Ökologie in Zahlen

Eine Datensammlung in Tabellen mit über 10.000 Einzelwerten

Von Dietmar Kalusche
Inhaltsverzeichnis

Einleitung .......................................................... 1
Häufig benutzte Maßeinheiten, Größen und wichtige physikalische Konstanten . 3

1 Gliederung der Biosphäre, Ökofaktoren

1.1 Geographische Angaben zur Erde ........................................ 9
1.1.1 Abmessungen der Erde ................................................. 9
1.1.2 Aufbau der Erde ......................................................... 9
1.1.3 Gliederung der Lufthülle ............................................... 10
1.1.4 Chemische Zusammensetzung der Erdkruste ....................... 11
1.1.5 Mengenanteile der wichtigsten chemischen Elemente, die am Aufbau der Biosphäre beteiligt sind .................. 11
1.1.6 Aufteilung der Erdoberfläche; Verteilung von Wasser und Land . 12
1.1.7 Größe einiger bedeutender Binnengewässer ......................... 13
1.1.8 Größte Meerestiefen .................................................... 14
1.1.9 Einige Höhenüberbauten auf der Erde ................................. 15

1.2 Biogeographische Angaben ............................................. 16
1.2.1 Flächengröße und prozentualer Anteil der biogeographischen Regionen . 16
1.2.2 Die Ökozonen der Erde ................................................ 17
1.2.3 Zonobiome nach Walter ............................................... 18
1.2.4 Die äußeren Grenzen und Unterteilungen der tropisch/subtropischen Trockengebiete in Abhängigkeit von den Jahresniederschlägen .... 18
1.2.5 Fläche und Biomasse der Weltbestände an Wald und offenem Wald . 19
1.2.6 Verteilung der Waldflächen auf der Erde ............................ 20
1.2.7 Geschätzte Veränderungen der globalen Waldfläche
zwischen 2000 v. Chr. und 2000 n. Chr. ................................ 21
1.2.8 Geschätzte Waldbestände 1978 und im Jahr 2000 ............... 21
1.2.9 Entwicklung des Waldbestandes weltweit .......................... 21
1.2.10 Die zonalen Größenunterschiede der Phytomasse
innerhalb der Borealen Zone ............................................ 22
1.2.11 Höhenstufen der Vegetation in den Alpen ......................... 22
1.2.12 Höhenstufen in Venezuela ........................................... 23
1.2.13 Die Abhängigkeit der mittleren Temperatur und des Luftdrucks von der Meereshöhe in Venezuela ............................. 23
1.2.14 Die Höhenzoonierung von Pflanzen und Tieren
am Mount Kenya (Afrika) ............................................ 24
1.2.15 Waldgrenze in verschiedenen Regionen der Erde ............... 24
1.2.16 Waldzonen in den Hauptgebirgen der Malaiischen Halbinsel .... 26
1.2.17 Verteilung der Pflanzen verschiedener geographischer Regionen auf die Raunkiaerschen Lebensformtypen ........................................ 26
1.2.18 Verteilung der Pflanzen in den Hochlagen der Alpen auf die Raunkiaerschen Lebensformtypen ......................................... 27
1.2.19 Besiedlung von Meerestiefen durch Tiere .................................. 28

1.3 Ökofaktor Wasser ........................................................................ 29
1.3.1 Einige Kenngrößen des Wassers ............................................... 29
1.3.2 Sauerstoffsättigung von reinem Wasser .................................... 30
1.3.3 Löslichkeit von Sauerstoff im Wasser in Abhängigkeit von Temperatur und Salzgehalt unter Normaldruck ......................... 31
1.3.4 Löslichkeit von Gasen in Abhängigkeit von der Wassertemperatur ....................................................................................... 31
1.3.5 Dichte von reinem Wasser in Abhängigkeit von der Temperatur ......................................................................................... 32
1.3.6 Dichte des Wassers in Abhängigkeit vom Salzgehalt .................... 32
1.3.7 Dichte und Gefrierpunkt von Wasser in Abhängigkeit vom Salzgehalt .................................................................................. 32
1.3.8 Löslichkeit von CaCO₃ in Wasser .............................................. 33
1.3.9 Härtegrad-Bewertung von Wasser ............................................. 33
1.3.10 pH-Wert einiger Flüssigkeiten ................................................ 34
1.3.11 Maximaler Wasserdampfgehalt der Luft in Abhängigkeit von der Temperatur ................................................................. 35
1.3.12 Relative Wasserdampfkonzentration der Luft ............................. 36
1.3.13 Die Hauptbestandteile des Meeress Wassers bei 35% Salinität ......................................................................................... 37
1.3.14 Zusammensetzung des Meeress Wassers .................................. 38
1.3.15 Prozentuale Zusammensetzung des Salzgehaltes von Meerwasser .................................................................................. 39
1.3.16 Ionengehalt von Meer- und Süßwasser ..................................... 39
1.3.17 Gehalt an Ammoniumverbindungen, Nitrat en und Phosphaten im Meerwasser ................................................................. 40
1.3.18 Salzgehalt einiger Binnenseen ................................................ 40
1.3.19 Wassermengen auf der Erde in festem, flüssigem und gasförmigem Zustand ............................................................. 41
1.3.20 Wasserbilanz der Erde (Hydrologischer Kreislauf) ....................... 42
1.3.21 Verdunstung und Niederschläge ............................................. 43
1.3.22 Die derzeitigen irdischen Eisvorkommen .................................. 43
1.3.23 Abschätzung des global gemittelten Meeresspiegel-Anstiegs aufgrund des anthropogenen Treibhauseffektes ...................... 44
1.3.24 Tau und Nebel ........................................................................ 44
1.3.25 Jährliche Verfügbarkeit und Verbrauch von Wasser insgesamt ......................................................................................... 45
1.3.26 Jährliche Abflusskoeffizienten und Ablauflöhöhen in den Ökozonen ........................................................................ 46
1.3.27 Wasserkreislauf – quantitative Angaben für das Gebiet der alten Bundesländer ................................................................. 47
1.3.28 Wasserbilanz für das Gebiet der ehemaligen DDR ...................... 48
1.3.29 Die Verdunstung über Sand- und Rasenflächen .................................................. 49
1.3.30 Wasserversorgung in der Bundesrepublik, Stand 1984 49
1.3.31 Trinkwasserverwendung in einem Durchschnittshaushalt der alten Länder der Bundesrepublik ........................................ 50
1.3.32 Anstieg des Wasserverbrauchs in den Haushalten der alten Bundesländer zwischen 1950 und dem Jahr 2000 50
1.3.33 Haushaltswasserverbrauch in europäischen Ländern ................ 51
1.3.34 Wasservorräte der Erde ...................................... 51
1.3.35 Brauchwasser in der industriellen Produktion .......... 52
1.3.36 Einwohnergleichwerte verschiedener Gewerbebetriebe . 52
1.3.37 Grenzwerte für Schadstoffe im Trinkwasser ............... 53

1.4 Ökofaktor Boden ..................................................... 54
1.4.1 Kornteilchengröße von Böden ................................ 54
1.4.2 Porengrösse und Porenvolumen in Böden ................. 55
1.4.3 Innere adsorbierende Oberfläche von Böden unterschiedlicher Zusammensetzung ........................................ 55
1.4.4 Minimale Wasserkapazität von Böden ....................... 56
1.4.5 Einstufung der Bodenreaktion (pH-Wert) ................... 56
1.4.6 Größe einiger Wärmebeiwerte für den Boden ............... 57
1.4.7 Einteilung und Bezeichnung von Böden aufgrund des Gehaltes an organischer Substanz .............................. 58
1.4.8 Streu- und Gesteinsanalysen .................................. 59

1.5 Ökofaktor Luft ....................................................... 60
1.5.1 Zusammensetzung der Luft ...................................... 60
1.5.2 Spurengase im Vergleich zu den Hauptgasen der Luft .... 61
1.5.3 Globale Angaben über den Haushalt einiger Spurengase 62
1.5.4 Klimawirksame Spurengase der Atmosphäre ............... 63
1.5.5 Charakteristika einiger Treibhausgase ....................... 63
1.5.6 Verursachung des Treibhauseffektes ......................... 64
1.5.7 Entwicklung des Kohlenstoffdioxidgehalts der Atmosphäre 65
1.5.8 Kohlenstoffdioxid-Emissionen einiger Staaten ............. 66
1.5.9 Hauptquellen für die Methanproduktion ..................... 66
1.5.10 Ozonabnahme ................................................. 67
1.5.11 Ozonabbauende Stoffe ......................................... 68
1.5.12 Natürliche Staubemissionen einiger Vulkane .............. 68
1.5.13 Naturliche und anthropogene Quellen von Aerosolen .... 69

1.6 Ökofaktor Strahlung (ohne Radioaktivität), Licht ............ 70
1.6.1 Strahlungsbilanz der Erde ..................................... 70
1.6.2 Der Verbleib der eingestrahlten Sonnenergie in der Biosphäre 71
1.6.3 Spektrale Zusammensetzung des Sonnenlichts ............... 71
1.6.4 Adsorption der Sonnenergie in Abhängigkeit vom Einfallswinkel 72
1.6.5 Einfluß der Höhenlage auf die Einstrahlung ................. 72
1.6.6 Die Albedo (Rückstrahlung) verschiedener Landoberflächen 73
1.6.7 Reflexion der Sonnenergie an unterschiedlicher Materie .... 73
1.6.8 Lichtmengen und Spektralbereiche in Wäldern ............. 74
1.6.9 Relative Helligkeit am Waldboden bei diffusen Licht ....... 76
1.6.10 Beleuchtung um 13 Uhr in einem Eichenwald .......... 76
1.6.11 Veränderungen in der Krautschicht eines Eichenwaldes nach einer Durchforstung .......................... 77
1.6.12 Die Gedeihgrenzen einiger Pflanzen in Abhängigkeit vom relativen Lichtgenuß am Standort .................... 78
1.6.13 Lichtgenußminimum von Jungpflanzen verschiedener Gehölze 79
1.6.14 Lichtabhängigkeit der Nettophotosynthese verschiedener Pflanzen bei natürlichem CO₂-Angebot und optimaler Temperatur 80
1.6.15 Kompensationspunkt und Atmung bei einigen Pflanzen 81

1.7. Ökofaktor Temperatur 82
1.7.1 Extreme der Lufttemperatur auf der Erde 82
1.7.2 Die Häufigkeit milder und kalter Winter in Mitteleuropa 83
1.7.3 Temperaturgrenzen für Organismen 84
1.7.4 Temperaturgrenzen einiger Organismengruppen 87
1.7.5 Obere Temperaturgrenzen des Lebens 88
1.7.6 Lebewesen heißer Quellen 89

1.7.7 Bei folgenden Temperaturmaxima (Wasser) ist eine volle Entwicklung möglich 90
1.7.8 Kardinalpunkte der Temperatur bei der Entwicklung von Pflanzen 91
1.7.9 Hitzetoleranz von Mikroorganismen und Niedrigen Pflanzen 92
1.7.10 Hitzetoleranz von Sproßpflanzen während der Vegetationszeit 93
1.7.11 Übertemperaturen von Pflanzenteilen 94
1.7.12 Kälte- und Frostempfindlichkeit Höherer Pflanzen 95
1.7.13 Kälte- und Frostempfindlichkeit Niederer Pflanzen 97
1.7.14 Kältregrenzwerte für ausgewählte Pflanzen und Organismen 98
1.7.15 Temperaturgrenzen für die Keimung von Samen und Sporen einiger Pflanzen 99

1.7.16 Temperaturgrenzen für die Nettophotosynthese bei Lichtsättigung und natürlichem CO₂-Angebot 100
1.7.17 Obere Temperaturgrenze des Lebens der Wirbeltiere 101
1.7.18 Körper temperatur freilebender Polartiere und die Temperatur ihrer Umgebung 102
1.7.19 Temperaturunterschied zwischen Fischen und ihrer Umgebung 102
1.7.20 Temperaturunterschied zwischen Wechselwarmen und ihrer Umgebung 103
1.7.21 Temperaturunterschied zwischen Wirbellosen und ihrer Umgebung 103

1.8 Radioaktivität 104
1.8.1 Größen und Einheiten für Radioaktivität und Strahlung 104
1.8.2 Die Halbwertszeit einiger Isotope 106
1.8.3 Radionuklide, die bei der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl freigeschwenkt sind 107
1.8.4 Die natürliche und künstliche Strahlungsexposition am Boden 108
1.8.5 Bodenbelastungen mit Cäsium-137 und Strontium-90 nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl 108
1.8.6 Jährliche Strahlenexposition durch natürliche Strahlenquellen 109
1.8.7 Cäsium-137 Aktivität in Nahrungsmitteln in den alten Ländern der Bundesrepublik Deutschland nach dem Reaktorunfall von Tschernobyl 110
1.8.8 Gemeldete Werte der spezifischen Aktivität von Cäsium-137 in Nahrungsmitteln im Jahr 1986 111
1.8.9 Meßwerte für Cäsium-137 aus der Pilzsaeson 1986 112
1.8.10 Mittelwerte des Gehaltes an Strontium-90- und Cäsium-137 von Rohmilch 113
1.8.11 Die Konzentration von Jod-131 und Cäsium-137 im Trinkwasser aus geschützten Wasservorkommen im Mai 1986 .......................................................... 114
1.8.12 Die Konzentration von Jod-131 und Cäsium-137 im Trinkwasser aus Talsperren und anderen Oberflächengewässern im Mai 1986 .................. 115
1.8.13 Die Strahlenbelastung in Westdeutschland 1989 ......................................................... 116
1.8.14 Akute Strahlenschäden nach kurzzeitiger Bestrahlung .................................................. 117

1.9 Weitere Ökofaktoren ............................................................................................................. 118
1.9.1 Schätzung der Windgeschwindigkeit nach der Beaufort-Skala ........................................ 118
1.9.2 Auswirkungen von Feuer auf die Streuauflage des Bodens ............................................ 119
1.9.3 Waldvernichtung durch Waldbrände im Mittelmeerraum ............................................. 119
1.9.4 Durch Blitzschlag ausgelöste Brände in Afrika ................................................................. 120

2 Terrestri sche Ökosysteme

2.1 Boden als Lebensraum ........................................................................................................... 123
2.1.1 Annähernde Anzahlen und Lebendgewichte der wichtigsten Bodenorganismen in Böden Mittel- und Nordeuropas ................................................. 124
2.1.2 Größenklassen der Bodenfauna am Beispiel der wichtigsten Typen und Anzahl der Individuen in einem Bodenblock von 1 m² Oberfläche und 30 cm Tiefe .................................................. 126
2.1.3 Frischgewichte der Bodenbiomasse in verschiedenen Landschaftszonen ...................... 127
2.1.4 Anteil der lebenden organischen Substanz mit Ausnahme von Pflanzenwurzeln in einem Wiesenboden ................................................................. 127
2.1.5 Durchschnittlicher Gewichtanteil und Optimalgewichte in g je 11 Boden der einzelnen Größenklassen der Bodenfauna ........................................ 128
2.1.6 Verbreitung und Häufigkeit von Regenwürmern ............................................................. 128
2.1.7 Vergleich von Arten- und Individuenzahlen von Regenwürmern in unterschiedlichen Ökosystemen ......................................................................................... 129
2.1.8 Zahl und Frischgewicht von Regenwürmern in verschiedenen Böden .............................. 129
2.1.9 Die Masse an Regenwürmmenos in verschiedenen Biotopen ........................................ 130
2.1.10 Ausgeworbene Regenwurmexkremente in Mitteleuropa ................................................ 130
2.1.11 Steigerung des Ernteertrages durch Regenwürmer ........................................................ 131
2.1.12 Bodenumlagerung durch Tiere .................................................................................... 131
2.1.13 Zersetzungsdauer und C/N-Verhältnis im Laub verschiedener Baumarten .................... 132
2.1.14 Abbau von Blättern verschiedener Pflanzenarten ........................................................ 133
2.1.15 Die Zersetzungsgeschwindigkeiten von Laub- und Nadelstreu in verschiedenen Ökozonen ......................................................................................... 134
2.1.16 Die Umsatzdauer der Streu und von deren Mineralstoffen in den Feuchten Mittelbreiten und in der Borealen Zone .............................................. 134
2.1.17 Aufnahme, Bedarf und Rückführung von Mineralstoffen in sommergrünen Wäldern ............................................................................................... 135
2.1.18 Die jährlich mit der Streu dem Boden zugeführten Stoffe und Elemente ...................... 136
2.1.19 Mittlere Durchwurzelungstiefen für Eichen und Rasen in Abhängigkeit von der Bodenart ............................................................................................... 137
2.1.20 Bodensalzgehalt und Vegetation .................................................................................. 137
2.1.21 Relativer Bodenabtrag bei verschiedenen Kulturpflanzen ............................................ 138
2.2 **Europäische Wälder**

2.2.1 Die Waldentwicklung nach der letzten Eiszeit .................. 139
2.2.2 Waldfläche der Bundesrepublik Deutschland ...................... 140
2.2.3 Der Anteil der Länder an der Waldfläche der Bundesrepublik Deutschland .............. 141
2.2.4 Umgestaltung der Wälder in geschichtlicher Zeit in Deutschland .... 142
2.2.5 Baumartenzusammensetzung der Wälder in der Bundesrepublik Deutschland und der ehemaligen DDR ...... 142
2.2.6 Zusammensetzung der Waldfläche der Bundesrepublik nach Baumarten .................. 143
2.2.7 Waldanteil einiger europäischer Staaten ......................... 144
2.2.8 Umtriebszeiten einiger Waldbäume ......................... 145
2.2.9 Durchschnittlicher Holzwohnschwein einzelner Baumarten je ha und Jahr .................. 146
2.2.10 Artenzahlen in einem mitteldeutschen Buchenwald .................. 146
2.2.11 Überblick über Tierarten der Eichen-Hainbuche-Knocks .................. 147
2.2.12 Wurzelschichtung in einem Laubbewald ...................... 148
2.2.13 Anteil von Stammabfluß und Intersektion in Forsten .................. 149
2.2.14 Waldschäden in den Ländern der Bundesrepublik ............. 150
2.2.15 Waldschäden in der Bundesrepublik Deutschland 1991 ........ 151
2.2.16 Entwicklung der Waldschäden nach Ländergruppen und Schadstufen in den Jahren 1984–1991 .......... 152
2.2.17 Immissionsbedingte Walderkrankungen in der Bundesrepublik Deutschland, Stand 1989 .......... 153
2.2.18 Die Entwicklung der Waldschäden an Nadelbaumarten dargestellt nach Ländergruppen und Schadstufen in den Jahren 1990/91 .......... 154
2.2.19 Die Entwicklung der Waldschäden an Laubbauemarten dargestellt nach Ländergruppen und Schadstufen in den Jahren 1990/91 .......... 155
2.2.20 Waldschäden in Europa 1990 .......... 156

2.3 **Tropische Regenwälder**

2.3.1 Ausdehnung der Tropischen Regenwälder .......... 157
2.3.2 Die Verteilung von pflanzlichen Lebensformtypen in tropischen und mitteleuropäischen Wäldern .......... 158
2.3.3 Verteilung der Blütenpflanzen in den Tropen .......... 158
2.3.4 Anzahl der Individuen und Arten in verschiedenen Synusien auf einer Fläche von 100 m² im Immergrünen Regenwald bei Horquetas (Costa Rica) .......... 159
2.3.5 Artenreichum und Diversität in Tropischen Regenwäldern .......... 159
2.3.6 Anzahl der Baumarten in Tropischen Regenwäldern .......... 160
2.3.7 Die Abnahme der Baumartenzahl in Abhängigkeit von der Dauer der Trockenheit bzw. Abnahme der Jahresniederschläge .......... 161
2.3.8 Die höchsten Bäume der Welt .......... 162
2.3.9 Artenreichum verschiedener Tiergruppen in gut untersuchten Tieflandregenwäldern .......... 163
2.3.10 Artenvielfalt der Wirbeltiere (Vergleich Bundesrepublik Deutschland mit Tropenwäldern) .......... 164
Inhaltsverzeichnis

3.1.5 Anzahl der Tierarten aus verschiedenen systematischen Gruppen, die in Europa in Quellen, Bächen und Flüssen vorkommen .......... 207
3.1.6 Zusammensetzung der Insektenfauna in einem Bach .................. 208
3.1.7 Veränderungen in der Artenzahl verschiedener limnischer Insektenarten im Rhein ................................. 208
3.1.8 Zusammenhang zwischen Sauерstoff und Temperatur für das Überleben einiger Fischarten ................................. 209
3.1.9 Fischsterben in Abhängigkeit vom pH-Wert des Gewässers .......... 209
3.1.10 Gesamtbakterienzahl verschiedener aquatischer Lebensräume .... 210
3.1.11 Saprobienindex ausgewählter Wasserorganismen ................. 211
3.1.12 Kennzeichnung der Saprobienstufen eines Gewässers über die Keimzahl ... 212
3.1.13 Sauерstoffversorgungssituationen von Gewässern ................. 212
3.1.14 Belastungssituationen von Gewässern .............................. 213
3.1.15 Kurzcharakteristika der Gewasserqualität bzw. Saprobienstufen .... 214
3.1.16 Phosphoreinträge in die Oberflächengewässer der Bundesrepublik .... 215
3.1.17 Anteile der verschiedenen Phosphorquellen am Gesamteintrag von \( \text{P}_{2}\text{O}_{5} \) in Oberflächengewässer der Bundesrepublik .... 215
3.1.18 Nettoprimärproduktivitätswerte für regionale Gewässerökosysteme ... 216

3.2 Meere ................................................................. 217
3.2.1 Siedlungsdichte, Gewicht und Wohntiefe von Tieren im Wattenmeer .... 217
3.2.2 Pflanzliche Biomasse und Produktion im Meer ....................... 217
3.2.3 Jährliche Belastung der Nordsee durch Schadstoffe ................. 218
3.2.4 Quellen der Olverschmutzung der Meere .............................. 219
3.2.5 Kosten nach Tankerunfällen ..................................... 220
3.2.6 Entwicklung des Brutbestandes von Seevögeln nach Ölatastrophens .... 221
3.2.7 Jährliche Einbringung von Elementen in Form ihrer Salze in die Nordsee ......................... 221
3.2.8 Anreicherung von PCB in der Nordsee .............................. 222
3.2.9 Flächenverluste im Watt durch Eindeichung zwischen 1953 und 1992 . 222

4 Umsetzungen in Ökosystemen

4.1 Produktivität und Biomassen ........................................ 225
4.1.1 Eckdaten zur Produktivität ........................................ 226
4.1.2 Nettoprimärproduktion und Biomasse der hauptsächlichen Ökosysteme der Erde ........................................ 228
4.1.3 Biomasse und Nettoprimärproduktion ................................ 230
4.1.4 Die Pol–Äquator-Gradienten von Phytomasse, Primärproduktion und einigen Umweltmerkmalen in den humiden Ökozonen ............... 232
4.1.5 Vom Menschen genutzter Anteil der Nettoprimärproduktion in unterschiedlichen Vegetationseinheiten ............................ 233
4.1.6 Vergleich von Kenngrößen von Agrarökosystemen und natürlichen bzw. naturnahen Ökosystemen ........................................ 234
4.1.7 Produktionsmerkmale einiger mediterraner Pflanzenformationen .... 235
4.1.8 Grasproduktion und Weiterverwertung in Trockensavannen .......... 236
I XIV Inhaltsverzeichnis

4.1.9 Durchschnittliche und maximale Nettoassimilationsraten von Sproßpflanzen .................................................. 237
4.1.10 Physiologische Kenngrößen zur CO₂-Assimilation von C₃-, C₄- und CAM-Pflanzen .................................................. 238
4.1.11 Zahlen zur Biomasseproduktion auf der Erde .................. 238
4.1.12 Verteilung der jährlichen Biomasseproduktion auf der Erde ........................................................................... 239
4.1.13 Biomasse der Menschen im Vergleich zur Biomasse der Biosphäre ................................................................. 239
4.1.14 Biomasse »Mensch» und die Masse einiger für ihn wirtschaftlich wichtiger Lebewesen .............................................. 240
4.1.15 Anteile von Assimilationsorganen, Sproßachsen und Wurzeln an der Gesamttrockenmasse der Pflanzen unterschiedlicher Ökosysteme ................................................................. 241
4.1.16 Biomasse eines mitteleuropäischen Eichen-Hainbuchen-Mischwaldes ............................................................... 242
4.1.17 Biomasse eines Eichenmischwaldes in Meathop Wood, Lancashire ................................................................. 243
4.1.18 Biomasse des Krills und jährlicher Verbrauch in der Antarktis .......................................................... 243
4.1.19 Schätzwerte zur Gesamtbiomasse heterotropher Organismen ........................................................................... 244
4.1.20 Die Nahrungspyramiden eines Land- und eines Gewässerökosystems in Zahlen .................................................. 245
4.1.21 Jährliche Produktionszahlen der wichtigsten Nutzpflanzen und Nutztiere des Menschen .................................................. 246
4.1.22 Flächenbedarf für die Erzeugung von Nahrungsmitteln und anderer landwirtschaftlicher Produkte .................. 247
4.1.23 Häufige Zusammensetzung verschiedener Organismen bzw.-teile ........................................................................... 248
4.1.24 Fossile organische Reste der Erdkruste .............................................................................................................. 249

4.2 Gaskreisläufe ................................................................. 250
4.2.1 Globaler Kohlenstoffkreislauf .................................................. 250
4.2.2 Die globalen Kohlenstoffvorräte der Erde, ihre Verweilzeiten und jährlicher Umsatz ................................................................. 251
4.2.3 Kohlenstoffspeicherung an Land und in den Ozeanen ........................................................................... 252
4.2.4 Die Verteilung des Stickstoffs auf der Erde .............................................................................................................. 252
4.2.5 Differenzierte Aufstellung der Stickstoffspeicher der Biosphäre ........................................................................... 253
4.2.6 Flüsse des Stickstoffs in der Ökosphäre .............................................................................................................. 254
4.2.7 Das Stickstoffgleichgewicht auf der Erde .............................................................................................................. 255
4.2.8 Stickstoffverteilung und Austauschraten im Ökosystem ........................................................................... 255
4.2.9 Globale NOₓ-Emissionen ................................................................. 256
4.2.10 Stickstoffemissionen und -immissionen ................................................................. 256

4.3 Energieumsetzungen ................................................................. 257
4.3.1 Ausnutzung der Sonnenenergie durch Pflanzen .............................................................................................................. 257
4.3.2 Globalstrahlung und Primärproduktion in einzelnen Ökosystemen ........................................................................... 258
4.3.3 Energiegehalte und -bedarf einiger Lebewesen und Stoffe .................................................................................. 259
4.3.4 Durchschnittliche Zahl der Trophiestufen in unterschiedlichen Ökosystemen ................................................................. 260
4.3.5 Energiestromfluss in einem Buchenwald .............................................................................................................. 260
4.3.6 Beispiel für den ökologischen Wirkungsgrad im Verlauf einer Nahrungskette ................................................................. 261
4.3.7 Energiestromfluss durch ein natürliches Plankton-Ökosystem .................................................................................. 261
4.3.8 Die Nutzung der Pflanzen durch Pflanzenfresser .............................................................................................................. 262
4.3.9 Ökologische Effizienzen bei Tierarten unterschiedlicher systematischer Stellung ............................................. 263
4.3.10 Die für den Energiestau in der pflanzlichen Biomasse erforderliche Zeit (Biomasse/Nettoproduktion) .......................................................... 264
4.3.11 Energiereate zur Erzeugung von Lebensmitteln .......................................................... 265
4.3.12 Zunahme des Kohlenstoffgehalts bei der Inkohlungsreihe .................................................. 266
4.3.13 Energieverbrauch und Bevölkerungsentwicklung .......................................................... 266
4.3.14 Kommerzieller Primärenergieeinsatz in der Welt 1987 .................................................. 266
4.3.15 Primärenergieverbrauch in Deutschland für ausgewählte Jahre ...................................... 267
4.3.16 Energiereserven der Welt .......................................................... 267
4.3.17 Nachgewiesene Energiereessourcen, Stand 1986 .......................................................... 268
4.3.18 Erdölreserven und Produktion in wichtigen Fördergebieten ........................................ 269
4.3.19 Mögliche Potentiale regenerativer Energie für die Primärenergieproduktion der Bundesrepublik .......................................................... 269
4.3.20 Regenerative Energiequellen .......................................................... 270

5 Ökologisch und ökophysiologisch relevante Daten

5.1 Sukzessionen .......................................................... 273
5.1.1 Besiedlung der Insel Surtsey/Island .......................................................... 273
5.1.2 Die Wirksamkeit der Verbreitungsmittel von Pflanzen bei der Wiederbesiedlung der Insel Krakatau .......................................................... 274
5.1.3 Anteil der Ferntransport-Arten bei der Besiedlung mit Gefäßpflanzen einiger ostpazifischer Inseln .......................................................... 275

5.2 Leistungen von Pflanzen .......................................................... 277
5.2.1 Leistungen eines durchschnittlichen Laubbaumes .......................................................... 277
5.2.2 Oberflächenentwicklung einer Buche .......................................................... 278
5.2.3 Schwankung der Blattgröße und Oberflächenentwicklung in verschiedenen Baumhöhen .......................................................... 278
5.2.4 Blattzahlen und Blattoberflächen bei Laub- und Nadelhölzern .......................................................... 279
5.2.5 Wasseraufnahme von Pflanzen zum Aufbau pflanzen eigener Stoffe .......................................................... 280
5.2.6 Wasserverbrauch und Verdunstung einiger Pflanzen .......................................................... 280
5.2.7 Vergleich des Wasserbedarfs von C₃- und C₄-Pflanzen .......................................................... 281
5.2.8 Angaben zu Spaltöffnungsgrößen einiger Pflanzen .......................................................... 282
5.2.9 Querschnittsfläche des Wasserleitungssystems bei verschiedenen Pflanzen .......................................................... 283
5.2.10 Höchstgeschwindigkeit des Transpirationsstroms bei einigen Pflanzengruppen .......................................................... 283
5.2.11 Potentielle Evapotranspiration verschiedener Pflanzenbestände .......................................................... 284
5.2.12 Wasserhaushalt verschiedener Vegetationstypen .......................................................... 284
5.2.13 Transpiration verschiedener Pflanzenbestände .......................................................... 285
5.2.14 Transpiration von mitteleuropäischen Waldbeständen im Sommer .......................................................... 286
5.2.15 Transpiration von Blättern verschiedener Pflanzen .......................................................... 286
5.2.16 Wasserverbrauch von Tillandsia recurvata, Bromeliaceae .......................................................... 288
5.2.17 Wasserpotentialschwankungen bei Blättern und Zweigen ökologisch verschiedener Pflanzentypen .......................................................... 288
Inhaltsverzeichnis

5.2.18 Maximale Saugspannung bei den Wurzeln verschiedener Waldpflanzen ................................ 289
5.2.19 Dunkelatmung ausgewachsener Blätter ................................................................. 289
5.2.20 Abhängigkeit der Pflanzenatmung von der Temperatur ........................................ 290
5.2.21 Blattflächenindex und Chlorophyllmenge ................................................................. 290
5.2.22 Lebensdauer von Samen ......................................................................................... 291
5.2.23 Keimfähigkeit Samen .............................................................................................. 292
5.2.24 Mittleres Alter bei der Blüte und Mastjahre bei einigen Baumarten ................. 294
5.2.25 Beispiele für die Dauer des Jugendstadiums und die Lebensdauer von Pflanzen ................................................................. 294
5.2.26 Blühzeit und Samenreife einiger einheimischer Laubhölzer ....................... 295
5.2.27 Samenreife und Samenabfall bei einheimischen Nadelhölzern ................. 296
5.2.28 Blumenuhr .............................................................................................................. 296
5.2.29 Tägliche Blühzeit einiger Getreidearten ................................................................. 298

5.3 Tiere .......................................................................................................................... 299
5.3.1 Dauer des Winterschlafs und der Winterruhe einiger einheimischer Säuger ................................................................. 299
5.3.2 Körpergröße, Gewicht und geographische Verbreitung einiger Pinguine ................................................................. 299
5.3.3 Die Höhenverbreitung einiger Säugetiere ................................................................ 300
5.3.4 Nahrungsspektrum eines mittelgroßen Staates der Roten Waldameise ........ 301

6 Populationsökologie

6.1 Mensch ....................................................................................................................... 305
6.1.1 Fläche und Bevölkerung der Erde ......................................................................... 305
6.1.2 Bevölkerungszunahme 1990 bis 2025 .................................................................... 306
6.1.3 Wachstum der Weltbevölkerung .......................................................................... 306
6.1.4 Die Entwicklung der Weltbevölkerung zwischen 1750 und 1985 ..................... 307
6.1.5 Regionale Aufteilung und voraussichtliche Entwicklung der Weltbevölkerung .................................................................................................................. 308
6.1.6 Zunahme der Weltbevölkerung um jeweils eine Milliarde ...................................... 308
6.1.7 Zuwachs der Weltbevölkerung 1971 und 1991 .................................................... 309
6.1.8 Verdoppelungszeiten ............................................................................................ 309
6.1.9 Wachstum der Bevölkerung Westafrikas bei gleichem Wachstumsrate ........ 310
6.1.10 Bevölkerungsentwicklung in der Bundesrepublik zwischen 1960 und 2000 .................................................................................................................. 311
6.1.11 Anteil der 65- und Mehrjährigen an der Gesamtbevölkerung .......................... 312

6.2 Tiere .......................................................................................................................... 313
6.2.1 Weltpopulation einiger Tierarten .......................................................................... 314
6.2.2 Näherungswerte für Populationsdichten einiger Tierarten .................................. 323
6.2.3 Brutpaare einiger Vogelarten in verschiedenen Lebensräumen ......................... 324
6.2.4 Geschätzte Bestände des Afrikanischen Elefanten .............................................. 325
6.2.5 Jahresstrecken im Jagdjahr 1990 .......................................................................... 325
6.2.6 Größe von Insektenstaaten ................................................................................. 326
6.2.7 Entwicklung einer Elch- und Wolfspopulation .................................. 328
6.2.8 Daten zur Entwicklung einer Feldmauspopulation .............................. 329

7 Angewandte Ökologie – Ausgewählte Daten zum Natur- und Artenschutz –

7.1 Naturschutzflächen und Größe von Lebensräumen ............................. 333
7.1.1 Flächennutzung in Deutschland ...................................................... 334
7.1.2 Landnutzung in der alten Bundesrepublik und der ehemaligen DDR ... 335
7.1.3 Entwicklung der Flächenstruktur in den alten Ländern der Bundesrepublik Deutschland zwischen 1950 und 1989 ..................... 336
7.1.4 Naturschutzflächen der Bundesrepublik Deutschland ...................... 337
7.1.5 Entwicklung der Zahl und Fläche der Naturschutzgebiete in der Bundesrepublik Deutschland von 1980 bis 1992 ....................... 338
7.1.6 Entwicklung der Zahl der Naturschutzgebiete in der Bundesrepublik Deutschland zwischen 1936 und 1990 .......................... 340
7.1.7 Durchschnittsgröße der Naturschutzgebiete in den einzelnen Bundesländern ................................................................. 341
7.1.8 Gliederung der Naturschutzgebiete in der Bundesrepublik (alte Länder) nach Größenklassen ......................................................... 342
7.1.9 Nationalparks der Bundesrepublik Deutschland .............................. 343
7.1.10 Die Biosphärenreservate der Bundesrepublik Deutschland .............. 344
7.1.11 Ramsar-Feuchtgebiete in der Bundesrepublik Deutschland ............. 345
7.1.12 Naturwaldreservate in der Bundesrepublik Deutschland ................. 346
7.1.13 Truppenübungsplätze in der Bundesrepublik Deutschland als potentielle Naturschutzgebiete ......................................................... 347
7.1.14 Ehemalige Hochmoorflächen in den alten Ländern der Bundesrepublik ................................................................. 347
7.1.15 Nationalparks in den Alpen ........................................................... 348
7.1.16 Angabe zu den erforderlichen Minimalarealen mitteleuropäischer Ökosystem-Typen .............................................................. 349
7.1.17 Minimalareale für Biotop ................................................................ 350
7.1.18 Artspezifische Minimalareale der Populationen einiger ausgewählter Arten ................................................................. 350
7.1.19 Minimale Grenzen der Populationsgröße bei einigen Tierarten, um den Fortbestand der Population zu sichern ....................... 352
7.1.20 Größe des durchschnittlichen Lebensraumes eines Brutpaars bzw. Einzelnstandortes ausgewählter mitteleuropäischer Tierarten .............. 353
7.1.21 Durchschnittliche Radien von Amphibienlebensräumen ............... 355
7.1.22 Entwicklungsziten für unterschiedliche Biotypen ......................... 355

7.2 Allgemeines, Gefährdung von Pflanzen .............................................. 356
7.2.1 Kategorien der Roten Liste .......................................................... 356
7.2.2 Zahl der Pflanzenarten in der Bundesrepublik Deutschland und der Welt ................................................................. 357
7.2.3 Bestand an Pflanzenarten in der Bundesrepublik Deutschland ........ 357
7.2.4 Gefährdete Pflanzenarten in der Bundesrepublik Deutschland (alte Länder) ................................................................. 358
<table>
<thead>
<tr>
<th>Inhalt</th>
<th>Seite</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>8.2.3 Müllaufkommen in Baden-Württemberg</td>
<td>385</td>
</tr>
<tr>
<td>8.2.4 Wiedergewinnung von Rohstoffen aus Abfällen</td>
<td>386</td>
</tr>
<tr>
<td>8.2.5 Zersetzungsduer von künstlichen Abfallprodukten</td>
<td>386</td>
</tr>
<tr>
<td>8.2.6 Schwermetallgrenzwerte nach der Klärschlammverordnung der Bundesrepublik Deutschland</td>
<td>387</td>
</tr>
<tr>
<td>8.2.7 Verbrauch an Waschmittelphosphat in der Bundesrepublik Deutschland</td>
<td>387</td>
</tr>
<tr>
<td>8.2.8 Einsatzmengen von Inhaltsstoffen in Wasch- und Reinigungsmitteln für das Gebiet der alten Bundesrepublik</td>
<td>388</td>
</tr>
<tr>
<td>8.3 Luftbelastung</td>
<td>389</td>
</tr>
<tr>
<td>8.3.1 Jährliche Luftbelastung</td>
<td>389</td>
</tr>
<tr>
<td>8.3.2 Zuordnung von Schadstoffemissionen zu Verursachern in der Bundesrepublik Deutschland</td>
<td>389</td>
</tr>
<tr>
<td>8.3.3 Emissionen verschiedener Luftschadstoffe in der Bundesrepublik (alte Länder) für den Zeitraum 1966 bis 1986</td>
<td>390</td>
</tr>
<tr>
<td>8.3.4 Verursacher der energiebedingten CO₂-Emissionen in Deutschland</td>
<td>391</td>
</tr>
<tr>
<td>8.3.5 Korrelation von CO₂-Ausstoß, Verbrauch an fossilen Brennstoffen und Bevölkerungsanteil für das Jahr 1990</td>
<td>391</td>
</tr>
<tr>
<td>8.3.6 Energie und Kohlenstoffdioxid-Ausstoß</td>
<td>392</td>
</tr>
<tr>
<td>8.3.7 Energiebedingte Kohlenstoffdioxid-Emissionen in Deutschland</td>
<td>392</td>
</tr>
<tr>
<td>8.3.8 Emissionen von Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid in der Bundesrepublik Deutschland</td>
<td>393</td>
</tr>
<tr>
<td>8.3.9 Schwefeldioxid-Ferntransport zwischen dem Gebiet der alten Länder der Bundesrepublik Deutschland und den Nachbarstaaten</td>
<td>394</td>
</tr>
<tr>
<td>8.3.10 Schwefeldioxid-Gehalt der Luft und Flechtenvorkommen</td>
<td>394</td>
</tr>
<tr>
<td>8.3.11 Minderung des Schadstoffausstoßes durch Rauchgasreinigung</td>
<td>395</td>
</tr>
<tr>
<td>8.3.12 Verwendung von CFKW in verschiedenen Produktgruppen in der Bundesrepublik Deutschland</td>
<td>395</td>
</tr>
<tr>
<td>8.3.13 Einige Immissions-, Grenz- und Richtwerte für Luftschadstoffe</td>
<td>396</td>
</tr>
<tr>
<td>8.4 Agrochemikalien</td>
<td>397</td>
</tr>
<tr>
<td>8.4.1 Anzahl zugelassener Pflanzenschutzmittel in der Bundesrepublik</td>
<td>397</td>
</tr>
<tr>
<td>8.4.2 Abgesetzte Mengen an Pflanzenbehandlungsmitteln in der Bundesrepublik Deutschland (alte Länder)</td>
<td>398</td>
</tr>
<tr>
<td>8.4.3 In der Bundesrepublik Deutschland abgesetzte Wirkstoffmengen an Pflanzenbehandlungsmitteln</td>
<td>398</td>
</tr>
<tr>
<td>8.4.4 Entwicklung der Pflanzenschutz-Aufwendungen auf dem Gebiet der ehemaligen DDR</td>
<td>399</td>
</tr>
<tr>
<td>8.4.5 Geschätzter Anteil der mit Herbiziden, Fungiziden und Insektiziden behandelten Flächen in der Bundesrepublik Deutschland</td>
<td>399</td>
</tr>
<tr>
<td>8.4.6 Agrochemischer Weltmarkt</td>
<td>400</td>
</tr>
<tr>
<td>8.4.7 Entwicklung der Belastung von Heringen aus der Mecklenburger Bucht mit Gesamt-DDT</td>
<td>400</td>
</tr>
<tr>
<td>8.4.8 DDT im menschlichen Fettgewebe</td>
<td>401</td>
</tr>
<tr>
<td>8.4.9 DDT- und Metabolit-Rückstände in Nahrungsketten des Everglades National Park</td>
<td>401</td>
</tr>
<tr>
<td>8.4.10 Belastung der Eier von Lachmöwen aus Schleswig-Holstein</td>
<td>402</td>
</tr>
</tbody>
</table>
Inhaltsverzeichnis

8.5 Lärm .................................................. 403
  8.5.1 Schallintensität und Schallpegel einiger Geräusche ........... 403
  8.5.2 Immissionsrichtwerte der TA-Lärm ............................. 404
  8.5.3 Lästigkeit einiger Lärmquellen in der Bundesrepublik Deutschland . 405
  8.5.4 Zusammenhang zwischen akustischen Werten und Lärmentwicklung . 405

Literatur .................................................. 407

Register .................................................. 411