

| | | |
|------------|--|------------|
| 1 | Mikroorganismen – eine Übersicht | 7 |
| 1.1 | Klassen der Mikroorganismen | 7 |
| 1.1.1 | Bakterien | 8 |
| 1.1.2 | Archäen | 8 |
| 1.1.3 | Pilze | 9 |
| 1.1.4 | Protozoen | 9 |
| 1.2 | Viren und Prionen | 10 |
| 1.3 | Bedeutung der Mikroorganismen für den Menschen | 10 |
| 1.3.1 | Mikroben in Lebensmitteln | 10 |
| 1.3.2 | Mikroorganismen außerhalb des Lebensmittelbereiches | 13 |
| 2 | Eigenschaften der Mikroorganismen | 17 |
| 2.1 | Bakterien | 17 |
| 2.1.1 | Zellen der Bakterien | 17 |
| 2.1.2 | Einteilung der Bakterien | 21 |
| 2.1.3 | Stoffwechsel von Bakterien | 27 |
| 2.1.4 | Wachstum und Vermehrung von Bakterien | 33 |
| 2.1.5 | Bakteriensporen und andere Dauerformen | 39 |
| 2.2 | Pilze | 42 |
| 2.2.1 | Zellen der Pilze | 44 |
| 2.2.2 | Einteilung der Pilze | 46 |
| 2.2.3 | Stoffwechsel von Pilzen | 51 |
| 2.2.4 | Wachstum und Vermehrung von Hefen | 53 |
| 2.2.5 | Wachstum und Sporenbildung von Hyphenpilzen | 55 |
| 2.3 | Protozoen | 58 |
| 2.4 | Viren und Prionen | 61 |
| 2.4.1 | Viren | 61 |
| 2.4.2 | Prionen | 69 |
| 3 | Standorte und Übertragung von Mikroorganismen | 72 |
| 3.1 | Erdboden, Wasser und Luft als Standorte von Mikroorganismen | 74 |
| 3.1.1 | Mikroben im Erdboden | 74 |
| 3.1.2 | Mikroben in natürlichen Gewässern | 75 |
| 3.1.3 | Keime im Trinkwasser | 76 |
| 3.1.4 | Mikroorganismen in der Luft | 78 |
| 3.2 | Menschen, Tiere und Pflanzen als Lebensraum von Mikroben | 81 |
| 3.2.1 | Normalflora des Menschen | 81 |
| 3.2.2 | Mikroben auf der Haut des Menschen | 82 |
| 3.2.3 | Besiedlung von Schleimhäuten des Menschen | 83 |
| 3.2.4 | Tiere als Träger von Mikroben | 85 |
| 3.2.5 | