Kurztag → Blühindikation
4		Blüten	Kurztag → Blühindikation
5		keine Blüten	Langtag → keine Blühindikation
6		keine Blüten	keine ausreichende Dunkelphase → kein Kurztag → keine Blühindikation

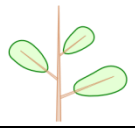
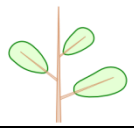
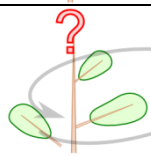
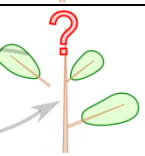
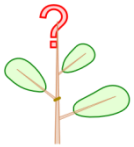
Aufgaben:

1. *Bei weiteren Versuchen soll die Blühindikation bei Weihnachtssternen untersucht werden. Es werden die folgenden Licht-Dunkel-Bedingungen verwendet.*

Exp.	Licht-Dunkel-Bedingung
1	
2	
3	
4	

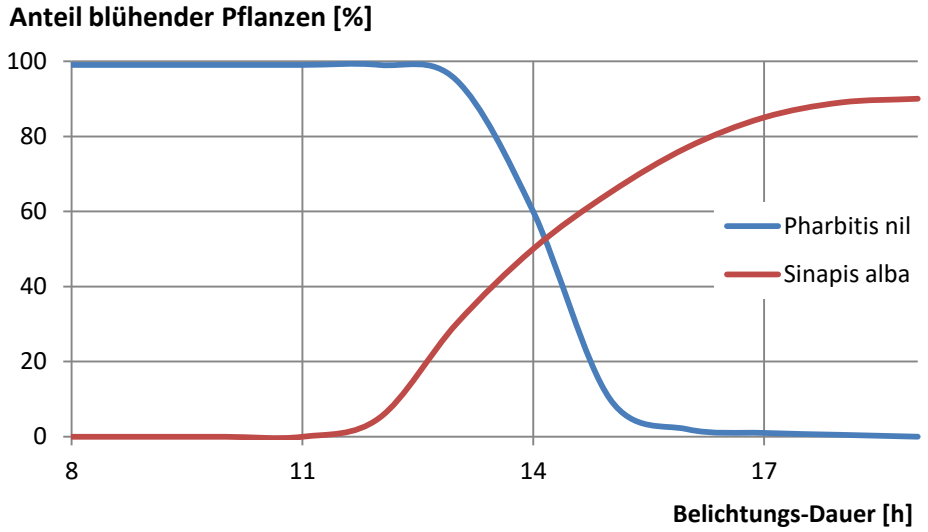
Stellen Sie Hypothesen für die einzelnen Experimente auf!

2. *Von zwei Pflanzen-Arten aus einer Pflanzenfamilie, die unter speziellen Beleuchtungs-Bedingungen aufgezogen werden, werden einzelne Laub-Blätter ausgetauscht und aufgepfropft. Stellen Sie Hypothesen hinsichtlich der Blüten-Bildung über den gesamten Verlauf des Experimentes auf (Fragezeichen)!*

	Kurztags-Pflanze (KTP)	Langtags-Pflanze (LTP)
Licht-Bedingung(en)		
Start mit blütenlos vorgetrieben Pflanzen		
Aufzucht bis ev. erste Blüten erscheinen (müssten)		
Blatt-Tausch zwischen LTP und KTP		
weitere Aufzucht bei obigen Bedingungen		
Versuchs-Ende (wenn ev. auch neue Blüten gebildet sein könnten)		

3. *Mit welchen Veränderungen muss man als Experimentator rechnen, wenn die benutzten Lichtbedingungen bei den beiden Pflanzen von Anfang an getauscht werden! Begründen Sie Ihre Voraussagen!*

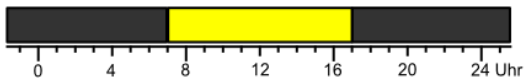
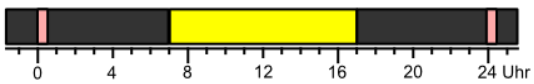
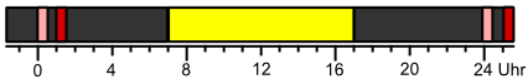
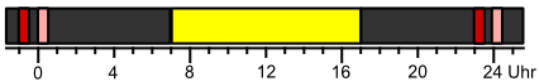
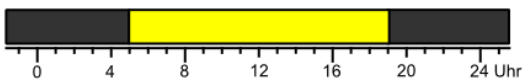
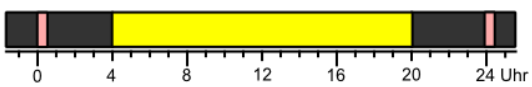
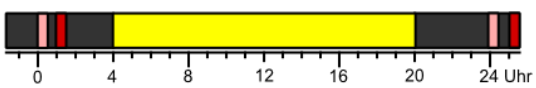
4. Von zwei Pflanzen-Arten sind die Anteile blühender Pflanzen in Abhängigkeit von der täglichen Belichtungs-Dauer erfasst worden. Interpretieren Sie die dargestellten Daten!



(s) Pharbitis nil = (A) Blaue Prunkwinde || (s) Sinapis alba = (A) Weißer Senf

für die gehobene Anspruchsebene:

5. In verschiedenen Versuchen soll die Blühindikation bei Langtags- sowie Kurztags-Pflanzen untersucht werden. Es werden die folgenden Licht-Dunkel-Bedingungen verwendet. Weiterhin werden Bestrahlungen mit hellroten und dunkelroten Licht gemacht!

Exp.	Belichtungs-Muster	LT-Pflanze	KT-Pflanze
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Erklären Sie die Ergebnisse der einzelnen Experimente!

Östrus der Pferde-Stute an Langtag geknüpft

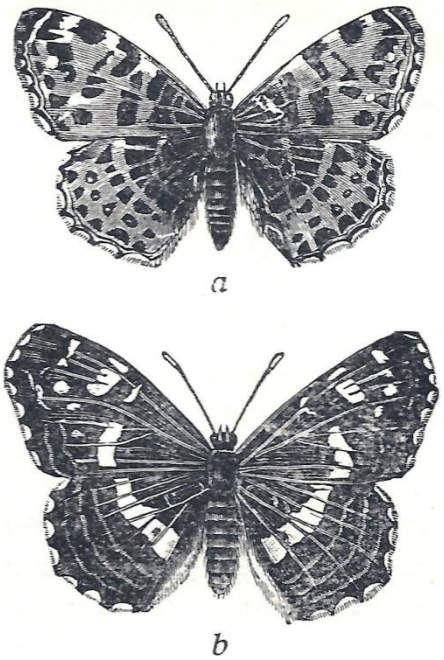
bei Schafen ist Kurztag (Übergang zum Herbst) für Keimzell-Aktivierung verantwortlich

Vogel-Zug

Umschaltung der Fortpflanzungs-Art z.B. bei Blattlaus
von vegetativer zu generativer / geschlechtlicher
im Sommer Parthenogenese, vivipar (lebendgebärend); bei Unterschreiten der Taglichtlänge unter 14 Stunden Übergang zu miktischen (sex-befähig), Eier-legenden Weibchen

Saison-Dimorphismus

beim Landkärtchen-Falter (*(s) Araschnia levana* (Frühlingsform) / *(s) Araschnia prorsa* (Sommerform))



"Das Landkärtchen (Vanessa prorsa-levana):
a Frühjahrsgeneration (V. levana),
b Herbstgeneration (V. prorsa)"
Q: /36, S. 177/

2.2.1.x. Sauerstoff / Cohlendioxid

Definition(en): anaerober Stoffwechsel
Der anaerobe Stoffwechsel ist der Stoffwechsel von Organismen, bei dem kein elementarer Sauerstoff (aus dem Umgebungs-Medium) verbraucht wird.

Definition(en): aerober Stoffwechsel
Der aerobe Stoffwechsel ist der Stoffwechsel von Organismen, bei dem elementarer Sauerstoff (aus dem Umgebungs-Medium) verbraucht wird.

Neben dem direkt verfügbaren Sauerstoff-Gehalt wird in der Praxis oft noch ein zweiter Wert betrachtet. Hierbei handelt es sich um den Sauerstoff-Bedarf. Dieser wird von den Einträgen (Sauerstoff-Zufluß durch neues Wasser, Lösen des Sauerstoff aus der Luft, Produktion durch die Pflanzen) und dem praktischen Verbrauch (Atmung, Verrottung, chemische Reaktionen) bestimmt. In der Praxis unterscheidet man zwei spezielle Sauerstoff-Bedarfs-Größen. Der Biologische Sauerstoff-Bedarf BSB (auch: Biochemischer Sauerstoff-Bedarf; engl.: biochemical oxygen demand (BOD)) betrachtet den für den Abbau der vorhandenen biotischen Stoffe notwendigen Sauerstoff. Dazu misst man den Sauerstoff-Verbrauch der Bakterien und anderen Mikroorganismen bei 20 °C, den diese für den Abbau der vorhandenen organischen Stoffe benötigen. Der Chemische Sauerstoff-Bedarf CSB (engl.; chemical oxygen demand (COD)) betrachtet auch noch die chemische umsetzbaren Inhaltstoffe des Wasser. Um diese ebenfalls zu oxidieren, ist noch wesentlich mehr Sauerstoff notwendig. Deshalb sind CSB-Werte immer größer als BSB-Werte. Als Oxidation-Mittel verwendet man Kaliumdichromat, dass als stark gilt.
Da die Zeit bei den biologischen Umsetzungs-Vergängen eine Rolle spielt und die ermittelten Werte vergleichbar sein sollen, werden die Werte für den Biologischen Sauerstoff-Bedarf für definierte Zeit-Räume ermittelt. Ublich sind der BSB_2, BSB_5 und BSB_∞ für 2 bzw. 5 Tage oder eben bis zum vollständigen (beliebiglangen) Abbau. In den ersten zwei Tagen sind aber noch nicht alle Umsetzungs-Vorgänge ausreichend fortgeschritten bzw. angelaufen, so dass man lieber den BSB_5 verwendet. Der BSB_5 macht grob geschätzt 70% des BSB_∞ aus.

Wasser-Temperatur [°C]	Sättigung für Sauerstoff [mg/l]	
0	14,57	
1	14,17	
2	13,79	
3	13,43	
4	13,07	
5	12,74	
6	12,41	
7	12,11	
8	11,81	
9	11,53	
10	11,25	
11	11,00	
12	10,75	
13	10,51	
14	10,28	
15	10,07	
16	9,85	
17	9,65	
18	9,45	
19	9,27	
20	9,10	
21	8,91	
22	8,74	
23	8,58	
24	8,42	
25	8,27	
26	8,11	
27	7,95	
28	7,81	
29	7,67	

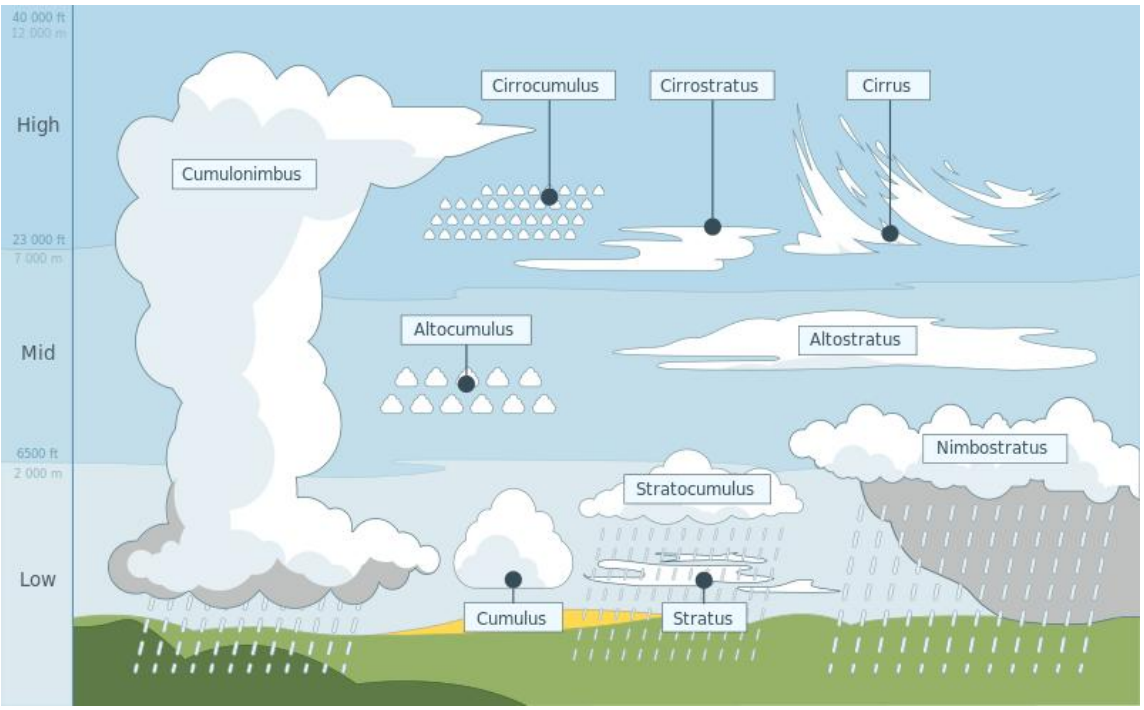
2.2.1.x. Wind

Wind-Flüchter

BEAUFORT-Skala

Wind-Stärke [Bf]	Bezeich-nung	Wind-Geschwindigkeit [m/s]	Wind-Geschwindigkeit [km/h]	Wind-Wirkung Merkmale	
0	Windstille, umlau-fend	0,0 – 0,5	0 – 2	keine Bewegung von Blättern; Rauch steigt senkrecht empor; spiegelglatte See	
1	leiser Zug	0,3 – 1,5	2 – 5	kaum merklich; Wind-Richtung nur durch abgelenkten Rauch erkennbar; Windflügel und Windfahnen unbewegt; leichte Kräuselwellen	
2	leichte Brise	1,6 – 3,3	6 – 11	schwache Bewegung von Blättern und Wimpeln; Blätter rascheln; Wind im Gesicht spürbar; kleine, kurze Wellen, Oberfläche glasig	
3	schwache Brise	3,4 – 5,4	12 – 19	bewegt Blätter, schwache Zweige und Wimpel; Anfänge der Schaumbildung	
4	mäßige Brise	5,5 – 7,9	20 – 28	bewegt dünne Zweige und Äste, wir-belt Staub auf; loses Papier wird vom Boden abgehoben; kleine, länger wer-dende Wellen	
5	frische Brise	8,0 – 10,7	29 – 38	bewegt stärkere Äste und kleine Bäu-me; Wind deutlich hörbar; mäßige Wellen von großer Länge; überall Schaumköpfe	
6	starker Wind	10,8 – 13,8	39 – 49	bewegt stärkere Äste und mittlere Bäume; an Häusern und festen Ge-genständen hörbar; hörbares Pfeifen an Drahtseilen und Telefonleitungen; größere Wellen mit brechenden Köp-fen; überall weiße Schaumflecken	
7	steifer Wind	13,9 – 17,1	50 – 61	bewegt Bäume; fühlbarer Widerstand beim Gehen im Gegenwind; weißer Schaum von den brechenden Wellen-köpfen legt sich in Schaumstreifen in die Windrichtung	
8	stürmi-scher Wind	17,2 – 20,7	62 – 74	bricht Zweige ab; erheblicher Gehwi-derstand; Fensterläden werden geöff-net; ziemlich hohe Wellenberge; deren Köpfe werden verweht; überall Schaumstreifen	
9	Sturm	20,8 – 24,4	75 – 88	bricht größere Äste ab; kleine Schäden an Häusern; Gartenmöbel werden umgeworfen und verweht; beim Gehen erhebliche Behinderungen; hohe Wel-len mit verwehter Gischt; Brecher be-ginnen sich zu bilden	
10	schwerer Sturm	24,5 – 28,4	89 – 102	entwurzelt Bäume; deckt leichte Dä-cher ab; größere Schäden an Häusern; sehr hohe Wellen; weiße Flecken auf dem Wasser; lnge, überbrechende Kämme; schwere brecher	selten im Landesinne-ren (nur an Berg)
11	orkanarti-ger Sturm	28,5 – 32,6	103 – 117	heftige Böen; starke Sturmschäden, deckt schwerere Dächer ab; schwere Schäden in Wäldern (Windbruch); Autos werden aus der Spur geworfen; Gehen unmöglich; brüllende See; Wasser wird waagerecht weggeweht; starke Sichtbehinderung	sehr selten im Landes-inneren (nur an Bergspit-zen) ≡ Tropischer Sturm

Wind-Stärke [Bf]	Bezeich-nung	Wind-Geschwindigkeit		Wind-Wirkung Merkmale	
12	Orkan	32,7 – 36,9	118 – 133	schwere Verwüstungen; zerstört leichte Häuser; See vollkommen weiß; Luft mit Schaum und Gischt gefüllt; keine Sicht mehr	≅ Hurrikan Kat. 1
13			134 – 149		
14			150 – 166		≅ Hurrikan Kat. 2
15			167 – 183		
16			184 – 202		≅ Hurrikan Kat. 3
17			> 202		≅ Hurrikan Kat. 4
			>250		Hurrikan Kat. 5



Wolken-Typen
Q: de.wikipedia.org (Valentin de Bruyn)

2.2.1.x. Nährstoffe (allgemein)

typisch ist eine Begrenzung der Entwicklung vieler Arten durch die zur Verfügung stehenden Nährstoffe bzw. die Nahrung allgemein (Substrat-Limitation)
Ursache ist die Konkurrenz mit Art-Genossen und Artfremden um die gleichen Ressourcen

Anpassungs-Strategien

Anpassung (Adaptation)

r- und K-Strategie entstammen begrifflich der Demökologie

r-Strategie

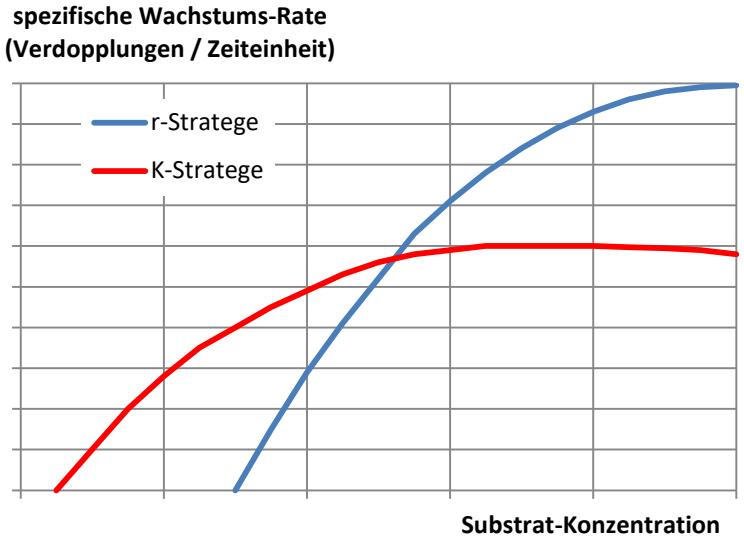
Organismen habe hohe Wachstums-Rate (**r**), die aber nur bei großen Nährstoff-Kapazitäten bzw. –Konzentrationen realisiert werden können
innerhalb kürzester Zeit können dann viele Nachkommen gezeugt werden, die die Ressourcen maximal ausnutzen / ausbeuten
verbleiben meist nur kurzfristig im Lebensraum
ziehen weiter oder bilden Überdauerungs-Organe etc. aus, um zumindest Phasen der Regeneration der Ressourcen zu überleben

von WINOGRADSKY (1925) als Zymogene bezeichnet (sich zeitweilig durchsetzende)
z.B. Gattungen *Bacillus, Aspergillus, Penicillium*

K-Strategie

Organismen sind an kleine Nährstoff-Kapazitäten (**K**) / geringe Nährstoff-Konzentrationen angepasst
meist mit intensiverer / effektiver Nutzung gekoppelt; hier liegt auch der Anpassungs-Schwerpunkt
es werden schon kleinste Mengen / Konzentrationen genutzt
besetzen den Lebensraum meist längerfristig

nach WINOGRADSKY (1925) Autochtome (einheimisch, angepasst)



in Misch-Kulturen aus r- und K-Strategen setzen sich bei hoher Substrat-Konzentration / -Kapazität die r-Strategen durch und unterdrücken die K-Strategen, mit sinkender Substrat-Menge verdrängen dann die K-Startegen die r-Strategen

nach WINOGRADSKY (1925) zusätzlich noch Allochthone ("Andersartige", "Fremdartige"; "Verschiedenartige"), dass sind solche Organismen, die sich zymogen ("zurückgezogen"; "abwartend", "in Lauerposition") verhalten, aber eingeschleppt wurden; sie können sich (unter bestimmten Bedingungen) zeitweilig durchsetzen

z.B. (s) Escherichia coli (Darm-Bakterium) in Nährstoff-armen Lebensräumen nicht vorkommend, bei starkem Nährstoff-Eintrag (organische Stoffe; z.B. Fäkalien) entwickelt sich die Mikrobe explosionsartig und wird dann zum Problem (Infektions-Gefahr für Badende usw.)

bei Misch-Substraten und Misch-Ernährungen wird Situation schnell unübersichtlich und kompliziert / komplex

2.2.1.x. edaphische Faktoren (Boden-Faktoren)

2.2.1.x.1. Boden-Art und -Struktur

Humus-Gehalt und Körnung

Körnung

durchschnittlicher Partikel-Durchmesser [mm]	**Bezeichnung der Fraktion**	
< 0,002	**Ton**	
0,002 – 0,063	Fein- bis Grob-**Schluff**	**Lehm** ist Gemisch aus Ton, Schluff und Sand
0,063 – 2,0	Fein- bis Grob-**Sand**	
2 – 63	Fein- bis Grob-**Kies**	
63 – 200	Grob-**Steine**, **Geröll**	
> 200	**Geschiebe, Blöcke**	

Körnung bestimmt Durchlüftung und Durchwässerung (Durchfluß, Wasserhaltevermögen)
Angriffsfläche für Wurzeln (Halt und Nährstoffe) nimmt mit der Korn-Größe ab

Humus-Gehalt

Humus-Gehalt	**Huminsäure-Gehalt**	**Merkmale, Eigenschaften**	
Humus-reich		dunkelbraun, erwärmt sich in der Sonne, gute Durchlüftung	
Humus-arm		hell,	

Ton-Humus-Komplex
→ 4.1.1.2. Pedosphäre

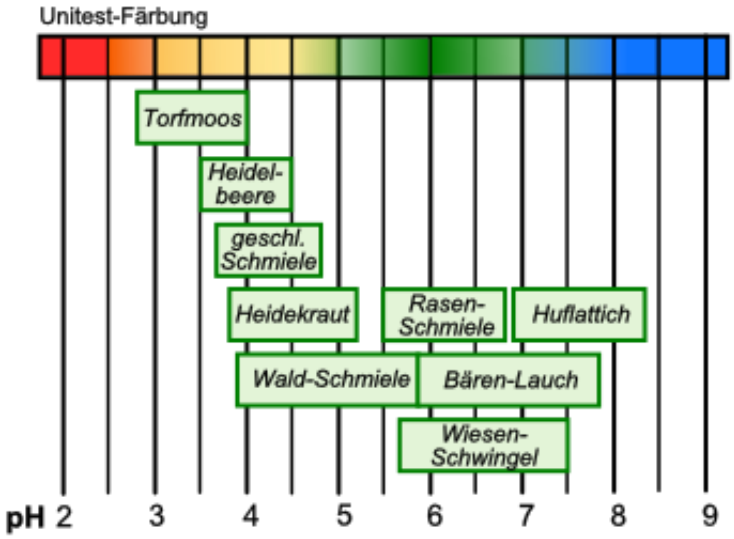
Bodenwasser

Q+M Ökologie, 44

2.2.1.x.2. pH-Wert

Boden-Reaktion

pH-Wert-Bereich	Bezeichnung	
> 11,0	äußerst alkalisch	
10,0 – 11,0	sehr stark alkal.	
9,0 – 10,0	stark alkalisch	
8,0 – 9,0	mittel alkalisch	
7,5 – 8,0	schwach alkalisch	
7,0 – 7,5	sehr schwach alk.	
7,0	neutral	
6,5 – 7,0	sehr schwach s.	
6,0 – 6,5	schwach sauer	
5,0 – 6,0	mittel sauer	
4,0 – 5,0	stark sauer	
3,0 – 4,0	sehr stark sauer	
< 4,0	äußerst sauer	

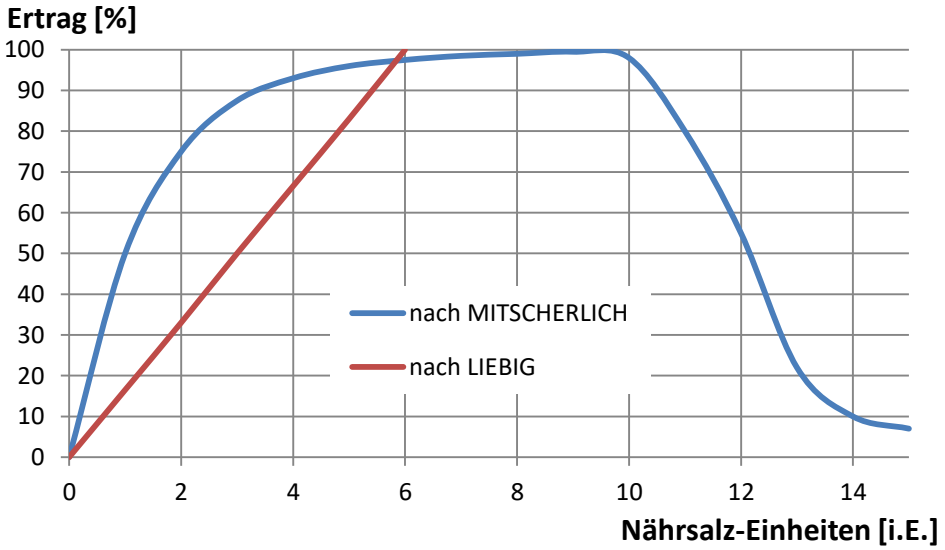


2.2.1.x.2. Nährsalze

besonders für Pflanzen / autotrophe Organismen, die sich von anorganischen Energie-armen Stoffen ernähren

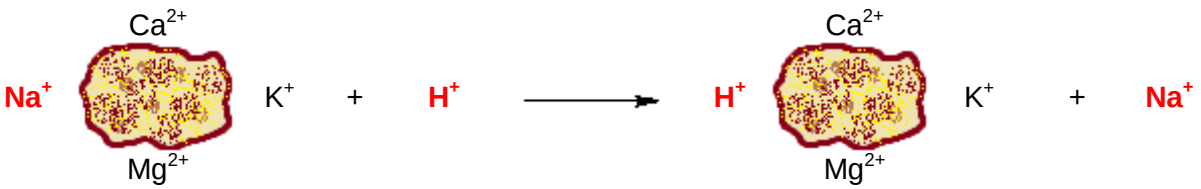
wichtige Nährsalz-Ionen:

Ion	Name	Bedeutung	Gebrauch im Stoffwechsel
NH_4^+	Ammonium-Ion	Stickstoff-Quelle	Aminosäure- und Nucleinbase-Synthesen
NO_3^-	Nitrat-Ion	Stickstoff-Quelle	Aminosäure- und Nucleinbase-Synthesen
NO_2^-	Nitrit-Ion	Stickstoff-Quelle	Aminosäure- und Nucleinbase-Synthesen
PO_4^{3-}	Phosphat-Ion	Phosphor-Quelle	ATP, Phosphorsäure
S^{2-}	Sulfid-Ion	Schwefel-Quelle Ersatz für O_2	Aminosäure-Synthese Photo- und Chemosynthese
SO_3^{2-}	Sulfit-Ion	Schwefel-Quelle	Aminosäure-Synthese Chemosynthese
SO_4^{2-}	Sulfat-Ion	Schwefel-Quelle	Aminosäure-Synthese Chemosynthese



Q: nach /11 , S. 22/

Boden-Puffer



Ionen-Austausch (HOFMEISTERsche Ionen-Reihen)

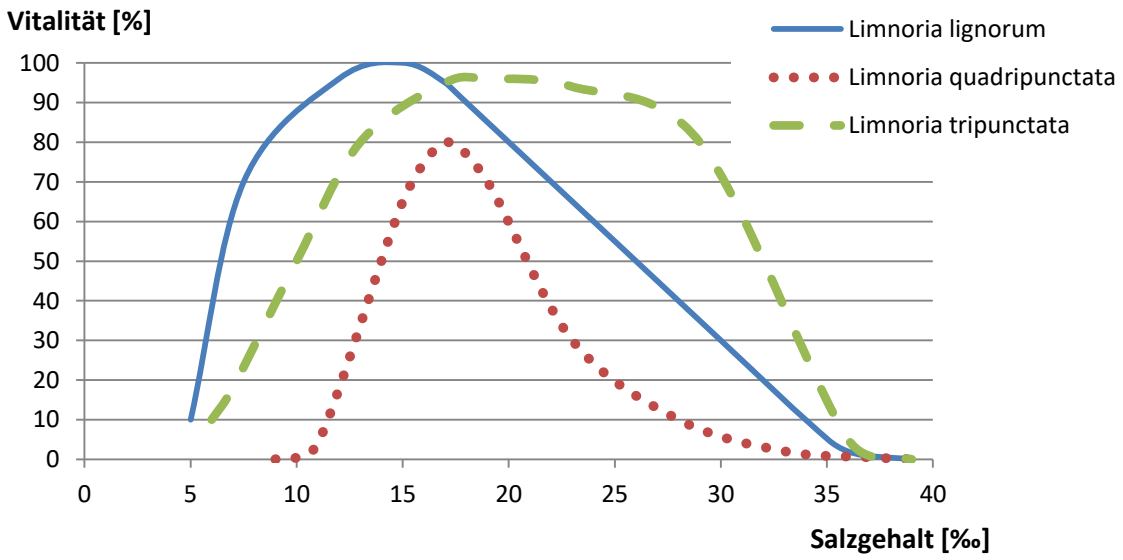
	Li	Na	Rb	Cs
	Mg	Ca	Sr	Ba
Austausch-Fähigkeit				
Hydrathülle				

lyotrophe Reihe

Na < K < Mg < Ca < Ba < H

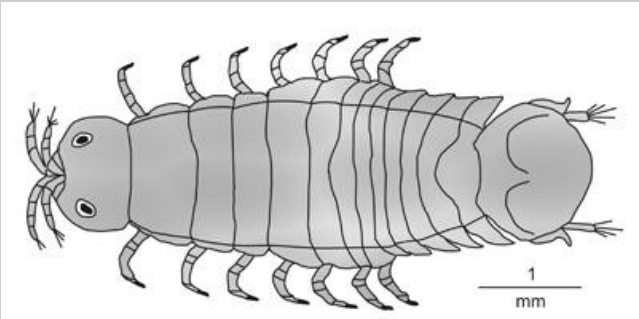
Zeiger-Pflanzen

2.2.1.x. Salzgehalt (des Wassers) / Salinität



ökologische Potenz von Holzbohrasseln der Gattung Limnoria

Exkurs: Holzbohrasseln – Schädlinge oder Nützlinge?



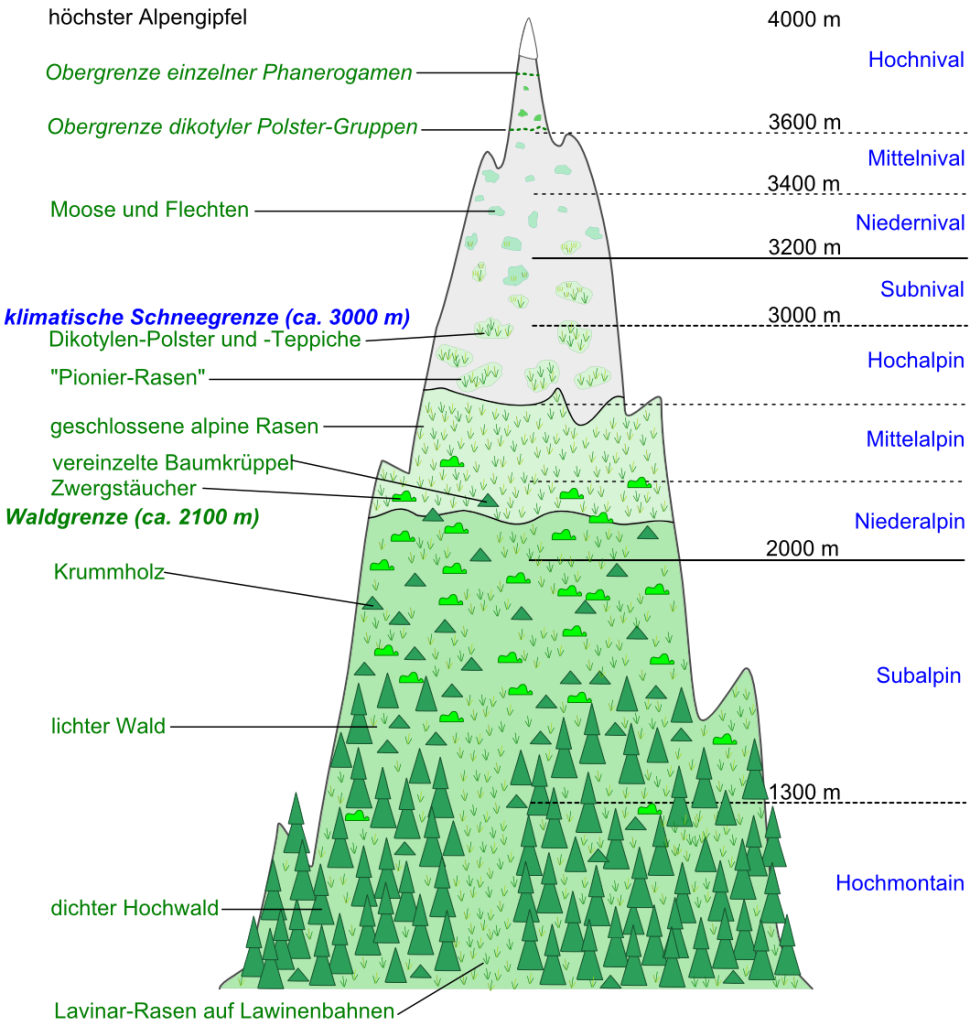
Klein wie ein Reiskorn, aber großen Hunger auf Holz:
Die Holzbohrassel (Limnoria lignorum).
Q: http://www.fuwa-ev.de/index.php?id=35

Q: http://www.readersdigest.de/n%C3%BCtzlicher_sch%C3%A4dling
Q: http://www.fuwa-ev.de/index.php?id=35

2.2.1.x. orographische Faktoren (Gelände-Faktoren)

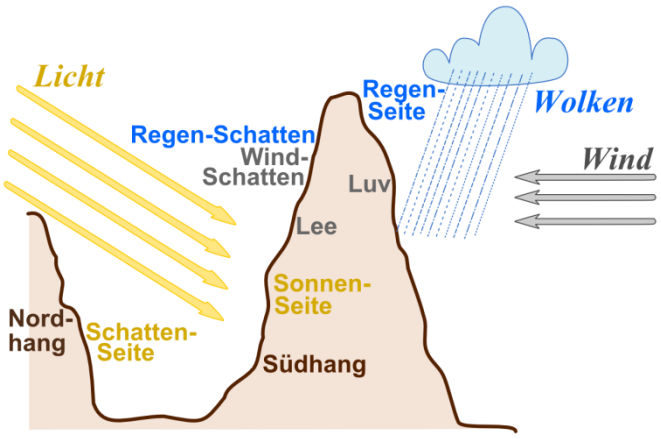
hierzu gehören z.B. die Höhenlage und das Relief
sie bestimmen regional eine Vielzahl anderer Umwelt-Faktoren → Mikroklima

2.2.1.x.1. Höhenlage



Höhenzonierung der Alpen (Formations-Mosaik)
aus Q: /35, S. 39 (nach REISGL u. PITSCHMANN, geänd.: Dre)/

2.2.1.x.2. Relief



2.2.1.x. Radioaktivität

natürliche Strahlung (insg. 2,4 mSv)
kosmische Quellen rund 0,3 mSv
terrestrische Quellen rund 0,5 mSv

künstliche Strahlung durchschnittlich 1,55 mSv

Strahlenschäden (beim Menschen nach kurzzeitiger Bestrahlung)

Strahlendosis	Symptome / Schadwirkungen		
0,1 – 0,5	keine akuten Schäden; geringfügige Blutbild-Veränderungen → Spätschäden möglich		
0,5 – 1,0	Hautrötung; Veränderung des Blutbildes; ev. Übelkeit, Erbrechen; nach einigen Tagen: Haarausfall		
1,0 – 2,0	Übelkeit, Erbrechen; Schädigung des Knochenmarks und des Immun-Systems; verschlechtertes Allgemeinbefinden; erste Tote		
2,0 – 4,0	Sterberate 20% in 2- 6 Wo; Überlebende benötigen 3 Mo zur Genesung		
4,0 – 5,0	schwere Einschränkung des Allgemeinbefindens; stark erhöhte Infektions-Anfälligkeit; Blutbildungs-Störungen; Fieber; Sterberate 50 % in 4 Wo; Genesungszeitraum 6 Mo		
5,0 – 7,5	…, schwere Schädigung des Magen-Darm-Traktes; blutige, schleimige Durchfälle; innere und äußere Blutungen; Geschwüre im Mund- und Rachen-Bereich; geringe Überlebensrate		
7,5 – 10,0	praktische Sterberate 100%;		
50	sofort einsetzende schwerste Erkrankungen; Tod innerhalb einer Wo		
100	Lähmung (Schädigung des Nerven-Systems) und schneller Tod;		

2.2.1.x. Lautstärke und Lärm

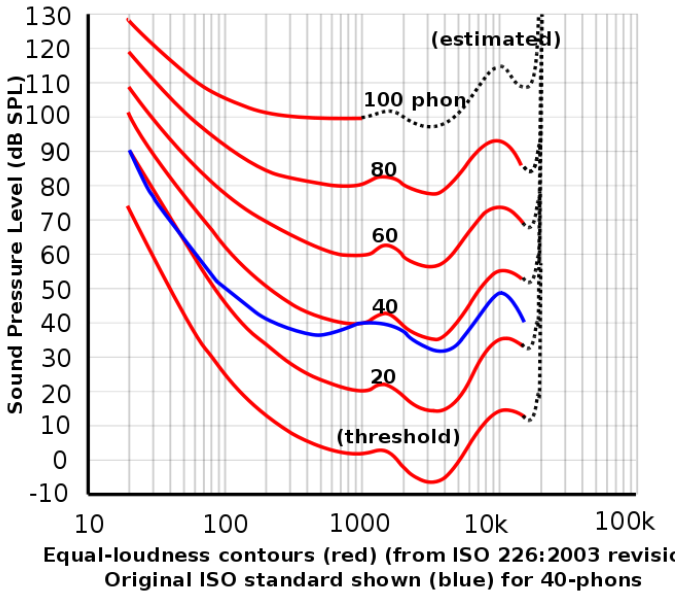
Wal-Strandungen werden häufig auf akustische Tests (aktive Sonare z.B. zur U-Boot-Ortung) oder unterseeische Explosionen zurückgeführt

Fluglärm; Starten und Landen von Flugzeugen; Überflug von Wohngebieten

Arbeits-Klima

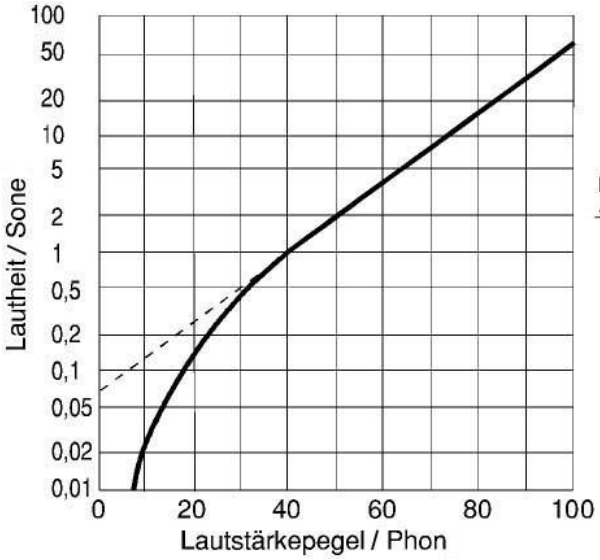
Beschreibung Geräusch, Lärm-Quelle	Entfernung zur Schall-Quelle [m]	Schall-Pegel [dB(A)]	Schall-Intensität [W / m^2] = [Pa]	Lautheit [Sone]
Hörschwelle (2 kHz)	0	0		0
Blätter-Rauschen, ruhiges Atmen	0	10		0,02
sehr ruhiges Zimmer	0	20 – 30	10^{-10} – 10^{-9}	0,15 – 0,4
Nebenstraße, Kühlschrank-Brummen		30		
normale Hintergrund-Geräsche im Haus		30 – 40	10^{-9} – 10^{-8}	
normale Unterhaltung	1	40 – 60	10^{-8} – 10^{-5}	1 – 4
"Zimmerlautstärke" von Radio und Fernseher	1	55 – 65	10^{-6} – 10^{-5}	4
Schreibmaschine		65 – 75	10^{-5} – 10^{-4}	
Büro, Haushalt		70		
PKW	10	60 – 80	0,02 – 0,2	4 – 16
Mindestlautstärke einer Fahrrad-Klingel		75		
PKW (Stadtverkehr)		70 – 88	10^{-4} – 10^{-3}	
Kinderlärm, Schreien, Staubsauger		80		
Gehöhrschädigung bei langfristiger Einwirkung		85		
Umwelt-freundliche Rasenmäher, Laubbläser, Heckenscheren		88		
LKW (Stadtverkehr)		85 – 90	10^{-4} - 10^{-3}	
Schnarchen, Autohupe		90		
Presslufthammer, Discothek		90 – 105	10^{-3} – 0,5	64
Motorrad, Kreissäge, Oktoberfestzelt		100		
Hauptverkehrsstraße	10	80 – 90	0,2 – 0,63	16 – 32
Düsenflugzeug (Probelauf, Start)		105 – 130	0,5 – 50	
Schädigung des Gehöhrs schon bei kurzzeitiger Einwirkung		105 – 140	1 – 100	
Rock-Konzert		110		
Kampfflugzeug	100	110 – 140	6 – 200	130 - 1000
Schrei-Rekord, Vuvuzela, Techno-Disco		120	20	260
Sirene	20	130		650
Schmerzschwelle		135	100	675
Gewehrschuß	1	140		
Düsenflugzeug	30	150		
Geschütz-Knall		160		
Bundeswehr-Gewehr G3	0	168		
Ohrfeige	0	170		
Pistole P1	0	171		
Kinder-Spielzeugpistole	0	180		

Q: /37; S. 403 (nach BURK 1993)/; de.wikipedia.org; …



Wahrnehmung gleicher Lautstärke
((**rot**) nach ISO 226 (2003)
und nach ursprünglicher Norm (**blau**))
Q: de.wikipedia.org (Lindosland)

subjektive Lautheit N wird in Sone angegeben



Lautheit / Sone	Pegel /Phon
64	100
32	90
16	80
8	70
4	60
2	50
1	40
1/2	32
1/4	25
1/8	19
1/16	14
1/32	11
1/64	9

Zusammenhang zwischen Lautstärke-Pegel
und Lautheit
Q: de.wikipedia.org (BLAUERT, Skyhead)

Lästigkeit, wichtige Schwellen und Grenzwerte	Schallpegel [dB(A)]	
Grenzwert für gewerblichen Arbeitslärm, nachts	25	
erste Beeinträchtigung der Schlaf-Qualität	40	
Obergrenze Tagesgeräusche in Wohngebieten	45	
Störung der Kommunikation (0 – 20 % Gestörte)	45	
vegetative Reaktionen im Schlaf	50	
Störung der Kommunikation (noch 99 % Satzverständlichkeit)	55	
Streß-Grenze (Lautstärke-Begrenzung bei MP3-Playern)	60	
Schwellenwert für das Aufwachen	60	
Schädigung des vegetativen Nervensystems; erhöhtes Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen (30 – 70 % Gestörte)	65	
Beschwerde-Schwelle (5 – 15 % der Betroffenen)	70	
deutlich nachweisbare vegetative Beeinträchtigungen und Schädigungen (60 – 95 % stärker Gestörte)	75	
Grenzwert für Ohr-nahes Spielzeug; Gehörschutz im gewerblichen Bereich	85	
Auslösegrenze für Lärmschwerhörigkeit	85	
empfohlene Lärmbegrenzung für Discotheken und Musik-Verantstaltungen	95	
deutliche Krankheits-Symptome	100	
Schmerzschwelle, Gehörschädigung	130	
innere Verletzungen, Haut-Verbrennungen; möglicher Tad	190	
max. Schalldruck	194	Erreichen des Atmosphären-drucks

Q: /div./

Immissionsrichtwerte (TA-Lärm)

Gebiet / Region / Objekt	Zeitraum	[db(A)]	
nur gewerbliche od. industrielle Anlagen		70	
vorwiegend gewerbliche Anlagen	tagsüber	65	
	nachts	50	
gleichviele gewerbliche Anlagen und Wohnungen	tagsüber	60	
	nachts	45	
vorwiegend Wohnungen	tagsüber	55	
	nachts	45	
ausschließlich Wohnungen	tagsüber	50	
	nachts	35	
Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeeinrichtungen	tagsüber	45	
	nachts	35	
mit Anlage verbundene Wohnungen	tagsüber	40	
	nachts	30	

Q: Technische Anleitung zum Lärm; Nacht: 22:00 bis 6:00 Uhr

Tinnitus-Auslöser:

Streß
private und berufliche Probleme
Einschlaf-Störungen
regelmäßige Einnahme von ASS-Schmerz-Tablette

vermeidbare Auslöser:
große Lautstärken in Discotheken, Rock-Konzerten, Arbeiten mit Maschinen (Gehörschutz)

Tinnitus-Grade	Beschreibung	
1. Grad	leichtes Ohrgräusch, welches noch nicht als störend empfunden wird	
2. Grad	Ohrgeräusche werden nur in großer Stille wahrgenommen (z.B. Einschlafen), nur zu diesen Zeiten als störend empfunden	
3. Grad	Ohrgeräusche führen im Alltag zu dauernden Beeinträchtigungen	
4. Grad	Ohrgeräusche führen zu Ängsten und Depressionen; Erliegen von Aktivitäten	

Q: //

2.2.1.x. elektromagnetische Strahlung (Elektro-Smog)

SAR … specific radiation absorbtion rates; spezifische Absorbtions-Rate für elektromagnetische Strahlung (Mikrowelle-Wattstärke) z.B. bei Handy's etc.; Angabe in [W / kg [biologisches Gewebe]]
Grenzwert (Deutschland) 2 W / kg; USA 1,6 W / kg
Gefahr der Erwärmung des Gewebes (→ Vermeidung von längeren Telefonaten in elektromagnetisch abgeschirmten Räumen (Gebäude, Autos, Tunnel, Keller, Fahrstuhl)
Kinder und Jugendliche stärker gefährdet (→ ev. Headset, Ohrhörer) wegen dünnerer Knochen und die verschiedenen Gewebe entwickeln sich stärker
auch erhöhte Gefährdung durch Freisprech-Einrichtungen nachgewiesen

von Kritikern gefordert Grenzwert 0,2 W / kg

2.2.1.x. chemische Stoffe

Letal-Dosis / letale Dosis = Menge / Dosis eines Stoffes der bei 50% der Organismen eine tödliche Wirkung hat
LD_{50} meist bezogen auf kg [KG] = Kilogramm [Körpergewicht]

2.2.1.x.

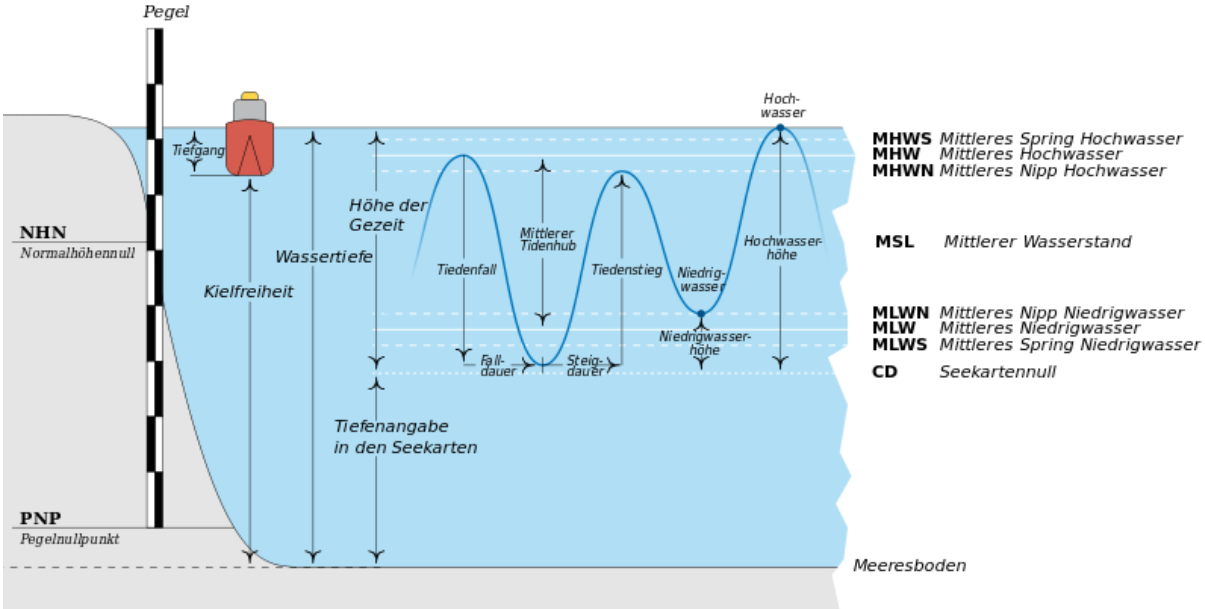
2.2.1.x. der Mond und andere außerirdische Umweltfaktoren

Ebbe und Flut / Gezeiten (Tiden)

Gezeiten im Bay of Fundy
Q: de.wikipedia.org (Tttrung (Samuel Wantman))

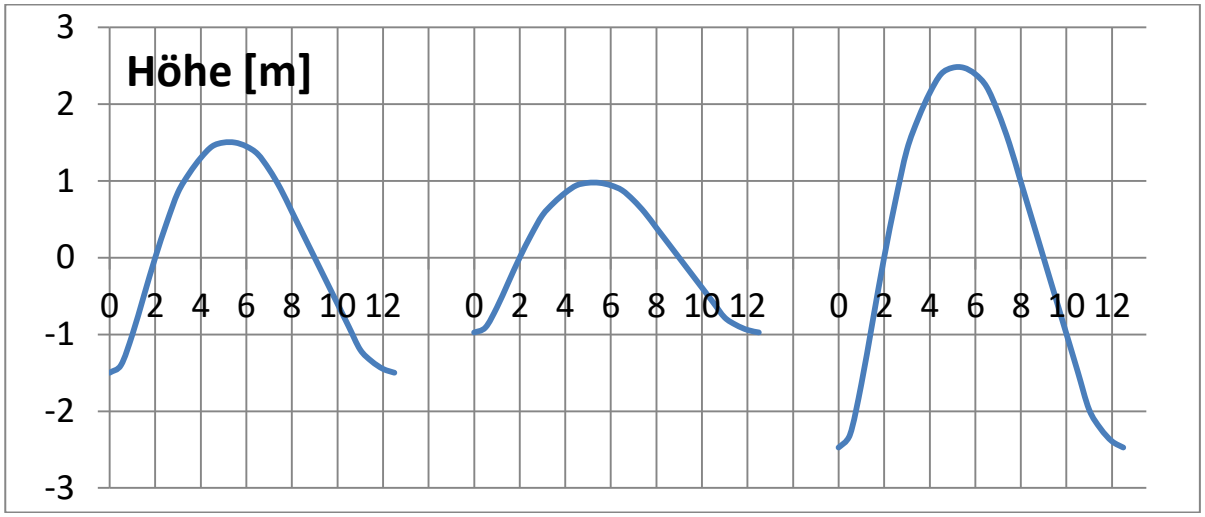
abhängig von Mond- und Sonnen-Position; Gravitation wirkt auf Wasser-Masse

normale Phasenlänge 12 Stunden und 24 Minuten



Gezeiten-Begriffe
Q: de.wikipedia.org (Benedikt.Seidl)

Nippflut (in der Deutschen Bucht) alle 14 Tage (ein paar Tage nach Halbmond)



Normal-Wasserstands-Schwankung z.B. für Hamburg

Nipp-Schwankung

Spring-Schwankung

2.2.1.x. Versuche / Praktikum zu abiotischen Faktoren

Diese Versuche können mit Haushaltsmitteln und auch zuhause durchgeführt werden! Trotzdem bitte unbedingt die allgemeinen Regeln und Vorsichtsmaßnahmen beim Experimentieren beachten!

Abhängigkeit der Samen-Entwicklung von ausgewählten abiotischen Faktoren

Materialien / Geräte:

Senf-Samen (Senf-Saat, Senf-Körner; Samen sollten nicht älter als 1 Jahr sein); ersatzweise Kresse-Samen, Mungo-Bohnen; PETRI-Schalen, Marmeladen- / Gemüse-Konserven-Gläser (z.B. Meerrettich- od. Tomatenmark-Gläschen); unbedrucktes Küchenpapier od. einfache Zellstoff-Taschentücher; ev. Termometer bzw. andere Meßgeräte für die zu beobachteten Faktoren; ev. Schaltuhr; demineralisiertes / abgekochtes Wasser; ev. Digitalkamera od.ä. zur Dokumentation

Vorbereitung:

- Senfkörner (ev. aus Gewürz-Mischungen (Einlege-Gewürz für Gurken)) sollten vorher in Wasser gewaschen werden
- auswählen, welche Bedingungen untersucht werden sollen (hängt von Jahreszeit und verfügbaren Experimentier-Umgebungen ab!)
- Vergleichs-Experiment planen / ansetzen; Vergleichs-Bedingungen festlegen!
- Vorschläge für Versuchs-Bedingungen:
  a) Temperatur (z.B.: draußen, Zimmertemperatur, wärmerer Ort, Wärmplatten, …)
  b) Licht (nur dunkel, nur hell (nicht oder gering wärmende Lampe! (z.B. LED), 6 h hell + 18 h dunkel; 12 h hell + 12 h dunkel, 18 h hell + 6 h dunkel)
  c) Wasser (feucht, mit Wasser-Überstand (untergetaucht), kein weiteres Wasser (Wasser-Streß))
  d) Luft-Zusammensetzung (mit zusätzlichem Sauerstoff, mit zusätzlichem Cohlendioxid, …)
  e) … (der Kreativität sind kaum Grenzen gesetzt)

Durchführung / Ablauf:

- Papier so zuschneiden / falten, dass es auf dem Boden der Gefäße passt (ev. mehrschichtig)
- Papier gut anfeuchten (ganz leichter Überstand an Wasser)
- 10, 20 od. 30 Senf-Körner auf dem Papier verteilen (ev. mit Holzstäbchen od. Strohhalmen gleichmäßig auf dem Boden verteilen)
- Gefäße den ausgewählten Bedingungen aussetzen und über 5 Tage beobachten; ev. regelmäßig feucht halten
- Beobachtung der Keimung, Messung der Keimlings-Größe / -Länge
- die Beobachtungen sind statistisch auszuwerten
- für Fehlerbetrachtungen und allgemeine statistische Aussagen sind die Beobachten aller Arbeitsgruppen zusammenzufassen!

Wasser als Quellmittel

Materialien / Geräte:
feine / dünnwandige Reagenzgläser (ev. auch Vanille-Röhrchen aus dem Supermarkt); Erbsen (getrocknet); Stopfen; demineralisiertes / abgekochtes Wasser; ev. Digitalkamera od.ä. zur Dokumentation

Durchführung / Ablauf:
- Erbsen locker in des Röhrchen / Reagenzglas füllen mit Wasser auffüllen; fest verschließen
- ev. regelmäßig photographieren
- mehrere Tage beobachten

systemische / kombinatorische / synökologische Wirkung von Umweltfaktoren

Materialien / Geräte:
ausgewählte Planze oder Pflanzen-Gruppe (an einem Standort); geeignete Meßgeräte (Lineal, Waage, …)

Durchführung / Ablauf:
- ein bestimmtes – quantitativ erfassbares – Merkmal (Eigenschaft, Pflanzen-Teil) wird ausgewählt
- Dokumentation des Standortes (Himmels-Richtung, Umgebung, …) durch Foto's
- alle Pflanzen bzw. alle Teile werden hinsichtlich des gewählten Merkmales vermessen
- Auswertung der gesammelten Daten (Anzahl von Teilen / Pflanzen in Abhängigkeit vom ausgewählten Merkmal (Messwerte bzw. Gruppen von Messwerten))

Materialien / Geräte:

Durchführung / Ablauf:
-

Wasser als Quellmittel II

Materialien / Geräte:
Ziegelstein mit Bohrloch (mind. halb so tief, wie der Ziegelstein in Bohrrichtung lang ist); Erbsen (getrocknet); Stopfen; demineralisiertes / abgekochtes Wasser; ev. Digitalkamera od.ä. zur Dokumentation

Durchführung / Ablauf:
- Erbsen in das Bohrloch füllen; mit Wasser auffüllen und fest verschließen
- den Ziegelstein in der Nähe des Borloches regelmäßig mit Wasser begießen / feucht halten
- ev. regelmäßig photographieren
- mehrere Tage beobachten

Experiment für Zuhause

Grundlagen / Prinzipien:

Materialien / Geräte:

Hinweise:

Vorbereitung:

Durchführung / Ablauf:
-

Zusatzuntersuchung:

Experiment für Zuhause

Grundlagen / Prinzipien:

Materialien / Geräte:

Hinweise:

Vorbereitung:

Durchführung / Ablauf:
-

Zusatzuntersuchung:

2.2.2. biotische Umweltfaktoren

Für die meisten Lebewesen sind die abiotischen Umweltfaktoren unmittelbar wirkend. Die Organismen müssen atmen, Wasser aufnehmen, genügend Wärme vorfinden usw.
Die Beziehungen zu anderen Arten oder den Indivuen der gleichen Art sind da eher sekundär oder tertiär. Sekundär meint, dass die Organismen nicht ständig mit diesen Faktoren konfrontiert sind, sie aber eine exzistentielle Bedeutung haben. Dazu gehören z.B. Beute, Freßfeinde, Räuber, Parasiten, Krankheits-Erreger usw.
Die Mitglieder der eigenen Art sind da eher nachgeordnet. Sie werden irgendwann für Paarung, Brutpflege usw. usf. gebraucht. Solche tertiären Faktoren wirken seltener und meist auch kurzfristiger.
Biotische Umweltfaktoren sind also immer von Interaktionen zwischen Organismen geprägt. Im Allgemeinen beeinflussen sich die Arten in einem Lebensraum – die Biozönose – direkt oder indirekt. Die Arten sind durch unterschiedlichste Beziehungen miteinander verknüpft. Das beginnt bei den üblichen Nahrungs-Beziehungen (Fressfeinde; Räuber-Beute-Beziehungen) und den besetzten ökologischen Funktionen (Produzenten → Konsumenten → Destruenten) und endet in hochspezialisierten Lebens-Gemeinschaften, wie z.B. Parasitismus, Symbiose, ….
Viele der sich hieraus ergebenen Beziehungen werden z.B. in der Demökologie und der Synökologie betrachtet. Dabei werden dann die Population bzw. das Ökosystem als Betrachtungs-Einheit gewählt.
Bei den biotischen Umweltfaktoren geht es mehr um die direkten Organismen-Beziehungen.

Definition(en): biotische Umwelt-Faktoren
Biotische Umweltfaktoren sind alle von lebenden Elementen ausgehende Einwirkungen, welche die Lebensweise eines Individuums / einer Art systemisch beeinflussen.
Biotische Umweltfaktoren sind die ein Lebewesen beeinflussenden Elemente der Umgebung, welche von anderen Lebewesen verursacht (und / oder primär von ihnen beeinflusst) werden.

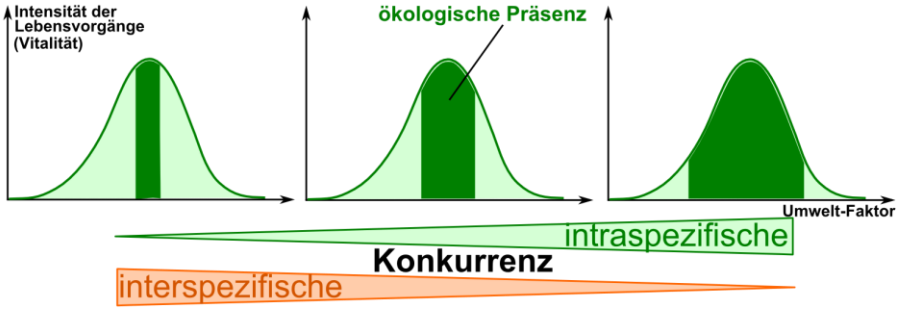
Grundsätzlich unterscheiden wir nach den Beziehungen innerhalb der eigenen Art und den Beziehungen zu anderen Arten.
Alle Faktoren, die innerhalb der eigenen Art eine Rolle spielen werden als **intraspezifische Fakoren** / Beziehungen zusammengefasst. Die Beziehungen zu den anderen Arten ordnet man den **interspezifische**n Faktoren zu.
Die Klassifikation von Interaktionen zwischen Organismen ist relativ schwierig, da die jeweilige Beeinflussung auf verschiedenen Ebenen oder Kanälen und mit unterschiedlichen Intensitäten erfolgt.
Schon bei der Abschätzung, ob die Wirkung eines anderen Organismus positiv oder negativ (aktivierend oder hemmend) ist, kann meistens gar nicht so klar gesagt werden. Selbst der beste Symbiont ist vielleicht ein Sauerstoff-Konkurrent.

Interaktions-Typ	Wirkung auf Art2 Org.2 (Umgebung / sekundärer Organismus)	Wirkung auf Art1 Org. 1 betrachteter Organismus	Interaktionen	Beispiele
Abiose			**keiner der Organismen beeinflusst den anderen**	
Neutralismus	0	0	keiner der beiden Organismen erhält einen Vor- oder Nachteil	
	0	0		
Parabiose Metabiose			**einer der Organismen erfährt einen Vorteil, der andere wird nicht beeinflusst**	
Kommensalismus	+	0	der Kommensale / Mitesser (Org. 2) nutzt den anderen Organismus (Wirt; Org. 1) ohne in zu schaden oder zu bevorteilen	
Karprose	+	0		
	+	0		

Interanktions-Typ	Wirkung auf Art2 Org.2 (Umgebung / sekundärer Organismus)	Wirkung auf Art1 Org. 1 betrachteter Organismus	Interaktionen	Beispiele
Symbiose (i.w.S.)			**beide Organismen erhalten einen Vorteil**	
Symbiose (i.e.S.)	+	+		
Muturalismus	+	+		
	+	+		
Antibiose			**eine oder beide Organismen erhalten einen Nachteil**	
		Antibiont (Verursacher)		
	–	0		
Amensalismus	– (Geschädigter)	0 (Verursacher)	Art 1 wird durch die Interaktionen behindert / benachteiligt, ohne dass sich für die Art 2 ein Vorteil oder Nachteil ergeben würde (Nutznießertum)	Herdentiere zertrampeln Uferpflanzen und verdichten den Boden
	0	+	Art 1 hat (leichte) Vorteile, ohne dass Art 2 eine Rückwirkung auf Art 1 hat oder von dieser benachteiligt wird	Nutzung von Trampel-Pfaden, umgewüllten Boden (z.B. Samen-Eintrag)
Konkurrenz (zwischenartliche, interspezifische)	–	–	direkte und indirekte gegenseitige Behinderung / Benachteiligung, da Anspruch auf die gleichen Ressourcen erhoben wird	
Konkurrenz (innerartliche, intraspezifische)	–	–	direkte und indirekte gegenseitige Behinderung / Benachteiligung, da Anspruch auf die gleichen Ressourcen erhoben wird	
	–	–		
???biose				
Parasitismus	+ Parasit	– Wirt	die eine – meist kleinere – Art (Org. 2, Parasit) erhält durch Ausnutzung / Benachteiligung von Art 1 (Wirt) einen Vorteil	
Räuber-Beute-Beziehung Räubertum	+ Räuber	– Beute	Nahrungs-Beziehungen; Trophie-Beziehungen	
	–	–		

	–	–		
	–	–		

ökologische Präsenz ((bevorzugter) Lebens-Bereich)



Veränderung der ökologischen Präsenz in Konkurrenz-Situationen
Q: nach ODUM (1980)

stärkere interspezifische Konkurrenz bwirkt i.A. eine Einengung des genutzten Lebens-Bereiches auf das Optimum der physiologischen Toleranz

eine Verstärkung der intraspezifischen Konkurrenz bewirkt dagegen eher eine breitere Nutzung der ökologischen Potenz / des Toleranz-Bereiches

Exoproteasen = Enzyme, die von Organismen nach außen abgegeben werden und dort ein gewisses (Rest-)Wirkungs-Spektrum haben

Aufgabe:

1. ***Skizzieren Sie die drei Toleranz-Kurven mit entsprechenden ökologischen Präsenz-Bereichen für die zweite (orange) Art! Erläutern Sie Ihre Kurven und erklären Sie die Wirk-Mechanismen!***

2.2.2.1. intraspezifische (biotische) Faktoren

Eigentlich schließt der Begriff intraspezifisch schon ein, dass es sich um einen biotischen Faktor handelt. Wir betrachten in der Biologie schließlich nur lebende Systeme, wie z.B. die Arten.
Die Beziehungen zur eigenen Art sind sehr vielseitig. Bei manchen Arten beschränkt sich das auf die Fortpflanzung, bei anderen sind die Beziehungen durch ständiges Miteinanderleben sehr ausgeprägt.

besonders bedeutsam Konkurrenz um Nahrung (als Ressource) und Sexual-Partner
bei vielen Arten aber auch ausgeprägte Brutpflege oder gemeinsames Jagen usw.

Definition(en): intraspezifische biotische Faktoren
Intraspezifische biotische Umweltfaktoren sind Beeinflussungen der Lebensvorgänge eines Individuums durch andere (Art-gleiche) Individuen bzw. die eigene Population.

2.2.2.1.1. (innerartliche / intraspezifische) Konkurrenz

besonders Konkurenz um Nahrung und Sexualpartner
starke Triebe

intraspezifische Konkurrenz drängt die schwächeren Organismen in die Randgebiete des Lebensraumes bzw. in die Grenzbereiche der möglichen Ausprägungen der abiotischen Faktoren
(bei der interspezifischen Konkurrenz wird dagegen die Art zu ihrem Optimum bezüglich des / der abiotischen Faktor(en) gedrängt)

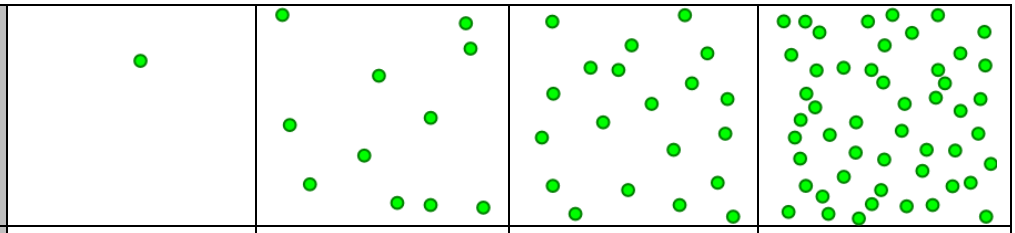
Definition(en): intraspezifische Konkurrenz
Intraspezifische Konkurrenz ist die Auseinandersetzung von Individuen / Populationen einer Art um eine begrenzte Ressource.
Der direkte oder indirekte Kampf von Individuen einer Art (bzw. ihrer Populationen) um eine begrenzte Ressource heißt intraspezifische Konkurrenz.

2.2.2.1.2. Gedränge(-Faktor)

drückt die Auswirkungen von Veränderungen in der Populations-Dichte auf das Individuum bzw. die Population aus

ein steigender Gedränge-Faktor (steigende Populations-Dichte) bewirkt steigenden sozialen Stress
häufig gleichbedeutend mit Populations-Dichte verwendet

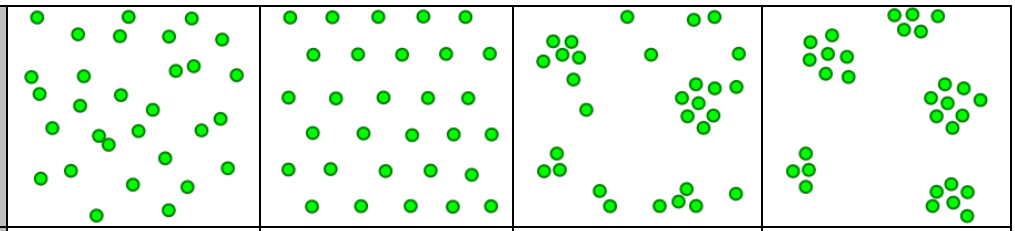
Definition(en): Populations-Dichte
Die Population-Dichte beschreibt die (quantitative und qualitative) Verteilung der Population in einem abgerenzten Lebensraum.

2D-Darstellung				
Benennung				

2.2.2.1.3. Dispersion

Dispersion ist die Verteilung der Individuen einer Art in einem Lebensraum

Dispersion – Verteilung der Individuen im Raum

2D-Darstellung				
Benennung	zufällig	uniform	kumular (ungleichmäßig gehäuft)	imular (gleichmäßig ge-häuft)

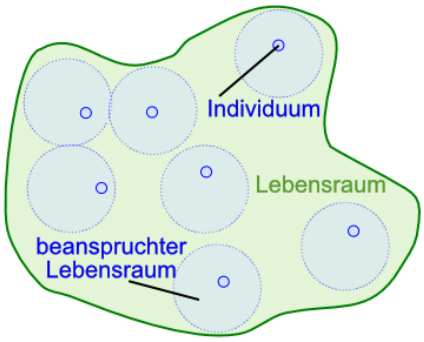
Definition(en): Dispersion
Die Dispersion ist sowohl ein quantitatives als auch ein qualitatives Beschreibungs-Maß für die Verteilung von Organismen (einer Art) in einem Lebensraum.

2.2.2.1.4. Territorialität

beschreibt den Anspruch auf einen bestimmten Ausschnitt des Lebensraums

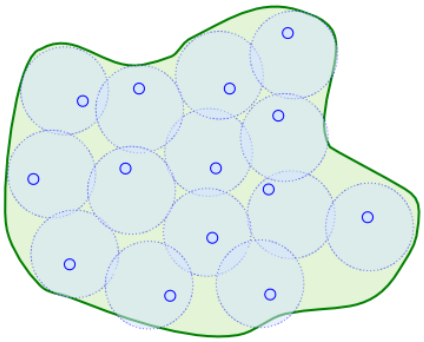
notwendig für ausreichende Nahrungs-Quellen
Ruhe bei Paarung / Brutpflege usw.

kaum Territorial-Kämpfe
kaum innerartlicher Stress



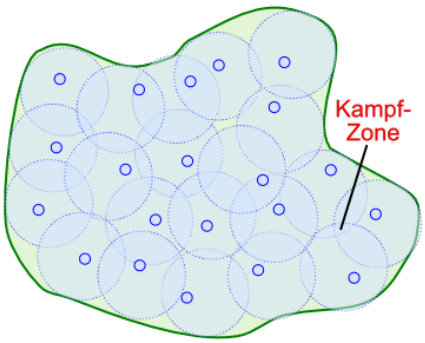
bei höherer Individuen-Dichte steigt Konkurrenz um Nahrung, Sexual-Partner, Nist-Gelegenheiten etc.

häufiger Territorial-Kämpfe
gute Austausch-Möglichkeiten für Gene (Gen-Pool)
steigendes Verletzungs-Risiko, Abwerbung von Sexual-Partnern
Störung der Brutpflege relativ gering



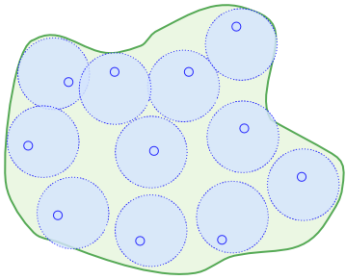
weniger Umwelt-Resourcen, als gebraucht werden
Mangel an Nahrung / Sexual-Partnern / …

sehr häufig Territorial-Kämpfe
gute Austausch-Möglichkeiten für Gene (Gen-Pool)
starker Auslese-Druck
hohes Verletzungs-Risiko, häufige Abwerbung von Sexual-Partnern / Fremdgehen
Störung der Brutpflege häufiger
geringerer Aufzuchts-Erfolg aufgrund der Nahrungs-Mangels
sehr starker innerartlicher Stress → steigender / Beginn von Kanibalismus



Definition(en): Territorialität
Die Territoritalität beschreibt den Anspruch eines Organismus auf bestimmte Ressourcen (i.A. Lebensraum).

eher mittlere Belegung / Ausnutzung des Lebensraums
zufällige Lag der Territorien
Vermeidung / Reduktion von Auseinandersetzungen



2.2.2.1.5. Verbandsbildung

	für Beute	für Räuber
Vorteile	• Schutz • Vortäuschung der Größe • Nichtfassbarkeit des Einzelnen	• größerer Jagderfolg • größe Beute möglich • effektive Ausnutzung großer Beutestücke
Nachteile	• Nahrungsressorcen müssen geteilt werden •	• Nahrung / Beute muss geteilt werden

Stock-Bildung bei Arten mit eingeschränkter Mobilität

Gruppen-Bildung
z.B. Überwinterungs-Gemeinschaften, Schlaf-Gemeinschaften, Brut-Gemeinschaften / Brut-Kolonien, Schwärme, Herden, Tier-Züge; Tier-Staaten

anonyme Verbände (Tier-Staaten, Herden, Schwärme, …)

individualisierte Verbände (Rudel, Familien, …)
Rang-höhere Tiere haben höhrere Fortpflanzungschancen

2.2.2.1.6. Jagd / Nahrungssuche

Tiere streifen am Tag durch die Landschaft, in der Dämmerung und zur Nacht treffen sich die Tiere zum "Erfahrungs-Austausch"

gemeinsame Jagd im Verband
Wölfe, Löwen, Hyänen

Pelikane bilden Halbkreis und treiben Fisch-Schwärme zusammen und in Richtung Ufer

2.2.2.1.7. Kannibalismus

besonders bei höheren Populations-Dichten und Nahrungs-Knappheit

2.2.2.1.8. Fortpflanzung

Formen der Paar-Bildung (Monogamie, Polygamie, Promiskuität, ++ Übergänge)

ganz besonders von Populations-Dichte abhängig
ansonsten Langstrecken-Kommunikation notwendig (Düfte (Pheromone), Töne (Laute, Getrampel, …), …)

optimale Populations-Dichte bedeutet gut Auswahl und Kombinations-Möglichkeiten der Sexual-Partner (Gen-Pool, Rekombination)

kleine Populationen besitzen immer nur eingeschränkten Gen-Pool
größere Populationen enthalten meist keine neuen genetischen Merkmale, nur Dopplungen der wahrscheinlich erfolgreichsten (Auslese-Effekt)

2.2.2.1.9. Brutpflege

Großeltern, Tanten, Jugendliche usw. helfen bei der Brutpflege (breite Streuung der Leistungs → sehr effektiv; Lern-Effekt für Jüngere; Erfahrungs- und Traditions-Weitergabe durch Ältere)

Nesthocker

Nestflüchter

Sonderfall Traglinge

intraspezifische Parabiose
beide Partner (Parabionten) sind miteinander verwachsen
z.B. Männchen des Antennen-Fisches (()) wird vom Weibchen in ihre Körperoberfläche integriert
Anpassung an die Tiefsee, wo das Finden von Geschlechts-Partner (z.T. sehr) schwierig ist

2.2.2.2. interspezifische biotische Faktoren

2.2.2.2.0. Kurz-Überblick und Einteilung

Bi-Systeme → zwischen zwei Arten → typisch
es kommen auch Tri-Systeme vor → relativ häufig bei Parasitismen
sonst eher selten, da indirekte Abhängigkeiten nur Entwicklungs-fähig sind, wenn einer der Partner Vorschuss leistet bzw. die Mini-Kreise durch den Ausfall eines Elementes sehr störanfällig sind.

Definition(en): interspezifische biotische Faktoren
Interspezifische biotische Umweltfaktoren sind Beeinflussungen der Lebensvorgänge eines Individuums durch andere (Art-fremde) Individuen bzw. deren Population.

interspezifische Beziehungen

- **Abiose (Neutralismus)** keine gegenseitige Beeinflussung
- **Pro- od. Para- od. Metabiose** einseitige Bevorteilung
- **Symbiose (i.w.S.)** beidseitiger Vorteil
- **Antibiose** gegenseitige Benachteiligung

nachfolgend stellen wir einige Faktoren kurz und allgemein vor
eine ausführliche Darstellung – z.T. anhand konkreter Beispiele – folgen dann in kleineren Kapiteln
vor der Lektüre der Spezial-Kapitel sollte der einführende Teil bearbeitet werden, da die Begriffe nur hier definiert werden.

Neutralismus (Abiose)

zwei Arten im gleichen Lebensraum beeinflussen sich gegenseitig in gar keiner Form
typischer Fall in vielen Ökosystemen, durch Einnischung kaum gegenseitige Konkurrenz / Beeinflussung
vollzogene Konkurrenz-Vermeidung über Selektion / Auslese
durch zeitliches, räumliches und funktionelles Auseinandergehen beeinflussen sich die Wirkbereiche hauptsächlich im Rand- bzw. Überschneidungs-Bereich
jede Art hat quasi seinen speziellen Wirkbereich, der die Wirkbereiche der anderen Arten kaum überschneidet

ausführlich (→ 2.2.2.2.6. Neutralismus)

Definition(en): Abiose (ökologisch)
Unter Abiose versteht man in der Ökologie die fehlende Beeinflussung einer Art durch eine andere.

Pro-, Para od. Metabiose

eine Art ist durch das Zusammenleben bevorteilt, für die andere ergibt sich kein Einfluß
→ Karpose, Kommensalismus

ausführlich (→ 2.2.2.2.7. Probiose / Karpose)

Symbiose (i.w.S.)
beide Arten ziehen Vorteile aus der Beziehung
Symbiose (i.e.S.) / Eusymbiose / obligatorische Symbiose (→ 2.2.2.2.3. Symbiose (i.e.S.) / Eusymbiose)
die Beziehungen beider Arten ind so intensiv, dass mindestens eine nicht mehr ohne die andere überleben kann
z.B. Blattschneiderameisen und bestimmte Pilze

Definition(en): Symbiose (i.w.S.)
Unter Symbiose versteht man das zeitweise oder dauerhafte Zusammenleben von mindestens zwei verschiedenen Arten unter gegenseitiger Bevorteilung.
Eine Symbiose ist eine Nutz-Gemeinschaft von Organismen verschiedener Arten.

ausführlich (→ Symbiose (i.w.S.))

Muturalismus
regelmäßige, aber nicht notwendige, Beziehung der beiden Arten zum gegenseitigen Vorteil

Definition(en): Muturalismus
.

ausführlicher (→ Mutualismus)

Protokooperation / Allianz
lockere Form der Symbiose, beide Arten haben Vorteile beim Zusammenleben, sind aber eigenständig voll lebensfähig

ausführlicher (→ Protokooperation (Allianz))

Antibiose
für eine oder beide Arten in der Beziehung ergeben sich Benachteiligungen

Amensalismus
eine Art wird geschädigt, ohne dass die andere einen Vor- oder Nachteil hat
(z.B. der Zug von Huftieren auf der gleichen Route zerstört die Vegetation)

dazu gehören:
- Interferenz
- Parasitismus
- Räuber-Beute-Beziehungen

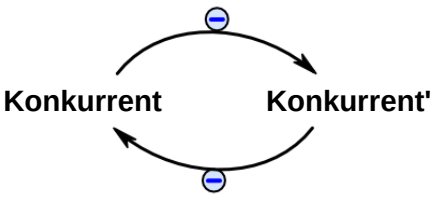
Definition(en): Antibiose
Eine Antibiose ist die Beeinflussung einer Art durch eine andere, bei der diese die Benachteiligte im Wachstum und / oder der Entwicklung hemmt, anderweitige Nachteile bringt oder gar tötet.

nachfolgende Betrachtungen gehen genaue auf die einzelnen Beziehungens-Typen ein, Reihenfolge orientiert sich am steigenden Schädigungs-Potential (als Orientierungs-Größe) zuerst bezüglich des Ausgenutzten zum Vorteil des Nutznießers (meist der Namensgeber der Beziehung)

2.2.2.2.x. (interspezifische, zwischenartliche) Konkurrenz

Anspruch auf die gleichen Ressourcen / Nahrungs-Quellen / Wasser
bedeutsamster Faktor, da er den täglichen Überlebenskampf betrifft

konkurrierende Arten werden bezüglich der wirkenden Umweltfaktoren hin zu den Optima gedrängt (s.a. synökologisches Optimum; → synökologisches Optimum)

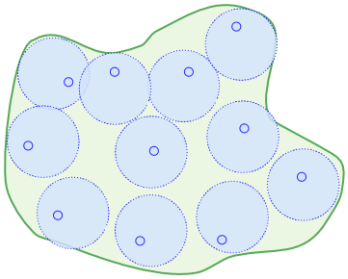


beide Arten benachteiligen sich gegenseitig

duzu ist keine indivuellen Auseinandersetzung / kein induvidueller Kampf etc. notwendig
der eine frißt einfach die Nahrung, die auch der andere beansprucht
die eine Art / das eine Individuum besetzt schon einen Brut-Platz, den der andere ebenfalls nützen möchte
es kommt selten zu Verdrängungs-Kämpfen

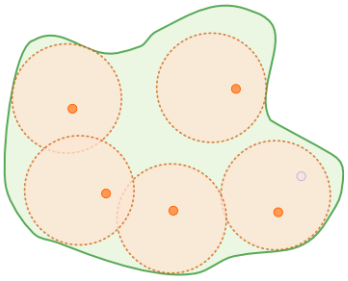
Territorialität

eher mittlere Belegung / Ausnutzung des Lebensraums
zufällige Lag der Territorien
Vermeidung / Reduktion von Auseinandersetzungen



anderes Nahrungs-Spektrum

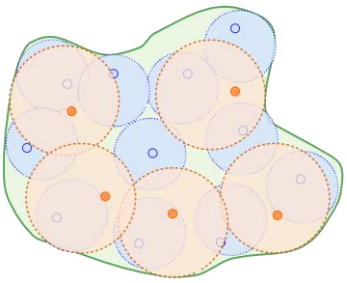
gleicher Lebensraum kann von anderer Art anderweitig belegt werden



Anpassung:

Konkurrenz-Vermeidung

Einnischung
Territorien überlagern sich
sehr optimale Nutzung der Gesamt-Kapazität(en) des Lebensraumes

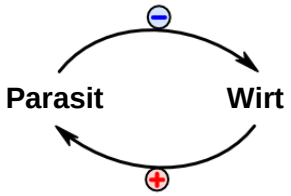


2.2.2.2.x. Prädation, Parasitismus

Schmarotzertum
eine Art zieht aus der Beziehung einen Nutzen, die andere wird dabei benachteiligt

evolutionäre Funktion wird in der Auslese schwächerer Wirte gesehen
I.A. werden die Organismen, die von Parasiten befallen sind, deswegen darausfolgend als schwach angesehen, das ist falsch
fitte Organismen werden statistisch seltener von Parasiten befallen, sie sind scheinbar besser gegen diese gerüstet
schwache / geschwächte / genetische benachteiligte Organismen werden eher von Parasiten befallen und so ausgelesen
es gibt Gene, die einen Parasiten-Befall erschweren oder unmöglich machen

hohe / bessere Anpassung des Parasiten an den Wirt ermöglicht eine bessere Verbreitung / Ausdehnung der Populations-Größe



i.A. kommen Parasit und Wirt in stabilen Mengen vor
durch Störungen des ökologischen Systems kann es zu einem verstärkten Ausprägung der Parasiten kommen

Parasitoide bzw. Raubparasiten führen letztendlich zum Tod des Wirtes
z.B. Schlupfwespen-Larven in Raupen od. anderen Larven

Unterscheidung nach dem Ort (am Wirt)

- **Ekto-Parasitismus (Außen-Parasitismus)** — Parasit sitzt auf dem Wirt auf
- **Endo-Parasitismus (Ento-Parasitismus, Innen-Parasitismus)** — Parasit lebt im Inneren des Wirtes

Unterscheidung nach der Größen-Dimension des Parasiten

- **Mikro-Parasitismus** — Parasit ist sehr klein; kommt in größerer Zahl vor; parasitäre Wirkung erst bei größerer Zahl der Parasiten (vorher eher keine nennenswerte Wirkung → probiotische Wirkung)
  diese Form des Parasitismus wird eher als allgemeine Erkrankung (als als Parasitismus) gesehen
  Beispiele: Viren, Bakterien, aber auch Würmer
- **Makro-Parasitismus** — Anzahl der Parasiten bestimmbar / abzählbar, meist nur wenige / einzelne
  Parasit ist meist größer, aber immer noch kleiner als Wirt (selten gleiche Größe wie Wirtes)
  Beispiele: Würmer, Bandwürmer

zeitliche Dauer der parasitären Beziehung

- **periodischer Parasitismus** — leben nur zu bestimmten Entwicklungs-Phasen parasitisch (haben nicht-parasitische Lebens-Phase(n))
- **permanenter Parasitismus** — leben während des gesamten Lebens parasitisch (keine nicht-parasitische Lebens-Phase)

Unterscheidung nach der Dauer der parasitären Beziehung

- **temporärer Parasitismus** — leben nur in bestimmten (meist sehr kurzen) Phasen auf dem Wirt (z.B. Stechmücke zur Nahrungs-Aufnahme)
- **stationärer Parasitismus** — verbleiben ständig od. während einer Entwicklungs-Phase ihrem Wirt treu; wechseln nur beim Tod des Wirtes
-

Unterscheidung nach der Abhängigkeit des Parasiten vom Wirt

- **obligatorischer Parasitismus** — Wirt ist für das Überleben / Fortpflanzen des Parasiten notwendig
- **fakultativer Parasitismus** — Parasit kann auch ohne Wirt überleben / sich fortpflanzen
-

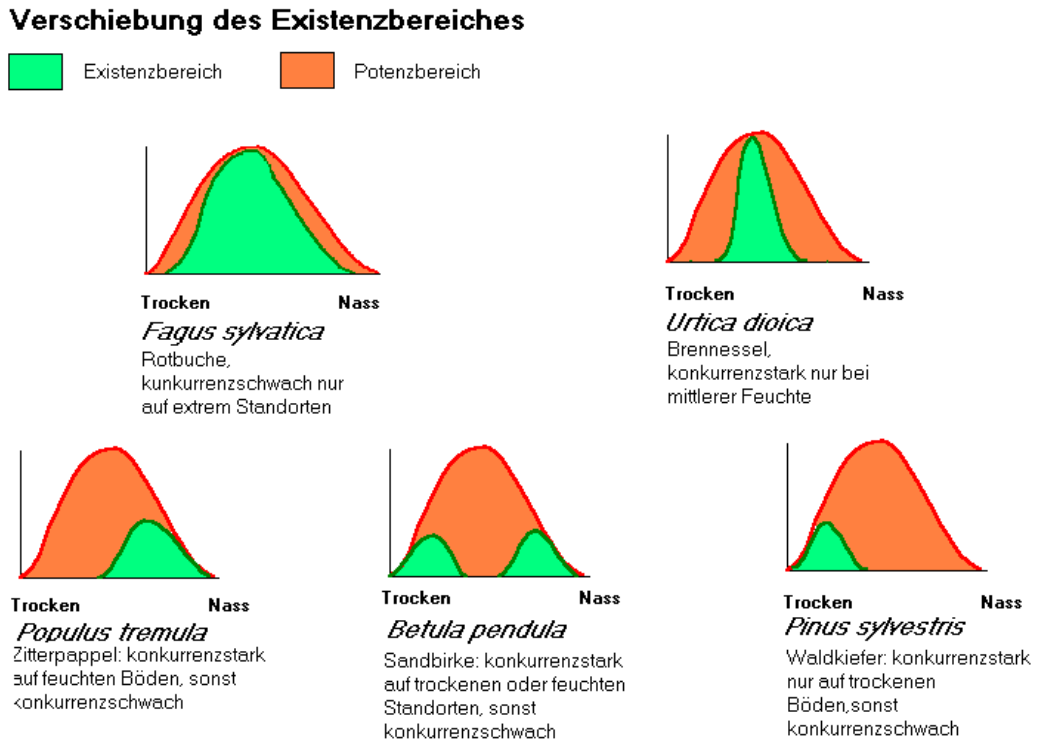
weitere spezielle Formen des Parasitismus

- **Brut-Parasitismus**
- **Klepto-Parasitismus**
- **Hyper-Parasitismus** — ein Parasit wird von einem eigenen Parasiten befallen (parasitische Kaskade)
- **Super-Parasitismus** — übermäßige parasitische Belegung / Belastung als üblich
- **Opportunismus** — eigentlich eher harmlose Parasiten / Kommensalen führen unter bstimmten Bedingungen zu ernsthaften Erkrankungen / Schädigungen bis hin zum Tod

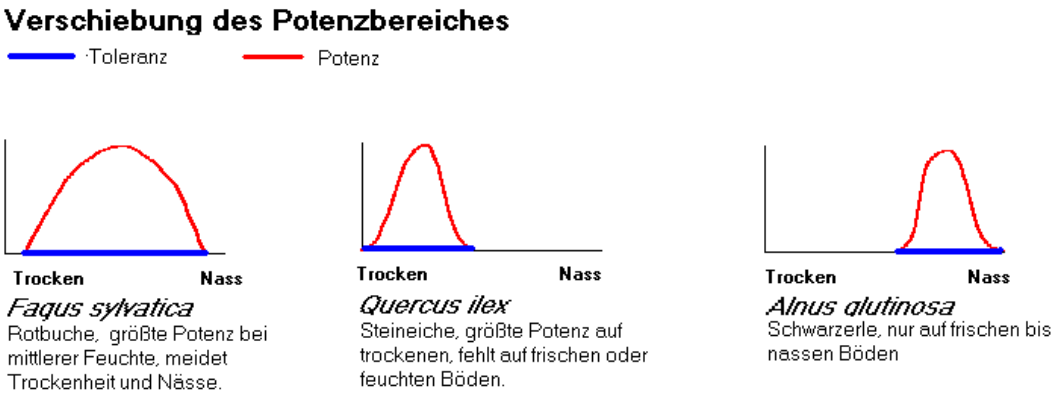
2.2.2.2.1. (zwischenartliche / interspezifische) Konkurrenz

Überschatten von niederen Pflanzen / Pflanzen unterer Vegetations-Schichten

Definition(en): interspezifische Konkurrenz
Die Auseinandersetzung von zwei oder mehr Arten (/ Biozönosen / Ökosystemen) um die gleiche, begrenzte Ressource heißt interspezifische Konkurrenz.
Interspezifische Konkurrenz ist der direkte oder indirekte Kampf mehrerer Individuen von verschiedenen Arten um eine begrenzte Umweltressource.



Q: de.wikipedia.org (Brummfuss)



Q: de.wikipedia.org (Brummfuss)

2.2.2.2.2. Symbiose (i.w.S.) / Mutualismus

Begriff sehr unterschiedlich abgegrenzt, z.T. überschneidend definiert
im englischsprachigen Raum u.U. noch anders benutzt

historisch wurde der Begriff vom deutschen Botaniker Anton DE BARY 1878 als das enge Zusammenleben ungleichnamiger Arten verstanden
Begriff schloß damals auch Kommensalismus und Parasitismus mit ein

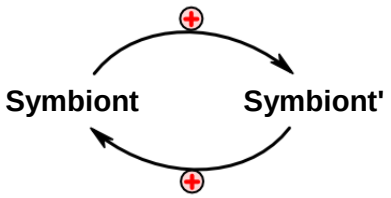
im heutigen Sinne (Zusammenleben ungleichnnamiger Arten mit gegenseitiger Vorteilnahme) wurde dann 1910 von russischen Biologen Konstantin S. MEREŽKOWSKI geprägt

beide Arten ziehen Vorteile aus dem Zusammenleben

Art der Abhängigkeit nicht spezifiziert

Entwicklung der einzelnen Arten erfolgt als Co-Evolution ("Symbiogenese")
kann zu neuen Arten führen

Holobiont



$$\frac{dN_1}{dt} = r_1 \cdot N_1 \left(1 - \frac{N_1}{K_1} + b_{12} \cdot \frac{N_2}{K_1}\right)$$

$$\frac{dN_2}{dt} = r_2 \cdot N_2 \left(1 - \frac{N_2}{K_2} + b_{21} \cdot \frac{N_1}{K_2}\right)$$

N_1 … Populations-Größe (Population 1)
r_1 … Wachstums-Rate (Population 1)
K_1 … (Umwelt-)Kapazität bezüglich Pop. 1
b_{12} … positiver Wechselwirkungs-Koeffizent (von Population 1 auf Population 2)
N_2 … Populations-Größe (Population 2)
r_2 … Wachstums-Rate (Population 2)
K_2 … (Umwelt-)Kapazität bezüglich Pop. 2
b_{21} … positiver Wechselwirkungs-Koeffizent (von Population 2 auf Population 1)

Grund-Typen von Symbiosen

Stoffwechsel-Symbiose
gegenseitiger Austausch von Stoffen / Stoffwechsel-Produkten
z.B. Baum und Wurzel-Pilz (Mykorrhiza)

Verhaltens-Symbiose
Art-untypisches Verhalten, um Leistungen anderer Organismen zu empfangen
z.B. Raubfische und Putzerfische

genetische Symbiose
durch Übernahme von fremden Gen-Material's in das eigene Genom Zusammenleben von fremden Arten oder ihren Bestandteilen in einem Organismus

z.B. Meeres-Nacktschnecke *Elysia* mit Algen(-Chloroplasten) (und Virus) (→ aggressive Symbiose)

Typen nach dem Grad der wechselseitigen Abhängigkeit

Protokooperation (Allianz)
beide Arten ziehen bei einem gemeinsamen Zusammenleben aus diesem Vorteile gegenüber einem Nicht-Zusammenleben
lockerer Zusammenschluss, beide Partner sind aber nicht aufeinander angewiesen
können sich gut entwickeln und fortpflanzen, durch Symbiose-Partner ist biologische Fitness aber größer

Mutualismus
regelmäßige, aber nicht lebens-notwendige Wechsel-Beziehung zwischen zwei Arten

Eusymbiose / obligatorische Symbiose
mindestens ein Partner ist ohne den anderen nicht mehr überlebensfähig
Wechselbeziehungen zwischen den beiden Arten sind notwendig, um das (eigene) Überleben zu sichern
(→ 2.2.2.2.3. Symbiose (i.e.S.) / Eusymbiose)

Typen von Symbiosen nach ihrer räumlichen Strukturierung

Ektosymbiose
beide Arten sind räumlich getrennt aufeinander / nebeneinander (Ektosymbiont)
z.B. Bestäuber und Blüten; Seeanemone und Clownfisch

Endosymbiose
eine Art (Endosymbiont) lebt in der anderen
z.B. Darm-Bakterien (Entero-Bakterien); Knöllchen-Bakterien in den Wurzeln von Hülsen-Früchten; Zooxanthellen in Riff-bildenden Korallen

Parabiose
beide Partner (Parabionten) sind miteinander verwachsen
z.B. Männchen des Fisches (()) wird vom Weibchen in ihre Körperoberfläche integriert

Typen von Symbiosen nach ihrer Funktion / ihrem Ziel

Fortpflanzungs-Symbiose
die Fortpflanzung der einen Art ist nicht oder nur in sehr geringem Maße ohne die andere Art möglich
z.B. Bestäuber (z.B. Bienen) und Blüten

Symbiose zum Schutz vor Feinden
die eine Art schützt durch ihre natürlichen Waffen und Schutzmechanismen die andere Art mit

z.B. Ameisen und Blattläuse

besondere Formen / Typen von Symbiosen

aggressive Symbiose
Virus, Meeres-Nacktschnecke (*(s) Elysia chlorotonia*) und Alge
Nacktschnecke ist ein "Pflanzentier"
Anfang Frühling geben die hermaphoroditem Eltern-Tiere ihre Eier in Brackwässer des nordwestlichen Nordatlantik ab. Nach einer Woche schlüpfen die Larven, die sich im Plankton treibend nach der Faden-förmigen Meeres-Alge (*(s) Vaucheria litorea*) umschauen
die Zellwände der Alge werden aufgeraspelt und der Inhalt der Zelle ausgesaugt
dabei werden die Chloroplasten nicht verdaut, sondern in speziellen Zellen gesammelt, wo sie weiter Photosynthese betreiben
wenn genau Chloroplasten angesammelt sind, reduziert die Schnecke ihr Maul und stellt vollständig auf "Solar"-Betrieb um
interssanterweise werden die Chloroplasten auch von der Schnecke mit solchen Proteinen versorgt, die sonst im Genom der Alge codiert sind
sehr wahrscheinlich ist irgendwann in der Evolution ein Gen-Transfer von der Alge zur Schnecke passiert, denkbar ist dies z.B. durch die Wirkung eines Virus (derzeitige Forschungen bestätigen dies)
zum "Eindringen" der Pflanzen-Gene in die Schnecken-Zellkerne ist nämlich die riverse Trankriptase notwendig, die RNA in DNA wandeln kann
als weiteres Phänomen in dieser Lebens-Gemeinschaft kommt es mit dem natürlichen Ende des Lebens-Zyklus der Schneck zum neuen Frühjahr hin zu einer extremen Viren-Entwicklung in den Schnecken, dies passiert scheinbar aus dem Nichts heraus, die Schnecken werden Krank und sterben
die Krankheit wird aus den Schnecken heraus wahrscheinlich durch den gleichen Retro-Virus verursacht, der "vorher" das Solar-Leben der Schnecke erst ermöglicht hat
Grenzfall hin zum Parasitismus

Praxis-Beispiel: Symbiose beim Grünen Pantoffeltierchen

(s) Paramecium bursaria
(p) Ciliophora (Wimperntierchen); tierischer Einzeller
lebt in stehenden Nährstoff-reichen Gewässern

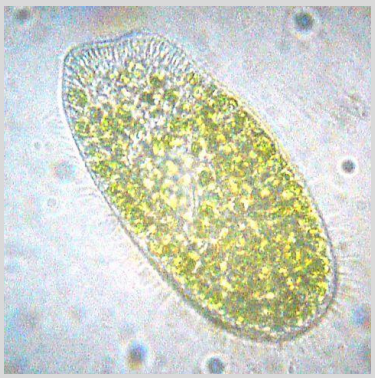
rund 100 µm lang (90 – 150 µm)

zwei kontraktile Vakuolen
bewimperter Schlund-Trichter
durch die auf der gesamten Oberfläche verteilten Wimpern sind die Pantoffeltierchen gezielt beweglich und schwimmen zu Bereichen, wo die Algen gute Photosynthese-Bedingungen vorfinden

symbiotische Grünalgen z.B. aus der *(g) Chlorella*
liegen relativ fest im Rindenplasma oder bewegen sich mit dem Entoplasma

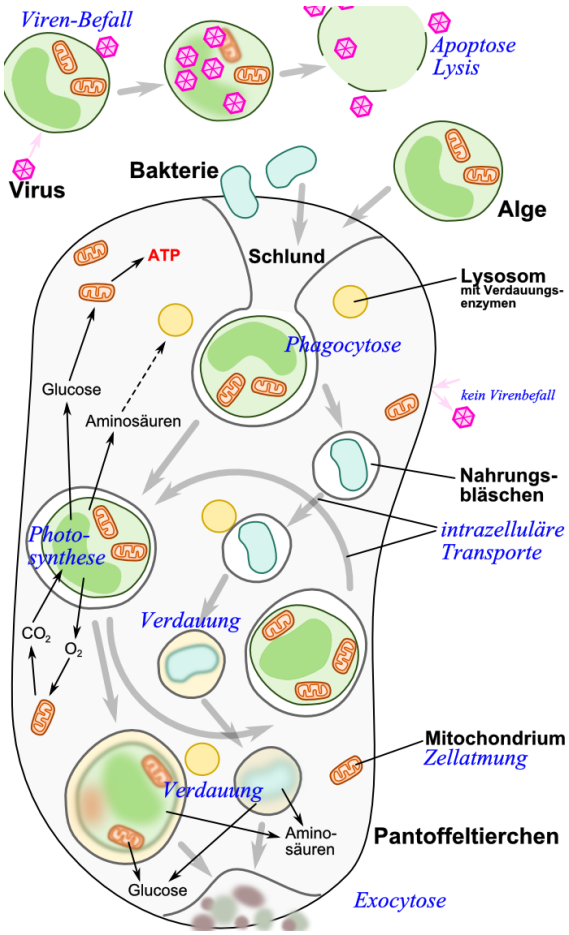
Pantoffeltierchen bietet den Algen einen stabilen, geschützten Lebensraum
Fressfeinde der Alge können das wesentliche größere Pantoffeltierchen nicht fressen

Algen geben gebildeten Sauerstoff an das umgebende Pantoffeltierchen ab, für das Pantioffeltierchen verbessert sich dadurch die Sauerstoff-Versorgung deutlich, auch dann wenn z.B. eutrophierte Gewässer an Sauerstoff-Mangel leiden
dadurch sowohl für die Alge, aber besonders für das Pantoffeltierchen deutlich länger gute Überlebensbedingungen


Paramecium bursaria
Q: en.wikipedia.org (Bob Blaylock)

das aus der Zellatmung stammende (z.B. bei Fortbewegung besonders umfangreich freigesetzte) Cohlendioxid nutzen die Algen für ihre autotrophe Assimilation
dagegen geben die Algen überschüssig produzierte Photosynthese-Produkte und abgeleitete Stoffe (z.B. Aminosäuren, Kohlenhydrate) an das Pantoffeltierchen ab
insgesamt werden viele organische Grundstoffe zwischen den Zellen ausgetauscht

viele Stickstoff-Verbindungen (z.T. Abfall-Stoffe der tierischen Stickstoff-Assimilation (heterotroph)) werden von den Algen zur Aminosäure-Bildung (Photorespiration) genutzt
heterotrophe Ernährung von Bakterien (lassen sich gut mikroskopisch mittels Vital-Färbungen im Pantoffeltierchen beobachten)
Bakterien werden durch Phogocytose am Schlund aufgenommen
im Zell-Inneren verschmelzen die Nahrungs-Vesikel mit Lysosomen, die Verdauungs-Enzyme in das Nahrungs-Vesikel einbringen, Bakterien werden von den Enzymen angegriffen und zerstört
Nährstoffe werden über verschiedenste Membran-basierte Transport-Vorgänge ins



Zell-Innere aufgenommen und vom Pantoffeltierchen selbst genutzt oder den Algen zur verfügung gestellt

frei lebende Chlorella werden von speziellen Viren angegriffen, welche die Algen zur Reproduktion der Viren-Partikel parasitieren
Viren können nur an der Chlorella-Oberfläche andocken und dort die Infektion starten
die Oberfläche der Pantoffeltierchen enthält keine passenden Signal-Proteine
die Chlorella-Algen, die im Inneren kreisen, können nicht direkt von Viren befallen werden
beim Fressen infizierter Algen besteht zwar auch die Möglichkeit einer weiteren Viren-Verbreitung, dies ist aber meisten nur eine lokale Infektion (nur innerhalb eines Pantoffeltierchens), das Pantoffeltierchen stirbt nicht an freigesetzten Viren (beim Absterben der befallenen Algen) ; Viren sind im ungeeigneten Medium und werden meist von den Enzymen des Pantoffeltierchens zerstört

interessante Zusatzinformatione, Kulturanleitung(en), …, interssante Links:
http://www.lebendkulturen.de/kult_parabursaria.html

Aufgaben:

1. ***Beschreiben Sie die Ernährung des Pantoffeltierchen von Bakterien und Algen mit Hilfe der Skizze im Exkurs!***
2. ***Stellen Sie in einer Tabelle die Leistungen der Symbiose-Partner zusammen, die sie jeweils für den anderen bereitstellen!***
3. ***Ordnen Sie die Symbiose beim Grünen Pantoffeltierchen verschiedenen Symbiose-Typen zu! Begründen Sie Ihre Zuordnung!***

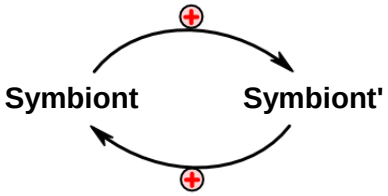
für die gehobene Anspruchsebene:

4. ***Die Symbiose zwischen der Chlorella-Alge und dem Pantoffeltierchen wird von Biologen gerne als Beleg für die Möglichkeit der endosymbiontischen Entstehung von Plastiden (hier z.B. Chloroplasten) betrachtet. Erläutern Sie diese Aussage genauer!***

2.2.2.2.3. Symbiose (i.e.S.) / Eusymbiose

beide Arten haben Vorteile vom Zusammenleben
die Beziehung ist aber für mindestens eine Art unbedingt notwendig

obligatorische Symbiose, echte Symbiose



Definition(en): Symbiose (i.e.S.) / Eusymbiose
Unter Symbiose versteht man das zeitweise oder dauerhafte Zusammenleben von mindestens zwei verschiedenen Arten zum gegenseitigen Vorteil. Beide Arten sind aufeinander angewiesen und können i.A. nicht ohne die andere Art weiterleben. Die Arten sind an dieses Zusammenleben angepasst und zeigen ein zielgerichtetes / angeborenes Verhalten.

z.B.

- Rind (Wiederkäuer) und Pansen-Bakterien
- Flechten (Organismen-ähnliche Verbindung von Pilzen und Algen)
- allg. höhere Tiere und Darm-Bakterien
- Mykorrhiza-Pilze und Bäume / Mykorrhiza-Pilze und Orchideen
- Chemoautotrophe Bakterien in marinen Ringelwürmern (Vielborstern) oder zwischen Zellen von Wenigborstern sowie auch bestimmten Einzellern (Lebensraum "Schwarze Raucher" auf dem Meeresgrund)
- Symbiose zwischen Rispengras, einem Schimmel-Pilz und einem Virus in den heißen Quellen des Yellowstone-Nationalparkes (USA)
- Rispengras ((s) Dichanthelium lanuginosum) und auch der Pilz ((s) Curvularia protuberata) für sich sind nur bis 38 °C Temperatur-tolerant, wird der Pilz vom Virus CthTV (Curvularia thermal Tolerance Virus), dann ist die Gemeinschaft bis fast 70 °C lebensfähig
- Putzsymbiose (Madenhacker auf Büffel)
- Eiche und Eichenhäher (Nahrung für Vogel, Vogel verbreitet Samen)
- Ameise und Blattlaus (Ameise beschützt, Blattlaus gibt Honigtau als Nahrung für Ameisen)
- Clownfisch u.ä. und Seeanemone(n) (

2.2.2.2.4. Parasitismus

Mücke-Mensch-Malaria

Tri-System

Malaria-Erreger *(s) Plasmodium spec.*

Einzeller, der die Roten Blutkörperchen (Erythrocyten) befällt, sich dort vermehrt und bei der synchronen Zerstörung der Blutzellen zur Verbreitung die Fieber-Anfälle auslöst

Mücke *(s) Anopheles spec.*

überträgt die Plasmodien von Mensch zu Mensch

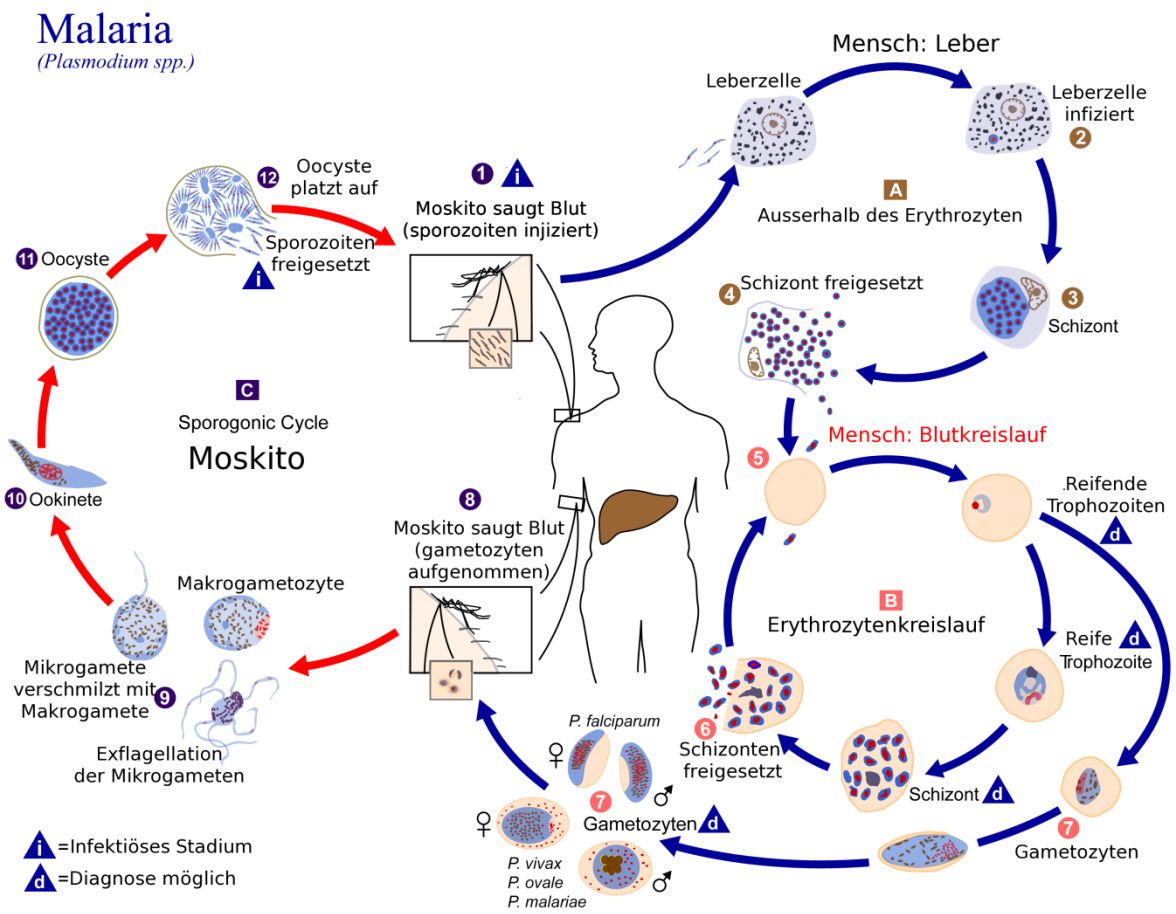
Mensch *(s) Homo sapiens sapiens*

eigentlicher Wirt, befallen werden die roten Blutzellen

Bevorteilung der Menschen mit Sichelzellen-Anämie (heterocygote Merkmals-Träger), hier finden die Plasmodien nicht genug Wirtszellen, deshalb geringe Ausbreitung und deutlich weniger / schwächere Fieber-Anfälle

homocygote Merkmals-Träger (→ Genetik) sind allerdings insgesamt sehr schwach und erreichen selten die geschlechtsreife

Anopheles-Mücke beim Saugen
Q: de.wikipedia.org (CDC, James GATHANY)

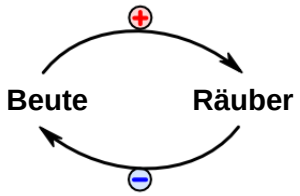


Lebens-Zyklus des Malaria-Erregers
Q: de.wikipedia.org (Chb)

Definition(en): Parasitismus
Parasitismus ist die Gemeinschaft von Organismen zum einseitigen (Primär-)Nutzen einer Art (Parasit) mit meist nicht-existensbedrohendem Nachteil für den Wirt. (Für die parasitierte Art ergeben sich häufig indirekte / sekundäre Vorteile (Selektions-Druck, Auslese, …)
Parasitismus beschreibt das Zusammenleben einer ausgenutzten Art (Wirt), deren Ressourcen von einer anderen Art – dem Parasit – zu dessen Überleben abgezweigt werden.

Läßt man das Fehlen einiger Merkmale des Lebens bei Viren und anderen probiotischen Strukturen mal außen vor, dann kann man die Beziehung dieser zu den anderen Organismen sicher als Parasitismus betrachten. Die Viren benutzen / mißbrauchen den genetischen Apparat der Wirte für die eigene Reproduktion. Die abgegebenen "infektiösen" Strukturen (z.B. Virionen) können entfernt auch als "Sporen" verstanden werden.
In der modernen Forschung mehren sich aber auch Erkenntnisse, dass es zwischen den Viren und den Wirten Symbiose-ähnliche Beziehungen gibt. Dabei liefern die Viren genetisches Material an den Wirt, der zu dessen weiteren Bevorteilung führt. Allerdings scheint es vor diesem symbiotischen Zustand immer erst eine Phase zu geben, in der der Virus eher den Wirt schädigt. Erst in folgenden Generationen oder Lebensphasen des Wirtes kommt es zu ev. durch Mutationen und Auslese zu einem "friedlicheren" Miteinander.

2.2.2.2.5. Räubertum (Räuber-Beute-Bezeihung, Nahrungs-Beziehung)

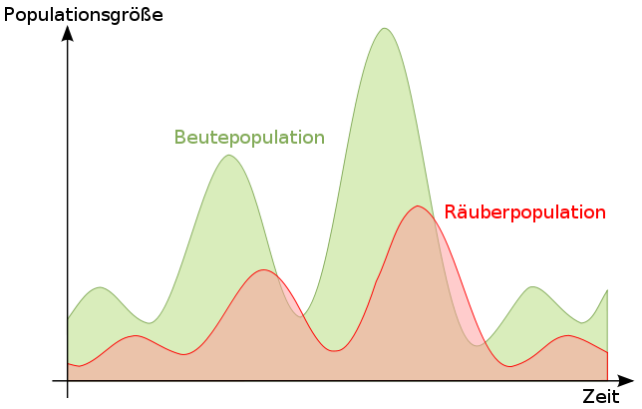


Population wird zwar durch erste Opfer (Lern-Opfer für Räuber) dezimiert, aber insgesamt bleibt die Art geschützter, schlechte Erfahrungen (Aversion) bleibt bei mehrjährigen Tieren meist auch längerfristig erhalten (meist nur kurze Auffrischeung der Lern-Erfahrung notwendig)

z.B. der Falter *(s) Danaus plexippus* wird durch Fressen an Herz-Glycosid-haltigen Pflanzen (als Raupen) (z.B. *(A) Fingerhut (s) Digitalis*) für Vögel ebenfalls giftig, praktisch sind zwar nur rund 25 % giftig, die ungiftigen sind aber für Vögel nicht zu unterscheiden

Definition(en): Räuber-Beute-Beziehung
Räuber-Beute-Beziehungen sind Beziehungen von tierischen Arten, die im gleichen Nahrungsnetz / der gleichen Nahrungs-Kette unmittelbar / direkt aufeinander folgen.

genauer siehe unter Demökologie (→ 3.2.2.2. Räuber-Beute-Beziehungen (Prädation, Episitismus))



Populations-Schwankungen von Räuber und Beute nach dem LOTKA-VOLTERRA-Modell
Q: de.wikipedia.org (Curtis Newton)

aktiver Schutz vor Feinden, …:

- Verhalten (z.B.:)
    - Flüchten (z.B.:)
    - Beißen (z.B.: Ratten, Eichhörnchen)
    - Totstellen (z.B.: Unke)
- Gifte (z.B.: Spinnen, Skorpione)
- Sekrete (z.B.: Stinktier, Wanzen, Kröten)
- Hufe (z.B.: Zebra, Büffel)
- Gehörn (z.B.: Hirsch, Ziege)
- Stacheln (z.B.: Wespe, Biene)

passiver Schutrz vor Feinden, …:

- Gifte (z.B.: Brennnessel, Kugelfisch, Pilze, Quallen)
- Größe (z.B.: Elephant, Wal)
- Panzer (z.B.: Walnüsse, Muscheln, Schnecken, Krebse, Schildkröten)
- Stachelkleid (z.B.: Rose, Igel)
- Tarntracht (z.B.: Birkenspanner)
- Mimese (z.B.: Lebende Steine, Wandelndes Blatt, Stabheuschrecken, Spanner-Raupen)
- Schrecktracht (z.B.: Unke, Raupe des Großen Gabelschwanzes, Abendpfauenauge)
- Warntracht (z.B.: Wespen)
- Mimikry (z.B.: Hornissenschwärmer)

Schutztrachten bei Tieren

• **Tarntracht**	Farbanpassung an die Umgebung extrem: beim Chamäleon, Plattfische
• **Warntracht (Aposematismus)**	intensive, auffällige Färbung (gelb, gelb-schwarz, rot, rot-schwarz z.B.: Salamander, Pfeilgiftfrösche
• **Nachahmungs-Tarntracht Mimese**	Nachahmung von Objekten aus dem Lebensraum z.B.: Wandelndes Blatt, Stabheuschrecken
• **Schein-Warntracht Mimikry**	Nachahmung einer Watrntracht ode des Aussehens von ungenießbaren bzw. wehrhaften Tieren z.B.: Schwebfiege ahmt Wespe nach z.B.: Erdwanze macht (übel-schmeckende) Feuerwanze nach

Definition(en): Mimese
Mimese ist die Form der Tarnung eines Individuums / einer Art, bei der Elemente oder Details der Umwelt nachgeahmt werden.
Unter Mimese versteht man die Anlage von Nachahmungs-Tarntrachten bei Tieren.

Mimese
Tarn-Tracht / Tarn-Verhalten

Tarn-Aspekt steht im Vordergrund
Auffälligkeit verringend

Plattfische
Insekten (z.B. wandelndes Blatt, Stab-Heuschrecken, Raupen)
Laubfrosch

Wandelndes Blatt
((*s*) *Phyllium spec.*)
Q: de.wikipedia.org (Sandilya Theuerkauf)

Definition(en): Aposematismus (Warnfärbung)
Aposematismus ist das Phänomen, dass gefährliche / ungenießbare Arten sich ihren Feinden mit hellen / grellen Farben / Farb-Kontrast (oder anderen starken Reizen) zeigen und diese quasi warnen.

Beispiele:
Feuerwanzen
Wespen

evolutionäre Entstehung strittig

Definition(en): Mimikry
Mimikry ist die Nachahmung von anderen Tieren oder deren Signalen durch eine eigentlich ungefährliche Art.
Untr Mimikry versteht man die Anlage von Scheinwarntrachten bei Tieren.

Definition(en): Mimikry
Mimikry ist die Nachahmung von anderen Tieren oder deren Signalen durch eine eigentlich ungefährliche Art.
Untr Mimikry versteht man die Anlage von Scheinwarntrachten bei Tieren.

Vortäuschung

Auffälligkeit hervorhebend

Farbähnlichkeit einer Schwebfliege mit einer Wespe (Warntracht)
Q: de.wikipedia.org (André Karwarth)

Mimikry
Warn-Tracht / Warn-Verhalten

z.B.
Blatt-Wanzen
(graue / braune Färbung der Weibchen vieler Vögel (besonders Boden-Bewohner)
Schwebfliegen / Wespen
Feuerwanzen
Marienkäfer
Harlekin-Wanze

BATEsche Mimikry
eine harmlose Art täuscht die Gestalt, die Farbgebung, die Bewegung oder Signale einer gefährlichen, giftigen oder wehrhaften Art vor

MÜLLERsche Mimikry
beschreibt das mehrfache Vortäuschen (eines Farb-Musters) durch mehrere andere Arten

Räuber-Strategien (als Anpassung an / gegen die Schutztrachten)

- Fangzähne (z.B.: Raubkatzen)
- Fangbeine (z.B.: Gottesanbeterin)
- aggressiver Mimikry (z.B.: Anglerfisch)
- Gifte (z.B.: Spinnen, Nesseltiere, Skorpione)
- Fangnetze (z.B.: Netzspinnen)
- Ultraschall (z.B.: Fledermäuse)

2.2.2.2.6. Neutralismus

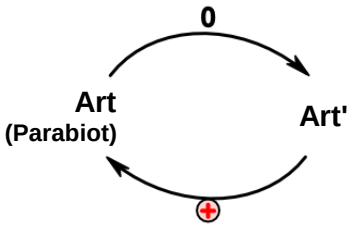
Definition(en): Neutralismus
Neutralismus ist das Beziehungs-freie Nebeneinander zweier Arten.
Neutralismus ist das Fehlen von Wechselbeziehungen zwischen zwei zusammenlebenden Arten.

Art **Art'**

2.2.2.2.7. Probiose / Karpose

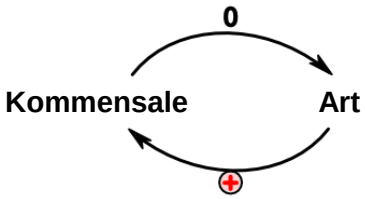
auch Parabiose

einseitiger Vorteil für die eine Art, ohne die andere zu schaden oder zu bevorteilen



Formen:
Kommensalismus

Mitessertum, die bevorteilte Art lebt von den Nahrungs-Rückständen, können u.U. (z.B. Nahrungs-Mangel) aber zu indirekten Konkurrenten werden
z.B. Aas-Fresser (Geier, Schakale,)

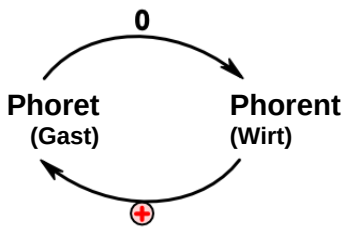


Phoresie
vorübergehende Transport-Gemeinschaft, Der Gast (Phoret) nutzt ein anderes Lebewesen (meist ein Tier) (Wirt od. Phorent) zum Ortwechsel.
z.B. Kletten (z.B. Samen von Disteln) werden von Vögeln oder Pelztieren verbreitet
Schiffshalter-Fische ((s)) werden von schnell schwimmenden Fischen (z.B. Haie) verbreitet / wandern indirekt mit diesen mit
Art-fremde Milben auf anderen Tieren

Definition(en): Phoresie
.

auch Parabiose

einseitiger Vorteil für die eine Art, ohne die andere zu schaden oder zu bevorteilen



Symphorismus / Epökie
Aufsitzertum, leben auf der Oberfläche anderer Organismen ohne diese zu beeinflussen
z.B. Moose, Flechten und Farne auf Bäumen, Orchideen und Bromelien auf Bäumen
bestimmte Algen leben im Fell der Faultiere oder auf dem Schild von Schildkröten
Seepocken auf Walen
pflanzliche Aufsitzer – Epiphyten – sind durch eine Vielzahl von Anpassungen (- besonders an die Faktoren (Wasser und Nährsalze)) geprägt (→ Aufsitzer-Pflanzen (Epiphyten))

Synökie
Nutzung der Wohnstätte eines anderen Tieres, Gastgeber duldet die Gäste in weiten Grenzen, erst bei Gefährdung der eigenen Nahrungs- oder anderer Ressourcen werden die Gäste vertrieben oder bekämpft
z.B. Springschwänze, Larven bestimmter Schwebfliegen, Langfühlerschrecken, Ameisenfischchen und bestimmte Kurzflügler-Käfer in Ameisen-Hügeln (Ameisen-Gäste)
Fledermäuse nutzen u.a. auch die verlassenen Bauten von Buntspechten

Parökie
Beisiedlertum, beide Arten leben in direkter Nachbarschaft, die eine Art erhält Schutz und Nahrung, die andere Art nutzt z.B. deren Aufmerksamkeit bei Feind-Annäherung oder scheuchen unerwünschte Insekten (z.B. Heuschrecken) auf der Weide auf

Entökie
Einmietertum, Gast wohnt im oder am Körper einer anderer Art, Gast nutzt z.B. Giftigkeit des Wirtes, ohne selbst davon betroffen zu sein
z.B. Clownsfisch und ähnliche Korallen-Fische sowie verschiedene Garnelen in Seeanemonen

Metabiose
Nutzung der Leistungen einer anderen Art, z.B. als Nachfolger in Wohnbauten
z.B. Grünspechte und Hohltauben nutzen Höhlungen der Buntspechte

Definition(en): Probiose
Unter Probiose versteht man eine einseitige Vorteilsnahme der einen Art (z.B. als Mitesser, Mitbewohner, Träger) ohne das dabei die andere Art beeinflusst wird.

2.2.2.2.8. Kommensalismus

Mitessertum, Tischgenosse (= lat.: commensalis)

z.B. Löwen und Geier sowie Schakale

Definition(en): Kommensalismus
Beim Kommensalismus handelt es sich um eine einseitige Vorteilsnahme der einen Art (z.B. als Mitesser) ohne das dabei die andere Art beeinflusst wird.

beim Menschen viele Ekto- und Endokommensalen, die scheinabr keinen Vorteil für den menschen bringen
in jüngster Zeit mehreren sich die Nachweise, dass es sich eher um Mutualismus (→ ; Symbiose mit gegenseitigem Vorteil) handelt; die "Kommensalen" sorgen für ein gesundes Klima bzw. ein schützendes Milieu sorgen

2.2.2.2.9. Sozial-Parasitismus

bei einsetzender Schädigung des Wirtes – praktisch in der Übergangs-Phase vom Kommensalismus zum Parasitismus – beobachten wir den Sozial-Parsitismus
die Ameise *(s) Anergates atratulus*, die selbst keine Arbeiter bildet, ist ein Sozial-Parasit im Nest der Rasenameisen der Gattung *Tetramorium*, sie veranlasst die Arbeiter, die eigene Königin zu töten, *Anergates* lässt dann die eigene Brut von den *Tetramorium*-Arbeitern aufziehen; die *Tetramorium*-Kolonie selbst stirbt nach und nach aus
nach neueren Taxonomien wird *Anergates* auch zur Gattung *Tetramorium* dazugezählt, die Art heißt in der modernen Literatur deshalb *(s) Tetramorium atratulum*

parasitische Rasenameise
(g-) Anergates
Q: en.wikipedia.org (casent0010835)

Feldwespen der Gattung *Polistes* werden von einer ähnlichen Wespen-Art *(s) Sulcopolistes atrimandibularis* sozial-parasitiert (gehören zu einer Untergattung von *Polistes*)
Polistes-Weibchen leben in kleinen Gruppen in eine Höhle, es gibt eine Rangordnung und nur das Rang-höchste

Weibchen legt Eier, die Rang-niederen Weibchen betreuen die Brut
Sulcopolistes dringt in die Höhle ein und setzt sich durch besondere Verhaltensweisen an die Spitze der Rangordnung, sie legt dann Eier, welche von den Feldwespen betreut werden
Die Wespe Sulcopolistes hat den deutschen Namen Berg-Feldwespen-Kuckuckswespe.

Gallische Feldwespe
(s) Polistes dominula
Q: de.wikipedia.org (Fritz Geller-Grimm)

Kuckuck als Brut-Parasit
oft gehört, aber kaum jemals gesehen
verschiedene Gruppen, die sich jeweils auf bestimmte Wirts-Arten spezialisiert haben und die Farbe der Eier ihrer Wirte nachmachen
der in Amerika lebende Nordamerikanische Kuckuck brütet seine Eier selbst aus, dort betreibt der Stärling *(s) Molothrus ater* (gehört zu den Sperlingen) Brut-Parasitismus (wie der europäische Kuckuck)
Kuckucks-Junge reißen den Schnabel besonders weit auf und zeigen rötlichen Rachen (Signal für Fütterungs-Verhalten (Schlüssel-Reiz des Instinkt-Verhaltens), wachsen auch besonders schnell (überragen schnell die Wirtsvogel-Jungen
die Wirts-Jungen werden vom Kuckucks-Nestling aus dem Nest gedrängt

(Europäischer) Kuckuck
Q: de.wikipedia.org (Vogelartinfo)

Gelege mit Kuckucks-Eiern (immer jeweils das größte)

Neuntöter
Q: de.wikipedia (Grüner Flip)

Gartengrasmücke

Goldammer

Gartenrotschwanz

2.2.2.2.10. Protokooperation

Definition(en): Protokooperation
Unter Protokooperation versteht man das zeitweise oder dauerhafte Zusammenleben von mindestens zwei verschiedenen Arten zum gegenseitigen Vorteil. Die Arten sind an dieses Zusammenleben angepasst und zeigen ein zielgerichtetes / angeborenes Verhalten, können aber ohne die andere Art auskommen / leben.

z.B.
Seeanemone und Taschenkrebs
Süßwasser-Polyp und Chlorella-Algen

2.2.2.2.11. Territorialität

im Allgemeinen überschneiden / überlagern sich die Territorien verschiedener Arten
durch die Einnischung kommt es zum Konkurrenz-Ausschluss
beide Arten können im gleichen Lebensraum

2.3. räumliche und zeitliche Strukturierung von Umwelt-Faktoren

spezifische Veränderlichkeit eines Umweltfaktors in Raum und Zeit muß innerhalb der Toleranzgranzen erfolgen
wenn nicht innerhalb des gesamten Lebens-Zyklus oder innerhalb des gesamten Lebensraums passende Lebens-Bedingungen herrschen, dann ist das Überleben nicht gesichert
es kommt zur Einschränkung der Aufenthalts-Zeiträume oder des Lebensraumes , wenn Existens-Bedingungen nicht durchgehend vorhanden sind

2.3.1. zeitliche Gliederung von Umwelt-Faktoren

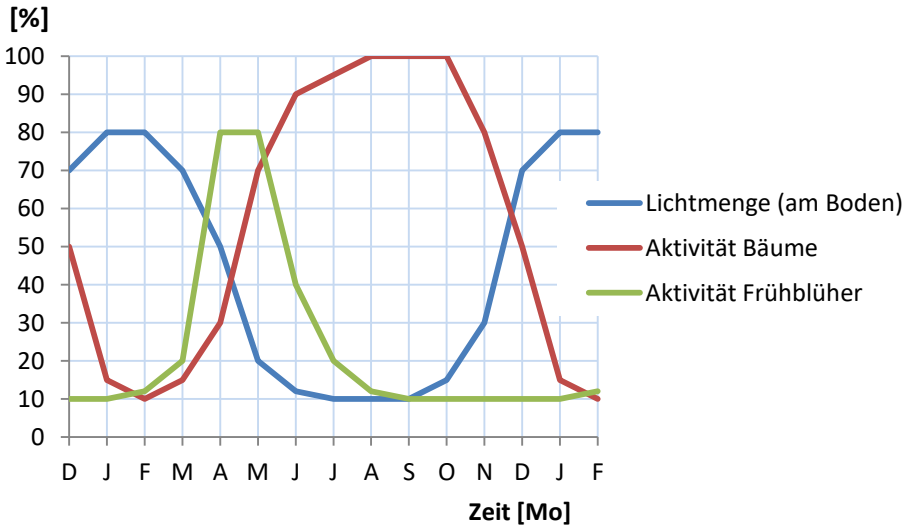
urtümliche oder fast ständig präsente (permanente) Veränderlichkeit der Ausprägungen eines Umwelt-Faktors

Rhythmen dann für Organismen interssant, die innerhalb ihres Lebens-Alters liegen
für die Art sind u.U. auch andere (längere) Rhythmen interssant, da sie die Konstanz der Art entgegenwirken und somit die Art-Neubildung befördern

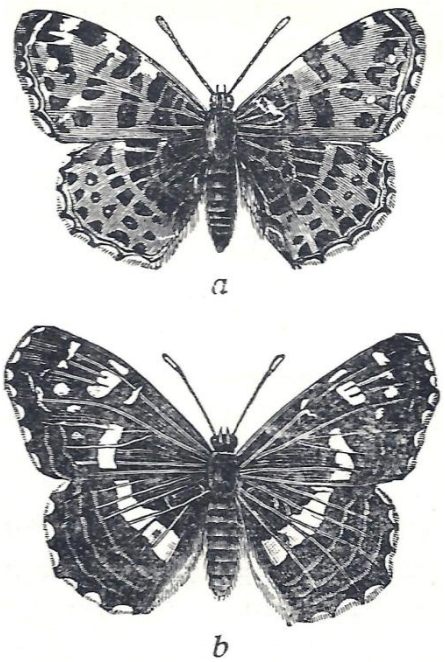
typische Periodiken / zeitliche Gliederung

Beschreibung / Benennung	Zeitdauer, typisch (Minima - Maxima)	typische Auswirkungen, Beispiele	weitere (mögliche) Bezüge
Galaktische Rhythmik	225 – 250 Mio a		
-Rhythmik	65 Mill. a (11 – 14)	verstärkte Meteoriten-Einschläge; große Arten-Sterben	
Pendel-Bewegung der Erde auf Sonnen-Umlaufbahn	30 – 40 Mio a	ev. Arten-Sterben wegen größerer Klima-Schwankungen; Gebirgsbildung	
diluviale Rhythmik (glaziale Rhythmik)	auf der Erde grob alle 25 – 50 Mio. a zuletzt rund alle 140'000 a Kalt- bzw. Warmzeiten	Verbreitung der Populationen / notwendige Wanderungs-Bewegungen, …	
Sonnen-Rhythmik	12 a (11 – 14)	stärkere Strahlen-Belastung → Mutationen; Sterblichkeit	
mehrjährige Klima-Schwankungen	3 – 7 a	deutliche Schwankungen von Populations-Größen	
Planeten-Umlauf circ(a)annuale R. annuale R.	Erde: 1 a = 365,25 d	Jahreszeiten Regenzeit, Klima, Wetter Aspekt-Folge Fruchtbarkeits-Zeiten	
Jahreszeiten	rund 3 Mo	Entwicklungs-Phasen von Pflanzen	phänomelogische Jahres-

		auch: Langtag- bzw. Kurztag-Bedingungen für Blüh-Indikation	zeiten
Mond-Phasen **lunare Rhythmik**	29,5 d ≈ 4 Wo	weiblicher Zyklus Fortpflanzung bei einigen Fischen, Quallen, Kalmaren, …	oft auch mit annualem Rhythmus kombiniert
Gezeiten (Springflut)	14 d	Fortpflanzung von Watt- und Feuchtwiesen-Bewohnern	
Wochen-Rhythmik	1 Wo = 7 d	in urbanen Siedlungs-Räumen / Erholungs-Gebieten	(fast) ausschließlich anthropogen
Erd-Rotation **circadiane R.** **diurnale R.**	1 d = 24 h	Tag / Nacht (Hell-Dunkel-Phasen) Ebbe und Flut (12 h-R.)	
innere Uhr(en)	Mensch: rund 25 h		basiert auf circadianer R.
Gezeiten (Ebbe und Flut)	12,5 h	Ebbe und Flut	
Zell-Uhr / Zell-Teilung	10 min – n 10 a	Spaltung / Teilung (Zelle) Mitose Meiose	
Lebensdauer	(n 10 min – n 100 a)		

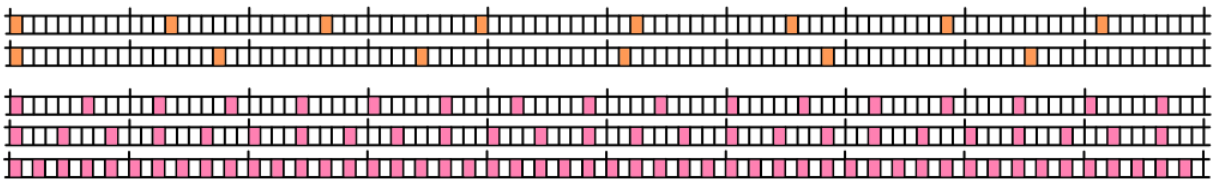


zeitliche Gliederung von Umwelt-Komponenten im Jahres-Rhythmus



"Das Landkärtchen (Vanessa prorsa-levana):
a Frühjahrsgeneration (V. levana),
b Herbstgeneration (V. prorsa)"
Q: /36, S. 177/

unterschiedliche Fortpflanzungs-Rhythmiken bei diversen Zikaden-Arten
bei vielen Arten 13 oder 17 Jahre (!Primzahlen)
Erklärung über die Fortpflanzungs-Rhythmen der Feinde, ihre Fortpflanzungs-Rhytmen liegen bei 2, 4 oder 6 Jahren
Zikaden erreichen so, dass sie sehr wenige "Kontakte" mit ihren Feinden bekommen



Fortpfanzungs-Rhythmen von Singzikaden (oben: orange) und ihren Feinden (unten: purpur)

Aufgaben für die gehobene Anspruchsebene:

1. ***Berechnen Sie, alle wieviele Jahre sich beide Zikaden-Arten und alle drei Räuber sich treffen würden!***
2. ***Stellen Sie in einem Diagramm die produzierten Nachkommen pro Jahr für Rhythmen von einem bis 20 Jahre dar!***
3. ***Berechnen Sie die überlebenden Nachkommen pro Jahr, wenn ein Feind die Nachkommen jeweils um 25% reduziert!***

Blumen-Uhr

Pflanze (dt. Name)	wissenschaftlicher Name	Blüh-Zeit
Zeit-Raster für die Tag-Nacht-Gleiche		□□□□□□■■■■■■■■■■■■□□□□□□
Wiesen-Bocksbart	*Tragopogon pratense*	□□◢■■■■■■◣□□□□□□□□□□□□□□
Taghammerstrauch	*Cestrum diurnium*	□□□◢■■…
Dreifarbige Winde	*Convolvulus tricolor*	□□□◢■■…
Natterkopfartiges Wurmkraut	*Picris echioides*	□□□□◢■■…
Blaue Rasselblume	*Catananche cuerulea*	□□□□◢■■…
Dach-Pippau	*Crepis tectorum*	□□□□◢■■■■■■◣□□□□□□□□□□□□
Wilde Zichorie	*Cichorium intybus*	□□□□◢■■■■■■◣□□□□□□□□□□□□
Sanddistel	*Sonchus oleraceus*	□□□□◢■■■■■■◣□□□□□□□□□□□□
Knolliger Löwenzahn	*Leontodon tuberosum*	□□□□◢■■■■■■■■■■◣□□□□□□□□
Sibirischer Mohn	*Papaver nudicaule*	□□□□◢■■■■■■■■■■■■◣□□□□□
Rotes Habichtskraut	*Hieratium rubrum*	□□□□□◢■■…
Zaunwinde	*Convolvulus sepium*	□□□□□◢■■…
Sichelsalat	*Lampsana rhagadiolus*	□□□□□◢■■…
Purpurroter Hasenlattich	*Prenanthes purpurea*	□□□□□◢■■…
Gewöhnlicher Löwenzahn	*Taraxacum officinale*	□□□□□◢■■■□□□□□□□□□□□□□□□
Tingitanische Gänsedistel	*Picridium tingitanium*	□□□□□◢■■■■□□□□□□□□□□□□□□
Alpen-Pippau	*Crepis alpina*	□□□□□◢■■■■■◣□□□□□□□□□□□□
Krokusblättriger Bocksbart	*Tragopogon crocifolium*	□□□□□◢■■■■■◣□□□□□□□□□□□□
Braunrote Taglilie	*Hemerocalis fulva*	□□□□□◢■■■■■■■■■■■■■◣□□□
Wiesenferkelkraut	*Hypochoeris pratensis*	□□□□□□◢■■■■■■■■■■□□□□□□□
Savoyer Habichtskraut	*Hieratium sabaudum*	□□□□□□◢■■■■■■■■■■◣□□□□□
Roter Pippau	*Crepis rubra*	□□□□□□◢■■■■◣□□□□□□□□□□□□
Acker-Gänsedistel	*Sonchus arvensis*	□□□□□□◢■■■■◣□□□□□□□□□□□□
Doldenförmiges Habichtskraut	*Hieratium umbellatum*	□□□□□□◢■■■■■■◣□□□□□□□□□□
Kriechendes Habichtskraut	*Hieratium pilosella*	□□□□□□◢■■■■■■◣◣□□□□□□□□□
Mauer-Habichtskraut	*Hieratium murorum*	□□□□□□◢■■■■■■■◣□□□□□□□□□
Weiße Seerose	*Nymphaea alba*	□□□□□□◢■■■■■■■■■■■□□□□□□
Gelbe Teichrose	*Nymphar luteum*	□□□□□□◢■■…
Ringelblume	*Calendula officinalis*	□□□□□□◢■■…
Spießförmiger Löwenzahn	*Leontodon hastile*	□□□□□□□◢■■…
Schlauchförmiges Steinkraut	*Alyssum utriculatum*	□□□□□□□◢■■…
Abgebissenes Habichtskraut	*Hieratium praemorsum*	□□□□□□□◢■■…
Alpen-Milchkraut	*Sonchus alpinum*	□□□□□□□◢■■■■◣□□□□□□□□□□□
Bärtige Mittagsblume	*Mesembryanthemum barbatum*	□□□□□□□◢■■■■■◣□□□□□□□□□□
Geflecktes Ferkelkraut	*Hypochoeris maculata*	□□□□□□□◢■■■■■■◣□□□□□□□□□
Ästige Graslilie	*Anthericum ramosum*	□□□□□□□◢■■■■■■■◣□□□□□□□□
Weiße Graslilie	*Anthericum album*	□□□□□□□◢■■■■■■■◣□□□□□□□□
Herbst-Löwenzahn	*Leontodon autumnum*	□□□□□□□◢■■■■■■■■■■■◣□□□□
Echtes Habichtskraut	*Hieratium auricula*	□□□□□□□□□◢■■…
Ackergauschheil	*Anagallis arvensis*	□□□□□□□□□◢■■■■■◣□□□□□□□□□
Sprossende Nelke	*Dianthus prolifer*	□□□□□□□□□◢■■■◣□□□□□□□□□□
Kahles Ferkelkraut	*Hypochoeris glabra*	□□□□□□□□□◢■■…

Pflanze (dt. Name)	wissenschaftlicher Name	Blüh-Zeit
Zeit-Raster für die Tag-Nacht-Gleiche		□□□□□□■■■■■■□□□□□□□□□□□□
Acker-Ringelblume	*Calendula arvensis*	□□□□□□□□□□◢■■…
	Mesembryanthenum cristal-linum	□□□□□□□□□□◢■■■■■◣□□□□□□□□□
Gelbe Taglilie	*Hemerocallis flava*	□□□□□□□□□□□◢■■…
Doldenblütige Vogelmilch	*Ornithogalum umbellatum*	□□□□□□□□□□□◢■■…
Malven (fast alle Arten)	*Malva*	□□□□□□□□□□□◢■■…
Rotblühende Sanddistel	*Arenaria rubra*	□□□□□□□□□□□◢■■■◣□□□□□□□□□□
Ringelblume	*Calendula chrysamthemifolia*	□□□□□□□□□□□◢■■■■◣□□□□□□□□□
Rote Lilie	*Tigridia pavonia*	□□□□□□□□□□□◢■■…

Q: /37, S. 296 f. (nach Daten und Fakten Biologie 1979)

phänomenologische Unterteilung des Jahres

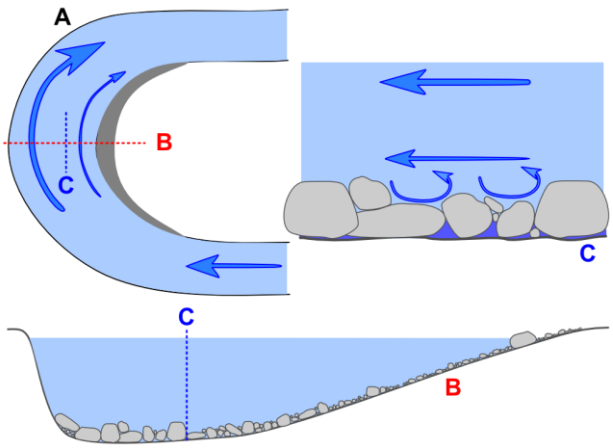
Jahreszeit	Pflanzen-Welt	ungefähre Lage im Kalende	Tier-Welt
Vorfrühling	Schneeglöckchen-Blüte Haselnuss-Blüte Huflattich-Blüte Schwarz-Erlen-Blüte Sal-Weiden-Blüte	Februar März März März	
Erstfrühling	Forsythien-Blüte Stachelbeeren-Blüte Buschwindröschen-Blüte Löwenzahl-Blüte zum Ende hin: Kirsch-Blüte, Pflaumen-Blüte, Birnen-Blüte, Schen-Blüte, Ahorn-Blüte	März April April April	
Vollfrühling	Apfel-Blüte, Flieder-Blüte zum Ende hin: Himbeer-Blüte Stieleichen-Blattaustrieb	April Mai Mai Mai	
Frühsommer	Holunder-Blüte, Schlehen-Blüte, Gräser-Blüte, Wald-Geißblart-Blüte	Mai Juni Juni Juni	
Hochsommer	Wegwarte-Blüte, Linden-Blüte, Kartoffel-Blüte, Johannesbeer-Reife	Juni Juli Juli Juli Juli	
Spätsommer	Früh-Zwetschge-Reife Früh-Apfel-Reife Birnen-Reife, Ebereschen-Reife	August August August August	
Frühherbst	Holunderbeeren-Reife Haselnuss-Reife Herbstzeitlosen-Blüte Zwetschgen-Ernte, Birnen-Ernte	August September September September	
Vollherbst	Quitten-Reife; Walnuss-Reife Wein-Laubverfärbung Wildlaubbäume-Blattverfärbung (Eiche, Kastanie) Eicheln fallen Apfel-Ernte, Rüben-Ernte	September Oktober Oktober Oktober	
Spätherbst	Eichen-Blattfall, Rosskastanien-Blattfall	Oktober Oktober	
Frühwinter		November	
Vollwinter		Dezember	
Spätwinter		Januar	
		Februar	

2.3.2. räumliche Gliederung von Umwelt-Faktoren

besonders gut beobachtbar und charakterisierbar in Ökosystemen oder Habitaten, in denen es keine oder nur geringfügige zeitliche Veränderungen gibt

z.B. Smocker in der Tiefsee

aber auch Lebensräume im Inneren z.B. von Lebewesen (Parasiten oder Kommensalen im Darm) oder Larven oder Pilze im Holz von Bäumen

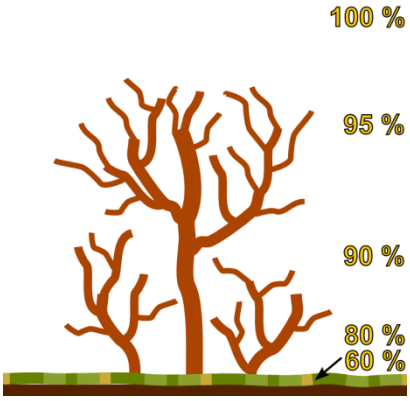


A .. Strömungs-Verhältnisse an einer Fluß-Biegung
B .. Querschnitt durch Fluß-Biegung
C .. Bildung von Wirbeln und Todwasser-Zonen
(Abbildungen nicht Maßstabs-gerecht zueinander!)

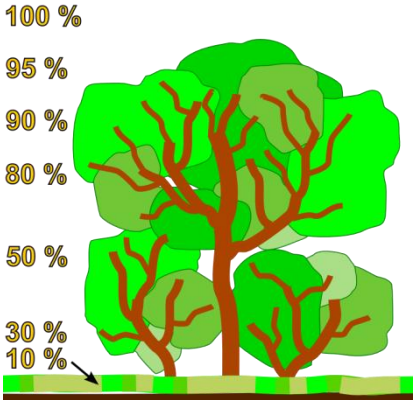
2.3.3. Kombination von räumlicher und zeitlicher Gliederung

Beispiel: Hecke

Lichtstärke innerhalb der Hecke

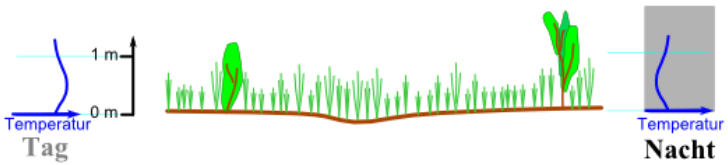


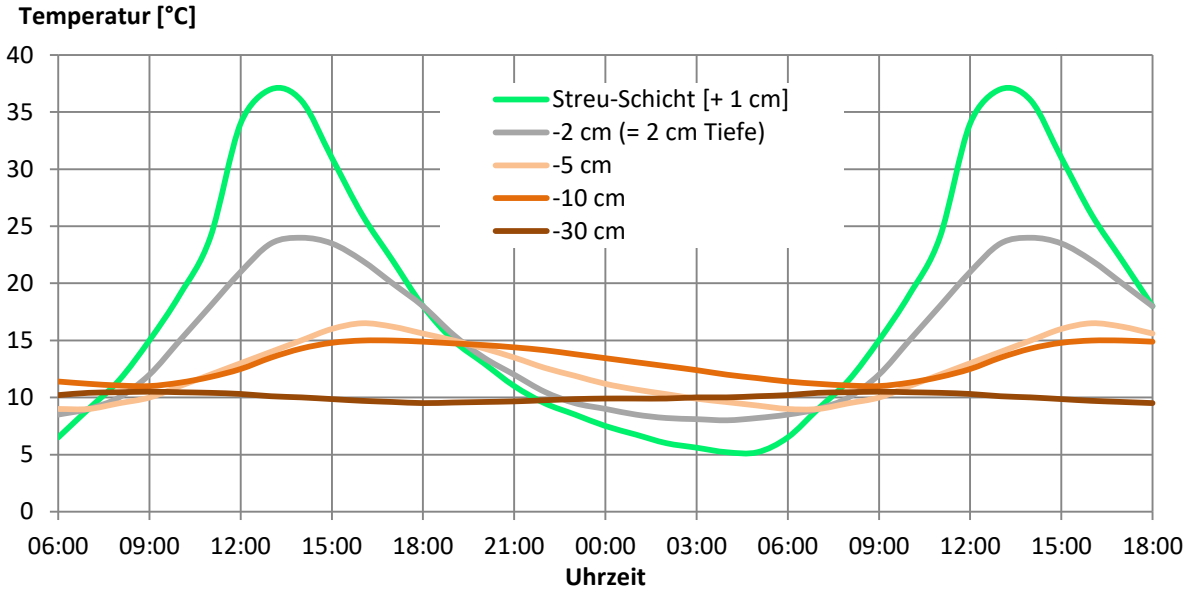
Winter



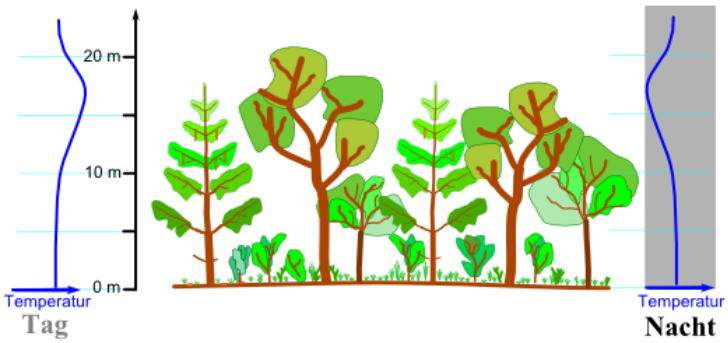
Sommer

Beispiel: Wiesen / Trocken-Rasen





Beispiel: Wald

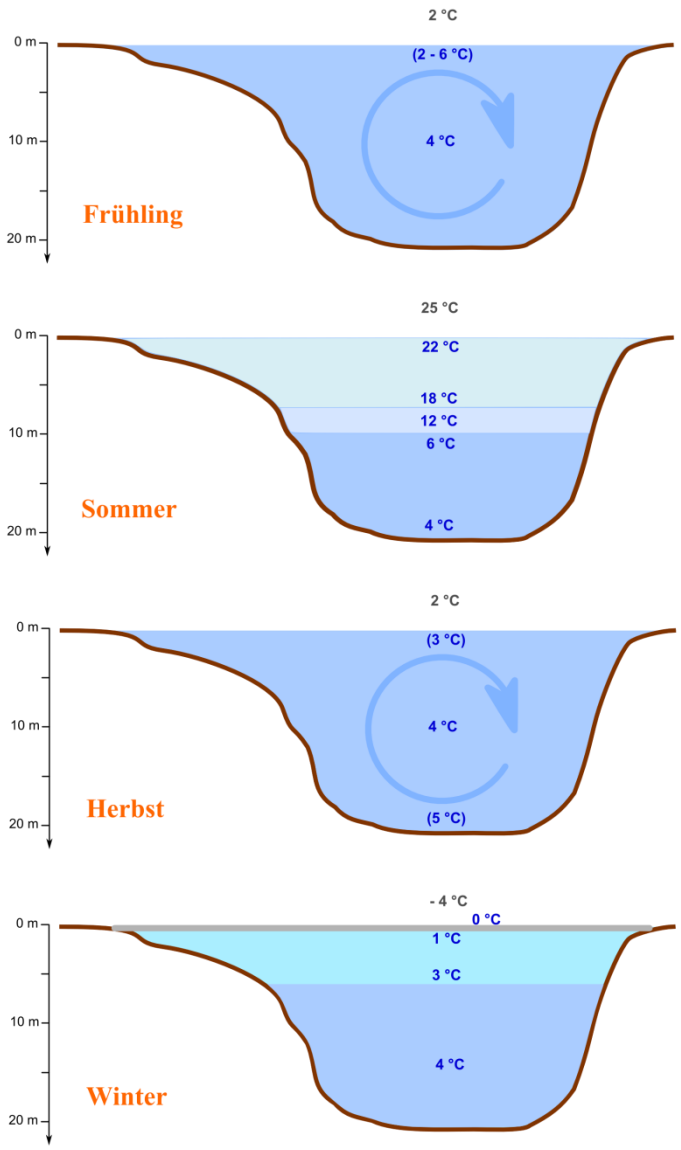


Beispiel: See

Veränderung der Temperatur in einem typischen See in Raum und Zeit ist vorrangig von der umgebenden Luft-Temperatur abhängig. Bei Seen in geothermisch aktiven Gegenden muss natürlich auch die Erwärmung über das Gestein oder heiße Zuflüsse (heiße Quellen) beachtet werden.

Im fortgeschrittenen Frühjahr finden wir fast im gesamten Wasser-Körper eine Temperatur von 4 °C vor. Es gibt keine Schichtung mehr. Temperatur und Nährstoffe sind gleichmäßig im Wasser verteilt.

Mit dem Sommer kommt es zu einer immer stärkeren Erwärmung der Luft-Schichten über dem See und auch der oberen Wasser-Schichten. Da warmes Wasser eine geringere Dichte hat – als das Wasser mit 4 °C (größte Dichte) – verbleibt das wärmere Wasser an der See-Oberfläche bzw. im oberen Wasser-Körper – dem Epilimnion. Durch die Dichte-Unterschiede kommt es zur Ausbildung von Schichten im Wasser-Körper. Die auffälligste Schicht ist die sogenannte Sprungschicht im Bereich zwischen 8 bis 12 m. Innerhalb von 1 bis 2 m kommt es zu einer sprunghaften Verringerung der Temperatur. In der Nacht sinken die Oberflächen-Temperaturen wieder und es kommt zu einer lokalen Zirkulation. Wärmeres Wasser aus dem Bereich oberhalb der Sprungschicht ist nun leichter (weniger dicht) als das (Nacht-)kältere Oberflächen-Wasser. Am Ende der Nacht ist das Epilimnion recht gut durchmischt und hat die Wärme des Tages gut aufgenommen und gewissermaßen gespeichert.



Im Verlauf des Sommers wird das Epilimnion immer wärmer und drückt die Sprungschicht (Metalimnion) immer tiefer. Nach und nach erwärmt sich der gesamte See.

Der Herbst ist von kälteren Luft-Temperaturen begleitet. Das Oberflächen-Wasser kühlt sich immer mehr ab und wird dadurch dichter. Damit sinkt es in die tieferen Schichten. Somit kommt es zu einer – den ganzen See betreffenden – Zirkulation. Sie wird Herbst-Zirkulation genannt und bewirkt eine gleichmäßige Durchmischung des Wasser-Körpers. Die Sommer-Schichten werden dabei vollständig aufgelöst.

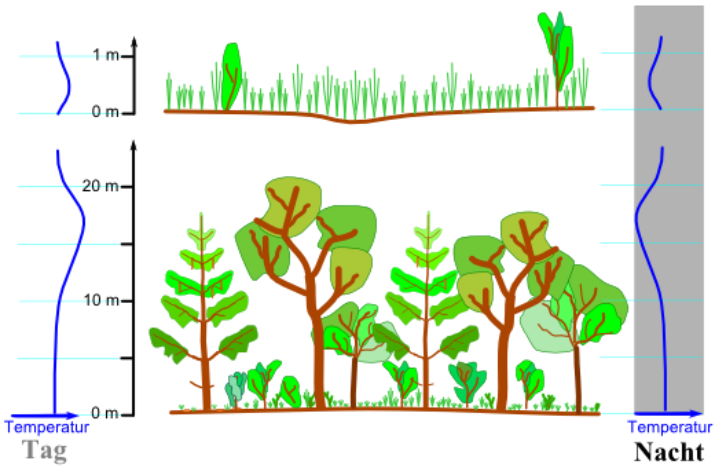
Im Winter sammelt sich das Wasser mit der größten Dichte (bei 4 °C) im unteren Bereich des Sees. Da die kälteren Oberflächen-Schichten eine geringere Dichte haben, verbleiben sie oberhalb und bilden gewissermaßen eine Isolierschicht. Denn je kälter es wird, umso leichter wird das Wasser und sammelt sich immer oberhalb von "wärmeren" Schichten. Bei ausreichend tiefen Temperaturen bildet sich eine Eis-Schicht auf dem See, die den Isolier-Effekt noch verstärkt.

Mit dem beginnenden Frühling gelangt wieder Wärme in die See-Oberfläche. Hat das Wasser dort dann eine leicht höhrere Temperatur als in den nocht kalten Schichten (1 – 4 °C), dann werden diese Schichten durchmischt. Die Zirkulation erfasst den gesamten See und bewirkt eine gleichmäßige Temperatur (4 °C), wie im Herbst. Diese Groß-Zirkulation wird Frühjahr-Zirkulation genannt und bewirkt eine Nährstoff-Verteilung im gesamten Wasser-Körper.

Aufgaben:

1.

x. Vergleichen und interpretieren Sie die Temperatur-Verläufe!



Q: nach /11, S. 29/

2.4. kombinatorische Wirkung von Umwelt-Faktoren

Wirkungs-Gesetz der Umwelt-Faktoren (Minimum-Regel)

Der Umwelt-Faktor, der am weitesten vom Optimum entfernt ist bestimmt die Häufigkeit der Art am Wirkort.

schon von LIEBIG (1862) formuliert, der ausdrückte, dass der Ernte-Ertrag von dem Nährstoff bestimmt wird, von dem es am meisten mangelt

Definition(en): Geotop / Physiotop
Das Physiotop ist der abitiosche Teil eines Biotops.

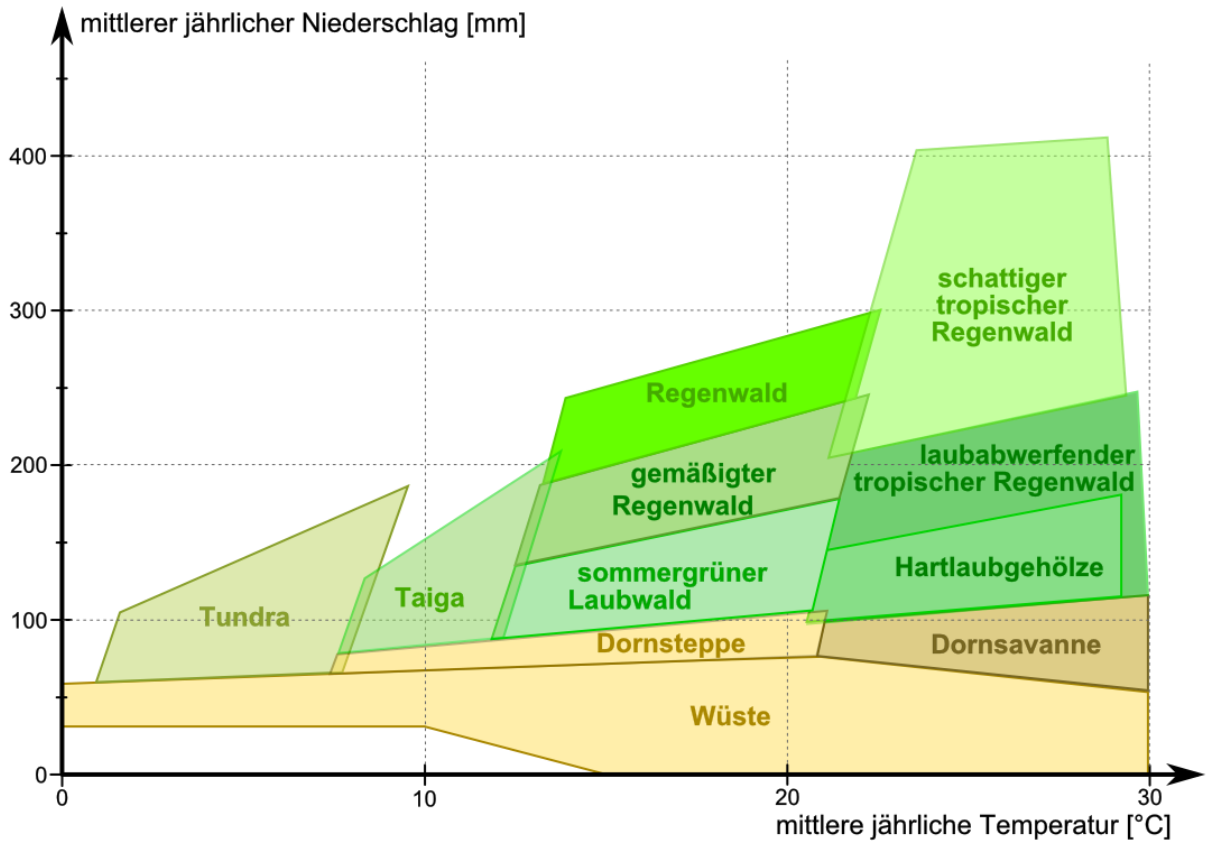
Definition(en): Klimatop
Das Klimatop ist die Gesamtheit der klimatischen Umwelt-Bedingungen eines Biotops.

Definition(en): Pedotop
Das Pedotop ist die Gesamtheit der Boden-Bedingungen eines Biotops.

Definition(en): Hydrotop
Das Klimatop ist die Gesamtheit der Wasser- und hydrostatischen Bedingungen eines Biotops.

2.4.2. gemeinsame Betrachtung von mehreren Umweltfaktoren

2.4.2.1. Temperatur und Niederschlag



nach Q: /39, S. 215/

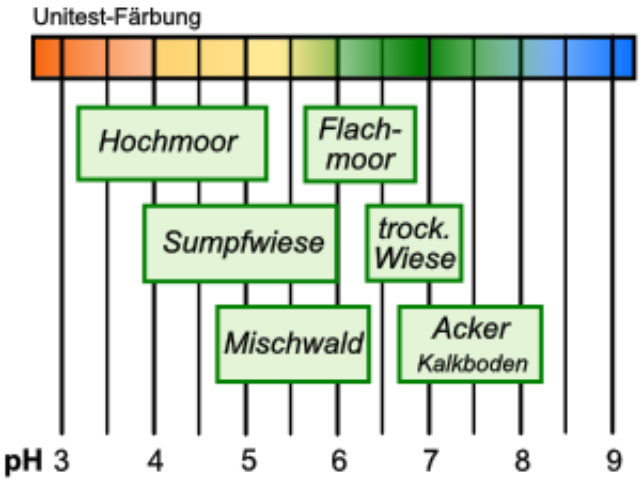
2.4.2.2. Temperatur und Luftfeuchtigkeit

z.B. Kiefernspinner Lindner neu, S. 352

2.4.3. Kombination aller Umweltfaktoren

Definition(en): Biotop
Das Biotop ist der (natürliche) Lebensraum einer Biozönose / von Organismen, der durch definierte / natürliche Grenzen und einer Mindestgröße sowie charakteristischen (Umwelt-)Merkmalen bestimmt ist.
Ein Biotop ist ein konkreter Lebensraum von Organismen mit abgegrenzter, in sich relativ einheitlicher / gleichmäßer Beschaffenheit von abiotischen und biotischen Umwelt-Bedingungen.
Das Biotop ist der abiotische Teil eines Ökoystems. Der biotische Teil ist die Biozönose.
Ein Biotop ist ein räumlich abgegrenztes Gefüge mit einer spezifischen Gestalt, das aus physikalischen und chemischen Komponenten / Elementen (z.B. Bodenstruktur, Klima, …) zusammengesetzt ist.
Ein Biotop ist ein künstlich (vom Menschen / von der Wissenschaft) abgegrenzter Lebens-raum

Definition(en): Biotop-Typ
Eine abstrakte Zusammenfassung ähnlicher Biotope nennt man einen Biotop-Typ.
Ein Biotop-Typ ist eine Zusammenfassung / Klassifizierung ähnlicher Biotope unter be-stimmten Merkmalen / Kriterien.



für Mecklenburg-Vorpommern relevante Biotop-Typen

Biotop-Typ	**Untertyp**			
Feuchtbiotope				
	naturnahe Moore			
	naturnahe Sümpfe			
	Sölle			
	Röhrichtbestände und Riede			
	Seggen- und Binsen-reiche Naßwiesen			
Gewässerbiotope				
	naturnahe und unverbaute Bach- und Flußabschnitte einschließlich der Ufervegetation			
	Quellbereiche, einschl. d. Uferveg.			
	Altwässer, einschl. d. Uferveg.			
	Torfstiche, einschl. d. Uferveg.			
	stehende Kleingewässer, einschl. d. Uferveg.			
	Verlandungsbereiche stehender gewässer			
Trockenbiotope				
	Zwergstrauch- und Wacholderheiden			
	Trocken- und Magerrasen			
	aufgelassene Kreidebrüche			
Gehölzbiotope				
	naturnahe Bruch-, Sumpf- und Auwälder			
	naturnahe Wälder und Gebüsche trockenwarmer Standorte			
	naturnahe Feldgehölze			
	naturnahe Feldhecken			
Küstenbiotope				
	Fels- und Steilküsten			
	Strandwälle			
	Dünen			
	Salzwiesen			
	Marine Block- und Steingründe			
	Windwattflächen			
	Boddengewässer mit Verlandungsbereichen			

nach /42, S. 265 f/

Definition(en): Biotop-Komplex
Ein Biotop-Komplex eine Gruppe / ein Mosaik aus verschiedenen, konkreten und benachbarten Biotopen, die zu einer abstrakten Einheit zusammengefasst wurden.

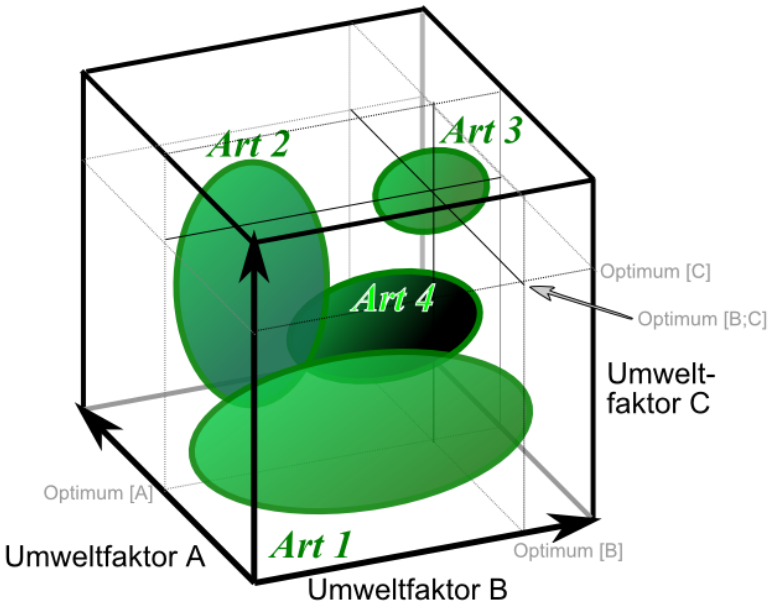
Definition(en): Biom / Bioformation / Biotop-Formation
Ein Biom ist ein konkreter, klimatisch einheitlicher Groß-Lebensraum als Grundeinheit eines Ökosystems. Das Biom umfast alle in diesem Groß-Lebensraum herschenden abiotischen und biotischen Umweltfaktoren.
Ein Biom ist ein geographisch begrenzter Lebensraum mit charakteristischen Umwelt-Bedingungen.

Definition(en): Biom-Typ / Bioregion
Ein Biom-Typ ist eine abstrakte Zusammenfassung gleichartiger oder ähnlicher Biome (mit ihren charakteristischen Lebensgemeinschaften).
Ein Biom-Typ ist eine Gruppe ähnlicher oder sachlich zusammengehörender Biome.

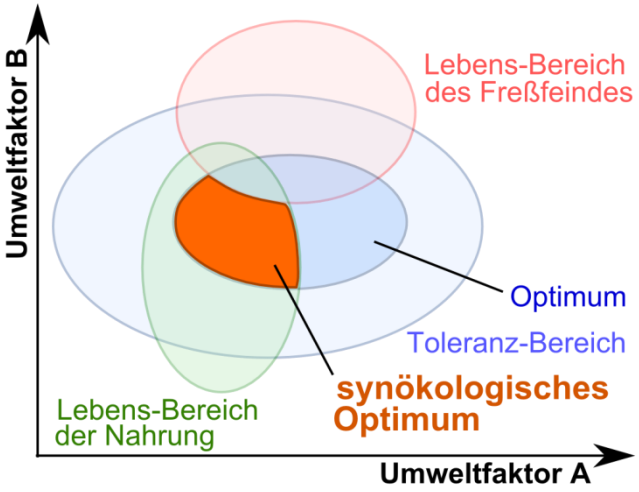
Definition(en): Phytotop
Das Phytotop ist der Lebensraum der Pflanzen in einem Biotop.

Definition(en): Zootop
Das Zootop ist der Lebensraum der Tiere in einem Biotop.

synökologisches Optimum



Lebensgemeinschaft-liches Optimum

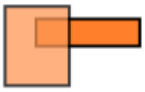


vereinfachte Darstellung des synökologischen Optimums (für zwei Umwelt-Faktoren)

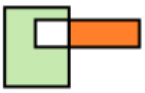
Aufgaben:

1. *Warum werden bei der graphischen Ermittlung des synökologischen Optimums für einzelne biotische Faktoren mal die Differenz und mal der Schnitt benutzt? Muss das nicht einheitlich erfolgen, damit alle Faktoren gleichberechtigt betrachtet werden? Stellen Sie Ihren Standpunkt vor und begründen Sie diesen!*
2. *Überlegen Sie sich, wie die Lebens-Bereiche von Parasiten, Krankheits-Erregern und Symbionten liegen und mit welchen Mengen-Operationen diese integriert werden müssten!*
3.

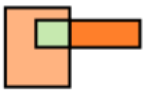
Mengen-Algebra



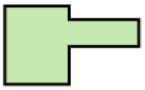
Original-Mengen (orange)



Differenz-Menge (grün)



Schnitt-Menge (grün)



Vereinigungs-Menge (grün)

Definition(en): ökologische Nische
Unter der ökologischen Nische versteht man die Gesamtheit biotischer und abitischer Umwelt-Faktoren, die eine Art / Population zum Überleben benötigt.
Die ökologische Nische beschreibt die Funktion einer Art im Ökosystem / Beziehungsgefüge einer Lebensgemeinschaft. (Die ökologische Nische stellt quasi die Aufgabe / den "Beruf" einer Art im Umwelt-Gefüge dar.)
Die ökologische Nische ist das Art-eigene Wirkfeld, das durch die Gesamtheit aller vorhandenen (und wirkenden) abiotischen und biotischen Faktoren ermöglicht wird.
Die ökologische Nische ist eine Konstellation / ein Muster von bestimmten Umweltfaktoren und stammesgeschichtlich sowie evolutionären Spezialisierungen, die es verschiedenen Arten ermöglicht, in einem Ökosystem nebeneinander (relativ Konkurrenz-frei) zu koexistieren / zusammenzuleben.

wahrscheinlich zuerst von GRINNELL () im Jahr 1917 benutzt
als Bereich der Erde verstanden, in dem bestimmte Umwelt-Faktoren wirken (auch als Standort-Faktoren bezeichnet) und in dem die Organismen / Arten / Populationen überleben

ähnliches Verständnis im Jahr 1927 bei Charles ELTON () zu finden, er legte aber besonderen Wert auf die Funktion einer Art in der / seiner Lebensgemeinschaft

Konzept von George Evelyn HUTCHINSON (1903 – 1991)
gilt als Vater der Limnologie / Vater der Ökologie
Begriffs-Verständnis baut auf GRINNELL und ELTON auf
Lebensraum einer Art / Population ist durch bestimmte Kombination von Umwelt-Faktoren charakterisiert, die Gesamtheit der Umwelt-Faktoren stellt einen n-dimensionalen Hyper-Raum dar

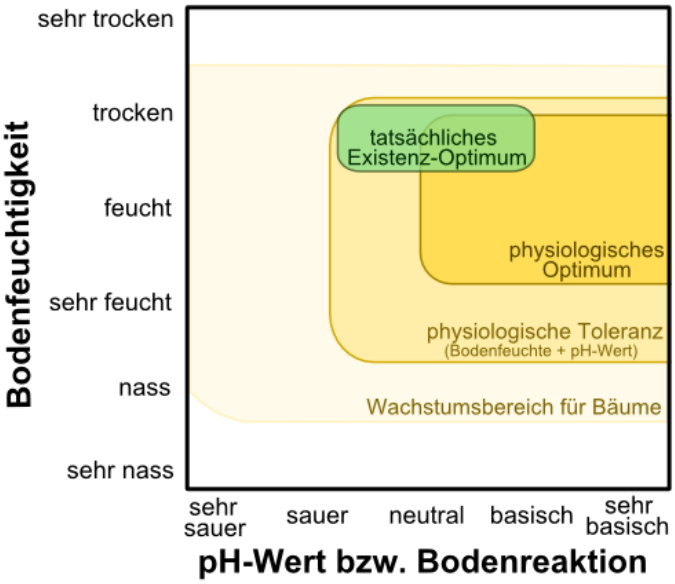
ausführlich durch JÖRGENSEN (1992) und FRÄNZLE (1997) dargestellt (Nischen-Theorie)

Definition(en): autökologisches Optimum
Das autökologische Optimum ist der Vorzugsbereich eines Individuums / einer Art / einer Population bezüglich eines (einzelnen) Umweltfaktors.
→ ökologisches Optimum (s.a. unter: 2.2.1. abiotische Umweltfaktoren)

praktisch unter künstlichen Bedingungen erfoscht; ergibt normalerweise Glockenkurve
bei der gemeinsamen Betrachtung von zwei Umweltfaktoren ergibt eine Berg- und Tal-Landschaft
ab drei Faktoren kaum noch experimentell zu erfassen; mehrdimensionales Ergebnis(-Diagramm) / mehrdimensionaler Ereignisraum
in der Natur / unter natürlichen Bedingungen wirken Vielzahl von Faktoren gleichzeitig und gemeinschaftlich

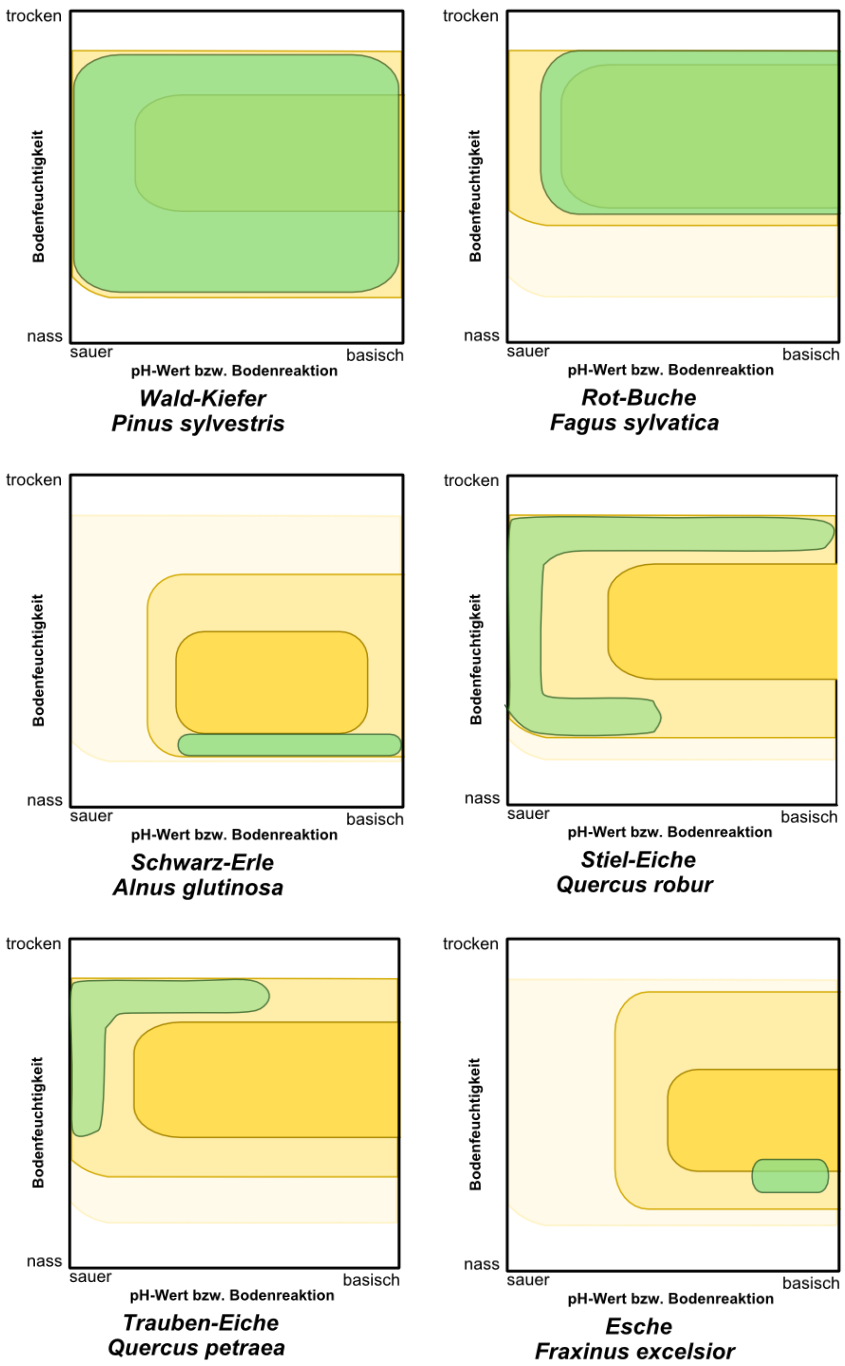
Definition(en): synökologisches Optimum
Das synökologische Optimum ist der Vorzugsbereich eines Individuums / einer Art / einer Population bezüglich aller (natürlich einwirkenden) Umweltfaktoren.
Das synökologische Optimum ist der natürliche Vorzugsbereich eines Individuums / einer Population / einer Art (hinsichtlich aller seiner / ihrer) Umweltfaktoren.

ELLENBERG führte – besonders für Bäume – die sogenannten Okogramme ein. Bei diesen werden die beiden zentralen Faktoren – Boden-Feuchtigkeit und Boden-Reaktion – auf die Achsen eines zweidimensionalen Diagramms abgetragen. Mittels Flächen werden die verschiedenen ökologischen Verbreitungs-Informationen dargestellt. Im nebenstehenden Beispiel ist ganz blassgelblich der Wachstums-Bereich für die Bäume (in den gemäßigten Breiten) gekennzeichnet. Für alle konkreten Arten liegen die Bereiche der ökologischen Toleranz (nur auf Boden-Feuchte und –reaktion bezogen) innerhalb dieser Verbreitungs-Grenzen. Wieder innerhalb liegt der optimale Bereich. Die Ermittlung der Toleranzen erfolgte immer als Einzel-Pflanze oder in einer Rein-Kultur.

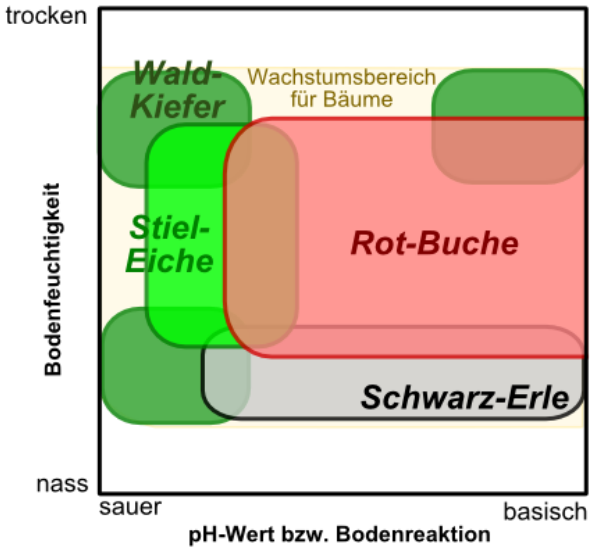


Ökogramm

Etwas verschoben liegt die wirkliche Verbreitung der Beispiel-Art, wenn die Konkurrenz anderer Arten ins Spiel kommt. Oft verschiebt sich nun das tatsächliche Existenz-Optimum in den Rand-Bereich der physiologischen Toleranz. Nur wenige Arten sind so Konkurrenzstark, dass sie auch in ihrem physiologischen Optimum verbreitet sind. Solche Arten sind dann die dominierenden in gemischten Beständen.



Ökogramme für verschiedene Baum-Arten
nach ELLENBERG (hier schematisch)



synökologische Optima verschiedener Baum-Arten;
echte Lebensräume der Bäume unter gegenseitigen Konkurrenz-Bedingungen

Konkurrenz-Ausschluss-Prinzip

Fundamental-Nische (fundamentale Nische)
ist der Lebensraum, in dem die Art / Population aufgrund ihrer ökologischen Potenz leben könnte
praktisch nur unter theoretischen, abstrakten oder Labor-Bedingungen erfassbar

Real-Nische (realisierte Nische)
ist der Lebensraum der wirklich genutzt wird, ist Teil der Fundamental-Nische
meist durch Konkurrenz mit Art-Genossen oder anderen Arten / Populationen eingeschränkt, da diese eine ähnliche / benachbarte / die gleiche Nische besetzen

auch Funktion einer Art innerhalb des Ökosystems verstanden
z.B. Produzent, Konsument, Räuber, aber auch detaillierter z.B. Dämmerungs-Jäger, Putzer-Fische

Paradox des Planktons

scheinbar ist das Konkurrenz-Ausschluss-Prinzip bei See- od. Meeres-Plankton ausgeschlossen, hier existieren viele Arten in der gleichen (homogenen) Umwelt und konkurrieren um die gleichen (wenigen) Umwelt-Faktoren (hier: Licht, Phosphor, Stickstoff)

Ansätze zur Lösung des Paradoxons / differnzierte Betrachtung der Nische:

räumliche Variabilität
innerhalb des Lebensraumes gibt es weitere – feiner differenzierte – Lebensräume mit speziellen Kombinationen von (ev. nur bestimmten / weiteren) Umweltfaktoren, in diesen Teil-Lebensräumen sind einzelne Arten im (z.T. nur geringfügigen) Konkurrenz-Vorteil

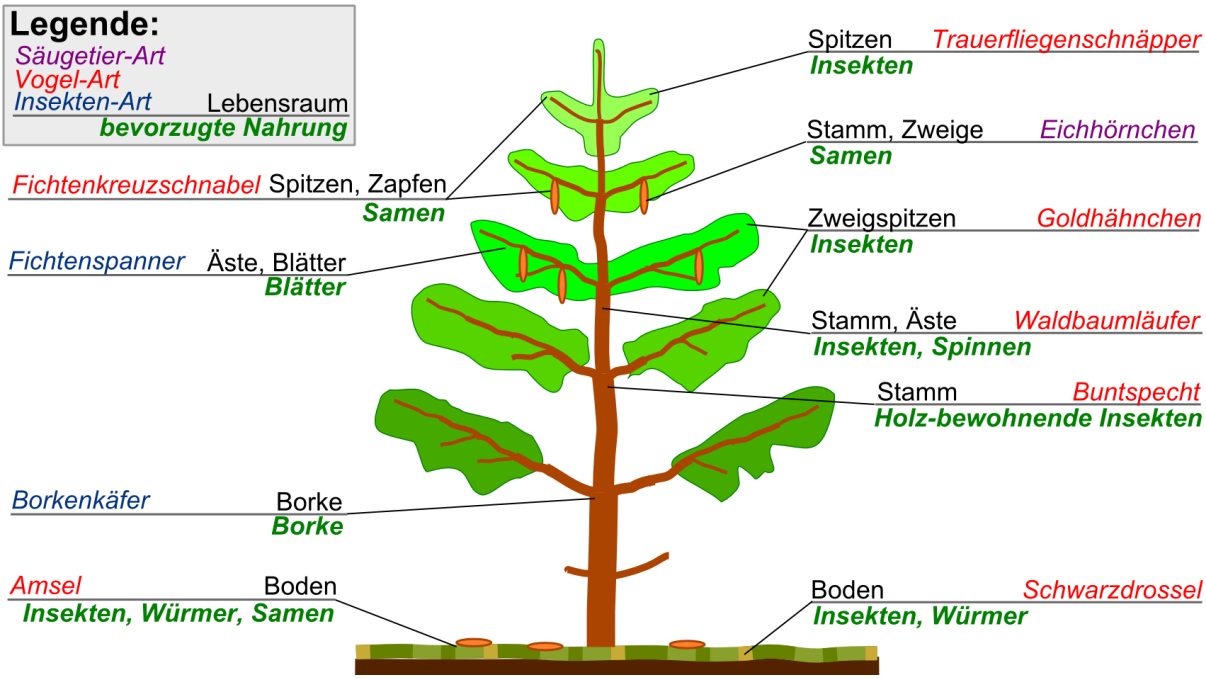
zeitliche Variabilität
die Umweltfaktoren verändern sich in bestimmten Zeitabschnitten (Tag/Nacht, Mond-Monat, Saison, Jahr) und schaffen dadurch spezielle, temporäre Lebensbedingungen (→ zeitliche Nische)

trade-offs
geht von dominierenden "Super-Arten" aus, diese sind den anderen Konkurrenten in allen Belangen überlegen, der Vorteil auf der einen Seite wird mit Nachteilen in anderen Bereichen erkauft (engl.: trade off)
z.B. kann eine Art nicht zugleich große und vielzählige Samen / Samenzellen / Nachkommen usw. bilden

Modifikation durch biologische Interaktion
die Konkurrenz-Fähigkeit wird durch durch andere Arten (besonders durch Räuber (Prädatoren)) verstärkt, die Räuber verstärken den Beute-Druck auf die eigentlich überlegende Art, die eigentlich unterlegende Art wird nicht so stark bejagt und kann deshalb nebenbei überleben

Einnischung
durch (weitere) Spezialisierung kommt es zu immer besseren Anpassungen an immer speziellere Lebensbedingungen, dadurch Ausweichung vom interspezifischen Konkurrenz-Druck
(z.B. DARWIN-Finken auf den Galapagos-Inseln)

moderne / konkurrierende Ansichten gehen davon aus, dass stochastische Effekte eine stärkere oder ebenfalls bedeutsame Rolle spielen
dazu gehören Zu- und Ab-Wanderung, zufällige Reihenfolge-Änderungen, Neu-Entstehung von Arten, individueller Tod eines Haupt-Räubers
→ Lücken-Lotterie / Regenerations-Nischen
die "Neutrale Theorie" setzt auf die alleinige Wirkung der stochastischen Elemente



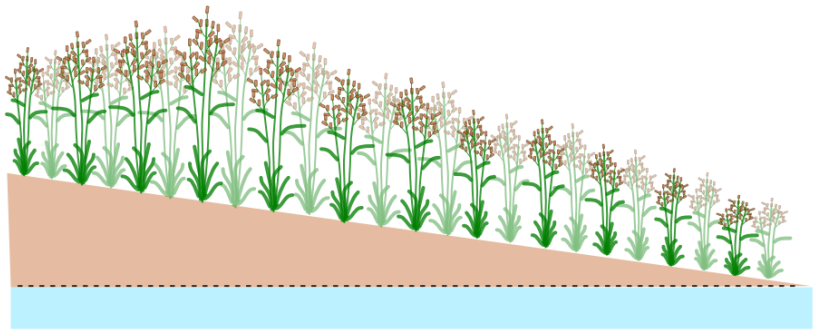
Lebensraum Fichte (Auswahl)

Definition(en): Bonitierung
Bei der Bonitierung werden die Arten, deren Individuen-Zahlen und Vitalitäten wissenschaftlich erfasst.

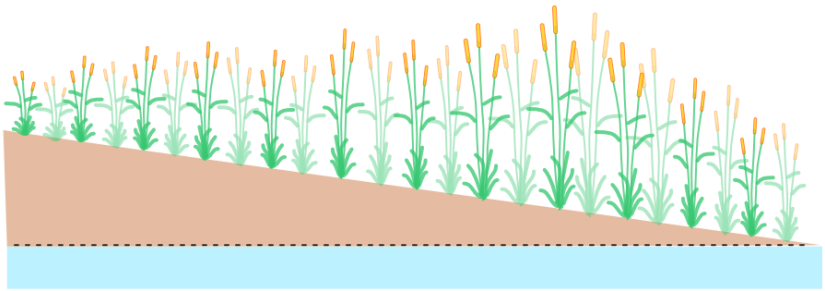
Hohenheimer Grundwasser-Versuch

Der nebenstehende Versuch wurde 1952 von ELLENBERG und WALTER geplant und durchgeführt. Später setzt LIETH und BORMANN die Versuche mit anderen Arten und auch in anderen Ökosystem-Situationen fort.
In Beeten mit kontinuierlich veränderter Grundwasser-Durchfeuchtung werden drei verschiedene Gras-Arten (im Original-Versuch sogar vier) ausgesät. verschiedene Gras-Arten ausgesäht. Die Beete waren rund 10 m lang und der Boden von 0,5 bis letztendlich 2 m hoch. Die vollständige Durchfeuchtung (hellblau) betrug 0,5 m.
In separaten Versuchen wurden die Gräser Aufrechte Trespe (*(s) Bromus erectus)*, Wiesen-Fuchsschwanz (*(s) Alopecurus pratensis)* und Glatthafer (*(s) Arrhenatherum elatius*) in jeweils eigenen Beeten gehalten.

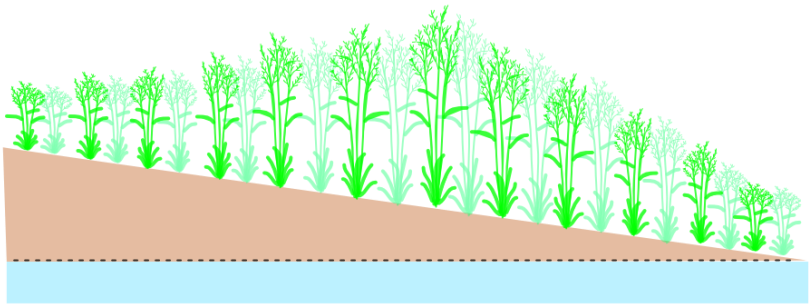
In einem weiteren Versuch sähten die Wissenschaftler die Gräser gemeinsam in einem Beet aus.



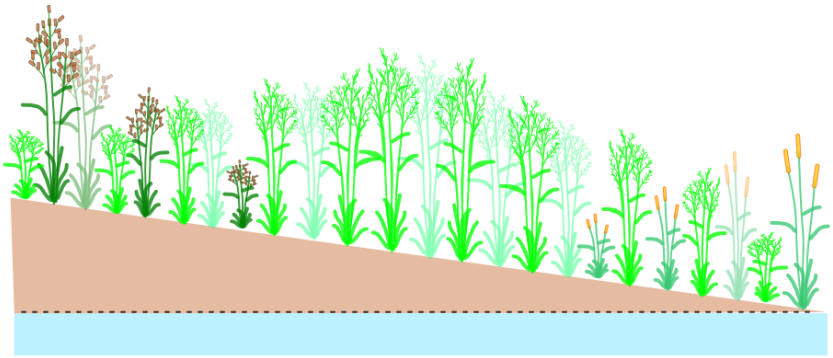
Einzel-Aussaat von Aufrechter Trespe



Einzel-Aussaat von Wiesen-Fuchsschwanz



Einzel-Aussaat von Glatthafer

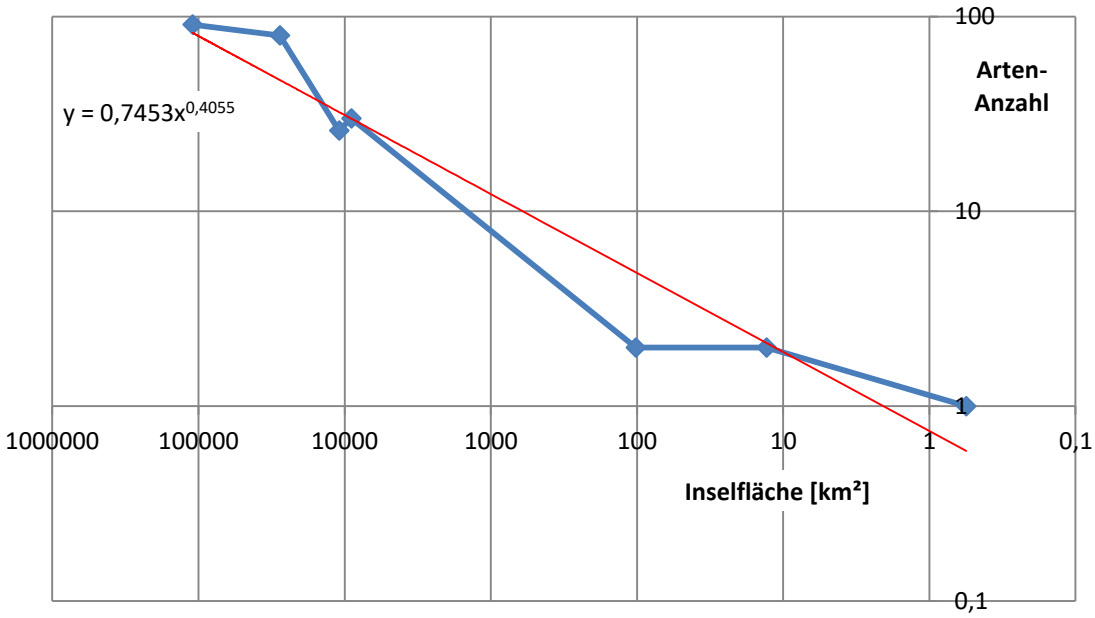


gemeinsame Aussaat von Aufrechter Trespe, Wiesen-Fuchsschwanz und Glatthafer

Aufgaben:

1. ***Erläutern Sie Aufbau des Hohenheimer Grundwasser-Versuches! Welchem Zweck dient der gemeinsame Anbau / die gemeinsame Aussaat der drei Gräser?***
2. ***Erstellen Sie Diagramme für die Wuchshöhe in Abhängigkeit von der Wasser-Verfügbarkeit (Grundwasser-Stand)! Zum Ausmessen reicht es, wenn Sie die dunkler gezeichneten Pflanzen (der ersten Reihe) benutzen!***
3. ***Einige Wissenschaftler nennen den Versuchs-Aufbau auch eine Bodenfeuchtigkeits-Orgel. Erläutern Sie die Beweggründe für eine solche Bezeichnung!***

Regel
eine zehnfach größere Insel beherbergt ungefähr doppelt so viele Arten



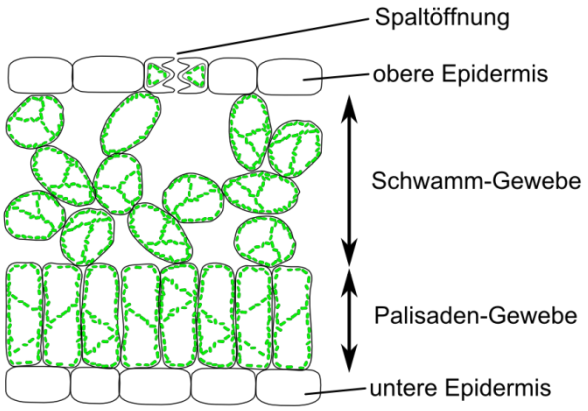
Insel-Flächen (v.l.n.r. Kuba, Haiti, Jamaika, Puerto Rico, Montserrat, Saba, Redonda und dort lebende Antillen-Pfeilfrösche (Eleutherodactylus) und Leguane (Anolis)
Daten-Q: www.caribherp.org (Arten); de.wikipedia.org (Flächen))

2.4.3.x. Anpassungen von Pflanzen an die Standort-Bedingungen

Hydrophyt

z.B. Seerose

besitzen Aerenchym (Luft-führendes Stengel-Gewebe)



Laubblatt einer Wasserpflanze, quer (schematisiert)

Xerophyt

2.4.3.x. Zeiger-Arten

Definition(en): Zeiger-Art / Indikator-Organismus
Unter einer Zeiger-Art versteht man eine Art, welche die quantitative (oder selten auch die qualitative) Ausprägung eines Umwelt-Faktors anzeigt.
Durch das Vorhandensein einer Zeiger-Art kann auf die Ausprägung eines Umwelt-Faktors geschlossen werden.

Flechten als Zeiger für den Zustand des Ökosystems

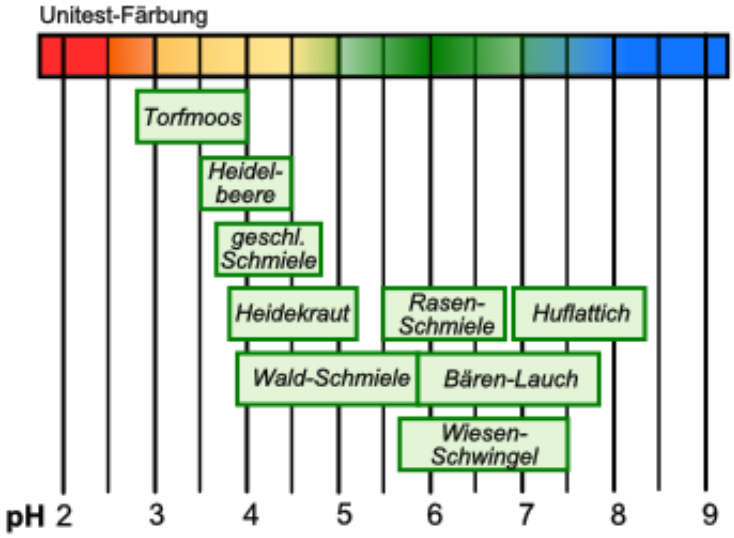
Flechten-Gruppe	**Lebensbereich**	**Wald- bzw. Baum-Gefährdung**		
Bart-Flechten	Reinluft-Zone		keine	
Strauch-Flechten	äußere Kampf-zone		beginnend	
Blatt-Flechten	mittlere Kampf-zone		mittlere / stärkere	
Krusten-Flechten	innere Kampf-zone		sehr starke	
***keine* (Flechten-Wüste) (Algen)**	stark verunrei-nigte Luft		extreme (Baum-Tod)	

Zeiger-Pflanzen

Umwelt-Faktor	Ausprägungs-Richtung	Pflanzen-Name (dt.)	Name (wiss.)	
Licht (Sonne)	hoch	*allg. Wüsten- u. Steppen-Pfl.* *(F) Steingarten-Gewächse* *Klette* *Hundsrose* *Wacholder*		
	niedrig → schattig	*Sauerklee* *Efeu* *Hasenlattich*	*Oxalis acetosella* *Prenanthes purpurea*	
Wasser	hoch → feucht, nass	*Sumpf-Dotterblume* *Sumpfehrenpreis*	*Caltha palustris*	
	Feuchtezahl 9 durchnässte Böden	*Wasserminze*		*Nasswiesen, Ufer, Gräben*
	Feuchtezahl 8			
	Feuchtezahl 7 feuchte, nicht nasse Böden	*Kohl-Distel*		*Feuchtwiesen*
	Feuchtezahl 6			
	Feuchtezahl 5 frische Böden	*Wiesenkerbel*		*Fettwiesen, Wegränder*
	Feuchtezahl 4			
	Feuchtezahl 3 trockne Böden	*Karthäuser Nelke*		*Kalk-Magerrasen, sonnige Hänge*
	Feuchtezahl 2			
	Feuchtezahl 1 sehr trockne Böden	*Frühlings-Fingerkraut*		*Trockenrasen, felsige Hänge*
	niedrig → trocken	*Zypressen-Wolfsmilch* *Wundklee* *Kleiner Wiesenknopf*		

→ *s.a. nächste Seite*

Umwelt-Faktor	Ausprägungs-Richtung	Pflanzen-Name (dt.)	Name (wiss.)	
Boden-Faktoren				
Salzgehalt	hoch	*Queller* *Salzkraut* *Sode* *Strandhafer* *Strandflieder* *Strandaster* *Strandnelke*	*Salicornia europaea* *Salsola kali* *Sueda maritima* *Limonium vulgare* *Aster tripolium*	
Stickstoff-Gehalt	hoch	*Brennnessel* *Hollunder* *Bärenklau* *Weiße Taubnessel* *Wiesen-Kerbel*	*Urtica dioica* *Heracleum sphondy-lium* *Anthriscus sylvestris*	
	niedrig	*Preiselbeere* *Arnika* *Zittergras*		
Phosphat-Gehalt	hoch	*Brennnessel*	*Urtica dioica*	
	niedrig			
pH-Wert	hoch → basisch (Kalk)	*Küchenschelle* *Leberblümchen* *Stengelloser Enzian* *Silberdistel*		
	niedrig → sauer	*allg. Moose* *Gelbe Lupine* *Heidekraut* *Besenginster* *Heidelbeere* + feucht: *( ) Seggen* *+ sandig: Adlerfarn*	*Vaccinium myrtillus* *(g) Carex* *Pteridium aquilinum*	
Magnesium	hoch	*Serpentin-Streifenfarn*		
Zinkcarbonat	hoch	*Galmeiveilchen*		
weitere Faktoren				
benutzte Wege	hoch	*Wegerich*		
Boden-Verdichtung	hoch	*Kriechender Hahnen-fuß*	*Ranunculus repens*	


Unitest-Färbung
Torfmoos
Heidel-
beere
geschl.
Schmiele
Heidekraut
Rasen-
Schmiele
Huflattich
Wald-Schmiele
Bären-Lauch
Wiesen-
Schwingel
pH 2
3
4
5
6
7
8
9

2.4.4. Anpassungs-Stategien

2.4.4.1. allgemeine Anpassungs-Strategien

2.4.4.2. Anpassungs-Strategien bei Pflanzen

Nach GRIME drei Typen von Strategien bei Pflanzen

Konkurrenz-Startegie (C-Strategie)
Dominanz im Verbreitungs-Gebiet durch Streitigmachen der Ressourcen
im Allgemeinen werden Stress und Störungen aber gemieden, bzw. werden nicht so gut toleriert

C-Strategen sind Pflanzen, die durch ihre Wuchsstärke und breite Toleranz gekennzeichnet sind

z.B. (s) Miscanthus sinensis (China-Schilf)
aber auch: diverse Knöterich-Arten, Sonnenblumen

Störungs-Toleranz-Strategie / Ruderal-Strategie (R-Strategie)
unter Störungen wird hier die mechanische Beeinflussung / Beeinträchtigung z.B. durch Tritte oder anderen Nutzungs-Druck betrachtet
Störungen sind immer von der Beschädigung oder Zerstörung von Biomasse begleitet

bei dieser Strategie wird die verbesserte Anpassung an Lebensräume mit häufigen Störungen gefördert; typische Lebensräume mit vielen Störungen sind z.B. Fluss-Ufer, Wiesen

Mittel sind z.B. hohe Reproduktions-Raten (→ r-Strategie)

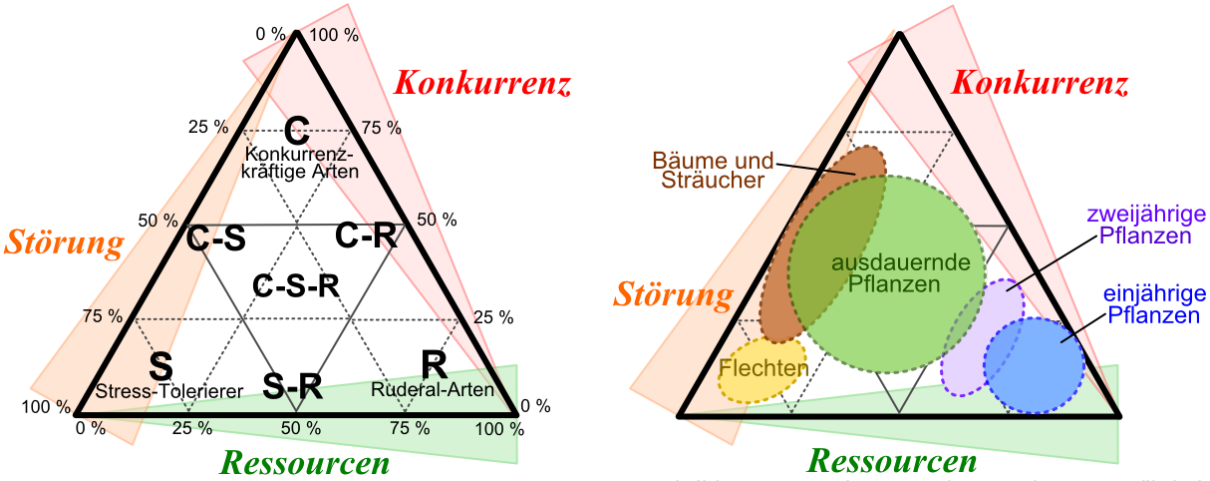
viele ein- oder zwei-jährigen Arten bzw. kurzlebige Stauden-Arten zählen zu den R-Strategen
sie sind typische Pionier-Pflanzen bei der Erschließung neuer Ökosysteme

Stress-Toleranz-Strategie (S-Strategie)
Stress bei Pflanzen meint ein Zuviel oder Zuwenig von bestimmten Faktoren
herausragende Stress-Faktoren für Pflanzen sind Mangel bzw. Überschuss an Wasser, Licht, Wärme und Nährstoffe

S-Strategen versuchen durch spezielle Anpassungen, die problematischen Umweltfaktoren zu umgehen oder deren negative Wirkung zu verringern

typische Vertreter sind Geophyten, wie z.B. Tulpen und Narzissen oder Sukkulenten, wie Steinbrech oder Mauerpfeffer / Fetthennen (Sedum)

in der natur sind reine Strategen relativ selten, häufig werden zwei oder auch alle drei Strategien verfolgt, man spricht von intermediären Strategien



C-S-R-Modell bzw. Grund-Strategien nach GRIME (links)
Einordnung von Lebensformen-Typen in das Modell (rechts)

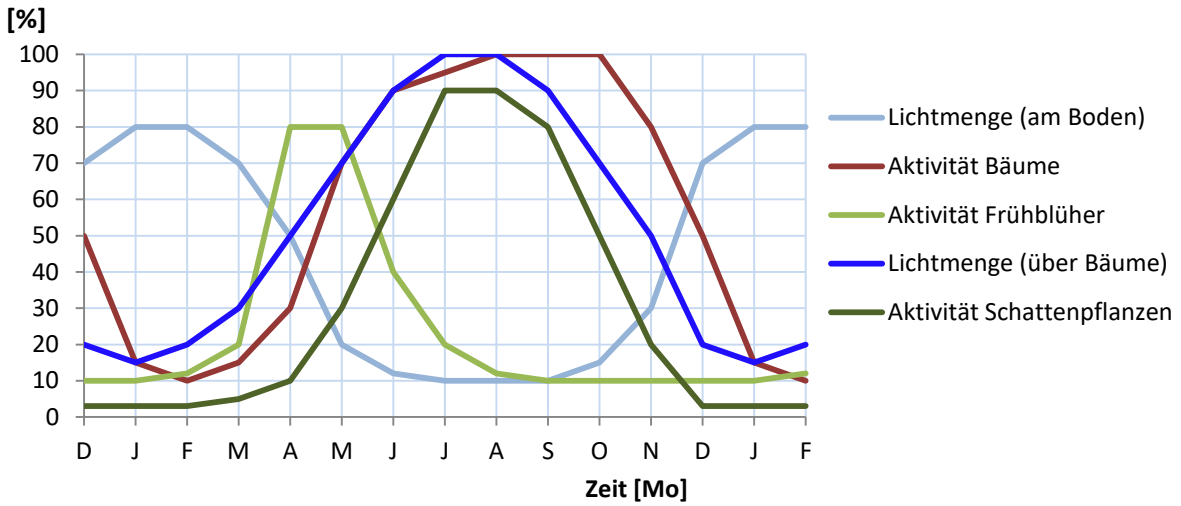
2.4.4.3. Anpassungs-Strategien bei Tieren

Aufgaben:

1. Bei der Bonitierung von Laubblätter an einer Rotbuche (s) wurde u.a. die folgenden Daten ermittelt.

Fundort	besonnte Seite der Krone	nahe dem Kronen-Rand; unbesonnte Seite der Krone	Innenbereich der Krone
Merkmale	sehr dick derb mittelgroß	mitteldick weich sehr groß	(sehr) dünn (sehr) weich klein
Anteil [%]	30	50	20
Spaltöffnungen [1/mm^2]	450	300	275
Lichtintensität [%]	100	60	40
Transpiration (Anteil) [%]	43	45	12

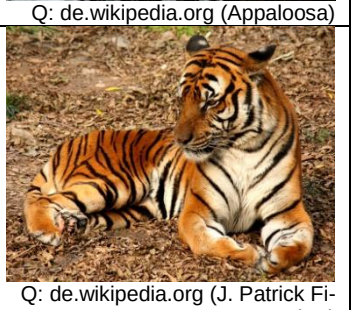
x. In einem Laubwald wurden über viele Monate hinweg die Licht-Verhältnisse und die Aktivität von verschiedenen Pflanzen beobachtet.



Interpretieren Sie das Diagramm! Erklären Sie die unterschiedlichen Aktivitäten der verschiedenen Pflanzen-Typen im Jahres-Verlauf!

x.

2. Für die verschiedenen Tiger kann man die folgenden Kenndaten finden.

(max.) Kenngröße Merkmal ♂♂ ♀♀ Art	Masse [kg]	Körper-Länge [cm] (♂♂ | ♀♀)	Schwanz-Länge [cm]	Haar-Längen [mm]		
Bali-Tiger (✞) *Panthera tigris balica*	100 80	220 220				Q: de.wikipedia.org ()
Bengal-Tiger **Königs-Tiger** **Indischer Tiger** *Panthera tigris tigris*	300 180	310 270		Sommer (Rücken 15; Bauch: 30) Winter (Rücken: 17 – 25)		 Q: de.wikipedia.org (Anant)
Indochinesischer Tiger *Panthera tigris corbetti*	190 120	275 255				 Q: de.wikipedia.org (Accipiter)
Java-Tiger (✞) *Panthera tigris sondaica*	140 100	245 <				 Q: de.wikipedia.org (Andries Hoogerwerf)
Sibirischer Tiger **Amur-Tiger** **Ussuri-Tiger** *Panthera tigris altaica*	305 165	220	100			 Q: de.wikipedia.org (Appaloosa)
Südchinesischer Tiger *Panthera tigris amoyensis*	175 115	265 240				 Q: de.wikipedia.org (J. Patrick Fischer)
Sumatra-Tiger *Panthera tigris sumatrae*	140 90	250 230		10 – 15		 Q: de.wikipedia.org (Captain Herbert)

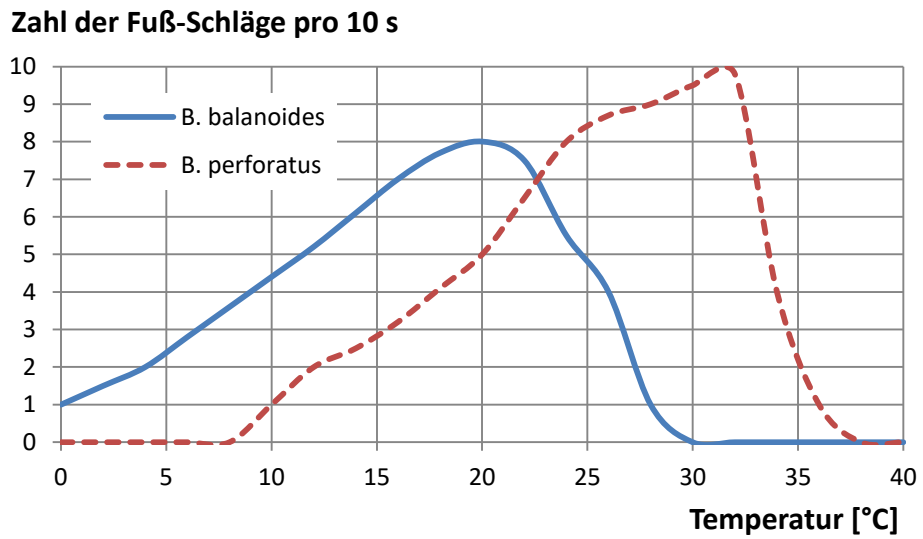
Prüfen Sie, ob für die Tiger auch die Temperatur-bezogenen Klima-Regeln gelten!

3.

Heimat-Gebiete der Tiger
Orginal-Karte: de.wikipedia.org (TUBS); geänd. u. beschr.: dre

komplexe Aufgaben (Autökologie):

1. Seepocken sind 1 bis 1,5 cm große festsitzende Krebse. Sie sind von einer festen Kalkschicht umgeben und setzen sich an Steinen, Holzkonstruktionen, Schiffen, Kaimauern, Seezeichen usw. fest. Durch eine Öffnung am oberen Gehäuse-Teil können die Krebse ihre Beine nach außen strecken. So erzeugen sie einen Wasserstrom zur Versorgung mit Sauerstoff-haltigem Wasser und filtern Nahrungs-Partikel heraus.
   Im nachfolgendem Diagramm sind die Frequenzen der Beinschläge im Zusammenhang mit der Temperatur von zwei verschiedenen Seepocken-Arten von der englischen Seeküste zusammengetragen.
   a) Erläutern Sie am Beispiel der Seepocken den Begriff der "ökologischen Potenz" ("ökologische Valenz") und vergleichen Sie die beiden Arten hinsichtlich ihrer "ökologischen Potenz"!
   b) Balanus balanoides müsste bei 20°C die höchste Populations-Größe erreichen. In der Natur ist das meist nicht so. Erläutern Sie, wodurch unter natürlichen Verhältnissen verhindert wird, dass eine Population ihre maximale Größe erreicht!



2. In Mitteleuropa gehören alle Wildschweine der Art Sus crofa an. Sie bilden aber mehrere Rassen, die sich z.B. in der Körpergröße unterscheiden. Ein beobachtetes Maß ist die Schädellänge. Westrussische Wildschweine haben im Schnitt Schädellängen von 46 cm. Die Schädel der Wildschweine in Deutschland sind zwischen 38 und 41 cm lang. Mit 32 cm sind die Schädel der Wildschweine in Südspanien 3 cm kleiner als die der nordspanischen Tiere.
   a) Nennen Sie die ökogeographische Regel, die den aufgezeigten Sachverhalt beschreibt! Erläutern Sie, welche physiologischen Hintergründe für den Effekt verantwortlich sind!
   b) Nennen Sie eine weitere ökogeographische Regel und erläutern Sie kurz ihren Inhalt!
   c) Stellen Sie zwei Hypothesen bezüglich der zweiten ökogeographischen Regel auf, die von Forschungs-Gruppen überprüft werden können!

3. *In verschiedenen Versuchen werden die Veränderungen von Populations-Dichten bei zwei Mehlkäferarten (Tribolium castaneum und Tribolium confusum) untersucht. Als Nahrung wurde Weizenkleie verwendet. Die Zucht-Gefäße unterschieden sich nur hinsichtlich der Parameter-Kombinationen. Die Gefäße vom Typ "WF" waren warm und feucht, die vom Typ "KT" kalt und trocken. Die Populations-Größen waren zu Beginn jedes Versuches gleich groß.*
Es wurden die folgenden Versuche und Beobachtungen gemacht:

Versuch	Bedingungen und Beobachtungen
A	T. cas. im Gefäß vom Typ "WF" → die Population wächst
B	T. cas. in einem "KT"-Gefäß → Population wächst, geringere Populationsgröße als bei Versuch A
C	T. con. im Gefäß vom Typ "WF" → die Population wächst
D	T. con. im Gefäß vom Typ "KT" → die Population wächst deutlich schneller als im Versuch C
E	T. cas. und T. con. gemeinsam in einem "WF"-Gefäß → die Population von T. con. wird immer kleiner, die Population von T. cas. wird größer
F	T. cas. und T. con. zusammen in einem Gefäß vom Typ "KT" → Population von T.con. wächst und die von T. cas. wird immer kleiner und verschwindet dann vollständig

a) Interpretieren Sie die Versuche!
b) Stellen Sie eine Hypothese für die Situation auf, dass beide Mehlkäfer-Arten in ein Gefäß mit mittleren Temperatur- und Feuchte-Bedingungen verbracht werden!

interessante Links:
http://mscm.dkrz.de/overview_i18n.html?locale=DE (Monash simple climate model)

3. Demökologie

Problem-Fragen für Selbstorganisiertes Lernen
Was sind Populationen? Welche Beziehungen haben Populationen (als Ganzes) zur Umwelt? Welche Beziehungen haben Populationen untereinander? ? Lassen sich die Beziehungen von Populationen modellieren? Wie lauten die LOTTKA-VOLTERRA-Regeln?

Während sich die Autökologie um die Beziehungen der einzelnen Organismen zur Umwelt beschäftigt und Gruppen von Organismen nur für statistische Zwecke zusammengefasst wurden, geht es in der Demökologie um die Populationen und ihre Beziehungen zur Umwelt. Dabei kommen auch wieder andere Populationen ins Spiel. Wie verhalten sich also z.B. Populationen verschiedener Arten zueinander.

Definition(en): Demökologie / Populations-Ökologie
Die Demökologie ist der Teil der Ökologie, de sich mit den Wechselwirkungen der Populationen untereinander und mit der Umwelt beschäftigt.

Der zentrale Begriff der Demökologie ist die Population. Dabei handelt es sich zuersteinmal um die Abgrenzung einer zusammengehörenden Gruppe Organismen einer Art zu funktionellen Einheit.

Definition(en): Population
Eine Population ist eine zusammengehörende Gruppe von Organismen (zumeist einer Art / Rasse / Gruppe), die in einem abgerenzten Lebensraum (Wohn-Areal) leben und eine Fortpflanzungs-Gemeinschaft bilden.
Eine Population ist die faktische oder potentielle Fortpflanzungs-Gemeinschaft innerhalb eines Biotop's.
Eine Population ist eine Gruppe von Individuen (i.A. der gleichen Art), die durch Interaktionen zwischen den Gruppenmitgliedern geprägt ist und die wiederum auf die Individuen und die Gruppe (und ihre Eigenschaften und ihr Verhalten) zurückwirkt

Arten / Klassifizierung von Populationen

Abhängigkeiten der Populations-Entwicklung von abiotischen und biotischen Faktoren
Zusammenhänge zwischen Populationen

Modellierung der Populations-Entwicklung

populus, lat.: das Volk, der Stamm, die Einwohnerschaft

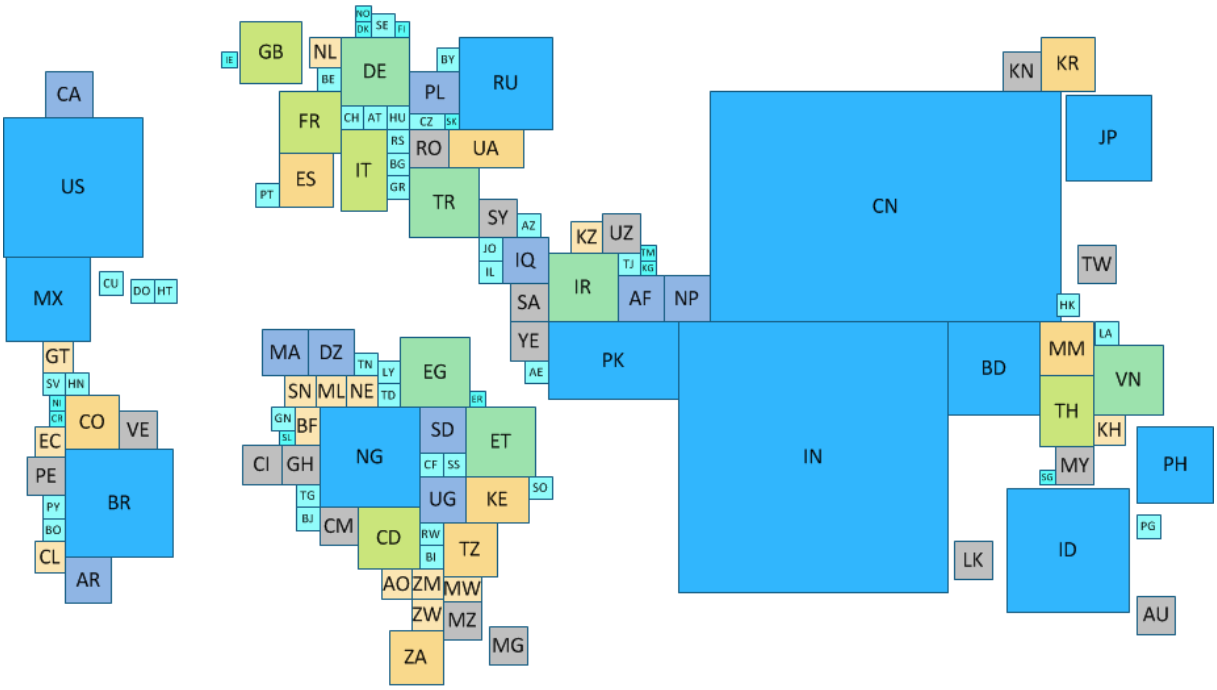
Bevölkerungs-Angabe auf
einem amerikanischen Ortsschild
Q: www.flickr.com (Alessandro Valli)

Die Individuen einer Population stellen im Normalfall eine Fortpflanzungs-Gemeinschaft dar. Dies wird besonders interessant, wenn es um genetische Vorgänge innerhalb der Population geht.
Unter ökologischen Gesichtspunkten spielen die Fortpflanzungs-Gemeinschaften eine geringere Rolle. Deshalb bleibt bleibt i.A. auch bei der Art-bezogenen Abgrenzung der Population. Kommen allerdings genetische Effekte mit hinein – wie z.B. ein neues Anpassungs-Merkmal, eine vererbte Immunität usw. usf. - dann teilt man die Population u.U. in mehrere MENDEL-Populationen. Diese Populationen müssen in ihren Fortpfanzungs-Vorgängen deshalb nicht zwangsläufig den MENDELschen Regeln (→📖 **Genetik Teil 1**) folgen. Vielmehr soll darauf hingedeutet werden, dass genetische Gründe für eine Populations-Abgrenzung verwendet wurden.

Definition(en): MENDEL-Population
Eine MENDEL-Population ist eine zusammengehörende Gruppe von Organismen (zumeist einer Art / Rasse / Gruppe), die in einem abgerenzten Lebensraum (Wohn-Areal) leben,

eine geschlechtliche Fortpflanzungs-Gemeinschaft bilden und genetisch über mehrere Generationen miteinander verbunden sind.

MENDEL-Populationen sind die Basis für die statistische Betrachtung innerhab der Genetik. Aus den Fortpflanzungs-Beziehungen einzelner Organismen könnte man keine allgemeingültigen Regeln ableiten.
Es können aber auch andere Gründe für Population-Bildungen geben. Gerade bei uns Menschen sind geographische und politische Kriterien ein starkes Argument für Populations-Abgrenzungen.



Population der Menschen nach Ländern (Stand: 01.07.2012)
Q: www.geohive.com

Nicht zu vernachlässigen sind bei Menschen auch religiöse Populations-Bildungen. Konfessions-übergreifende Ehen sind immer noch deutlich seltener als solche, die innerhalb einer Religions-Gruppe gebildet werden. Selbst wenn also diese Populationen in einem Land (Staat) zusammenleben und somit eine klassische Population bilden, sind sie oft in konfessionelle Teil-Populationen unterteilt. U.U. stellen sie dann eigenständige Populationen dar, die diffus (im Land) verteilt sind.
Selten wird zur Festlegung der Population über Art-Grenzen hinweg gearbeitet. In diesen Fällen werden dann ökologische oder größere taxonomische Gruppen betrachtet. Die Plankton-Population ist dann z.B. die Gesamtheit der planktischen Lebewesen in einem Gebiet.

Komponenten (Bestimmungstücke) einer Population

- **Homogenität der Organismen einer Gruppe (meist Art)**
- **Fähigkeit der Kreuzung untereinander oder**
- **Fähigkeit zur Reproduktion der Gruppe**
- **lokale Koexistenz**
- **Panmixie** unbeschränkte Partner-Wahl

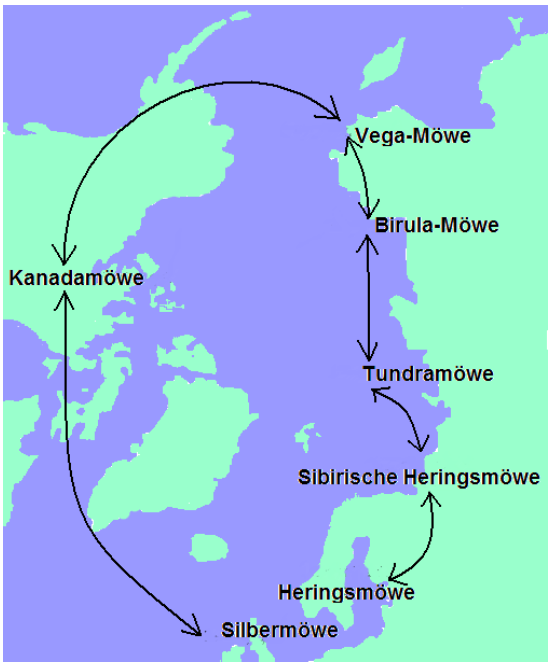
Die Art-Definition wird in der Ökologie meist nicht so extrem betrachtet, wie die Genetik und Systematisierung machen. Durch die großen Mitglieder-Zahlen normaler Populationen spielen die wenigen Abweichler / Nicht-Eindeutigen keine Rolle.
Welche Probleme es aber auch schon auf ökologischer Ebene geben kann, sehen wir in den nachfolgen Beispielen. Hierbei geht es um langgestreckte Verbreitungs-Gebiete, an deren Ende sich Individuen (eigentlich) einer Art befinden, die aber doch schon wieder (genetisch / verhaltens-biologisch) soweit voneinander entfernt sind, dass Kreuzungen nicht mehr möglich sind.

Ring-Spezies

Beispiel Herings- und Silbermöwen

aktuelle genetische Untersuchungen konnten die vollständige gerichtete Speziation aber nicht genau belegen, ev. sind weitere Kreuzungen möglich und vollzogen worden

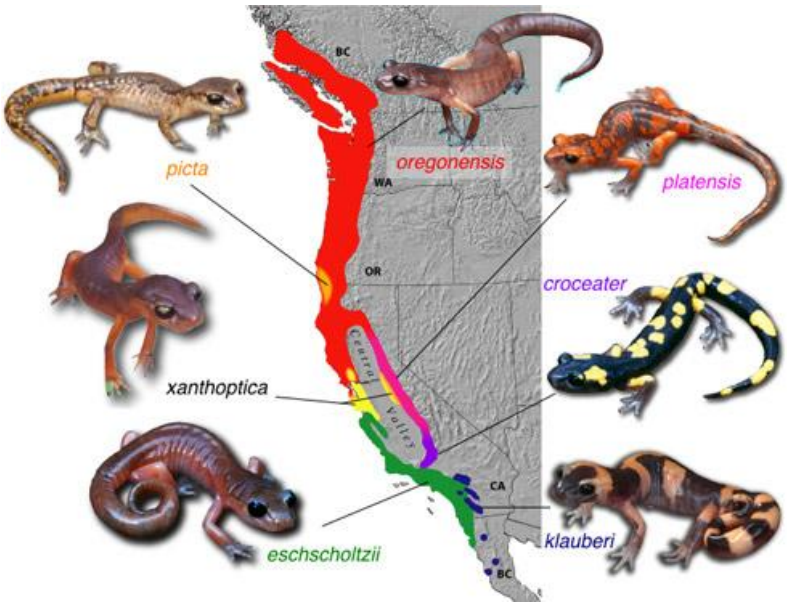
Silbermöwe (vorn) und Heringsmöwe in Norwegen
Q: de.wikipedia.org (Tomasz Sienicki)



Verbreitungs- und Kreuzungs-Gebiete verschiedener Möwen-Arten (?) der Silber-Herings-Möwen-Gruppe
Q: de.wikipedia.og (Imoen, bearb.: drews)

weitere Beispiele:

Salamander der Gattung Ensatina
sind ingförmig um das Central Valley in Kalifornien verbreitet; zwischen den einzelnen Arten gibt immer einen geringen Gen-Austausch / Gen-Fluss



Verbreitung verschiedener Tiger-Salamander-Arten
rings um das Central Valley
Q: http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/0_0_0/devitt_02

um das Himalaya-Gebirge bilden Populationen verschiedener Unterarten des **Grünlaubsänger** (*(s) Phylloscopus trochiloides*) einen Ring
→ allopatrische Art-Bildung (→ Evolution) Art-Bildung durch räumliche Trennung / Isolierung von Populationen einer Art

Grünlaubsänger
Q: de.wikipedia.org (J. M. Garg)

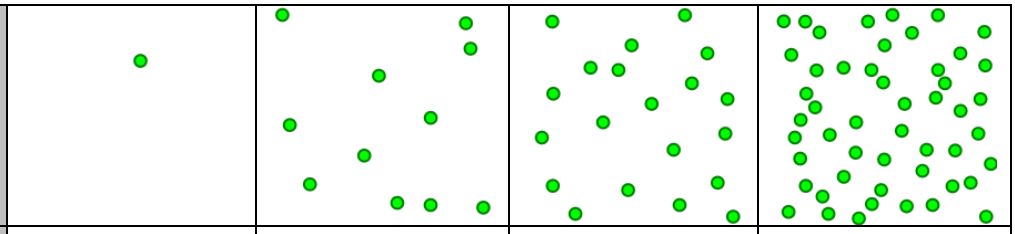
mehr Strahlen-förmig ist die Verbreitung der Pflanzen-Art ((s) ***Euphobia tithymaloides***)
ein Verbreitungs-Gebiet reicht von Mexiko bis nach Südamerka, das andere von Mexiko über die karibischen Inseln bis nach Jamaika
beide Gruppen koexistieren ohne beobachtbaren Gen-Fluss

Euphobia tithymaloides
Q: en.wikipedia.org (Tau'olunga)

Populations-Dichte

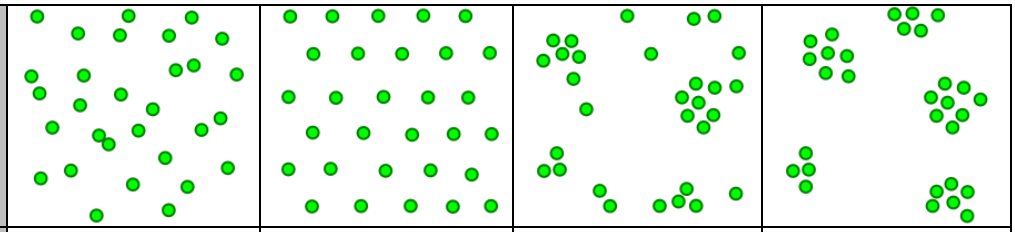
Oft spielt es nicht nur eine Rolle wieviele Mitglieder eine Population hat, sondern in welchem Verhältnis sie zum Lebensraum stehen. Wenige Heuschrecken in der Savanne fressen das Gras / die Vegetation anders ab, als Heuschrecken-Schwärme. Als Mass wurd die Populations-Dichte festgelegt. Sie beschreibt das Verhältnis der Populations-Mitglieder zu ihrem Lebensraum.

Definition(en): Populations-Dichte
Die Population-Dichte beschreibt die (quantitative und qualitative) Verteilung der Population in einem abgerenzten Lebensraum.

2D-Darstellung				
Benennung				

Als weitere Eigenschaften betrachten wir aber auch die Verteilung innerhalb des gesamten Lebens-Raum's. In der Ökologie spricht man auch von Dispersion.

Dispersion – Verteilung der Individuen im Raum

2D-Darstellung				
Benennung	zufällig	uniform	kumular (ungleichmäßig ghäuft)	imular (gleichmäßig gehäuft)

Ein und derselbe Lebensraum kann von unterschiedlich großen und unterschiedlich verteilten Populationen besiedelt sein.

Tier-Art (dt. Name)	**wiss. Name**	**Populations-Dichte [1 / m^2]**
Luchs	*Lynx lynx*	0,000.000.001
Rothirsch	*Cervus elaphus*	0,000.001
Kohlmeise	*Parus major*	0,000.1
Kieferneule (Schmetterling)	*Panolis flammea*	0,01
Steinkriecher (Hundertfüßer)	*Lithobius calcaratus*	1
Schnellkäfer	*Athous subfuscus*	100
Springschwanz	*Collembola*	10.000
Rädertierchen	*Rotatoria*	1.000.000

Q: /37, S. 323 (nach Lexikon Biologie Bd. 10, 1992)/

Welche Umwelt-Faktoren wirken nun auf die Population als Ganzes ein? Das sind natürlich zuersteinmal auch wieder die klassischen abiotischen und biotischen Faktoren. In der Demökologie wollen wir aber die Beziehungen zur gesamten Population betrachten. In der Praxis hat es sich dabei bewährt, zwischen solchen Faktoren zu unterscheiden, die von der Populations-Dichte abhängen von solchen, die nicht von dieser abhängen.

Dichte-abhängige Faktoren

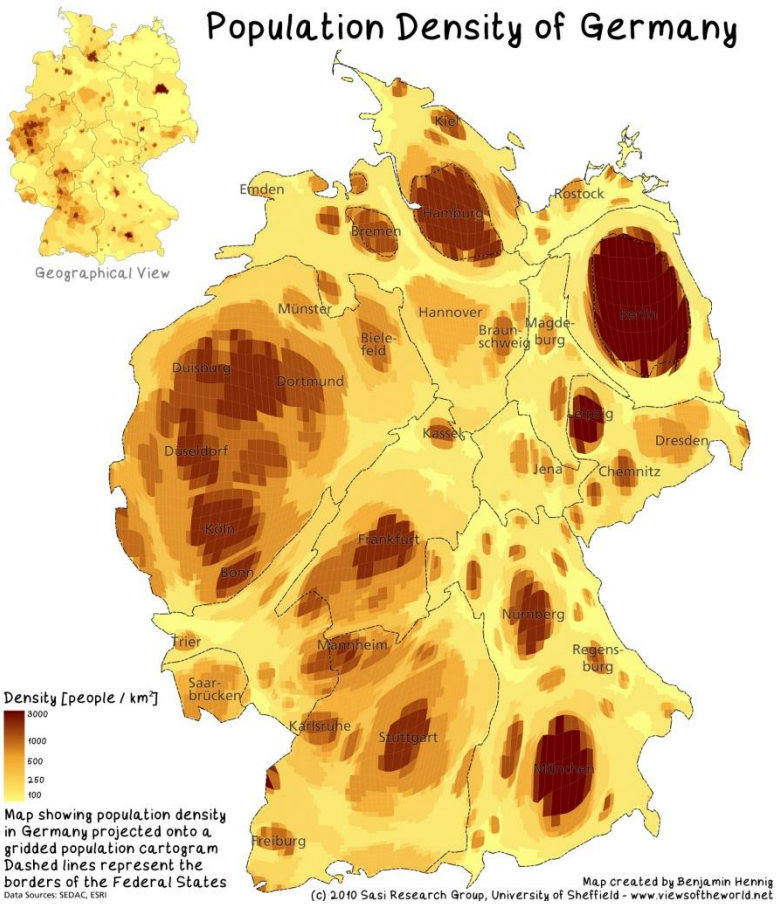
- (intraspezifische) Konkurrenz
- Nahrung
- Versteck-Möglichkeiten
- sozialer Streß (Gedränge-Faktor)
- Feinde, Parasiten
- Pathogene, infektiöse Krankheiten
- Geburten-Rate
- Sterbe-Rate, reproduktive Selbstbeschränkung
- Zu- und Abwanderung

Dichte-abhängige Faktoren wirken zumeist begrenzend auf die weitere Entwicklung der Populations-Größe.

Dichte-unabhängige Faktoren

- Klima (Temperatur, Niederschläge, Luftfeuchtigkeit, Wind, …)
- Katastrophen
- unspezifische Fress-Feinde
- zwischenartliche Konkurrenz (Nutzung der unterschiedlichen ökologischen Nischen)
- nicht-infektiöse Krankheiten
- Pestizide, Giftstoffe

Die Dichte-unabhängigen Faktoren wirken meist proportional oder als Glocken-Funktion (umgekehrt parabolisch) auf das Populations-Wachstum. Ist z.B. die Temperatur optimal, dann kann sich die Population vergleichweise gut fortpflanzen. Ist sie dagegen zu gering oder zu hoch, dann beeinflusst dies auch das Fortpfanzungs-Verhalten und damit die Populations-Größe. Es handelt sich hier also genau um die Einflüsse / Beziehungen, die wir in der Autökologie so ausführlich besprochen haben.
Ein Beispiel für eine proportionale Abhängigkeit sind Gifte. Geringe Mengen schäden die Population wahrscheinlich nur geringfügig. Mit steigenden Mengen im System steigt auch der Wirk-Effekt. Letztendlich wird eine sehr große Gift-Menge / -Konzentration auch die gesamte Population beeinflussen.



Q: www.viewsoftheworld.net

Innerhalb der biotischen Umwelt-Beziehungen haben wir nach intra- und interspezifischen Beziehungen unterschieden. Sie machen einen großen Teil demökologischer Betrachtungen aus.
Kennzeichen für stabile Systeme sind Populationen, die sich in Gleichgewichten befinden. Von intrapopulare Gleichgewichten spricht man, wenn man nur die einzelne Population betrachtet. wenn diese sich z.B. in einem Gleichgewicht befindet, dann werden es wahrscheinlich auch die Teil-Population (z.B. Jungtiere, Alttiere, Weibchen, Männchen, …) sein. Natürlich können die Populations-Größen mit den Jahreszeiten oder anderen Rhythmen schwanken. Der langfristige / Rhythmen-übergreifende Trend ist hier bedeutsam.
Populationen sollten sich aber auch Populations-übergreifend in Gleichgewichten befinden. Diese bezeichnen wir als interpopular. Frißt ein Räuber sein gesamte Beute, dann wird sich auch seine Population langfristig nicht stabilisieren können.

Definition(en): intrapopulares Gleichgewicht
Das intrapopulare Gleichgewicht ist ein biologisches Gleichgewicht (längerfristig stabiles, dynamisches Fließgleichgewicht) innerhalb einer Population.

Definition(en): interpopulares Gleichgewicht
Das interpopulare Gleichgewicht ist ein biologisches Gleichgewicht (längerfristig stabiles, dynamisches Fließgleichgewicht) zwischen voneinander abhängigen Populationen.

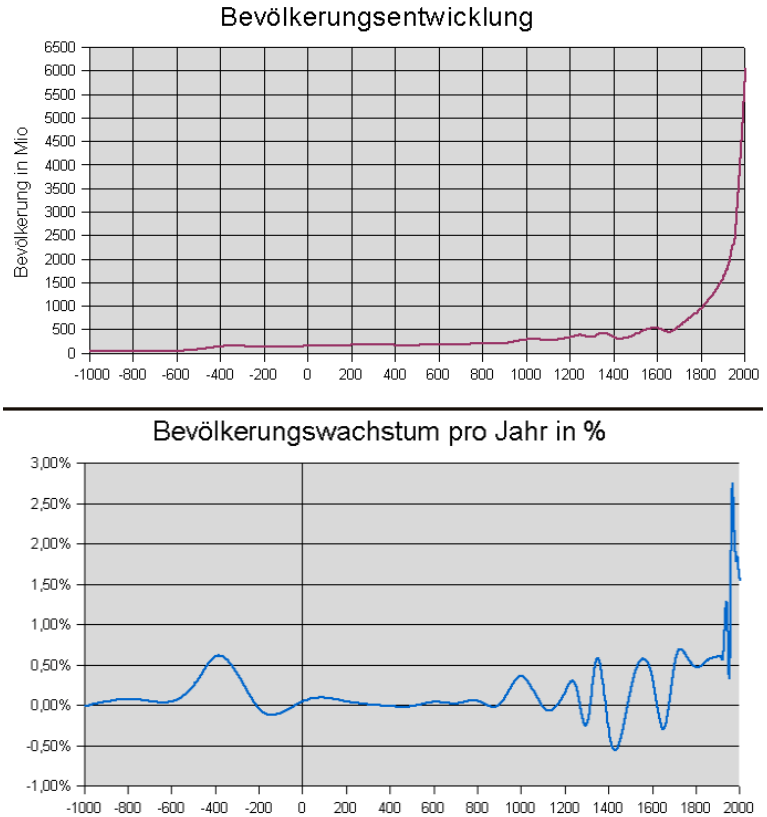
Aufgaben:

1. *Erstellen Sie eine Übersicht (wie bei der Unterscheidung der abiotischen und biotischen Faktoren in der Autökologie) für die Umweltfaktoren, die auf eine Population einwirken! Kennzeichen Sie die abiotischen und biotischen Faktoren unterschiedlich und geben Sie dazu immer an, ob die Beeinflussung gleichgerichtet oder entgegengesetzt erfolgt! Überlegen Sie sich auch, ob eine Proportionalität oder eher eine Glocken-förmige Abhängigkeit besteht! Begründen Sie immer jeweils Ihre Wahl!*
2. *Nehmen Sie die Population Ihrer Stadt / Ihres Landkreise / Bundeslandes und analysieren Sie welche Teil-Populationen es gibt! Welche dieser Teil-Populationen bilden deutliche Fortpflanzungs-Gruppen und sind damit für die Entwicklung der Populations-Größe relevant? Welche dieser Teil-Populationen haben kaum einen Einfluß auf die Entwicklung der Populations-Größe? Begründen Sie Ihre Standpunkte!*
3. *Übernehmen Sie die Tabelle und ordnen Sie die Einflußfaktoren auf die Populations-Größe ein!*

Einfluß-Faktoren auf die Populations-Größe		Dichte-abhängig	Dichte-unabhängig
abiotisch			
biotisch	intraspezifisch		
	interspezifisch		

3.2. Populations-Dynamik

Aus dem Sozialkunde- oder Geographie-Unterricht kennen wir Diagramme über die Populations-Entwicklung der Menschen in den letzten Jahrzehnten / Jahrhunderten / Jahrtausenden.
In der Demökologie interessiert uns die Populations-Dynamik ganz besonders. Wie verhält sich die Populations-Größe, wenn bestimmte interne oder externe Parameter auf sie einwirken? Sie die Einflüsse langfristig bedeutsam oder nur temporär interessant?
Aber auch die Frage nach dem Aussterben einer Population stellt sich immer wieder.
Die Einflüsse des Menschen werden dabei immer interessanter, da Kontrollen / Gesetze / .. häufig viel zu spät greifen.
In der Demökologie wird sehr viel mit mathematischen Modellen gearbeitet. Wir unterscheiden hier Modelle, die sich nur mit einer Art beschäftigen, von solchen, die mehrere Arten betrachten.



Entwicklung der Weltbevölkerung
(oben: absolute Zahlen;
unten: relativer Zuwachs)
Q: de.wikipedia.org (Anton)

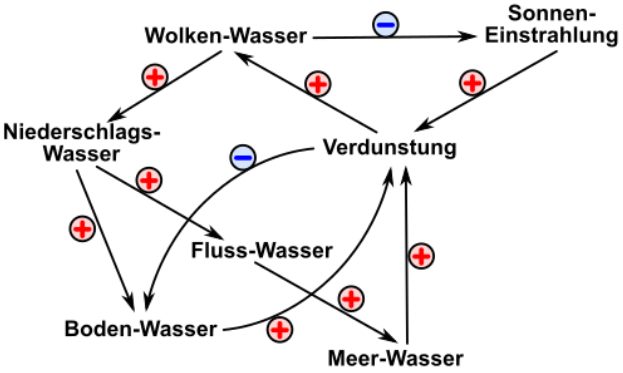
Aufgaben:

1. *Interpretieren Sie das obige Diagramm!*
2. *Setzen Sie beide Diagramme in Beziehung und machen Sie Aussagen zur intra- und interpopularen Stabilität!*
3.

3.2.1. Ein-Spezies-Modelle / -Betrachtungen

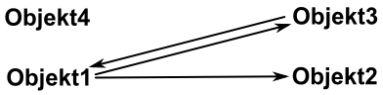
Je nach den angesetzten Zielen kann man ganz unterschiedliche Modell-Typen benutzen. Interessieren nur grobe Aussagen / Tendenzen, dann reichen vielleicht Fluß-Schemata schon aus. Für genaue quantitative Betrachtungen müssen dann unterschiedliche mathematische Methoden verwendet werden. Man kann z.B. mit Funktionen oder stochastisch arbeiten.
Einige typische Modell-Arten sein hier kurz vorgestellt. Sie eignen sich jeweils für unterschiedliche, allgemeine oder spezielle Fragestellungen.

Fluß-Diagramme / Fließ-Schemata



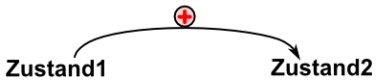
Fließ-Schema zum Wasserkreislauf

Fließ-Schemata stellen Beziehungen zwischen verscheidenen Faktoren eines Problem's dar. Dabei werden Bestände bevorzugt. Im nebenstehenden Schema sind das z.B. die Wasser-Arten. Es lönnen aber auch andere Faktoren (hier z.B. Sonnen-Einstrahlung und Verdunstung mit integriert werden. Wichtig ist ersteinmal nur, dass es eine Beziehung zu mindetens einem anderen Objekt gibt. Die Pfeile geben an, dass zum Einen eine Beziehung zwischen den verbundenen Objekten existiert und in welche Richtung die Beziehung zu verfolgen ist.

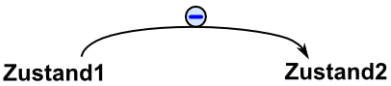


Um Wirkungen später ev. zu verfeinern und um die Art der Kopplung genauer erkennen zu können, werden immer nur einseitig gerichtete Pfeile verwendet. Objekte, die keine Beziehungen haben sollten (zumindestens ersteinmal) weggelassen werden (hier: zB. Objekt4).

Als Kopplung wird i.A. eine (einfache) Ursache-Wirkungs-Beziehung unterstellt. Die Art der Ursache-Wirkungs-Beziehung (Kopplung) wird durch eingekreiste Plus- bzw. Minus-Zeichen gekennzeichnet.



Dabei steht das Plus-Zeichen für eine gleichgerichtete Proportionalität. D.h. wenn sich die Ursache vergrößert bedeutet das auch mehr Wirkung. Natürlich gilt auch andersherum: Wenn die ursache geringer wird, dann verkleinert sich auch die Wirkung.



Entgegengesetzte Proportionalität wird durch ein Minus-Zeichen gekennzeichnet. Dies kann dann so übersetzt werden: Wenn die Ursache größer wird, dann verkleinert sich die Wirkung. Auch hier gilt natürlich auch die umgekehrte Beziehung, je kleiner die Ursache, umso größer ist die Wirkung.

Seltener findet man als Wirkungs-Beziehung ein Stufen-Symbol. Dies steht für eine schlagartige Vergrößerung / Verkleinerung oder das Umschalten zu einem anderen Niveau.

Mit einer Uhr werden verzögerte Prozesse angezeigt.

In allen Fällen kommt es nicht wirklich auf genaue / konkrete Werte drauf an. Vielmehr sollen die grundsätzlichen qualitativen Beziehungen dargestellt werden. Vielfach haben die Fließ-Schemata aber einen semi-quantitativen Charakter.

Aufgaben:

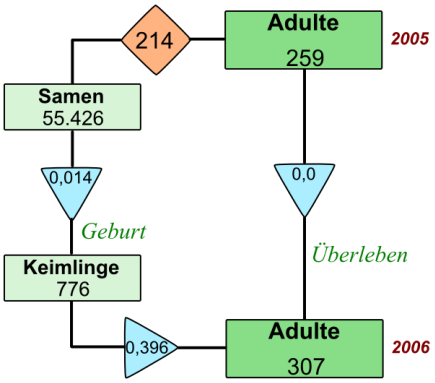
1. *Übernehmen Sie nur das Beziehungs-Geflecht Wolken-Wasser, Verdunstung und Sonnen-Einstrahlung aus dem Wasserkreislauf-Flussdiagramm! Interpretieren Sie zuersteinmal ganz mechanisch die einzelnen Beziehungen!*
2. *Formulieren Sie die Beziehungen nun – unter verwendung Ihrer naturwissenschaftlichen Allgemeinbildung - in wohlgeformte Sätze!*
3. *Interpretieren Sie das gesamte Fließ-Schema (Wasserkreislauf) in einem allgemein-verständlichen Text!*

Lebenstafeln

durch Zustände und Übergang-Wahrscheinlichkeiten zwischen den / einzelnen Zuständen gekennzeichnet

in den (grünlichen) Rechtecken sind die Zustände und deren Bestände (bzw. Populations-Dichten) verzeichnet
Zeit-Angaben sind neben den Zuständen (hier weinrot) notiert

im (orangen) Rhombus wird die (durchschnittliche) Nachkommens-Zahl / Nachfolge-Zahl je vorhergehenden Zustand angegeben



einfache / grundsätzliche Lebenstafel
(Beispiel einjährige Samenpflanze)

die (bläulichen) Dreiecke stellen die Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen den Zuständen dar; die werden auch Raten genannt und entsprechen mathematischen Faktoren oder Konstanten (für dieses Modell)
für deterministische Modelle sind es dann die Faktoren mit denen sich der nachfolgende Zustand aus dem vorlaufenden berechnen lässt

Aufgaben:

1. *Vollziehen Sie die Berechnungen der obigen Lebenstafel einmal nach! Kommen Sie jeweils auf die gleichen Zahlen oder hat sich hier der Fehlerteufel eingeschlichen?*
2. *Erstellen Sie mit Hilfe einer Tabellenkalkulation (z.B. Excel, Calc, Planmaker, ...) ein Modellder weitern Populations-Entwicklung der einjährigen Samenpflanze (siehe Lebenstafel)! Achten Sie darauf, dass die Zustands-Größen und die Raten nachträglich geändert werden können!*
3. *Erstellen Sie ein passendes Diagramm in der Tabellenkalkulation. Drucken Sie sich dieses aus!*
4. *Verändern Sie das Modell nun jeweils einzeln wie nachfolgend gefordert! Beachten Sie, dass die ursprünglichen Werte immer wieder zurückgesetzt werden müssen!)*
   a) die adulte Population (2005) hätte 391 Mitglieder
   b) die Keimungs-Rate verringert sich auf 0,012
   c) die Entwicklung der Keimlinge zu den Adulten der neuen generation vergrößert sich um 10 %
   d) es überleben immer 50 % der Adulten eines Jahres

dynamische Modelle

Hierunter verstehen wir quantitativ geprägte Fließ-Schemata. Sie ähneln den oben besprochenen Fluß-Diagrammen, nur dass jetzt genaue Raten, Funktionen usw. die einzelnen Beziehungen charakterisieren.
Im Verborgenen arbeiten dann klassische mathematische Funktionen und Gleichungs-Systeme (s.a. nächste Modell-Art).
In dem Lebenstafeln steckt viel von so einem dynamischen Modell. Einzig eine Feingranulierung ist hier nicht möglich. Wir können in den lebenstafeln eben immer nur von generation zu Generation rechnen. Echte dynamische Modelle lassen eine beiliebe Feinteilung der Zeit zu.

mathematische Formeln / Gleichungs-Systeme / Funktionen

Die i.A. bei Biologen unbeliebteste Form der Modellierung sind mathematische Formeln, Gleichungs-System oder Funktionen. Sie stellen die höchste Abstraktions-Form dar. Mittel mathematischen Ausdrücken sollen Populations-Größen, neue Generationen, Raten usw. usf. berechnet werden.
Für Simulationen kann man aber kaum auf sie verzichten. Bei den Lebenstafeln haben wir ja praktisch auch schon mathematisch modelliert. Ihre Tabellenkalkulationen sind typisch dafür. Als einfache und gut nachzuvollziehende Berechnungen kann man mit Tabellenkalkulationen viele Simulationen erstellen und auch gleich mit Real-Daten vergleichen.
In den Lebestafel wird praktisch folgendes Rechen-Prinzip umgesetzt:

$$N_{t+1} = N_t + B - D + I - E$$

t … Zeit-Punkt
t+1 … nächster Zeit-Punkt (= Zeitpunkt + Takt)
N … Individuen-Zahl (Populations-Größe)
B … Nachkommen (Birth)
D … Gestorbene (Dead)
I … Eingewanderte (Immigranten)
E … Ausgewanderte (Emiganten)

Eine neue Populations-Größe (N_{t+1}) ergibt sich aus der alten Populations-Größe (N_t) erweitert um die Nachkommen (B) und die Immigranten (I) und veringert um die Gestorbenen (D) und die Emmegranten (E).
Für die nächste Generation benutzt man die gerade berechnete Populations-Größe als N_t und verfährt immer so weiter.
Ungünstig bei diesem Verfahren ist die strenge zeitliche Stufung. Die vorgebenen Nachkommen, Gestorbenen usw. gelten nur für die angegebene Zeitspanne ($\Delta t = t - (t+1)$). Will man größere oder kleinere Zeit-Takte benutzen, dann müssen diverse Anpassungen vorgenommen werden oder man arbeitet mit Differential-Gleichungen. In der Demökologie dominieren Modelle mit Differential-Gleichungen. Sie sind für sich leicht zu handhaben. Das Lösen ist aber ungleich komplizierter.
Praktisch muss immer geprüft werden, was man berechnen will und wie genau die Werte sein müssen.

stochastische Modell

Stochastische Modelle beruhen auf statistische Aussagen, Wahrscheinlichkeiten und Zufalls-Generatoren (z.B. Würfel). Auf den ersten Blick scheinen solche Modelle in der Biologie keinen inn zu machen. In der Praxis nehmen sich gute stochastische Modelle nichts im vergleich zu nummerischen / mathematischen oder dynamischen Modellen.
Die Genauigkeit der Parameter bestimmt immer über das Ergebnis. Hinter den Raten in den Lebenstafel stecken praktisch ja auch nur Wahrscheinlichkeiten. In stochastischen Modellen

wird aber z.B. ausgewürfelt, welcher Samen keimt und welcher nicht. Da kann es denn auch mal sein, dass so unwahrscheinliche Kombinationen (wie z.B. 3 Sechsen hintereinander) auftreten und die die nächste Generation bestimmen.
Stochastische Modelle sind in Diagrammen an zittrigen Kurven oder mehreren parallelen Kurven zu erkennen. Das deutet auf mehrere Simmulations-Durchläufe hin, um das Ergebnis statistisch abzusichern. In deterministischen Modellen kommt meist bei jedem Durchlauf das gleiche Ergebnis heraus.
Gerade für komplexe Simulationen in der Biologie haben stochastische Modelle meist die Nase vorn, weill sie die biologische Zufälligkeit eher abbilden als streng deterministische Modelle.

Definition(en): Modell
Ein Modell ist ein (von Menschen erzeugtes) Abbild der Realität / Praxis, bei dem nur ausgewählte Eigenschaften / Merkmale / Details dargestellt werden. Ein Modell dient der bildlichen Darstellung, der Vereinfachung der Zusammenhänge und / oder Komplexität, der Klärung wissenschaftlicher Fragen, der Berechnung von Zuständen (des Praxis-Systems) usw. usf.

Abschätzung der zukünftigen Entwicklung einer Population

$$N_{t+1} = N_t \cdot S + N_t \cdot S \cdot B = (1+B) \cdot N_t \cdot S$$

B … Fortpflanzungs-Erfolg
(Nachkommen pro Individuum)
S … Überlebens-Rate [%]

Exkurs: Populations-Matrizen und -Vektoren

Mit Hilfe von Amtrixen und Vektoren kann man die Populationen und Populations-Entwicklungen modellieren.
Der Vorteil liegt in den standardisierten Rechen-Verfahren mit Matrizen. Diese sind häufig mit sehr effektiven Algorithmen in Computern umgesetzt. So lassen sich dann viele Simulationen vornehmen, die dann vielleicht zu besseren Modellen bezüglich der Populations-Dynamik führen.

Die S-Werte (steht für survival) in der Diagonale geben an, wieviele Individuen in der jeweiligen Klasse / Gruppe verbleiben.

	Samen 1	Keimlinge 2	Juvenile 3	Aldulte1 4	Adulte2 5	Adulte3 6	
Ü = 1	$S_{11}=0$						Samen
2		S_{22}					Keimlinge
3			S_{33}				Juvenile
4				S_{44}			Adulte1
5					S_{55}		Adulte2
6						S_{66}	Adulte3

Der Rückschritt in eine vorgelagerte Klasse wird als Regression verstanden und als R-Werte in die Matrix notiert. Sie liegen praktisch über der Diagonalen. Rück-Entwicklungen können z.B. durch Fraß-Schäden oder Extremwetter-Lagen passieren.

Dem entgegen werden die Übergänge / Weiter-Entwicklungen in die nächst-höhere Klasse als G-Werte (für growth (Wachstum)) unterhalb der Diagonale eingetragen.

	Samen	Keimlinge	Juvenile	Aldulte1	Adulte2	Adulte3	
Ü =	$S_{11}=0$	R_{12}					Samen
	G_{21}	S_{22}	R_{23}				Keimlinge
		G_{32}	S_{33}	R_{34}			Juvenile
			G_{43}	S_{44}	R_{45}		Adulte1
				G_{54}	S_{55}	R_{56}	Adulte2
					G_{65}	S_{66}	Adulte3

Es folgen zur Vervollständigung noch die Fruchtbarkeits-Werte (f für fecundity). Diese liegen in der oberen Zeile und kennzeichnen die gebildeten Samen.

	Samen	Keimlinge	Juvenile	Aldulte1	Adulte2	Adulte3	
Ü =	$S_{11}=0$	R_{12}		F_{14}	F_{15}	F_{16}	Samen
	G_{21}	S_{22}	R_{23}				Keimlinge
		G_{32}	S_{33}	R_{34}			Juvenile
			G_{43}	S_{44}	R_{45}		Adulte1
				G_{54}	S_{55}	R_{56}	Adulte2
					G_{65}	S_{66}	Adulte3

Für die weiteren Berechnungen werden nun Beobachtungs-Werte oder Modell-Werte für die einzelnen Variablen (Übergänge) eingetragen.

	Samen	Keimlinge	Juvenile	Aldulte1	Adulte2	Adulte3	
Ü =	**0**	**0**		**0,1**	**6**	**1**	Samen
	0,4	**0,4**	**0**				Keimlinge
		0,6	**0,4**	**0**			Juvenile
			0,6	**0,5**	**0,1**		Adulte1
				0,5	**0,6**	**0,2**	Adulte2
					0,3	**0,1**	Adulte3

Die Werte stellen praktisch Faktoren dar. Man kann sich die Matrix auch als Gleichungs-System vorstellen (genau das steckt ja hinter der aufgestellt Matrix).
z.B. für die Keimlinge würde die Gleichung lauten:
$G_{t+1} = 0{,}4*S + 0{,}4*K + 0*J + 0*A_1 + 0*A_2 + 0*A_3$
Diese müssen dann mit den konkreten Individuenzahlen aus einer (beobachteten / berechneten) Generation angewendet. Für unser Beispiel sei das der Zeitpunkt t.
$G_{t+1} = 0{,}4 * 45 + 0{,}4 * 2 = 18{,}8 \approx 19$

	Anzahl	
G_t =	**45**	Samen
	2	Keimlinge
	6	Juvenile
	17	Adulte1
	14	Adulte2
	2	Adulte3

Für die Berechnung der nächsten Generation (G_{t+1}) stellen wir alle Gleichungen auf.
Wir finden darin sowohl die Faktoren (**blau**) als auch die Indivuduen-Zahlen (**rot**) der alten Generation wieder.
Die nicht gebrauchten Multiplikationen wurden der Übersicht halber nicht eingeärbt.
Es ergibt der Klassen-Vektor für die Nachfolge-Generation. Mit dieser könnte man dann die nächste Generation berechnen usw. usf.

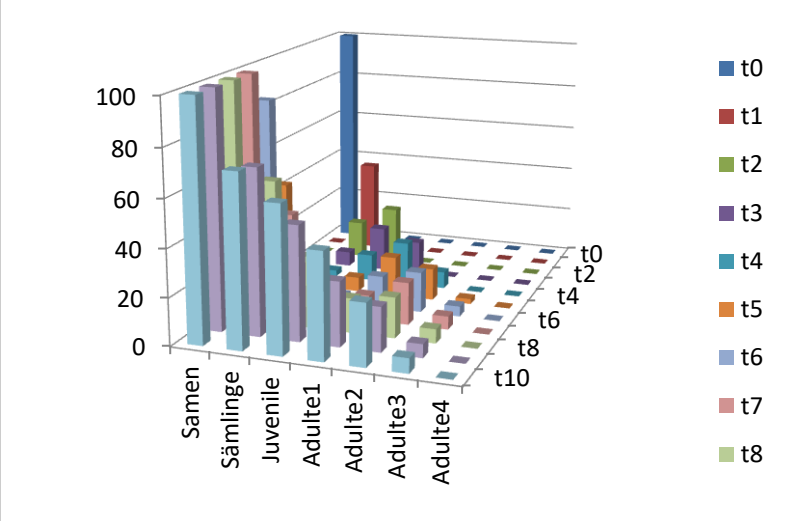
Anzahl

$$G_{t+1} = \begin{vmatrix} 0 \cdot 45 + 0 \cdot 2 + 0 \cdot 6 + 0{,}1 \cdot 17 + 6 \cdot 14 + 1 \cdot 2 \\ 0{,}4 \cdot 45 + 0{,}4 \cdot 2 + 0 \cdot 6 + 0 \cdot 17 + 0 \cdot 14 + 0 \cdot 2 \\ 0 \cdot 45 + 0{,}6 \cdot 2 + 0{,}4 \cdot 6 + 0 \cdot 17 + 0 \cdot 14 + 0 \cdot 2 \\ 0 \cdot 45 + 0 \cdot 2 + 0{,}6 \cdot 6 + 0{,}5 \cdot 17 + 0{,}1 \cdot 14 + 0 \cdot 2 \\ 0 \cdot 45 + 0 \cdot 2 + 0 \cdot 6 + 0{,}5 \cdot 17 + 0{,}6 \cdot 14 + 0{,}2 \cdot 2 \\ 0 \cdot 45 + 0 \cdot 2 + 0 \cdot 6 + 0 \cdot 17 + 0{,}3 \cdot 14 + 0{,}1 \cdot 2 \end{vmatrix} \begin{matrix} \text{Samen} \\ \text{Keimlinge} \\ \text{Juvenile} \\ \text{Adulte1} \\ \text{Adulte2} \\ \text{Adulte3} \end{matrix}$$

Anzahl

$$G_{t+1} = \begin{vmatrix} \mathbf{88} \\ \mathbf{19} \\ \mathbf{4} \\ \mathbf{14} \\ \mathbf{17} \\ \mathbf{4} \end{vmatrix} \begin{matrix} \text{Samen} \\ \text{Keimlinge} \\ \text{Juvenile} \\ \text{Adulte1} \\ \text{Adulte2} \\ \text{Adulte3} \end{matrix}$$

Ausgehend von nur 100 Samen ergibt sich z.B. über 10 Simulations-Takte ein interessantes Bild.



Populationen und ihre Entwicklungs-Strategien

Für Populations-Modelle geht man meist von einer **ideale**n **Population** aus, d.h. es gibt zwischen den Individuen keine Fortpflanzungs-Hindernisse. Solche Hindernisse können bei den **reale**n **Population**en z.B. die räumlichen Distanzen oder geographische Hindernisse (Flüsse, Straßen, Inseln, …) sein. Ideale Populationen sind eigentlich geschlossen. Für Modelle mit Zu- und Abwanderung müssen hier Einschränkungen vorgenoimmen werden.
In der Natur gibt verschiedene Strategien der Fortpflanzung und Brutpflege. Ziel ist es immer die Ressourcen bestmöglich auszunutzen und den Fortbestand der Art (der Population) zu sichern.
Wir unterscheiden die sogenannten **r-Strategen**, die es mit einer großen Vermehrungs-Rate versuchen, von den **K-Strategen**, die sich mit eher kleinen Nachkommens-Zahlen an der Umwelt-Kapazität (K) orientieren.
Die **r-Strategen** versuchen es mit sehr großen Nachkommenzahlen. Sie haben große Wurf-Größen oder bilden riesigen Mengen an Samen. Die Ontogenese dieser Arten erfolgt relativ schnell. Es sind auch meist nur kleine Arten mit relativ kurzen Lebens-Spannen oder –Zyklen. Eine Brutpflege erfolgt nicht. Unter den r-Strategen wird die ungeschlechtliche Fortpflanzung / vermehrung bevorzugt. In kritischen / veränderlichen Zeiten kann aber auf bei vielen Arten auf die Möglichkeit der geschlechtlichen Fortpflanzung zurückgegriffen werden (, wenn es sie denn gibt). Die r-Strategen werden schnell Geschlechts-reif und können dann über viele Jahre / Lebens-Zyklen Nachkommen produzieren.
Wir finden bei den r-Strategen eher anonyme Verbände (z.B.: Schwärme, Herden, …) und kaum ein Territorial-Verhalten.
Die Gehirn-Entwicklung ist meist gering, Lern-Vorgänge sind eher gering ausgeprägt.

Definition(en): r-Strategie
Die r-Strategie ist eine Fortpflanzungs-Strategie, bei der die Arten auf eine hohe Reproduktions-Rate (r) setzen. Die r-Strategen produzieren über die verfügbare Kapazität des Biotops hinaus Nachkommen und überlassen sie meist unbetreut der Natur.

In der Natur gibt es einige Faktoren, die genau diese Strategie fördern bzw. die Arten bevorteilen, die eine r-Strategie betreiben können.
So kommen diese Arten mit Umwelt-Bedingung gut klar, die relativ stark schwanken. Langfristig müssen die Bedingungen aber eher konstant oder periodisch wiederkehrend sein. Die Populations-Größe kann durch die große Nachkommens-Zahl immer schnell an die herrschenden bedingungen angepasst werden. Wenn gute bedingungen, dann überleben eben viele Nachkommen, wenn die Bedingungen eher schlecht sind, dann steigt die Sterbe-Rate.
I.A. werden Arten bevorteilt, die eine Sterbe-Rate haben, die weitgehend von der Populations-Dichte selbst abhängt. Die Populations-Größe schwankt also immer sehr stark. Es sind zuerst soviel Nachkommen da, dass die Kapazitäts-Grenze deutlich überschritten wird. Durch Nahrungs-Mangel, Freßfeinde, Krankheiten und Streß sterben dann eher viele Organismen und letztendlich ist eine Population vorhanden, die knapp unter der Kapazitäts-Grenze agiert. Arten mit einem unpersönlichen Paarungs-Verhalten und ungeschlechtlicher Fortpflanzung sind bei schwankenden Umwelt-Bedingungen bevorteilt.
r-Strategen findet man häufig bei Neu- oder Wieder-Besiedlungen (→ 4.5. Veränderung von Ökosystemen).

Beispiele:
Kleinkrebse, Blattläuse, Kakerlacken, Mäuse, Blaumeisen, Sperlinge, Bienen, Ameisen
Heringe, Makrelen, Haie, Bakterien, Blaualgen, …

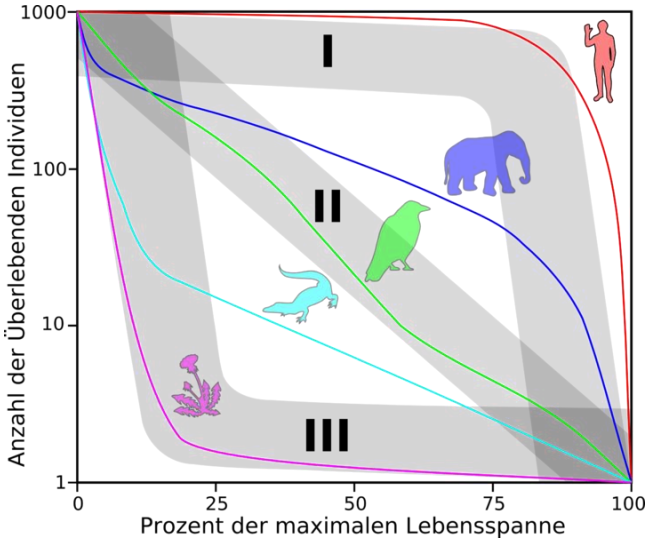
Ein anderes Konzept ist bei den K-Strategen hinterlegt. Sie haben sehr geringe Vermehrungs-Raten. Diese liegen knapp über 1. Das bedeutet, dass pro geschlechts-reifen Organismus nur ein Nachkomme erzeugt wird. Um das zu realiseren, stecken die K-Strategen viel Energie und Zeit in die Brutpflege.

tpypische Eigenschaften von K-Strategen:
geringe Vermehrungsrate
(komplizierte) Paarungsrituale; innere Befruchtung
wenige Nachkommen; kleine Wurfgrößen
langsame Individual-Entwicklung (Ontogenese)
lange Geburten-Abstände
größere Körpergröße
intensive / umfangreiche Brutpflege
großes (Leistungs-fähiges) Gehirn
geschlechtliche Fortpflanzung bevorzugt / dominierend
individualisierte Verbände

K-Strategie-fördernde Bedingungen in der Umwelt
Umwelt-Bedingungen relativ konstant; langfristig aber veränderlich
von der Popuations-Dichte abhängige Sterberate
gesättige Habitate / Umwelt-Kapazität ausgenutzt
ältere Habitate / Ökosysteme
geringe räumliche Ausbreitung (begrenzte Habitate)
relativ großer Anspruch auf ein Terretorium

Beispiele:
Bären, Biber, Wale, Primaten, Menschen, Maubrüter (Fische), Seepferdchen (Fische),

Zwischen r- und K-Strategien gibt es in der Natur alle möglichen Übergänge.



Überlebens-Kurven verschiedener Organismen(-Typen) / Fortpflanzungs-Strategien
Q: de.wikipedia.org (Kuebi)

Simulation der verschiedenen Modelle mit deterministischen oder stochastischen Verfahren

Prüfung der Simulations-Ergebnisse an und mit der Praxis bringt meist recht gute Ergebnisse für die prinzipiellen Zusammenhänge und langfristige Effekte. Im Detail weichen Praxis-Werte immer mehr oder weniger von den Simulations-Ergebnissen ab, da die verwendeten Modelle immer (bewußte) Vereinfachungen sind. Die Modelle blenden immer bestimmte Faktoren aus, entweder weil sie nicht bekannt sind oder weil sie zuerst einmal als nicht so relevant eingeschätzt werden. Erst wenn die Simulations-Ergebnisse zu stark von der Praxis abweichen, dann wird das Modell ev. durch weitere Details ergänzt.

Definition(en): K-Strategie
Die K-Strategie ist eine Fortpflanzungs-Strategie, die über eine gezielte Ausnutzung der Kapazitäten (K) des Biotops gesteuert sind. Die K-Strategen produzieren relativ wenige, aber gut betreute Nachkommen.

Kennzeichen / Merkmale	**r-Strategie (r-Selektion)**	**K-Strategie (K-Selektion)**	
Fortpflanzungs-Rate (r)	**hoch**	gering	
Population an der Kapazitäs-Grenze lebend	selten nein	**ja**	
Anzahl der Nachkommen	groß	klein	
Lebendauer	gering	hoch	
Sterblichkeit der Nachkommen	hoch	gering	
Zeit bis zur Geschlechtsreife	kurz	lang	
Zeitpunkt der 1. Reproduktion	früh	spät	
Zeitdauer zwischen zwei Reproduktions-Zyklen	gering (ev. überlappend)	groß (ev. keine weiteren)	
Größe der Nachkommen bzw. der Eier	klein	groß	
Größe bzw. Leistungsfähigkeit des Gehirns	klein	groß	
Fürsorge der Eltern Brutpflege	gering od. keine	hoch bzw. sehr ausgeprägt	
Selbstständigkeit der Nachkommen	hoch	gering	
Sterblichkeits-Rate (gesamt)	hoch	gering	
Mutations-Anfälligkeit	hoch	gering	
Anpassung an geänderte Umwelt-Bedingungen	gut schnell	schlecht langsam	
Besiedlung neuer Lebens-Räume	gut schnell	schlecht langsam	
Beispiel(e)	***Hering, Ameisen Bienen***	***Mensch, Wale Bären, Biber Affen***	

Beispiel: Feldmaus *(s) Microtus arvalis*

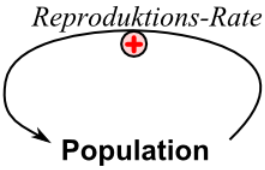
Merkmal / Eigenschaft / Kenngröße	Wert
Lebenserwartung	2 a
Gewicht	20 – 30 g
Nahrungs-Bedarf	10 g [Trockengewicht] / d
Getreide -Verbrauch	2 – 3 kg / a
Geschlechtsreife der ♀♀	nach 13 d
Tragzeit	20 d
Wurf-Größe	4 – 6 (- 12)
Wurf-Anzahl	9 – 10 / a
Saugzeit	17 – 20 Tage
erneutes Decken nach Wurf	sofort

Q: /37, S. 329 (nach ESCHENHAGEN, 1991)/

Definition(en): Gefüge
Ein Gefüge ist ein Netzwerk von Ursachen und Wirkungen.
Ein Gefüge ist ein Kausal-Netzwerk.

3.2.1.1. (ungebremste / unbegrenzte) Populations-Entwickung

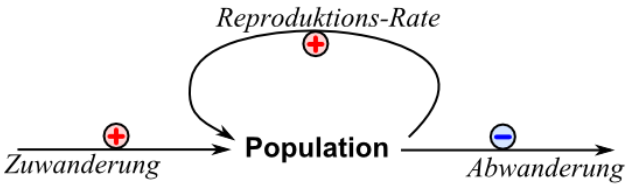
klassischer Aufschwung-Kreis, Wachstums- bzw. Eskalations-Kreis



alle Individuen, die zu einem bestimmten Zeitpunkt (oder Zeitfenster) geboren sind nennt man Kohorte

3.2.1.2. unbegrenzte Populations-Entwickung mit Zu- und Ab-Wanderung

Migration + Emigration



Definition(en): offene Population
Eine offene Population ist eine Population mit Zu- und Abwanderung.

Definition(en): geschlossene Population
Eine geschlossene Population ist eine Population ohne Zu- und Abwanderung.

Definition(en): Migration
Migration (Tierwanderung) sind die (gerichteten) Zu- und Abwanderungsbewegungen von Teilpopulationen in ein Populations-Territorium.

Tierwanderungen finden neben der Reaktion auf Konkurrenzdruck und Veränderungen von Ressourcen auch zu Paarungs-Zwecken statt
z.B. Aale, Lachse, Wale, Schildkröten, Kröten, Wander-Falter (Monarch-Falter)

Definition(en): Immigration
Immigration ist die Einwanderung einer externen Teil-Population in eine Bestands-Populations.

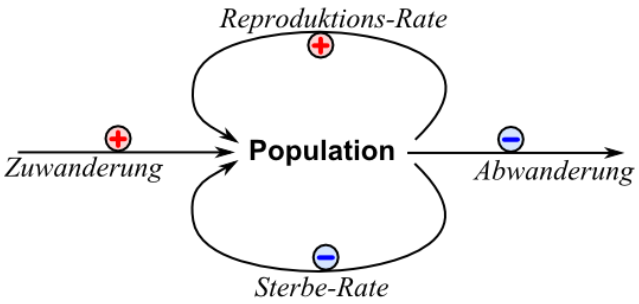
Bei Massen-Einwanderungen z.B. Wander-Heuschrecken spricht man auch von Invasionen. Sie erhöhen den Konkurrenzdruck extrem und führen meist zum extrem schnellen Aufbrauchen der Ressourcen.
Emigrationen finden vorrangig bei steigendem Konkurrenzdruck oder dem Versiegen von Ressourcen statt
z.B. Wanderungen der Lemminge

Definition(en): Emigration
Emigration ist die Auswanderung einer Teil-Population aus der Bestands-Population in externe Lebensräume.

Definition(en): Migrations-Rate
Die Migrations-Rate beschreibt den Anteil der (ein- und aus-)wandernden Individuen bezüglich der Gesamtpopulation.

3.2.1.3. prinzipelle Populations-Entwickung

unterer Teil isz typischer Abschwung-Kreis (Deeskalations-Kreis)
insgesamt (Eskalations- und Deeskalations-Kreis) ergeben Gleichgewichts- bzw. Stabilisierungs-Kreis)
typisches Fließ-Gleichgewicht (wenn Zu- und Abwanderung und die Raten gleichgroß sind; meist nur über lange Zeiträume in der Natur erreichbar)



3.2.1.4. begrenzte Populations-Entwicklung / Populationen und Ressourcen

logistisches Wachstum

intraspezifische Konkurrenz
vorrangig um Nahrungs-Quellen
aber auch um Fortpflanzungspartner

Eigenschaften der innerartlichen Konkurrenz

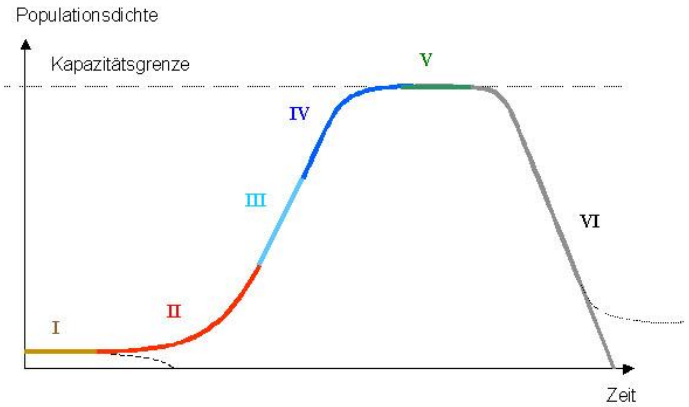
- letztendlicher od. ultimativer Effekt (ist der durch die Konkurrenz verringerte Beitrag eines Individuum zur nächsten Generation (/zu allen nachfolgenden Generationen)
- die Ressource um die konkurriert wird ist limitiert (begrenzt)
- Reziprozität (die innerartliche Konkurrenz wirkt sich gleichermaßen begrenzend auf alle Individuen aus)
- Dichte-Abhängigkeit

Definition(en): Umweltwiderstand
Unter dem Umweltwiderstand versteht man alle die Populations-Größe bzw. –Dichte eingrenzenden / beschränkenden Faktoren.

Phasen:

Phase I; lag-Phase
Anlauf-Phase, Phase des verlangsamten Wachstums, auch Null-Wachstum

Phase II; log-Phase
expotentielles Wachstum



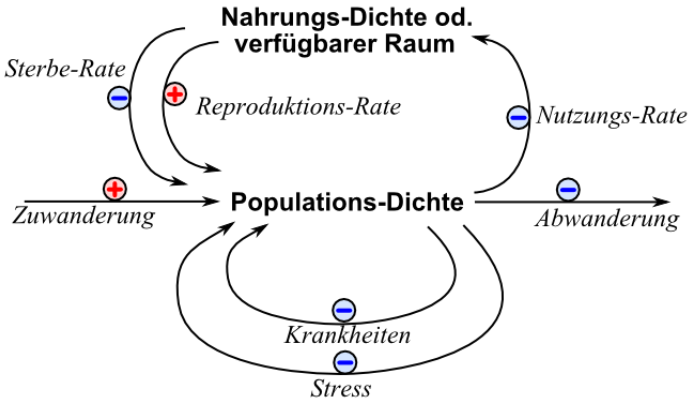
Abschnitte des logistischen Wachstum
Q: de.wikipedia.org (Hati)

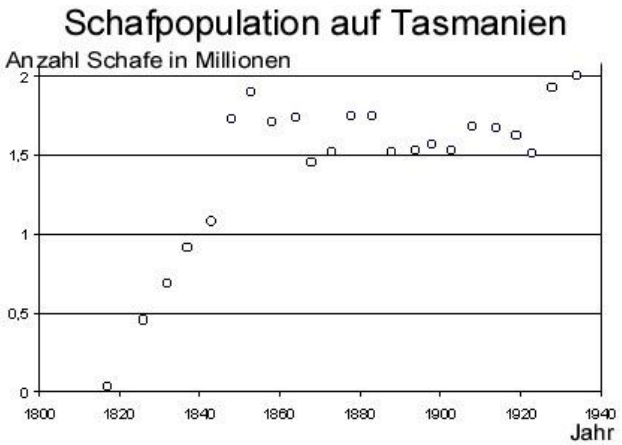
Phase III; lin-Phase
lineares Wachstum

Phase IV;
verzögertes Wachstum

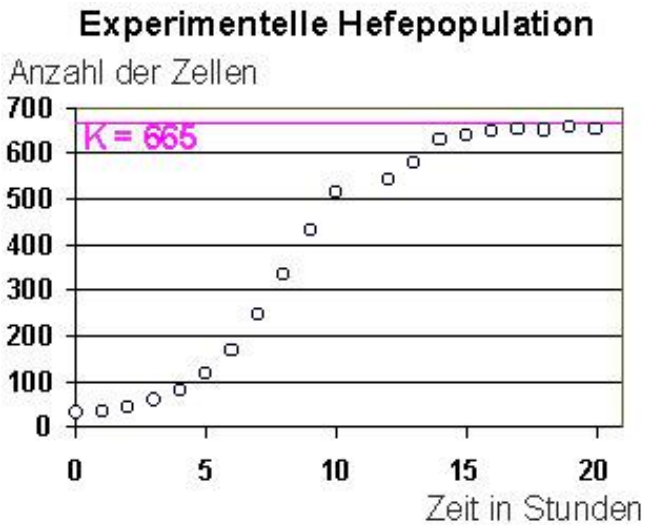
Phase V;
stationäre Phase

Phase VI
Absterbe-Phase





Q: de.wikipedia.org (Hati)



Q: de.wikipedia.org (Hati)

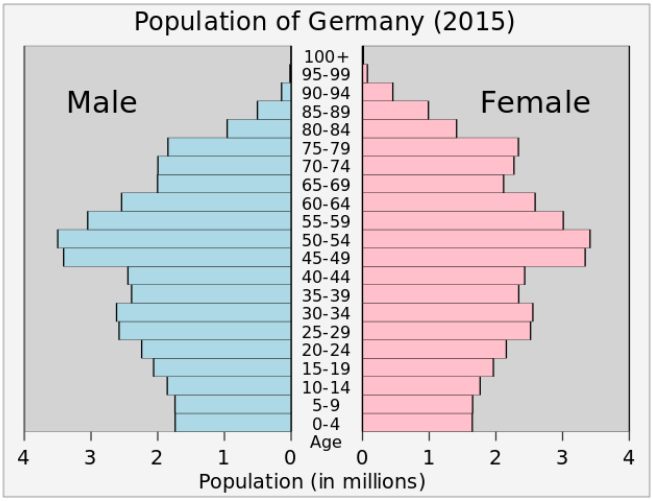
experimentelle Daten für die innerartliche Konkurrenz für ausgewählte Ackerkräuter (nach PALMBLAD (1968))

Art	***Hirtentäschel*** *Capsella bursa-pastoris*					***Breitwegerich*** *Plantago major*					***Kanadisches Berufkraut*** *Conyza canadensis*				
Einsaat-Dichte	1	5	50	100	200	1	5	50	100	200	1	5	50	100	200
Keimung [%]	100	100	83	86	83	100	100	93	91	90	100	87	56	54	52
Mortalität [%]	0	0	1	3	8	0	7	6	10	24	0	0	1	4	8
Reproduzierende (Rep.) [%]	100	100	82	83	73	100	93	72	62	34	100	87	51	42	36
Vegetative [%]	0	0	0	0	2	0	0	15	29	32	0	0	4	8	8
durchschn. Trockengewicht [g]	2,01	3,44	4,83	4,51	4,16	8,05	11,09	13,06	13,74	12,57	12,70	17,24	17,75	16,66	18,32
mittlere Samen-Zahl [1/Rep.]	23.741	6.102	990	451	210	11.980	2.733	228	126	65	55.596	13.710	1.602	836	534
Gesamt-Samen-Anzahl	23.741	30.509	40.311	37.196	30.074	11.980	12.670	8.208	6.552	4.420	55.596	59.625	40.845	35.264	38.376
$k_{Keimung}$	0,00	0,00	0,08	0,07	0,08	0,00	0,00	0,03	0,04	0,05	0,00	0,06	0,25	0,27	0,28
$k_{Mortalität}$	0,00	0,00	0,01	0,02	0,04	0,00	0,03	0,03	0,05	0,13	0,00	0,00	0,01	0,03	0,08
$k_{vegetativ}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,08	0,19	0,29	0,00	0,00	0,03	0,08	0,08
$k_{Fekundität}$	0,00	0,59	1,38	1,72	2,05	0,00	0,64	1,72	1,98	2,27	0,00	0,61	1,54	1,82	2,02
k_{gesamt}	0,00	0,59	1,47	1,81	2,19	0,00	0,67	1,86	2,26	2,74	0,00	0,67	1,83	2,20	2,46
weitere Merkmale	ein- bis zweijährig, Kreuzblütler traubiger Gesamtblütenstand (12 –) 20 – 40 Samenanlagen je Fruchtknoten, ungeflügelte Samen					mehrjährig ähriger Blütenstand Früchte enthalten rund 30 Samen Wind- u. Tierstreuer					ein- bis zweijährig, Korbblütler rispiger Gesamtblütenstand 50 – 65 Einzelblüten je Korbblüte Windverbreiter				
	 Q: de.wikipedia.org (??? Smartbyte)					 Q: de.wikipedia.org (Frank Vincentz)					 Q: de.wikipedia.org (Michael Becker)				

Daten-Q: /33 , S. 58, de.wikipedia.org/

3.2.1.5. demographische Betrachtungen von Populationen

Bei der genauen Untersuchung von Populationen interessieren nicht nur die Gesamtzahlen der Population, sondern auch deren Zusammensetzung. Am Verbreitesten ist die Analyse nach Altersgruppen. Es lassen sich aber auch andere Kriterien für Gruppen-Bildungen verwenden. Dazu gehören z.B. Entwicklungs-Stadien (Säuglinge, Kleinkinder, Kinder, …) oder Funktions-Gruppen (z.B. bei den Bienen: Bau-Biene, Sammen-Biene, Kundschafterin, …).
Auch eine Folge von Stadien einer Erkrankung (Gesunde, Infizierte, Erkrankte, Immune), wie wir sie schon besprochen haben (→ 3.2.1. Ein-Spezies-Modelle / -Betrachtungen) sind für demographische Betrachtungen interessant.
Gemeinsam ist allen Gruppierungen, dass es eine Reihenfolge von unten nach oben gibt. Beim Alter oder altersbedingten Entwicklungs-Gruppen ist das i.A. gegeben.
Gerne werden Alters-Pyramiden für die Darstellung der Zusammensetzung einer Population genutzt.
Der allgemeine Aufbau ist schnell erklärt. Auf der zentralen vertikalen Achse (y-Achse) werden die Altersgruppen (Kohorten) aufgetragen. Zumeist werden die weiblichen und männlichen Individuen einzeln erfasst und beidseitig von der vertikalen Achse als Balken-Diagramm dargestellt. Je nach Daten-Material werden entweder die exakten Anzahlen oder die relativen Anteile dargestellt.



Alters-Pyramide für Deutschland (2015)
Q: de.wikipedia.org (Kmf164)

Für die menschliche Population auf der Welt, in einzelnen Staaten, Städten und kleinen Gemeinden sind solche Pyramiden fast immer gut erstellbar, da zum Einen genügend Daten zur Verfügung stehen und zum Anderen ein erhöhtes Interesse an der Auswertung der Daten besteht.

Definition(en): Kohorte
Eine Kohorte ist eine definierte Gruppe einer Population.
Unter einer Kohorte versteht man Jahrgänge oder Gruppen von Jahrgängen einer Population.
Kohorten sind Rangstufen / Entwicklungs-Gruppen in Populationen.

Definition(en): Demographie
Demographie (Bevölkerungswissenschaft) ist die Wissenschaft, die sich statistisch und theoretisch mit Entwicklungen in der Bevölkerung und untergeordneten Gruppierungen beschäftigt.

abstrakte Modell-Formen:

a) lineare / klassische Pyramiden-Form

Auch als gleich-schenklige Dreiecks-Form bezeichnet. Grundlage dieses Modells ist eine gleichmäßig wirkende Sterbe-Rate über alle Kohorten hinweg. Geht man von einer bestimmten Geburtenzahl aus, dann hat von Kohorte zu Kohorte immer leicht reduzierte Mitglieder-Zahlen. Die Reduzierung wird eben durch die Sterbe-Rate (Mortalitäts-Rate) bestimmt. Da die Kohorten immer gleichmäßig kleiner werden, ergibt sich das Bild einer Stufen-Pyramide. Für vergleichende Betrachtungen benutzt man häufig nur die Hüll-Kurven.

Irgend ist die ursprüngliche Kohorte dann vollständig gestorben. Dieses repräsentiert die Pyramiden-Spitze.Heute finden wir menschliche Populationen mit klassischer Pyramiden-Alters-verteilung in einigen Entwicklungs-Ländern, und ländlich, christlich-konservativen Staaten der USA. Für Deutschland und Östereich war um 1890 die Bevölkerungs-Verteilung eine Pyramide.

Die Pyramiden-Form ist eine Zeichen für optimale, gut eingestellte Verhältnisse in größeren und älteren Populationen in der freien Natur.

b) verbreiterte / modifizierte Pyramiden-Form / Pagoden-Form

Ist die Population durch eine steigende Geburten-Rate (Natalitäts-Rate) geprägt, dann ergibt sich eine veränderte Pyramiden-Form. Sie wird nach unten hin immer dicker. Die nachfolgenden Generationen / Kohorten sind immer größer als die vorlaufenden. Der Effekt wird noch durch eine früh-einsetzende und relativ große Sterblichkeit verstärkt.

In den meisten – sehr armen (Entwicklungs-)Ländern auf der Erde kann man genau diese Alterstruktur beobachten.

c) Bienenstock-Form

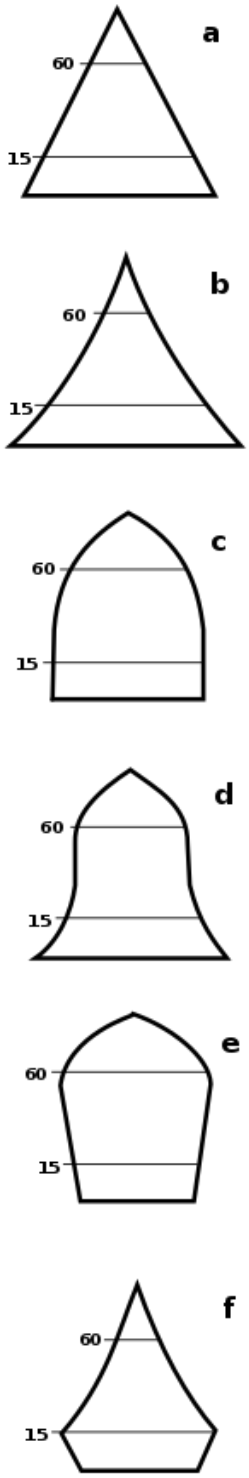
Kommt es erst im hohen Alter zu einer höheren (natürlichen) Sterblichkeit, dann sind die jüngeren Kohorten meit relativ gleichgroß. Typisch ist nur eine geringe Sterblichkeit (z.B. Erkrankungen, Unfälle, …).

Bevölkerungen, die wenig von besonderen Einflüssen (Kriege, Hungersnöte, Seuchen, …) beeinflusst wurden, bilden die "gesunde" / wünschenswerte Bienenstock-Form als Alters-Verteilung. Wenn sich die Geburtenzahlen in den nächsten Jahren weiterso entwickeln, dann sind die USA ein Staat, der dieses Demogramm erreichen kann.

Die Bienenstock-Form gilt unter Demographen als Ideal für menschliche Populationen.

d) Glocken-Form

Die Glocken-Form ergibt sich für Populationen, die nach langer optimaler Entwicklung, relativ plötzlich mit neuen Ressourcen, politischen oder ähnlichen Entwicklungen konfrontiert werden. Sie bieten z.B. neues Potential für eine erweiterte Populations-Entwicklung durch eine gesteigerte Natalität oder Überlebensrate in jungen Kohorten. Das kann z.B. das Überstehen eine Seuche, die Eroberung neuer Ressourcen / Ländereien oder die Förderung von Familien und Kindern sein.



typische Formen von Alters-Strukturen
Q: de.wikipedia.org (Rosso Robot)

e) Zwiebel- / Urnen-Form
Die Urnen-Form wird auch als überspitzte Zwiebel-Form bezeichnet. Besonders charakteristisch ist ein hoher Anteil älterer Kohorten. Solche Alters-Verteilung findet man in Industrie-Staaten, reicheren (Entwicklungs-)Ländern oder Ländern mit restriktiver Geburten-Kontrolle. Zumeist ergibt sich nach und nach im unteren Bereich eine Säulen-artige Hüllkurve.

f) Tannenbaum- / Tropfen-Form
Die Tannenbaum- bzw. Tropfen-ähnliche Alters-Verteilung ergibt sich in speziellen Populationen. Dazu gehören z.B. Szene-Städte oder Innenstädte. Diese sind besonders für junge Leute interessant. Sie leben mehr oder weniger alleine (Alleinstehende) und haben kleine Kinder. Ältere Personen – dann auch als Familie mit Kindern – werden in die Rand-Städte oder ländlichen Räume verdrängt.

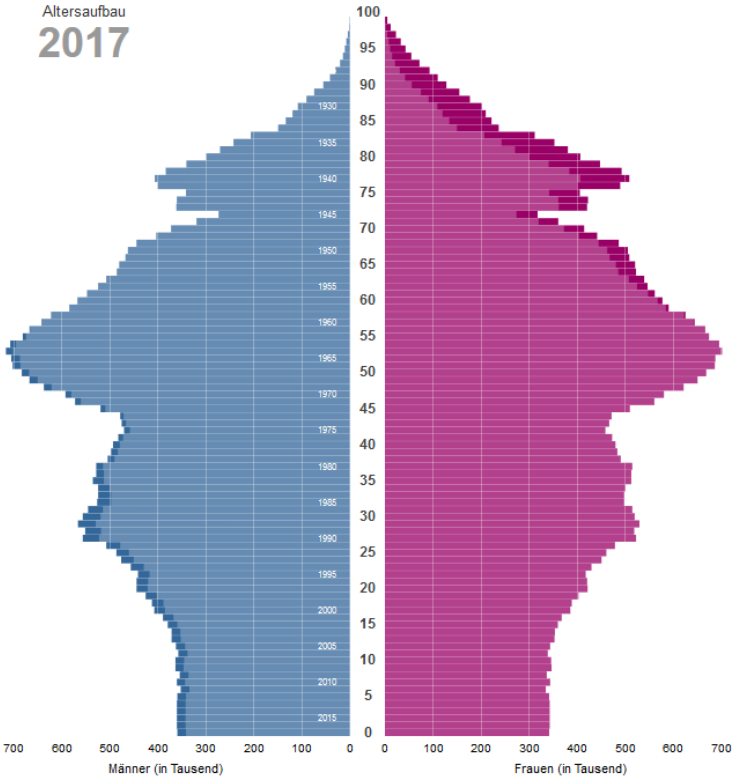
Die Zwiebel- und die Tannenbaum-Form sind keine stabilen Alters-Verteilungen und gehen meist in andere Formen über. In Menschen-Populationen wird vielfach die typische Reihe:

a → b → f → c → e

beobachtet.

Aufgaben:

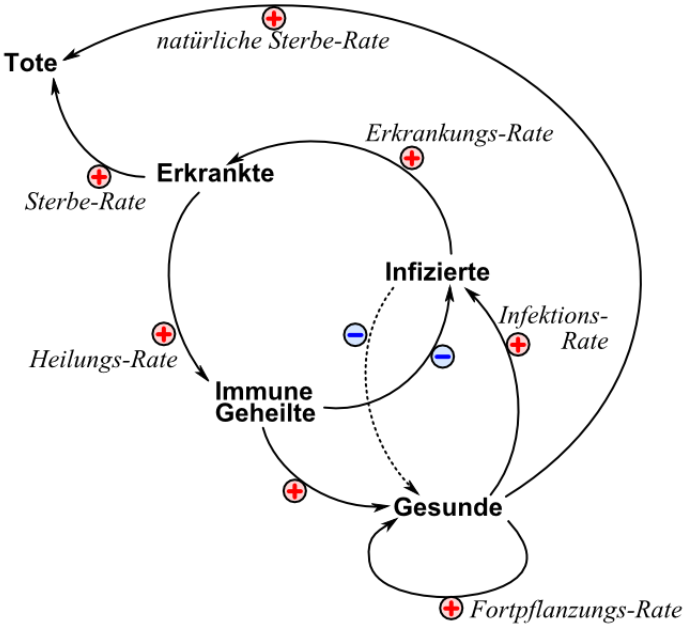
1. *Skizieren Sie sich die Alterpyramiden der oben erwähnten Folge nebeneinander! Kennzeichnen Sie sich bestimmte ausgewählte Kohorten, die Sie Modell-mäßig verfolgen wollen! Erklären Sie, wie sich diese Reihe entwickeln kann!*
2. *Das Statistische Bundesamt Deutschland gibt für das Jahr 2017 eine Vorausberechnung der Bevölkerungs-Struktur aus der Modellsich von 2015 an (siehe Abb.).*
   a) *Ordnen Sie die Alters-Pyramide einer Grundform zu!*
   b) *Interpretieren Sie die Alters-Pyramide!*
3. *Machen Sie begründete Voraussagen über den Aufbau der Alters-Pyramide (für Deutschland) in 20 Jahren!*



koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung für Deutschland (Modell von 2015)
Q: https://service.destatis.de/bevoelkerungspyramide/#!y=2017

(Hinweis: die farblich stärker hervorgehobenen Ränder stellen die Überhänge zum anderen Geschlecht dar.)

3.2.1.6. Krankheiten / Infektionen



wichtige Parameter für die Beschreibung von Infektions-Risiken

Reproduktions-Zahl
oft auch Ansteckungs-Rate
gibt die durchschnittliche Anzahl an Organismen aus einer Nicht-immunen Population, die von einer Quelle infiziert werden / wurden

in Epidemien / Pandemien ist es das Ziel diese Zahl unter 1 zu drücken
schon geringe Veränderungen dieses Parameters bedeuten große Wirkungen auf das Seuchen-Geschehen

	Ausgangs-Pop.: 1'000 Inkubations-Zeit: 3 Tage		
Reproduk-tionszahl	**Infizierte nach**		
10,0			
2,0			
1,5			
1,2			
1,1			
1,0			
0,9			
0,8			
0,5			
0,1			

Verdopplungs-Zeit
beschreibt den Zeitraum indem es zur Verdopplung der Infizierten kommt

Berechnungs-Modelle:

SI-Modell

→ Grund-Modell (ohne Genesung, …)
S(t) … Anzahl der zum Zeit-Punkt Gesunden (**S**usceptible (dt.: Anfällige))
I(t) … Anzahl der zum Zeit-Punkt Infizierten (**I**nfectious (dt. Angesteckte))
N … GesamtZahl der Individuen

Bedingungen:

- Population konstant (keine Toten, keine Geburten)
- Infizierte sofort ansteckend
- Gesunde erkranken mit der Rate a > 0
- (alle Klassen bleiben im biologisch sinnvollen Bereich: S(t) ≥ 0, endlich sowie I(t) ≥ 0, endlich)
- alle Gruppen interagieren untereinander mit der gleichen Wahrscheinlichkeit

als Differential-Gleichungen:

S' = -a I S

I' = a I S

$$\frac{dS}{dt} = -a \cdot \frac{S}{N} \cdot I$$

$$\frac{dI}{dt} = a \cdot \frac{S}{N} \cdot I$$

bei: $N = S + I$

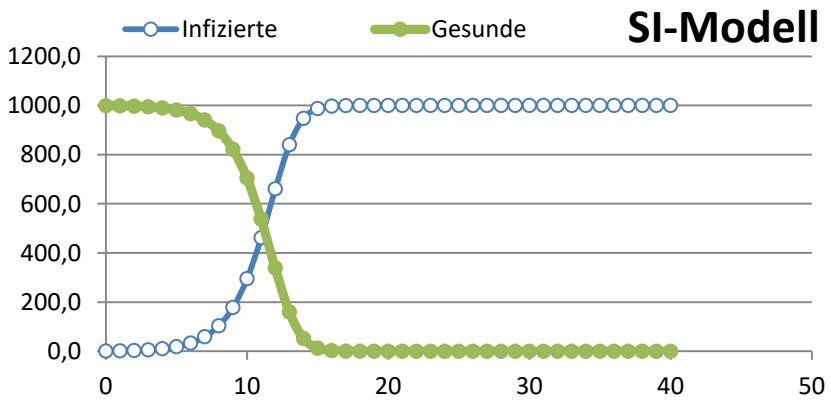
nummerische Gleichungen:

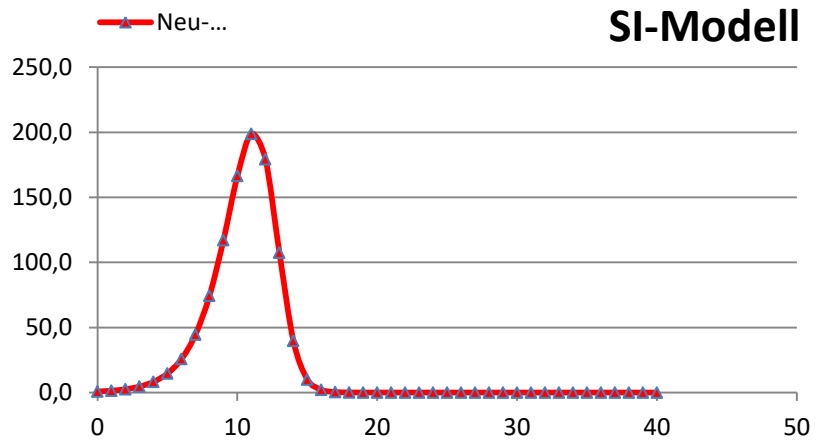
$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = -a \cdot \frac{S}{N} \cdot I$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = a \cdot \frac{S}{N} \cdot I$$

S(t+1) = S(t) + (-a * I(t) * S(t) / N(t))
= S(t) * (1 - a * I(t) / N(t))
I(t+1) = S(t) + (-a * I(t) * S(t) / N(t))
= S(t) * (1 + a * I(t) / N(t))

a = 0,8





SIS-Modell
→ Grund-Modell mit Genesung (Rück-Übergang zu den Gesunden (Nicht-Infizierten))
S(t) … Anzahl der zum Zeit-Punkt Gesunden
I(t) … Anzahl der zum Zeit-Punkt Infizierten
N … GesamtZahl der Individuen

Bedingungen:

- Infizierte erholen sich mit der Rate b > 0
- sonst wie SI-Modell

als Differential-Gleichungen:

S' = -a I S + b I

I' = a I S - b I

$$\frac{dS}{dt} = -a \cdot \frac{S}{N} \cdot I + b \cdot I$$

$$\frac{dI}{dt} = a \cdot \frac{S}{N} \cdot I - b \cdot I$$

bei: $N = S + I$

nummerische Gleichungen:

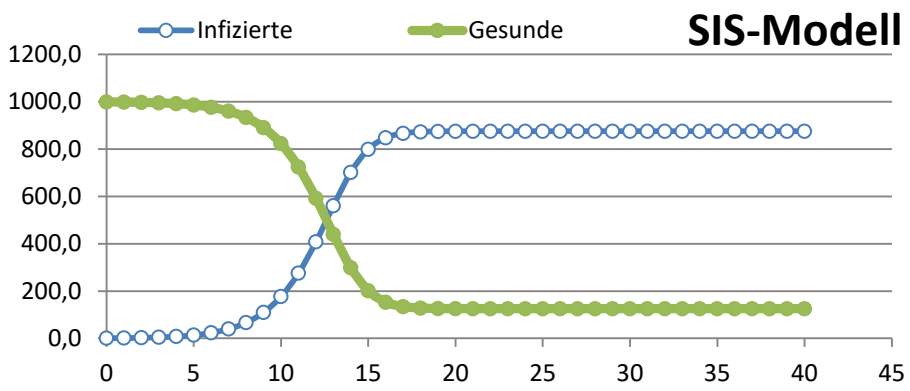
$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = -a \cdot \frac{S}{N} \cdot I + b \cdot I$$

$$\frac{\Delta I}{\Delta t} = a \cdot \frac{S}{N} \cdot I - b \cdot I$$

S(t+1) = S(t) + (-a * I(t) * S(t) / N(t)) + b * I(t)
= S(t) * (1 - a * I(t) / N(t)) + b * I(t)

I(t+1) = S(t) + (-a * I(t) * S(t) / N(t)) - b * I(t)
= S(t) * (1 + a * I(t) / N(t)) - b * I(t)

a = 0,8
b = 0,1



Auf den ersten Blick würde man denken, das Modell bringt weniger Infizierte als das SI-Modell. Was aber schnell übersehen wird, ist der Fakt dass beim SI-Modell die Populations-Gruppen manifest sind. Hier handelt es sich um ein dynamisches Gleichgewicht. Einmal genesende Individuen können sich wieder infizieren und wieder gesunden usw. usf.

Aufgaben:

1. *Erstellen Sie ein vergleichendes Diagramm für die "Neu-Infizierten" (im Vergleich zum SI-Modell)!*
2.

SIR-Modell
→ Einbeziehung von Immunen
R(t) .. Anzahl der zum Zeit-Punkt Immunen (**R**ecovered (dt.: Rekonvaleszente (/ Genesende)))

Bedingungen:

- Population konstant (keine Toten, keine Geburten)
- Krankheits-Tote sind über R(t) erlaubt
- jedes Individuum kann die Krankheit nur einmal durchlaufen
- sonst wie SIS-Modell

als Differential-Gleichungen:

S' = -a I S $\qquad \frac{dS}{dt} = -a \cdot \frac{S}{N} \cdot I$

I' = a I S - b I $\qquad \frac{dI}{dt} = a \cdot \frac{S}{N} \cdot I - b \cdot I$

R' = b I $\qquad \frac{dR}{dt} = b \cdot I$

bei: $N = S + I + R$

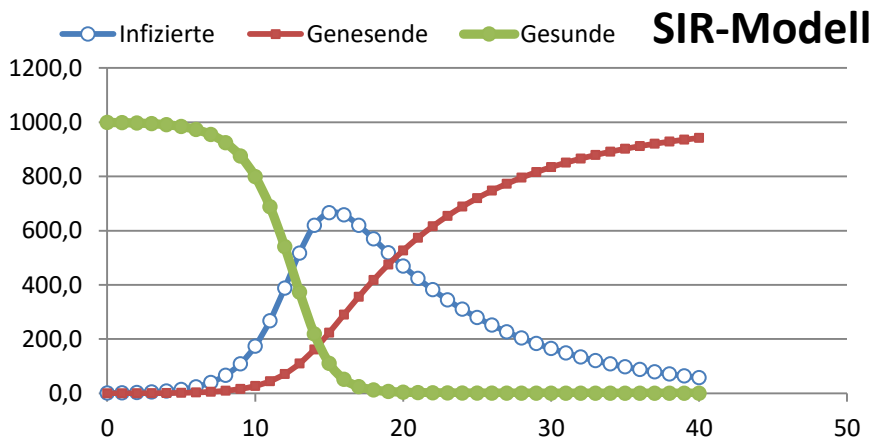
nummerische Gleichungen:

$\frac{\Delta S}{\Delta t} = -a \cdot \frac{S}{N} \cdot I$ $\qquad$ S(t+1) = S(t) + (-a * I(t) * S(t) / N(t))
= S(t) * (1 - a * I(t) / N(t))

$\frac{\Delta I}{\Delta t} = a \cdot \frac{S}{N} \cdot I - b \cdot I$ $\qquad$ I(t+1) = S(t) + (-a * I(t) * S(t) / N(t)) - b * I(t)

$\frac{\Delta R}{\Delta t} = b \cdot I$ $\qquad$ R(t+1) = b * I(t)

a = 0,8
b = 0,1



Aufgaben:

1. *Erstellen Sie ein vergleichendes Diagramm für die "Neu-Infizierten" (im Vergleich zum SI-Modell)!*
2. *Überlegen Sie sich, was sich im Diagramm (Modell) ändern würde, wenn die zugelassenen Toten (in der R-Gruppe ("Genesende" / "Immune") mit einbezogen werden? (Annahme: vielleicht 10 %; neu anzuzeigende Gruppen: "lebende Immune" und "Tote (Immune)")*
3. *

SIRS-Modell
→ zeitlich begrenzte Immunität

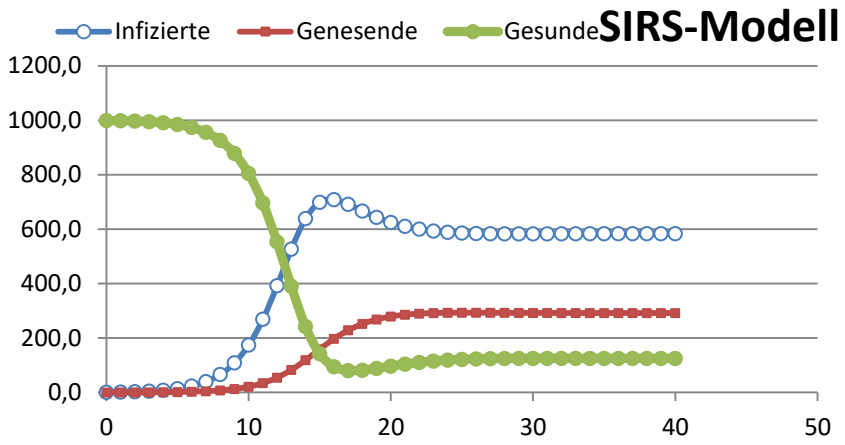
Bedingungen:

- Population konstant (keine Toten, keine Geburten)
- keine Krankheits-Tote
- Immune verlieren Immunität mit Rate c > 0
- sonst wie SIR

als Differential-Gleichungen:

$$S' = -a\,I\,S + c\,R$$
$$I' = a\,I\,S - b\,I$$
$$R' = b\,I - c\,R$$

a = 0,8
b = 0,1
c = 0,2



Aufgaben:

1. *Interpretieren Sie das Diagramm!*
2. *Stellen Sie mindestens eine Hypothese für den Modell-Fall auf, dass sich die Immunitäts-Verlust-Rate c halbiert!*
3. *Diskutieren Sie die Hypothese im Kurs!*

für die gehobene Anspruchsebene:

4. *Leiten Sie die andere Form der Differential-Gleichungen (dx/dt), die Differenzen-Gleichungen und die nummerischen Formeln für dieses Modell ab!*

dynamisches SIRS-Modell
→ Berücksichtigung von Geburten und natürlichen Todesfällen

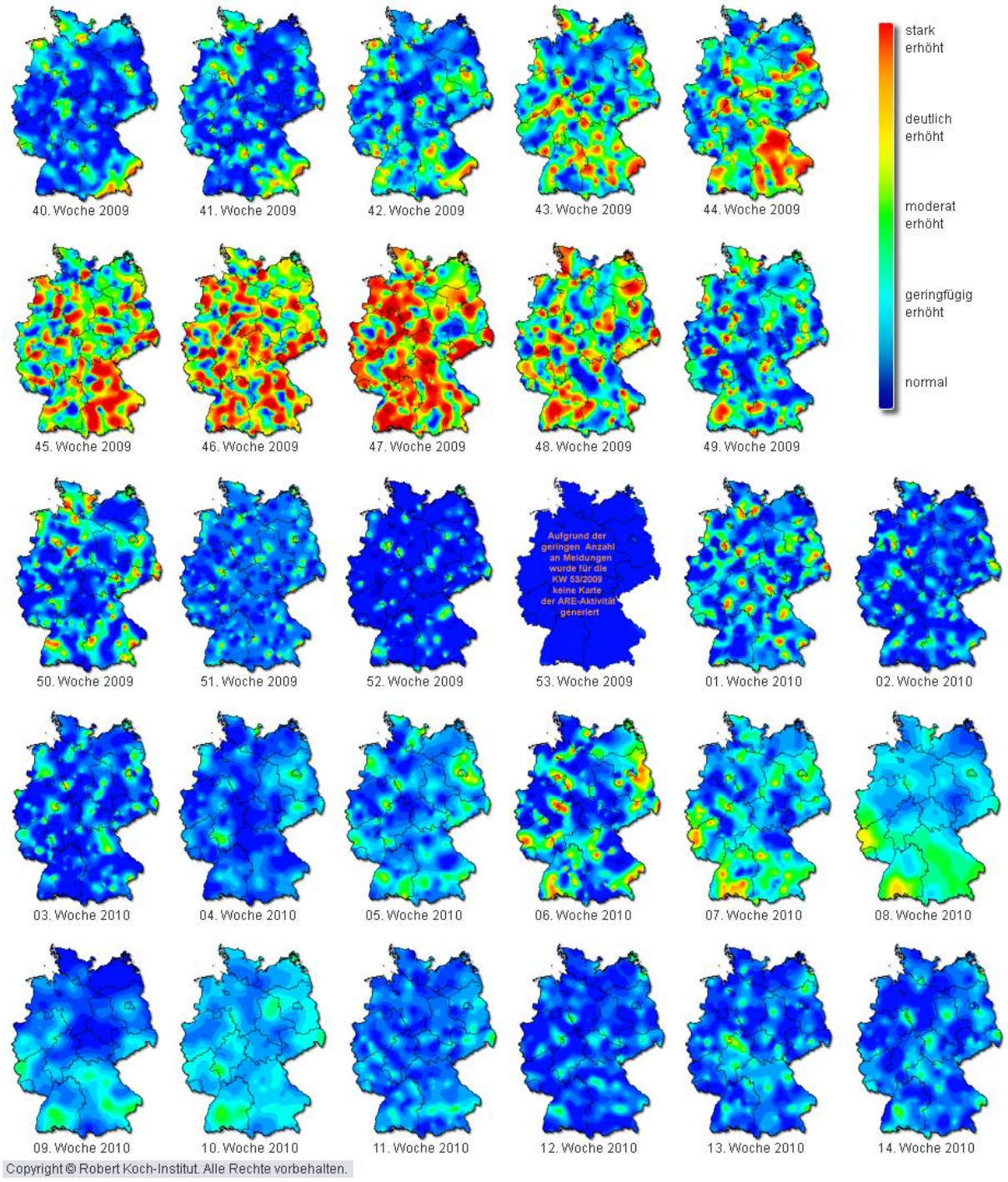
Bedingungen:

- Population konstant (gleichviele Toten und Geburten)
- Geburten-Rate = Sterbe-Rate d > 0
- sonst wie SIR

als Differential-Gleichungen:

$$S' = -a\,I\,S + c\,R - d\,S + d\,N$$
$$I' = a\,I\,S - b\,I - d\,I$$
$$R' = b\,I - c\,R - d\,R$$

Beispiel: Grippe (Influenza)



Aktivität der respiratorischen Infektionen (Grippe-Saison 2009/10)
Q: www.rki.de (mit freundlicher Genehmigung)

Exkurs: Corona / Covid-19 -- ein Virus beherscht die Welt (-- eine kleine Abrechnung)

oder: **Was kann man alles falsch machen? Wo haben wir die größten organisatorischen und administrativen Defizite und Probleme?**

"Wie ein Virus uns und die Welt verändert! -- ein nicht ganz naturwissenschaftliche Betrachtung"

Dezember 2019 ist es noch eine Neben-Information in den Nachrichten
von einem Markt aus hat sich in China ein SARS-ähnlicher Grippe-Virus ausgebreitet
(SARS war eine Grippe-ähnliche Erkrankung, die 2017 eine Epedimie auslöste, die aber im Wesentlichen in Asien blieb und nur wenige andere Länder betraf. Die Krankheit verlief auch meist wenig dramatisch.)

bald schon wird der Ort Wuhan in der chinesichen Provinz Hubei zum Inbegriff einer großes Epidemie
die drastischen Maßnahmen der chinesischen Behörden im Januar 2020 die 11-Millionen-Stadt abzuriegeln werden belächelt und als typisch "überzogen" autoritär belächelt
man amüsiert sich über die "Chinesen", die in 10 Tagen eine Klinik für 1'000 Erkrankte aufbauen wollen
Es sei hier schon mal gesagt, die Chinesen haben das Problem Mitte März vollständig im Griff und können die Reise-Beschränkungen und Abriegelungen weitesgehend aufheben.
Der deutsche Gesundheits-Minister J. SPAHN sagt, dass das deutsche Gesundheits-System gut vorbereitet sei, man sei bestens auf solche Situation eingestellt.

noch hat die Krankheit keinen eigenen - allgemeingebräuchlichen - Namen
man spricht immer nur vom Corona-Virus

die Informationen zum Virus selbst fließen zuerst einmal spärlich

Inkubations-Zeit zwischen 4 und 14 Tagen (ev.
sogar 0 bis Tage)

im Vergleich zur "normalen" Grippe mit einem Infektions-Risiko von 1 bis 2 Person sind von Covid-19 zwischen 4 und 5 Personen betroffen

Februar 2020

wahrscheinlich schon erste Krankheitsfälle in den östereichischen Ski-Gebieten (besonders Ischgl), die behördlich irgnoriert und runtergespeilt werden

Kreuzfahrtschiffe werden isoliert oder dürfen gar nicht erst anlegen; z.T. diletantisch angeordnete Quarantänen sorgen für große Unruhen
Ischgl ist wohl das Epizentrum der europäischen Epidemie
auch der italienischen Norden mit Tirol ignoriert die Gefahr und macht bei vielem weiter, wie bisher
Behördliche Anweisungen werden ignoriert, die gelten vor allem für die Anderen, man selbst selbst muss aber ganz dringend doch noch mal einen Espresso mit irgendwelchen Leuten schlürfen

großes allgemeines Problem ist die Macht der Wirtschaft / Ökonomie

die monitären Interessen weniger dominieren die Gesundheits-Interessen sehr vieler

Nur zögerlich wird von der WHO die "Epidemie", die schon längst auf der Welt vebreitet ist, zur Pandemie erklärt. Auch bei aneren Organisationen treten die Schönwetter-Wasserköpfe offen zutage. Solange alles läuft sind sie deie Größten und verdienen viel Geld für die große verantwortung. In der Krise, wenn echte - und wahrscheinlich unpopuläre - Entscheidungen gefragt sind, verstecken sie sich hinter der Ohnmacht ihrer Organisation, die auf einmal gar nichts kann und darf. Jeder Dödel von der Straße hat sich schon ausgerechnet, dass es mit Olympia dieses Jahr wohl nichts wird, nur ein / zwei Funktionäre / Regierungen (BACH vom IOC und der japanische Ministerpräsident ABE) machen weiter, wie bisher. Sie ignorieren alle Zeichen und die Vernunft der Stunde.

Mitte/Ende März 2020 Mitteleuropa, Deutschland, Rostock: Schüler, Lehrer und sehr viele mehr sitzen zu Hause; Home-Office ist angesagt, die geringe - immer wieder verzögerte und vernachlässigte - Digitalisierung stellt sich als Hemmschuh dar
es gibt eine staatlich verordnete Kontakt-Einschränkung, die innerhalb einer Woche - ausgehend von den stark betrroffenen Bundesländern Bayern, Baden Würtemberg und Nordrhein-Westphalen - immer mehr verschärft wird
Schulen, Kinder-Einrichtungen schließen, Verbot von Groß-Veranstaltungen, Schließung von Restaurant's, Geschäften, die keine Lebensmittel verkaufen, Schließung von Friseur- und Massage-Studio's usw. usf.
Kontake vermeiden, nicht mehr als 2 Personen zusammen nach draußen, außer aus dem eigenen Haushalt (also z.B. Familien)
die Deutschen hamstern (na ja überversorgen sich mit) Klopapier (warum auch immer?), Nudeln, Milch und Mehl. Die Franzosen übrigens Wein und die Britten Bier - jede Nation setzt so seine Prioritäten.

So auch die "einigen" Staaten in Europa. Jeder ist sich selbst der Nächste, Export-Verbote innerhalb des Binnenmarktes, eigenmächtige Grenzschließungen, Beschlagnahme von medizinischen Materialien, ….
erst später findet man zu mehr und mehr gemeinsamen / ähnlichen / abgesprochenen Strategien, Schwerkranke werden aus völlig überlasteten Intensiv-Stationen in Italien und Frankreich in andere Länder verlegt
das britische, französische und vor allem das italienische Gesundheits-System stehen am Rand zum Kollaps oder sind es regional schon

insgesamt outet sich der Förderalsimus als Hemmschuh
viele "wichtige" Entscheider und Institutionen / Behörden machen vor allem eins, etwas anders, als die anderen, man ist ja schließlich förderal; Schade um die personellen Ressourcen

die großen Populisten der letzten Jahre (TRUMP, EL ZANARU, ORBAN, JOHNSON, …) entzaubern sich selbst
leider erkennt der Virus nicht die ignoranten, egozentrischen Selbstdarsteller
die Leute besinnen sich wieder und hören auch wieder eher auf die "Lügenpresse"
mit Solidarität und neuen Geschäfts-Ideen finden viele Menschen zur Menschlichkeit und zu wichtigen Werten zurück
Warum z.B. die AfD davon nicht profitiert, ist mir ein echtes Rätsel! (;-)

Mangel an Einweg-Schutz-Ausrüstung (Atemschutz-Masken, …) Desinfektionsmitteln, Medikamenten kristallisiert sich immer stärker heraus. Fakeshop's und Betrügerein schießen aus dem Boden.
China als Haupt-Produzent ist praktisch total ausgefallen. Die Provinz Hubei ist eine der großen Industrie-Zentren in China.
Der Shutdown in China führt innerhalb wenige Tage und Wochen zu deutlich verbesserter Luft über ganz China.

Reporter, die schon gleich nach dem Einstieg in die Schutz-Maßnahmen unanständig, penetrant und provokativ nach de´m Ausstieg fragen
an jeden postiven Beitrag noch ein aber ranhängen müssen oder gar nur negativ angehaucht berichten

China braucht keine Atomwaffen, um Krieg gegen die Welt zu führen. Es braucht bloß keine Antibiotika mehr zu liefern. Der Rest erledigt sich in wenigen Wochen.
???

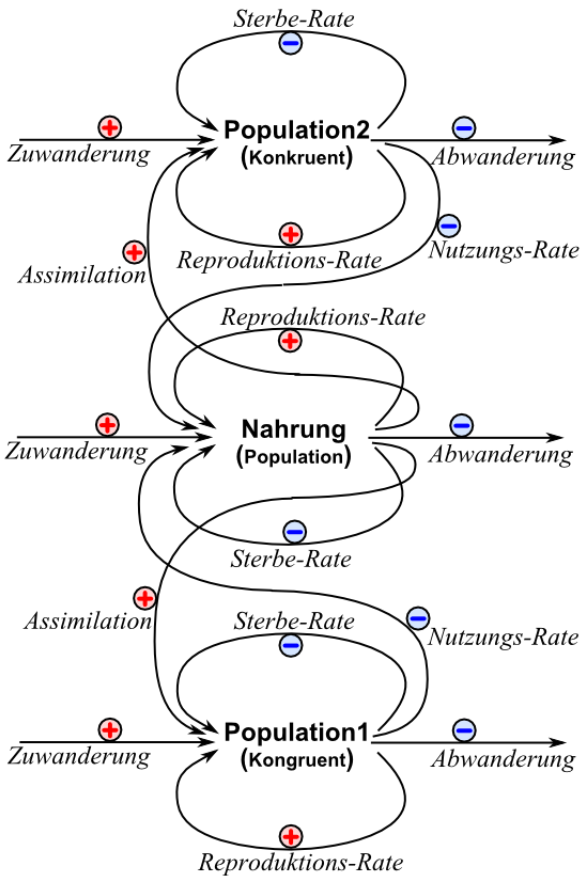
Leider ist jetzt schon vorauszusehen, dass alle Wahrnungen und Beteuerungen in der Krise nicht das Papier wert sind, auf dem sie geschrieben wurden. Irgendwie braucht die Menschheit einen externen Entscheider.

Eigentlich braucht es nur eines Grippe-Virus' mit einer längeren Inkubations-Zeit und einer höheren Sterbe-Rate und schon löst das biologische Problem unserer Erde von alleine - die Überbevölkerung.
lsp:dre

3.2.2. Multi-Spezies-Modelle / -Betrachtungen

3.2.2.1. interspezifische Konkurrenz

Auf den ersten Blick würde man denken, dass die Quasi-Spiegelung der einen Nutz-Population nur eine Zweiteilung der Nahrung zur Folge hat. Da aber jede Population eigene Raten und Faktoren hat, kommt es zu einem stark nicht-deterministischen Verhalten des Gesamtsystem's (Modell's). Die Dymnamik nimmt stark zu.



nachfolgenden Modell von LOTKA und VOLTERRA ist sowohl für die inetrspezifische, als auch für die intraspezifischen Konkurrenz geeignet.

$$\frac{dP_A}{dt} = a_A P_A \left(1 - \frac{(P_A + cP_B)}{K_1}\right.$$

$$\frac{dP_B}{dt} = a_B P_B \left(1 - \frac{(P_B + dP_A)}{K_2}\right.$$

a_x … intrinsische Wachstumsrate; c, d … Wechselwirkungs-Konstanten; K … Kapazität

es gilt: $K = K_1 + K_2$

um besser mit den Gleichungen arebiten zu können benutzt man die nachfolgenden Beziehungen:

$$u_1 = \frac{x}{K_1} \qquad u_2 = \frac{y}{K_2} \qquad p_A = c\,\frac{K_2}{K_1} \qquad p_B = d\,\frac{K_1}{K_2} \qquad p_{BA} = \frac{a_B}{a_A} \qquad r = a_A \cdot t$$

um zu dimensionslosen Größen zu gelangen und dann diese (einfacher händelbaren) Berechnungs-Formeln zu erhalten:

$$\frac{du_A}{dr} = u_A\,(1 - u_A - p_A \cdot u_B)$$

$$\frac{du_B}{dr} = p_{BA} \cdot u_B\,(1 - p_B \cdot u_A - u_B)$$

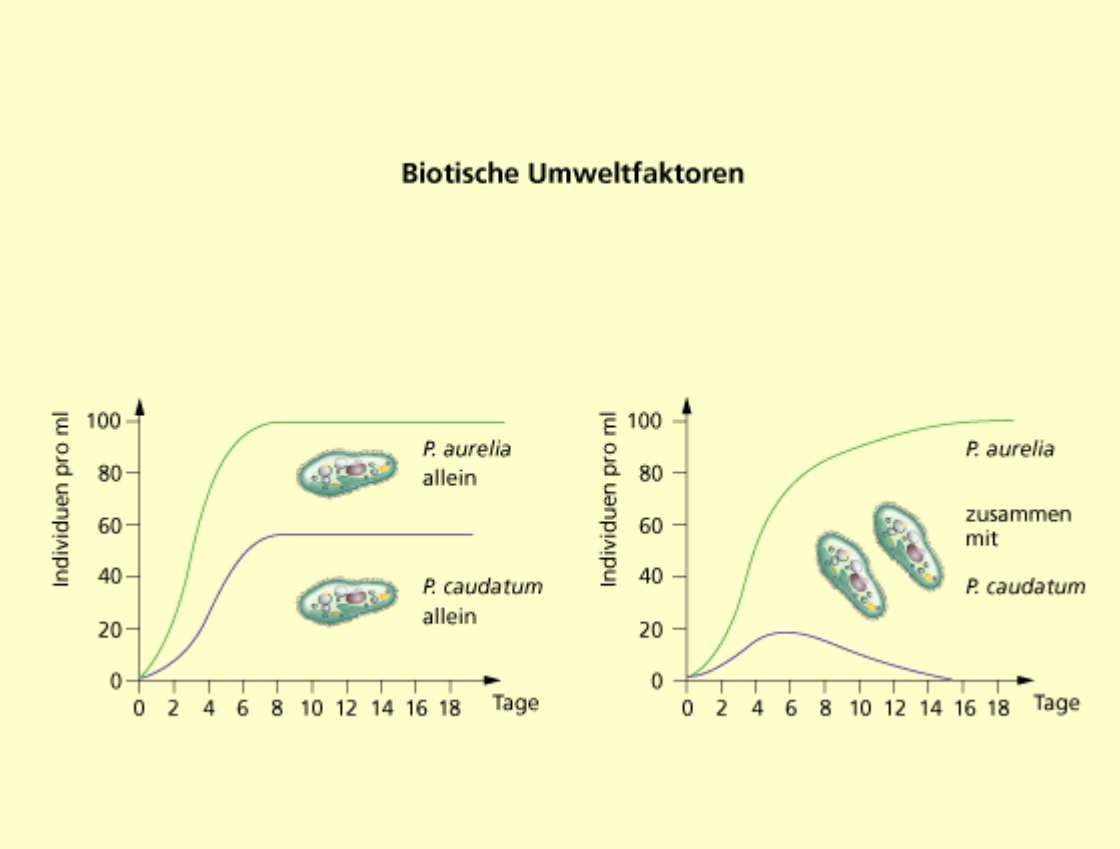
daraus lassen sich zusätzliche Fixpunkte berechnen, die stabile Gleichgewichte darstellen:

$$u_A^* = \frac{1 - p_A}{1 - p_A \cdot p_B}$$

$$u_B^* = \frac{1 - p_B}{1 - p_A \cdot p_B}$$

aus den Formeln des Modells lässt sich ableiten, dass die intraspezifische Konkurrenz stärker wirkt als die interspezifische
→ Ableitung einer Koexistenz von zwei Arten
→ abstrakte Grundlage des Konkurrenzausschluss-Prinzips

Beispiel einer Koexistenz:
Miesmuschen (*(s) Mytilus californianus*), Käferschnecken, Napfschnecken, Seepocken und Entenmuscheln konkurrieren in an der Felsenküste in stark überlappenden ökologischen Nischen ()
alle dienen dem Seestern (*(s) Pisaster ochraceus*) als Nahrung
fällt eine Art aus (Experiment oder Erkrankung / Parasit), dann bleiben nur eine bis zwei Arten übrig
das ursprüngliche mehrartige Gefüge wird durch die Räuber so kontrolliert, dass die eigentlich dominierende Art in der Konkurrenz-Situation in Grenzen gehalten wird; dadurch wird Konkurrenz für die anderen Arten gemindert und sie können sich fortpflanzen

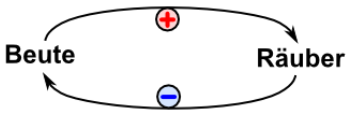


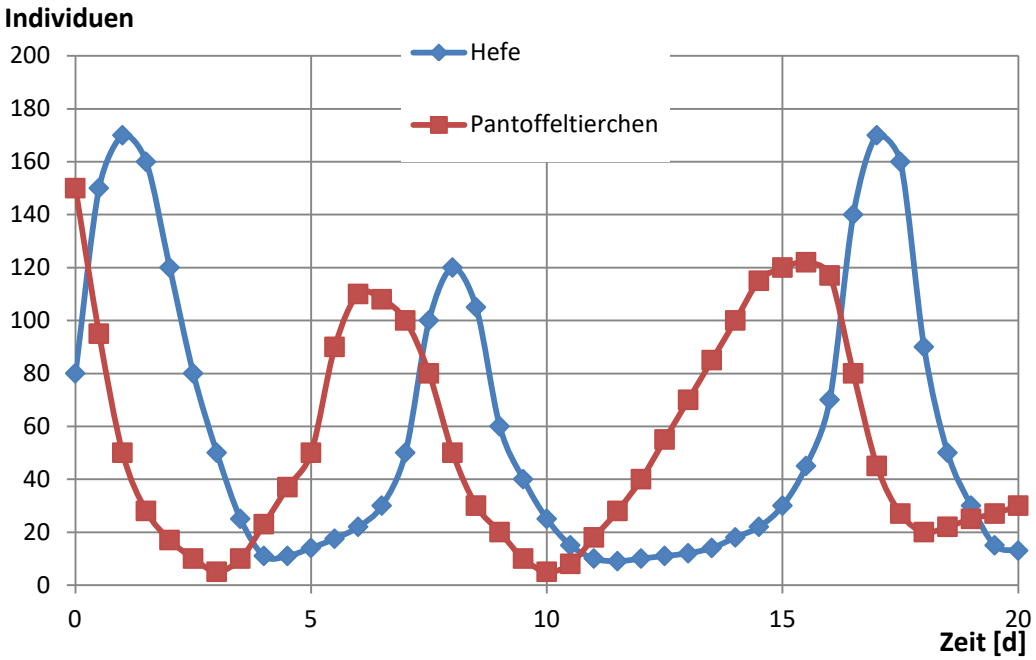
Q: https://www.lernhelfer.de/schuelerlexikon/biologie/artikel/biotische-umweltfaktoren

3.2.2.2. Räuber-Beute-Beziehungen (Prädation, Episitismus)

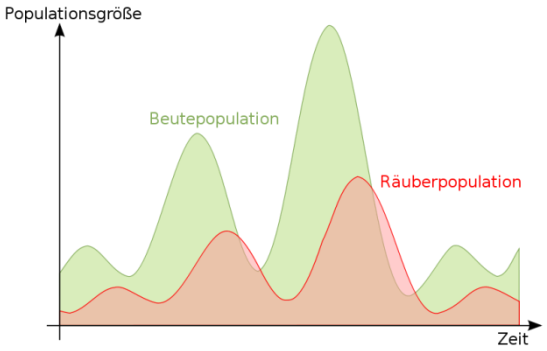
meint Fress-Beziehungen zwischen lebenden Arten
Aas-Fresser usw. sind ausgeschlossen (fehlende Reaktions-Möglichkeit der Nahrungs-Grundlage)

klassischer Gleichgewichts- bzw. Stabilisierungs-Kreis





Räuber-Beute-Beziehung zwischen dem Pantoffeltierchen *(s) Paramecium aurelia* und der Hefe *(s) Saccharomyces exiquus* (unter Labor-Bedingungen)



schematische Darstellung
des LOTKA-VOLTERRA-Modells
Q: de.wikipedia.org (Curtis Newton)

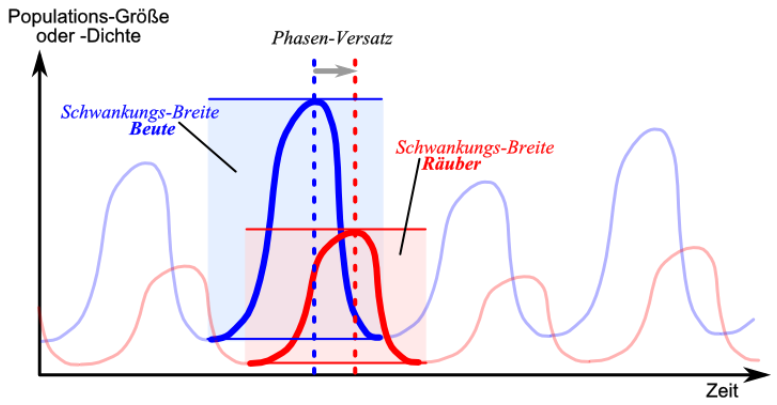
$$\frac{dN_1}{dt} = N_1 \cdot (a_1 - b_2 \cdot N_2)$$

$$\frac{dN_2}{dt} = N_2 \cdot (c_2 - d_1 \cdot N_1)$$

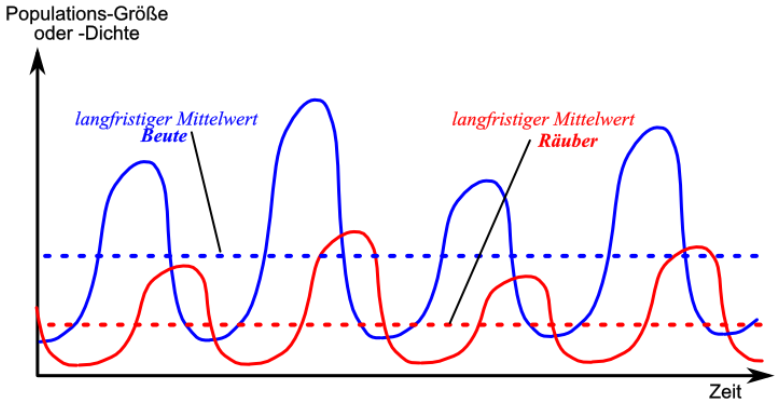
1 … Beute
2 … Räuber
N … Populations-Größe (Populations-Dichte)
a … (ungestörte) Reproduktions-Rate
b … Fress-Rate (pro Beute-Individuum) = Sterbe-Rate
c … (nat. Alters-)Sterbe-Rate (ohne Beute)
d … Reproduktion (pro Beute-Individuum)

Regeln (Gesetze) von LOTKA und VOLTERRA

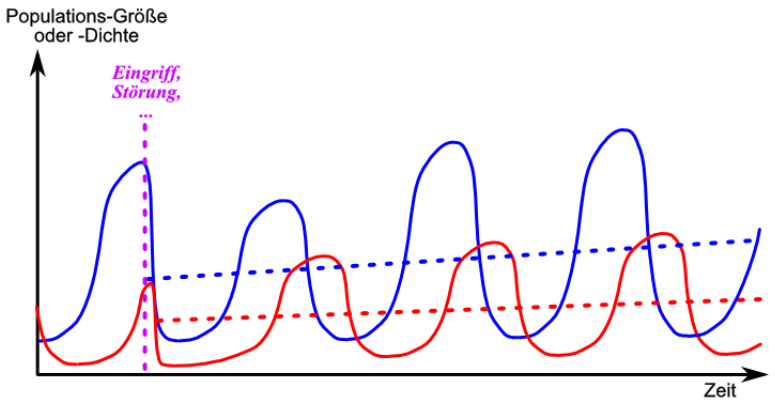
1. VOLTERRA-Regel (periodische Schwankung der Populationen)
Die Individuen-Zahlen der Beute- und der Räuber-Population schwanken – bei ansonsten konstanten Bedingungen – periodisch und zeitlich versetzt zueinander.



2. VOLTERRA-Regel (Konstanz der Mittelwerte)
Die durchsschnittliche Größe der Beute- und Räuber-Population sind konstant.



3. VOLTERRA Regel (schnelleres Wachstum der Beute-Population)
Bei einer (zeitlich begrenzten) Störung der Räuber-Beute-Beziehung erholt sich die Beute-Population schneller als die Räuber-Population.



Paul ERRINGTON fand in seinen Untersuchungen (1946) bei der Räuber-Beute-Beziehung zwischen Bisamratten (*(s) Ondatra zibethicus*)und Minks (*(s) Neovison vison*) aber auch ein abweichendes System-Verhalten. Die Minks sind zwar die Haupt-Räuber der Bisamratten, aber die Population der Bisamratten wird nicht wirklich von ihnen kontrolliert. Vielmehr jagen / fressen die Minks nur kranke, alte und schwache Ratten. Es werden also nur Tiere aus dem System entfernt, die entweder sowieso gestorben wären oder sich evolutionär / synökologisch im Pessimum befinden. Die Population der Bisamratten wird vorrangig von der eigenen Besatzdichte bestimmt. Die Nahrung der Bisamratten (vorrangig Wasserpflanzen, selten Muscheln, Schnecken, Insekten, Larven) und der Raum für die Errichtung von Bauen sind die limitierenden Faktoren für die Population.

Anteil der Knorpel-Fische (*(c) Selachii*, Haie) am Fischfang der Fischerei-Häfen

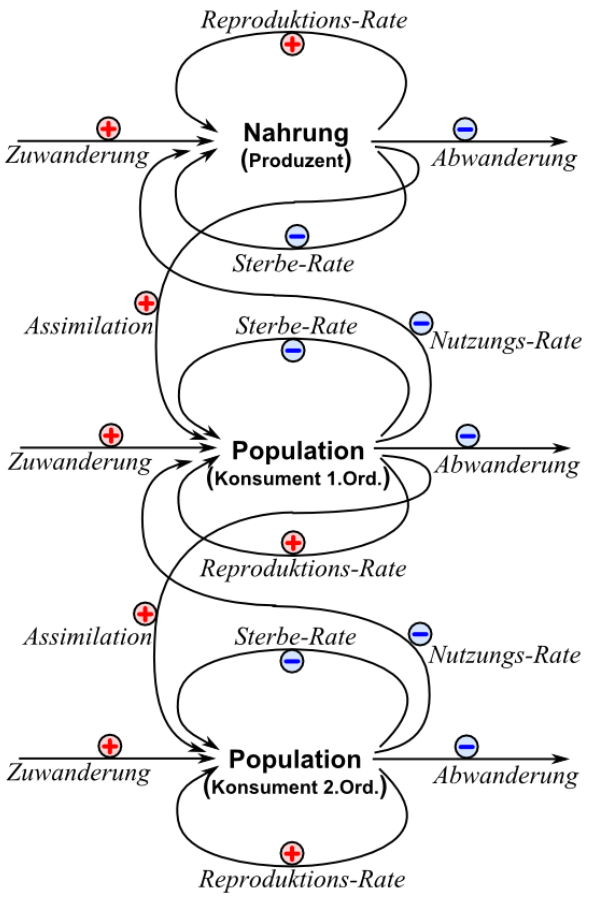
Jahr 19.. Ort	05	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Trieste		5,7	8,8	0,5	15,7	14,6	7,6	16,2	15,4		19,9	15,8	13,3	10,7	10,2
Fiume						11,9	21,4	22,1	21,2	36,4	27,3	16,0	15,9	14,8	10,7
Venise	21,8										30,9	25,3	25,9	26,8	26,6

Daten-Q: de.wikipedia.org ← VOLTERRA, Vito: Lecons sur Theorie Mathematique de la Lutte pour la Vie

Aufgaben:

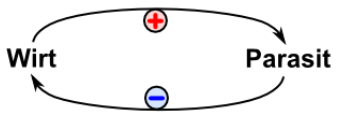
1. ***Informieren Sie sich über das Wator-Modell (Wa-Tor-Simulation; DEWDNEY + WISEMAN). Was soll mit diesem Modell berechnet / dargestellt werden? Beschreiben Sie den Aufbau des Modells!***
2. ***Suchen Sie sich im Internet eine Simulation zum Wator-Modell oder programmieren Sie eine einfache Simulation (z.B. in einem / in Kooperation mit einem Informatik-Kurs)! Probieren Sie einige Simulationen durch! Machen Sie ev. Ausdrucke von den zeitlichen Verläufen der "Populations-Größen"!***

Solange man nur das "einfache" Modell einer Nahrungs-Kette betrachtet, scheint das System noch übersichtlich.
Bedingt durch die schon aufgezeigten Verzögerungen in der Reaktion der einzelnen Populationen mit ihren eigenen Dynamiken kommt es zu einem sehr komplexen – kaum sicher vorhersagbaren System-Verhalten über größere Zeiträume.
In der Natur sind die Systeme aber noch komplexer und tiefer gestaffelt. Dazu kommen Kongurrenz, Parasitismus, Symbiose usw. usf.
Die Populations-Modelle haben immer nur eine sehr eingeschränkte Gültigkeit. In den meisten Fällen geht es auch mehr um die Prinzipien, die hinter den Beziehungen stecken.



Links:
http://www.leinweb.com/snackbar/wator/ JAVA-Applet (setzt installiertes JAVA voraus!)
http://wator.beltoforion.de/wator_de.html#idIntro Info u. Download eines Bildschirmschoners
http://www.isleroyalewolf.org/overview/overview/at_a_glance.html Wölfe und Elche auf der Insel "Isle Royale" (engl.)

3.2.2.3. Parasitismus



3.2.2.5. Symbiosen

Zusammenleben von Lebewesen unterschiedlicher Arten (DE BARY, Anton; 1873; dt. Botaniker; im Original: "Zusammenleben unterschiedlich benannter Organismen") (aus /1/ S. 47)

X … Abundanz der Spezies x

$$\frac{dX}{dt} = (a + cY) \cdot X \cdot (1 - \frac{X}{K_1})$$

$$\frac{dY}{dt} = (b + dX) \cdot Y \cdot (1 - \frac{Y}{K_2})$$

Y … Abundanz der Spezies y
K_1 … Umweltkapazität der Spezies x
K_2 … Umweltkapazität der Spezies y
a … (intrinsische) Wachstumrate der Spezies x
b … (intrinsische) Wachstumrate der Spezies y
c … (ökologische) Interaktionsrate der Spezies x mit y
d … (ökologische) Interaktionsrate der Spezies y mit x

für den Fall einer Beeinflussung der Wachstumsraten durch die Symbiose

$$\frac{dX}{dt} = aX \cdot (1 - \frac{X}{K_1 + cY})$$

$$\frac{dY}{dt} = bY \cdot (1 - \frac{Y}{K_2 + dX})$$

X … Abundanz der Spezies x
Y … Abundanz der Spezies y
K_1 … Umweltkapazität der Spezies x
K_2 … Umweltkapazität der Spezies y
a … (intrinsische) Wachstumrate der Spezies x
b … (intrinsische) Wachstumrate der Spezies y
c … (ökologische) Interaktionsrate der Spezies x mit y
d … (ökologische) Interaktionsrate der Spezies y mit x

für den Fall einer Anpassung an die Umwelt-Kapazitäten durch die Symbiose (primärer Effekt)

$$\frac{dX}{dt} = aX \cdot (1 - \frac{X}{K_1} - \frac{Y}{K_1})$$

$$\frac{dY}{dt} = bX \cdot (1 - \frac{Y}{K_1} - \frac{X}{K_1})$$

X … Abundanz der Spezies x
Y … Abundanz der Spezies y
K_1 … Umweltkapazität der Spezies x
K_2 … Umweltkapazität der Spezies y
a … (intrinsische) Wachstumrate der Spezies x
b … (intrinsische) Wachstumrate der Spezies y
c … (ökologische) Interaktionsrate der Spezies x mit y
d … (ökologische) Interaktionsrate der Spezies y mit x

Aufgaben:

1. Stellen Sie die folgenden Primärdaten in einem Zeit-Diagramm dar!

Jahr	Elche	Wölfe
1930	1500	0
1935	300	0
1942	1200	0
1949	250	
1959	520	20
1960	550	22
1961	580	22
1962	610	23
1963	640	20
1964	670	27
1965	700	29
1966	730	27
1967	830	23
1968	930	23
1969	1100	17
1970	1100	18
1971	1250	20
1972	1300	23
1973	1250	24
1974	1250	31
1975	1150	41
1976	1050	44
1977	900	33
1978	800	40
1979	850	43

Jahr	Elche	Wölfe
1980	750	50
1981	700	30
1982	750	13
1983	800	24
1984	850	25
1985	1050	23
1986	1050	20
1987	1100	16
1988	1200	12
1989	1350	12
1990	1400	15
1991	1500	12
1992	1600	12
1993	1800	13
1994	2050	17
1995	2150	16
1996	2400	21
1997	850	24
1998	900	14
1999	1000	25
2000	1050	29
2001	1200	18
2002	1150	16
2003	850	18
2004	700	29
2005	500	30
2006	450	30
2007	350	21
2008	700	23
2009	600	24

Jahr	Elche	Wölfe
2010	550	19
2011		
2012		
2013		
2014		
2015		
2016		
2017		
2018		
2019		
2020		

Q: http://www.isleroyalewolf.org/population_dynamics

(Daten von der Insel "Isle Royale"; vor 1949 gab es auf der Insel keine Wölfe; 1949 kam es zur vollständigen Vereisung des Sees)

Interpretieren Sie das Diagramm!

2.

3.3. Verhalts-Ökologie

Definition(en): Verhaltens-Ökologie

Nachrichten und Informationen aus Literatur, Presse und Internet:

Wölfe als Verhütungsmittel

VERHALTEN Die Anwesenheit von *Canis lupus* hat erhebliche Auswirkungen auf den Hormonhaushalt von Hirschkühen

1995 und 1996 wurden in einem Teil des Yellowstone-Nationalparks Wölfe ausgewildert. Schon bald darauf begann die Zahl der Wapitihirsche zu sinken – und zwar allem Anschein stärker, als es allein durch den Beutefang der Raubtiere zu erklären war.

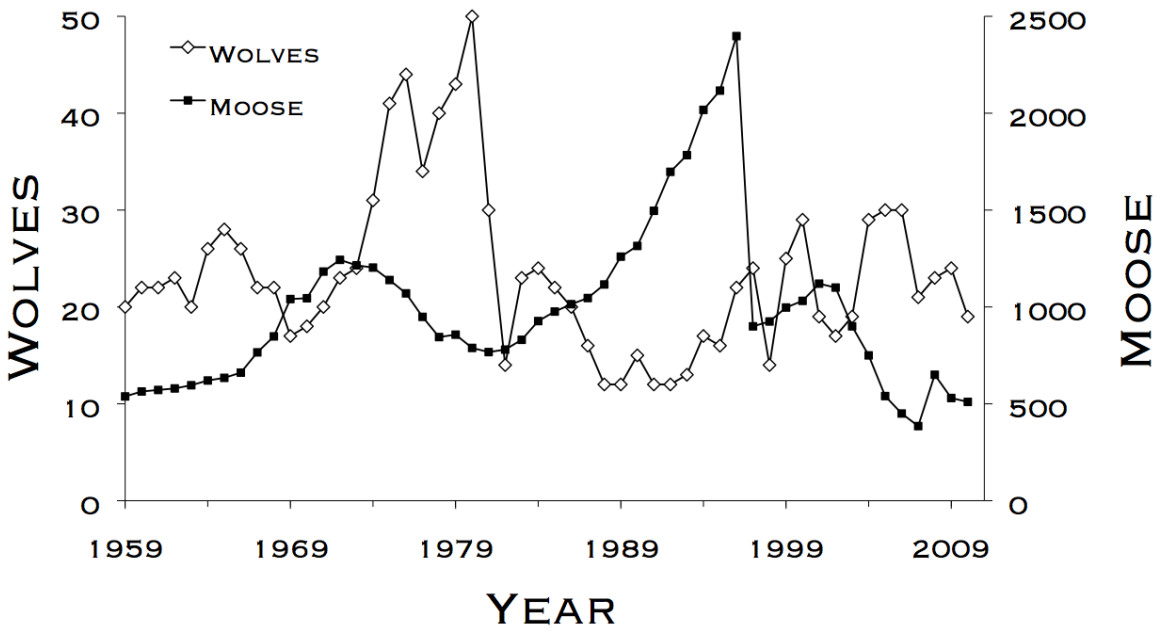
Q: de.academic.ru/pictures/dewiki/51/3wapitis.jpg
(Bild nicht mit Original-GEO-Artikel identisch!)

Der Ökologe Scott Creel und seine Kollegen von der Montana State Univercity sind dem Rätsel nachgegangen. Ergebnis: Die Furcht vor Wölfen senkt bei den Hirschkühen den Spiegel des Sexualhormons Progesteron erheblich – mit Konsequenz für die Geburtenzahl. Gemessen an einer üblichen jährlichen Reproduktionsrate von 30 Kälbern auf 100 Mütter, fiel die Quote auf bis zu acht Nachkommen pro 100 Kühe. Je mehr Wölfe in einem Gebiet lebten, desto geringere Mengen Progesteron fanden sich in Kotproben der Hirschkühe.

Die Biologen führen diesen Zusammenhang auf das so genannte antiprädatorische Verhalten zurück. Verstärkte Wachsamkeit und die Suche nach sicheren Winterquartieren kosten Energie – die sonst in die Fortpflanzung investiert würde. Die Folge: Die Kühe sind seltener trächtig.

/Q: IN: GEO 04/2007 S. 193/

Alterszusammensetzung von Populationen



Q: http://www.isleroyalewolf.org/population_dynamics

komplexe Aufgaben (Demökologie):

Q: Aufgaben 1 - 3 nach /12/

1. ***Lemminge sind arktische Wühlmäuse, deren Populationen besonders starken Schwankungen unterliegen. Wissenschaftler glauben, dass es einen Zusammenhang zwischen den Populations-Größen der Lemminge, der Polargänse und der Polarfüchse gibt. In einer Zeitung erschien ein kurzer Bericht, der sinngemäß folgende Aussagen machte: Die Populationsgrößen der Lemminge und der Polargänse schwankt ungefähr im gleichen Takt. Zwischen beiden Populationen gibt es aber kaum Überschneidungen hinsichtlich der beanspruchten Ressourcen. Polarfüchse ernähren sich u.a. von Lemmingen und Polargänsen.***
   a) ***Erklären Sie die gegenseitige Abhängigkeit der Populations-Größen von Lemmingen und Polarfüchsen!***
   b) ***Stellen Sie Hypothesen über die Gründe für den Gleichtakt der Populationsgrößen von Lemmingen und Polargänsen auf!***
   c) ***Warum sind Untersuchungen zu Populations-Größen und deren gegenseitige Abhängigkeiten in polaren Gebieten besser möglich, als in gemäßigten oder tropischen Regionen? Erklären Sie!***
2. ***Rachel CARSON (1907 - 1964) berichtet in ihrem Buch "Der stumme Frühling" ("Silent Spring", 1962) von dem Versuch die Kriebelmücke durch Sprühgifte (vorrangig DDT) auszurotten. Nach der Aktion stellte man eine siebzehn mal höhere Population-Größe, als vor der Sprühaktion fest. Erklären Sie das Phänomen!***
3. ***Für Charles DARWIN waren die Phänomene der Populations-Dynamik ein wichtiger Ausgangspunkt für seine Evolutions-Theorie. In seinem Buch "Die Entstehung der Arten durch natürliche Zuchtwahl" heißt es:***

   > *"Der Elefant vermehrt sich langsamer als alle anderen Tiere, und ich habe mir die Mühe gemacht, das wahrscheinliche minimum seiner natürlichen Vermehrung zu berechnen. Man kann ziemlich sicher annehmen, daß er nach dreißig Jahren seine Fortpflanzung beginnt und sie bis zum neunzigsten Lebensjahr fortsetzt, daß er während dieser Zeit sechs Junge hervorbringt und bis zum hundertsten Jahr lebt. In diesem Fall würde es nach Verlauf von 740 bis 750 Jahren etwa 19 Millionen Elefanten als Abkömmlinge eines paares gebe."*

   Geben Sie möglichst viele Faktoren an, durch die das Populations-Wachstum begrenzt wird! Erläutern Sie die Wirk-Mechanismen der einzelnen Faktoren immer kurz!

Q: Aufgaben 1 - 3 nach /12/

4. Synökologie

Kern der Synökologie ist das Ökosystem

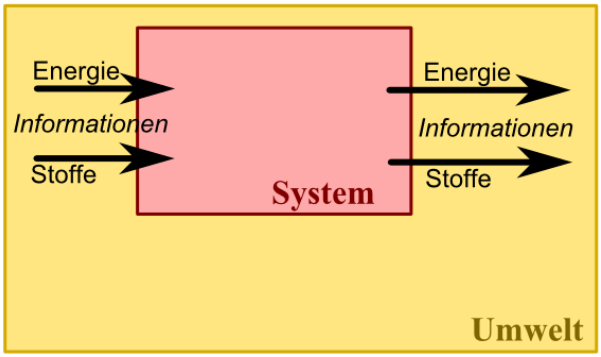
Ökosysteme sind:
- offen
- dynamisch
- komplex

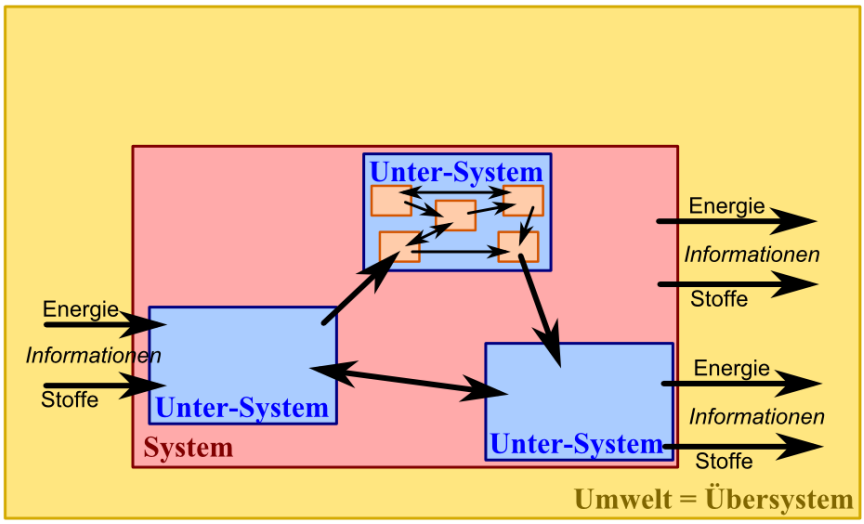
Begriff seit seiner breiteren Einführung nach 1935 (TRANSLEY) expotentielle Nutzung und Erforschung

Definition(en): Synökologie
Die Synökologie ist ein Teilgebiet der Ökologie, das sich mit den Sphären und Ökosystemen sowie deren Wechselwirkungen untereinander beschäftigt.
Die Synökologie ist die Ökosystem-Lehre.

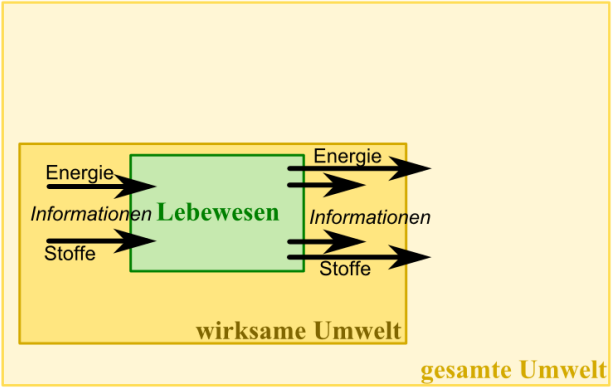
Definition(en): Ökosphäre
Die Ökospäre ist die Gesamtheit aller belebten Räume der Erde einschließlich aller dynamischen Beziehungs-Gefüge zwischen den Lebewesen (Biosphäre) und der unbelebten Natur (Geosphäre, Hydrosphäre, Atmosphäre, …).

4.0.0. allgemeine System-theoretische Vorbetrachtungen





Definition(en): System
Ein System ist ein funktionell und ev. auch räumlich abgegrenztes Objekt der Realität. Im Allgemeinen weist ein System eine höhere Komplexität als seine Untersysteme auf. Die Gesamt-Funktionalität eines Systems ist größer als die Summe der Funktionalitäten der Untersysteme.



Definition(en): Umwelt (Umgebung)
Die Umwelt ist (der Teil der)/ die Umgebung, mit der das Individuum Stoffe und Energie (und darüber auch Informationen) austauscht.
Umwelt ist alles, womit ein Organismus in kausalen Beziehungen steht.
Umwelt ist die komplexe Außenwelt von Organismen.
Die Umgebung eines Lebewesens, ist das, was auf dieses einwirkt und seine Lebensumstände beeinflusst. (Jakob Johann VON UEXKÜLL (1909)

Definition(en): Emergenz
Unter Emergenz versteht man die Herausbildung neu(artig)er Eigenschaften, Strukturen und Verhaltensweisen eines System's infolge des Zusammenspiel's seiner Elemente. Die besonderen Eigenschaften, Strukturen und Verhaltensweisen lassen sich i.A. nicht einfach und offensichtlich aus den einzelnen Elementen ableiten.

Definition(en): Homöostase
Unter Homöostase versteht man den (scheinbaren) Gleichgewichtszustand (Fließgleichgewicht) offener, dynamischer Systeme.

Begriff und Verständnis geht auf Claude BERNARD (1860) zurück und wurde um 1930 durch Walter CANNON und Karl Ludwig VON BERTALANFFY erweitert

System in der Homöostase ist ein Homöostat.

da der Begriff Stase auf Stillstand deutet, wird heute immer stärker von Homöodynamik gesprochen, was aber wiederum den Charakter des scheinbaren Stillstand / Gleichstands / Gleichgewichtes deutlich macht

4.0.1. System-Theorie der Ökosysteme

Ökosysteme bestehen aus einer großen Vielzahl von Elementen und Relationen
Faktoren (Elemente und Relationen) wirken immer als Komplex

manche Ökosysteme besitzen nur wenige Arten mit riesigen Populationen
andere Ökosysteme sind mit fast unendlichen Artenzahlen ausgestattet bei denen manche Populationen bis auf sehr kleine Größen beschränkt sind

Ökosystem-Elemente besitzen unterschiedlich ausgeprägte Speicher-, Transport- und Puffer-Funktionen

künstlich abgegrenztes Ökosystem besitzt Energie- und Stoff-Inputs (Einträge), die im Fließgleichgewicht proportional zu den Outputs (Austräge) sind

Ökosysteme sind thermodynamisch gesehen offene Systeme

Ökosysteme besitzen ein sehr hohes Maß an Selbstorganisation und Selbstregulation
selbstreferentiell und selbststrukturierend
insgesamt in sich negativ rückgekoppelte Systeme

trotz Vielgestaltigkeit und hoher Varibilität gibt es einheitliche / vergleichbare Strukturierungen
z.B. ökologische Funktionen / ökologische Nischen

Definition(en): Ökosystem
Ein Ökosystem ist ein zusammengehörender Verbund von verschiedenartigen Elementen (Pflanzen, Tiere, Pilze, …, nicht-lebende Natur) in einem definierten / räumlich abgegrenzten Lebensraum, der durch charakteristische abiotischen und abiotischen Faktoren gekennzeichnet ist.
Ein Ökosystem ist ein charakteristisches, dynamisches Beziehungsgefüge zwischen bestimmten Lebewesen und charakteristischen Umweltbedingungen.
Ein Ökosystem ist ein relativ stabiles Raum-Zeit-Gefüge von Biotop und Biozönose.

der Begriff Ökosystem ist Rang- und Dimensions-los, d.h. die Größe ist sehr variabel

einfache und komplizierte Ökosysteme
natürliche und künstliche Ökosysteme

nach JAX (1992) sind

- Ökosysteme stellen reele Raum-Einheiten dar und lassen sich als solche (künstlich) abgrenzen
- Ökosysteme sind Konstrukte des Beobachters / Beschreibers
- Ökosysteme bestehen aus wechselwirkenden biotischen und abiotischen Komponenten / Elementen
- Ökosysteme befinden sich (längerfristig) in einem Fließgleichgewicht und / oder streben eins an
- Ökosysteme sind kybernetische Systeme mit einer begrenzten Fähigkeit zur Selbstregulation

Definition(en): ökologisches Gleichgewicht
Das ökologische Gleichgewicht ist das, in bestimmten Grenzen schwankende, Fließ-Gleichgewicht eines Ökosystem (bezüglich einzelner und / oder aller Faktoren), so, dass das Ökosystem sich (längerfristig) selbst reproduziert.
Das ökologische Gleichgewicht ist ein konstanter Biomasse-Strom in einem Ökosystem.

Definition(en): Ökotop / Geoökotop
Ein Ökotop ist ein konkreter Bereich / Raum innerhalb eines Ökosystems mit allen konkreten (abiotischen und biotischen) Umwelt-Faktoren.

Definition(en): Ökoregion / Ökoprovinz / Ökodistrikt
Eine Ökoregion ist der konkrete Raum eines (großräumigen) Ökosystems.
Eine Ökoregion ist die Zusammenfassung gleichartiger (verbundener und isolierter) Ökosysteme mit ihren gleichartigen Biotopen und Biozönosen. (z.B. (Vernetzung) alle Buchen-Wälder)

Definition(en): Ökosystem-Typ
Ökosystem-Typen sind abstrakte Zusammenfassungen von ähnlichen oder sachlich zusammengehörenden Ökosystemen.
Ein Ökosystem-Typ ist eine Gruppe von Ökosystemen mit ähnlichen oder charakteristischen Merkmalen.

Definition(en): Zonobiom
Ein Zonobiom ist die Gesamtheit aller Biome einer Klimazone.

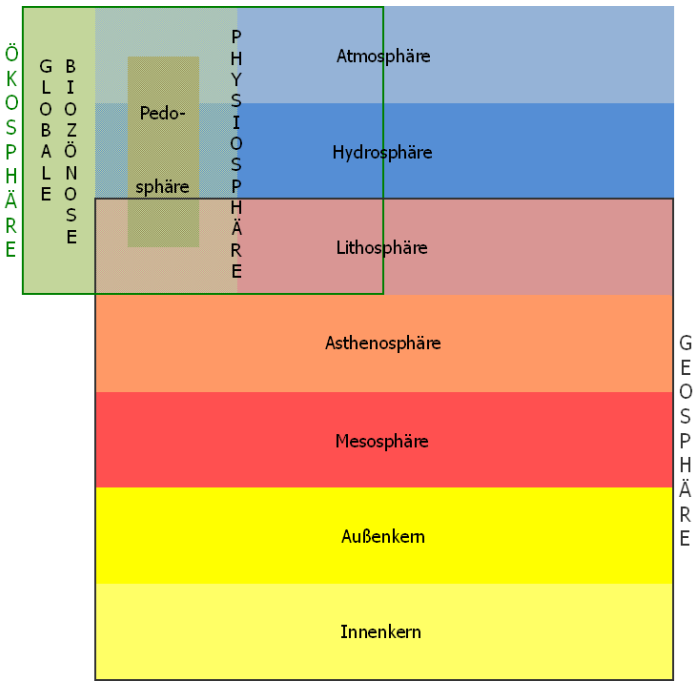
Definition(en): Standort-Faktoren
Standort-Faktoren sind die abiotischen und biotischen Einflussgrößen, die einen Lebensraum / Wohnort / Standort charakterisieren und sich auf die dort ansässigen Lebewesen auswirken.

Definition(en): Biogeozönose (Groß-Ökosystem)
Die Biogeozönose ist das dynamische Beziehungs-Geflecht zwischen den Lebewesen (Biozönose) und ihrer Umwelt (Biotop, Biom). Die Biogeozönose konn auch mit einem Ökosystem gleichgesetzt werden.

Systeme in der Ökologie sind durch viele – ineinander greifende – (Stoff-)Kreisläufe und langfrsitig eher ausgeglichene, dynamische Gleichgewichte gekennzeichnet.

Definition(en): (Stoff-)Kreislauf
Ein (Stoff-)Kreislauf ist ein periodischer, im Wesentlichen geschlossener, von mehreren Prozessen getragener Ablauf, bei dem die Ausgangs-Situation / der Ausgangs-Stoff wieder erreicht wird.
(Stoff-)Kreisläufe umfassen mehrere – in einem abgegrenzten und zusammenhängenden Prozess-System – ablaufende Vorgänge, die von einem Stoff oder Zustand wieder zu diesem zurückführen.

4.1. die Sphären der Ökosysteme



die Erdsphären
Q: de.wikipedia.org (Dreisam)

Begriff Späre ist von lat.= spaera (Gewölbe, Himmelsgewölbe, Hohlkugel) abgeleitet

Definition(en): Sphäre
Eine Sphäre ist ein Schicht / eine Hülle um ein Objekt, die durch bestimmte Merkmale oder Schichtdicken charakterisiert wird.

Reliefsphäre (früher Morphosphäre / Geomorphosphäre) beschreibt die Oberflächen-Formen an der Grenzfläche Lithosphäre zur Atmosphäre bzw. Hydrosphäre
praktisch die Außenhaut der Lithosphäre (zur Atmosphäre hin)
beschreibt also die Formen von Bergen, Tälern, Hängen, Hügelland usw. usf.
sachlich eine verfomte Fläche – also keine Sphäre im Sinne einer Schicht oder Hülle – die i.A. drei-dimensional verstanden wird
für biologische und ökologische Betrachtung von untergeordneter Bedeutung; wichtig in der Geographie

Gliederung nach Lage:

- **subaerische Reliefsphäre** — Relief der terrestrischen Erdoberfläche
- **submarine Reliefsphäre** — Relief des Meeresgrundes
- **subglaziale Reliefsphäre** — Relief unter Gletschern und dem Inlandeis
- **litorale Reliefsphäre** — Relief der Küsten (Übergang submarine und subaerische Reliefsphäre)

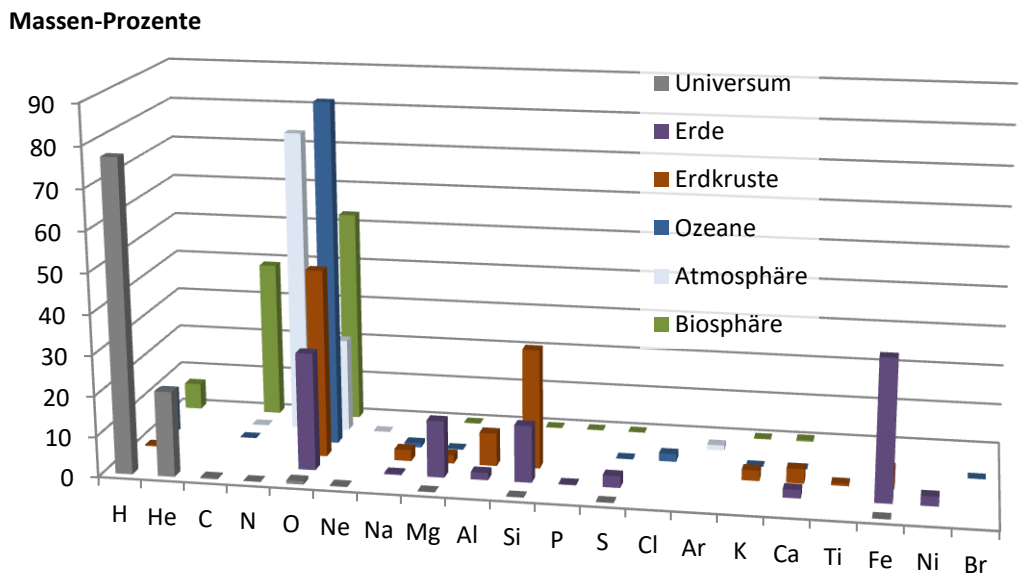
Gliederung nach vorherrschenden Relief-bildenden Vorgängen:

- **Reliefsphäre der Abtragungsgebiete** — durch Abtragung und Erosion gebildetes Relief
- **Reliefsphäre der Transportgebiete** — durch Transport-Vorgänge geformtes Relief
- **Reliefsphäre der Ablagerungsgebiete** — durch Ablagerung und Sedimentation gebildetes Relief

Definition(en): trophogene Zone
Die trophogene Zone ist der Nährstoff-erzeugende Bereich (Schicht) einer Sphäre.
Die trophogene Zone ist der Bereich einer Sphäre, in der die Produzenten leben können (normalerweise aufhalten.

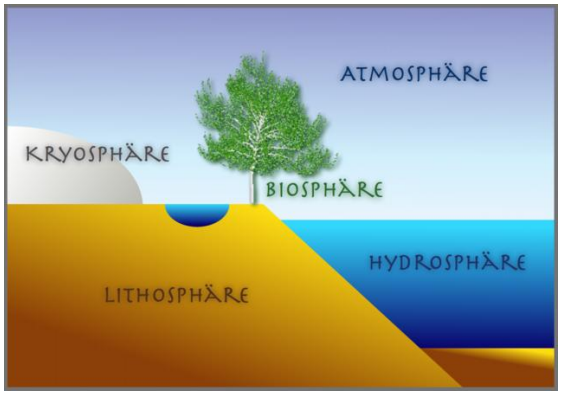
Definition(en): tropholytische Zone
Die tropholytische Zone ist der Nährstoff-zersetzende / -umwandelnde Bereich (Schicht) einer Sphäre.
Die tropholytische Zone ist der Bereich einer Sphäre, in der sich die Konsumenten und Destruenten leben können / normalerweise aufhalten.

Definition(en): Kompensations-Zone
Die Kompensations-Zone ist der Grenzbereich zwischen trophogener und tropholytischer Zone.

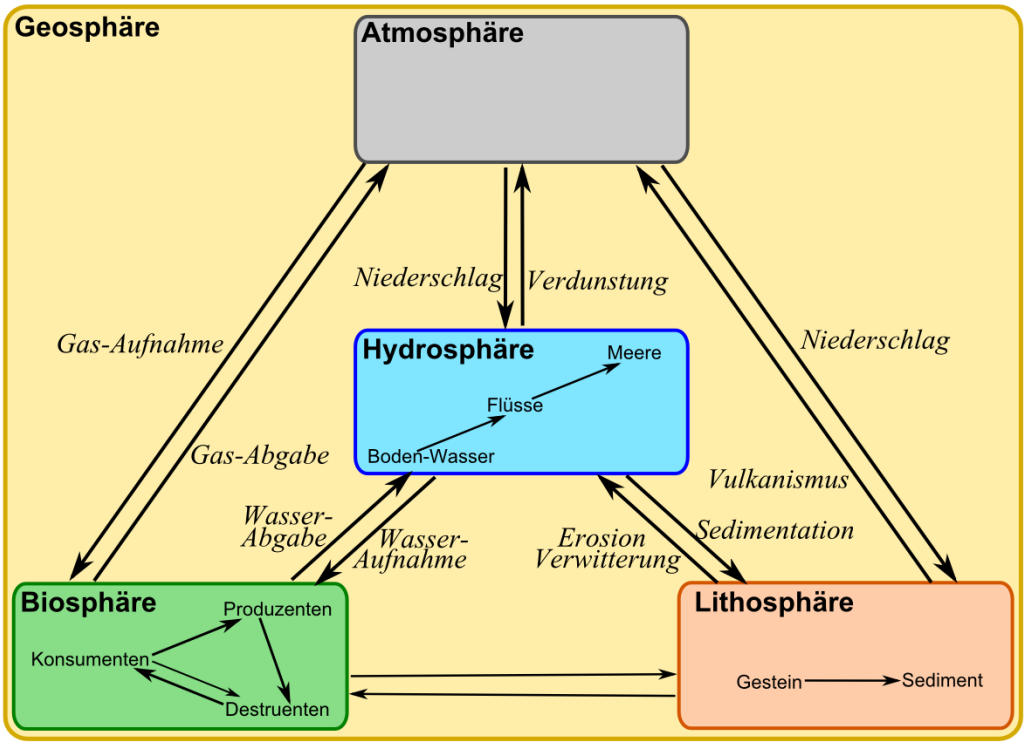


Massen-Prozent-Anteile der jeweils 10 (bei Athmospäre nur 5) häufigsten Elemente
Daten-Q: /41, S. 1/

4.1.1. Geosphäre

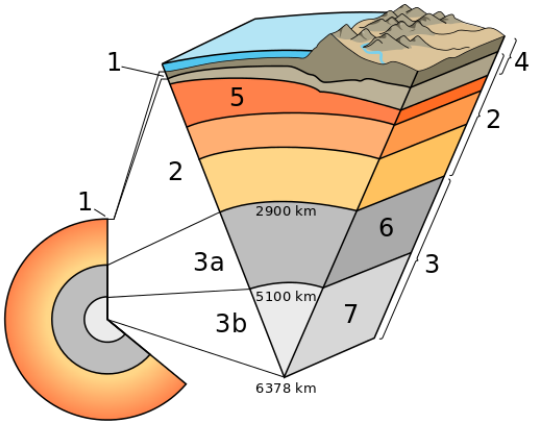


Verbund der Sphären
Q: de.wikipedia.org (Hannes Grobe)



4.1.1.1. Lithosphäre

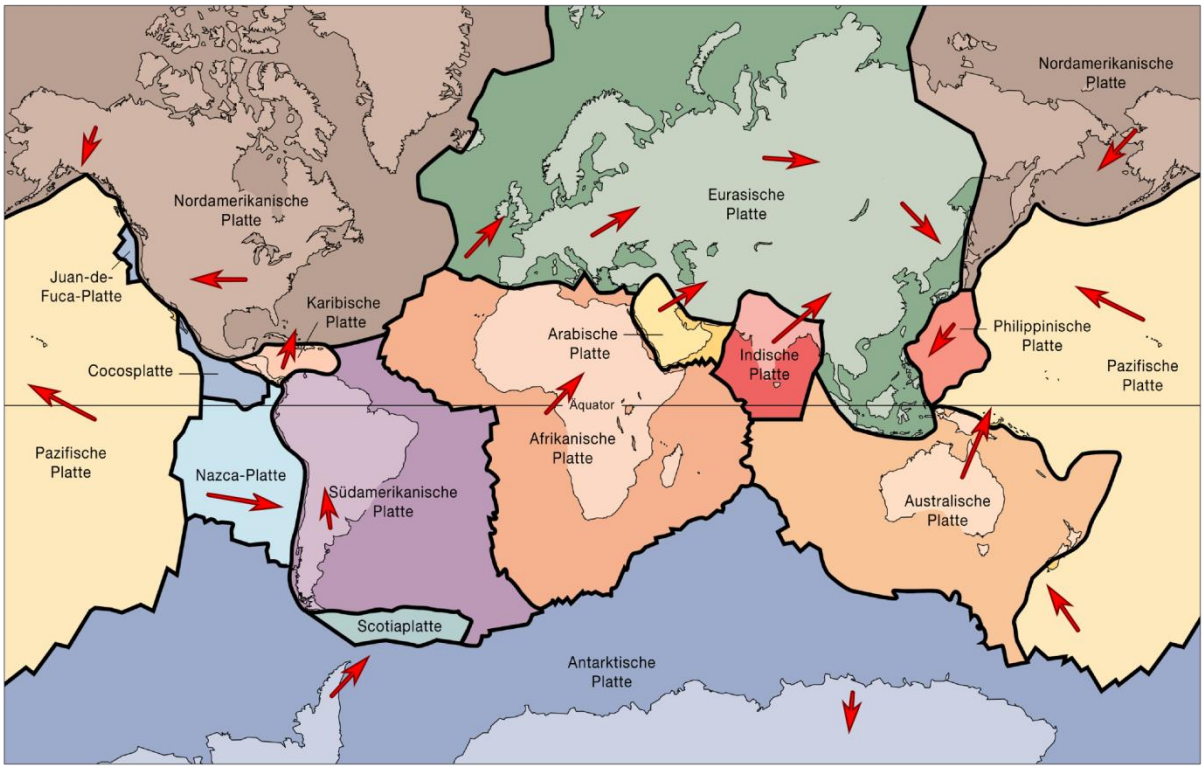
frei übersetzt: steinerne Hülle



innerer Bau der Erde
Q: de.wikipedia.org (Anosofiapaixao)

Definition(en): Lithosphäre
Die Lithosphäre ist die äußere, feste Schicht des Erdkörpers.
Die Lithosphäre ist die Gesteinshülle der Erde.

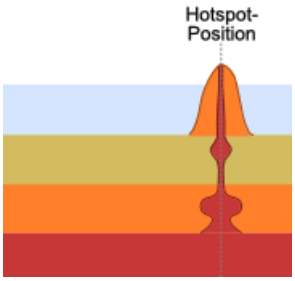
Platten-Tektonik



Q: usgs.gov (erw. (Haupt-Bewegungs-Richtungen und –Stärke): dre)

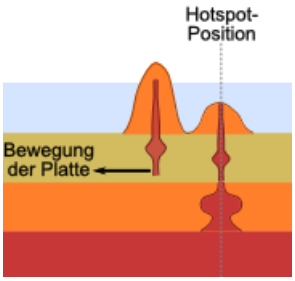
→ Erdbeben

Vulkanismus



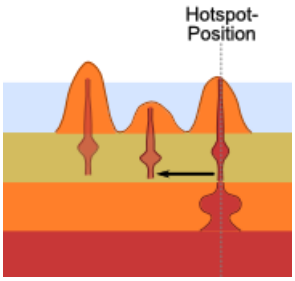
biologisch vor allem als neue Lebensräume interessant
vor allem aus ökologischer und evolutions-biologischer Sicht

völlig neue Entwicklungen möglich
Zufalls-bestimmte Neubesiedlung

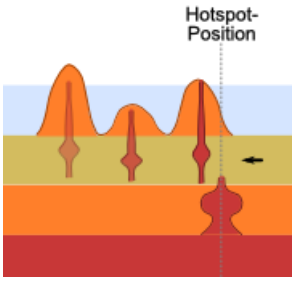


Herausbildung neuer Ökosysteme
je nach Richtung von tektonischer Bewegung und allgemeinen Wind- und Wasser-Bewegungen
z.T. sogar immer nur Besiedlung von weiter entfernten Inseln oder Festländern möglich
oder eben von vorliegenden Inseln der Gruppe

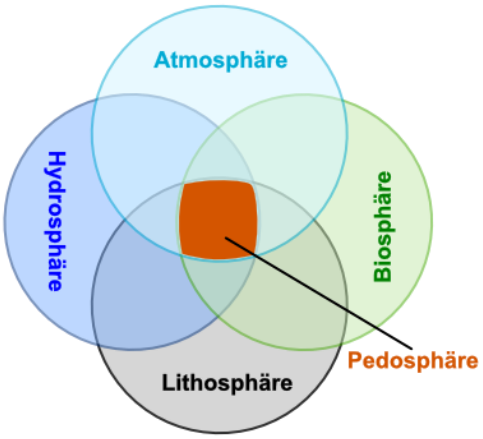
→ Radiation, Auslese, …



→ Sukzession



4.1.1.2. Pedosphäre



Definition(en): Pedosphäre
Die Pedosphäre ist der Bodenraum / die von Böden eingenommene Erdoberfläche.

Funktionen des Bodens:

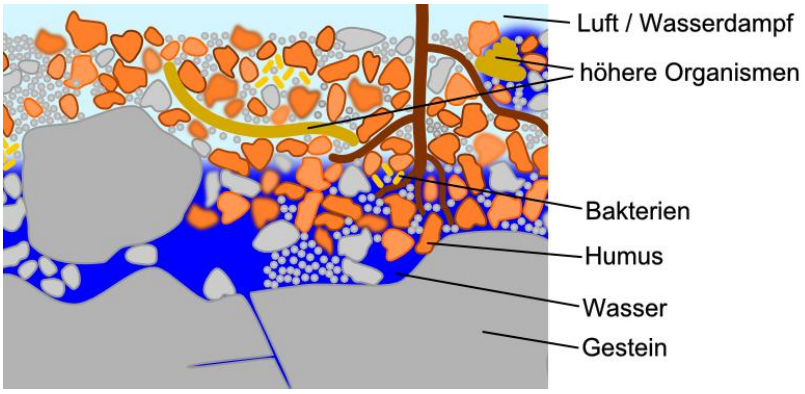
- Tragfläche
- Rohstoff-Ressource
- Informationsträger
- Ausgleichskörper
- Filter und Puffer
- Lebensraum
- Bio-Reaktor
- Pflanzen-Standort

4.1.1.2.1. Boden-Region

??? Abgrenzung

extreme Durchmischung der Hauptsphären

ganz spezieller Lebens-raum



Edophan ist die Gesamtheit, der im Boden lebenden Organismen

wichtig ist die Durchmischen (Bioturbation) des Bodens durch höhere Organismen (Würmer, Schnecken, Insekten, Maulwürfe, …)

Pedogenese (Boden-Bildung) sehr komplexer, variabler, z.T. langwieriger und störanfälliger Vorgang

50 % feste Bestandteile / 50 % Poren (zu 50 % mit Wasser gefüllt, 50% Bodenluft)
bei festen Bestandteilen 40 – 47 % mineralische Bestandteile; 3 – 10 organische Substanzen in Torf-Böden bis 25 % organische Bestandteile

mineralische Bestandteile
hauptsächlich Silikate, besonders Tonmineralien (schichtförmige, quellfähige Aluminiumsilkate (z.B. Koalinit: $Al_2[(OH)_4Si_2O_5]$ und Montmorillonit: $Al_2[(OH)_2Si_4O_{10}]*n\ H_2O$))
diverse Ionen (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, Na^+, NO_3^-, NH_4^+, PO_4^{3-}, …) Kationen an den Tonmineralien gebunden
es kommt zum Austausch von Al^{3+}-Ionen gegen Mg^{2+}-Ionen; Einlagerung weiterer Kationen als Ladungsausgleich

organische Bestandteile
Humus = abgestorbene tierische und pflanzliche Biomasse, charakteristisch sind hochmolekulare Huminstoffe; an verschiedenen funktionellen Gruppen werden Nährstoff-Ionen gebunden; binden aber auch Schwermetalle
z.T. sind die Huminstoffe wasserlöslich → dunkle Frabe von Bodenwasser
Ackerböden enthalten 1 – 2 %; gute Schwarzerde bis 7 % Huminstoffe; Weideböden meist mit rund 10 % Humus

im Boden sind die anorganischen und organischen Bestandteile über verschiedenste Bindungen und Kräft aneinander gebunden / geheftet → Ton-Humus-Komplex

schwache Huminsäuren greifen langsam die Tonmineralien an und bauen sie so ab → Freisetzung neuer Nährstoff-Ionen

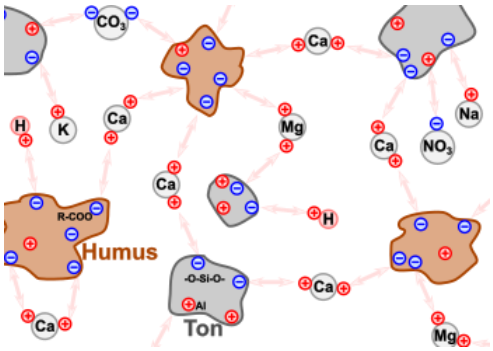
Boden funktionier wie Ionen-Austauscher
bei saurem Regen werden die Nährstoff-ionen durch die überschüssigen Wasserstoff-Ionen verdrängt / ausgewaschen → Boden versauert
mögliche Gegenmaßnahme ist Kalken (Zusatz von Ca^{2+})

Definition(en): Boden
Der Boden ist die oberste, feingliedrige, belebte Schicht der Lithospäre.

Boden entsteht im Wesentlichen durch Erosion von Gesteinen und Lebens-Aktivitäten von hier wirkenden Organismen.
Neubildung pro Jahr nur rund 0,1 mm
bewohnt von der Makrofauna (Säugetiere), Mesofauna (Würmer, Insekten) und Mikroorganismen (Bakterien, Pilze)

Boden-Versiegelung und Boden-Verfestigung große aktuelle Boden-ökologische Probleme
→ Erdrutsche, Überschwemmungen, …
Nährstoff-Übersättigung durch Überdüngung / unkontrollierte Düngung
Auswaschung überschüssiger Nährstoffe (führt zu Eutrophierung von Grundwasser, flüssen und Seen)
Schadstoff-Belastung (Herbizide, Schwermetalle, Biozide, …)

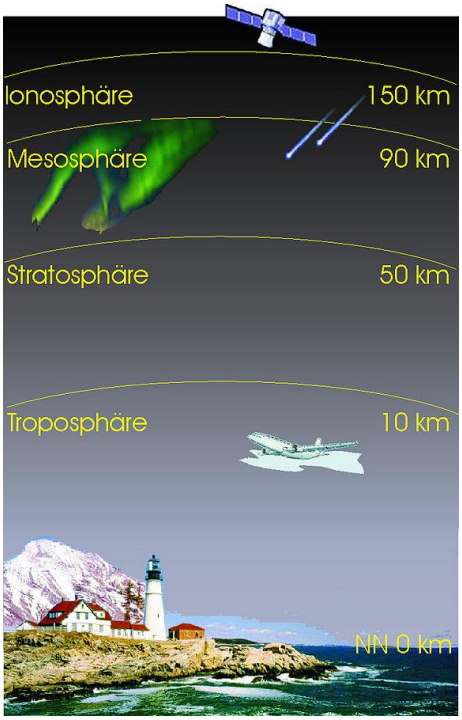
Humus-Ton-Komplex



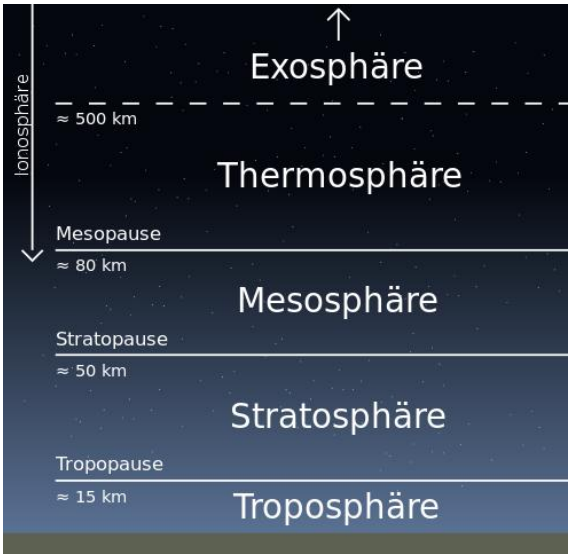
fehlender oder geringerer Humus-Anteil bewirkt schlechteres Wasser-Speichervermögen
Teilchen liegen dichter beeinander
es fehlen die wichtigen Ca^{2+}-Ionen als Pflanzen-Nährstoff
kaum noch Ionen-Austausch-Kapazitäten

4.1.2. Atmosphäre

Leben bis untere Mesospäre nachgewiesen



Hauptspären der Atmosphäre
Q: de.wikipedia.org ()



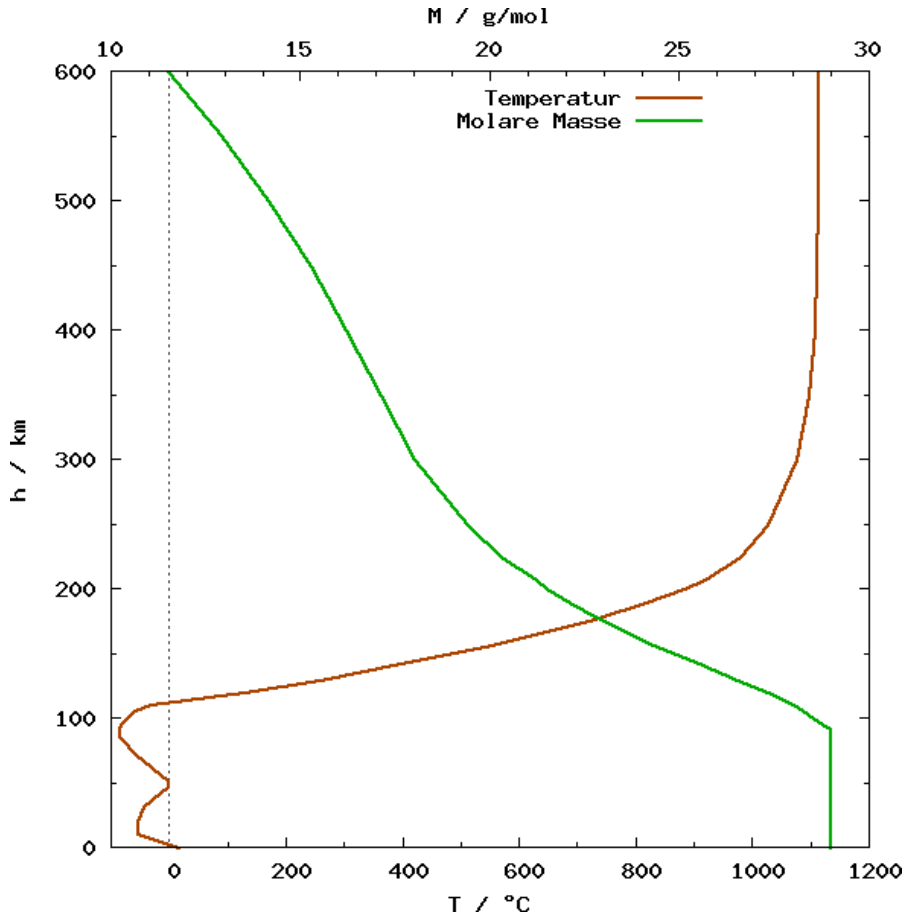
Q: de.wikipedia.org (Niko Lang)

Definition(en): Atmospäre
Die Atmospäre ist die Lufthülle der Erde.

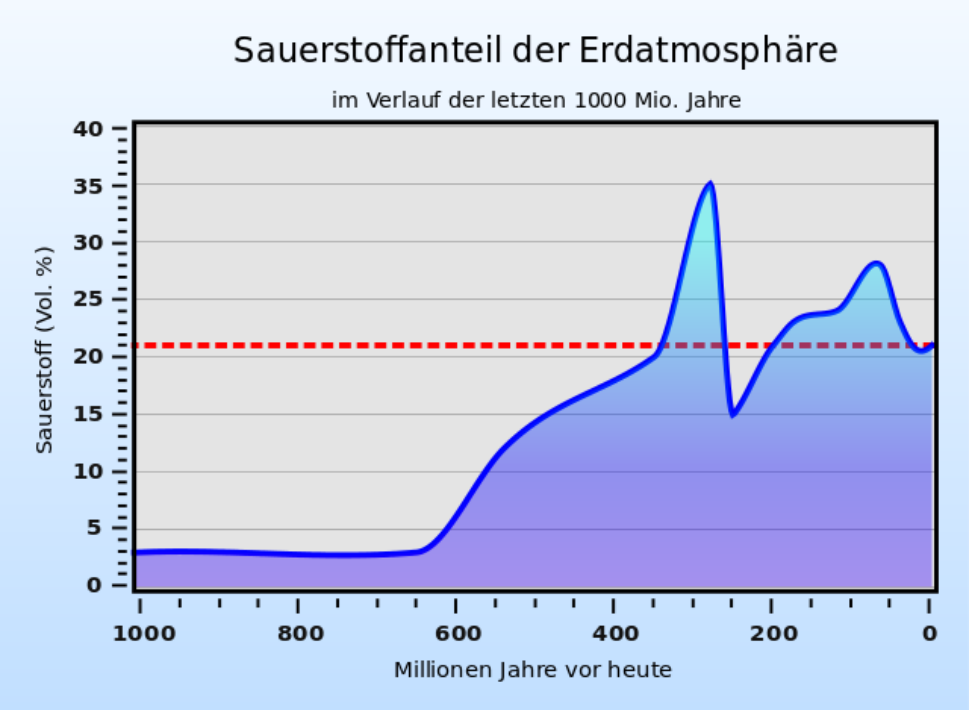
bis 10 km Höhe Troposphäre Lebensraum der Lebewesen, Bereich des Wetter-Geschehens

über 10 km Höhe bis rund 50 km Stratosphäre; z.B. Ozon-Schicht

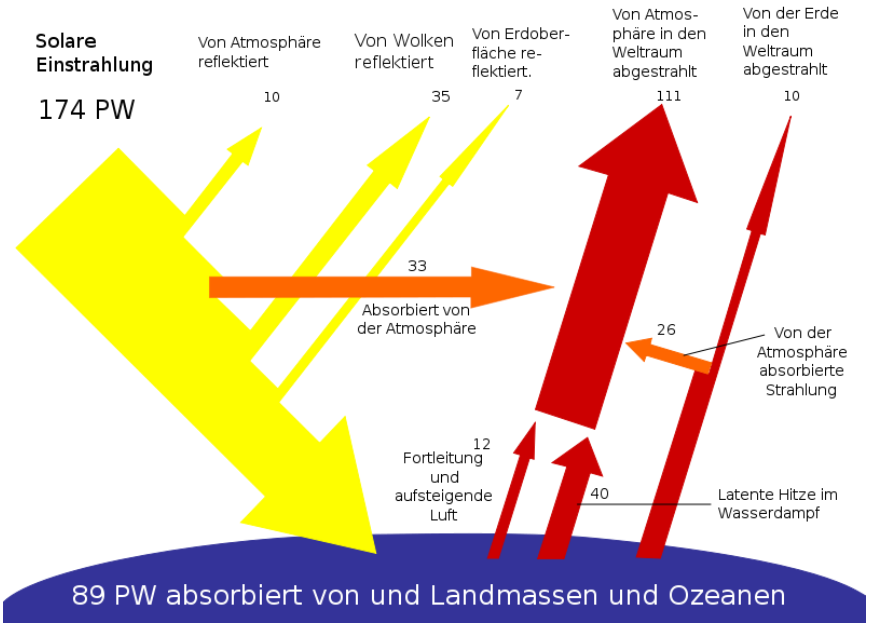
bis 100 km relativ homogene Gas-Mischung, lediglich der Wasser-Gehalt nimmt zu den höheren Schichten immer mehr ab (Homosphäre)
in 100 km Höhe die Turbopause (Grenzschicht zwischen Homosphäre und Hetrosphäre)
über 100 km Höhe Hetrosphäre, gekennzeichnet durch Gase im atomaren Zustand (Sauerstoff, Helium, Wasserstoff) aber auch Ozon



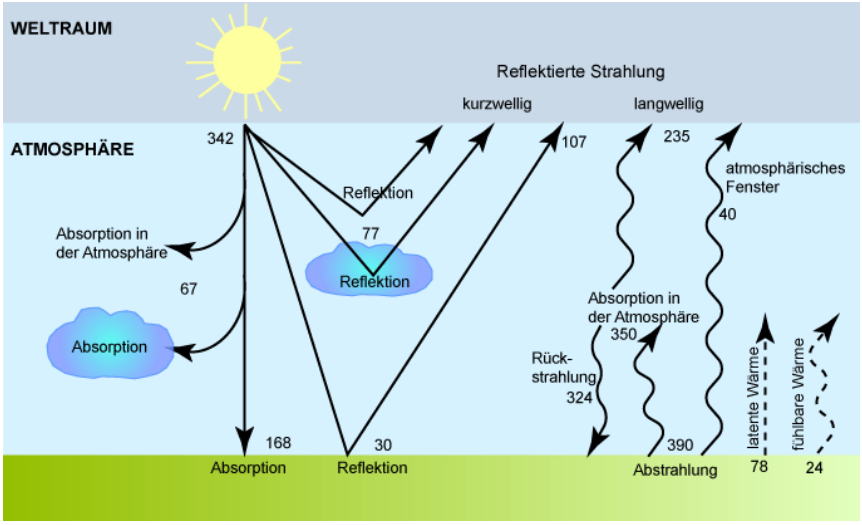
Veränderung der molaren Masse und
der Tempertur innerhalb der Atmospäre
Q: de.wikipedia.org (SiriusB)



Veränderung des Sauerstoff-gehaltes
in den letzten 1 Mrd. Jahren der Erdgeschichte
Q: de.wikipedia.org (LordToran)



Q: de.wikipedia.org (User A1 + Matt)



Q: wiki.bildungsserver.de (Kathi)

weiter gute Übersicht: Wie funktioniert das? S. 41 (→ Übersichten kombinieren!!!)

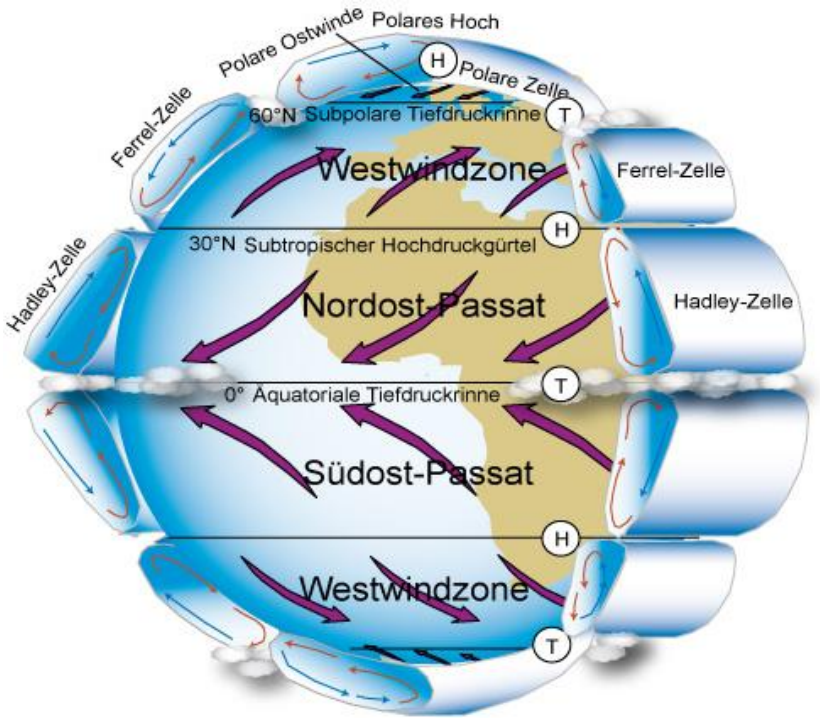
Strahlungs-Bilanz der Erde

Einstrahlung 178.000 TW a = 1.559.280.000 TW h = 1.559 EW h = 5,62 * 10^{24} J = 5,62 10^{12} TJ = 5,62 * 10^{6} EJ

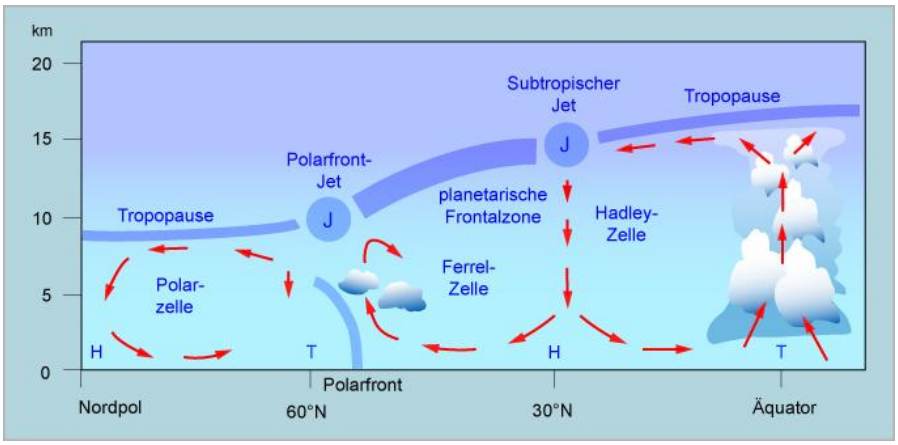
andere Angabe: 174 PW

Wind-Entstehung durch Ausgleich unterschiedlicher Druck-Verhältnisse; entstehen z.B. durch Erd-Erwärmung durch die Sonne (warme Luft steigt nach oben, Luftdruck sinkt dadurch → Tiefdruck-Gebiet (kurz: Tief); an anderer Stelle Abkühlung der Erdoberfläche (z.B. Nachts) → Hochdruck-Gebiet (kurz: hoch); Luft fließt vom Hochdruck- zum Tiefdruck-Gebiet; Ablenkung durch CORIOLIS-Kraft (Erdrotation) Bildung von Wirbeln (Nordhalb-Kugel in Uhrzeiger-Sinn (Ablenkung nach rechts), Südhalb-Kugel entgegengesetzter Uhrzeiger-Sinn)

Landwind-Systeme
→ Wie funktioniert das? S. 47



Q: wiki.bildungsserver.de (Dieter Kasang)



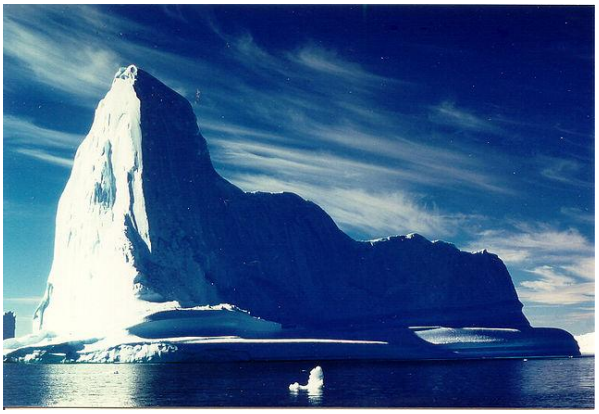
Q: wiki.bildungsserver.de (Dieter Kasang)

Bergwind-Systeme
→ *Wie funktioniert das? S. 47*

Wolken-Entstehung durch Abkühlung des Wasserdampfes in der Luft / Senkung der Aufnahmefähigkeit der Luft für Wasser (steigende relative Luftfeuchtigkeit) an geladenen Kondensations-Keime (z.B. Staub-Partikel,), A
Ladung durch Strahlung

4.1.3. Hydrosphäre

Wasser einziger Stoff der in allen drei Aggregatzuständen unter natürlichen bedingungen auf der Erde vorkommt
allgemein als Voraussetzung für die Entstehung von Leben angesehen (gilt zumindestens für Erd-ähnliches Leben aus Proteinen und Nukleinsäuren)



Wasser in seinen drei Aggregatzuständen
Q: de.wikipedia.org (Sir48)

unbeachtet ist in der Tabelle gebundenes Wasser in Mineralien bzw. freies Wasser in unteren Gesteinschichten

Wasser-typ / Vorkommen	Volumen [km^3]	Anteil [%]	
Meerwasser	1'338'000'000	96,54	
salziges Grundwasser	12'870'000	0,93	
Salzseewasser	85'000		
gesamt (Salzw.)	**1'350'955'000**	**97,47**	
Eis	24'364'000	1,76	
süßes Grundwasser	10'535'000	0,76	
Bodenfeuchte	16'000		
Oberflächenwasser	105'000		
atmosphärisches W.	13'000		
organismisches W.	1'000		
gesamt (Süßw.)	**35'029'000**	**2,53**	
gesamt (irdisches W.)	**1'385'984'000**	**100**	

im atmospärischen Wasser ist besonders viel Austausch-Bewegung
ungefähr alle 10 Tage wird das gesamte Wasser einmal erneuert

Definition(en): Hydrosphäre
Die Hydrosphäre ist der Raum der Erde, der durch Wasser – besonders in der flüssigen Form charakterisiert ist.

Modell-Gleichungen zur Beschreibung des Wasser-Kreislaufes (Wasser-Haushalt des Territoriums)

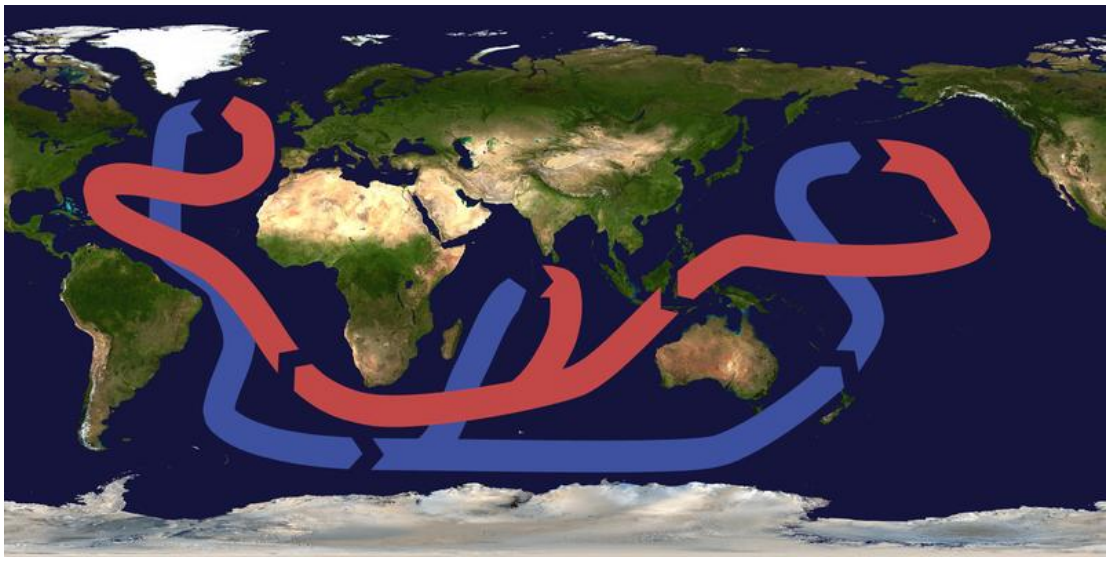
$R = U + S$	R .. Gesamt-Abfluss U .. (ständiger) unterirdischer Abfluss S .. oberirdischer Abfluss
$P = U + S + E$	P .. atmosphärischer Niederschlag E .. Verdunstung
$W = P - S - U + E$	W .. Bodenfeuchte (jährliche Infiltration, jährliche Erneuerung der Bodenfeuchte)
$K_u = \frac{K}{W}$	K_u .. Koeffizient der Speisung der Flüsse durch Grundwasser K ..
$K_E = \frac{F}{W} = 1 - K_u$	K_E .. Koeffizient der Verdunstung F ..

nach: LWOWITSCH (1959, 1963); aus /38, S. 172/

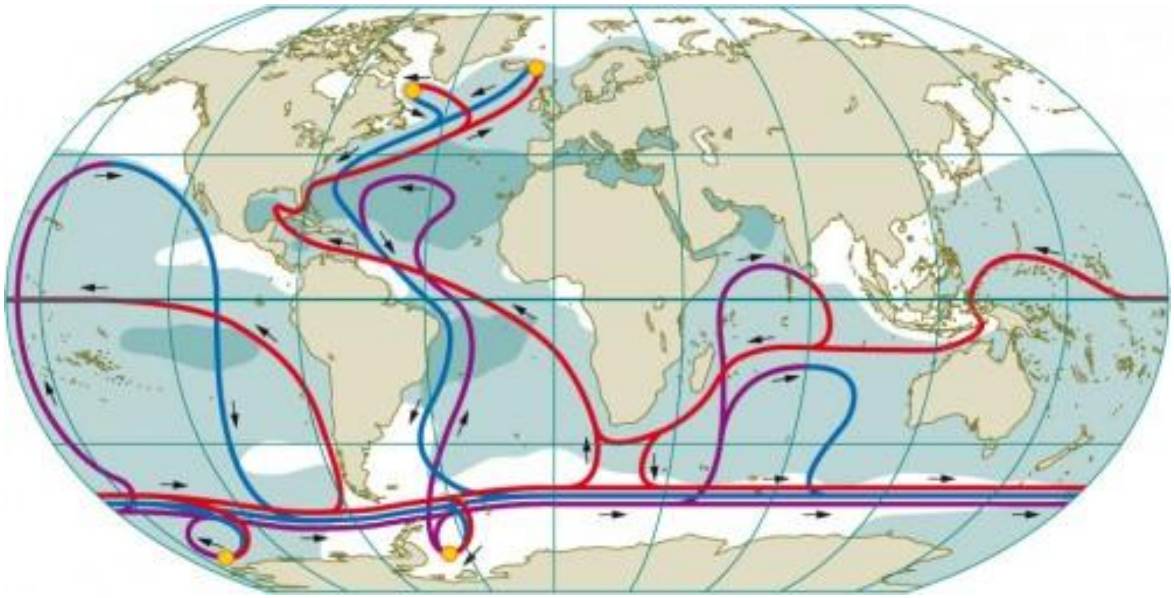
Hydrobios = Halobios + Limnobios

Definition(en): Hydrobiosphäre
Die Hydrobiosphäre ist der Wasser-Raum der Erde, der von Organismen besiedelt ist.

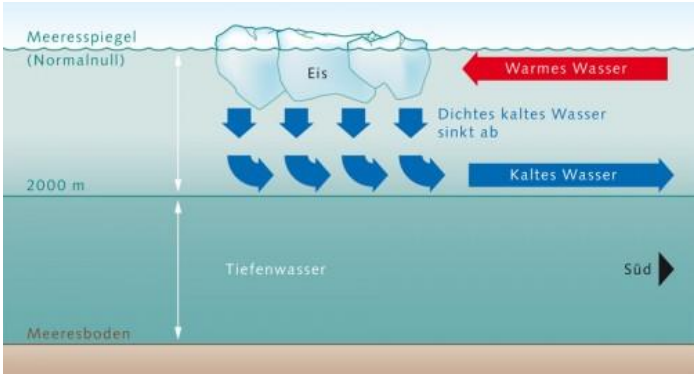
Meeres-Strömungen



globales Strömungs-Band (vereinfacht)
Q: de.wikipedia.org (Brisbane)



ozeanische Strömungen
(blau: kaltes, salzreiches (Tiefen-)Wasser; rot: warmes (Oberflächen-)Wasser;
gelbe Punkte: Konvektionszonen; weiße Flächen: niedriger Salzgehalt;
dunklere Wasserflächen: salzreiche Gebiete)
Q: worldoceanreview.com (wor-1)

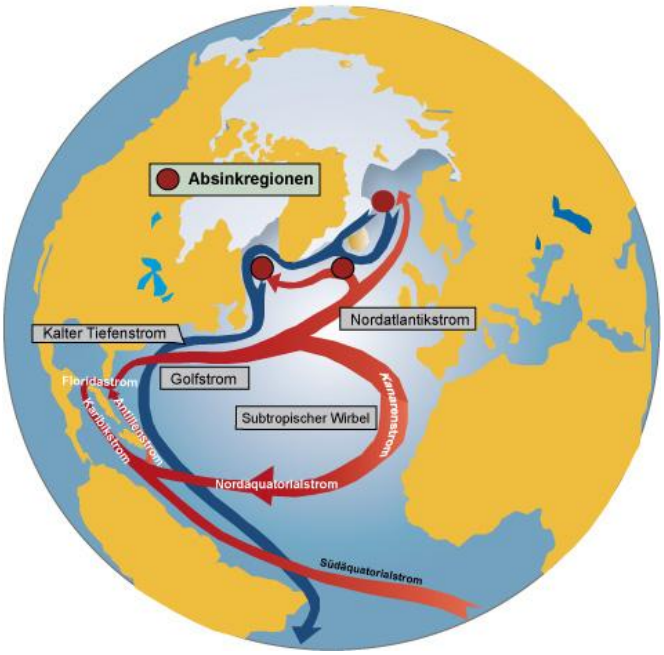


Konvektion im Nordadlantik
(kaltes Salz-haltiges Wasser sinkt ab, Nährstoff-reiches
Tiefenwasser steigt an anderer Stelle auf)
Q: worldoceanreview.com (wor-1)

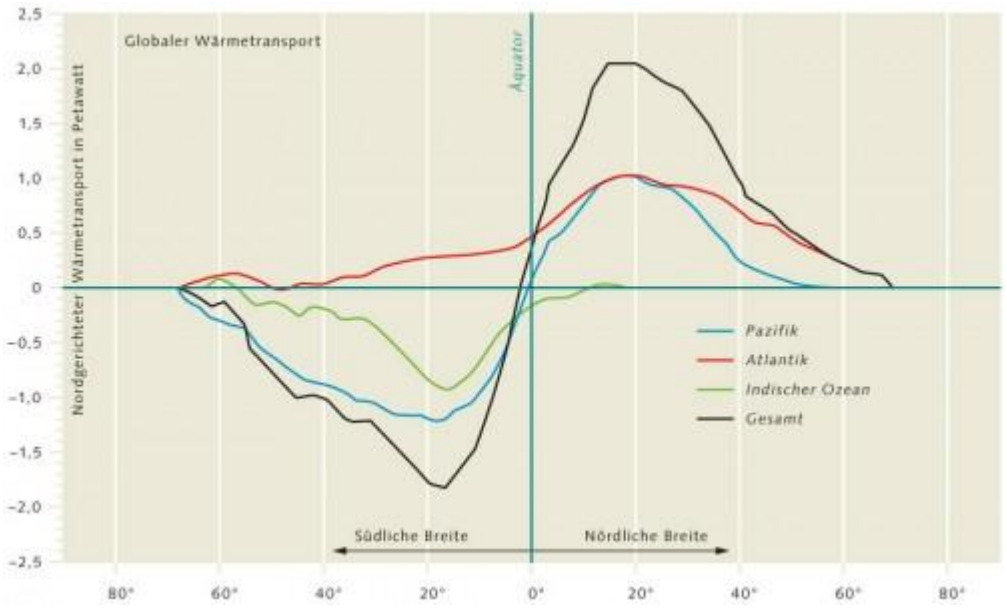
ausgeprägte Strömungs-Konstelation bestimmt Biomasse-Produktion, Wetter → Klima Europa; besonders Nordeuropa

z.Z. Absinken der Strömungs-Intensität beobachtet

? Gefahr des Zusammenbruch des Golfstrom → ??? Gefahr des Zusammenbruchs des nordatlantischen Systems



die Wasserzirkulation im Nordatlantik
Q: wiki.bildungsserver.de (Dieter Kasang)

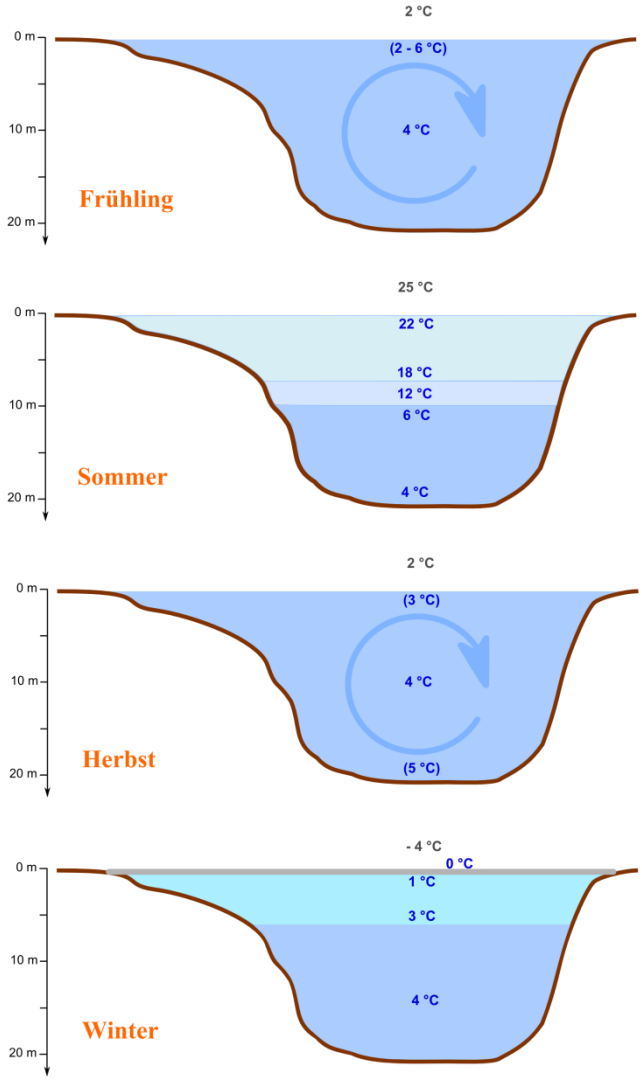


Warmetransporte der Ozeane
Q: worldoceanreview.com (wor-1)

Motor ist Westwind-Drift um die Antarktis und die Temperatur-Unterschiede zwischen den polaren und äquatorialen Wasser-Massen
kaltes Wasser ist dichter und sinkt ab
warmes Wasser steigt auf
Richtungen von den Formen der Kontinente bestimmt und vom unterseeischen Boden-Relief

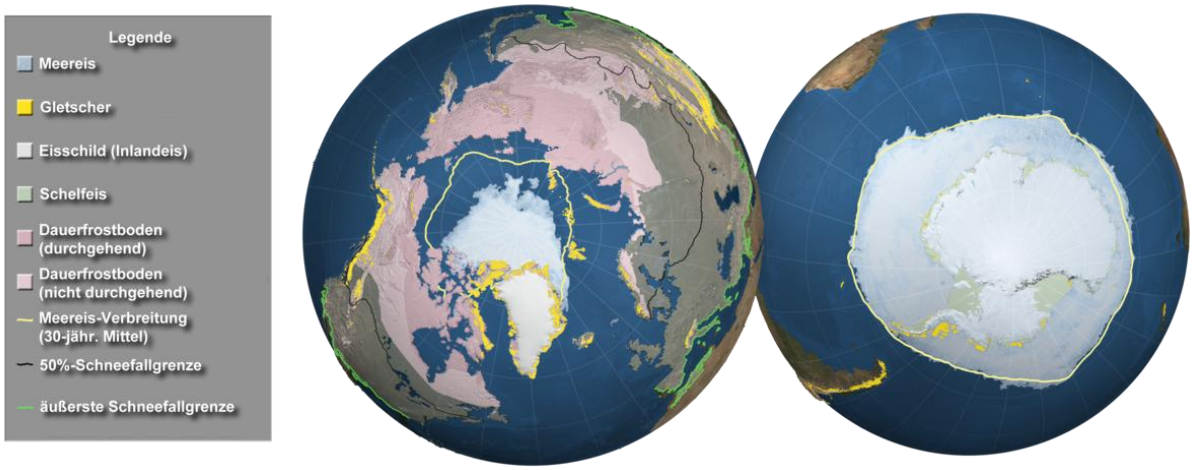
kleiner Wasser-Kreislauf

Wasserkreislauf
Q: de.wikipedia.org (USGS; http://ga.water.usgs.gov)



Stagnation = stabile Wasser-Schichtung ohne bzw. mit wenigen Austausch-Bewegungen
Zirkulation = verteilende / vermischende Bewegung des Mediums

4.1.3.1. Kryosphäre



Kryosphäre der Erde
Q: de.wikipedia.org (Goddard Multimedia)

Definition(en): Kryosphäre
Die Kryosphäre ist der Raum der Erde, der durch gefrorenes Wasser und Boden charakterisiert ist. Zur Kryosphäre gehören die Polarkappen, das Eis der Meere, Flüsse und Seen sowie die Gletscher und der der Permafrost-Boden.

rund 10 % der Landfläche und rund 6,5 % der Wasser-Oberfläche

rund 30 Mill km^3 Wasser (rund 69 % des globalen Süßwasser) gebunden

vollständiges Schmelzen würde eine Anhebung des meeres-Spiegels um 70 m bedeuten
bei einer Eiszeit senkt sich der Meeres-Spiegel bis zu 120 m

bedeutsam wegen Rückstrahlung von Strahlung aus dem Weltall (Albedo) beträgt zwischen 50 und 90 % → globale Erwärmung (aber auch dadurch mehr Wolken etc. mehr Rückstrahlung und Absorbtion in der höheren Atmosphäre) trotzdem aber Verstärkung des Energie-Eintrags in die Atmosphäre (Wolken bilden isolierende Schicht vor allem für Wärme-Strahlung)

4.1.4. Biosphäre

allgemein schwierig zu fassen
z.T. abstrakte Modelle (Funktionen der Organismen in der Biosphäre: Produzenten, Konsumenten und Destruenten)

besser auf der Ebene der Ökosysteme fassbar

Definition(en): Biosphäre
Die Biosphäre ist der Raum der Erde, der von Lebewesen bewohnt und genutzt wird.
Die Biosphäre – auch Biogeosphäre oder Geobiosphäre – ist die Gesamtheit der belebten Räume auf der Erde.
Die Biosphäre ist der belebte Raum der Erde. (praktisch das größte (bekannte) Ökosystem)

Definition(en): Biozönose
Eine Biozönose ist die Kombination / Gemeinschaft verschiedenster Arten von Organismen in einem abgerenzten Lebensraum (Biotop). früher auch: Biocoenose
Eine Biozönose ist ein stabiles Gefüge von verschiedenen, charakteristischen Populationen, die in einem Biotop zusammenleben.
Eine Biozönose ist die Lebensgemeinschaft von Organismen in einem Ökosystem.
Die Biozönose ist der biotische Teil eines Ökoystems. Der abiotische Teil ist das Biotop.
Die Biozönose ist die Summe aller Populationen bzw. Populations-Teile in einem Biotop.

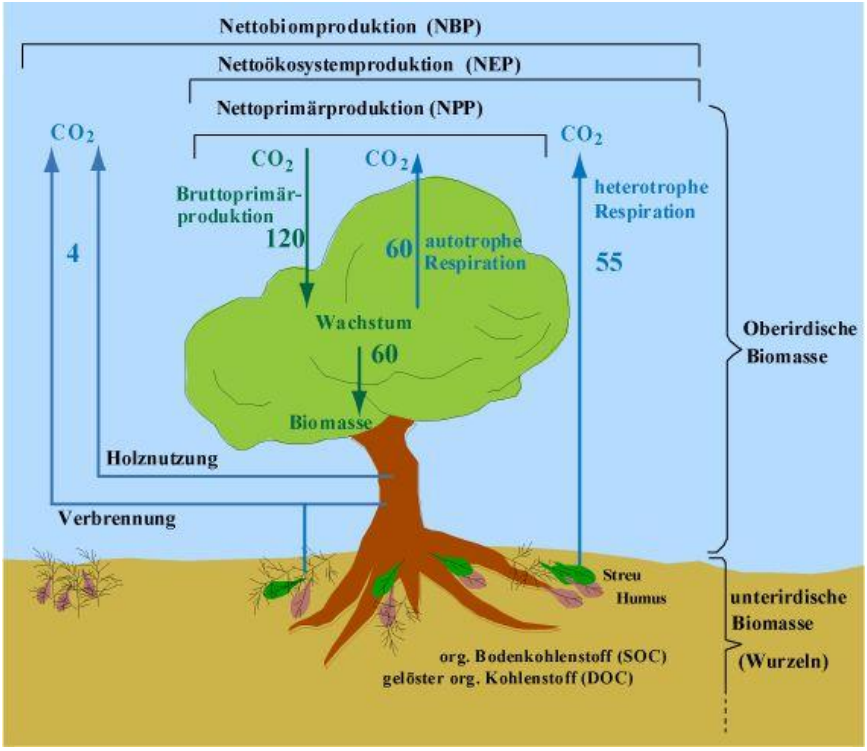
Biozönotik oder Biozönologie ist ein Teilgebiet der Synkologie

Begriff 1877 von Karl August MÖBIUS nach Untersuchungen auf einer Austern-Bank geprägt (als "Lebensgemeinschaft" verstanden)
alte Schreibweise: Biocönose, Biocoenose

Definition(en): Vegetations-Zone
Eine Vegetations-Zone ist die Zusammenfassung aller gleichartigen oder sachlich zusammengehörenden Pflanzenformationen einer Klimazone.

Definition(en): Biom
Das Biom ist die vorherrschende Lebensgemeinschaft (Biozönose) oder gleich das gesamte vorherrschende Ökosystem eines ausgedehnten Bereiches der Erdoberfläche.
Ein Biom ist ein konkreter Großlebensraum mit seinen potentiell darin vorkommenden Organismen sowie den unbelebten Umweltfaktoren.

der Begriff Biom wird heute auch als **Bio**for**m**ation intepretiert



CO_2-Kreislauf
Q: wiki.bildungtsserver.de (Kathi)

Definition(en): Biochorie
Biochorien sind Ansammlungen von Arten und Lebenwesen an bestimmten Orten in einem Lebensraum / Ökosystem (z.B. Aas, Nester, absterbenden Bäume, …).
Biochorien sind die Lebensgemeinschaften von kleinen / abgegrenzeten Kleinst- bzw. Mikro-Ökosystemen.

Definition(en): Pflanzen-Gesellschaft
Eine Pflanzen-Gesellschaft ist eine typische Lebensgemeinschaft mehrerer Pflanzen-Arten auf ähnlichen / gleichen Biotopen.

Definition(en): Biogeozön-Komplex (Lebens-Gemeinschaften)
.

Definition(en): Biogeozön (Lebens-Gemeinschaft)
.

Definition(en): Synusie
.
Teilsystem

Definition(en): Phytozönose
Die Phytozönose ist die Gemeinschaft aller Pflanzen-Arten eines Biotops.

Definition(en): Assoziation
Eine Assoziation ist eine Kombination typischer / charakteristischer Pflanzen-Arten auf ähnlichen / gleichen Biotopen.

Definition(en): Zoozönose
Die Zoozönose ist die Gemeinschaft aller Tier-Arten eines Biotops.

Definition(en): Produzenten
Produzenten sind die Lebewesen, die aus anorganischen, Energie-armen Stoffen mit Hilfe externer Energie organische, Energie-reiche Stoffe / Biomasse bilden.

Definition(en): Konsumenten
Konsumenten sind die Lebewesen, die sich von anderen Organismen (Produzenten oder Konsumenten) ernähren und dabei die organischen, Energie-reichen Stoffe umwandeln und zur Energie-Gewinnung abbauen.

Destruenten (Remineralisierer)

Definition(en): Destruenten
Destruenten sind die Lebewesen, die (zumeist) abgestorbenes organisches, Energie-reiches Material (Organismen oder deren Absonderungen und Überreste) in Energie-ärmere organische und / oder anorganische Stoffe umwandeln.

Mineralisation = Rückführung der organischen Substanzen in anorganische Moleküle und / oder Ionen

Gliederung nach Größe / Umfang
Ökosphäre
Ökosystem
Ökozone
Ökoregion
Ökochorie / Ökochore (Übergänge zwischen Ökochoren sind die Ökotone)

Ökotop
Physiotop

4.1.5. Anthroposphäre

sachlich Teil der Biosphäre
zusätzliche Struktur-Ebenen / Aspekte lassen aber Extrastellung zu
Soziosphäre
Technospäre

Definition(en): Anthroposphäre
Die Anthroposphäre ist der Raum der Erde sowie der erdnahe Bereich, der von Menschen bewohnt und genutzt wird.

Ökosystem
nach Daniel BOTKIN: Gruppe von Lebensgemeinschaften verschiedener Arten, die zur gleichen Zeit am gleichen Ort leben und gemeinsam einen Zustrom von Energie und Materie nutzen; Ökosystem ein Ausschnitt aus der Erdoberfläche, in dem Energie und Materie durch das Wirken der Organismen schnelle Kreisläufe durchlaufen; mit angrenzenden Ökosystemen wird Energie begrenzter und langsamer ausgetauscht bzw. in größeren Kreisläufen transportiert

Biozönose (Lebenraum)

Biotop (abiotische Umwelt)

Sukzession und Klimax

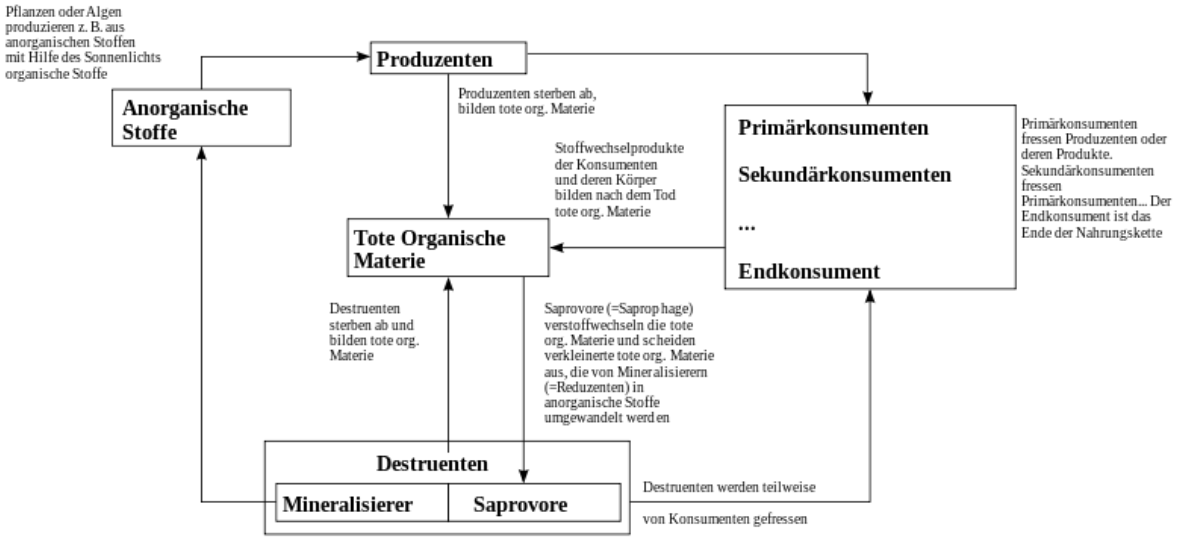
Definition(en): Ökozone
Eine Ökozone ist eine großräumige Zusammenfassung gleichartiger oder sachlich zusammengehörender Ökosysteme, die auf Grund gleicher oder ähnlicher Land- oder Boden-Formen, Vegetationszonen, Zonobiome und auch der Nutzung durch den Menschen charakterisiert sind.

Flächen-Bedarf **Okosystem-Typ**	**Minimal-Areal**	
groß		
Baum-arme Flächen-Biotope	100 – 1.200 ha 500 -1.200 ha	
Flach- und Hochmoore	500 -1.200 ha	
subatlantische Heiden		
Küsten-Salzwiesen	500 -1.200 ha	
Watt	1.000 – 20.000 ha	
durchschnitl. Flächen-Biotope	200 – 800 ha	
Trockenrasen		
Wälder		
Heiden		
Hoch- und Niedermoore		
oligotrophe Seen	100 ha	
Wälder	100 ha 200 – 800 ha	
Moore	100 ha 200 – 800 ha	
Heiden	50 ha	
Fließ-Gewässer (Oberläufe)	50 ha	
mittel		
Magerrasen	10 ha	
Feuchtwiesen	10 ha	
Salzstellen (Binnenland)	10 ha	
Binnendünen	5 ha	
Auen-Wälder	5 ha	
Hochstauden-Fluren	5 ha	
Trockenrasen	3 ha	
Sand- und Fels-Fluren	3 ha	
klein / gering		
Teiche	1 ha	
Tümpel	1 ha	
Quell-Töpfe	1 ha	
Hohlwege	1 ha	
Hang-Aufschlüsse	1 ha	
Kleinbiotope	10 -100 m^2	
Tümpel		
Weiher		
Quellen		
Wasserfälle		
Wild-Pfade		
Salzstellen		
Saumbiotope	5 – 10 km x 3 – 50 m	
Wald-Ränder		
Ufer-Streifen		
Röhrrichte		
Bäche		

Q: /37, S. 349 (nach JEDICKE 1990)/, /37, S. 350 (nach Öko-Almanach 91/92)/

4.2. Stoff- und Energie-Flüsse in Ökosystemen

Stoffkreisläufe:
Stoffumsetzung innerhalb der Ökosysteme erfolgt innerhalb schneller als zwischen verschiedenen / angrenzenden Ökosystemen, aber kein System ist vollständig isoliert oder verwertet Stoffe / Elemente / ... alleine oder unabhängig



Q: de.wikipedia.org (Blerim Haliti, MichaelFrey, Biggerj1)

Energie-Flüsse vorrangig linear durch das Ökosystem
zirkulierender Energie-Teil relativ gering (steckt in der Biomasse)

Ökosysteme sind nur durch ein Recycling ihrer Stoffe gekennzeichnet
durch Fließgleichgewicht überdeckt

Definition(en): Trophie
Unter der Trophie versteht man die Funktions-Stufe autotropher Organismen.

Definition(en): Autotrophie
Ist die Ernährungsweise / Ernährungsform, mit der sich Organismen aus (Energie-armen) anorganischen Stoffen heraus selbst mit (Energie-reichen) organischen Stoffen versorgt. Als Energie-Quellen werden entweder chemische Prozesse (Redox-Reaktionen) oder Licht benutzt.

Definition(en): Heterotrophie
Ist die Ernährungsweise / Ernährungsform, die ihren Energie- und Stoff-Bedarf aus Energie-reichen, organischen Stoffen decken und Energie-ärmere Stoffe abgeben.
Heterotrophie ist die Ernährungsweise von Organismen, die auf verschiedene organische Nährstoffe angewiesen sind.

Definition(en): Mixotrophie
Ist die ständige oder zeitweise Kombination bzw. der mögliche Wechsel zwischen der auto-trophen und der hetereotrophen Ernährung.

Definition(en): Saprobie
Unter der Saprobie versteht man die Funktions-Stufe **heterotropher** Organismen.

Definition(en): Primär-Produktion
Unter der Primär-Produktion versteht man die Gesamtheit der autotrophen Biomasse-Produktion.

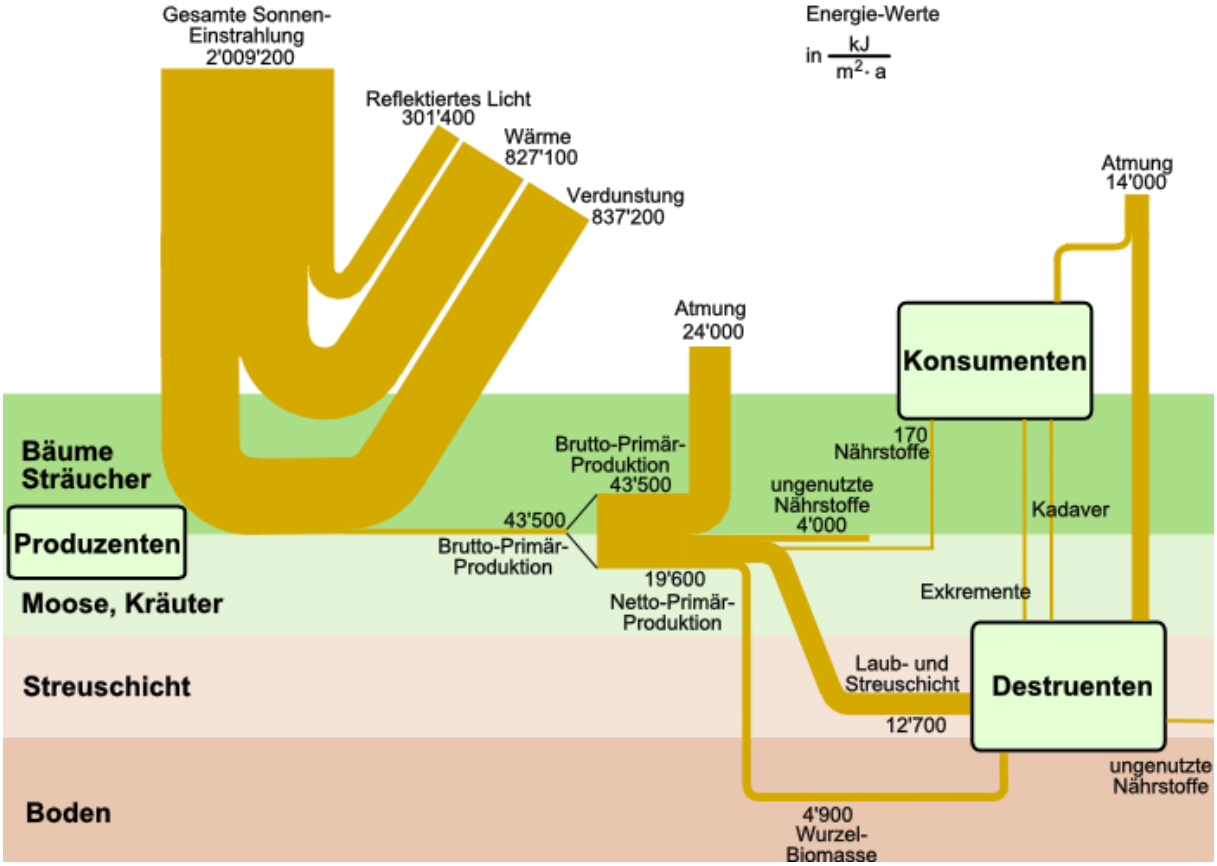
Definition(en): Sekundär-Produktion
Unter der Sekundär-Produktion versteht man die Gesamtheit der von heterotroph lebenden Organismen betriebene Biomasse-Produktion.

Definition(en): Primär-Konsumtion
.

Definition(en): Sekundär-Konsumtion
.

Definition(en): Tertiär-Konsumtion
.

Definition(en): Akkumulation
Unter Akkumulation versteht man die Anreicherung bestimmter Stoffe (z.B. Gifte, Schwermetalle, …) in Nahrungsketten / Stoff-Kreisläufen.



Energiefluß in einem Laubwald
(nach GOSZ et.al.; 1978)

	Trophie (Ernährung)			
	Autotrophie		**Heterotrophie**	
	Phytoautotrophie	**Chemoautotrophie**	"Photoheterotrophie"	"Chemoheterotrophie"
Energie-Quelle(n)	einzige Energie-Quelle ist Licht	einzige Energie-Quelle sind anorg. Stoffe	Licht organische Verbindungen als H-Quelle	
stoffl. Energie-Quellen		H_2, H_2S, HNO_2, NH_3, Fe^{2+}		Kohlenhydrate(, Eiweiße, Fette)
energetische Produkte				CO_2, H_2O
Nährstoffe	CO_2, H_2O			Kohlenhydrate, Eiweiße, Fette
Produkte	Kohlenhydrate(, Eiweiße, Fette), O_2	Kohlenhydrate(, Eiweiße, Fette), O_2		
Organismen(-Gruppen)	grüne Pflanzen	Archaeen Bakterien	einzelne rote und grüne Schwefel-Bakterien	Konsumenten, Destruenten
	meist auch C-, N- und S-autotroph	häufig auch C-, N- und S-autotroph		

4.2.1. Nahrungsbeziehungen

Ernährungs-Art / -Typ	Nahrung Energie-Gewinn	Beispiel(e)	
autotroph			
Photosynthetisierer			
grüne Pflanzen Blaualgen	durch Photosynthese $6\ CO_2 + 6\ H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$ $\Delta_R H = +2872$ kJ/mol	*Eiche* *Wasserpest* *Kugel-Alge* *Faden-Alge*	
Chemosynthetisierer			
Schwefelbakterien			
Eisenbakterien			
Knallgasbakterien			
Methanbakterien			
heterotroph			
Herbivore Phytophage	Pflanzenfresser	*Rind* *Reh*	
Carnivore Zoophage	Tierfresser / Fleischfresser	*Fuchs*	
Omnivore	Allesfresser	*Mensch* *Schwein*	
Detritophage	Abfallfresser	*Regenwurm*	
Saprophage	Moderfresser (ernähren sich von totem oder zersetzten organischen Stoffen)	*Fliegen-Maden* *Pilze*	
Nekrophage	Aasfresser	*Geier* *Totengräber* *Hyänen*	
Coprophage	Kotfresser	*Fadenwürmer*	

Trophiestufe	typische Vertreter-Gruppen / Ernährungs-Art / -Typ	Beispiele
Primärproduzenten	autotrophe Organismen (mit Photo- oder Chemo-Synthese) grüne Pflanzen, Algen, Blaualgen	*Weizen; Klee; Kastanie; Kugelalge; Blasentang; Fadenalge*
Primärkonsumenten Konsumenten 1. Ordnung	Herbivore bzw. Phytophagen	*Feldmaus, Reh, Rind, Wildente, Insekten-Larven, Kaul-Quappen*
Sekundärkonsumenten Konsumenten 2. Ord.	Carnivore bzw. Zoophagen	*Mauswiesel, Fuchs, Teichfrosch*
Tertiärkonsumenten Konsumenten 3. Ord.; Endkonsumenten	Übercarnivore bzw. Gipfel-Raubtiere	*Mäusebussard, Seeadler, Storch, Mensch*
Destruenten und Reduzenten Zersetzer	Detritophagen, Saprophagen, Nekrophagen und Coprophagen	*Regenwurm, Fadenwürmer, Schwarzer Pinsel-Schimmel, Steinpilz, Totengräber, Mistkäfer*

Definition(en): Produzenten
Produzenten sind autotroph lebende Organismen, die aus ihren anorganischen (Energie-armen) Nährstoffen organische und Energie-reiche Biomasse bilden. Als Energie-Quelle dienen entweder die Strahlungs-Energie der Sonne (→ Photosynthese) oder chemische Vorgänge (→ Chemosynthese).

Definition(en): Konsumenten
Konsumenten sind heterotroph lebende Organismen, die sich von pflanzlichen (Konsumenten 1. Ordnung) oder tierischer Biomasse (Konsumenten 2. od. 3. Ordnung) ernähren. Sie wandeln Körper-fremde in Körper-eigene organische Stoffe um. Die notwendige Energie wird durch Abbau der Energie-reichen, organischen Stoffe gewonnen.

Definition(en): Destruenten
Destruenten sind heterotroph lebende Organismen, die Energie-reiche Biomasse in Energie-ärmere organische Stoffe abbauen.
Destruenten sind die Lebewesen, die sich von toter Biomasse ernähren (und sie (letztendlich) in anorganische Stoffe zersetzen).

Definition(en): Reduzenten
Reduzenten sind heterotroph lebende Organismen, die Energie-haltige organische Stoffe in Energie-arme anorganische Stoffe abbauen.

Nahrungskette

Reihe aus Produzent, Primärkonsument, ev. weiteren Sekundärkonsumenten und dem Gipfel-Raubtier (Tertiärkonsument)

> Eines stellt die Natur aus dem anderen her,
> und sie läßt immer Neues entstehen
> aus anderer Dinge Verwesung.
> LUKREZ

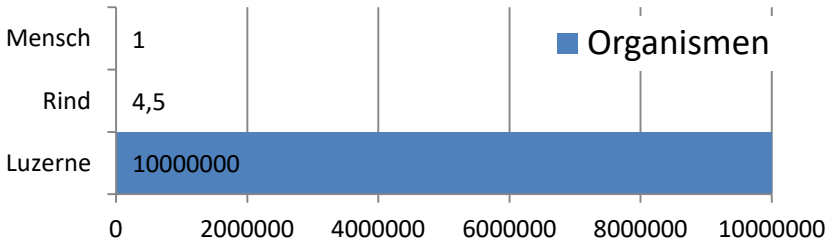
Nahrungsnetz

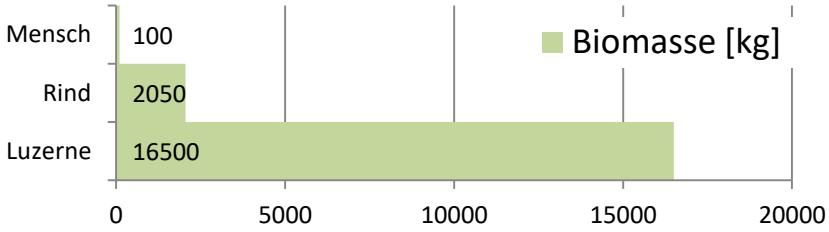
vermaschtes System mehrerer Nahrungsketten od. -Beziehungen

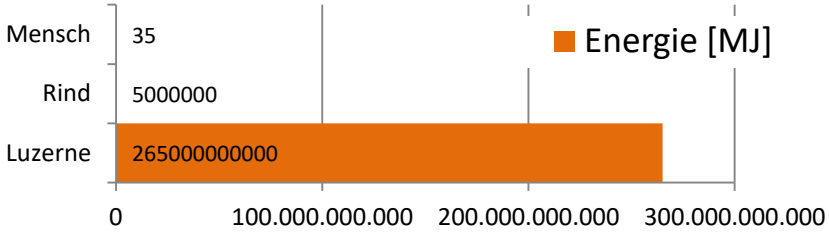
Produktivität

Definition(en): Biomasse
Die Biomasse ist die Gesamtheit des organischen Materials in einem Ökosystem / begrenzten Lebensraum / künstlichen Unterteilungs-Abschnitt (z.B. m^2, m^3, km^2 oder km^3)
Die Biomasse ist die gesamte organische Substanz, die durch Organismen erzeugt wird.
Biomasse ist die in einem abgegrenzten Lebensraum vorhandene organische Substanz.
Die Biomasse ist die Gesamtheit aller durch Lebens-Vorgänge hervorgebrachter und wieder verfügbar gemachter organsicher Substanzen in einem bestimmten Ökösystem / Lenesraum / …

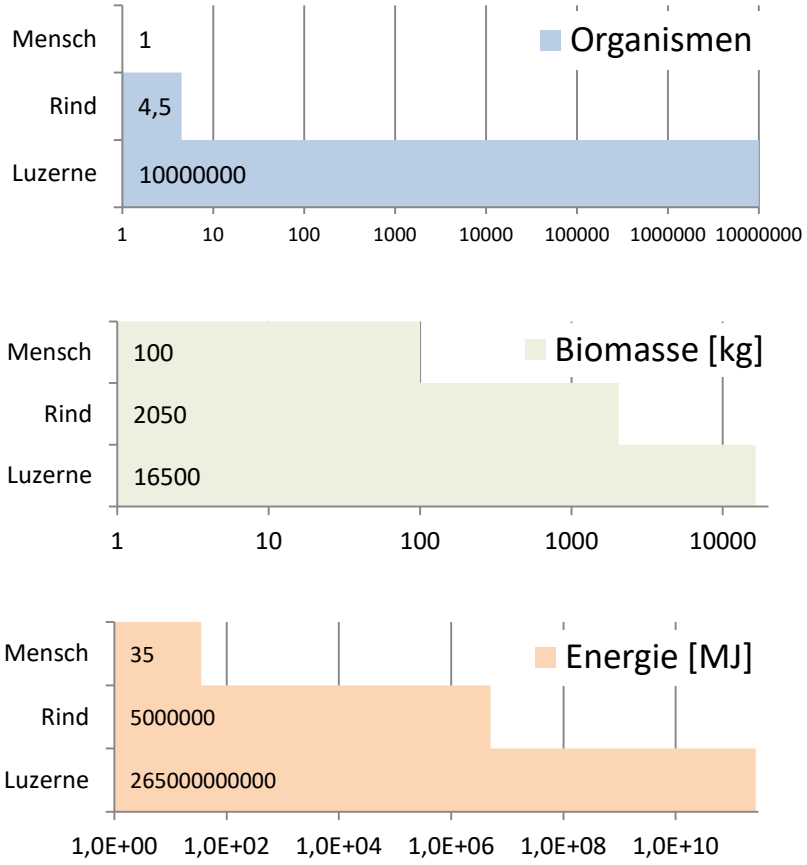
Betrachtet man dagegen die Biotop-Pyramiden, da kommt man zu einer völlig anderen Darstellung. Hier beanspruchen die Gipfel-Raubtiere einen wesentlich größeren Raum (bzw. Fläche) als die Produzenten.







Um die kleinen Werte in solchen Diagrammen nicht ganz untergehen zu lassen, nutzt man einen mathematischen Trick für die Skalierung der x-Achse. Diese wird nicht – wie meist üblich – linear geteilt, sondern logarithmisch. D.h. statt der additiven Erweiterung, vergrößern sich die Werte pro Skalen-Einheit um eine Zehner-Potenz. Dies erfordert eine erhöhte Aufmerksamkeit hinsichtlich der Abschätzung der Werte-Vergleiche als auch bei der konkreten Ablesung von Werten.



bei parasitischen, destruktiven bzw. rduzierenden Nahrungs-Beziehungen drehen sich die Pyramiden oftmals wieder um

Definition(en): Trophie-Stufe / Nahrungs-Stufe
Eine Nahrungsstufe ist der Energie-Gehalt einer Organismen-Gruppe mit einer bestimmten Stoffwechsel-physiologischen bzw. ökologischen (Grund-)Funktion.
(Typische) Trophie-Stufen von Ökosystemen sind die (Primär-)Produzenten, Primär-, Sekundär- und Tertiär-Konsumenten sowie die Destruenten. (Produzenten = Pflanzen, grüne Algen und Bakterien / Blaualgen; Primär-Konsumenten = Pflanzenfresser; Sekundär-Konsumenten = Fleischfresser 1. Ord.; Tertiär-Konsumenten = Fleischfresser 2. Ord.; Räuber; Destruenten = Zersetzer (Bakterien, Pilze, Würmer, …))

Trophiestufe	**aufgenommene Energie [kJ]**	**gespeicherte Energie [kJ]**	**ökologischer Wirkungsgrad [%]**	
Tertiär-Konsumenten	60	20		
			5,0	
Sekundär-Konsumenten	1.190	210		
			8,9	
Primär-Konsumenten	13.400	4.525		
			19	
Primär-Produzenten	70.500	35.000		

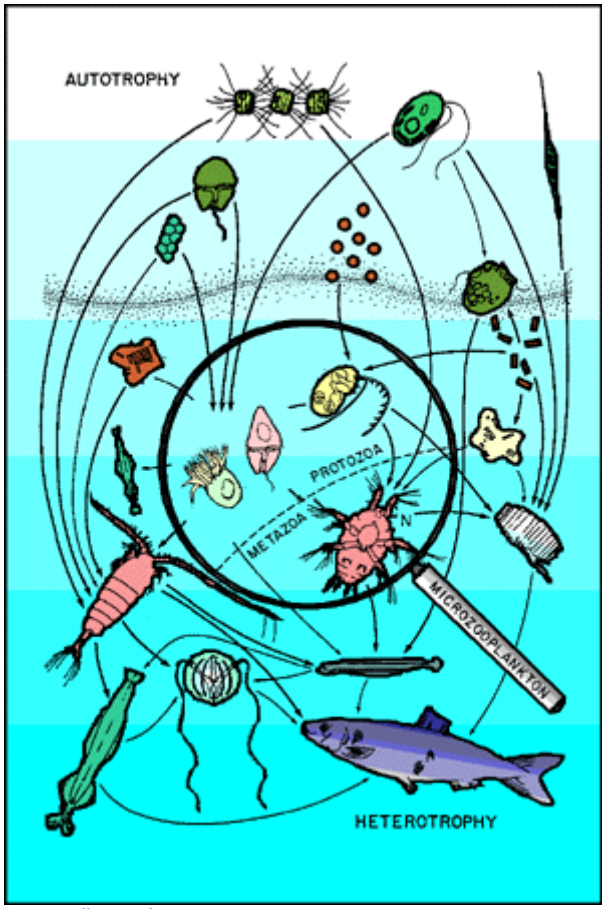
Q: /37, S. 261 (nach KUTTLER, 1993)/

Definition(en): Wirkungsgrad einer Nahrungsstufe
Der Wirkungsgrad einer Nahrungsstufe gibt an, welcher Anteil an Energie / Biomasse aus der vorherigen Stufe in ihr wieder aufgeht.. $$Q_N = \frac{Nettoenergie\ Stufe\ N \cdot\ 100\%}{Bruttoenergie\ StufeN} = \frac{Nettobiomasse\ StufeN \cdot 100\%}{Bruttobiomasse\ SufeN} = \frac{100\% \cdot Bruttoenergie\ StufeN-1}{Bruttoenergie\ StufeN}$$

Definition(en): Brutto-Produktion
.

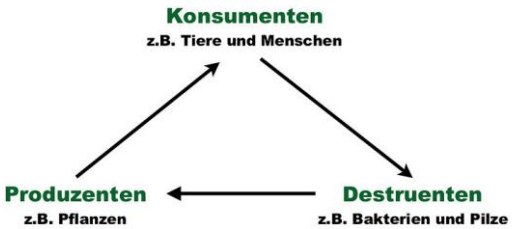
Definition(en): Netto-Produktion
Die Netto-Produktion ist die Differenz zwischen Brutto-Produktion und der abgestrahlten Atmungswärme.

Kompensations-Ebene = ist der Bereich, in dem die eigene Primär-Produktion vom der eigenen Heterotrophie aufgebraucht wird



Q: www.liv.ac.uk

trophische Gliederung



Q: de.wikipedia.org (GFJ)

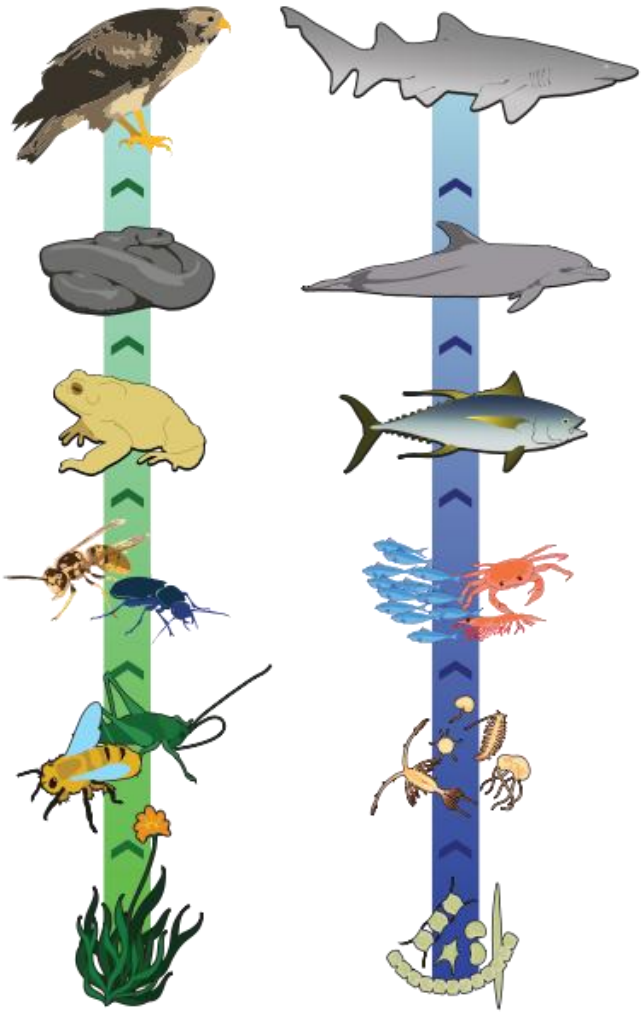
Q: de.wikipedia.org ()

Definition(en): Erosion
Erosion ist die Zerstörung und der Abtrag von Gesteinen und Boden durch Niederschläge, Temperatur-Unterschiede, fließendes Wasser, Eis, Wellenschlag, chemische und biochemische Vorgänge.

Definition(en): Emission
Emission ist die Abgabe von Stoffen (auch Rauch, Gase, Gerüche, Abwässer), Licht, Wärme, Geräusche und Strahlung an die Umwelt.

trophische Ebenen in Nahrungsketten

Trophie-Stufen



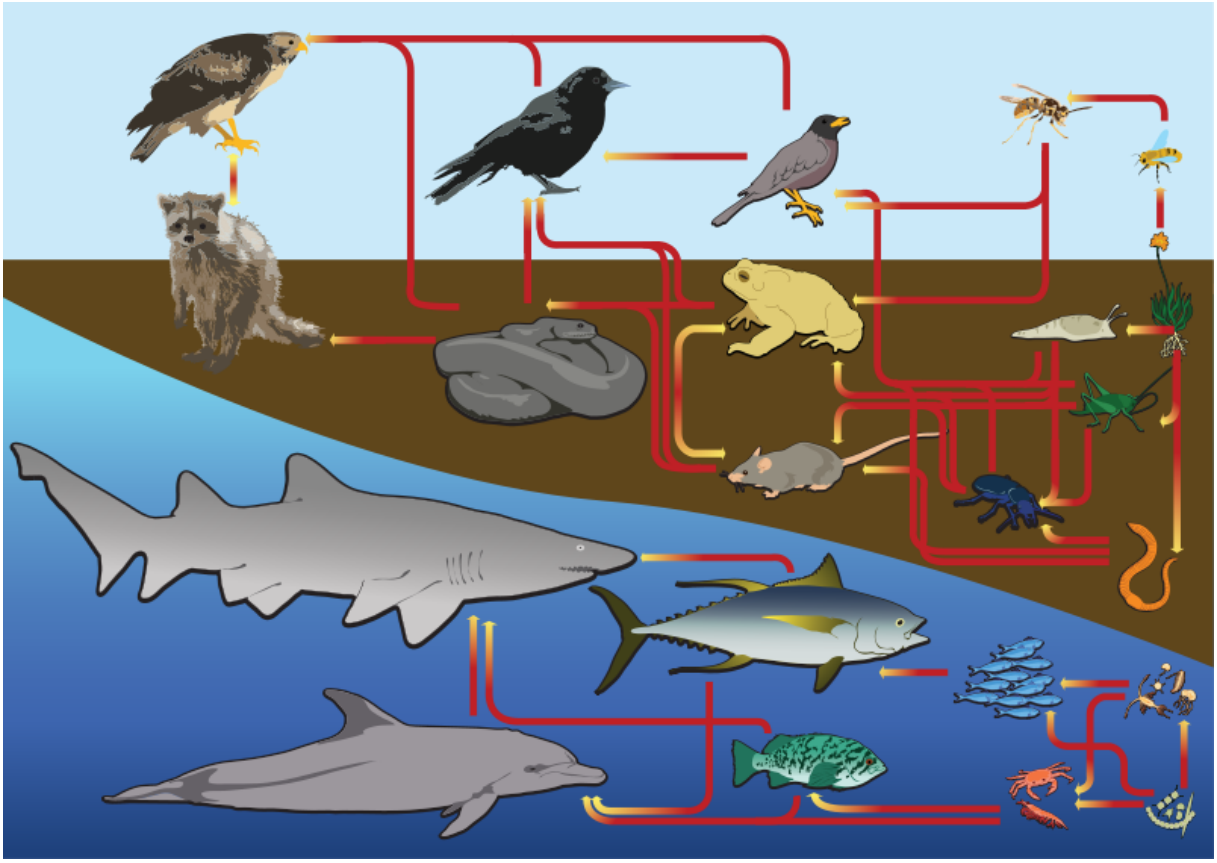
terrestrische und aquatische Nahrungs-Kette
Q: commons.wikimedia.org (LadyofHats)

Trophiestufen-Pyramiden

Definition(en): Nahrungsstufen-Pyramide
Eine Nahrungsstufen-Pyramide ist ein – nach bestimmten quantitativen und oder semiquantitativen Kriterein – hierarchisch geordnetes Nahrungs-Beziehungs-Gefüge.

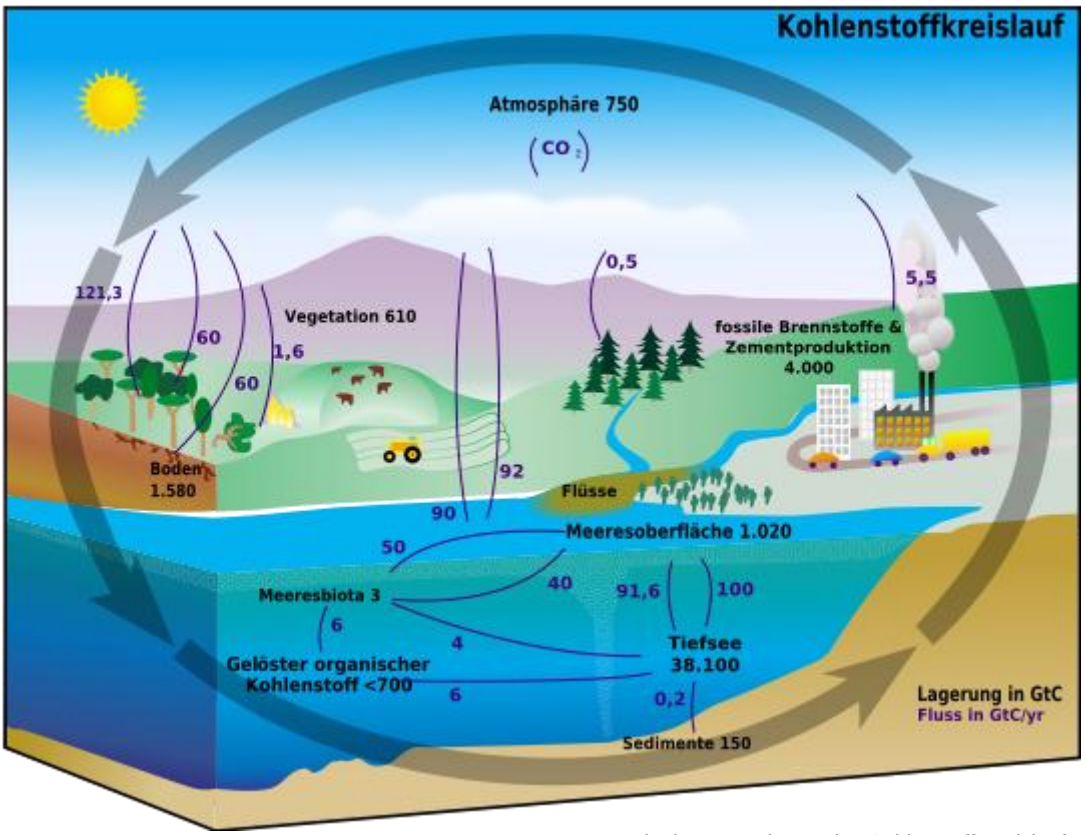
Nahrungs-Netz

auch Nahrungs-System



Beispiele für terrestrische und aquatische Nahrungs-Beziehungen (Nahrungs-Netze)
Q: commons.wikimedia.org (LadyofHats)

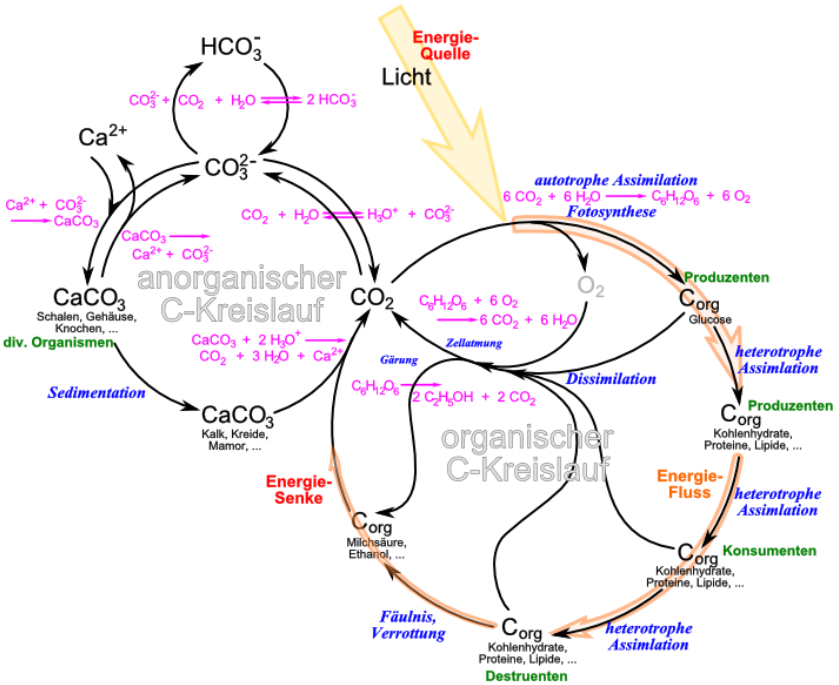
4.2.2. der Cohlenstoff-Kreislauf



quantitative Betrachtung des Cohlenstoff-Kreislauf's
Q: de.wikipedia.org (FischX)

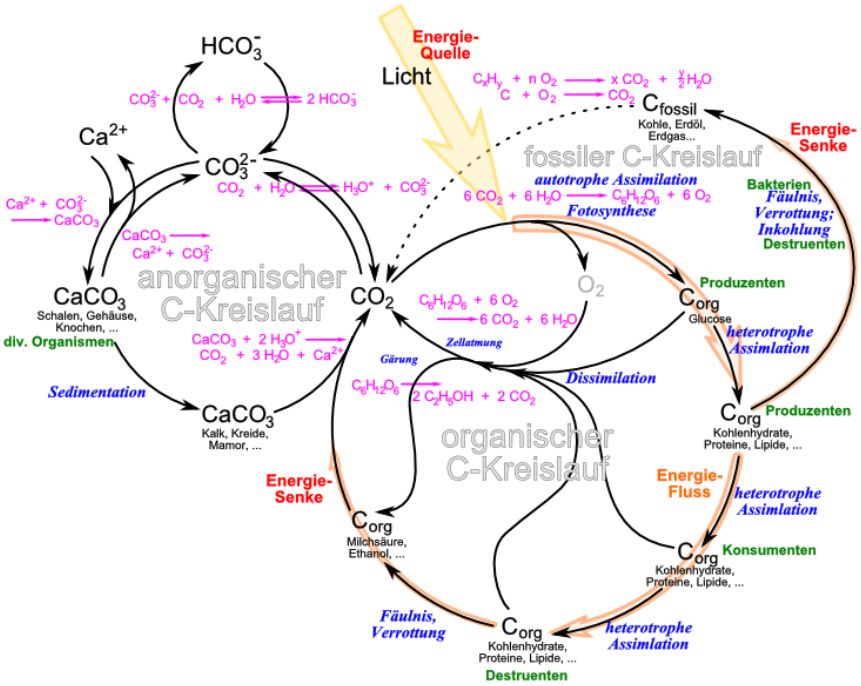
Die biochemischen und chemischen Zusammenhänge sind sehr komplex. Nebenstehend eine andere Darstellung unter Einbeziehung von einfachen – auch Chemie und Biologie bekannter – Gleichungen. Die biochemischen Betrachtungen lassen sich im Skript Stoff- und Energiewechsel vertiefend erarbeiten bzw. wiederholen.

Der äußere – große – Kreis hat viele Analoga zu den trophischen Systemen und Kreisen. Die Produzenten stellen über die Photosynthese aus anorganischen, Energie-armen Cohlendioxid die Energie-



Cohlenstoff-Kreislauf und Energie-Fluss

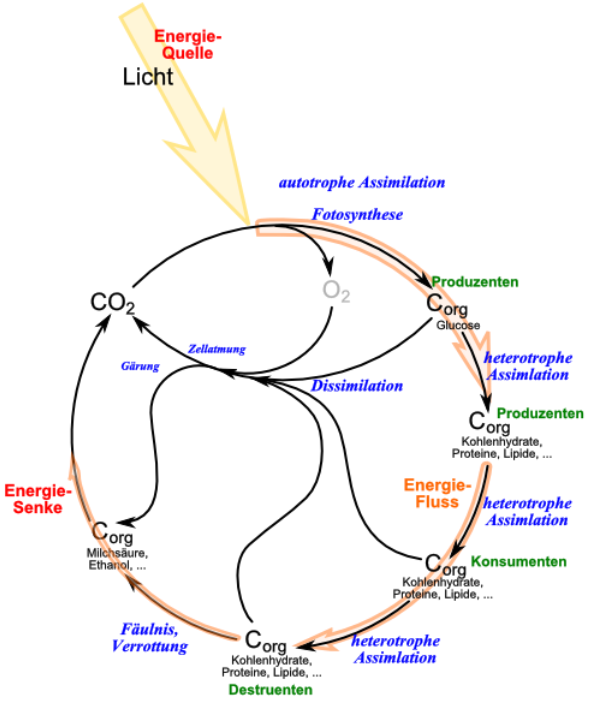
reichen, organischen Stoffe her. Primäres Produkt ist dabei die Glucose.
Diese kann in andere Kohlenhydrate umgewandelt werden. Dabei kommt den Speicher-Stärken (Amylose, Amylopektin, Glykogen) und dem Baustoff Cellulose eine besondere Rolle zu. Weitere abgewandelte Kohlenhydrate stecken in den genetischen Materialien RNS und DNS.
Aus Glucose oder den verschiedenen Zwischen-Produkten in der Glycolyse und dem Citrat-Cyclus können weitere Nährstoff-Arten produziert werden. Hier nehmen z.B. das Glycerolaldehydphosphat (GAP) und die aktivierte Essigsäure (Acetyl-Coenzym A (AcCoA) eine zentralle Stellung ein. Aus beiden können z.B. Fette und andere Lipide produziert werden. Weiterhin sind sie Ausgangsstoffe für die Bildung von Aminosäuren.
Pflanzliche Kohlenhydrate, Proteine und Fette sind die Nährstoffe für die Konsumenten (1. Ordnung). Sie verdauen die Pflanzen und resorbieren die Nährstoff-Bausteine. Diese Bausteine werden dann in assimilatorischen Prozessen in Körper-eigene Kohlenhydrate, Proteine und Fette umgewandelt. Ein Teil wird in dissimilatorischen Vorgängen entweder in Energie-ärmere organischen Materialien abgebaut (→ Gärungen) oder gleich ganz zu Energie-armen, anorganischem Cohlendioxid umgesetzt. Dann handelet es sich um die Zellatmung.
Bei der Konsumtion der nächsten Stufen in der trophischen Kette (Konsumenten 2. und 3. Ordnung) passiert praktisch nichts anderes.
Da die Organismen irgendwann sterben stellt ihre Biomasse auch dann noch eine wichtige Nahrung dar. Die Destruenten zerlegen die organischen Stoffe bis hinunter zum Cohlendioxid. Dieser steht dann – ober nun aus der Dissimilation oder aus den abbauenden Fäulnis- und verrootungs-Vorgängen – wieder den Produzenten als Nährstoff zur Verfügung. Der Kreislauf ist damit geschlossen.
Neben dem organischen Cohlenstoff-Kreislauf spielen die rein chemischen Vorgänge um Cohlendioxid und einige seiner anorganischen Verbindungen eine große Rolle in der Natur.
Über Jahrmillionen Jahre ist viel Cohlenstoff in verschiedenster Form in der Erde gespeichert worden. Das ermöglichte überhaupt erst den relativ hohen Sauerstoff-Anteil in unserer Atmosphäre. Ohne in sind höhere Organismen kaum denkbar.
Große Cohlenstoff-Reservoirs sind die verschiedenen Carbonate – wie Mamor, Kalkstein und die Kreide.
Neben der Kreide stammen auch Erdöl, Erdgas, Braun- und Steinkohle aus organischen Quellen. Sie stellen unter Beobachtung des Cohlenstoff riesige Speicherstätten dar.
Da Kohle, Eröl und Erdgas vor allem als Energie-Träger genutzt werden, gelangt dieser Kohlenstoff als Verbrennungs-Produkt wieder in die aktiven Kreisläufe. Die globale Erwärmung ist ein Folge-Ergebnis, da Cohlendioxid einen Treibhaus-Effekt bewirkt.



Es absobiert Wärme-Strahlung, die sonst wieder ins Weltall abgestahlt werden würde.

Aufgaben:

1. Stellen Sie die wichtigsten Nährstoff-Gruppen von heterotrophen Organismen unter besonderer Beachtung des ev. vorhandenen Cohlenstoff's vor!
2. Erläutern Sie das nebenstehende Schema aus stofflicher und energetischer Sicht!
3. Ein Schüler aus der 9. Klasse erklärt, seine Lehrerin hätte behauptet, es gäbe einen großen und kleine Cohlenstoff-Kreisläufe! Erklären Sie dem Schüler, was es damit auf sich hat!
4. Stellen Sie mindestens zwei Hypothesen auf, wie sich eine zukünftig weitersteigende Cohlenstoffdioxid-Menge in den Ökosystemen auswirken könnte!



4.2.3. der Stickstoff-Kreislauf

zentrale chemische Vorgänge

Proteolyse

$(NH_2)_2CO + H_2O \longrightarrow 2\ NH_3 + CO_2$

Nitrifikation

Nitrosomonas: $2\ NH_4^+ + 3\ O_2 + 2\ H_2O \longrightarrow 2\ NO_2 + 4\ H_3O^+$

Nitrobacter: $2\ NO_2^- + O_2 \longrightarrow 2\ NO_3^-$

Luftstickstoff-Fixierung:

$N_2 + 6\ e^- + 6\ H^+ \longrightarrow 2\ NH_3$

Denitrifikation

$2\ NO_3^- + 12\ H^+ + 10\ e^- \longrightarrow N_2 + 6\ H_2O$

Stickstoff-Assimilation

Nitrat-Reduktion

$$\overset{+5}{NO_3^-} \xrightarrow[-\ FAD^+ + Mo^{6+}]{+\ FADH_2 + Mo^{5+}} \overset{+3}{NO_2^-} \longrightarrow \overset{+1}{X_1} \xrightarrow{+\ FADH_2} \underset{(NH_2OH)}{\overset{-1}{X_2}} \xrightarrow{-\ FAD+} \overset{-3}{NH_3}$$

Ammoniak-Assimilation

$NH_3 + H_2O \longrightarrow NH_4^+ + OH^-$

Aminierung

$$\alpha\text{-Ketoglutamat} + NH_4^+ \xrightarrow[-\ NADP]{+\ NADPH_2;\ \mathbf{GDH}} \underset{(\text{Glutaminsäure})}{\text{Glutamat (Glu)}}$$

$$\text{Glutamat} + NH_3 \xrightarrow[-\ ADP]{+\ ATP;\ \mathbf{GS}} \underset{(\text{Glutamin})}{\text{Glutamin (Gln)}}$$

(GDH … **G**lutamat**de**h**y**drogenase; GS … **G**lutamin**s**ynthetase)

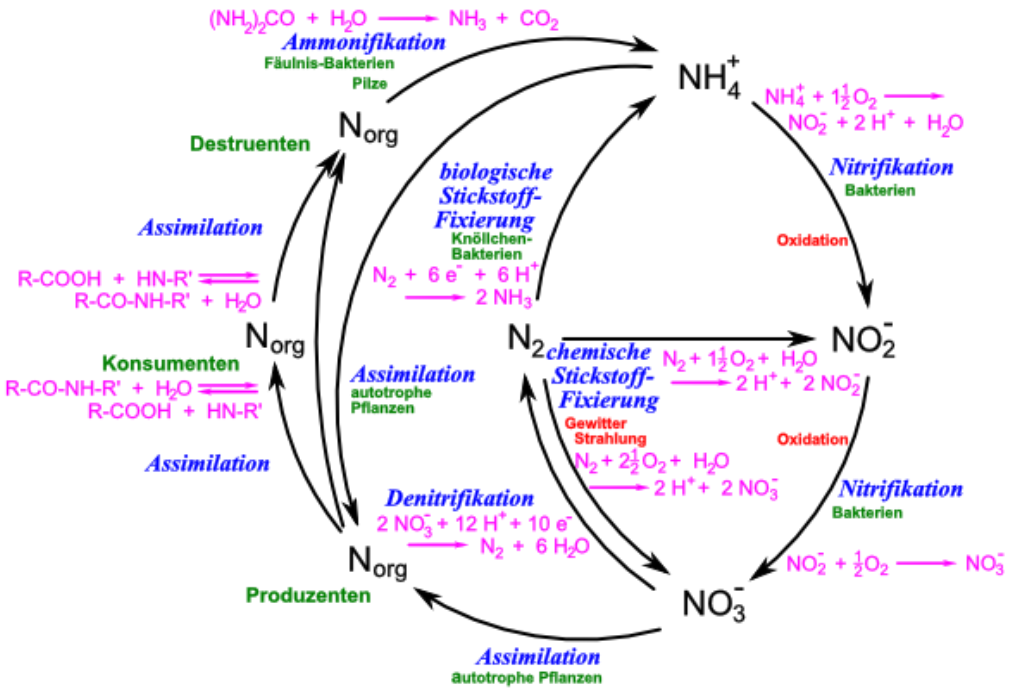
$$\text{Glutamin} + \alpha\text{-Ketoglutamat} \xrightarrow{+\ 2<H>;\ \mathbf{GOGAT}} 2\ \text{Glutamat}$$

(GOGAT … **G**lutamin**o**xy**g**lutamat**a**mino**t**ransferase)

Sukzession

Baum-Art	Zersetzungs-dauer [a]	C : N-Verhältnis des Laubes
Schwarzerle	1,0	15 : 1
Esche	1,0	21 : 1
Ulme	1,0	28 : 1
Traubenkirsche	1,5	22 : 1
Hainbuche	1,5	23 : 1
Linde	2,0	37 : 1
Ahorn	2,0	52 : 1
Eiche	2,5	47 : 1
Birke	2,5	50 : 1
Zitterpappel	2,5	63 : 1
Fichte	3,0	48 : 1
Buche	3,0	51 : 1
Roteiche	3,0	53 : 1
Kiefer	3,0	66 : 1
Douglasie	3,0	77 : 1
Lärche	5,0	113 : 1

Zersetzungsdauer von Fall-Laub (nach SCHALLER (1962))



4.2.4. Phosphor-Kreislauf

P gehört zu den Mengen-Elementen, d.h. in den Organismen / Zellen muss es in mittleren Größen-Ordnungen aufgenommen werden
essentiell

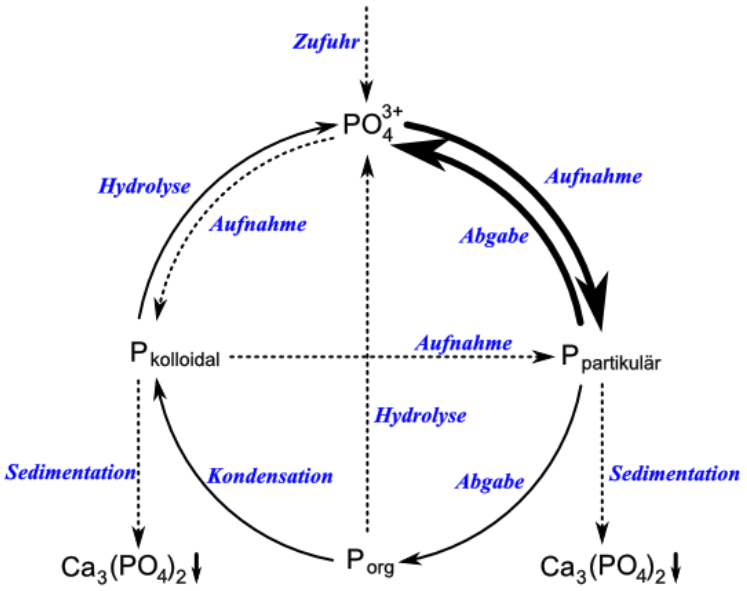
während C und N in der Natur scheinbar unbegrenzt vorkommen, besteht an P eine ständige Mangel-Situation
Menge auf der Erde begrenzt (begrenzt biologische Systeme)

in den Organismen / Zellen vorrangig als:

- gelöstes Phosphat (PO_4^{3-}) meist als Ph oder als eingekreistes P in biochemischen Übersichten
- ATP / ADP / AMP
- RNS / DNS (ebenfalls als Phosphat-Rest)
- Phospholipide (in Biomembranen)
- cAMP (cyclisches AMP als Signalstoff (z.B. für Energie-Mangel))
- zeitweilig fixiert in Knochen, Zähnen, …

Phosphat zirkuliert praktisch ständig in den Nahrungs-Ketten und mit den anderen Stoffkreisläufen
kaum chemische Veränderungen, nur immer wieder neuer Einbau bzw. Ausbau aus den organischen Substanzen

Wasser-Kreislauf von verwitterten Mineralien über die Flüsse in die Meere (Einschleusung)
Assimilation durch Bakterien, Plankton, Algen; Weitergabe an die Konsumenten; (teilweiser) Kurzschluss über die Abgabe von Exkrementen, Urin, totes organisches Material; Umsetzung durch Destruenten wieder in relativ gut verfügbares Phosphat (z.B. gelöst oder in Organismen gebunden)
ein Teil des Phosphates gelangt über die Vögel wieder an Land, dort als Guano (umgesetzter Vogel-Kot) abgelagert
teilweise Fixierung (Ausschleusung) über schwerlösliche Phosphate (Mangan- und Eisen-Komplexe)



Phosphor-Kreislauf im Freiwasser
geändert nach: /34, S. 42/

Land-Kreislauf geht z.B. vom gelösten oder mineralischen Phosphaten im Boden aus; Aufnahme durch Pflanzen; Weitergabe an Konsumenten; Rückführung über Destruenten (einschließlich des Kurzschlusses über absterbende Produzenten, Konsumenten und deren Ausscheidungen usw.)

anthropogener Einfluss durch verstärketen Eintrag von z.B. Guano oder mineralischen Phospahten als Dünger in die Kreisläufe

selbst in den internen Kreisläufen wird Phosphat immer nur gebunden oder abgespalten
in der Zelle gibt es nur relativ wenig Energie-Träger, sie werden bei Bedarf aufgebaut (Dissimilation und autotrophe Assimilation) und wieder abgebaut (Energie-verbrauchende Prozesse)
ATP usw. wird nicht gespeichert

praktisch der begrenzende Faktor für viele andere Kreisläufe / Entwicklungen
→ Minimum-Gesetz

besonders dramatisch wird der P-Mangel in den nächsten Jahren auch dadurch, dass übermäßig gedüngt wird, der Überschuß an P wird in die tieferen Boden-Schichten gespült und steht nicht mehr zur Verfügung
P wird in Waschmitteln usw. ebenfalls teilweise aus den regulären Stoff-Kreislauf entzogen oder erst stark verzögert wieder verfügbar gemacht (schlechte biol. Abbaubarkeit einiger Tenside etc.)

es wird damit gerechnet, dass die P-Quellen / -Reserven (Guano, …) in den nächsten Jahren / Jahrzehnten aufgebraucht sind und dann P auch Menschen eine echte Mangelware wird
ungünstige Prognosen gehen von einem ersten Mangel ab dem Jahr 2020 aus
Preise für Dünger mit P dürften deutlich steigen und damit für Entwicklungs-Nationen schwerer erreichbar sein
Verteuerung der Produkte

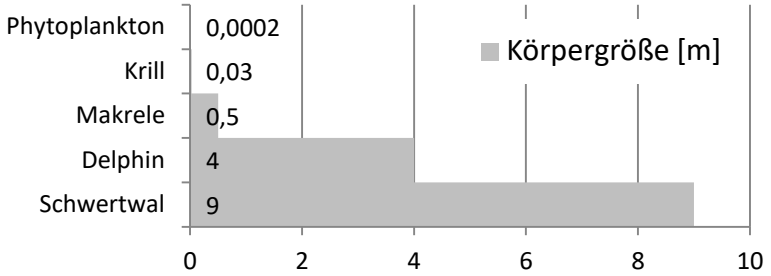
Recycling von organischem Material durch Kompostierung kann einen Großteil des Phosphor im Nutzungs-Bereich verbleiben lassen
weiterhin sparsame (optimale) und gezielte Düngung (Überschüsse müssen unbedingt verhindert werden!

nachhaltiger Umgang mit Phosphat-haltigen Stoffen
90 % der globalen Phosphor-Produktion wird für die Düngemittel-Produktion verbraucht
Rückgewinung von sedimentierten Phosphaten (Eisen(II)-phosphat ($Fe_3(PO_4)_2$)) od. aus Mineralen (Apatit = verschiedene Calcium-Salze mit Phosphat- und anderen Ionen)

Aufgaben:

x.

x. In der nebenstehenden Pyramide sind die Körpergrößen-Proportionen innerhalb einer Nahrungskette dargestellt. Erläutern Sie den Zusammenhang!



x. Von verschiedenen Ökosystemen sind die nachfeolgenden Kenndaten bekannt bzw. berechnet worden.

Ökosystem / Vegetations-Einheit	Fläche [10^6 km^2]	Netto-Primär-Produktivität [g / m^2 a]	weltweite Netto-Primär-Produktion [10^9 t / a]	Speicherung an Phytomasse [kg / m^2]	weltweite Phytomasse [10^9 t]	jährliche Energie-Fixierung [10^{18} J]
Flüsse und Seen	2,0	500	1,00	0,020	0,040	19,26
Sümpfe und Marschen	2,0	2.000	4,00	12,000	24,000	70,32
(sub-)tropische Regenwälder	17,0	2.200	37,40	45,000	765,000	583,53
Regen-grüne Monsunwälder	7,5	1.600	12,00	35,000	260,000	197,58
temperate Regenwälder	5,0	1.300	6,50	35,000	175,000	
Sommer-grüne Laubwälder	7,0	1.200	8,40	30,000	210,000	134,79
boreale Nadelwälder	12,0	800	9,60	20,000	240,000	120,56
Waldsteppen, Hartlaub-Gehölze	8,5	700	6,00	6,000	50,000	-
tropische Savannen	15,0	700	10,50	4,000	60,000	175,81
temperate Steppen	9,0	600	5,40	1,600	14,000	74,34
Halbwüsten, Dorngebüsche	18,0	90	1,60	0,700	13,000	22,60
extreme Wüsten, Gletscher	24,0	3	0,07	0,020	0,500	0,42
Wiesen d. gemäßigten Zone	9,0	500	4,70	1,500	14,000	
Tundra und Hochgebirge	8,0	140	1,10	0,600	5,000	20,09
Kulturland	14,0	650	9,10	1,000	14,000	158,23
offene Ozeane	332,0	125	41,50	0,003	1,000	833,85
Kontinental-Schelf	27,0	350	9,50	0,010	0,300	178,32
Watt	2,0	2.000	4,00	1,000	2,000	75,35
Zonen aufsteig. Tiefenwassers	0,4	500	0,20	0,020	0,008	4,15
Algenbestände, Riffe	0,6	2.500	1,60	2,000	1,200	-
Fluß-Mündungsgebiete	0,4	1.500	2,10	1,000	1,400	-
Kontinente, total	**149,0**	**773**	**115,00**	**12,300**	**1.837,0**	
Ozeane, total	**361,0**	**152**	**55,00**	**0,010**	**3,9**	
Biosphäre, total	**510,0**	**333**	**170,00**	**3,600**	**1.841,0**	

Q: /37, S. 228 (aus Lexikon der Biologie Bd. 10; nach LIETH/STEGEMANN in KUTTLER), 35, S. 117/

a) Übernehmen Sie die Daten in ein Tabellenkalkulations-Programm (z.B. microsoft-EXCEL, openoffice- bzw. libreoffice-CALC)!

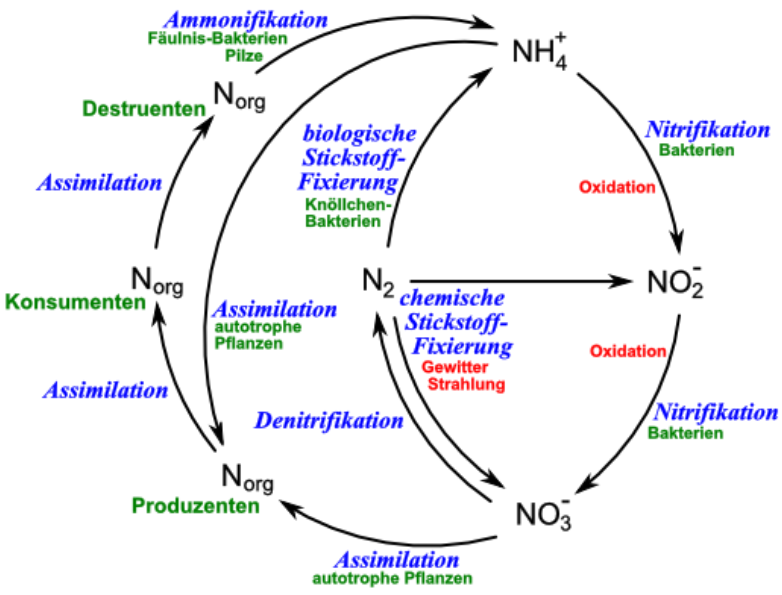
b) Gruppieren Sie die vergleichbaren Ökosysteme und ordnen Sie diese innerhalb der Gruppe nach einem weiteren Kriterium (z.B. Nord-Süd-Reihenfolge)!

c) Stellen Sie die Fläche und die weltweite Nettoprimär-Produktion sowie die Fläche und die Phytomasse in Säulen-Diagrammen dar! (Ev. benutzen Sie einzelne Diagramme für die Gruppen!)

d) Interpretieren Sie die Diagramme!

x. Erläutern Sie den Stickstoff-Kreislauf anhand der Abbildung!

x.



x. Von zwei Nahrungs-Beziehungen sind diverse Informationen gesammelt worden.

Land-Ökosystem

Organismen-Art	Lebensraum [ha]	durchschnitliche Nachkommenzahl [1 / a 10^5 ha]	
Feldmaus	0,000.5 – 0,001	75.000.000 – 120.000.000	
Maulwurf	0,005 – 0,01	15.000.000 – 18.000.000	
Kaninchen	0,1 – 2,0	120.000 – 430.000	
Mauswiesel	4 – 6	12.000 – 17.000	
Hermelin	8 – 12	5.000 – 8.500	
Rebhuhn	30	4.800 – 12.000	
Feldhase	15 – 30	3.600 – 10.000	
Mäusebussard	100 – 800	60 – 90	
Fuchs	700 – 1.500	40 – 100	
Uhu	6.000 – 8.000	4 – 6	
Steinadler	8.000 – 14.000	1 – 2	

Q: /37, S. 245 (nach KLÖTLI 1993)/

Gewässer-Ökosystem

Organismen-Art	Lebensraum [ha]	durchschnitliche Nachkommenzahl [1 / a 10^5 ha]	
Wanderratte	0,001 – 0,005	70.000.000 – 120.000.000	
Stockente	10 – 30	11.000 – 16.000	
Knäkente	30 – 50	1.800 – 3.300	
Bläßhuhn	30	2.400 – 3.600	
Graureiher	10	3.800 – 6.200	
Haubentaucher	40 – 70	600 – 800	
Rohrweihe	1.000 – 2.000	18 – 30	
Fischotter	5.000 – 7.000	4 – 8	
Seeadler	6.000 – 12.000	1 – 2	

Q: /37, S. 245 (nach KLÖTLI 1993)/

a) Setzen Sie sich mit der folgenden These auseiunander!

Je höher das Tier in der Nahrungskette steh, umso größer ist sein benötigter Lebensraum, und umso weniger Nachkommen kann es in diesem großziehen.

b) Stellen Sie die passenden Nahrungs-Ketten zusammen!

c) Interpretieren Sie die so selektierten Daten!

4.3. Klassifikation von Ökosystemen

Einordnung

- **Biosphäre**
- **Ökoregion / Biom**
- **Ökotop**
- **Biotop**

Biom-Typen nach WHITTAKER (1976) beschreiben Systeme, die klassisch als Ökosysteme gefasst werden
eigentlich beschreibt das Biom nur die Gesamtheit aller Lebewesen in einem Biotop (Lebensraum) / die vorherrschende Lebensgemeinschaft eines Biotops

Biom-Typ-Nr.	(engl.) Bezeichnung (WHITTAKER)	deutsche Bezeichnung		Bild / Symbol
1	tropical rain forests	tropischer Regenwald		
2	tropical seasonals forests (deciduous / semideciduous)			
3	temporate giant rainforests			
4	other temporate rainforests			
5	temporate deciduous rainforests			
6	temporate ever-green rainforests			
7	subartictic-subalpin needle-leaved forests			
8	elfin woodlands			
9	thorn forests and woodlands			
10	thorn scrub			
11	temporate woodlands			
12	temporate shrublands			
13	savannas	Savannen		
14	temporate grasslands			
15	alpine grasslands	Alpenwiesen		

16	tundras	Tundra		
17	tropical and sub-tropical deserts	tropische und subtropische Wüsten		
18	warm-temperate deserts			
19	cool- temperate deserts			
20	arctic-alpine deserts	Eis-Wüsten		
21	cool-temperate sphagnum bog			
22	tropical fresh-water swamp forests			
23	temporate fresh-water swamp forests			
24	mangrove swamps	Mangroven		
25	saltmarshes	Salzmarschen		

klassische Einteilung in: terrestrische und aquatische Ökosysteme

relativ häufig werden die großenräumigen (klassischen) Ökosysteme von kleinräumigen Ökosystemen (Mikro-Ökosysteme) unterschieden
typisches großräumiges Ökosystem ist z.B. der Wald
relativ gut abgrenzbares und hochkomplexes Ökosystem mit vielen typischen Strukturen, Abläufen usw.
stark eigenständig
ein einzelner Baum stellt für viele Organismen einen in sich relativ abgeschlossenen – klar begrenzten und ebenfalls hoch komplexen Lebensraum dar
stark strukturiert (räumlich und zeitlich) → praktisch ein kleines Ökosystem (→ Mikro-Ökosystem)

Einteilung der terrestrischen Ökosysteme nach vorherschenden Pflanzentypus:

- Wald
- Steppe
- Heide
- Wüste
- Felder
- Hecken
- …

aquaische Ökosysteme werden nach der Wasserart und dann nach Größe oder Fließverhalten unterteilt
marine Ökosystem

- Ozeane
- Meere
- Brackwasser

- Küsten
- …

limnische Ökosysteme:

- stehend:
  - (Meere)
  - Seen
  - Teiche
  - Weiher
  - …
- fließend:
  - Quelle
  - Bach
  - Fluß
  - Strom
  - Kanal
  - …

manchmal betont, aber in der ökologischen Konsequenz eher unbedeutend die Einteilung in natürliche und künstliche Ökosysteme
typische natürliche Ökosysteme sind

- Ozeane
- Urwälder
- Polarwüsten
- Sandwüsten
- …

mehr oder weniger stark vom Menschen beeinflusst oder gar vollständig von ihm aufgebaut:

- Weiden
- Forste
- Acker
- Kanäle
- Städte
- …

z.T. völlig neuartige Strukturierungen
neuartige Zusammenstellung von Arten in neuartigen Beziehungssystemen
neue Lebensräume

aus vorrangig ökologischer Sicht unterscheidet man euriöke und stenöke Ökosysteme
euriöke Systeme sind durch hohen Arten-Zahlen und zumeist sehr geringe Individuen-Zahlen gekennzeichnet, man spricht auch von hoher biologischer Vielfalt (hohe Biodiversität)
als Gegenpol finden wir Ökosysteme mit einer geringen biologischen Vielfalt (geringe Biodiversität), bei denen die Arten-Zahlen ausgesprochen klein sind, dafür aber riesige Individuen-Zahlen zu beobachten sind

typische euriöke Systeme sind:

- Urwälder
- Ozeane

- Hecken
- …

zu den eher stenöken Systemen gehören:
- subpolare Meere
- Steppen
- …

andere Kombinationen von Arten-Zahl und Individuen-Zahl eher selten:
geringe Arten-Zahl und geringe Individuen-Zahl:
- Wüsten
- …

Ökosysteme mit hoher Arten-Zahl und zugleich hoher Individuen-Zahl nicht bekannt
instabil, weil Kapazitäts-Grenzen fast überall überschritten oder ausgelastet sind
ev. in urbanisierten Ökosystemen (? wenn es denn solche sind) bzw. Neuerschließungen von Lebensräumen in Grenzgebieten von mehreren anderen – zusammentreffenden (stabilen) – Ökosystemen

Definition(en): Biodiversität
Biodiversität beschreibt die Vielfalt der Arten in einem Ökosystem.
Unter Biodiversität vesteht man die biologische Vielfalt eines Systems.
Biodiversität beschreibt das Spektrum des Lebens in einem Lebensraum.

1986 von W. G. ROSEN eingeführt
international schnell verbreitet und akzeptiert, 1992 auf der Umweltkonferenz in Rio de Janeiro dominierender Begriff

Definition(en): euriökes Ökosystem
Euriöke Ökosysteme sind Arten-reiche, Individuen-arme Ökosystem mit stark vernetzen (weichen, flexiblen) Gefügen.

Definition(en): stenökes Ökosystem
Stenöke Ökosysteme sind Arten-arme, Individuen-reiche Ökosysteme mit wenig vernetzten (aber starken) Gefügen. Sie sind zumeist durch extreme Umwelt-Bedingungen geprägt.

Einteilung nach dem Nährstoff-Reichtum

Biomasse-Produktion als Kriterium
eutrophe Systeme produzieren sehr viel Biomasse auf den Raum bzw. die Fläche betrachtet

oligotrophe Systeme produzieren kaum, sehr wenig oder gar keine Biomasse
meist recht ähnliche Zuordnung im System der euriöken und stenöken Systeme
praktisch häufiger mehr im direkten Vergleich von ähnlichen Ökosystem benutzt
im Vergleich gleichartiger Ökosysteme sind oligotrophe Systeme meist typischer und stabiler

eutrophe Ökosysteme

- Urwälder
- Konvektionszonen der Ozeane
- …

oligotrophe Ökosystem

- Wüsten
- …

Definition(en): eutrophes Ökosystem
Ein eutrophes Ökosystem ist ein Ökosystem, bei dem sehr großen Mengen an Biomasse (durch erhöhten Nährstoff-Eintrag meist im Überschuß) produziert wird.

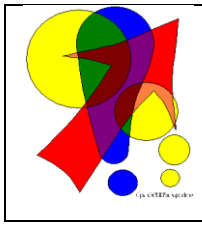
Definition(en): oligotrophes Ökosystem
Ein oligotrophes Ökosystem ist ein Ökosystem, bei dem nur wenig Biomasse produziert wird.

4.4. ausgewählte Ökosysteme

Problem-Fragen für Selbstorganisiertes Lernen
Welche Faktoren charakterisieren ein Ökosystem? Wie lässt sich das Ökosystem intern einteilen / klassifizieren / …? Welche zeitlichen und räumlichen Gliederungen / Struktorierungen sind vorhanden? Welche speziellen Begriffe / Begriffs-Systeme existieren im Zusammenhang mit dem Ökosystem? Wie sind die Begriffe definiert / abgegrenzt? Welchen anderen Begriffen entsprechen sie ev.? Wie haben sich Pflanzen und Tiere an die speziellen Bedingungen angepasst? Welche Pflanzen- und Tier-Arten bzw. –Gruppen kommen im Ökosystem besonders häufig vor / sind charakteristisch für das Ökosystem? Welche (speziellen / konkreten) Nahrungs-Beziehungen (Ketten / Netze) und Stoff-Kreisläufe sind vorhanden? Welche anthropogenen Einflüsse beobachten wir in jüngster Zeit (letzte 50 – 100 (- 250) Jahren? Welche Wirkungen / Zerstörungen sind zu beobachten / zu erwarten?

Aufgaben:

1. ***Wählen Sie sich in Absprache mit dem Kursleiter und der anderen Kursteilnehmern ein Ökosystem aus!***
2. ***Erstellen Sie sich eine Material-Sammlung zu dem Ökosystem! Die Papier-Literatur und die genutzten Internet-Quellen sollten den gleichen Anteil ausmachen! Die bearbeiten Quellen und Bücher etc. sind vorschriftsmäßig zu dokumentieren!***
3. ***Vereinbaren Sie ev. innerhalb des Kurses ein grobes Raster / die Haupt- bzw. Gliederungs-Punkte für die Dokumentation / Vorstellung der Ökosysteme! (Ausnahmen und Spezialitäten sollten natürlich immer möglich sein!)***
4. ***Stellen Sie als Ergebnis der selbstständigen Arbeit eine Dokumentation / Vorstellung des Ökosystems vor (Als Formen sind denkbar: Ausformulierte Dokumentation (quasi ein Kapitel dieses Scriptes; ausführliches Handout mit ausführlichen Stichpunkten; eine Website / ein Hypertext-System (Wert wird auf die inhaltliche Gestaltung gelegt!) / ein oder (besser) mehrere Video-Vorträge (a' la "youtube"). Weitere Formen in Absprache mit dem Kursleiter möglich!)***
5. ***Bereiten Sie eine Vorstellung Ihres Ökosystems in einem 30 bis 45 min langen (Schüler-)Vortrag vor! (Der Vortrag muss auch gehalten werden!)***

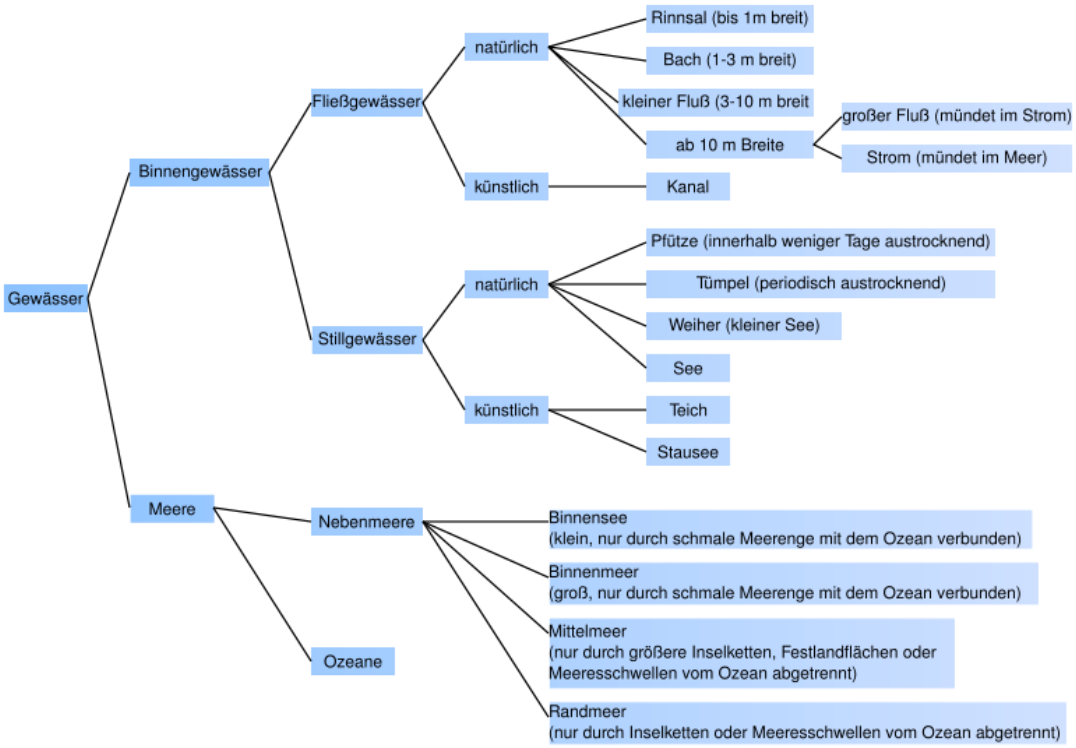


Bemerkungen zur Vollständigkeit dieses Skriptes / bzw. zu ev. nachfolgend fehlenden Seiten:
Aus methodischen Gründen kann es sein, dass das Ihnen vorliegende Skript ab hier sehr unvollständig ist. Mit anderen Worten, es fehlen die nächsten Kapitel. Das ist dann wahrscheinlich Absicht. Sie sollen nicht das Ökosystem aus meiner Sicht – eben dem Skript - umsetzen, sondern sich das System aus einer Vielzahl von Quellen selbst erschließen!

Definition(en): Biodiversität
Biodiversität (von engl. biological diversity) ist ein Maß für die Vielfalt der Organismen / Arten / Ökosysteme in einem bestimmten Lebensraum / Ökosystem / Bereich.

4.4.1. aquatische Ökosysteme

aquatische Ökosysteme werden gerne als Beispiele für Ökosysteme genutzt, da sie sich scheinbar sauber abgrenzen lassen (Ufer, Strand, …)
praktisch mehr ein psychischer Effekt beim Betrachter als wirkliche ökologische Grenze



Einteilungs-Möglichkeit der Gewässer
Q: de.wikipedia.org (Brackenheim + Ladyt)

Ökosystem: Süßwasser-See

Allgemeines

-Arten / -Typen

das Ökosystem charakteresierende abiotische Umweltfaktoren

typische Pflanzen-Arten / -Gruppen

typische Tier-Arten / -Gruppen

besondere Anpassungen der Pflanzen

besondere Anpassungen der Tiere

aktuelle Tendenzen, Probleme und anthropogene Einflüsse

gehören zu den limnischen Ökosystemen (Süßwasser-Ökosysteme)

Bathypelagial = tiefe Freiwasser-Zone, in der keine photoautotrophen Organismen mehr leben
Benthal = gesamter Gewässer-Grund aus litoral und Profundal
Epilimnion = Oberflächen-Wasser (unterscheidet sich durch seine Temperatur (und weitere abiotische Faktoren) von den dadrunterliegenden Wasser-Schichten
Epipelagial = Freiwasser-Zone, in der genügend Licht für das Leben autotropher Organismen vorhanden ist
Hypolimnion = Tiefenwasser, das in (tieferen) Seen fast immer eine Temperatur von 4 °C besitzt
Litoral = Gewässergrund des Uferbereiches, in dem photoautotrophe Organismen gedeihen
Metalimnion = zwischen Epilimnion und Hypolimnion liegende Region (Temperatur-Sprung-Zone)
Profundal = Gewässergrund des Tiefwassers, der frei vom Pflanzen-Wachstum ist

Sediment = Ablagerung von Schweb-Teilchen in Schichten (auf dem Grund)

hydrostatischer Druck = Wasser-Druck, durch die darüberliegende Wasser-Säule in (tieferen) Gewässern; an der Oberfläche 1 atm (= 101,325 kPa) pro 10 m Tiefe kommt jeweils 1 atm dazu

interstitieller Uferwasser-Bereich = Zone, in der das Grundwasser bis an die Oberfläche reicht
(Interstitien sind die Zwischenräume zwischen den Boden-Teilchen)

Plankton = das Schwebende / das Getriebene
Nano-Plankton = sehr / mikroskopisch kleines Plankton (vor allem Einzeller (Algen, Bakterien, Ei-Zellen, …), aber auch totes (klein-formatiges) Material

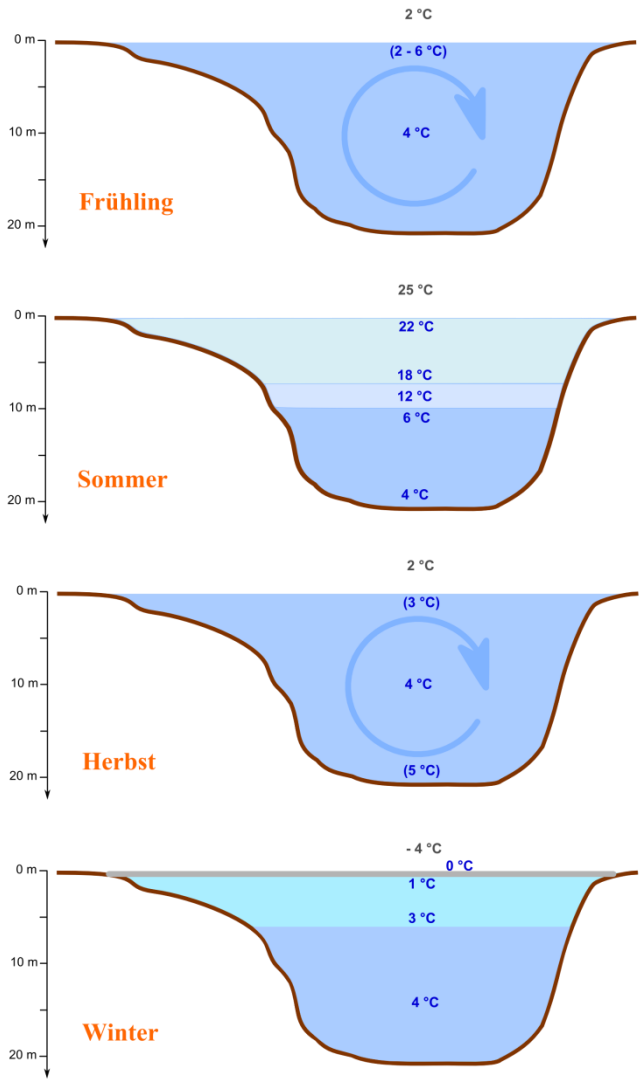
Kompensations-Ebene = ist der Bereich, in dem die eigene Primär-Produktion vom der eigenen Heterotrophie aufgebraucht wird

submerse Pflanzen = Wasser-Pflanzen, leben untergetaucht

typische Faktoren zur Charakterisierung der Gewässer-Güte:

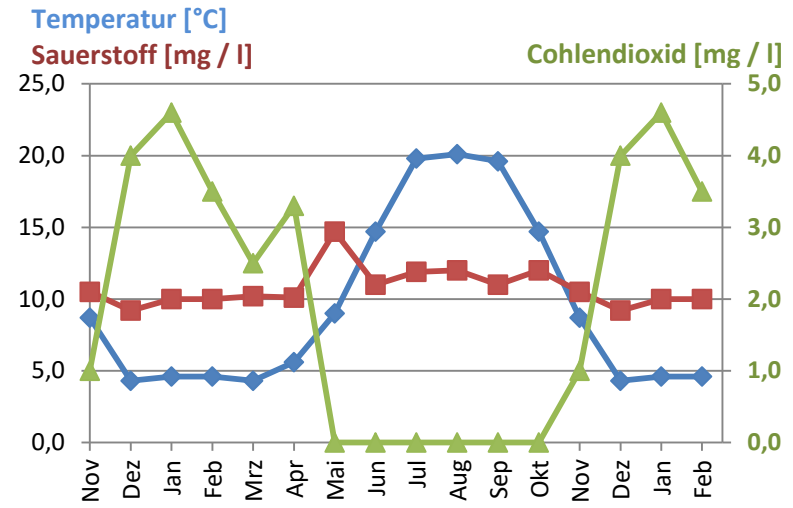
- physikalische Faktoren:
  - Temperatur
  - Sichttiefe
  - (elektrische) Leitfähigkeit

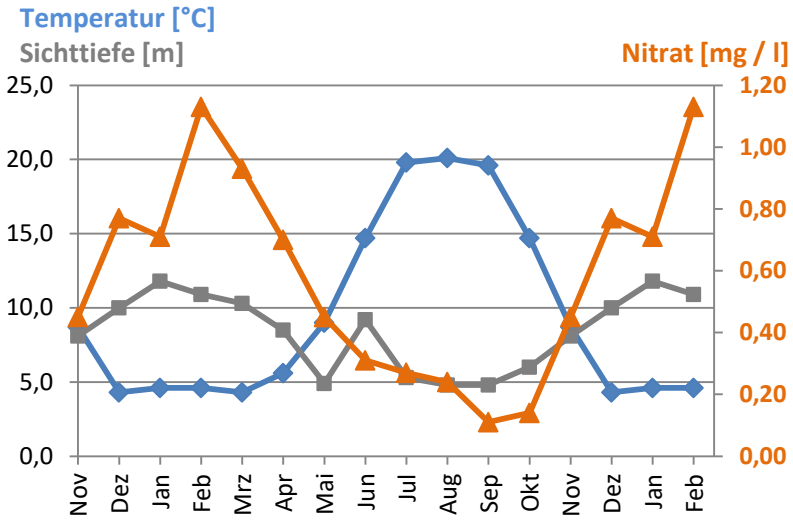
- chemische Faktoren:
  - pH-Wert
  - Feststoff-gehalt
  - Wasserhärte
  - Säure-Kapazität
  - Sauerstoff-Gehalt, Sauerstoff-Sättigung
  - Phosphat-Gehalt (Phosphor-Gehalt)
  - Stickstoff-Gehalt (Arten der Verbindungen und Mengen)
  - Spurenelemente
  - anorganische Schad- und / oder Giftstoffe
  - organische Verbindungen (Herbizide, Tenside, …)

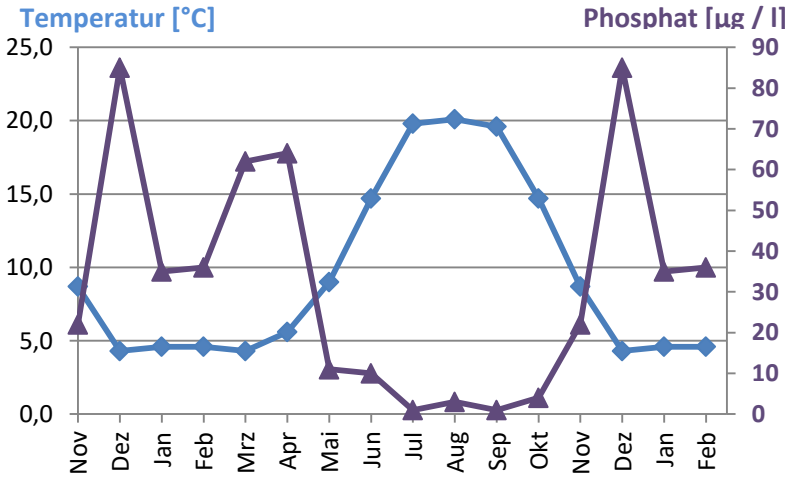


Stagnation = stabile Wasser-Schichtung ohne bzw. mit wenigen Austausch-Bewegungen
Zirkulation = verteilende / vermischende Bewegung des Mediums

Jahres-Verlauf ausgewählter abiotischer Ökofaktoren (Bsp.: Bodensee)



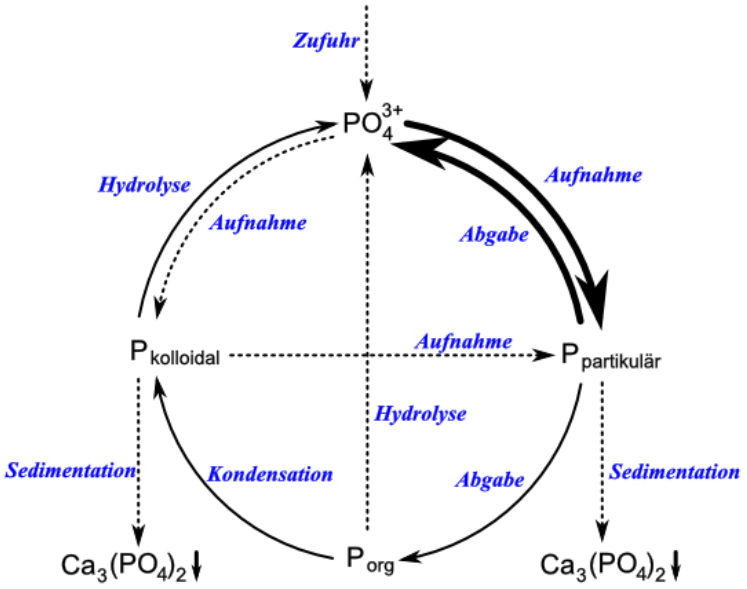




Hinweis!: die Temperatur ist in den unteren Diagrammen
nur zur Orientierung noch einmal miteingezeichnet!
Daten-Q: /37, S. 206 (nach HOLL, 1988)/

Plankton-Arten

Bezeichnung	Größe	Bestandteile
Picoplankton	< 1µm	
Ultraplankton	1 – 5 µm	
Nanoplankton	5 – 50 µm	
Mikroplankton	50 – 500 µm	
Mesoplankton	0,5 – 1,0 mm	
Makroplankton	1,0 – 5,0 mm	
Megaplankton	> 5 mm	
Nanoplankton		Eier, Bakterien, Einzeller, Flagellaten, Larven, …
Phyto-Plankton		Blau-Algen (ev. ↑) Grün-Algen (Braun-, Kiesel-, Arm-leuchter-, Rot-Algen, …)
Zooplankton		Rädertierchen (( ) *Rotatoria*) Rundwürmer (( ) *Nemathelminthes*) Gliederfüßer (( ) *Arthropoda*)



Phosphor-Kreislauf im Freiwasser
geändert nach: /34, S. 42/

Eutrophierung von Ökosystemen

wird im Allgemeinen durch verstärkte Einträge / Bereitstellung von Nährstoffen verursacht
meist sind es die Elemente Stickstoff und Phosphor die eigentlich in den meisten Ökosystemen nur begrenzt zur verfügung stehen → sie limitieren die Biomasse-Produktion und den Biomasse-Umsatz zwischen den Trophie-Ebenen
durch mehr Nährstoffe wird nun mehr Biomasse produziert, ein Großteil steigt in den Trophie-Ebenen auf
insgesamt wird aber auch deutlich mehr Abprodukte gebildet, dabei nimmt die tote Biomasse eine besondere Rolle ein, für den Abbau wird Sauerstoff gebraucht, der fehlt meistens bzw.

wird / kann nicht ausreichend bereitgestellt werden (z.B. in Seen ist die Aufnahme- und Transport-Fähigkeit begrenzt)
Es kommt zu einem Sauerstoff-Mangel (Sauerstoff-Zerrung). Z.B. in Seen entstehen tote Zonen, zum einen aus dem Sauerstoff-Mangel heraus und zum anderen, weil beim Abbau von organischem Material z.B. die giftigen Stoffe / Gase Ammoniak und Schwefelwasserstoff entstehen. In den toten Zonen ist kein höheres Leben möglich. Selbst eine Existenz von anaeroben Destruenten ist wegen der Giftigkeit des Mediums nur eingeschränkt möglich.

Definition(en): Eutrophierung
Eutrophierung ist die Zunahme von Nährstoffen (besonders von Stickstoff- und Phosphor-Verbindungen) in einem Ökosystem / Lebensraum (zumeist Gewässer oder Böden gemeint).

sinnvolle Maßnahmen sind nur starke Reduktion des Nährstoff-Eintrag's und die Entfernung von überschüssiger Biomasse
begleitend sind Durchlüftungen und die chemische Entfernung / Fällung von Stoffen / Nährstoffen angebracht
in Seen versucht man z.B. eine Tiefenwasser-Belüftung, womit Luft (Sauerstoff) in die tieferen Wasserschichten (tote Zonen) gebracht wird und eine Zirkulation der Wassermassen angestrebt wird

Klassifizierung

Klasse	Beschreibung / Merkmale	durchsch. Sommer-Sichttiefe [m]	untere Makrophyten-Grenze [m]	Organismen / -Gruppen
oligotroph	Nährstoff-arm, klar, stehende Oberflächen-Gewässer; geringe Plankton-Produktion am Ende der Stagnationsphase noch 70 % Sauerstoff-Sättigung; heller Seegrund	> 6	> 8	oligosaprobe Insekten-Larven; Planarien; Wassermoos; farblose Zuckmücken-Larven
meso-troph	geringes Nährstoff-Angebot, mittlere Plankton-Produktion, am Ende der Stagnationsphase 30 - 70 % Sauerstoff-Sättigung; grauer Seegrund, ev. schlammig	3 – 6	5 – 8	Schilf; Wasserpflanzen; Wasserwanzen; Wasserasseln;farblose und rote Zuckmücken-Larven;
eutroph	Nährstoff-reich; Oberflächen-Wasser z.T. mit Sauerstoff übersättigt; Tiefenwasser Sauerstoff-arm (0 – 30 % Sättigung);schlammiger Uferbereich; Seegrund mit schwarz-grauem Schlamm bedeckt	1,5 – 3	2,5 – 5	rote Zuckmücken-Larven ev. Schwefelbakterien
hocheu-troph		1,0 – 1,5	1,5 – 2,5	
polytroph	sehr Nährstoff-reich, am Ende der Stagnationsphase unter 30 % Sauerstoff-Sättigung; z.T. Sauerstoff-frei zeitweise an der Oberfläche mit Sauerstoff übersättigt und Schwefelwasserstoff-Bildung; schwarzer Faulschlamm am Grund	0,5 – 1,0	0,5 – 1,5	Schwefelbakterien in der Tiefe sehr häufig
hochpoly-troph		0,2 – 0,5	< 0,5	
hyper-troph		< 0,2		

	oligothropher See	mesotropher See	eutropher See
	abiotische Kriterien		
Sommerfarbe	bläulich, klar gänzende / klar reflektiernde Ober-fläche		grünlich bis grau, trüb matte Oberfläche; ev. mit Schaum
Strukturierung	eher tief, oft mehr als 100 m; schmales Litoral (Ufer); steiles Ufer großer Wasserkörper		eher flach, oft weni-ger als 50 m; breites Litoral; flaches Ufer eher kleiner Wasser-körper
Wasser-Volumen-Verteilung	kleines Epilimnion (obere Freiwasserzone); großes Hypolimnion (Bodenwasserzone)		großes Epilimnion; kleines Hypolimnion
Licht-Eindringtiefe Fotosyntheseschicht	15 – 20 m tief	2 – 5 m tief	0,5 – 1 m tief
Temperatur	kühl(er)		warm / wärmer
Sauerstoff-Gehalt	praktisch gesätigt (alle Schichten rund 8 mg/l)		stark Temperatur- und Tiefen-abhängig; im Epilimnion Über-sättigung; im Hypolimion: Sauer-stoff-Mangel (Sauer-stoff-Zehrung)
Sicht	15 – 20 m Min.: 1 – 2 m) Boden z.T. belichtet		max. 2 m wenige cm bis 0,5 m Boden praktisch un-belichtet
Nährstoffgehalt	gering (Nährstoff-arm)		hoch (Nährstoff-reich)
Phosphat-Gehalt	gering (limitierender Faktor)		hoch (kein limit. F.)
Seeboden Sediment	häufig belichtet; mineralische Schlammschicht anorganisch (Kalk-reich)		dunkel organische Schlammschicht; schwarzer Faul-schlamm mit Gas-Bildung (Methan + Schwefelwasserstoff)
	biotische Kriterien		
Artenzahl	mittel		gering
im Epilimnion	mittel		mittel
im Hypolimnion	mittel		nur anaerobe Mikro-organismen
Biomasse	gering		hoch
Nahrungs-Kreislauf	geringe Primärpro-duktion; (geringe Fotosynthese(rate))		hohe Primärproduk-tion; (hohe Fotosyn-these(rate)
Pflanzenwuchs	gering		stark
Nährschicht	klar; wenig Plankton		trüb; viel Plankton
Kompensationszone	breit / tief		schmal / flach
Zehrschicht	kaum od. nicht aus-gebildet	vorhanden (z.T. nur zeitweilig)	stark ausgebildet

oligo- bis meso-trophe Gewässer besitzen die Fähigkeit der Selbstreinigung

Definition(en): Selbstreinigung
Unter der Selbstreinigung versteht man die Gesamtheit der Vorgänge, durch die größere / ungewöhnliche, natürliche Abweichungen von Umweltfaktoren und / oder anthropogene Belastungen ausgeglichen werden und sich wieder in Richtung der natürlichen Maße bewegen.

inwieweit die Selbstreinigung funktioniert, hängt von folgenden Faktoren ab:
- Art der Veränderung (eingeleiteter Stoff oder Energie) (qualitativer Aspekt)
- Größe der Veränderung (Quantitativer Aspekt)
- Art und Menge der natürlich vorkommenden und einwanderungsfähigen Organismen
- Art und Menge weiterer Nährstoffe oder limitierender Faktoren
- Lage des ökologischen Gleichgewichtes vor der Veränderung
- mögliche / tolerierte Schwankungsbreite der Umweltfaktoren im Ökosystem

Aufgaben:

1. *Von einem See wurden über viele Jahre hinweg verschiedene Parameter (relative Größen) erfasst. Stellen Sie die Daten aus der Tabelle in ein bis zwei Diagrammen dar, so dass die Verläufe zueinander ausgewertet werden können! Interpretieren Sie die Diagramme / Daten aus der Tabelle!*

Jahr(e)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
Sauerstoff-Gehalt	65	65	65	65	60	55	48	35	20	3	17	30
Nährstoff-Zufuhr	35	35	35	35	36	38	45	50	60	80	60	40
Produzenten	25	25	25	25	27	30	36	45	35	12	20	25
Konsumenten	22	22	22	22	24	27	32	40	30	7	22	27
anaerob. Reduzenten	10	10	10	10	11	13	15	19	22	24	23	22
aerob. Reduzenten	7	7	7	7	8	10	10	8	5	1	2	3

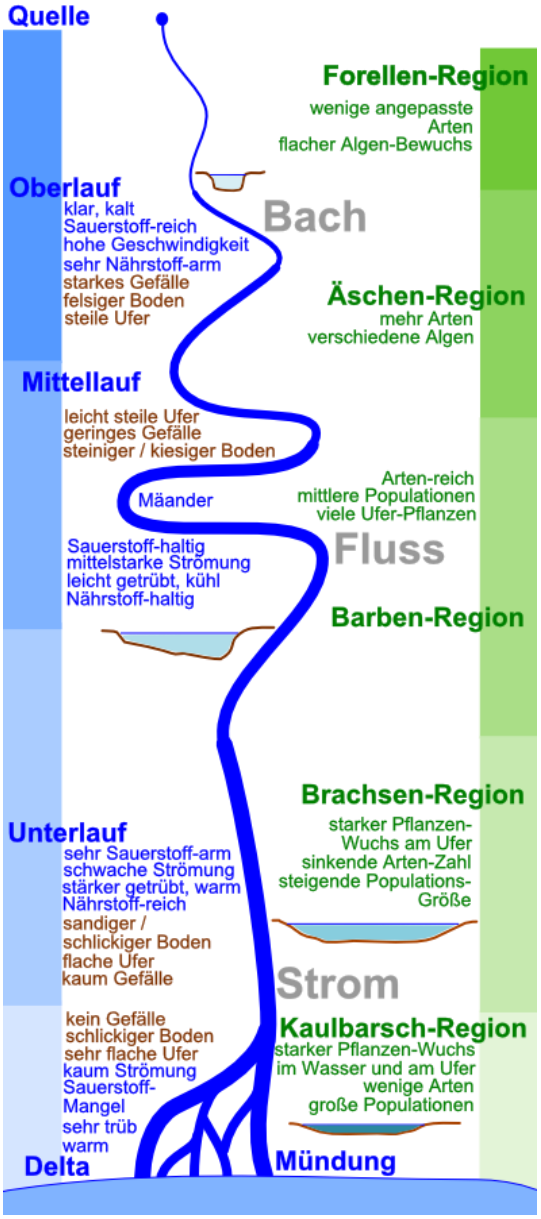
2. *In mittleren und größeren Seen ändert sich im Verlauf eines Jahres der Sauerstoff-Gehalt und die Temperatur sehr stark. In de nachfolgenden Tabelle sind grobe Mittelwerte von Oberflächen- und Tiefe-Wasser zusammengestellt.*

Wassertiefe [m]	O_2 [mg / l]				Temperatur [°C]			
Jahreszeit	W	F	S	H	W	F	S	H
1	11	8	1	5	0	5	20	3
25	8	6	0	4	4	4	4	4

   a) *Erklären Sie, warum sich die Wasser-Schichten im Winter nicht vermischen!*
   b) *Vergleichen Sie den Sauerstoff-Gehalt zu den verschiedenen Jahreszeiten und erklären Sie, wie die Unterschiede zustande kommen!*
   c) *Erläutern Sie, wann und wie es zur sogenannten "Algenblüte" kommen kann!*
   d) *In einen größeren See soll in naher Zukunft ständig warmes Wasser (aus einer Kühl-Anlage) eingeleitet werden. Machen Sie mindestens 3 Vorhersagen, wie sich das Ökosystem verändern könnte! Legen Sie die Zusammenhänge ausführlich dar!*

Ökosystem: Fließgewässer

Allgemeines



-Arten / -Typen

das Ökosystem charakteresierende abiotische Umweltfaktoren

im Verlauf eines Fließ-Gewässers sehr stark differenziert
charakteristisch aber gerichtete Strömung von Quelle in Richtung Mündung, die zumindestens für den Wasser-Körper eine ständige Erneuerung bedeutet
für viele Arten – besonders bei stärker Strömung gibt es kein Zurück
schwierig auch für Pflanzen, eine einfache Neu-Besiedlung / Ausbreitung nur in Richtung Mündung möglich; bedarf also anderer Ausbreitungs-Mechanismen

praktisch keine stationären Stoff-Kreisläufe (iwe bei stehenden Gewässern) sondern Fließ-Gleichgewichte / mobile Stoff-Kreisläufe
"Kreisläufe" können eher als Spiralen verstanden werden, die im Flußlauf liegen
diese Besonderheit ist auch die Basis für die ausgeprägte Selbstreinigungs-Fähigkeit von Fließ-Gewässen

typische Pflanzen-Arten / -Gruppen

typische Tier-Arten / -Gruppen

besondere Anpassungen der Pflanzen

besondere Anpassungen der Tiere

aktuelle Tendenzen, Probleme und anthropogene Einflüsse

biologische Selbstreinigung
Limnologie in der Praxis
/34, S. 109/

STREETER-PHELPS-Modell:

S[1] <= S[0] - S[0] * k[Abb] * dt
C[1] <= Sä - (k[Abb] * S) / (k[WB] - k[Abb]) * (e^(-k[Abb] * dt) - e^(-k[WB] * dt)) - (Sä - C[0]) * e^(-k[WB] * dt)

Näherung der Sauerstoff-Sättigung Sä:

Sä <= 14,54 - 0,39 * T + 0,01 * T * T

k[T] <= 0.2 * 3^(T / 10) - 0,04 * 6,5^(T / 10) / (0.2 * 3^(T[Vorg] / 10) - 0,04 * 6,5^(T[Vorg] / 10))

S[1] <= S[0] - S[0] * k[Abb] * k[T] * dt

"Kleinmachnow"-Gleichungen:

S[1] <= S[0] - S[0] * k[Abb] * dt
C[1] <= C[0] - S[0] * k[Abb] * dt + k[WB] * (Sä - C[0]) * dt

http://www.lern-soft-projekt.de/Extras/SPM-Setup.exe

Ökosystem: Ozean / Meer

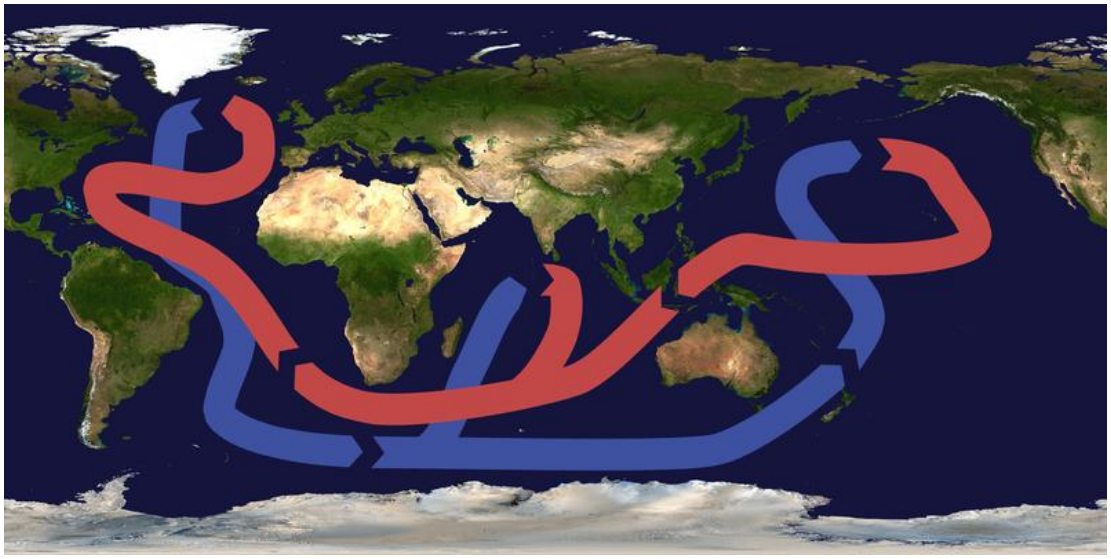
Allgemeines

älteste Ökosystem
ev. nur durch Tiefsee-Ökosysteme (sogenannte "Raucher") übertroffen, wenn sich diese als ein Ort der Entstehung der ersten Zelle(n) herausstellen sollten

größte Ökosysteme
sowohl hinsichtlich Fläche und Volumen
nur noch in der Größe durch die Bio-Geo-Sphäre übertroffen

-Arten / -Typen

das Ökosystem charakteresierende abiotische Umweltfaktoren



globales Strömungs-Band (vereinfacht)
Q: de.wikipedia.org (Brisbane)

Sauerstoff-Gehalt relativ gering (auch im Vergleich zur Luft)
maximal 6,4 ml pro 1'000 ml Meerwasser (35 und 10 °C) → 0,6 %
wird nur an der durchwirbelten Oberfläche erreicht; ansonsten liegt der Sauerstoff-Anteil im gesamten Meerwasser bei durchschnittlich 1 % des Sauerstoff-Anteils in der Luft → 0,02 %
Sauerstoff-Mangel ab den nicht mehr fotosyntetischen aktiven Schichten → Sauerstoff-Zerrung durch Vorrang des Abbau's von organischem Material vor dem Aufbau
kaltes Wasser löst Sauerstoff besser als warmes → darauf ruht de wesentliche Effekt von aufsteigendem Tiefenwasser (viele anorganische Stoffe, wenig organische Rest-Materialien und sehr gute Aufnahme-Fähigkeit für Luftsauerstoff)

Verhältnisse der Gase (Luft: 78 : 21 : 0,03) für Stickstiff, Sauerstoff und Cohlendioxid verschiebt sich im Meer-Wasser zu 63 : 34 : 1,6

Meerwasser-Menge kann insgesamt rund 40x mehr Cohlendioxid aufnehmen / speichern als die Luft / Atmosphäre

typische Pflanzen-Arten / -Gruppen

typische Tier-Arten / -Gruppen

besondere Anpassungen der Pflanzen

besondere Anpassungen der Tiere

in der Tiefsee sind Schwimblasen Öl-gefüllt
feinere Skelette; dünnere Schalen und Panzer
Biolumineszenz als Mittel zur Abwehr, Anlocken von Nahrung und Sexual-Partnern

aktuelle Tendenzen, Probleme und anthropogene Einflüsse

Mikroplastik
Plastik-Müll

Ökosystem: Ostsee

Allgemeines

junges Brackwasser-Meer mit abwechslungsreicher Geschichte

trotzdem einige endemische (nur hier vorkommende) Arten

-Arten / -Typen

das Ökosystem charakteresierende abiotische Umweltfaktoren

typische Pflanzen-Arten / -Gruppen

typische Tier-Arten / -Gruppen

besondere Anpassungen der Pflanzen

besondere Anpassungen der Tiere

aktuelle Tendenzen, Probleme und anthropogene Einflüsse

Veranschaulichung: Salzwasser-Einstrom in der Ostsee u. die Darßer Schwelle

Materialien / Geräte:
Vollglas-Aquarium od. Pneumatische Wanne od.ä.; Plastik-Streifen od. Handtuch od.ä. Barriere; Wasser; Kochsalz; Schultinte (z.B. 2 – 3 Füller-Patronen); Glas-Trichter; großs Becherglas

Durchführung / Ablauf:
- Pneumatische Wanne mit Plastik-Streifen od.ä. in zwei Bereiche unterteilen (die Höhe des Hindernis sollte nur 2 – 3 cm betragen)
- Wanne mit Wasser füllen (Schwelle muss deutlich unter der Wasser-Oberfläche liegen)
- im Becherglas reichlich Salz in Wasser lösen; Tinte dazugeben; verrühren
- Glas-Tricher auf einer Seite der Schwelle gerade in Wasser eintauchen und langsam das gefärbte Salzwasser eingießen
- Beobachtung ev. auch nach mehreren Stunden; 1 / 2 Tagen

Ökosysteme: Fluß-Delta, Mangroven

Allgemeines

sind die tropischen Ufer- / Küsten-Wälder im Meer- oder Brack-Wasser und meist auch unter Gezeiten-Einfluss

natürlicher biologischer Erosions-Schutz; Wellen wird rund 75 % ihrer Energie entzogen
sehr differenziertes Ökosystem, nahe an Urwäldern
Kinderstube vieler Tier-Arten

gelten als Land-Bildner

gehören mit der Produktion von rund 3 kg Biomasse pro Quadratmeter und Jahr zu den produktivsten Ökosystem auf der Erde (nur tropische Urwälder sind noch produktiver)

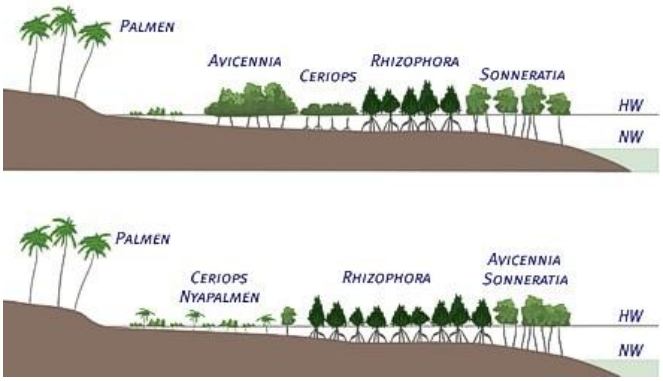
-Arten / -Typen

vertikale Zonierung

- **Kronendach** — Lebensraum für Schlangen und Vögel
  eher Land-Bewohner
- **Gezeiten-Zone** — wechselnde Wasser-Stände
  Muscheln, Seepocken, Krebse, Krabben
  Seekühe
- **Mangroven-Saum** — ständig Wasser (Brack- bis Meer-Wasser)
  mehr Meeres-Bewohner
  verschiedenste Jung-Fische, Krebse, Algen, Schwämme, Seeanemonen; Langusten, Garnelen, Kofferfische

horizontale Zonierung

zur Land-Seite hin steigt die Salz-Konzentration im Boden
im Meeres-Bereich ist der Salzgehalt des Bodens mit dem des Meerwasser identisch



Mongroven-Zonierung
(oben: Ost-Afrika; unten: Nord-Austarlien)
Q: http://www.lighthouse-foundation.org/index.php?id=74

das Ökosystem charakteresierende abiotische Umweltfaktoren

Salz-haltiges Grund- und Umgebungs-Wasser, warmes Wasser
Gezeiten; Strömungen (Wellen)

starke Sedimentation von Sauerstoff-armen Schlick (2 bis 4 mm/a)
Boden schon nach wenigen Millimetern praktisch Sauerstoff-frei

typische Pflanzen-Arten / -Gruppen

immergrüne Salz-tolerante Pflanzen aus verschiedenen Pflanzen-Familien

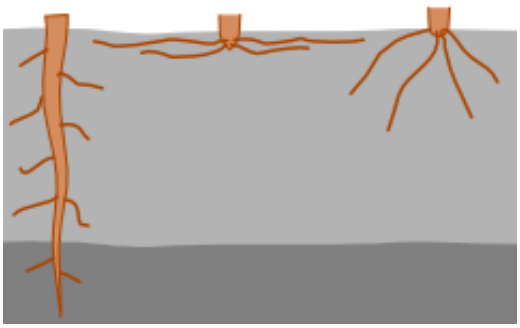
Rote Mangroven nur bedingt Salz-tolerant, besonders bei erhöhter Aufkonzentrierung am Gezeiten–Rand überfordert; nimmt kaum Salz in die Pflanze auf
stärker Salz-resistent ist die Schwarze Mangrove (s) Avicennia germinans; besitzt Atme-Wurzeln, die aus dem unterirdischen – eher waagerechten – Wurzel-System nach oben wachsen; filtert Salz aus dem aufgenommenen Wasser

typische Tier-Arten / -Gruppen

wenige Insekten-Arten; die meisten Insekten kommen nicht mit dem Süßwasser-Mangel und der hohen Sonnen-Intenzität klar

besondere Anpassungen der Pflanzen

besonders auffällige Anpassung aller typischen Pflanzenarten sind besondere Wurzel-Formen



Pfahl-, Flach- und Herz-Wurzelsystem

Grundformen sind das Pfahl-Wurzelsystem, deren Hauptwurzel bis zum festen Untergrund hinunterreicht, das Flach-Wurzelsystem mit großen Abdeckungs-Flächen und das Herz-Wurzelsystem, das von mehr strahlenförmig-stift-artigen Wurzeln geprägt ist

die meisten Wurzeln / Atem-Wurzeln sind mit Lenti-Zellen ausgestattet
Lenti-Zellen sind Zellhaufen aus speziellen Zellen, die eine Kork-ähnliche Struktur haben und deren Zellwände

auch mit Suberin – dem Kork-Stoff – verstärkt sind
wegen ihres Aussehens werden die Ausstülpungen auch Kork-Warzen genannt.
beim Absterben der Kork-Zellen lösen sich die Zellen leicht voneinander und schaffen dadurch kleine Interzellular-Räume durch die Gase diffundieren können

Lenti-Zellen (Kork-Zell-Haufen)
hier beim *(A) Schwarzem Holunder*
Q: de.wikipedia.org (Ulf Mehlig)

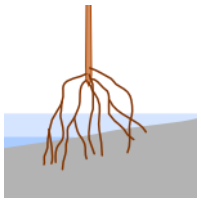
Wasser kann aufgrund seine Oberflächen-Spannung nicht in diese Räume eindringen.

viele Früchte / Samen keimen noch an der Mutter-Pflanze, verankern sich schnell nach dem Abwurf oder lösen sich erst, wenn die Wurzeln sich ein Stück eingegraben haben

sonst sind Früchte und Aus- bzw. Ableger durchweg schwimm-fähig
dudurch gute Ausbreitungs-Chancen

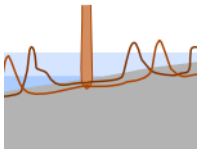
Wurzel-Typen der Mangroven

- **Stelz-Wurzeln**



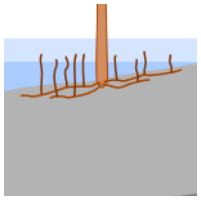
stark ausgprägte Ast-artige Wurzeln; mit Nachbar-Pflanzen entstehen für größere Tiere undurchdringliche Geflechte
im oberirdischen Bereich mit vielen Lenti-Zellen versehen
Basis auch für Algen und damit eine ausgeprägte Kinderstube für diverse Krebstiere und Fische
z.B.: *(g) Phizophora; (g) Pandanus*

- **Knie-Wurzeln**



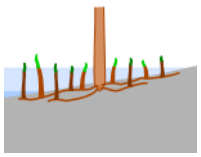
auch "Atem-Knie" genannt
am Knie sind besonders viele Lenti-Zellen
z.B.: *(g) Bruguiera*

- **Stift-Wurzeln**



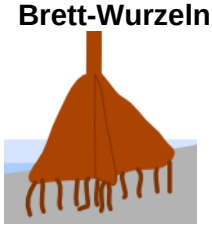
Atemwurzeln / Pneumatophoren
kommen senkrecht aus dem Boden; Stift-förmiges Aussehen; entstammen einem waagerechten Flach-Wurzel-System; meist außen mit Chloroplasten-haltigen Zellen
z.B.: *(g) Avicennia*

- **Kegel-Wurzeln**



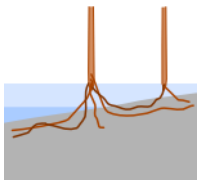
Atemwurzeln / Pneumatophoren
kommen senkrecht aus dem Boden; Kegel-förmige Grund-Struktur; entstammen meist einem waagerechten Flach-Wurzel-System; meist außen mit Chloroplasten-haltigen Zellen
z.B.: *(s) Sonneratia alba*

- **Brett-Wurzeln**



reichen nur wenig tief in den Boden, dort dann von kamm-artigen feineren Wurzeln fortgesetzt
sehr standfeste Struktur
z.B.: *(s) Hertiera littoralis; (s) Pelliciera rhizophorae*

- **Ausbreitungs-Wurzeln**



dienen der Standfestigkeit und als Ausleger
unterirdisch besitzen sie ein feines Wurzel-Geflecht
z.B.: *(g) Ceriops*

- ***keine Luftwurzeln***

bei mehr Land-wärts lebenden Arten
in Böden, die Sauerstoff-reicher und weniger Salz-belastet sind

Pflanzen können z.B. in Blättern Salz speichern / ablagern; die häufig dick-fleischigen Blätter werden bei zu großem Salzgehalt / ausgelastetem Speicher abgeworfen
Salz-Drüsen an den Blättern, Salz-haltiges Wasser wird an ihnen verdunstet, dabei bleiben Salz-Kristalle zurück

Wasser-Aufnahme nach dem Mikro-Filtrations-Prinzip

Atem-Wurzeln (Pneumatophoren)
mit Lenti-Zellen, nur für Gase durchlässig (nicht für Wasser)
Gas-Aufnahme bei Ebbe

Samen werden nicht immer abgeworfen, sondern keimen an der Mutter-Pflanze, bilden dann Wurzeln und trennen sich dann später ab
dadurch entstehen schwer zu streifende Dickichte, die als Schutz-Zonen von verschiedenen Tier-Arten oder Jung-Tieren genutzt werden

besondere Anpassungen der Tiere

wenig Spezialisierungen bekannt
typische Einnischung in geeignete Lebens-Räume

aktuelle Tendenzen, Probleme und anthropogene Einflüsse

Küsten-Wälder gehören meist keinem, selten sind Verantwortlichkeiten geklärt
dadurch ungestrafte und ungebremste Nutzung möglich

z.T. starke – wahrscheinlich nicht wieder gutzumachende – Zerstörung in einigen Ländern
z.B. Indien um 95 % seiner Mangroven aus reinem Holznutzungs-Interesse
meist aus Armut wildes Abholzen
heute starke Nutzung der Ufer-Bereiche; Fluß-Mündungen und Rest-Mangroven für die Shrimp-Zucht (Garnelen-Zucht)

Neu-Aufforstung fast unmöglich, da nach Abholzung auch die Boden-Erosion stark zunimmt und völlig veränderte Untergründe zurück lässt

verstärkt wird der Effekt noch durch eine extrem hohe Chemikalien-Belastung aus den Fisch- und Chrimps-Farmen

weitere Nutzungen
Früchte
Gerbstoffe / Rinden
verschiedene Pflanzen-Teile als Heil- und Arznei-Mittel
Fischfang

langfristige geschätzte Fang-Reduzierung bei Fischen nach Zerstörung von Mangroven bis zu 90 %

verlorengegangene Puffer-Wirkung bei Überschwemmung geht nach Abholzung verloren
bei einer großen Sturmflut 1991 starben rund 1'000 Menschen; bei einer vergleichbaren Sturmflut 1960 – bei noch vorhandenen Mangroven – gab es keine Menschen-Opfer

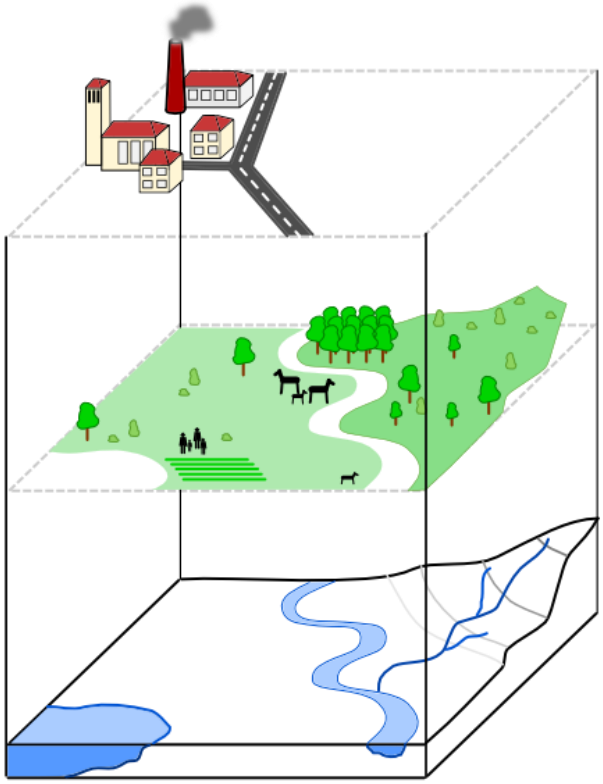
Problem Plastik-Müll
verfängt sich im Wurzel-Gestrüpp
Abbau erfolgt kaum, bietet zwar auch neue Lebensräume, gefährdet aber viele Arten, die Plastik-Teile mit Nahrung verwechseln
Plastik verbleibt dann im Verdauungs-Trakt – kann diesen verstopfen oder durch scharfe Kanten nachhaltig schädigen

4.4.2. terrestrische Ökosysteme – Land-Ökosysteme

Definition(en): Pflanzen-Gesellschaften
Pflanzen-Gesellschaften sind für bestimmte Lebensräume / Kombinationen von Umwelt-Bedingungen typische / charakteristische Kombinationen von Pflanzen-Populationen. Sie werden (meist) nach charakteristischen / dominierenden Arten benannt.

Landschaft (Gesamtheit)

Schichtung stellt auch historische Abläufe und Abfolgen dar



Schichten-Modell (nach TOMASEK)
abiotische-natürliche (unten), biotische (mittig) und abiotisch-künstliche Schicht

4.4.2.1. großräumige Ökosysteme

4.4.2.1.1. Ökosysteme: Wiesen, Steppen, …

Allgemeines

-Arten / -Typen

das Ökosystem charakteresierende abiotische Umweltfaktoren

typische Pflanzen-Arten / -Gruppen

typische Tier-Arten / -Gruppen

besondere Anpassungen der Pflanzen

besondere Anpassungen der Tiere

aktuelle Tendenzen, Probleme und anthropogene Einflüsse

4.4.2.1.2. Ökosysteme: Wüsten

Allgemeines

Wüsten-Arten / -Typen

- **Fels- und Stein-Wüsten** — auch Hammada genannt
  70 % Anteil an Wüsten weltweit
  wenig bis keine Vegetation
- **Kies- und Geröll-Wüsten** — meist Übergang zwischen Fels- und Sand-Wüsten
  Auch Serir genannt
- **Sand-Wüsten** — 20 % Anteil an Wüsten weltweit
  Quarzsand
  starke Temperatur-Schwankungen (tags sehr heiß)
  auch als Erg bezeichnet
- **Dünen** — Feissand
- **Salz-Wüsten** — meist ausgetrocknete Binnen-Seen
- **Eis-Wüsten / Kälte-Wüsten** — 10 % Anteil weltweit
  nicht über 5 °C bis -50 °C im Winter
  Küsten häufig Fisch-reich → vile Großsäuger als Räuber

ökologisch bedeutsam sind die Oasen
tropische Lebensräume, da punktuell ausreichend Wasser (meist Grundwasser-Austritte) vorhanden ist
wichtige Funktionen als Brut- und –Gebiet, Ausgangs-Punkt / Zwischenstop für Wanderungen

Halbwüsten als Übergangs-Gebiet zwischen Nutz- und Ur-Flächen zu den Wüsten
Steppen, Trocken-Gras-Landschaften
meist von Wüsten-Bildung (Desertifikation) gefährdet

das Ökosystem charakteresierende abiotische Umweltfaktoren

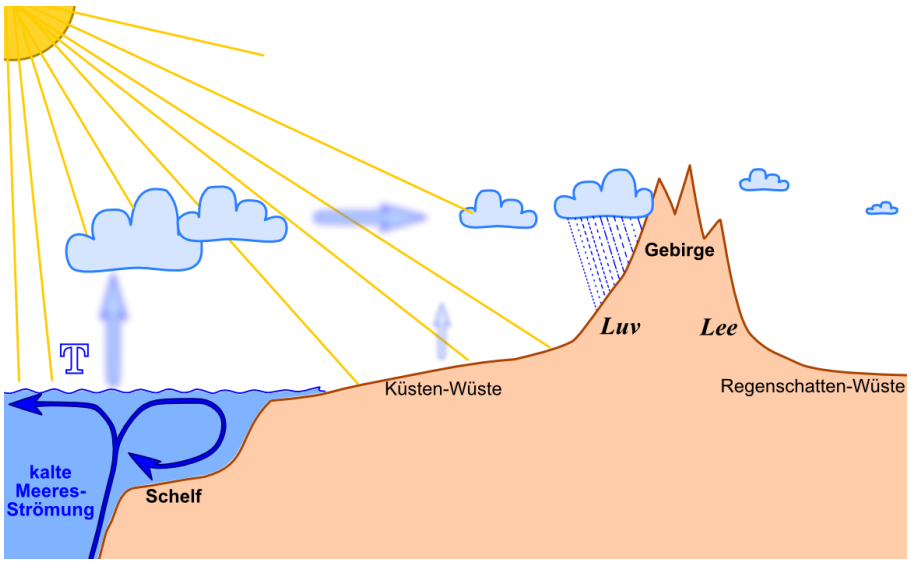
Tages-Unterschiede vieler Faktoren größer als Jahres(zeiten)-Schwankungen
aride Verhältnisse (Wasser-Mangel): Wasser fehlt ganz und gar oder steht nicht in verwertbarer Form vor

typische Pflanzen-Arten / -Gruppen

Kakteen

typische Tier-Arten / -Gruppen

Insekten, Spinnen, Schlangen, Echsen, wenige Säuger (Wüstenfuchs (Fennek))



Wüsten-Bildung an der Luv- und Lee-Seite eines Gebirges
Q: nach /11, S. 41/

besondere Anpassungen der Pflanzen

verkleinert Blätter / ev. nur noch Dornen (Oberflächen-Verringerung für Photosynthetische Fläche), Dornen sind Tau-Sammel-Punkte
Wachs-artige Blatt- und Stengel-Überzüge (Suberin) (wirken reflektierend, Hemmung der Verdunstung)
besondere Mechanismen der C-Assimilation (C4, CAM)
vertragen höhere Salz- und Mineralien-Konzentrationen
dicke Stämme mit Wasser-Speichergewebe
sehr lange / tiefe Wurzeln; stark verzweigt

besondere Anpassungen der Tiere

ovale Blutkörperchen
können in kurzer Zeit viel Wasser aufnehmen ohne zu Platzen; dadurch wird das Blut und der Körper insgesamt nicht verwässert (Konstanthaltung der gelösten Stoffe)

Höcker der Drohmedare und Kamel sind Fett-Speicher, die nicht als Wasserspeicher fungieren

sehr effektive Nieren, die kaum Verlaust-Wasser haben

hohe Stoffwechsel-Raten

kleines Herz
reduzierter Stoffwechsel; häufig äußerst flexibel (große Varianz)

aktuelle Tendenzen, Probleme und anthropogene Einflüsse

derzeit fortschreitende Wüsten-Bildung (Desertifikation)
Wirkung durch menschliche Aktivitäten verstärkt
mögliche Ursachen: globale Erwärmung, Übernutzung von Wirtschaftsflächen, Abholzung, falsche Bewässerungs-Methoden; Überwaidung; steigende Welt-Bevölkerung; zunehmender Tourismus; …
1/3 der landwirtschaftlichen Nutzflächen sind von Desertifikation bedroht; 12 Mill. km^2 (? pro Jahr) weltweit
Wander-Völker sollen seßhaft werden; führt zur Übernutzung von Flächen und Resourcen (Wasserstellen, Oasen, …)

gute, breite Info's: http://dbbm.fwu.de/fwu-db/presto-image/beihefte/55/002/5500242.pdf

4.4.2.1.3. Ökosystem: Urwald

Allgemeines
von Menschen meist ungenutzter und Natur-belassener, unberührter, älterer Baum-Bestand mit natürlichen Begleit-Pflanzen und -Tieren

-Arten / -Typen

Urwald-Typen

- **borealer Nadelwald**
- **tropischer Regenwand**
- **Berg-Nebelwald + Wolkenwald**

Strukturierung

Stockwerke nach RICHARDS

• **Überbäume** **Stockwerk a** **Stratum 5**	herausragende Baum-Riesen; emergent layer / trees 40 bis 60 (selten bis 80) m hoch
• **geschlossenes Kronen-Dach** **Stockwerk b** **Stratum 4**	hohe / ausgewachsene / alte Bäume canopy layer 20 – 30 / 40 m
• **mittlere Schicht aus Bäumen** **Stockwerk c** **Stratum 3**	niedrige Bäume / junge Bäume understory layer 15 – 20 m
• **Strauch-Schicht** **Stockwerk d** **Stratum 2**	immature layer 2,5 – 6 m über Boden
• **Kraut- und Boden-Schicht** **Stockwerk e** **Stratum 1**	-0,2 – 2,5 m

Höhen-Klasse [m]	Anzahl Individuen			Biomasse oberirdisch [kg / ha]	Biomasse Grobwurzeln [kg / ha]	Biomasse gesamt [kg / ha]
>30	80			267'196	15'626	**282'822**
20 – 30	335			336'104	23'441	**359'545**
10 – 20	740			56'079	6'002	**62'081**
5 – 10	1'525			13'218	1'951	**15'169**
1,5 – 5	7'450			7'333	1'542	**8'875**
< 1,5	83'650			1'449	439	**1'888**
gesamt:	**93'780**			**685'370**		**940'419**

nach ARCHIBOLD (1995) von: http://lv-twk.oekosys.tu-berlin.de/project/lv-twk/20-trop-wet2-twk.htm

alte, abgestorbene Bäume reißen beim Umstürzen große Schneisen, die aber schnell wieder zuwachsen (Regeneration des Primärwaldes)

das Ökosystem charakteresierende abiotische Umweltfaktoren

kleiner Wasser-Kreislauf
Verdunstung durch Pflanze → Wolke → Regen → Boden → Pflanze →
macht ungefähr 25 % der Wasser-Dynamik aus

großer Wasser-Kreislauf
Verdunstung durch Pflanze → Wolke → Regen → Boden → Grundwasser → Flüsse → Ozean → Verdunstung → Wolke → Regen → Boden → Pflanze →
restliche 75 % der Wasser-Bewegung (freies Wasser)

dünne Humus-Schicht (Streuschicht)
Bäume usw. sind die eigentlichen Speicher (vorrangig CO_2)
tief-brauner, Nährstoff-armer, stark saurer Boden

typische Pflanzen-Arten / -Gruppen

typische Tier-Arten / -Gruppen

besondere Anpassungen der Pflanzen

vielfach Stamm-Blütigkeit (Kauliflorie) und Stamm-Fruchtung (Kaulikarpie) als Schutz vor starken Regenschäden; ev. auch Anpassung an Bestäubung durch Vögel und / oder Fledermäuse
Bsp.: Kakao-Baum, Judas-Baum

Blätter mit lang-gezogenen Blatt-Spitzen (Ablauf-Spitzen) zum schnellen Ablaufen der Wassermassen bei starken tropischen Regenschauern

dünne Rinde, keine Borke
Verzweigung der Bäume praktisch erst auf der Ebene der Krone

kurz-lebige Samen

Lebendauer von Blättern liegt bei rund einem Jahr
ohne Synchronisation des Abwurfes

besondere Anpassungen der Tiere

aktuelle Tendenzen, Probleme und anthropogene Einflüsse

nach Abholzung / Brandrodung und kurzzeitiger Nutzung bleiben praktisch Nährstoff-freie, mineralische Böden zurück
Neubesiedlung führt nur zu Sekundärwald (mit veränderter Arten-Zusammensetzung im Vergleich zum Primärwald)

4.4.2.1.4. Ökosystem: Wald

Allgemeines

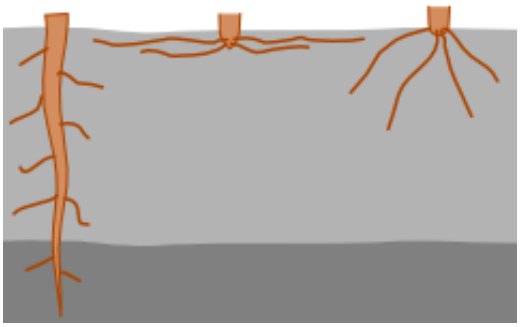
-Arten / -Typen

das Ökosystem charakteresierende abiotische Umweltfaktoren

typische Pflanzen-Arten / -Gruppen

typische Tier-Arten / -Gruppen

besondere Anpassungen der Pflanzen



Pfahl-, Flach- und Herz-Wurzelsystem

besondere Anpassungen der Tiere

aktuelle Tendenzen, Probleme und anthropogene Einflüsse

geschätzte Wald-Größen in den letzten 4 Jahrtausenden der Menschheitsgeschichte

Jahr	**Wald-Bestand [Mrd. ha]**		
2000 v.u.Z.	4,0		
1000 u.Z.	3,5		
1955	3,3		
1978	2,6		
2000	2,1		

Q: /37, S. 21/

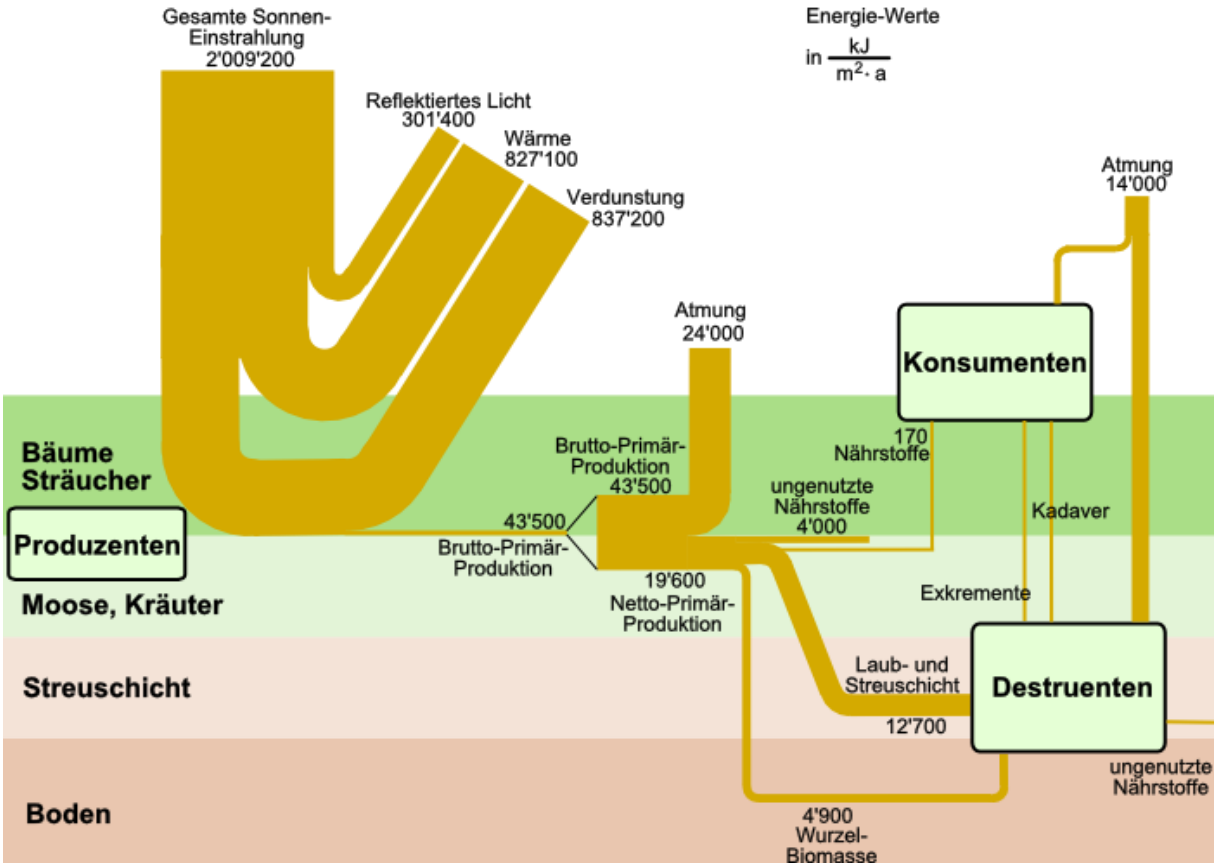
Diversität in einem Buchen-Wald

Organismen-Gruppe	ungefähre Arten-Zahl
Pflanzen	**800**
Samenpflanzen	200
Farne	15
Moose	190
Algen	160
Flechten	280
Pilze	**3.100**
andere	3.000
Schleimpilze	50
Bakterien / Blaualgen	
Bakterien	130

Organismen-Gruppe	ungefähre Arten-Zahl
Tiere	**7.000**
Wirbeltiere	110
Insekten	5.200
Tausendfüßer	60
Asseln	25
Spinnentiere, Bärtierchen	560
Schnecken	70
Würmer	400
Einzeller	400

Q: nach /37, S. 146/

eine Buchenwald beheimatet rund 20 % der in der Biogeo-Region / Klimazone bekannten Leberwesen



Energiefluß in einem Laubwald
(nach GOSZ et.al.; 1978)

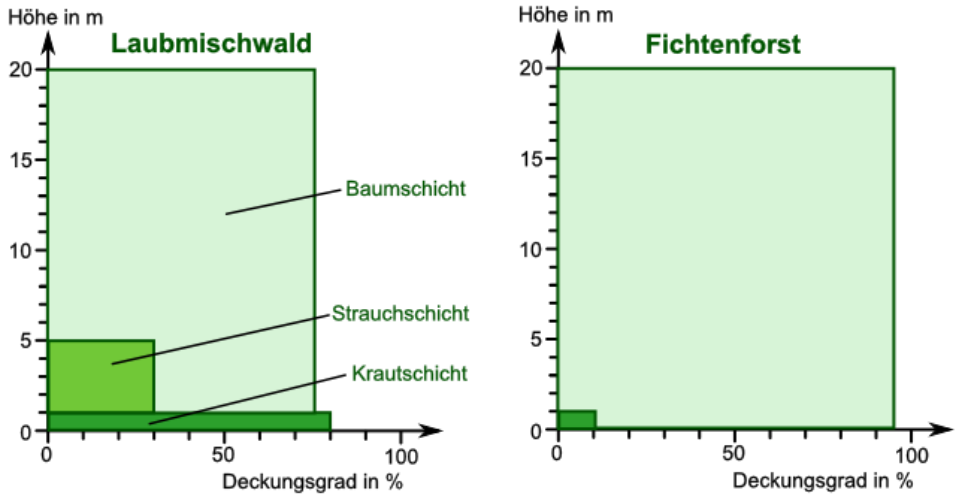
Vergleich verschiedener Wald-Typen

		Buchenwald, geschlossen	Eichen-Hainbuchen-Mischwald			Fichten-Forst
		Q: de.wikipedia.org (Marlene Thyssen)				
Entstehung		natürlich	natürlich			künstlich
typische Pflanzen						
typische Tiere						
Biomasse-Produktion [t / ha]		**26636**	**12550**			**24170**
Bäume		26200	11600			23700
Sträucher		5	250			< 0,01
Kräuter, Gräser		1	220			< 0,01
Streu		430	480			470

Aufgaben:

1.

