

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Vorwort | 5 |
| Verzeichnis der Symbole und Abkürzungen | 14 |
| 1 Grundfragen des Energieumsatzes | 17 |
| 1.1 Was heißt »Atmung dient dem Energiegewinn?« | 17 |
| 1.2 Energiemengen können nicht verschwinden, aber umgewandelt werden | 20 |
| 1.3 Kann das Leben Energie produzieren? | 23 |
| 1.4 Die Richtung von Naturvorgängen | 24 |
| 1.5 Die Wärme verhält sich anders | 25 |
| 1.6 Was bringt Wärme dem Organismus? | 28 |
| 1.7 Energieumsatz bei chemischen Vorgängen | 29 |
| 1.8 Der Energieinhalt eines Systems | 32 |
| 1.9 Wärme und Arbeit | 33 |
| 1.10 Wir nähern uns einer Grenze | 35 |
| 1.11 Reversible und irreversible Vorgänge | 36 |
| 1.12 Energieumsatz und Reaktionsrichtung | 37 |
| 1.13 Arbeit ist »freie« Energie | 37 |
| 1.14 Vorsicht mit abstrakten Begriffen | 39 |
| 1.15 Arbeit gegen den Luftdruck | 39 |
| 1.16 Chemisches Potential und Triebkraft | 41 |
| 1.17 Die Entropie | 42 |
| 1.18 Eine Grundgleichung der Thermodynamik | 45 |
| 1.19 Voraussetzungen für die Angabe von Zahlenwerten | 45 |
| 1.20 Reaktionsrichtung und Entropieänderung | 48 |
| 1.21 Einige Zahlenwerte und Beispiele | 50 |
| 1.22 Der Entropiesatz und das Lebendige | 55 |
| 1.23 Triebkraft und Arbeitsausbeute | 59 |
| 1.24 Energie und Information | 64 |
| 2 Reaktionsgeschwindigkeit und Gleichgewicht | 66 |
| 2.1 Moleküle treten in Kontakt | 66 |
| 2.2 Das Massenwirkungsgesetz | 68 |
| 2.3 Konzentration und Aktivität | 71 |
| 2.4 Anwendung des Massenwirkungsgesetzes | 73 |
| 2.5 Biologische Synthesen und das Wasser | 75 |
| 2.6 Protein-Synthese als weiteres Beispiel | 76 |

| | | |
|-----|---|-----|
| 3 | Katalyse | 78 |
| 3.1 | Systeme, in denen nichts passiert | 78 |
| 3.2 | Wann stoßen Moleküle »erfolgreich« zusammen? | 80 |
| 3.3 | Ein metastabiler Zustand kommt in Bewegung | 81 |
| 3.4 | Die Aktivierungsenergie | 82 |
| 3.5 | Katalyse öffnet neue Wege | 84 |
| 4 | Kinetik einer Reaktion 1. Ordnung | 85 |
| 4.1 | Umsatz und Zeit | 85 |
| 4.2 | Die empirische Ableitung einer Beziehung | 85 |
| 4.3 | Die kausale Ableitung einer Beziehung | 88 |
| 4.4 | Reaktionen höherer Ordnungen | 90 |
| 4.5 | Ausblick auf die Katalyse | 91 |
| 5 | Enzyme | 92 |
| 5.1 | Katalyse im Stoffwechsel | 92 |
| 5.2 | Kontakt zwischen Enzym und Substrat | 93 |
| 5.3 | Ein veränderter Reaktionsweg | 94 |
| 5.4 | Katalyse und Gleichgewicht | 94 |
| 5.5 | Synthesvorgänge brauchen nicht nur Katalysatoren | 99 |
| 6 | Der thermodynamische Aspekt des Massenwirkungsgesetzes | 100 |
| 6.1 | Eine Reaktion verläuft freiwillig bis zum Gleichgewicht | 100 |
| 6.2 | Ein System im Gleichgewicht kann keine Arbeit leisten | 102 |
| 6.3 | Der Einfluß der Konzentration | 104 |
| 6.4 | Die »Standardbedingungen« | 105 |
| 6.5 | Die Energetik von Konzentrationsveränderungen | 106 |
| 6.6 | Die Konzentrationsabhängigkeit von ΔG | 115 |
| 6.7 | Freie Enthalpie und Gleichgewichtskonstante | 118 |
| 6.8 | Die Anwendung der abgeleiteten Beziehungen | 119 |
| 6.9 | Konzentrationsverschiebung und Reaktionsrichtung | 120 |
| 7 | Die Funktion »energiereicher« Verbindungen | 122 |
| 7.1 | Das Adenosin-Triphosphat | 122 |
| 7.2 | Was heißt »energiereiche« Verbindung? | 123 |
| 7.3 | ATP unter veränderten Bedingungen | 128 |
| 7.4 | ATP als Substrat für Enzyme | 129 |
| 7.5 | Die energetische Koppelung | 131 |
| 7.6 | Energetik der Gruppenübertragung | 132 |
| 7.7 | Gruppenübertragende Enzyme | 134 |
| 7.8 | Vom biologischen Sinn der Aktivierungsenergie | 136 |
| 7.9 | Die Spezifität gruppenübertragender Enzyme | 137 |
| 8 | Die Glykolyse und ihr Energieertrag | 140 |
| 8.1 | Die Vorbereitungsreaktionen der Glykolyse | 140 |

12 Inhaltsverzeichnis

| | | |
|-------|---|-----|
| 8.2 | Der ATP-produzierende Teil der Glykolyse | 147 |
| 8.3 | Die Abschlußreaktionen der Glykolyse | 154 |
| 8.4 | Regeneration wasserstoff-übertragender Coenzyme ohne Sauerstoff: die Gärungen | 156 |
| 8.5 | Die energetische Bilanz über die Glykolyse | 158 |
| 9 | Die Atmung | 175 |
| 9.1 | Atmung und Gärung als Alternativwege des Stoffwechsels | 175 |
| 9.2 | Reaktionen an Strukturen | 176 |
| 9.3 | Der Atmungsstoffwechsel läßt sich in Abschnitte gliedern | 177 |
| 9.4 | Der ATP-Gewinn der Atmung | 178 |
| 9.5 | Die energetische Bilanz der Atmung | 180 |
| 9.6 | Atmung und Gärung unterscheiden sich in der Verteilung der energetischen Parameter | 181 |
| 9.7 | Atmung und Gärung unterscheiden sich in Ertrag und Funktion für den Organismus | 183 |
| 10 | Reaktionsgeschwindigkeit und Substratkonzentration | 184 |
| 10.1 | Ein Bild für Pools und Reaktionswege | 184 |
| 10.2 | Fließgleichgewichte | 186 |
| 10.3 | Regulation ist notwendig | 189 |
| 10.4 | Spontane Reaktionen regeln sich einfach | 189 |
| 10.5 | Bei katalysierten Reaktionen gibt es eine Grenze | 191 |
| 10.6 | Voraussetzungen zur Ableitung des Geschwindigkeitsgesetzes | 193 |
| 10.7 | Die Gleichung von Michaelis und Menten | 196 |
| 10.8 | Vergleich der empirischen und der abgeleiteten Beziehung | 200 |
| 10.9 | Die graphische Auswertung nach Lineweaver und Burk | 202 |
| 10.10 | Was sagt die Michaelis-Konstante aus? | 204 |
| 10.11 | Enzymeinheit und Wechselzahl | 205 |
| 10.12 | Kalkulationen mit der Michaelis-Menten-Beziehung | 207 |
| 10.13 | Substrat und Enzym haben verschiedenartigen Einfluß auf die Reaktionsgeschwindigkeit | 209 |
| 11 | Fließgleichgewichte und ihre Regulation | 211 |
| 11.1 | Übergang vom thermodynamischen Gleichgewicht zum Fließgleichgewicht | 211 |
| 11.2 | Pool-Größen ändern sich | 213 |
| 11.3 | Ein Modellfall wird berechnet | 214 |
| 11.4 | Pool-Größen hängen von 2 Faktoren ab | 217 |
| 11.5 | Bei katalysierten Reaktionen kommt ein dritter Faktor hinzu | 219 |
| 11.6 | Gleichgewichts-Reaktionen und Schrittmacher-Reaktionen | 221 |
| 11.7 | Veränderungen von Enzymaktivitäten können verschieden wirken | 223 |
| 11.8 | Ansatzpunkte für Regulationsvorgänge | 225 |
| 11.9 | Schaltpunkte der Glykolyse | 225 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 12 | Veränderung von Enzymaktivitäten | 228 |
| 12.1 | Möglichkeiten und Mechanismen | 228 |
| 12.2 | Begriffe und Definitionen | 229 |
| 12.3 | Kompetitive Inhibition | 230 |
| 12.4 | Allosterische Effekte | 235 |
| 12.5 | Substratüberschuß-Hemmung | 236 |
| 12.6 | Aktivierung | 237 |
| 12.7 | Quartärstruktur und Kooperativität | 238 |
| 12.8 | Der Kooperativitäts-Index | 241 |
| 12.9 | Quartärstruktur und Allosterie | 242 |
| 12.10 | Chemische Veränderungen an Enzymen | 243 |
| 13 | Die Regulation der Glykolyse | 244 |
| 13.1 | Wann und wie wird reguliert? | 244 |
| 13.2 | Die Eigenschaften der Phosphofruktokinase | 245 |
| 13.3 | Substratüberschuß-Hemmung und Gleichgewicht | 247 |
| 13.4 | Der Pasteur-Effekt | 249 |
| 13.5 | Endprodukt-Hemmung | 253 |
| 14 | Wozu braucht ein Organismus ATP? | 254 |
| 14.1 | ATP treibt mechanische Arbeitsleistung | 254 |
| 14.2 | ATP treibt Transportvorgänge | 255 |
| 14.3 | Die Aufrechterhaltung des lebenden Zustandes kostet Energie | 257 |
| 14.4 | ATP treibt Synthesevorgänge | 257 |
| 14.5 | Die Besonderheit der Proteinsynthese | 261 |
| 14.6 | Das »Turnover« der Proteine und sein Energiebedarf | 262 |
| 14.7 | Die Synthese der Nucleinsäuren | 263 |
| 15 | Gestalt und Wandel | 264 |
| | Nachwort | 267 |
| | Bildquellen | 271 |
| | Sachregister | 272 |