2. Werten Sie die dargestellten Diagramme aus und begründen Sie die Unterschiede!



Daten-Q: Abitur 2005 (Sachsen)

3.

4.4.2.2. großräumige, urbane Ökosysteme

Siedlungs-Typ	Anteil nicht-heimischer Arten [%]	
Waldsiedlung	20 – 30	
Dorf	30	
Kleinstadt	35 – 40	
Mittelstadt	40 – 50	
Großstadt	50 – 70	

(FALINSKI 1971; Verhältnisse in polnischen Siedlungen)
aus /40, S. 14/

4.4.2.2.x. Ökosystem: Acker(land), Weiden, Triften

Allgemeines

historisch zumeist durch Abholzung / Rodung gewonnene Flächen, die dann in der für's Mittelalter typischen Drei-Felder-Bewirtschaftung landwirtschaftlich genutzt wurden.

Dazu wurde das verfügbare Land-Stück gedrittelt. Auf einem Stück wurde Winter-Getreide und auf einem anderen Sommer-Getreide angebaut. Ein Teil wurde sich selbst überlassen. Hier entwickelte sich eine vielgestaltige Wiese, die auch zur Heu-Gewinnung (zweimalige Mahd) und zur Beweidung genutzt wurde. Diese – quasi ruhende – Landnutzung wird Brache genannt.
Nach einem Jahr Brache wurde im Herbst geflügt und das Winter-Getreide ausgesät.

	Teilstück 1	Teilstück 2	Teilstück 3
1. Jahr	Brache (Wiese)	Sommer-Getreide (Acker)	Winter-Getreide (Acker)
2. Jahr	Winter-Getreide (Acker)	Brache (Wiese)	Sommer-Getreide (Acker)
3. Jahr	Sommer-Getreide (Acker)	Winter-Getreide (Acker)	Brache (Wiese)

Nach der Ernte des Getreides im 2. Jahr erfolgte ebenfalls eine herbstliches Pflügen. Im Frühjahr des dritten Jahres wurde das Sommer-Getreide (z.B. auch Hafer) ausgebracht und im Herbst geerntet. Auf ein Umpflügen wurde in diesem Herbst dann oft verzichtet.
Die Flur-Stücken ware durch Hecken (→) voneinander getrennt. Sie bilden die Rückzugs-Gebiete für die Wiesen-Arten in den zwei Nutzungs-Jahren. Außerden konnte so das Weide-Vieh von den Getreide-Felder fern gehalten werden.

-Arten / -Typen

das Ökosystem charakteresierende abiotische Umweltfaktoren

typische Pflanzen-Arten / -Gruppen

typische Tier-Arten / -Gruppen

besondere Anpassungen der Pflanzen

besondere Anpassungen der Tiere

aktuelle Tendenzen, Probleme und anthropogene Einflüsse

urbanisierte Version von Wiesen, Steppen (→)

vor rund 7000 Jahren begann bewußte Boden-Nutzung

von den bedeutenden 100 Arten in der Ackerwildkrautflora leben 1200 phytophage Tierarten
dazu kommen noch die Blüten-Besucher und die Konsumenten 2. Grades (zoophage Arten)

charakteristische Acker-Biotope:

• **basenreiche Äcker**	Klatsch-Mohn und Acker-Senf Winter-Weizen, Winter-Gerste, Raps Körner-Mais, Sommer-Gerste, Zuckerrüben
• **basenarme Äcker**	Kornblume Winter-Getreide (besonders: Winter-Roggen), Hafer, Buchweizen, Kartoffeln
• **Brach-Acker**	Kratz-Distel, Acker-Klettenkerbel ursprünglich Ruhephase in mittelalterlicher Dreifelder-Wirtschaft
• **Lein- / Flachs-Feld**	Lein-Nelke, Saat-Labkraut Faserpflanzen (Lein)
• **Hanf-Feld**	zur Unkraut-Bekämpfung wurde … Hanf (THC-arme Kulturen), Faser-Hanf
• **Spargel-Acker**	Kleine Brennesel, Kleinblütiges Knopfkraut Gemüse-Dauerkulturen (besondes Spargel)
• **Weinberge**	Wilde Tulpe, Weinbergs-Lauch Wein, Kermesbeere
• **Hopfen-Garten**	Vogelmiere, Hirteltäschel Hopfen
• **Lesesteinriegel**	Acker-Quecke, Acker-Winde Grenzbereich (z.B. als Steinablage, Erosionsschutz)
• **Ackerrain / Stufenrain**	Knäulgras, Weidelgras, Quecke Grenzbereich
• **Feldweg**	Beifuß, Rainfarn, Pastinak, Wilde Möhre Obstbäume (Randbereich), Arbeitsweg
• **Triftweg**	Aufrechte Trespe, Disteln Viehweg
• **Bauerhof**	Kleine Brennessel, Gänse-Malve, Storchschnabel Lager-, Stall- und Wohnstätte
• **Bauerngarten Hausgarten**	Stachelbeere, Johannesbeere, Zwiebeln, Möhren, Bohnen, … Obstbäume
• **Friedhöfe (mit Kirche)**	Rispengras, Mauerpfeffer religiöses Zentrum
• **öffentliche Gebäude**	Kleines Liebesgras, Butterblume Arbeitsraum und Treff

charakteristische Acker-Biotope (Fortsetzung):

• **modernes Wohngrund-stück**	Rotschwingel, Kriechendes Straußengras Wohn- und Erholungs-Bereich
• **Sumpfpfad / Steig**	Aromatischer Kälberkropf, Breit-Wegerich, Vogel-Knöterich Transport- und Vieh-Weg
• **Dorf- od. Landstraße**	Guter Heinrich, Eisenkraut, Schwarznessel Transport
• **Dorfgasse**	Vogelknöterich, Strahlenlose Kamille, Breit-Wegerich, Fingerkraut Gehweg
• **historische Altstadt**	Krustenflechten, Moose, Hunds-Braunwurz, Mauerpfeffer Wohn- und Handels-Ort, Handwerkliche Produktion
• **moderne Innenstadt**	Liegendes Mastkraut, Vogelknöterich, Franzosenkraut Wohn- und Handels-Ort, Dienstleistungen
• **Villengrundstück**	Purpur-Hasenlattich, Gelber Lerchensporn Wohn- und Erholungs-Bereich
• **Dom, Burg, Festungs-mauern**	Mauerraute, Streifenfarn, Glockenblume Erholungs-Bereich, historisch-religiöser Bereich
• **Grünflächen, Parks**	Hirteltäschel, Kreuzkraut, Gänse-Distel, Gräser Erholungs-Bereich
• **Dachgärten; begrünte Dächer**	Schnittlauch, Echte Hauswurz, Weißer Mauerpfeffer Wasserspeicher, Schutz vor UV-Licht; Wärme-Isolation
• **Bundesstraßen Autobahnen**	Russische Melde, Abstehender Salzschwaden Transport-Weg
• **Hafen(-anlagen)**	Gewöhnlicher Beifuß, Gänse-Malve, Roter Gänsefuß Transport- und Handels-Bereich
• **Bahnanlagen, Gleise, Bahnhöfe**	Finger-Steinbrech, Scharfer Mauerpfeffer, Fetthenne Transport-Weg
• **Groß- und Schwer-Industrie**	Scharfer Mauerpfeffer, Klebriger Gänsefuß, Sal-Weide industrielle Produktion
• **Steinbruch**	Tüpfelfarn, Streifenfarn, Fetthenne, Hornkraut Rohstoff-Gewinnung
• **Sand-, Kies- und Ton-Abgrabungen**	Armleuchteralgen, Tausendgüldenkraut, Huflattich Rohstoff- / Baustoff-Gewinnung

charakteristische Acker-Biotope (Fortsetzung):

• **Kaserne, Truppenübungsplatz, Militärflächen**	Beesen-Heide, Sandkraut, Haferklee, Sandmohn militärische Übungen, Lager- und Wohnbereiche
• **Mülldeponie**	Große Brennessel, Kletten-Labkraut, Schwarzer Nachtschatten Endlagerstätte, Abfall-Lager
• **Schutt- und Trümmer-Halden**	Götterbaum, Sommerflieder, Schwarzer Holunder, Bittersüßer Nachtschatten Endlagerstätte, Abfall-Lager
• **Abraum-Halden**	Schmallblättriges Geiskraut, Salzkraut, Klebriger Gänsefuß Endlagerstätte, Abfall-Lager
• **naturnahe Kläranlagen, Rieselfelder**	Wasserlinsen, Schilf, Rohrkolben Abwasser-Reinigung

unerwünschte Acker-Unkäuter
Frauenspiegel, Feld-Rittersporn, Kornrade, Acker-Stiefmütterchen, Kornblume, Sand-Mohn

längstes Biotop Deutschlads → ehemalige Zonengrenze (Todes-Streifen)

Definition(en): Urbanisierung
Urbanisierung ist der Prozess der Verstädterung der Landschaft / bestimmter Ökosysteme.

4.4.2.2.x. Ökosystem: Hecke

Allgemeines
Reihe von Baume und Sträuchern
i.A. künstlich angelegt

landwirtschaftlich / ländliche Hecken eher mit verschiedenen Grund-Strauch- bzw. Baum-Arten
in gärtnerische Hecken dominiert meist eine Strauch-Art

-Arten / -Typen

Hecken-Typen

- **Niederhecke** bis 1 m hoch
- **Hochhecke** 2 bis 6 m hoch
- **Baumhecke** über 6 m hoch

weitere Hecken-Typen

- **BENJES-Hecke**
-
-

das Ökosystem charakteresierende abiotische Umweltfaktoren

typische Pflanzen-Arten / -Gruppen

typische Tier-Arten / -Gruppen

besondere Anpassungen der Pflanzen

besondere Anpassungen der Tiere

aktuelle Tendenzen, Probleme und anthropogene Einflüsse

lange Zeit stark unterschätztes Ökosystem

Name kommt aus dem Altdeutschen, dort wurde sie "Hag" genannt
Hagebutte ist die klassische Heckenbeere

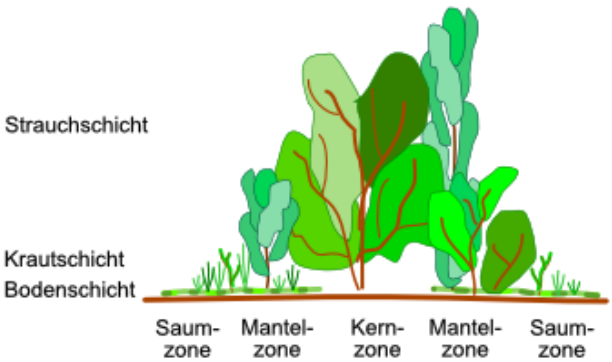
Linien-Biotop
urbanisierte Grenze zwischen Wald (Forst) und Acker, Weiden usw. (Wiesen, Steppen, …)

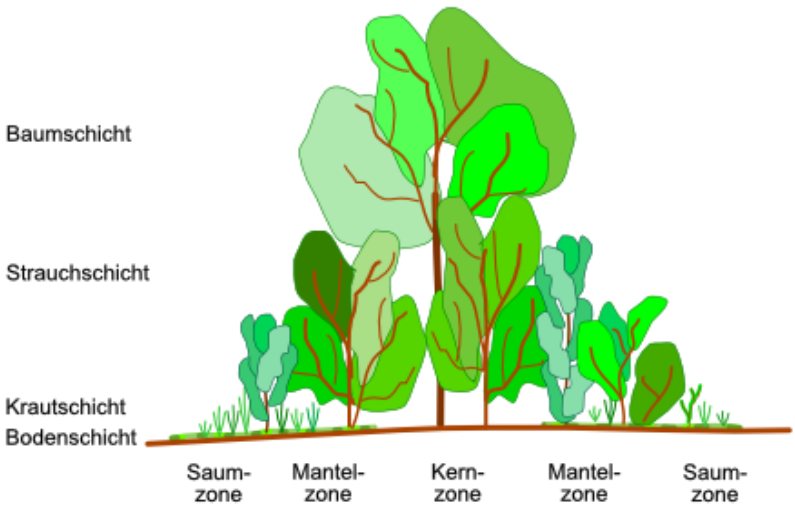
BENJES-Hecke (s.a. Exkurs)
Q: de.wikipedia.org (Markus Hassler)

mit Aufkommen großer Landwirtschaftsbetriebe und Landmaschinen vielfach aus der Landschaft entfernt
starke negative Wirkungen (erwünschte Ertragsteigerung durch zusätzliche Fläche hat sich nicht erfüllt)
Verstärkung Boden-Erosion
mehr Halmbruch / Windschäden
geringere Wanderungsbewegungen zwischen angrenzenden Ökosystemen → Wegfall / Reduktion des Gen-Austausches
stärker Schädlingsbefall

heute wieder verstärktes Anlegen und erweiterte Pflege

unwahrscheinlich stark strukturiert
gehört zu den vielgestaltigsten Ökosystemen in der gemäßigten Klima-Zone

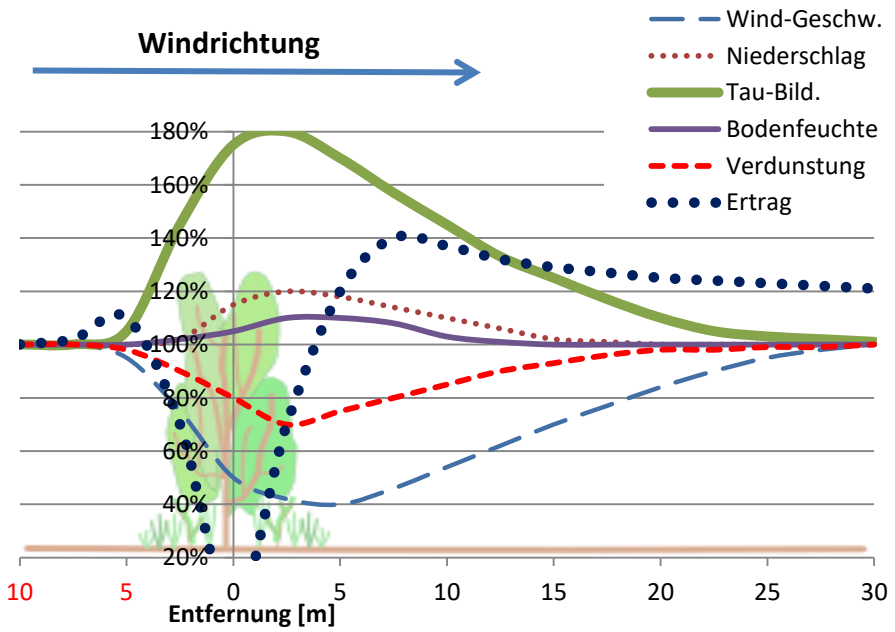




(mögliche) Funktionen einer Hecke

- **Windschutz**
- **vielgestaltiger Lebensraum**
- **Lebensraum für Nützlinge**
- **Wanderweg / Ausbreitungsweg (Biotop-Verbund / -Vernetzung)**
- **Sichtschutz**
- **Steigerung Tau-Bildung**
- **Stabilisierung der Bodenfeuchte**
- **Deckung**
- **biologische Ungeziefer-Reduktion**
- **Ausbreitungsgrenze für (Mono-(Kultur-))Schädlinge** — Unkräuter, Schädlinge
- **Erosionsschutz**
- **bilden Klein- und Mikro-Klima** — (stabilisieren Temperatur, Luftfeuchtigkeit bzw. gleichen aus)
- **(Eigentums-)Grenze**
- **Erhöhung landwirtschaftlicher Erträge auf angrenzenden Nutzflächen**
- **Bienen-Standort und -Weide** — auch für andere Hautflügler (Hummeln, Wespen, …)
- **Nährstoff-Speicher** — Fang von Verottungs-Produkten, (Blättern, Tier-Kadaver, …)
- **Schallschutz**

fast immer werden alle Funktionen erfüllt, einzelne können aber an bestimmten Standorten bevorzugt oder reduziert sein



nach VOGTMANN 1985

Einfluss von Windschutzhecken
auf die Erträge in der Landwirtschaft
Q: de.wikipedia.org (Bundesarchiv)

Exkurs: BENJES-Hecke – Funktionen und Anlage

auch Totholz-Hecke genannt

entwickelt / beschrieben / untersucht Herman BENJES (1937 – 2007); deutscher Landschaftsgärtner

Anlage:
in einem 1 bis 4 m breitem und 1 bis 1,5 m hohem Streifen wird Gestrüpp, altes Buschwerk, Mahdgut, Stroh, … aufgestapelt; Entfernung der Mittel-Linie rund 3 bis 4 von geplanter Nutzfläche
ev. können gewünschte – aber (Orts-)typische – locker mit eingepflanzt werden
Verstreuen von Samen und Beeren möglich; ev. in einem zentraler Kompost-Streifen
keine oder nur sehr kleine Unterbrechungen (Feldzufahrten usw.)
Anfang und Ende der neuen Hecke sollten andere (Wald-)ähnliche Biotope sein

junge BENJS-Hecke
Q: de.wikipedia.org (Kamel15)

billig, sehr ökologisch (sehr naturnah), kaum Menschen-Einflüsse notwendig und vorhanden

schon nach kurzer Zeit – praktisch ab sofort bietet die Anlage verschieden Arten ein Zuhause
in den nächsten Jahren starke Sukzession (bis Klimax rund 30 bis 120 Jahre)
bietet praktisch ab sofort Erosionsschutz (stärker werdend)

einige Vorteile (z.B. hinsichtlich Arten-Schutz und Biotop-Verbund sind eher langfristig

Alternativen sind z.B. gepflanzte Wall-Hecken (Knicks, Knicke, Öwer, Över, …)
Erd- Stein-, Geröll- und / oder Torf-Wälle als Grundlage

4.4.2.2.x. Ökosystem: Stadt

Allgemeines

unter ökologischer Betrachtung hat die Stadt in der Bevölkerung / unter Populär-Ökologen einen schlechten Ruf
es gehört mittlerweile zu den vielgestaltigsten, Arten-reichsten Ökosystemen
Arten-reicher selbst als weitere Umgebung

-Arten / -Typen

das Ökosystem charakteresierende abiotische Umweltfaktoren

typische Pflanzen-Arten / -Gruppen

typische Tier-Arten / -Gruppen

besondere Anpassungen der Pflanzen

besondere Anpassungen der Tiere

aktuelle Tendenzen, Probleme und anthropogene Einflüsse

4.4.2.3. kleinräumige Ökosysteme

hierzu könnte man auch schon Hecken, Felder, kleine (isolierte) Wälder usw. zählen
ich zähle hier solche Ökosysteme dazu, die in sich abgeschlossen und (im ökologischen Sinne) stabil sind und als Grundlage / Bezugssystem ein spezielles Lebewesen haben
z.B. ein separater Baum auf einer Wiese

meist Biochorie oder

Biochore → kleines Biotop

4.4.2.3.1. Ökosystem: Baum

Allgemeines

-Arten / -Typen

das Ökosystem charakteresierende abiotische Umweltfaktoren

typische Pflanzen-Arten / -Gruppen

typische Tier-Arten / -Gruppen

besondere Anpassungen der Pflanzen

besondere Anpassungen der Tiere

aktuelle Tendenzen, Probleme und anthropogene Einflüsse

4.4.2.3.x. Ökosystem: Baum-Rinde

Allgemeines

-Arten / -Typen

das Ökosystem charakteresierende abiotische Umweltfaktoren

typische Pflanzen-Arten / -Gruppen

typische Tier-Arten / -Gruppen

besondere Anpassungen der Pflanzen

besondere Anpassungen der Tiere

aktuelle Tendenzen, Probleme und anthropogene Einflüsse

Biochorie – Kleinst-Ökosystem

Ökosysteme / System-Abgrenzungen für sehr kleine Organismen (z.B. Bakterien, Käfer, Parasiten, …)

meist kein entscheidender / messbarer Einfluss auf umgebendes Ökosystem
eigene Mikro-Klima usw.

4.4.2.3.x. Ökosystem: Mensch

"Das Ökosystem bin ich."

Allgemeines
praktisch mehr Zellen Microorganismen als humane Zelle

wahrscheinlich mehr als 8'000 verschiedene Arten auf und im Menschen
oft regional (Länder, Ländergruppen, Kontinente) unterschiedlich
einzelne Microorganismen haben so spezielle Lebens-Bedingungen, dass eine Nachzucht oder längere Haltung im Labor noch nicht gelingen ist
man weiss von ihnen nur, weil man genetisches Material z.B. im Kot gefunden hat

Lebens-Orte

Haupt-Orte:
- Darm / Verdauungstrakt
- Haut
- Schleimhäute
- Körper-Öffnungen (z.B. Ohren, Mund)
- Zähne
- Urogenital-Bereich (besonders weibliche Scheide)

das Ökosystem charakteresierende abiotische Umweltfaktoren
relativ enger Temperatur-Bereich, lokal aber stabil
andere Lebens-Grundlagen (Nahrung) i.A. reichlich vorhanden

typische Microorganismen-Arten / -Gruppen

Symbionten

Kommensalen

Parasiten

Krankheits-Erreger

besondere Anpassungen der Microorganismen

weitere Arten / -Gruppen

Viren

Prionen

Würmer

Plattwürmer (Bandwürmer)

Insekten (z.B. Fliegen-Maden)

Spinnen (Milben)

besondere Anpassungen anderer Organismen

aktuelle Tendenzen, Probleme

Antibiotika-Einsatz
Resistenzen

übertriebene Hygiene
übermäßiges Abtöten positiv wirkender / nützlicher Organismen
unvollständiges Abtöten gefährlicher / schädlicher Organismen, die dann große Entwicklungs-Potentiale vorfinden
Zerstörung des Eigenschutzes und der angeborenen und erworbenen Immunitäten

Scheiden-Spülungen als (begleitendes) Verhütungsmittel
verstärke Ausbreitung von Scheiden-Pilzen

starke Belastung mit verschiedensten Chemikalien (Kosmetika, Zusätze in Lebensmitteln, Umweltgifte, Luft-Verunreinigungen, …)
oft zwar kleinste Mengen, deren gemeinsame Wirkung weder erforscht ist noch abgeschätzt werden kann; Test's erfolgen i.A. nur bezüglich einer einzelnen Chemikalie und die sind i.A. auch in den verwendeten mengen völlig unbedenklich
? Zunahme von Neurodermitis, Lebensmittel-Unverträglichkeiten, Allergien, …

Jeder Mensch enthält rund drei- bis viermal soviele Mikroben wie eigene Zellen. Diese sind weitgehend lebens-notwendig und vor allem notwendig für ein gesundes Leben.

Multi-resistente (Krankenhaus-)Keime

übermäßiger Einsatz von (frei zugänglichen) Medikamenten (z.B. Protonen-Hemmer gegen Sodbrennen)
Zerstörung natürlicher Funktion (z.B. Schleim-Produktion im Magen)
Folge ist eine schwere Beeinträchtigung der Magen-Funktion und der Magen-Microorganismen
verstärkte Ausbreitung gefährlicher Keime

Aufgaben:

1. **Ermitteln Sie, welche Mikroorganismen(-Gruppen) in oder auf unserem Körper welche Funktionen übernehmen!**

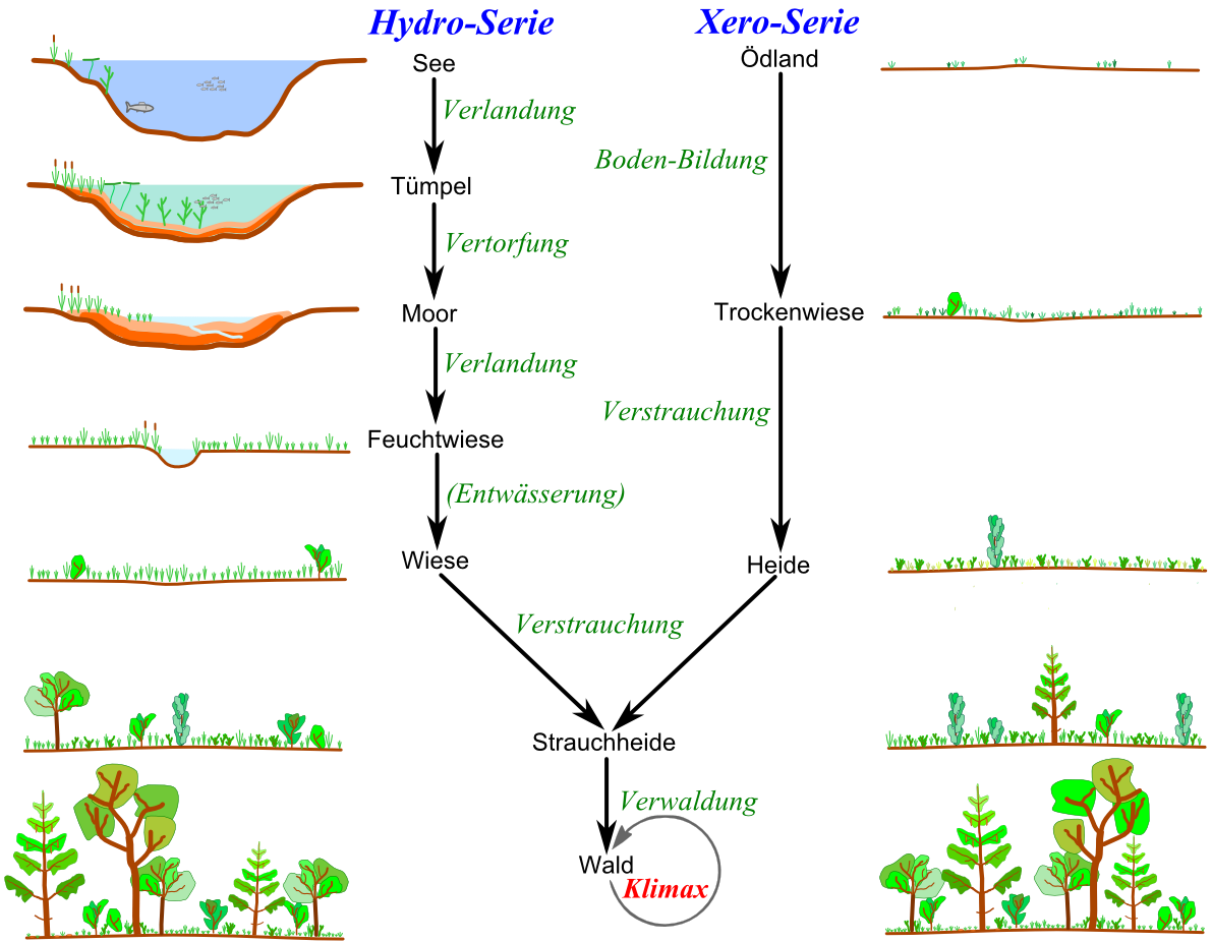
2. Setzen Sie sich mit der These eines Populär-Wissenschaftlers auseinander, die lautet: "Bakterien sind allesamt Krankheitserreger und sollte deshalb in unserer heimischen Lebenswelt und global ausgerottet werden."

4.5. Veränderung von Ökosystemen

Sukzession
Syndynamik

von succedere lat. = nachrücken, nachfolgen
successor → der Nachfolger

Definition(en): Sukzession
Unter Sukzession versteht man die zeitliche Aufeinanderfolge von Lebensgemeinschaften an einem Ort. Als Basis wird zumeist die Folge von Pflanzen-Gemeinschaften genutzt.
Unter Sukzession versteht man die typische, zeitliche Aufeinanderfolge von Biozönosen in einem bestimmten Biotop / Lebensraum / Ort.



natürliche Folge durch innersystemische Faktoren

Ausgangspunkte für Sukzessionen sind meist
neu entstandene Gebiete (Vulkaninseln, Rodungen, Vulkanausbrüche mit breiten Lava- oder Asche-Flächen, …)

gestörte Ökosysteme (Meteroiten-Einschläge, Monsterwellen, Tsunamis, Wirbelstürme, Waldbrände, …)
vom Menschen genutzte Flächen

allogene / exogene Sukzession
durch äußere Faktoren – meist abiotischer Natur – verursachte – im gewissen Sinne bzw. für das bisherige Ökosystem katastrophale Veränderungen
abiotische Faktoren verändern sich über die bisherige Spannweite hinaus oder tendieren stark / vermehrt zu den Grenzen (Pessima)

autogene / endogene Sukzession
natürliche Folgen von Arten, Gemeinschaften, Ökosystem

nachfolgende, empfindlichere Arten bilden sich im Schutz robuster Arten
Konkurrenz-schwache, stark angepasste Pionier-Arten (→ r-Strategen) werden von Konkurrenz-starken, weniger angepassten Arten (K-Strategen) abgelöst

es bildet sich ein langfristig stabiles Ökosystem als Klimax-Stadium heraus
dieses ist aber nur pseudo-stabil; durch langfristige Klima-Veränderungen etc. folgen wieder neue (ev. noch langfristere Sukzessions-Folgen)
überlagerte zykliche Veränderungen von Umweltfaktoren (Planeten-Bahnen, Sonnen-Rhythmiken Vulkanismus, …)

Schlüssel-Prozesse der Sukzession

- **Förderung** — die vorherrschenden Arten fördern die Zuwanderung / Ansiedlung neuer arten
- **Toleranz** — Konkurrenz-schwache Arten werden von Konkurrenz-starken arten abgelöst
- **Hemmung** — die vorherrschenden Arten begrenzen ihre eigene Ausbreitung sowie die Einwanderung / Ansiedlung von Pionier-orientierten Arten

räumliche Veränderungen
Erosions-Prozesse (Gebirge → Flachland)
Hebung und Senkung des Bodens (auch durch Gletscher / Eiszeiten) bewirken Austrocknung / Versandung / Versalzung

räumlich-zeitliche Muster-Bildung

normale / progressive Sukzession
Entwicklung hin zu einer stabileren, höher organisierten Klimax-Gesellschaft
typisch, Evolution auf Ökosystem-Ebene

rückwärts-gerichtete / regressive Sukzession
Entwicklung zu einer instabileren, einfacher strukturierten und organisierten Organismen-Gemeinschaft hin
seltener

häufig bei Extrem-Ausprägungen von Umweltfaktoren; dramatische veränderung mehrerer Umwelt-Bedingungen

primäre Sukzession
ablaufende Veränderungen auf neu geschaffenen, (völlig) unbelebten Lebensräumen (neue Vulkaninseln, neues Gewässer)

sekundäre Sukzession
ablaufende Veränderungen in schon besiedelten / belebten Gebieten
meist starke Störung, die das System-Gleichgewicht kippt
aber auch normale Arten-Folgen
z.B. Kahlschlag; Wald nach Walsbrand

typische zeitliche Strukturierung
Initialstadium
Pionier-Arten, große Flächenabdeckung, effektive Verbreitungs- und Vermehrungs-Mechanismen (→ r-Strategen); schnell-lebige Arten
gegenüber den einzelnen Umweltfaktoren recht tollerant (→ euryök)
bieten Enwicklungs-Chancen für neue einwandernde Arten (Wind- und Sonnen-Schutz, Humus-Schicht, Deckung, Nahrung, …
Pionier-Arten verändern die wirkenden Umwelt-Faktoren (z.B. Ansammlung von Nährstoffen (→ Akkumulation); Boden-Bildung (→ Pedogenese)

Folgestadien / Folgestadium
der Pionier-Phase folgenden Phasen / Ökosysteme
zeitlich längerfristiger stabil; geringere Dynamik
K-Strategen kommen immer häufiger vor
hohe Vielfalt an Lebensräumen (Biochorien), starke Struktorierung der Umweltfaktoren; sehr viele Kombinations-Möglichkeiten
Arten-Zahl nimmt immer weiter zu, Individuen-Zahlen (der einzelnen (nachfolgenden und vergleichbaren) Arten) sinken
Änderungs-Raten werden geringer
starke Zu- und Abwanderung von Arten

Wegen der starken Veränderungen in der Zeit werden Ökosysteme des Initial- und des Folge-Stadiums auch unreif genannt. Dagegen ist das End-Stadium ein reifes Ökosystem.

Endstadium / Klimax(-stadium)
nur noch Fließ-Gleichgewicht; kaum feststellbare äußere Dynamik, innere Dynamik stark ausgeprägt
K-Strategen beherrschen das System, vermehren sich langsamer, aber immer die Ressourcen ausschöpfend (bzw. dieses anstrebend); lang-lebige / ausdauernde Arten
beste Verwertung von Energie und Stoffen
geringe Störanfälligkeit gegenüber "normalen" äußeren (od. inneren) (Stör-)Faktoren

typische Klimax-Gesellschaften / -Systeme
Urwälder
(Hoch-)Moore

Korallen-Riffe
Konvektions-Zonen (in den Ozeanen)
oligotrophe Seen
Pärien

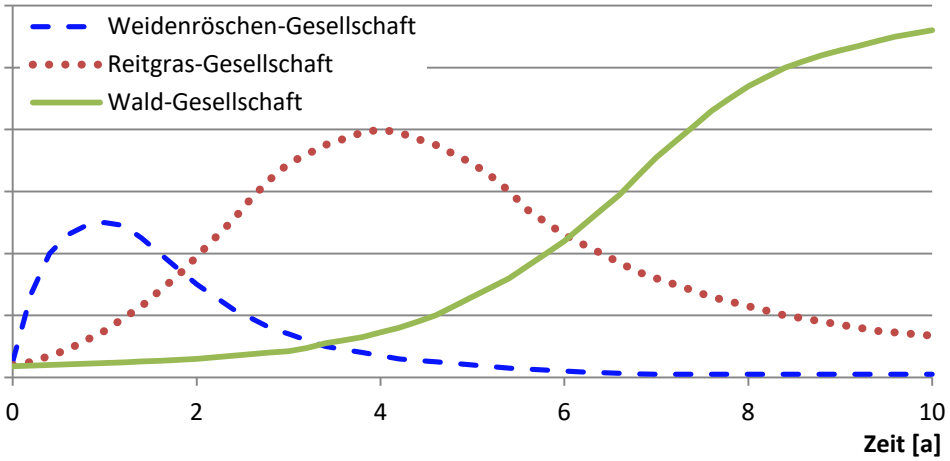
Definition(en): Klimax
Das dynamische Endstadium einer Sukzession nennt man Klimax. Das Klimax-Stadium wird nur durch tiefgreifende Veränderungen der Standort-Bedingungen aus dem Gleichgewicht gebracht.

Biotop-Typ	**Entwicklungs-zeit bis zum Klimax [a]**	
Einjährige Gesellschaften u. ihre Fauna	1 – 4	
Vegetation eutropher Stillgewässer	8 – 15	
gepflanzte Hecken	10 – 15	
Pfeifengras-Wiesen; Magerrasen	Jahrzehnte	
Vegetation oligotropher Stillgewässer	ab 20 – 30	
Felshöhlen mit echten Höhlentieren	100 – 200	
Hochmoore	1.000	entspricht rund 1 m Torf

Q: /37, S. 355 (nach JEDICKE 1990/

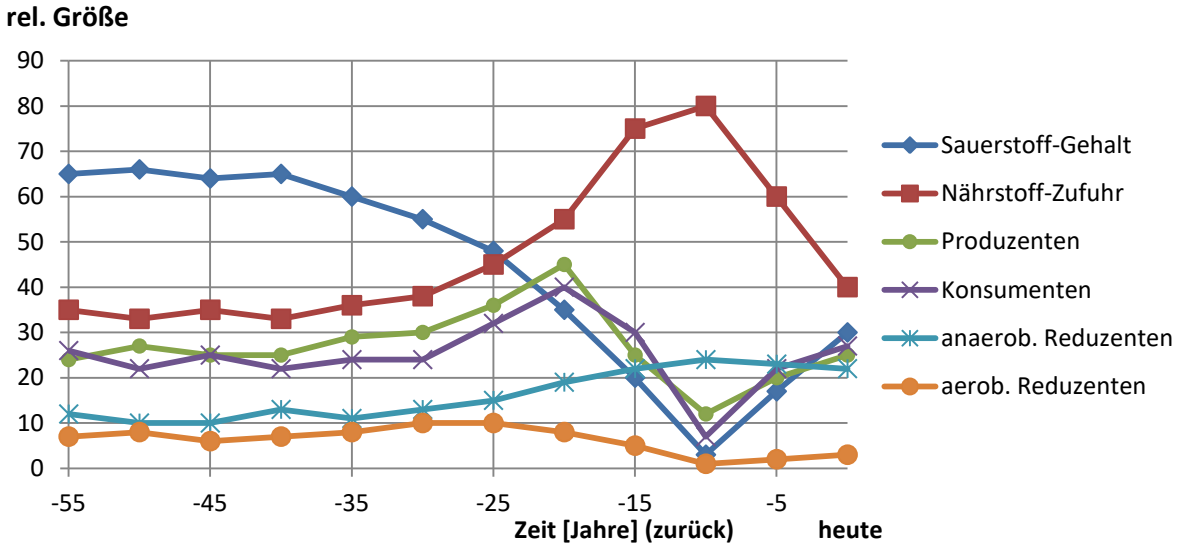
bei der modernen Masaik-Zyklus-Theorie von K. M. ZUKRIGL wird das großflächige, einheitliche Klimax-System eher als fleckige, etwas kleinflächigere Systeme beschrieben, die sich dynamisch über das großflächige Klimax-System verteilen in intern wandern oder zyklischen Schwangungen / Veränderungen unterliegen
quasi existieren mehrere kleine, sich dynamisch verteilende Klimax-Systeme, die sich nach Außen als ein großes, sehr stabiles System darstellen
innere Abgrenzung schwer festlegbar, da einzelne Systeme und die herrschenden Bedingungen recht ähnlich sind
die hoch-entwickelten Lebensgemeinschaften sind aber sehr speziell entstanden und stabil

Entwicklung von Pfanzen-Gesellschaften nach einem Kahlschlag



komplexe Aufgaben (z.B. zur Vorbereitung auf eine Klausur)

4. Von einem See sind über rund 60 Jahre verschiedene ökologische Kenndaten beobachtet worden. Vor rund 30 Jahren bekann in der Umgebung des See's eine intensive Landwirtschaft, die dann wegen der bedenklichen Veränderungen in und am See auf biologischen Landbau umgestellt wurde.
Interpretieren Sie das Diagramm zuerst einmal ohne die Beachtung der beschriebenen Ereignisse!
Woran kann man Ereignisse in dem Diagramm erkennen? Begründen Sie Ihre Meinung!
Können Sie den Beginn des biologischen Landbau's zeitlich genauer bestimmen? Erläutern Sie, wie Sie dabei vorgegangen sind!



4.6. die Gaia-Theorie

gaia (alter griechischer Name für Mutter Erde) → die Erde lebt;

die Erde erbt von den auf ihr lebenden Organismen den Status "lebendig", aber als Gesamt-Objekt finden alle Merkmale des Lebens ihre Anwendung

- zellulärer Aufbau
- eigener Stoff- und Energie-Wechsel
- Wachstum und Entwicklung
- Fortpflanzung und Vererbung
- Reizbarkeit
- Verhalten
- Imunologie / Unterscheidung von Eigenem und Fremden
- Bewegung (aus dem Objekt selbst heraus)

kritisch wird es vielleicht beim Merkmal "zelluläre Aufbau", ist aber vielleicht nur eine Frage der Möglichkeiten des Mikroskops mit dem wir die Erde von außen untersuchen, vielleicht ist es so eingestellt, das unsere Zellen die Lebewesen an sich sind

Gaia-Hypothese (Anfang der Siebziger Jahre des Zwanzigsten Jahrhunderts) von engl. Chemiker James E. LOVELOCK (); es werden bestimmte Eigenschaften von atmosphärischen Gasen, von Oberflächengestein und Wasser durch die Aktivitäten der / aller Lebewesen reguliert; Wachstum, Tod und Stoffwechsel beeinflussen direkt die Umgebung; das Leben als Ganzes optimiere seine Umwelt zu seinem eigenen Nutzen
physiologisch regulierte Erde; nicht: "die Erde ein einziger Organismus"; Erde hat im biologischen Sinn einen Körper, der durch komplizierte physiologische Vorgänge am Leben erhalten wird; Leben ist ein Phänomen globalen Ausmaßes
alle nutzen das gleiche Wasser und die gleiche Luft

Propriozeption: Wahrnehmung von Bewegungen und räumlicher Orientierung aufgrund von Reizen aus dem Körperinneren (z.B.: Lagesinn)
Erde insgesamt als belebtes System besitzt propriozeptives System (besser vielleicht: propriozeptive Eigenschaften / Merkmale / Systemkomponenten) und reagiert auf Veränderungen

Zwei Planeten treffen sich im Weltall.
Sagt der eine: "Du siehst aber gar nicht gut aus, was ist denn mit dir?"
Der andere seufzt: "Ach... ich hab Homo Sapiens!"
Darauf der erste: "Hatte ich auch mal. Ist äußerst unangenehm, geht aber schnell vorbei!"
Q: http://dict.leo.org/forum/viewGeneraldiscussion.php?idThread=700659&idForum=&lp=ende&lang=de

Aufgaben:

1. Erstellen und halten Sie einen Schülervortrag mit zugehöriger / passender Präsentation (Form ist von Ihnen zu wählen!) zu einem Ökosystem! (Die Auswahl der Ökosysteme ist im Kurs und mit dem Kursleiter abzustimmen!) Beachten Sie die nachfolgenden obligatorischen Punkte!

a) geographische Lage / Verteilung auf der Erde
b) typische / charakteristische abiotische Faktoren
c) (räumliche und / oder zeitliche) Gliederung
d) typische Pflanzen / Tiere / Pilze / … // biotische Faktoren
e) charakteristische Beziehungen / systemische Betrachtungen
- *Nahrungs-Ketten / -Netze / Stoff- und Energie-Kreisläufe*
- *Populations-Entwicklungen*
- *Sukzession*

f) anthropogene Beeinflussungen / Schutz / …

2.

für die gehobene Anspruchsebene:

x. Diskutieren Sie die Frage "Gehört der Tod zum Leben dazu?"!

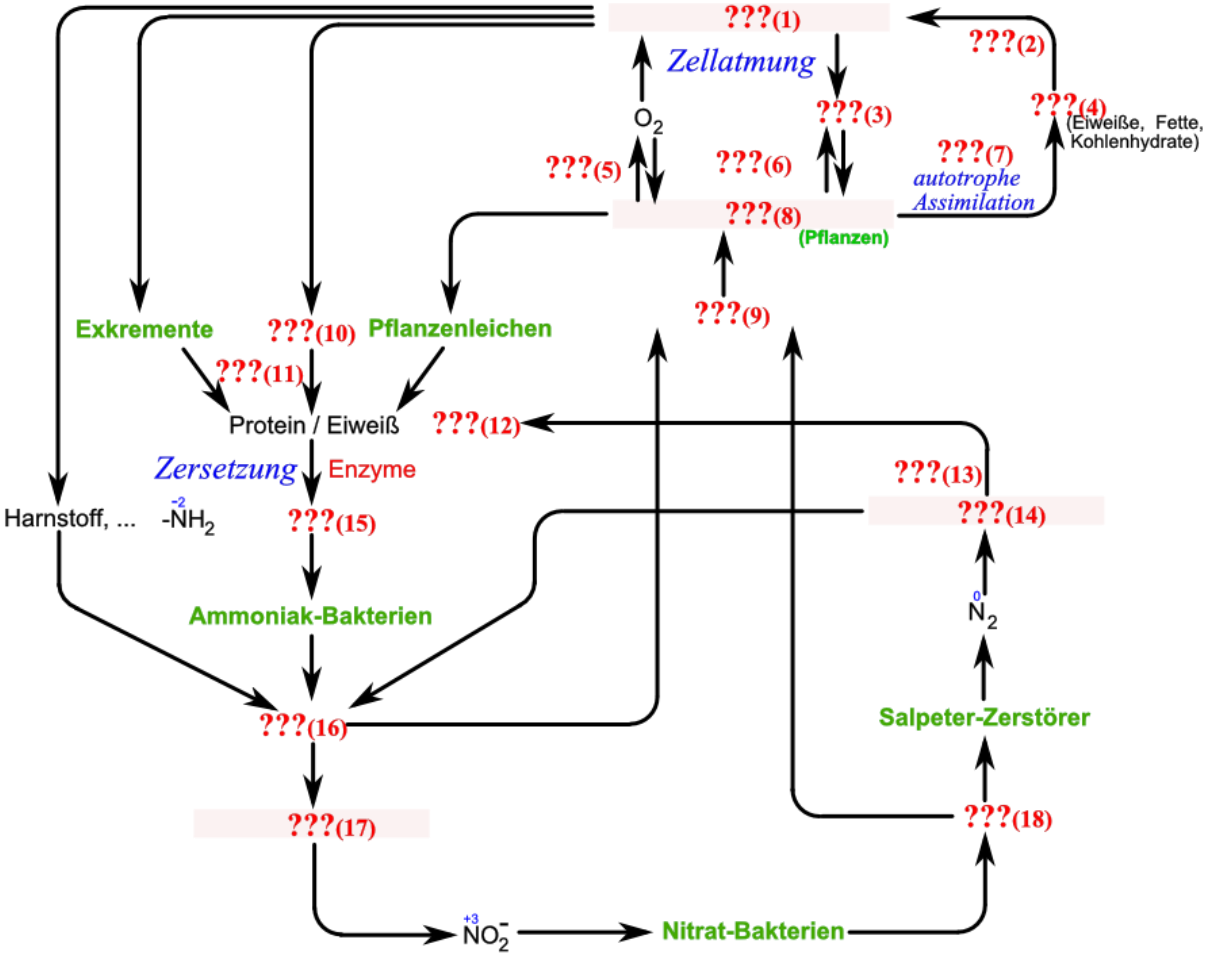
Kapitel-Quellen und weiterführende Links:

/1/ MARGULIS, Lynn: Die andere Evolution.-Heidelberg, Berlin: Spektrum Akad. Verl., 1999.
ISBN 3-8274-0294-8

komplexe Aufgaben (Synökologie)

Q: Aufg. 1 - 8; geändert nach /12, 327 ff./

1. In der Natur werden die meisten Elemente in Kreisläufen genutzt. Organismen übernehmen dabei vor allem chemische Aufgaben, die natürlicherweise nicht freiwillig ablaufen würden. Die Abbildung zeigt ein Schema, dass wesentliche Teile des biotischen Stickstoff-Kreislaufes und grob einige Teile der Cohlenstoff- und Sauerstoff-Kreisläufe darstellt.



a) Ordnen Sie die folgenden Begriffe den nummerierten Fehlstellen (???(x)) zu!

A)	Nitrit-Bakterien	B)	Zellatmung
C)	CO_2	D)	Tierleichen
E)	heterotrophe Assimilation	F)	Aminosäuren
G)	Zersetzung	H)	NH_4^+
I)	autotrophe Organismen	J)	Stickstoff-Fixierung
K)	NO_3^-	L)	heterotrophe Organismen
M)	Nitrit-Bakterien	N)	-CO-NH-
O)	Photosynthese	P)	Photosynthese
Q)	anorganische Nährsalze	R)	Knöllchen-Bakterien

b) In der Fachwelt werden auch die Namen Nitrifizierungs- bzw. denitrifizierungs-Bakterien benutzt. Erläutern Sie die Begriffe Nitrifizierung und Denitrifizierung! Beurteilen Sie die Bedeutung der beiden Bakterien-Gruppen für die moderne Landwirtschaft! Ordnen Sie die genannten Bakterien den Bakterien-Namen aus dem Schema zu!

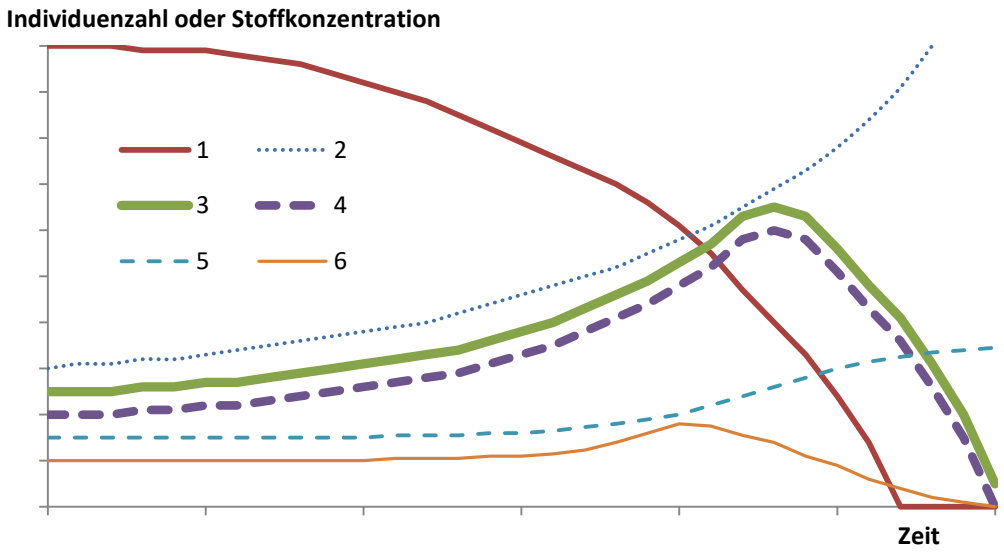
c) Leguminosen (Hülsenfrüchte, z.B. Soja, Bohnen, Linsen, Lupinen) können sehr gut auf Stickstoff-armen Böden wachsen, obwohl sie den gleichen Stickstoff-Bedarf wie andere Pflanzen haben. Erklären Sie das Phänomen!

d) Gerade die Lupine wird auf einigen Feldern im Herbst nach der Ernte der Hauptfrucht ausgesät und nach dem ersten Frost untergeflügt. Was soll das?

e) Wo und wie könnte man die Gärungen (allg.) in dieses Schema mit einbeziehen? Skizzieren Sie betreffenden Ausschnitt heraus und kennzeichnen Sie Ihre Ergänzungen mit Sternchen (z.B. Gärung*)!

2. Eutrophierungen von Seen sind mit masiven Veränderungen der abiotischen und späer auch der biotischen Umweltfaktoren verbunden. Im Diagramm sind einige dieser Faktoren oder Organismen-Gruppen dargestellt. Leider war dem Ersteller mangels biologischer Kenntnisse die Zuordnung nicht möglich. Helfen Sie ihm! Die folgenden Stoffe, Stoffgruppen bzw. Organismen-Gruppen sollen dargestellt sein:

A)	aerobe Reduzenten	B)	Produzenten
C)	Konsumenten	D)	Sauerstoff-Gehalt
E)	Nährsalze	F)	anaerobe Reduzenten

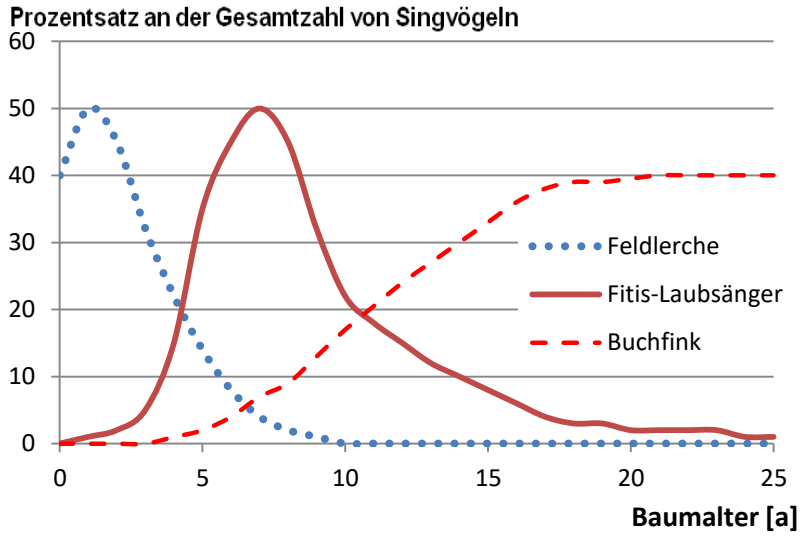


a) Ordnen Sie den Graphen 1 – 6 die Stoffe, Stoffgruppen bzw. Organismen-Gruppen A – F zu!

b) Welche Maßnahmen (mindestens 3 Vorschläge) zur Sanierung des See's hin zu seiner ursprünglichen stenotrophen Situation würden Sie empfehlen! Begründen Sie Ihre Wahl und erklären Sie, wie sich der See aus Ihrer Sicht nach der gewählten Maßnahme verändern würde!

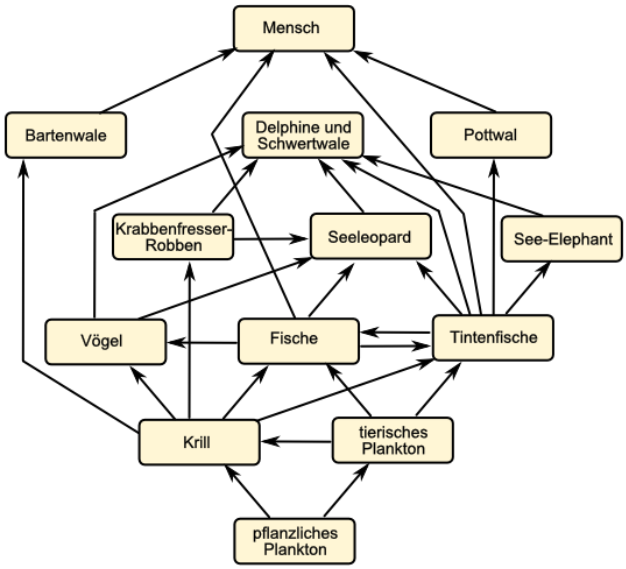
3. In Mitteleuropa sind Wälder stabile Ökosysteme mit charakteristischen Pflanzengemeinschaften mit Klimax-Charakter. Die Wald-freien Flächen sind praktisch alle künstlich durch den Menschen offen gehalten. Nach Kahlschlägen oder längeren Brachen beginnt ziemlich schnell eine Verbuschung und später wieder die Bewaldung. Neben den vorherrschenden Pflanzen-Arten verändern sich auch die dominierenden Singvögel. Deren prozentuale Anteile sind im Diagramm zusammengestellt.

a) Interpretieren Sie das Diagramm! Erklären Sie, warum sich die Vogelwelt verändert! Benutzen Sie die passenden Fachbegriffe der Ökologie!



4. Im südlichen Polarmeer (Westwinddrift um die Antarktis) basiert das Nahrungsnetz vorrangig auf pflanzlichem Plankton, das fast ausschließlich vom arktischen Krill gefressen wird. Die Krill-Population bildet den Teil der Nahrungsketten, der die größte Biomasse darstellt. Im nachfolgenden Schema sind die wichtigsten Nahrungs-Beziehungen dargestellt.

a) Durch relativ starke Bejagung ist die Zahl der Bartenwale stark reduziert worden. Als Nebeneffekt wurde beobachtet, dass die Populationen der Krabbenfresser-Robben und einiger Vogel-Arten zugenommen haben und jetzt relativ stabil sind. Forscher führen das darauf zurück, dass den genannten Tieren deutlich mehr Krill als Nahrung zur Verfügung steht.



Auch die Population / Biomasse des Krill ist seit vielen Jahren stark erhöht.

Warum vergrößern sich die Populationen der genannten Robben und Vögel nicht weiter, obwohl immer noch vergrößerte Mengen an Krill vorhanden ist?

b) Einige Fischerei-Experten schlagen vor, aus energetischer Sicht besser den Krill direkt zu nutzen, als die Bartenwale. Setzen Sie sich mit diesem Vorschlag auseinander!

c) Unter welchen Bedingungen ist der regelmäßige Fang von größeren Mengen Krill ohne Störung des ökologischen Gleichgewichts möglich? Erläutern Sie ausführlich!

5.) Umweltgifte sind vielfach dadurch charakterisiert, dass sie sich innerhalb von Nahrungs-Netzen anreichern. Eines dieser Stoffe ist das Fett-lösliche Insektengift DDT (Dichlordiphenyltrichlorethan). Es wurde wegen seine hohen Giftigkeit bei Insekten, geringer Produktionskosten und der geringen Toxizität bei Säugetieren seit 1940 sehr breit eingesetzt. Moderne Untersuchungen zeigen Hormon-ähnliche Wirkungen im menschlichen Körper (Östrogen-Antagonist) und es besteht der Verdacht, dass DDT Krebs erzeugen kann.

Wegen seiner Ökogefährlichkeit wird DDT mittlerweise zum "Dreckigen Dutzend" gezählt und ist international weitgehend verboten. Belegen Sie diese Aussage mit Hilfe des folgenden Materials! Erklären Sie, wie es zu diesem Effekt kommt!

Organismen(-Gruppe) **(alphabetisch)**	**Konzentration DDT bezogen auf das Lebendgewicht**
Möwe	$3{,}52 – 70{,}55 * 10^{-6}$
Planton-fressende Fische	$0{,}23 * 10^{-6}$
Schnecken / Muscheln	$0{,}26 – 0{,}42 * 10^{-6}$
Raubfische	$2{,}07 * 10^{-6}$
tierisches Plankton	$0{,}04 * 10^{-6}$
Wasser (relativ)	$0{,}00005 * 10^{-6}$

6. Bei der Bonitierung eines See's wurde u.a. die aktuelle Biomasse der Organismen erfasst. Dabei wurde eine Umkehrung der Biomasse-Pyramide beobachtet.

Geben Sie eine Erklärung an, warum sich diese ungewöhnlichen Verhältnisse eingestellt haben können!

Organismen-Gruppe	**Biomasse [g/m²]**
pflanzliches Plankton	4
tierisches Plankton, Bodentiere	21

7. In einer wissenschaftliche Zeitschrift erschien 1981 ein Artikel, der so anfing:

"Die Zahl der Insekten in einem bestimmten Gebiet ist abhängig vom 'Alter der Flora. Werden in einem definiertem Areal alle Pflanzen gerodet, so beginnt eine sukzessive Neubesiedlung. Zuerst erscheinen verschiedene krautige Pflanzen und Gräser, dann die Sträucher und Büsche und schließlich Bäume. Mit der Umstrukturierung ändert sich auch die Zahl der Insekten und Individuen. …"

Q: Naturwissenschaftliche Rundschau, 5/1981

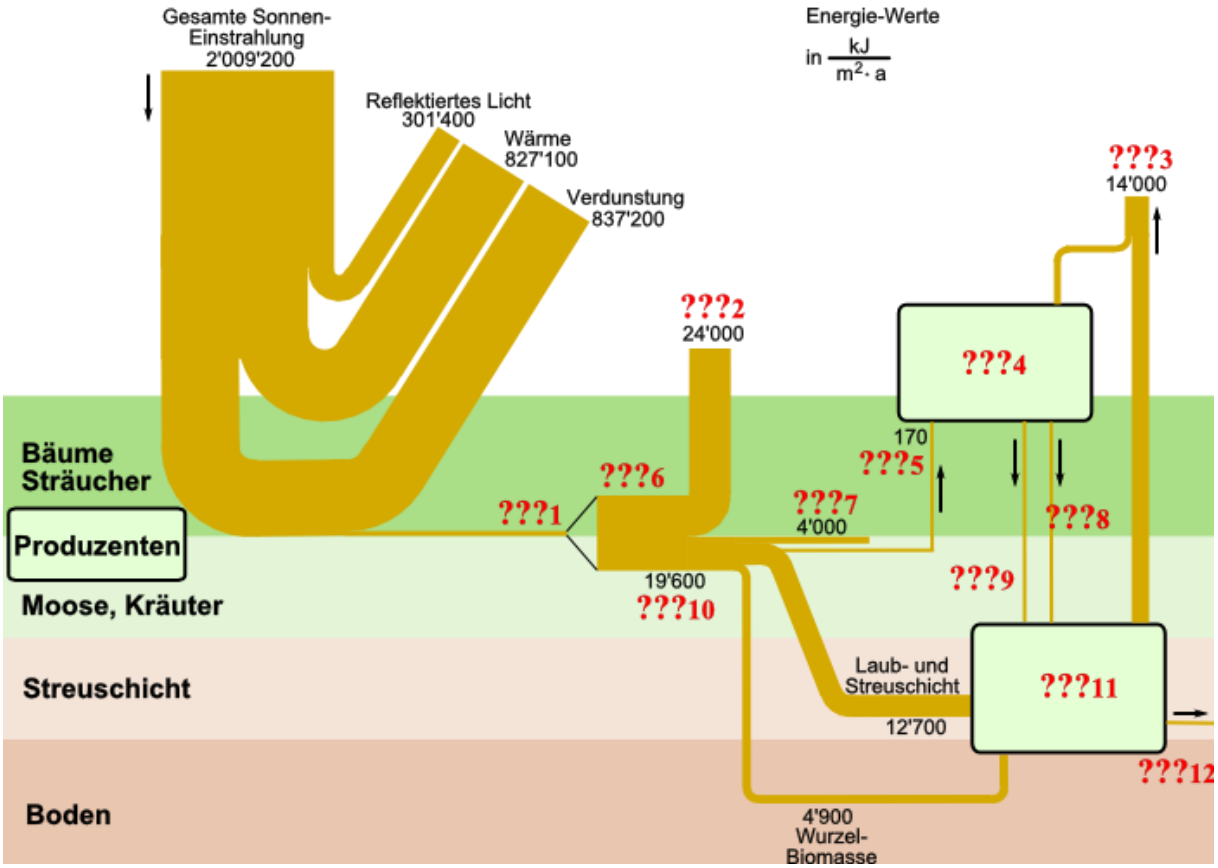
a) Skizzieren Sie in einem Diagramm die Veränderung der Biomasse bezüglich der erwähnten Pflanzen-Gruppen! Erklären Sie die Zusammenhänge!

b) In welcher Form werden sich Insektenzahlen (Arten- und Individuen-Zahlen) in den nächsten Jahren nach der Rodung verändern? Skizzieren Sie passende Diagramme und Erläutern Sie diese!

<u>für die gehobene Anspruchsebene:</u>

c) Geben Sie ein hypothetisches Diagramm an, was die Individuen-Zahlen für die genannten Pflanzen-Gruppen wiedergibt! Erläutern Sie dieses!

8. Amerikanische Ökologen um J. R. GOSZ haben den Energiefluß in einem Laubwald detailliert untersucht. Ein Übersichts-Ergebnis ist das folgende Schema.



Energiefluß in einem Laubwald
(nach GOSZ et.al.; 1978)

a) Ordnen Sie den nummerierten Fragezeichen die folgenden Begriffe zu!

A)	Atmung	B)	ungenutzte Nährstoffe
C)	Destruenten	D)	Brutto-Primär-Produktion
E)	ungenutzte Nährstoffe	F)	Atmung
G)	Brutto-Primär-Produktion	H)	Konsumenten
I)	Kadaver	J)	Netto-Primär-Produktion
K)	Exkremente	L)	Nährstoffe

b) Erläutern Sie den Weg der Nährstoffe, die Pflanzen in diesem Wald produziert haben!

c) In diesem Wald ist die Atmung durch Pfanzen größer als durch die anderen Organismen zusammen. Erklären Sie, warum das so normal ist!

d) Ermitteln Sie die Primär-Produktion dieses Laubwaldes (in $kJ*m^{-2}*a^{-1}$)

e) Warum sind die Energie-Ströme bei "Reflektiertes Licht" und "Laub- und Streuschicht" scheinbar gleichgroß, obwohl die Werte etwas anderes aussagen?

Q: Aufg. 1 - 8; geändert nach /12, 327 ff./

5. Human-Ökologie

Definition(en): Human-Ökologie

Städte wurden lange als un-ökologisch empfunden
moderne Forschungen zeigen immer mehr, dass gerade in Stadten der ökologische Bär tanzt.

je größer die Städte sin, umso mehr Arten beherbergen sie, die Arten-Vielfalt ist deutlich größer als in den umgebenen Ökosystemen
die Lebensräume sind besonders in den gemäßigkeiten Breiten ausgeglichener und Organismen-freundlicher
extrem starke Struktorierung, viele verschiedene Lebensräume (auch untypische / ungewöhnliche)

Mensch bietet zusätzliche / neuartige Nahrungs-Quellen

Parameter	vergleichbares nicht-urbanes Ökosystem	Innenstadt	
Klima			
Strahlung	100 %	80 -85 %	
Sonnenscheindauer	100 %	85 – 95 %	
Temperatur	100 %		0,5 – 1 °C höher
Windgeschwindigkeit	100 %	70 – 80 %	
Niederschläge	100 %	105 – 110 %	
Schneefall	100 %	95 %	
relative Luftfeuchtigkeit	100 %	92 – 98 %	
Nebel (Sommer)	100 %	130 %	
Nebel (Winter)	100 %	200 %	
Boden			
Versiegelungsgrad	< 20 %	100 %	
Vegetation			
bewachsene Fläche	95 %	1 %	
Neophyten-Anteil	10 – 15 %	20 %	
Tierwelt			

Definition(en): Biotechnik
Biotechnik ist die Nachahmung von Funktionen / Leistungen belebter Strukturen.

Definition(en): Biotechnologie
Biotechnologie ist die Ausnutzung / (Um-)Gestaltung physiologischer Funktionen / Leistungen von Organismen oder der Organismen selbst.

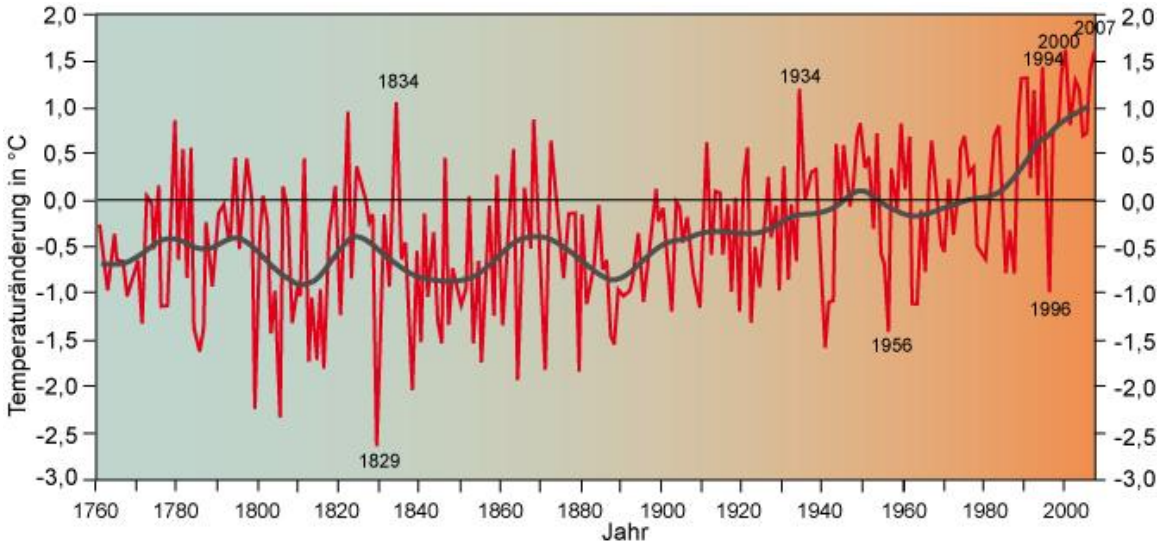
5.1. anthropogene Beeinflussung von Umweltfaktoren

Mesch ist problematischer biotischer Umweltfaktor, da seine Einflusnahme meist sehr radikal ist

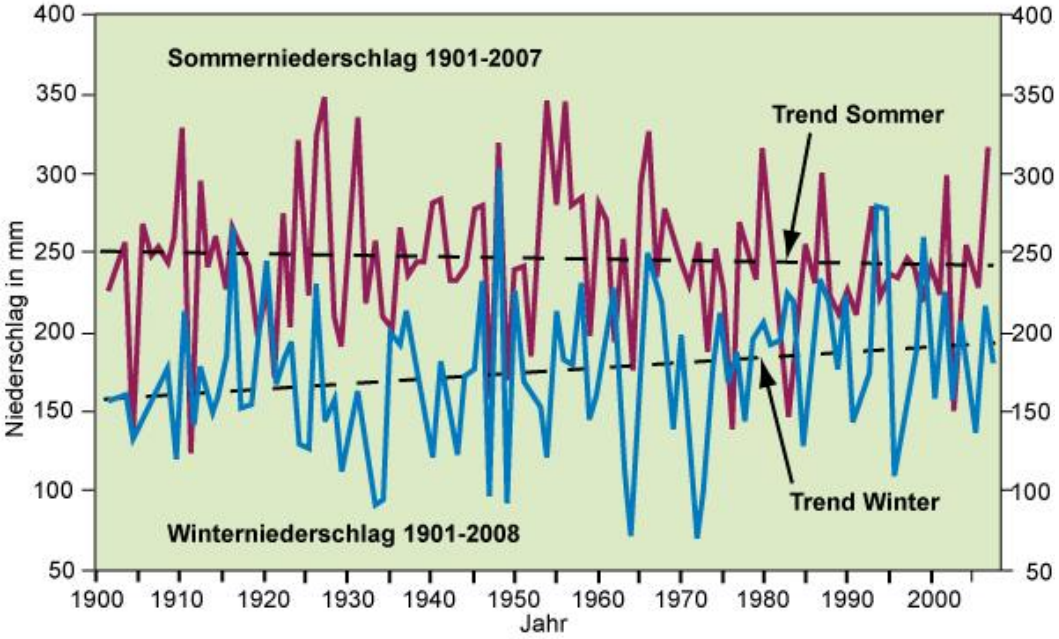
grundsätzlich hatten Ökosysteme bissher keine Chance sich an die Einflussnahme durch den Menschen "anzupassen"; Mensch agiert seit rund 2'000 dramatisch und seit 300 Jahren excessiv
so ein Vorgang dauert 100'000 bis 10'000'000 Jahre

CO_2 / Temperatur

→ Wie funktioniert das? S. 43

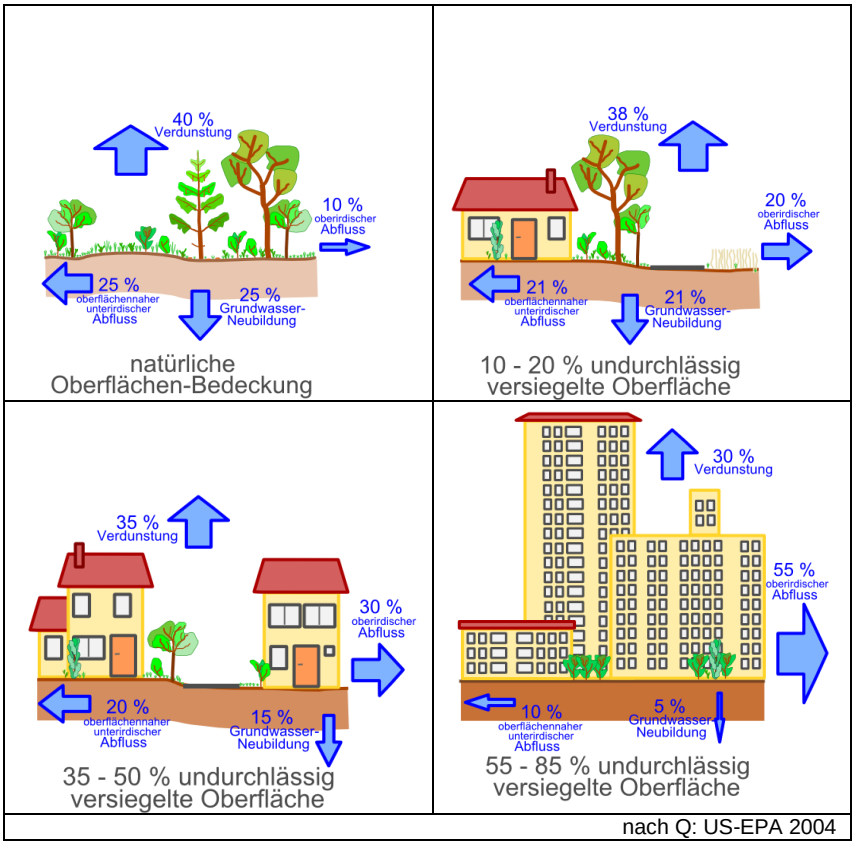


(Durchschnitts-)Temperaturen in Deutschland
Q: wiki.bildunggsserver.de (Dieter Kasang)



(Durchschnitts-)Niederschläge in Deutschland
Q: wiki.bildunggsserver.de (Dieter Kasang)

Wasser / Wasserhaushalt



nach Q: US-EPA 2004

theoretisch bedeutet eine Verdopplung des CO2-Gehaltes eine Erhöhung der Temperatur um rund 3 K und daraus folgend eine Erhöhung der Niederschläge um 7 %

Jahr	Hawaii	Südpol	global (Meer)	
1958		314,5		
1959	316,0	315,5		
1960	316,9	316,9		
1961	317,6	317,7		
1962	318,5	317,3		
1963	319,0	318,1		
1964	319,6	318,3		
1965	320,0	319,3		
1966	321,4	320,6		
1967	322,2	321,3		
1968	323,0	321,6		
1969	324,6	322,4		
1970	325,7	324,1		
1971	326,3	324,8		
1972	327,5	325,9		
1973	329,7	327,4		
1974	330,2	328,3		
1975	331,1	329,3		
1976	332,1	330,4		
1977	333,8	331,8		
1978	335,4	333,6		
1979	336,8	334,8		
1980	338,7	336,9	338,8	
1981	340,1	338,1	340,0	
1982	341,4	339,3	340,8	
1983	343,0	341,0	342,4	
1984	344,6	342,4	344,0	
1985	346,0	343,7	345,5	
1986	347,4	345,2	346,9	
1987	349,2	346,8	348,6	
1988	351,6	348,9	351,2	
1989	351,1	349,8	352,8	
1990	354,4		354,0	
1991	355,6		355,3	
1992	356,4		356,0	
1993	357,1		356,7	
1994	358,8		358,2	
1995	360,8		360,0	
1996	362,6		361,8	
1997	363,7		362,9	
1998	366,7		365,6	
1999	368,3		367,6	
2000	369,5		368,9	
2001	371,1		370,4	
2002	373,2		372,4	
2003	375,8		375,0	
2004	377,5		376,8	
2005	379,8		378,8	
2006	381,9		380,9	
2007	383,8		382,7	
2008	385,6		384,8	
2009	387,4		388,6	

2010	389,8		386,3	
2011	391,6		390,5	
2012				

Q: http://www.esrl.noaa.gov; /37, S.65/

Luft / Wind / Sauerstoff / Cohlendioxid

Luft-Verschmutzung

Berechnung der Konzentration von Luft-Verunreinigungen an der Erd-Oberfläche

nach: BERLJAND (1970)

$$c_v = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m}{h^2} \cdot \sqrt[3]{\frac{N}{V \cdot \Delta T}}$$

aus /38, S. 161/

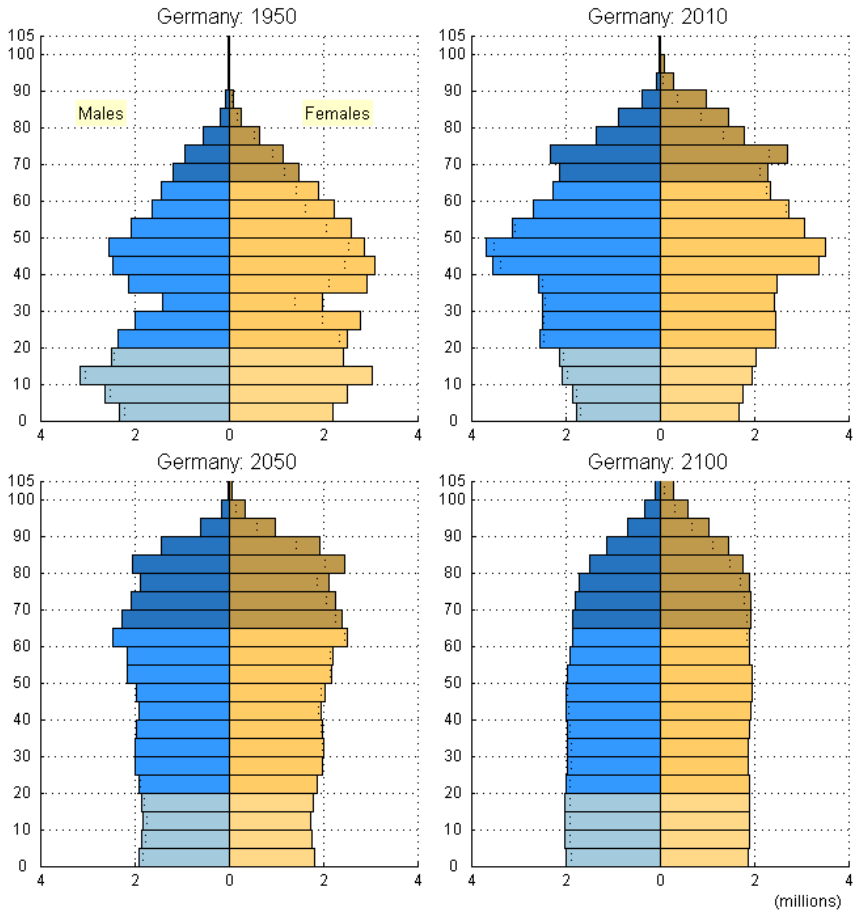
c_v .. Konzentration der Verunreinigung
A .. Faktor der vertikalen und horizontalen Durchmischung
M .. Menge der Verunreinigungen
F .. Abtransport-Konstante
m .. Abtransport-Konstante
h .. Höhe der Schornsteine
N .. Anzahl der Schornsteine
V .. Volumen der Abgase je Zeiteinheit
ΔT .. Temperatur-Differenz zw. Abgasen und Umluft

interessante Links:
http://wiki.bildungsserver.de/klimawandel/index.php/Hauptseite

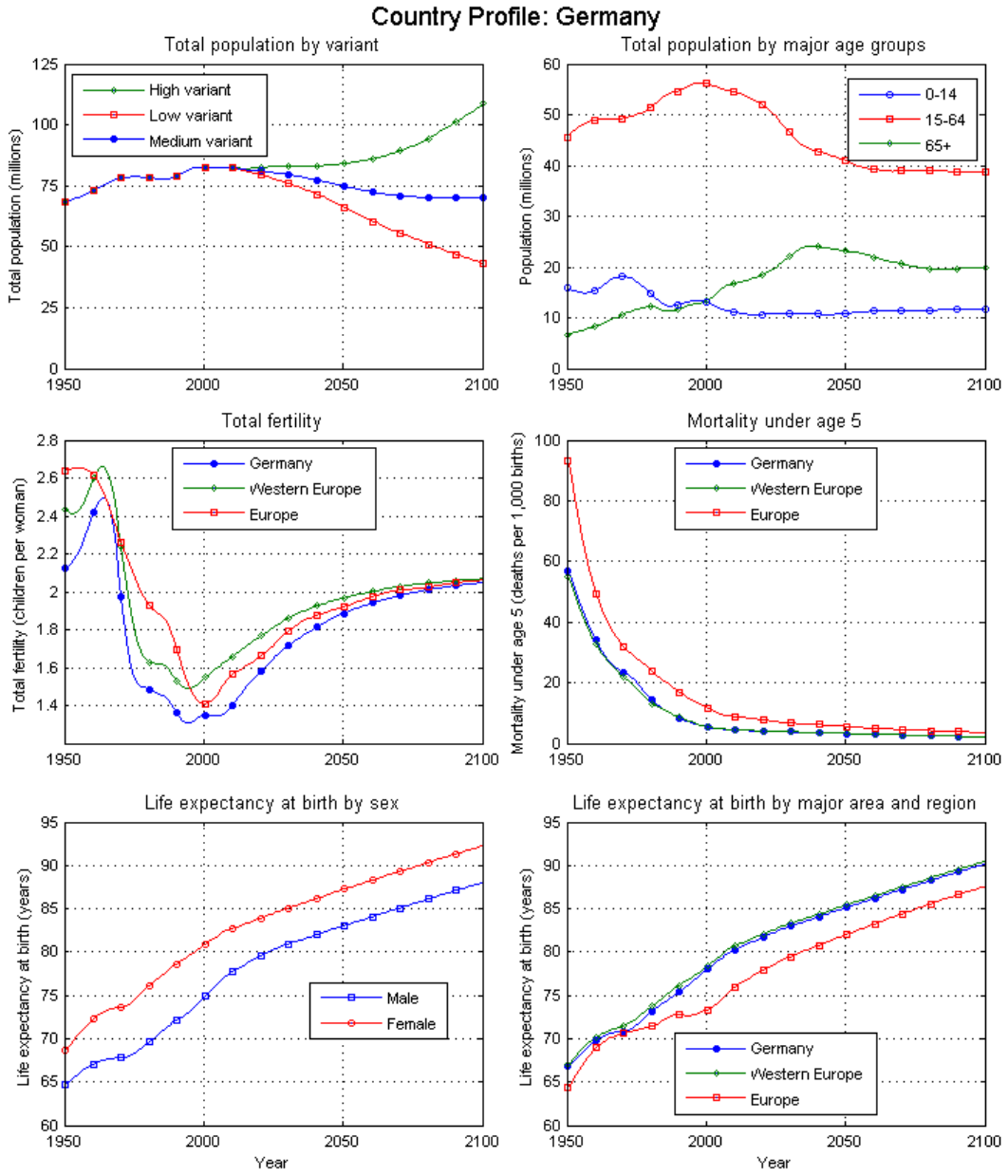
5.2. Human-Demökologie

Demographie

Alterspyramide usw. usf.



Q: http://esa.un.org/wpp/population-pyramids/population-pyramids_absolute.htm (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2011): World Population Prospects : The 2010 Revision. New York)



Q: http://esa.un.org/wpp/country-profiles/country-profiles_1.htm (United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2011): World Population Prospects : The 2010 Revision. New York) Stand: 24. Okt. 2012

Nutzung der Umwelt

Nutzung, Verbrauch und Ausschöpfung von Ressourcen

Umwelt-Belastung

Auto-Katalysator
pro km werden 2 µg Platin emmitiert → Konsequenzen usw. noch völlig offen

6. angewandte Ökologie

Beeinflussung der natürlichen Ökosysteme durch massive Eingriffe des Menschen

Negativ-Beispiele

- (großflächige bzw. weiträumige) Monokulturen
- Massen-Tier-Haltung
- Müll
- Fischfang / Fischwirtschaft
- Gewinnung von Rohstoffen (Bergbau)
- Erdöl-Förderung
- Abwässer
- saurer Regen
- Boden-Verdichtung und -Versiegelung
- Fluß-Begradigung oder –Umleitung
- Staudämme
- Chemie-Betriebe (im Normal-Betrieb)
- Unfälle (Freisetzung von Giften, Explosionen, …)
- Kriege

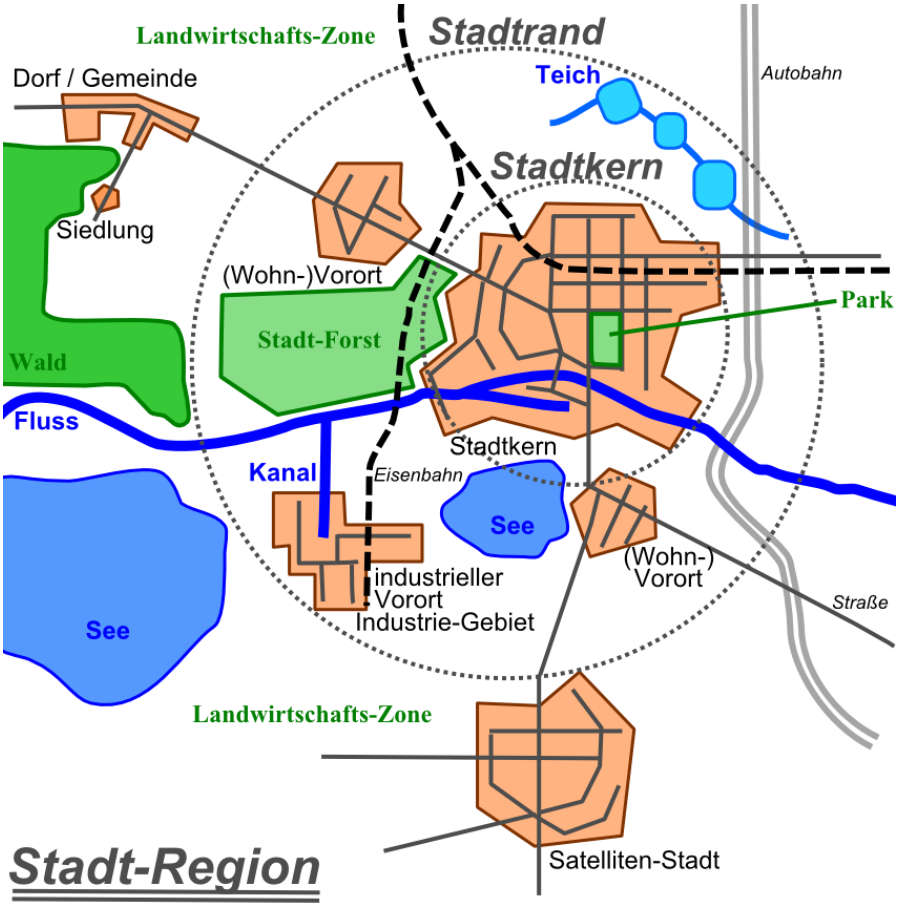
Wenn man als Umweltschützer nicht lachen kann,
muß man weinen,
und wenn man weint,
ist man der Verzweiflung nahe.
Gerald DURRELL

Positiv-Beispiele

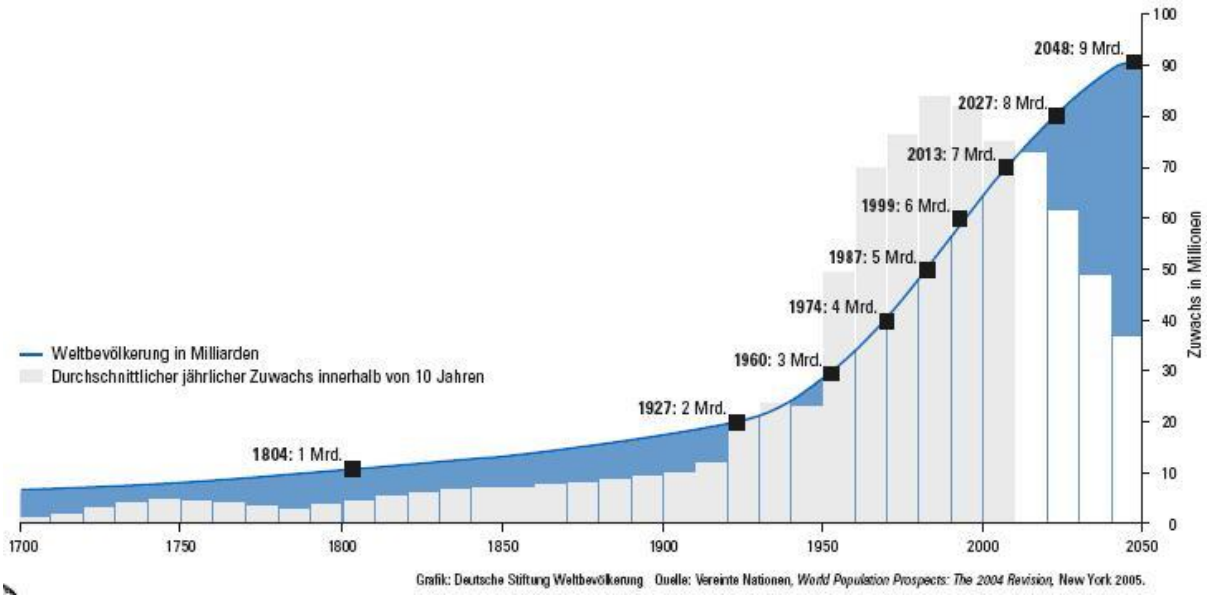
- biologische Schädlings-Bekämpfung (allerdings erst durch frühere Aktionen hervorgerufen oder provoziert (z.B. Monokulturen, …)
- Renaturierung (allerdings erst durch frühere Aktionen hervorgerufen oder notwendig geworden (z.B. Trockenlegung von Mooren, …)

Urbanisierung

Verstädterung
Ausbreitung städtischer Lebensformen (Lebens-Räume, Okosysteme)
physische Urbanisierung → Ausbreitung der Städte und daraus folgende veränderte Bedingungen (Müll, Flächen-Versiegelung, …)
funktionelle Urbanisierung → verändertes Verhalten der Bevölkerung durch die Verstädterung (Tourismus, …)



Stadt wird ökologisch nicht mehr nur in ihren politischen / Verwaltungs-technischen Grenzen gesehen, sondern es erfolgt eher eine funktionelle Grenzziehung (z.B. Pendler)



interessante Links:

http://www.berlin-institut.org/online-handbuchdemografie/bevoelkerungsdynamik/auswirkungen/urbanisierung.html Einführung in die Urbanisierung (Jürgen BÄHR) im online-Handbuch Demographie

Definition(en): Globalisierung
Unter Globalisierung versteht man die zunehmende Verflechtung und Verbreitung wirtschaftlicher und sozialer, aber auch ökologischer Beziehungen und Verbindungen im Länder- und Kontinente-übergreifendem Rahmen.

aktuell bedeutsame ökologische Probleme oder Problem-Gruppen:

- Verwüstung (Dersertifikation)
- Boden-Verdichtung und –Versiegelung durch schwere Landwirtschafts-Technik
- Beeinflussung der Wasser-Dynamik durch Staudämme, Fluß-Begradigungen, Bewässerungs-Projekte, Trinkwasser-Produktion
- Rodung und geringwertige Nutzung von Urwäldern
- Verschwendung von Ressourcen (meist aus Profit-Sucht)
- antropogen induzierte Erosion, Boden-Versalzung
- Erd-Erwärmung
- Zerstörung von Ökosystemen
- nichtabbaubare Schadstoffe
- Anreicherung von (Schad-)Stoffen ind Nahrungs-Ketten und -Netzen

aktuelle Trends des globalen Wandels in der Biosphäre

- Konversion natürlicher Ökosysteme (Umwandlung natürlicher oder naturnaher Ökosysteme in stark anthropogen geprägte; z.B. Wälder in Äcker, Wieden od. Plantagen; natürliche Wasserläufe in Kanäle)
- Fragmentierung natürlicher Ökosysteme (räumliche Zergliederung; z.B. durch Bau von Verkehrswegen)
- Schädigung der Ökosystem-Struktur und –Funktion (Verlsut funktioneller Einheiten in einem Ökosystem z.B. durch Ausrottung dominater Arten bzw. Schlüssel-Arten; Einbringung / Einwanderung nicht heimischer Arten)
- stoffliche Überlastung natürlicher Ökosysteme (zunehmende anthropogenen Übernutzung der Senken-Funktion von Ökosystemen; z.B. Überlastung von Flüssen und Seen durch die Einbringung von Abwässern)
- Gen- und Arten-Verlust (Arten-Sterben z.B. in den tropischen Regenwäldern; genetische Verarmung, Aussterben traditioneller Kultursorten (Gen-Erosion) z.B. durch Einbringung / Nutzung von Hochertrags-Sorten)
- Resistenz-Bildung (schnelle genetische Anpassung natürlicher Populationen an anthropogene Einflüsse (z.B. Resistenz von Parasiten und Krankheits-Erregern gegen Bekämpfungs-Mittel)
- Zunahme anthropogener Arten-Verschleppung (gewollte und ungewollte Verbreitung von Arten (z.B. im Ballast-Wasser von Schiffen, Schiffs-Bewuchs, Räder und Reifen, gezielte Freisetzung))
- zunehmende Übernutzung natürlicher Ressourcen (nicht nachhaltige Nutzung biologischer Ressourcen (z.B. bei der Jagd, Fischerei, Weide- und Wals-Wirtschaft)

/nach 31, S. 98 (Original-Q: "Welt im Wandel – Erhaltung und nachhaltige Nutzung der Biosphäre".-Bremerhaven: Wissenschaftl. Beirat d. Bundesregierung Globale Umweltveränderungen; 2000)/

Antike

schon damals gab es erste Probleme mit Abwasser und Abfällen
erste Übernutzung der Umwelt (lokal)

Mittelalter

geprägt von vielen Epidemien (Pest, Cholera, …)
bedingt durch wachsende Bevölkerung, hohe Konzentrationen (Populations-Dichten), mangelnde Hygenie, schlechte Ernährung
Übernutzung der Umwelt weit verbreitet (lokal)

Industriealisierung

starke, auch großräumige Übernutzung der Umwelt (extreme Abholzung)
Erschließung von Rohstoff-Quellen ohne ausgleichende oder bereinigende Maßnahmen
ausgedehnte Luft- und Gewässer-Verschmutzung; Abgase in großen Mengen
exessive Bejagung / Nutzung einzelner Arten → Artensterben

Start von Gegenmaßnahmen

Kanalisation
Kläranlagen
Stärkung des Umwelt-Interesses durch breite Natur-orientierte Bildung
Forschung noch rein biologisch
Phänomen saurer Regen

20. Jahrhundert

große Umwelt-Katastrophen (Tschernobyl, Bhopal, Seveso, …)
Fast-Zerstörung der Ozonschaicht durch FCKW
extreme Herbizide, Insektizide bis hin zu Ökoziden
genetische Forschung
Resistenzen / Allergien
HIV → AIDS
Trinkwasser als beschränkte Ressource
Müll als globales Problem
globale Verschmutzung der Meere (Tanker-Katastrophen; Öl-Pest)
Überdüngung / Eutrophierung
Bau von Umwelt-verändernden Mega-Projekten (Staudämme; Panama-Kanal, …)
Überfischung; Überweidung
globale Erwärmung (Tendenz) (Gletscher-Schmelze)
Bodenverdichtung durch große Maschinen; Flurbereinigung; Bodenversauerung
Begradigung von Flüssen
Gentechnik als Risiko-Faktor
Kriege (Giftgas, Entlaubungsmittel, Giftgas-Entsorgung in den Meeren, …)
verstärkte Wüsten-Neubildung; Versteppung

Freisetzung / Einsatz gentechnisch veränderte Organismen
großflächige Abholzung in den Urwäldern; illegaler Holzeinschlag
großflächige und dauerhafte / längerfristige Monokulturen
Landschaftszerschneidung durch neue Siedlungen und Infrastruktur-Projekte (Autobahnen, …)
(beginnender / langsamer) Klimawandel; gehäufte Smog-Bildungen; Feinstäube; Nano-Partikel
exsessiver Rohstoff-Abbau
Verklappung von Sondermüll / radioaktivem Müll in den Meeren
Müll-Verbrennung (Bildung gefährlicher Substanzen)
Erweiterung des Stoff-Spektrums (im Bereich der organischen Verbindungen) (mangelnde Untersuchungen auf ihr Gefährdungs-Potential, Synergie-Effekte, langlebige, biologisch nicht bzw. kaum abbaubare Substanzen (PCB, Dioxine, …)

bis heute laufende Gegenmaßnahmen
Entstehung einer breiten Umwelt-Bewegung (greenpeace, BUND, …)
Schaffung von Ministerien für Umweltfragen in den meisten industriellen Ländern
Antiatomkraft-Bewegung (gegen Atombomben, Atombombentests und Kernkraftwerke)
Fang-Quoten, Mindestmaschengrößen
Landschaftspflege
Gesetzgebung stärker ökologisch orientiert (Verpackungs-Verodnung, …); grüner Punkt
Gefahrgutzeichen
Umweltinformations-Systeme; Expertensysteme
starke Belastung küstennaher Meeresregionen durch Aquakulturen
Samenbanken / Gendaten-Banken

aktuell

Bienensterben
genetische Verarmung
globale Verschmutzung der Meere (Plastik-Müll)
Vertreibung / Flucht großer Menschen-Gruppen

neue / weitere Gegenmaßnahmen
internationale Klima- und Umwelt-Gesetze
Forschung zu ökologischen Fragen und Problemen; Naturwissenschaft: Ökologie
UNO-Organisation (UNEP)

Umwelt-, Natur- und Artenschutz

mögliche Aspekte:

- ethisch
- ästhetisch
- ökologisch
- ökonomisch

Bedeutung des Naturschutzes

- Erhaltung einzelner Arten
- Erhaltung abhängiger Arten (Nahrungs-Ketten bzw. –Netze)
- Erhaltung der genetischen Reservoirs
- Erhaltung der Umwelt (abiotische und biotische (Faktoren)) des Menschen
- Erhaltung der Stabilität der Ökosysteme
- Erhaltung und Schaffung von Erholungs-Gebieten
- nachhaltige Nutzung der Natur-Ressourcen
- Beobachtung von Bio-Indikatoren

Definition(en): Umweltschutz
Der Umweltschutz ist die gesamtheit aller Maßnahmen zur Erhaltung der Lebensgrundlage der Organismen, stabiler Ökosysteme und eines funktionierenden Naturhaushaltes.

Klimaschutz
Waldschutz
Schutz der menschlichen Gesundheit (Lärmschutz, Luftreinhaltung,)

Definition(en): Naturschutz
Der Naturschutz umfasst alle Maßnahmen zur Erhaltung bestimmter (Lebens-)Räume (Ökosysteme, Landschaften, Biotope, Biochorien, …), funktionierender ökologischer Systeme und der darin lebenden Organismen in ihrer natürlichen Vielfalt (Biodiversität).

Definition(en): Artenschutz
Der Artenschutz beinhaltet alle Maßnahmen, deren Ziel es ist, bestimmte Organismen(-Arten) zu erhalten und ihre Bestände zu sichern und / gegebenenfalls wieder zu vergrößern.

rote Listen (gefährdeter Arten)
Arten-Schutzprogramme
Schutz ganzer Gruppen von Organismen (Singvögel, Tagfalter, Hautflügler)
Populations-Schutz
Gen-Banken
Erhaltungszucht-Programme

Prinzipien der Umweltpolitik in der Bundesrepublik Deutschland

Durchsetzung des / Orientierung auf ...:

- **Verursacher-Prinzip** — Kosten für Vermeidung, Beseitigung und Ausgleich von Umweltbelastungen
  schonende und volkswirtschaftlich sinnvolle Nutzung der Umwelt; Orientierung auf Nachhaltigkeit
  Umweltauflagen
  gesamtwirtschaftlich sparsamer Einsatz von Ressourcen
  freiwillige Regeln und gesetzliche Normen / Standards
  Überwachung durch Behörden

- **Vorsorge-Prinzip** — drohende Gefahren im Vorfeld vermeiden; Vorbereitung von Maßnahmen für Katastrophenfälle
  Technikfolgenabschätzung im Voraus
  Orientierung auf Nachhaltigkeit und breiten Umweltschutz
  Umwelt-Unbedenklichkeits-Untersuchungen

- **Kooperations-Prinzip** — gemeinsames Handeln von staatlichen und gesellschaftlichen Kräften (Umweltverbände, Gewerkschaften, …) im Rahmen ihrer rechtlichen Möglichkeiten
  Einbeziehung breiter gesellschaftlicher Kräfte in das Planungs- und Realisierungs-Geschehen von Groß-Projekten

- **Gemeinlast-Prinzip** — öffentliche Hand ist für den Ausgleich von Umweltschäden etc. verantwortlich
  soll nur angewendet werden, wenn das verursacher-Prinzip nicht greift / greifen kann
  (z.B. Altlasten, Sanierung Altdeponien, …)

breite Forschung
lernen aus den Katastrophen
Orientierung auf Zukunftsmärkte (Umweltschutz, erneuerbare Energien, Recycling, Biotechnologie, …)

durch die EU auch noch:

- **Ursprungs-Prinzip** — Beseitigung von Umwelt-Belastungen bzw. –Veränderungen an der Quelle

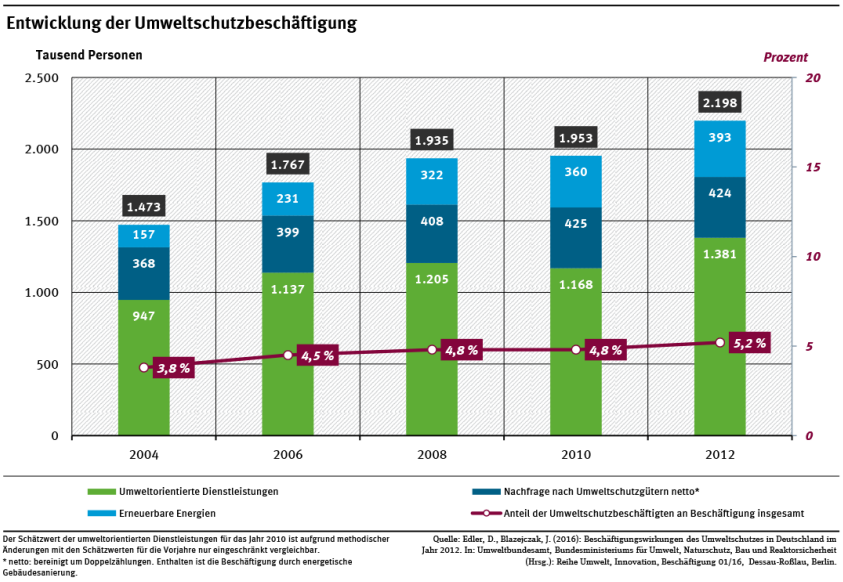
daneben die schon besprochenen Verursacher- und Vorsorge-Prinzipien

Hauptzielrichtungen:

- **Klimawandel und erneuerbare Energien**
- **nachhaltiger Verkehr**
- **nachhaltiger Verbrauch und Produktion**
- **natürliche Ressourcen**
- **öffentliches Gesundheitswesen**
- **soziale integration, Bevölkerungsentwicklung und Migration**
- **Bereichs-übergreifende maßnahmen als Beitrag zur Wissensgesellschaft**

Aufwendungen besonders für …:

- **Natur und biologische Vielfalt**
- **Umweltpolitik und Verwaltungspraxis**
- **Information und Kommunikation**



Q: https://www.umweltbundesamt.de/indikator-beschaeftigte-im-umweltschutz (Q: EDLER et al.)

erreicht wurden schon:

- reineres Wasser
- weniger Müll
- weniger Lärm
- reinere Luft

<u>Nachhaltigkeit im Umweltschutz</u>

durch immer stärkere Spezialisierung werden ökonomische / egoistischen (eigenzentrierte) Argumente bedeutsamer

Bauer bewirtschaftet sein eigenes Land, hat Interesse auch für seine Kinder / Enkel genau diese bedingungen zu erhalten
isolierter industrieller Viehzucht-Betrieb oder eine Feld-Wirtschaft arbeitet auf gepachtetem Land, mit geliehenem Geld und Maximal-Profit-Orientierung, kein Interesse an die Folgen über 20 oder 100 Jahre hinweg nachzudenken oder Geld zu investieren / zurückzulegen / …
Verursacher-Prinzip nicht allumfassend in Wirtschaft, Handel und Industrie umgesetzt; fehlende Gesetze, die die aktuellen Strukturen beachten; Eigenverantwortung / Selbstverpflichtung haben einen luxuriösen Charakter
Blick für folgende oder vorlaufende Probleme wird getrübt / Ausblendung / Abschieben der Verantwortlichkeit

dazu kommen pauschalisierte, oberflächliche (populär-wissenschaftliche), manchmal oder unsachliche, diskreminierende, pseudowissenschaftliche Diskussionen / Argumentationen (Deckmantel der Meinungsfreiheit)

Komponenten der Nachhaltigkeit
Q: de.wikipedia.org (nach: Johann Drèo, geänd.: dre)

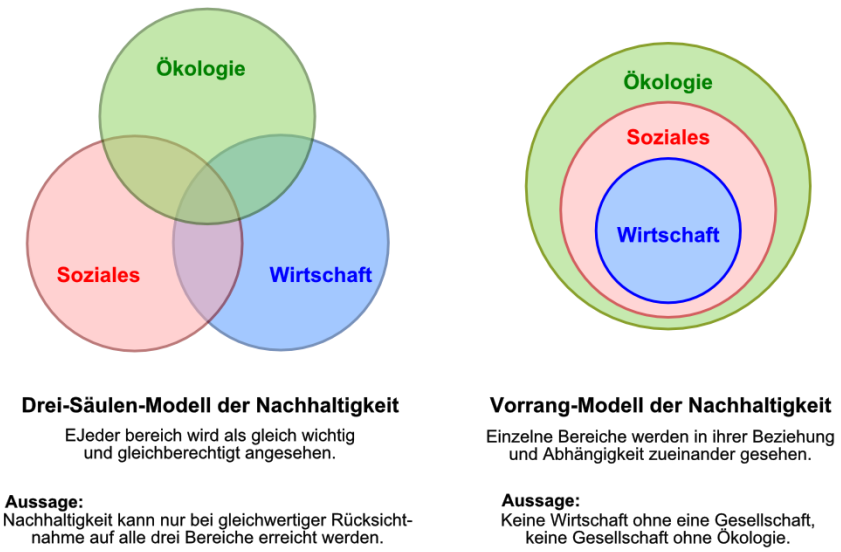
Definition(en): Nachhaltigkeit
Nachhaltigkeit ist ein Handlungs-Prinzip mit dem Ziel, die ursprünglichen Eigenschaften / Merkmale eines Systems / seine Stabilität und die natürliche Regenerations-Fähigkeit vordergründig und längerfristig zu erhalten.

Aspekte der Nachhaltigkeit

- **Wirkung über eine längere Zeit / Dauerhaftigkeit** Enkel-gerecht
- **ausgleichende und äquivalente (Gegen-)Maßnahmen /**
- **wenig Veränderungen / Erhaltung**

Drei-Säulen-Modell der Nachhaltigkeit

Bestandteile:
ökologische Nachhaltigkeit
ökonomische Nachhaltigkeit
soziale Nachhaltigkeit



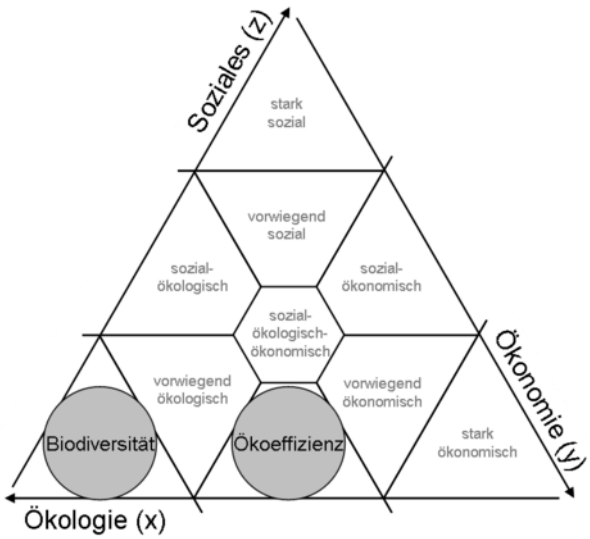
verschiedene Modelle der Nachhaltigkeit
Q: de.wikipedia.org (nach: Felix Müller; geänd.: dre)

Neuorientierung

integriertes Nachhaltigkeits-Dreieck (GIBBSches Dreieck)

Ziel x+y+z = MAX = 100%

Komponenten selbst können max. 1/3 der Gesamthöhe einnehmen; deshalb Zusammenspiel aller Komponenten für hohe Nachhaltigkeit gefordert



integriertes Nachhaltigkeits-Dreieck
Q: de.wikipedia.org (Alexandro Kleine)

Definition(en): minimal invasive Beeinflussung

betrieblicher Umweltschutz und Umwelt-Management

Entwicklung / Umorientierung vom nachsorgenden zum vorsorgenden Umweltschutz

Umwelt-Managementsysteme
PDCA-Zyklus (**p**lan-**d**o-**c**heck-**a**ct)
Planung und Überwachung aller Betriebsabläufe

PDCA-Zyklus

1. Plan (Vorbereitung)	Bedarfs-Analyse, Möglichkeiten-Analyse (IST-Situation) Bestimmung des Handlungsbedarfs Ziel-Festlegung (gewünschter SOLL-Zustand)
2. Do (Durchführung)	Durchführung / Durchsetzung der geplanten Maßnahmen
3. Check (Überwachung)	Vergleichen der Veränderungen (IST*) mit den Zielen (SOLL)
4. Act (Reagieren, Korrigieren)	falls die Ziele nicht erreicht werden, Korrektur der Ziele (?) und / oder Maßnahmen Festlegung neuer Ziele und / oder Maßnahmen

Umwelt-Managementsystem nach EMAS

seit 1993 in der EU "Gemeinschaftssystem für das freiwillige Umweltmanagement und die Umweltprüfung" (Eco-Management and Audit Scheme, EMAS)

teilnehmende Firmen verpflichten sich Umwelterklärungen zu erstellen
enthält Ressourcen- und Energie-Verbrauchs-Angaben; Emissionen, Abfälle

Ziele:
- Verbesserung betrieblicher Abläufe, Umweltbelastungen und Umwelt-Leistungen unter Umwelt-Aspekten
- Einbeziehung der Belegschaft in kontinuierliche Verbesserungen
- Engagement im Umweltschutz
- Einhaltung der Umwelt-bezogenen Rechts- und Verwaltungs-Vorschriften
- Notfall-Planungen
- Verhinderung von Unfällen und Notfällen

Kern-Indikatoren
- Energie-Effizienz
- Material-Effizienz
- Wasser(-Verbrauch)
- Abfall(-Aufkommen)
- biologische Vielfalt
- Emissionen

Logo
Q: de.wikipedia.org
(EMAS-Verordnung)

EMAS-Schrittfolge

1.	**Umweltprüfung**	Erhebung der IST-Situation
2.	**Umweltpolitik**	Festlegung von Leitlinien, Handlungs-Grundsätzen, Zielen
3.	**Umweltprogramm**	Formulierung der Einzel-Ziele
4.	**Implementierung und Durchführung**	Aufbau von Strukturen Führen eines Managementhandbuches
5.	**Kontroll- und Korrektur-Maßnahmen**	SOLL-IST-Vergleiche Korrektur-Maßnahmen
6.	**Management Review**	Bewertung, obe Ziele ereeicht wurden Bewertung der Eignung der Maßnahmen und Handlungen
7.	**Umwelt-Erklärung**	Information der Öffentlichkeit
8.	**Begutachtung**	externe Evaluation (Validierung)
9.	**Registrierung und Logo**	
10.	**Fortschreibung (Revalidierung)**	jährliche / zweijährige Fortschreibung des Umwelt-Managementsystems

in der EU (2015) rund 12'500 Organisationen und 4'000 Objekte / Kulturstätten registriert

Weiterentwicklung EMAS II und EMAS III (2010))

Umsetzung in Deutschland Umweltauditgesetz (UAG)
erste Seriengroß-Verantstaltung. die das Zertifikat erhielt war der Deutsche Evangelische Kirchentag
derzeit 3000 Einrichtungen etc. in Deutschland registriert

aus MV dabei z.B.:
Hochschule Neubrandenburg
TRW Aibag Systems GmbH; Laage
Hansestadt Rostock; Amt für Umweltschutz
Palmberg Büroeinrichtungen & Servive GmbH

persönlicher Umweltschutz der Deutschen

1. **91 % der Deutschen finden den Umweltschutz wichtig**
2. **79 % vermeiden Abfall und Recyclen**
3. **74 % sparen Energie, indem sie geräte od. Licht ausschalten, wenn sie nicht gebraucht werden**
4. **68 % verwenden weniger Einwegprodukte wie Plastiktüten**
5. **44 % kaufen regionale und saisonale Lebensmittel**
6. **52 % wollen energiesparende Geräte kaufen**
7. **20 % beziehen Öko-Strom**
8. **12 % investieren Geld in erneuerbare Energien**

Q: http://www.fuereinebesserewelt.info/wir-sind-besser-als-wir-denken-die-8-haeufigsten-umweltschutzmassnahmen-der-deutschen/

Bio-Produktion / Bio-Produkte

Logo Eu-Bio

Deutsches Bio-Siegel

Anteil der deutschen Tierproduktion mit "Öko" bzw. "Bio" um 3% stagnierend

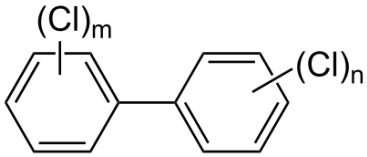
Ehrlichkeit bei Firmen z.T. kritisch zu sehen
Menge an Bio-gelebelter Bauwolle-Produkte übersteigt biologisch zertifizierte Produktion um ein mehrfaches

Verbraucher-Täuschung
"Made in XYZ" nach dem letzten Produktions-Standpunkt
"Art-gerechte Haltung" für Bio-Schwein sind das 2,3 m^2 Stall-Fläche; Platz pro Legehenne 800 cm^2 = 0,08 m^2 (z.B.: 20 x 40 cm)
Tötung der männlichen Küken von Lege-Hühnern (50 Millionen pro Jahr)
auch bei "Bio" oder "Öko" Massentierhaltung möglich
Vielzahl kaum oder selbst-kontrollierter Siegel / Marken
staatliche Kontrolle schon bei konventioneller Lebensmittel-Produktion überfordert

Anreicherung von Stoffen in Ökosystemen, Nahrungs-Beziehungen und Organismen

Beispiel PCB (Polychlorierte Biphenyle)

Eigenschaften:
gelblich, recht hohe Dichte, schwerer / dichter als Wasser; gut Fett-löslich, gilt als superhydrophob, elektrischer Isolator, chemisch und thermisch sehr stabil, schwer entflammbar



allgemeine Struktur-Formel der PCB
(m, n = 0, 1, 2, 3, 4 od. 5; m + n > 0)
Q: de.wikipedia.org (Jü)

Verwendung: als Isolations-Flüssigkeit in Kondensatoren (alte Waschmaschinen, Schleudern, …) und Hochspannungs-Transformatoren; Papier-Beschichtungen; Weichmacher in Kunststoffen; Zusatz bei Lacken und Farben; Hydraulik-Öl; Schmiermittel; Flammschutzmittel

Bedeutung:
gehören zum sogenannten "Dreckigen Dutzend" den 12 als besonders gefährlich und schädlich organischen Giftstoffen
je höher sie chloriert sind, um so schwerer abbaubar sind sie
nicht akut giftig, hohe Anreicherungsraten in Fett-Geweben; Langzeit-Gift
Leber-Schäden, Chlorakne, Haarausfall, übermäßige Hautpigmentierung, Schädigungen des Immunsystems und des Nervensystems, Verzögerung der Entwicklung, Frucht-schädigend, Krebs-erregend
seit 2004 weltweit verboten; derzeit nur "Altbestände" in den Ökosystemen

besondere Beachtung sollte elektrischen Altgeräten gelten, treten an elektrischen Bauteilen honiggelbe Auslauf-Flecken auf, dann könnte es sich um PCB handeln → besondere Vorsicht

Lebensraum Lebewesen	**PCB-Gehalt** **[mg / l] bzw. [mg / kg [Fett]]**	**Anreicherungs-Faktor**	**Bemerkungen**
Wasser	0,000.002	1	
Sediment (trocken)	0,005 – 0,16	2.500 – 80.000	
Plankton, pflanzlich	≈ 8	4.000.000	
Plankton, tierisch	≈ 10	5.000.000	
Wirbellose	5 – 11	2.500.000 – 5.500.000	
Fische	1 – 37	500.000 – 18.500.000	
Seevögel	110	55.000.000	
Meeressäuger	160	80.000.000	gilt auch für andere Gipfel-Raubtiere (z.B. Mensch)

Q: /37, S. 222 (nach FISCHER ÖKO-Almanach 91/92)/

Verursacher für Arten-Rückgang	Zahl betroffener Arten	
Landwirtschaft	513	
Forstwirtschaft und Jagd	338	
Tourismus und Erhohlung	161	
Rohstoff-Gewinnung, Kleintagebau	158	
Gewerbe, Siedlung und Industrie	155	
Wasserwirtschaft	112	
Teichwirtschaft	79	
Verkehr und Transport	71	
Abfall- u. Abwasser-Beseitigung	71	
Militär	53	
Wissenschaft, Bildung und Kultus	40	
Lebensmittel- u. pharmazeutische Industrie	8	

Q: /37; S. 362 (nach JEDICKE 1990)/

Gefährdungs-Faktoren	Zahl gefährdeter, einheimischer Vogel-Arten	
Landwirtschaft	57	
Industrie	44	
Störungen	41	
Wasserwirtschaft	40	
Waldwirtschaft	35	
Besiedlung	23	
direkte Verluste	22	
Verkehrswege	8	

Q: /37; S. 370 (nach PLACHNER 1991)/

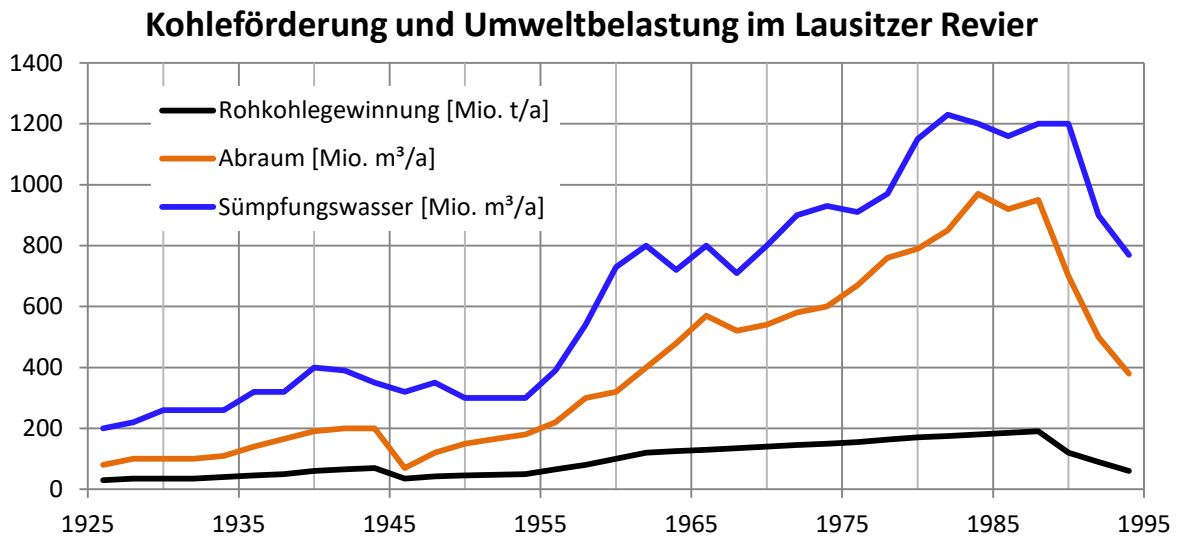
Gefährdungs-Faktoren	Rückgang gefährdeter Tagfalter-Arten [%]	
Landwirtschaft	69,2	
Forstwirtschaft	43,9	
Kleintagebau	36,9	
Sammler	21,9	
Siedlung und Verkehr	15,4	
Abfallbeseitigung	4,4	
natürliche Einflüsse	3,3	

Q: /37; S. 375 (nach PLACHNER 1991)/

6.1. Rohstoff-Gewinnung und ihre Umwelt-Wirkungen

Definition(en): Regeneration
Unter Regeneration versteht man die Fähigkeit eines Systems / Ökosystems / Organismus wieder die optimalen Bedingungen / das ökologische Gleichgewicht zu erreichen / verlorengegange Teile zu ersetzen.

Definition(en): Recycling
Unter Recycling versteht man die Rückführung oder Kreislauf-Nutzung von bestimmten Stoffen.



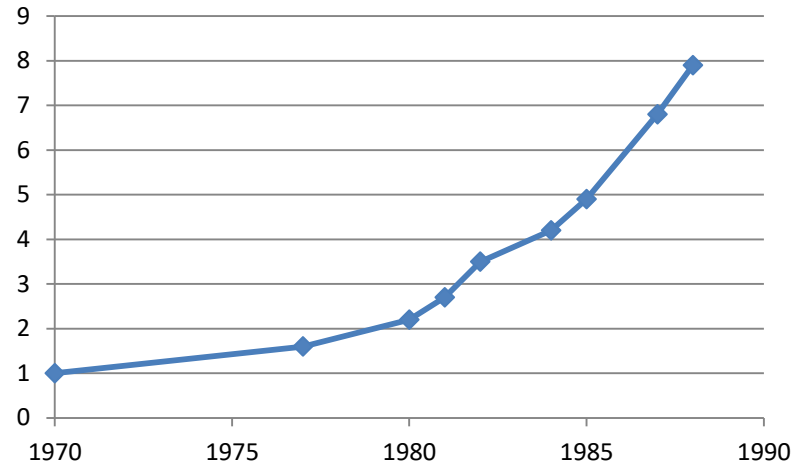
vereinfacht nach DVWK (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau e.V.);
aus: Die Elbe und ihr Einzugsgebiet - …; Internationale Kommission zum Schutz der Elbe 2005; S. 170

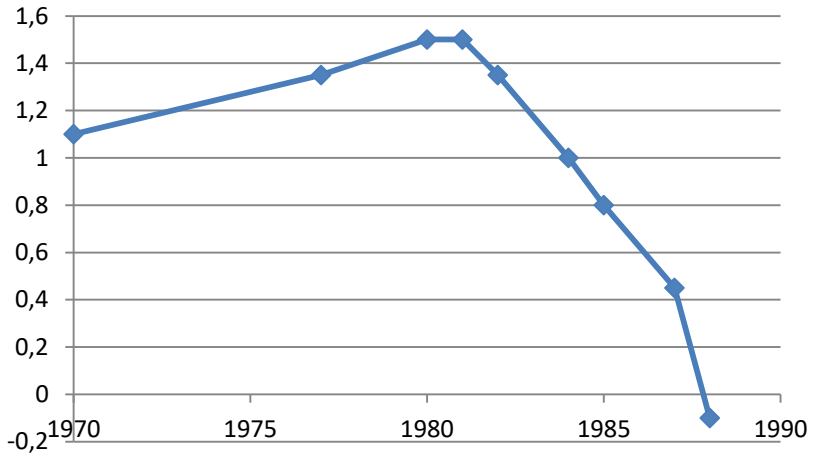
Arzneimittel	medizinische Wirkung	Stamm-Pflanze
Acetylsalicylsäure	Schmerz-lindernd; Entzündungs-hemmend	*Filipendula ulmaria* (Echtes Mädesüß)
Codeïn	Schmerz-lindernd; Husten-Reiz-unterdrückend	*Paperver somniferum* (Schlafmohn)
Ipecacuanha	Brechreiz-auslösend	*Psychotria ipecacuanha* (Brechwurzel)
Pilocarpin	Augendruck-senkend	*Pilocarpus jaborandi* (Jaborandi)
Prostatin	gegen Gelbfieber gegen HIV-Erkrankung	*Homalanthus nutans* ()
Pseudoephedrin	Nasen-Schleimhaut-abschwellend	*Epehedra sinicia* (Meerträubl)
Chinin	Anti-Malaria-Mittel	*Cinchona pubescens* (Chinarinde(nbaum))
Reserpin	Blutdruck-senkend	*Rauvolfia serpentina* (Indische Schlangenwurzel)
Scopolamin	gegen Reise-Krankheit	*Datura stramonium* (Gemeiner Stechapfel)
Theophyllin	Bronchien-erweiternd	*Carmelia sinensis* (Schwarztee)
Vinblastin	gegen HODGKIN-Lymphon	*Catharanthus roseus* (Rosafarbende Catharanthe)

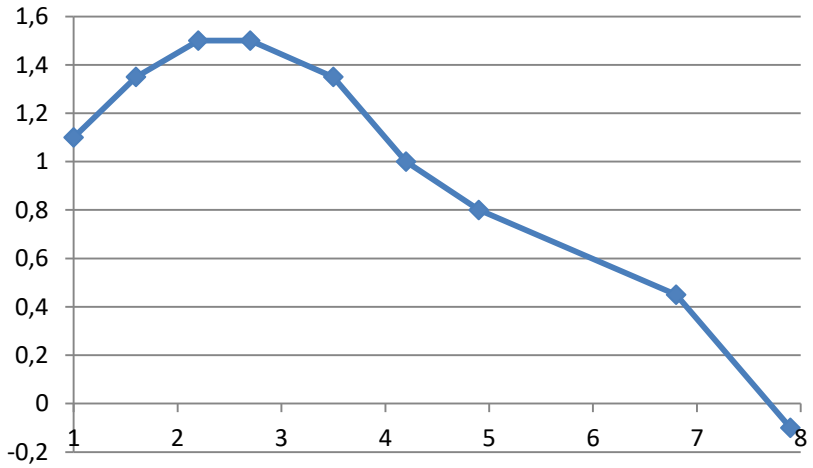
Daten-Q: KÖNIG, LINSENMAIR: Biologische Vielfalt.-Spektrum der Wissenschaften; S. 182 ff.; de.wikipedia.org

Aufgaben:

1. ***Skizzieren Sie das untere Diagramm grob ab!***
2. ***Ordnen Sie den Achsen die zugehörige Größe und den Datenpunkten die zugehörige Jahreszahl zu!***
3. ***Interpretieren Sie die Diagramme!***







Fischerei-Aufwand (geschätzter Index) und Vermögenswerte (Mrd. CostaRica-Colones (Wert-Basis: 1984)) für das Fangebiet Costa Rica

Daten-Q: König, Linsenmair: Biologische Vielfalt.-Spektrum der Wissenschaften; S. 204

6.x. Aspekte des Umweltschutzes in speziellen Ökosystemen

heute immer stärker Erhaltung bzw. Erhöhung der Biodiversität das Ziel der Eingriffe durch den Menschen
Orientierungs-Grenze ist aber die natürlich vorkommende Arten-Vielfalt
zusätzliche Arten bringen i.A. nur riesige Probleme (→ Australien-Syndrom)

6.x.2. Süßwasser-Gewässer

wenn der BSB_5 zwischen 50 und 100 % des CSB liegt, dann gelten die Inhaltsstoffe als biologisch gut abbaubar
liegt der BSB_5 unter der Hälfte des CSB (also unter 50 %), dann sind die Inhaltsstoffe schlecht abbaubar, sind ev. auch für die Mikroorganismen giftig oder verbleiben zu lange in den Gewässern (Abbau dauert sehr lange)
in gereinigten Abwässern liegt der B_SB5 bei 12 – 25 % des CSB (des ungereinigten Abwassers)

häusliche Abwässer haben einen BSB5 von ungefähr 300 mg / l und einen CSB von 600 mg / l

Einwohner-Gleichwert EGW ist der Referenz-Wert für die Verunreinigung des Wassers durch einen Einwohner; verwendet in der Wasserwirtschaft, wird zum Vergleich der Verunreinigung durch Industrie und Handwerk herangezogen (zu Haushalten)
BSB5 = 60 g / d
CSB = 120 g / d
TOC = 40 g / d (Totaler Organischer Cohlenstoff)
Schwebstoffe = 60 g / d
Gesamt-Stickstoff 10 – 12 g / d
Gesamt-Phosphor 1,8 – 2,1 g / d

aus

Hauptproblem liegt in der Eutrophierung (langfristiger übermäßiger Nährstoff-Eintrag)

Stickstoff-Einträge (1993 – 1997)

Eintrags-Art / -Typ	Menge [kt / a]	Anteil [%]
diffuse Einträge	***590***	***72***
atmospärische Disposition	10	1
Abwasser (Landwirtschaft)	15	2
Drainage	120	15
Erosion	15	2
Grundwasser	395	48
urbane Flächen	35	4
punktförmige Einträge	***230***	***28***
industrielle Direkteinleitung	25	3
kommunale Kläranlagen	205	25
gesamte Einträge	**820**	**100**

Q: Bundesumweltamt

Phosphor-Einträge (1993 – 1997)

Eintrags-Art / -Typ	Menge [kt / a]	Anteil [%]
diffuse Einträge	***24,5***	***66***
atmospärische Disposition	< 0,5	< 1
Abwasser (Landwirtschaft)	3,5	9
Drainage	3,5	9
Erosion	8	22
Grundwasser	5,5	15
urbane Flächen	4	11
punktförmige Einträge	***12,5***	***34***
industrielle Direkteinleitung	1	3
kommunale Kläranlagen	11,5	31
gesamte Einträge	**37**	**100**

Q: Bundesumweltamt

Aufgaben:

1.

Saprobien-System

es werden bestimmte Indikator-Arten verwendet

Indikator-Arten besitzen einen Saprobien-Wert (s) zwischen 1,0 und 4,0 (1,0 ist Indikator-Art für oligosaprobe Systeme; 4,0 steht für eine Art mit Indikator für polysaprob)
dazu haben die Arten ein bestimmtes Indikator-Gewicht (g) mit den Werten 1, 2, 4, 8 und 16; steht für Toleranz-Breite (1 .. große Toleranz; 16 .. sehr kleine Toleranz)

Tabelle mit ausgew. Arten

(Indikator-Arten für das Saprobien-System haben ein Indikator-Gewicht von mindestens 4)
am untersuchten Gewässer werden die Indikator-Arten gesucht und in Häufigkeits-Stufen (von 1 für Einzelfund bis 7 für massenhaft vorkommend) erfasst; (kummulierte) Summe der Abundanzen muss mindestens 20 ergeben, damit Wert gültig ist
Saprobien-Index wird aus den Beobachtungs-Werten berechnet (gerundet auf zwei Nachkommastellen):

$$S = \frac{\sum_{i=1}^{n} A \cdot s \cdot g}{\sum_{i=1}^{n} A \cdot g}$$

Gewässer-Güteklassen / Saprobienstufe

Güteklasse Saprobien-stufe	Beschreibung / Kennzeichen	Sapro-bier-Index	O_2-Gehalt [mg / l]	BSB_5 [mg [O2] / l]	NH_4^+ [mg / l]	NO_3^- [mg / l]	PO_4^{3-} [mg / l]	Keimzahl [1 / ml]	Fisch-Besatz	Plank-ton-Besatz	Belastung
0 katharob			> 8								(vollkom-men) ohne
I oligosaprob	reines, Nährstoff-armes Wasser; stets annähernd Sauerstoff-gesättigt; geringer Bakterien-Gehalt; mäßig dicht besiedelt; vor-wiegend Algen, Moose, Strudel-würmer und Insekten-Larven; als Sommer-kühles Gewässer auch Laichgebiet von Salmoniden	1,0 – 1,8	> 8	1	(<) 0,1	1,2 – 1,7	0,06 – 0,08	aerobe Bak. <1.000	gering	gering	sehr gering
I – II	geringe anorganische Nährstoff-Zufuhr und organische Belastung; praktisch keine Sauerstoff-Zehrung; dicht mit großer Arten-Zahl besiedelt; als Som-mer-kühles Gewässer auch Laichgebiet von Salmoniden										gering
II betameso-saprob	mäßige Belastung; gute Sauerstoff-Versorgung; sehr große Arten-Zahl und Individuen-Dichte von Algen, Schnecken, Kleinkrebsen und In-sekten-Larven; großflächige Pflan-zen-Bestände; Arten-reiches Fisch-Gewässer	1,8 – 2,7	6	2 – 6	0,1 – 1,0	3,0 – 3,9	0,2 – 0,3	aerobe Bak. < 100.000	hoch	hoch	mäßig
II - III	organische Belastung bewirkt kritische Sauerstoff-Zehrung; Fisch-Sterben durch Sauerstoff-Mangel möglich; rück-gängige Arten-Zahl; Neigung zu Mas-sen-Entwicklungen; großflächige Be-stände von fädigen Algen										kritisch; deutlich

Güteklasse Saprobien-stufe	Beschreibung / Kennzeichen	Sapro-bier-Index	O_2-Gehalt [mg / l]	BSB_5 [mg [O2] / l]	NH_4^+ [mg / l]	NO_3^- [mg / l]	PO_4^{3-} [mg / l]	Keimzahl [1 / ml]	Fisch-Besatz	Plank-ton-Besatz	Belastung
III alphameso-saprob	starke organische, Sauerstoff-zehrende Verschmutzung; niedriger Sauerstoff-Gehalt; örtlich Faul-schlamm-Ablagerungen; mehr Fa-den-förmige Abwasser-Bakterien und sessile Wimperntierchen als Algen und höhere Pflanzen; Mas-sen-Vorkommen von Sauerstoff-unempfindlichen Makroorganismen (z.B. Egel, Wasserasseln); periodi-sches Fisch-Sterben		2	7 – 13				Bakterien < 100.000	mäßig	mäßig	stark (ver-schmutzt); erhöht
III - IV	weitgehend eingeschränkte Le-bensbedingungen; starke Ver-schmutzung mit organischen, Sau-erstoff-zehrenden Stoffen; niedriger Sauerstoff-Gehalt; zetweilig totaler Sauerstoff-Schwund; Trübung durch Abwasser-Schwebstoffe; ausgedehnte Faulschlamm-Ablagerungen;dicht mit Roten Zuckmücken, Wimperntierchen und / oder Schlammröhrenwürmern besiedelt; Rückgang fädiger Ab-wasser-Bakterien; Fische kommen nur zeitweise oder ausnahmsweise vor										sehr stark (ver-schmutzt); hoch

Güteklasse Saprobien-stufe	Beschreibung / Kennzeichen	Sapro-bier-Index	O_2-Gehalt [mg / l]	BSB_5 [mg [O2] / l]	NH_4^+ [mg / l]	NO_3^- [mg / l]	PO_4^{3-} [mg / l]	Keimzahl [1 / ml]	Fisch-Besatz	Plank-ton-Besatz	Belastung
IV polysaprob	übermäßige Verschmutzung mit organischen, Sauerstoff-zehrenden Stoffen über lange Zeiträume und in hoher Menge; Sauerstoff nicht mehr vorhanden oder nur kurzzeitig in geringen Konzentrationen; vor-wiegend Bakterien, Geißeltierchen und freilebende Wimperntierchen; keine Fische; ev. biologische Ver-ödung		2	15	10	> 7	(>) 2,5	Bakterien > 1.000.000	keine	gering	übermäßig (ver-schmutzt); sehr hoch
isosaprob											
metasaprob											
hypersaprob											
ultrasaprob											

Beschreibung nach Umweltbundesamt;
BSB_5 .. biologischer Sauerstoff-Bedarf innerhalb von 5 Tagen
grau unterlegte Stufen sind zusätzlich / erweiterte Klassen

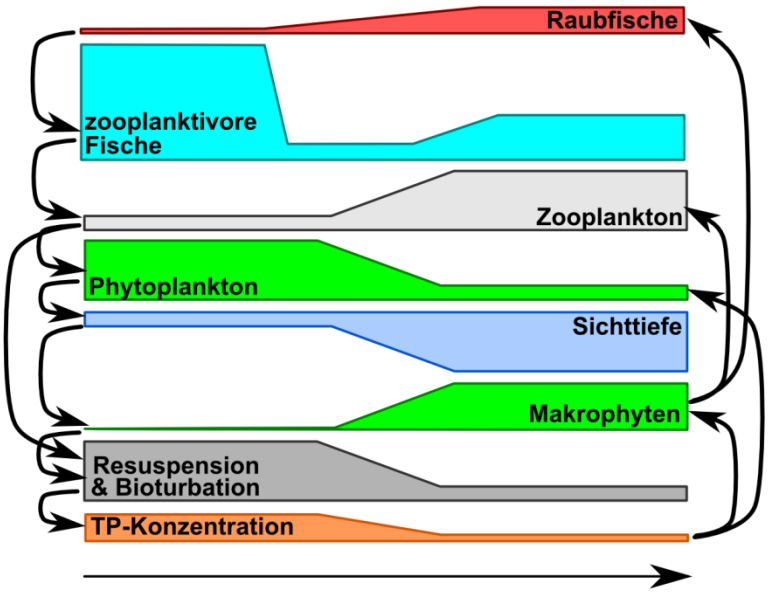
6.x.2.1. Seen

Maßnahmen in der Anfangs-Phase

•

mögliche Maßnahmen in akuten Fällen

- Sediment-Entfernung (Entschlammung)
- Einsatz von Fällmittel (Bildung von schwerlöslichen Niederschlägen der kritischen Ionen)
- Destratifikation (Zwangszirkulation) (Erzeugung einer Konvektion in Zeiten die stagnierenden Dichte-Schichtung)
- Tiefenwasser-Belüftung
- Tiefenwasser-Ableitung (TWA)
- Biomanipulation (Eingriffe in die Nahrungsbeziehungen, um die Stoff-Kreisläufe zu verändern und Algen-Wachstum und Trübung zu reduzieren)



Prinzipielle Zusammenhänge der Biomanipulation
nach Q: ZERBE, VIELGLEB: Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa, Spektrum Akad. Verl.; S. 140

vorbeugende Maßnahmen

- Vermeidung der Nährstoff-reichen Zuflüsse (ungeklärte Abwässer, Dünger-belastetes Sickerwasser von Landwirtschafts-Flächen, …)

Beispiel: Renaturierung / Restaurierung des Trummensee (bei Växjö, Schweden)

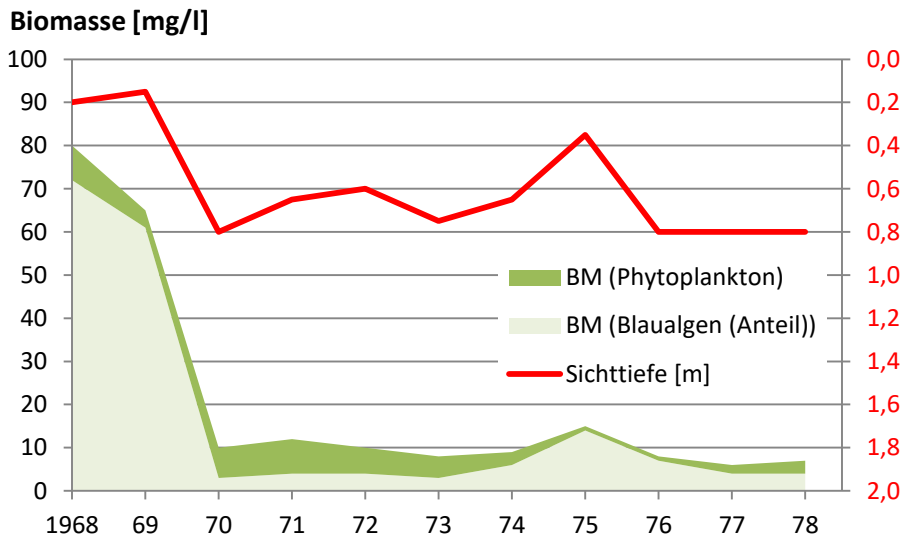
Ausgangs-Situation

vor Belastung (19 - 19) war der See

Belastungs-Phase (19.. – 19)

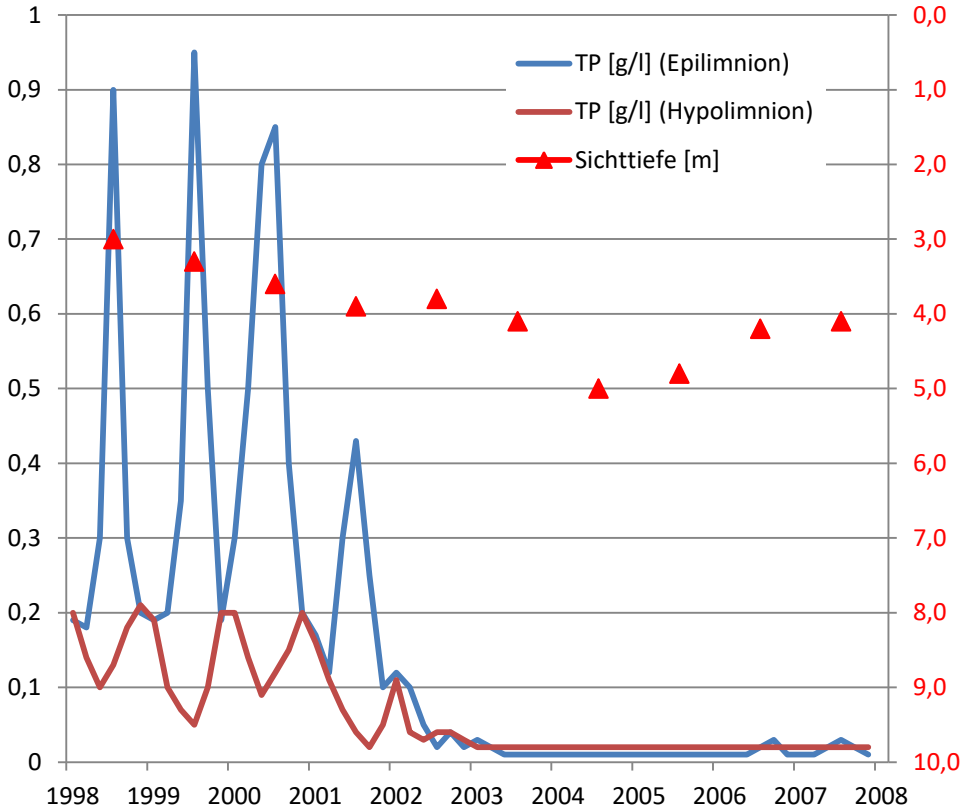
1. Versuch der Renaturierung (1960 – 1970)
Abwasserfernhaltung brachte keine nenneswerten Veränderungen

2. Renaturierung
Ausbackerung des Sees; das Schlammwasser wurde mit Chemikalien behandelt, die eine Ausfällung von Phosphaten und Stickstoff-Verbindungen bewirkten (insgesamt 50 t Phosphor und 450 t Stickstoff so aus dem Ökosystem entfernt)
im 2. und 3. Jahr wurde nochmals jeweils 30 cm Faulschlamm vom See-Grund abgebackert
dadurch stieg die See-Tiefe von 1,1 auf letztendlich 1,75 m
in den folgenden Jahren erhöhte sich die Diversität beim Phytoplankton erheblich, beim Zooplankton bleib sie stabil, dafür nahm hier die Biomasse stark ab
derzeit (über 30 Jahre hinweg) hat der See nun einen niedrigen Trophie-Status



allg. sind nur rund 2 von 15 Maßnahmen erfolgreich, da häufig Nährstoff-reiches Sickerwasser aus den anliegenden Flächen nachläuft

im Vorfeld der Sanierung durch Fällungsmittel-Gaben wurde ab 1980 in der Umgebung des Sees der Nährstoff-Eintrag großflächig verringert trotzdem war der See an sich immer noch hocheutroph nach der Behandlung hat er den Status eines leicht eutrophen Sees



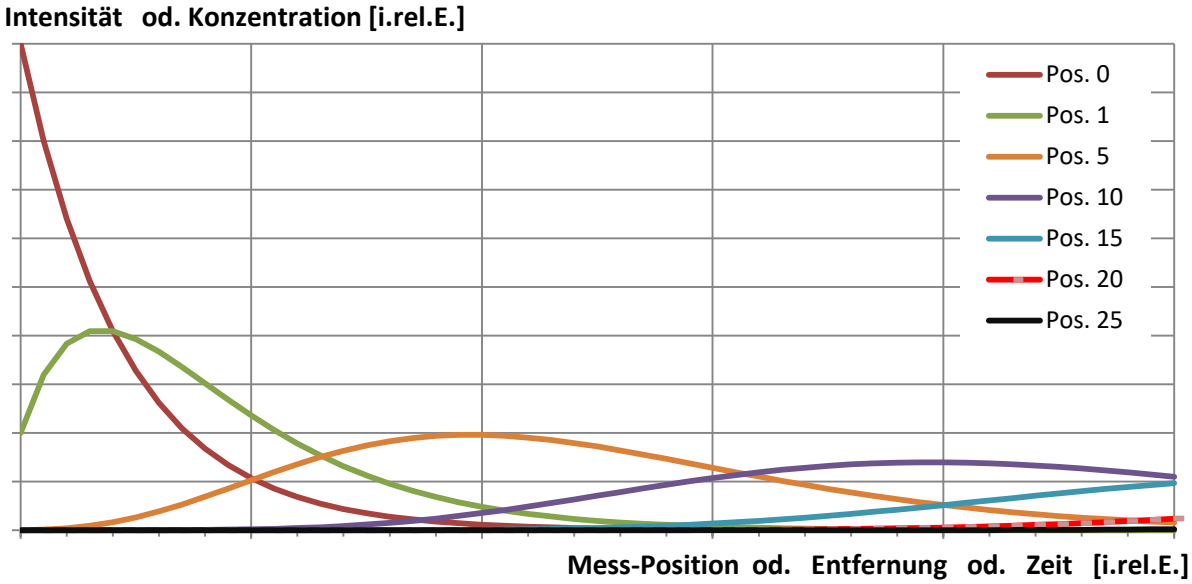
Entwicklung der Phosphor-Konzentration und der Sichttiefe während einer See-Sanierung durch zweimalige Fällungsmittel-Gabe (2001 + 2005)
Tiefwarensee (Mecklenburg-Vorpommern)
nach Q: ZERBE, VIELGLEB: Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa, Spektrum Akad. Verl.; S. 139

6.x.3.2. Fließgewässer

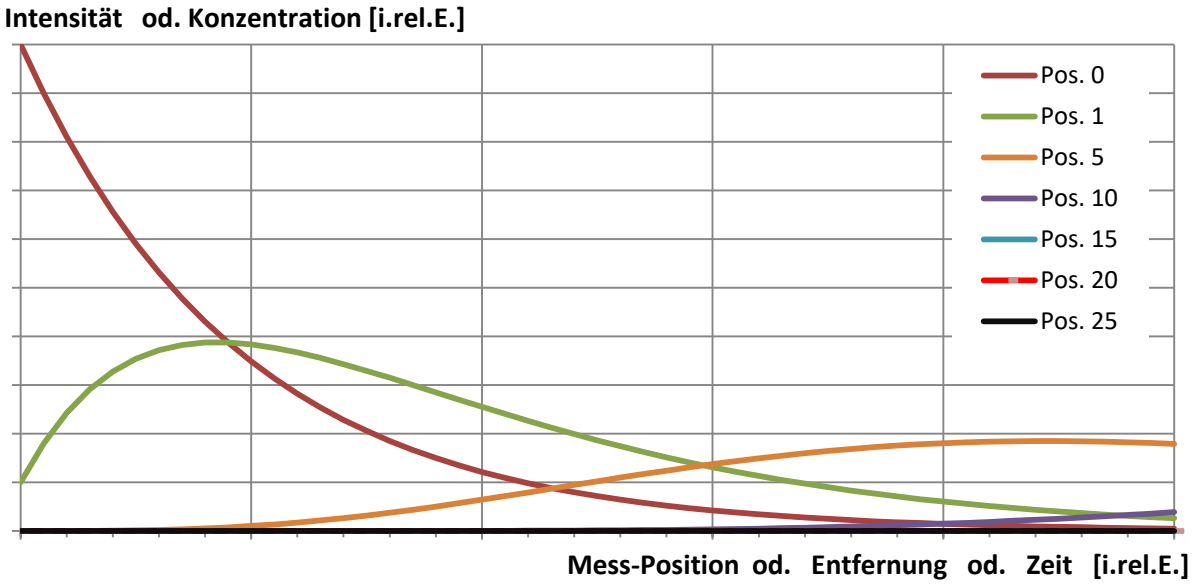
Gewässergüte-Klassen (nach Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA))
Limnologie in der Praxis
/34, S. 160/

Problem-Szenario ist die dauerhafte oder zeitweilige / akute Einleitung von Fremdstoffen in ein Fließgewässer

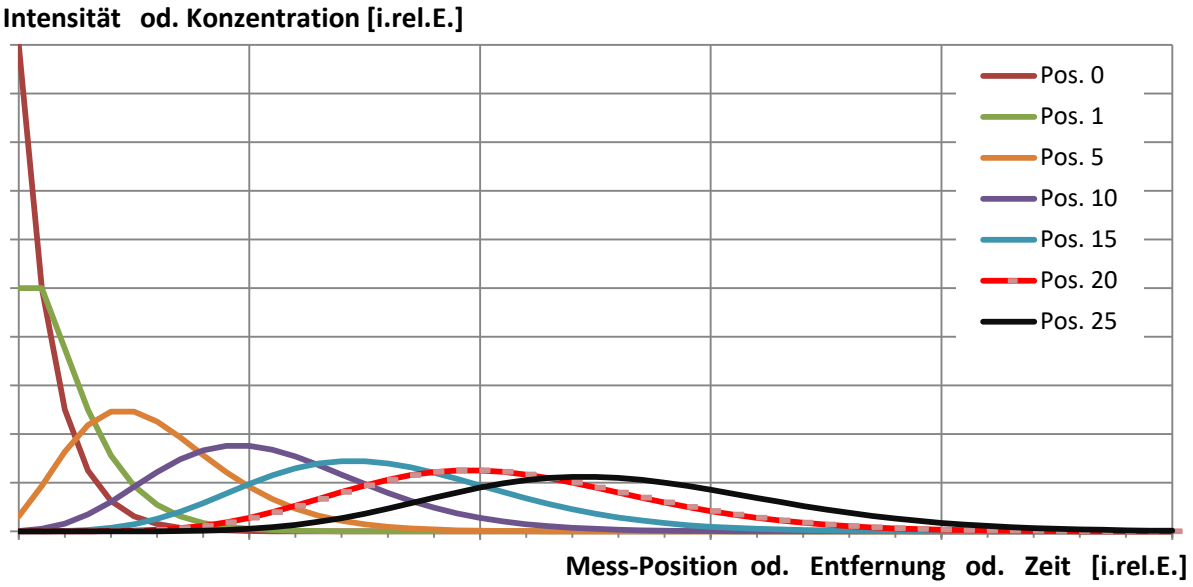
Schadwirkung ist z.B. von der Eintrags-Menge und –Art, der Fließgeschwindigkeit, der Einwirkzeit, der Durchmischung und der Entfernung vom Eintrags-Ort abhängig



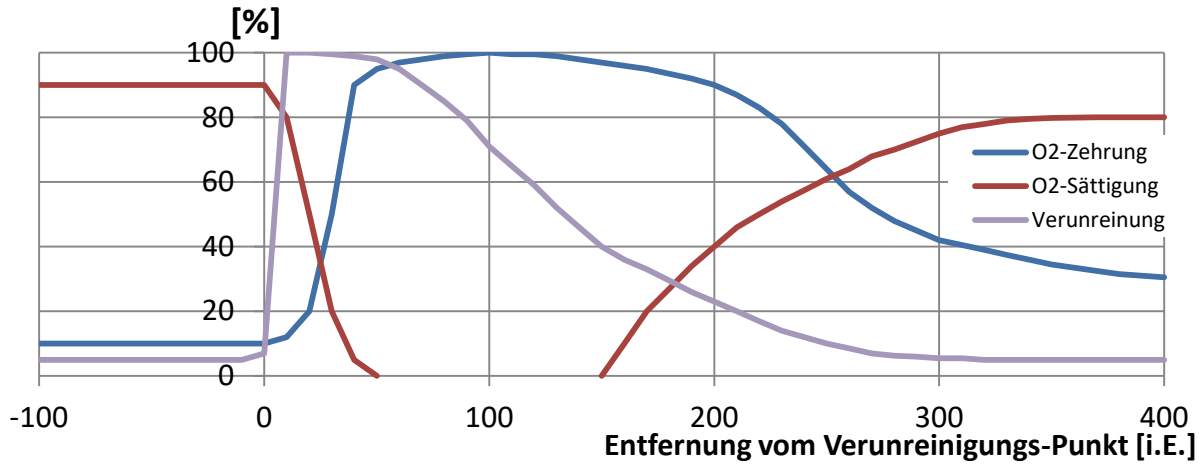
prinzipieller Verlauf der Schadstoff-Konzentration nach einem einmaligen Eintrag an Position 0 in einen homogenen Kanal (idealen Fluss); Verweil-Rate zwischen zwei Mess-Positionen 0,2 (= 20 %)

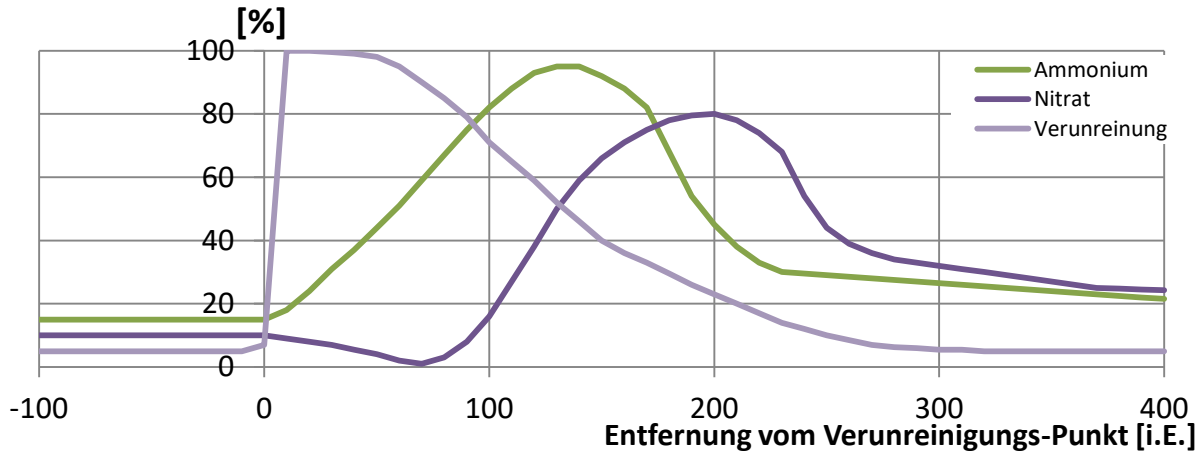


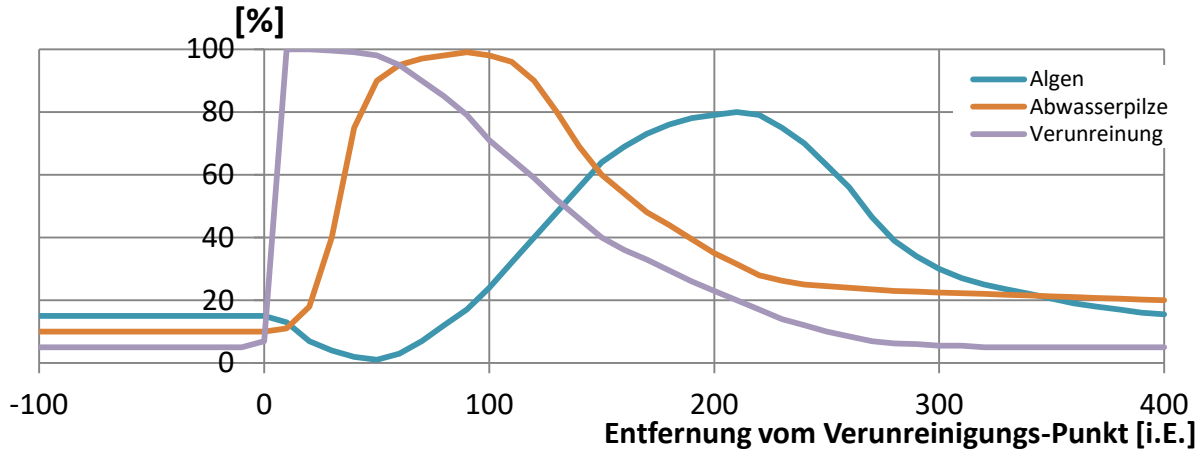
wie oben; Verweil-Rate 0,1 (= 10%)

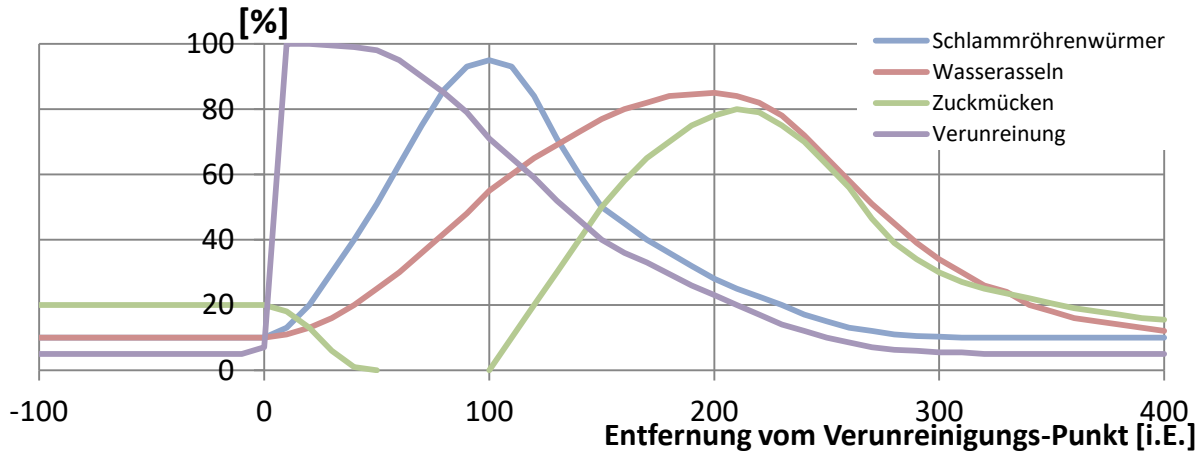


wie oben; Verweil-Rate 0,5 (= 50%)


[%]
100
80
60
40
20
0
-100
0
100
200
300
400
Entfernung vom Verunreinigungs-Punkt [i.E.]
O2-Zehrung
O2-Sättigung
Verunreinigung


[%]
100
80
60
40
20
0
-100
0
100
200
300
400
Entfernung vom Verunreinigungs-Punkt [i.E.]
Ammonium
Nitrat
Verunreinigung


[%]
100
80
60
40
20
0
-100
0
100
200
300
400
Entfernung vom Verunreinigungs-Punkt [i.E.]
Algen
Abwasserpilze
Verunreinigung


[%]
100
80
60
40
20
0
-100
0
100
200
300
400
Entfernung vom Verunreinigungs-Punkt [i.E.]
Schlammröhrenwürmer
Wasserasseln
Zuckmücken
Verunreinigung

nachwachsende / regenerative Rohstoffe und Ressourcen

Nachhaltigkeit

Wasser-Nutzung bedeutet immer zugleich Wasser-Verschmutzung oder Beeinflussung der Hydrodynamik

Produkt / Stoff(-Gruppe)	**Zersetzungs-Dauer [a]**	
Aluminium-Dosen	8 - 100	
Glas-Flaschen	1.000.000	
Plastik-Tüten	10 – 20	
Plastik-beschichtetes Papier	5	
Plastik-Filmdose	20 – 30	
Nylon-Gewebe	30 – 40	
Gummistiefelsohle	50 – 80	
Leder	… – 50	
Wollsocken	1 – 5	
Zigarettenfilter	1 – 5	

Q: /37; S. 386 (nach BURK 1993)/

Abfall-Bestandteil Abfall-Gruppe	**Verwertungs-Quote [%]** **(Stand 1987/88)**	
Haus-Müll		
Altpapier	43,8	
Altkunststoffe	6,8	
Aluminium	38,3	
Blei	50,6	
Cupfer	38,5	
Gewerbe-Müll		
Metallabfälle (Schrott)	98,7	
Papier- und Pappe-Abfälle	80,9	
sonstige organische Abfälle (Holz- und Nahrungsmittel-Industrie)	76,4	

Q: /37; S. 386 (nach KLÖTZLI 1993)/

antropogene Beeinflussung von Ökosystemen

Syndrome des globalen Wandelns

Syndrome als (typische) Krankheits-Bilder betrachtet, gleichartige Auswirkungen (Indizien,) in der Natur z.T. bei ähnlichen oder auch verschiedenartigen Ursachen (menschliche Eingriffe)

Ökosysteme sind sehr komplexe und nicht vollständig abschätzbare dynamische Systeme, z.T. mit chaotischem Verhalten

Syndrom-Gruppe "Nutzung"

Bezeichnung / Syndrom	Beschreibung	nicht kalkulierte / übersehene Faktoren	Bemerkungen
Sahel-Syndrom	landwirtschaftliche Übernutzung nicht oder wenig geeigneter Standorte	Wasser (steht nur in begrenzter Menge zur Verfügung), verstärkte Boden-Erosion	benannt nach Übergangs-Region zwischen Wüste und Savanne (Afrika)
Raubbau-Syndrom	übermäßige Nutzung / Schröpfung natürlicher / begrenzter Ressourcen	natürliche Reproduktion / Regenerierung	
Landflucht-Syndrom	Aufgabe der traditionellen landwirtschaftlichen Produktionen / Abwanderung in Städte usw.	primärer Status der Landwirtschaft in Siedlungs-Gefüge	
Dust-Bowl-Syndrom	industrielle und nicht nachhaltige Bewirtschaftung von Böden und Gewässern		benannt nach den Sandstürmen in der "Staubschüssel" in Oklahoma, USA; in den 40er Jahren des 20. Jhd.
Katanga-Syndrom	Umwelt-Zerstörung durch Abbau nicht erneuerbarer Ressourcen	fehlende natürliche Reproduktion / Regenerierung	benannt nach der Rohstoff-reichen Katanga-Region in der Republik Kongo
Massentourismus-Syndrom	Erschließung und Schädigung von Naturräumen für Erhohlungszwecke	Funktionen von einzelnen Komponenten (z.B. Wäldern usw.) für die Ökosysteme	
Verbrannte-Erde-Syndrom	Umwelt-Zerstörung nach militärischer Nutzung oder Auseinandersetzung		Zerstörung der Ressourcen, um den Feind direkten und indirekten, möglichst längerfristigen Schaden zuzufügen

/nach 31, S. 40 f./

Syndrom-Gruppe "Entwicklung"

Bezeichnung / Syndrom	Beschreibung	nicht kalkulierte / übersehene Faktoren	
Aralsee-Syndrom	Schädigung durch gezielte Naturraum-Gestaltung (meist Groß- od. Prestige-Projekte)	Hydrodynamik; Überschätzung der Zuflüsse und Niederschläge; Konzentrierungs-Prozesse	benannt nach Aralsee-Projekt (Bewässerungs-Projekt) in Usbekistan / UdSSR
Grüne-Revolution-Syndrom	Umweltzerstörung durch Standort-fremder / unpassender (landwirtschaftlicher) Nutzung	fehlende Räuber-Beute-Beziehungen; Eintrag fremder Arten (z.B. Parasiten, Krankheiten, …)	
Kleine-Tiger-Syndrom	Vernachlässigung ökologischer Standards und Erfahrungen wegen Überbetonung des Wirtschaftswachstums		
Favela-Syndrom	Umweltzerstörung durch ungeregelte und unkontrollierte Urbanisierung von (essentiellen) Naturräumen	Erosion, Abfälle und Gifte, Hydrodynamik, Populationsdichte (→ Infektionen)	Favela sind die Armensiedlungen um brasilianische Großstädte herum
Suburbia-Syndrom	Landschafts- und Naturraum-Zerstörung durch (geplante od. ungeplante) Expansion von Städten und Infra-Strukturen		suburbia bedeutet Vorstadt
Havarie-Syndrom	von Menschen verursachte Umwelt-Katastrophen mit längerfristigen Auswirkungen	einzelne und kombinierte Gefahren-Potentiale	

/nach 31, S. 40 f./

Syndrom-Gruppe "Senken"

Bezeichnung / Syndrom	Beschreibung	nicht kalkulierte / übersehene Faktoren	
Hoher-Schornstein-Syndrom	(Verstärkung und Ausbreitung) der Umwelt-Belastung durch diffuse, weiträumige und scheinbar unterschwellige Verteilung; z.B. von Wirkstoffen mit langer Verweilzeit bzw. großer Halbwertzeit	Eigendynamik von Stoffen und ihren Kreisläufen; (lange) Verweil- und Halbwertzeiten; kummulative Effekte	
Müllkippen-Syndrom	Umweltbelastung durch geregelte und ungeregelte Deponierung von Abfällen; heimliche oder falsche Entsorgung von Abfällen	Eigendynamik von Stoffen und ihren Kreisläufen; (lange) Verweil- und Halbwertzeiten; kummulative Effekte kriminelle Energien; Gewinnsucht	
Altlasten-Syndrom	lokale Verseuchung von Naturgütern und der Umwelt durch Produktions-Rückstände, Reste von Unfällen	Anhäufung von Stoffen; kummulative Effekte; Gefahren-Abschätzung	

/nach 31, S. 40 f./

Syndrom-Gruppe "Slam"

Bezeichnung / Syndrom	Beschreibung	nicht kalkulierte / übersehene Faktoren	
Slam-Syndrom **Leben im Slam**	Armut als Ursache für Umwelt-Probleme und Umwelt-Probleme als Ursache für Armut; Über- und Fehl-Nutzung der Ressourcen und Strukturen	Eigendynamik von Systemen	

/nach 31, S. 40 f./

Definition(en): Ökoeffizienz
Die Ökoeffizienz ist ein relatives Maß für das Verhältnis von

Ökoeffizienz hat sich zum Ziel gesetzt die natürlichen Ressourcen zu schonen und die negativen Beeinträchtigungen und Veränderungen zu minimieren
verknüpft Kosten-Bewußtsein mit der Verantwortung für die Umwelt

wichtige Prinzipien:

- Reduktion der Material- und Energie-Intensität
- Reduktion des Eintrags und der Verbreitung toxischer und anderer belastender Stoffe
- Nutzung erneuerbarer / regenerativer Energien und nachwachsender Rohstoffe
- vollständiges Recyling / Kreislauf-Wirtschaft; Verlängerung der Produkt-Lebensdauer
- Steigerung des Nutzens je Produkt bzw. Dienstleistung

Nachrichten und Informationen aus Literatur, Presse und Internet:

OZ PANORAMA

Der Multi-Milliarden-Albtraum

Chinas gigantischer Drei-Schluchten-Staudamm entwickelt sich zum Desaster: Fünf Jahre nach dem Bau ist das ökologische Gleichgewicht aus dem Lot, die Erosion schreitet fort. Und nun wächst die Angst vor einem Erdbeben.

Peking – Einst ist er mit gewaltigen Erwartungen gestartet worden, doch jetzt bereitet er nur noch gewaltige Probleme: Der gigantische Drei-Schluchten-Damm in China hat das ökologische Gleichgewicht am Yangtse-Strom durcheinandergebracht. Den Privinzen flussabwärts fehlt in der gegenwärtigen Dürre das Wasser. Am Reservoir drohen Erdrutsche.

Fünf Jahre nach der Fertigstellung bereitet das weltweit größte Wasserkraftwerk neue Kopfschmerzen. Regierungschef Wen Jiabao berief eigens eine Kabinetssitzung ein, um die Probleme zu lösen. Es geht um neue Umsiedlungen, geologische Gefahren und den Schutz der Ökologie. Der große Damm, der den Yangtse-Strom in Zentralchina staut, "beeinflusst weiter flussabwärts die Schifffahrt, die Bewässerung und die Wasserversorgung", wird offen eingeräumt.

Einige chinesische Experten geben dem Stause eine Mitschuld für die verheerende Trockenheit am unteren Flusslauf. Befürworter des Dammes entgegnen, die Auswirkungen hätten gemildert werden können, indem zusätzliche Wasser aus dem riesigen Reservoir abgelassen worden wäre.

Kritiker sehen ihre schlimmsten Befürchtungen bestätigt. "Das Projekt hat große negative Auswirkungen mit sich gebracht, sei es ökologisch, geologisch oder auch sozial, was die Umsiedlung der Menschen betrifft", sagt der Chef des Geologischen Amtes der Provinz Sichuan, Fan Xiao. Nun müssen weitere 300 000 Menschen umgesiedelt werden, um einen Schutzgürtel zu schaffen. EinGrund sind die unerwartet häufigen Erdrutsche, weil der ständig wechselnde Wasserstand die Ufer aufweicht. Viele Menschen sind auf höheren Hängen angesiedelt worden, wo die Böden aber nicht so fruchtbar sind und die Erosion stark ist. Die Folgekosten gehen in die Milliarden.

Ungelöst sind auch die Wasserverschmutzung. Da die Wassergeschwindigkeit von dem Damm stark gebremst wurde, ist das chemische Gleichgewicht gestört. Tonnenweise muss Müll aus dem Reservoir gefischt werden. Ob der Damm wirlich, wie einst verkündet, die Überschwemmungen am mittleren und unteren Lauf des Yangtse verhindern kann, ist heute umstritten.

Auch die Kosten schießen weiter in die Höhe. Offiziell wurden die Baukosten mit 180 Milliarden Yuan (20 Milliarden Euro) angegeben. Westliche Experten schätzen das Doppelte, chinesische Kritiker das Dreifache.

Das Jahrhundertbeben in Japan weckt Sorgen, dass so etwas auch am Yangtse passieren könnte. "Es ist nahezu unmöglich, dass es an den Drei Schluchten ein Beben der Stärke 9 wie in Japan gibt", sagt Fan Xiao und begründet das mit den unterschiedlichen geologischen Strukturen. Ein schwächeres, aber immer noch starkes Erdbeben lasse sich aber nicht ausschließen. Ob der Damm hält, ist unklar. Selbst die Regierung hat eingeräumt, dass das Füllen des Reservoirs die Zahl der Erdbeben erhöht hat. Sie bestreitet aber, dass das schwere Beben vom Mai 2008 etwas mit dem Damm zu tun hat. Damals starben in der Provinz Sichuan 87 000 Menschen.

Gewaltige Umsiedlung

Für den Bau des Drei-Schluchten-Staudamms muste die chinesiche Regierung eine gewaltige Umsiedlungsaktion starten. Das sorgte für gewaltigen Unmut in der Region

1,2 Millionen Menschen mussten für das 600 Lange Reservoir ihre Felder und Heimat verlassen.

13 große und 140 kleine Städte sowie 1350 Dörfer wurden überflutet.

/Q: IN: Ostsee-Zeitung – OZ Panorama Sonnabend/ Sonntag 21./22. Mai 2011, S. 8/

6.x. Ökosystem-Modellierung

Basis einer effektiven, zielgerichteten und nachhaltigen angewandten Ökologie

notwendig für Umweltschutz, Gefahren-Abschätzungen, Erkennen von Belastungsgrenzen

ökologische Modelle sind meist besser, wenn sie die Realität in Hinblick auf den Verwendungszweck des Modell abbilden, statt möglichst Detail-getreu

Nicht-Linearität und Komplexität bestimmen Modelle
starke Vermaschung / Vernetzung

Ökosysteme besitzen verschiedene Zustände, zwischen diesen sind Übergänge vorhanden
→ Ökossteme als "(stochastische) Automaten" (im Sinne der kybernetischen Automatentheorie GNAUCK + STRAŠKRABA (1980))

klassische Regel-Modell funktionieren in der Ökologie nur sehr selten, da die SOLL-Werte fehlen oder auch dynamisch sind
starke Schachtelung, Verzahnung und Überlappung der Regel-Systeme

deterministische Verfahren beliebter, aber schwerer erfassbar
die Wichtung der einzelnen Faktoren in einem Determinismus schwer zu ermitteln
immer stärkerer Übergang zu stochastischen Methoden

grobe Modell-Einteilung / -Klassfizierung nach mathematischen-kybernetischen Aspekten
a) Simulation anhand von einfachen oder partiellen Differentialgleichungen
b) Objekt-orientierte Programmierung und Simulation
c) Expertensysteme (logisch-formal)
d) Fuzzy-Logik-Modellierung
e) geographische Informationssysteme (GIS)
f) ökologische Informationssysteme

6.x. globale Klima-Veränderungen und globale Erwärmung

Pflanzen sind durchschnittlich zu einer Ausbreitungs-Geschwindigkeit vonn 100 cm / Jahr fähig
ändert sich z.B. die Temperatur zu schnell, dann können die einzelnen Arten ev. nicht schnell genug nach- / weg-wandern

(komplexe) Aufgaben (zur Vorbereitung auf Klausuren / Prüfungen):

x.

x. Für submontane Naturwälder stellten LEIDUNDGUT und ELLENBERG das nebenstehende Ökogramm zusammen. Die Schriftgröße drückt die konkurenzbedingte Beteiligung an der Baumschicht aus.

Q: nach: www.gehoelze.ch; Urs-Beat Brändli

x.

Literatur und Quellen:

/1/ CZIHAK, ... (Hrsg.):
Biologie-Springer-Lehrbuch.-Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verl.,1992.-5.korr.Aufl.
ISBN 3-540-55528-5

/2/ DE DUVE, Christian:
Die Zelle-Expedition in die Grundstruktur des Lebens.-Heidelberg: Spektrum d. Wiss.,1989
ISBN 3-992508-96-0

/3/ STRYER, Lubert:
Biochemie.-Heidelberg, Berlin, Oxford: Spektrum Akad. Verl.1996, 4. Aufl. (1. korr. Nachdruck)
ISBN 3-86025-346-8

/4/ KLEINIG, Hans; SITTE, Peter:
Zellbiologie.-Jena: Gustav Fischer Verl., 1986.-2. neubearb. Aufl.
ISBN 3-334-00316-7

/5/ DI TROCCHIO, Federico:
Der große Schwindel – Betrug und Fälschung in der Wissenschaft.-Reinbeck bei Hamburg: Rowolt Taschenbuch Verl.; rororo; 2003.-2. Aufl.
ISBN 3-499-60809-X

/6/ STÖCKER,... (Hrsg.):
Brockhaus ABC Biologie 1+2.-Leipzig: Brockhaus Verl.,1986.-6.überarb. u. erw. Aufl.

/7/ LIBBERT, Eike:
Kompendium der Allgemeinen Biologie.-Jena: G. Fischer Verl., 1976, 1. Aufl.
(Anmerk. des Autors: sehr kompakte und breite Darstellung der verscheidenen Bereiche der Biologie, kein klassisches Lehrbuch, in allen Auflagen als Basismaterial aber sehr geeignet!)

/9/ LINDER,... (Begr.):
Biologie-Lehrbuch für die Oberstufe.-Stuttgart: Metzlersche Verlagsbuchh.,1991.-20.Aufl.
dazu: 21. neubearb. Aufl. 1998; ISBN 3-507-10580-2

/10/ JUNKER, Reinhard; SCHERER, Siegfried:
Evolution – Ein kritisches Lehrbuch.-Gießen: Weyel Lehrmittelverl.; 2006-6. akt. u. erw. Aufl.-
ISBN 3-921046-10-6
(Anmerk. des Autors: interessantes, lesenswertes Lehrbuch, vorbildliche Gestaltung und Bebilderung, aber nichts für Anfänger oder nicht vorgebildete Schüler, kein Lehrbuch für den Biologie-Unterricht!)

/11/ SCHUBERT, Rudolf (Hrsg.):
Lehrbuch der Ökologie.-Jena: G. Fischer Verl., 1984; 1. Aufl.

/12/ BILS, Werner; DÜRR, Georg:
Übungsaufgaben zum Biologieunterricht in der Sekundarstufe II – mit Lösungen.-Heidelberg, Wiesbaden: Quelle & Meyer Verl., 1993
3., durchges. Aufl.
ISBN 3- 494-01216-4

/13/ :

ISBN

/14/ MÜNTZ, Klaus:
Stoffwechsel der Pflanzen – Ausgewählte Gebiete der Physiologie.-Köln: Aulis Verl. Deubner & Co KG; 1976
ISBN 3-7614-0267-8

/15/ WITKOWSKI, Regine; HERRMANN, Falko H.:
Einführung in die klinische Genetik.-Berlin: Akademie-Verl.,1982.-Wissenschaftliche Taschenbücher Band 171.-3.bearb. Aufl.

/16/ HAGEMANN, Rudolf, et al.:
Allgemeine Genetik.-Jena: G. Fischer Verl.,1984.-Studienreihe Biowissenschaften.-1.Aufl.

/17/ SCHEEL, Helmut; WERSUHN, Günter:
Genetik.-Potsdam:Wiss.-Tech. Zentrum der Päd. Hochsch.,1986.-Lehrmaterial zur Ausbildung von Diplomlehrern BIOLOGIE

/18/ MIRAM, Wolfgang; SCHARF, Karl-Heinz:
Biologie heute S II.-Hannover: Schroedel Schulbuchverl.; 1988.-Neubearb.
ISBN 3-507-10540-3

/19/ BERGAU,...:
umwelt biologie 7.-10. Schuljahr.-Stuttgart: Klett Schulbuchverl.,1990.-1.Aufl.

/20/ CLAUS, ...:
Natura-Biologie für Gymnasien Band 2-7.-10.Klasse.-Stuttgart, Düsseldorf, Berlin, Leipzig: Klett Schulbuchverl.,1993.-1.Aufl.
ISBN

/21/ BOSS, Norbert (Ltg.):
Lexikon Medizin – Körper & Gesundheit.-München, Wien, Baltimore: Urban & Schwarzenberg; Weyarn: Seehamer Verl.
ISBN 3-929626-45-4

/22/ PIECHOCKI, Reinhard:
Die Zähmung des Zufalls-Stabilität und Variabilität des Erbgutes.-Leipzig, Jena, Berlin: Urania.Verl.,1987.-Reihe: Wir und die Natur.-1.Aufl.

/23/ FALKENHAN (Hrsg.):
Handbuch der praktischen und experimentellen Schulbiologie-Biologische Quellen, Anhang zum Gesamtwerk.-Köln: Aulis Verl. Deubner,1976.-Band 5

/24/ GEISSLER,... (Hrsg.):
Kleine Enzyklopädie Leben.-Leipzig: Bibliogr.Inst.,1978.-2.durchges.Aufl.

/25/ HAFNER, Lutz; HOFF, Peter:
Genetik-Materialien für den Sekundarbereich II-Biologie.-Hannover: Schroedel Schulbuchverl.,1992

/26/ KINDL, Helmut:
Biochemie der Pflanzen.- Berlin, …: Springer Verl., 1991.- 3. Aufl.
ISBN 3-540-54484-4

/27/ KLEINIG, Hans; SITTE, Peter:
Zellbiologie.-Jena: G. Fischer Verl., 1986.- 2., neubearb. Aufl.
ISBN 3-334-00316-7

/28/ BERRY, Stephan:
Was treibt das Leben an? – Eine Reise in den Mikrokosmos der Zelle.-Reinbeck bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verl., 2007 (rororo science)
ISBN 978-3-499-62257-1
(Anmerk. des Autors: sehr gute – locker und populär geschriebene – Einführung in die Physiologie der Zelle → sehr empfehlenswert!!!)

/29/ SYKES, Bryan:
Keine Zukunft für Adam – Die revolutionären Folgen der Gen-Forschung.-Bergisch Gladbach: G. Lübbe Verl., 2003
ISBN 3-7857-2119-6

/30/ STREMPELL, Walter; KOCH, Albert:
Elemente der Tierphysiologie – Ein Hilfsbuch für Vorlesungen und praktische Übungen an Universitäten und höheren Schulen sowie zum Selbststudium – für Zoologen und Mediziner.-Jena: Verl. v. G. Fischer, 1923.-2., neubearb. u. erw. Aufl.

/31/ MERTZ, Torsten:
Schnellkurs Ökologie.-Köln: DuMont Literaur u. Kunst Verl., 2006
ISBN 10: 3-8321-7638-1
ISBN 13: 978-3-8321-7638-9

/32/ AHLHEIM, Karl-Heinz (Hrsg.):
Wie funktioniert das? Die Umwelt des Menschen.-Mannheim, Wien, Zürich: Meyers Lexikonverl., 1989.-3. vollst. überarb. Aufl.
ISBN 3-411-02389-9

/33/ BEGON, Michael; MORTIMER, Martin; THOMPSON, David J.:
Populationsökologie.-Heidelber, Berlin, Oxford: Spektrum Akad. Verl., 1997
ISBN 3-86025-258-5

/34/ BESCH, W.-K.; HAMM, A.; LENHART, B.; MELZER, A.; SCHARF, B.; STEINBERG, C.:
Limnologie für die Praxis – Grundlagen des Gewässerschutzes.-Landsberg /Lech: ecomed, 1992; 3. durchges. Aufl.
ISBN 3-609-73150-8

/35/ KALUSCHE, Dietmar:
Ökologie – ein Lehrbuch.-Wiebaden: Quelle & Meyer Verl.;1999.-3. grundl. überarb. Aufl. (Biologische Arbeitsbücher; 25)
ISBN 3-494-01262-8

/36/ KRAEPELIN, Karl:
Einführung in die Biologie – zum Gebrauch an höheren Schulen und zum Selbstunterricht (grosse Ausgabe).-Leipzig, Berlin: Teubner; 1926.-6. verb. Aufl. (bearb. v. Prof. Dr. C. SCHÄFER)

/37/ KALUSCHE, Dietmar:
Ökologie in Zahlen – Eine Datensammlung in Tabellen mit über 10.000 Einzelwerten.-Stuttgart, Jena, New York: G. Fischer Verl., 1996
ISBN 3- 437-20521-8

/38/ GERASSIMOW, I. P. (Hrsg.):
Mensch Gesellschaft und Umwelt – Geographische Aspekte der Nutzung der Naturressourcen und des Umweltschutzes.-Berlin: Volk u. Wissen Verl.; 1976.-1. Aufl.

/39/ RICHARD, Daniel; CHEVALET, Patrick; GIRAUD, Nathalie; PRADERE, Fabienne; SOUBAYA, Thierry:
Biologie im Überblick – Grundwissen in Lerneinheiten.-Berlin, Heidelberg: Springer-Verl.,2012
ISBN 978-3-8274-2929-2

/40/ HUTTER, Claus-Peter (Hrsg.); FINK, Conrad, OTTE, Annette:
Ackerland und Siedlung.-Stuttgart, Wien, Bern: Weitbrecht Verl., 1999
BiotopBestimmungsBücher
ISBN 3-522-72061-X

/41/ O'NEILL, Peter:
Chemie der Geo-Bio-Sphäre – Natürliche Vorgänge und Auswirkungen menschlicher Eingriffe.-Stuttgart: Ferdinand Enke Verl., 1998.-2. Aufl. (1. dt. Aufl.)
ISBN 3-432-29781-5

/42/ Anleitung für Biotopkartierung im Gelände in Mecklenburg-Vorpommern.-Schriftenreihe des Landesamtes für Umwelt und Natur M-V 1998 / Heft 1
ISSN 0944-0836
(http://www.lung.mv-regierung.de/dateien/biotopkartieranleitung.pdf#page=270)

/43/ :

ISBN

/44/ :

ISBN

/45/ :

ISBN

// :

ISBN

/A/ Wikipedia
http://de.wikipedia.org

Die originalen sowie detailliertere bibliographische Angaben zu den meisten Literaturquellen sind im Internet unter http://dnb.ddb.de zu finden.

Abbildungen und Skizzen entstammen den folgende ClipArt-Sammlungen:

/I/ 29.000 Mega ClipArts; NBG EDV Handels- und Verlags AG; 1997

andere Quellen sind direkt angegeben.

Alle anderen Abbildungen sind geistiges Eigentum:

/II/ lern-soft-projekt: drews (c,p) 2011 - 2023 lsp: dre
für die Verwendung außerhalb dieses Skriptes gilt für sie die Lizenz:

CC-BY-NC-SA

Lizenz-Erklärungen und –Bedingungen: http://de.creativecommons.org/was-ist-cc/
andere Verwendungen nur mit schriftlicher Vereinbarung!!!

verwendete freie Software:

- **Inkscape** von: inkscape.org (www.inkscape.org)
- **CmapTools** von: Institute for Human and Maschine Cognition (www.ihmc.us)

⊞- (c,p) 2011 - 2023 lern-soft-projekt: drews -⊟
⊞- drews@lern-soft-projekt.de -⊟
⊞- http://www.lern-soft-projekt.de -⊟
⊞- 18069 Rostock; Luise-Otto-Peters-Ring 25 -⊟
⊞- Tel/AB (0381) 760 12 18 FAX 760 12 11 -⊟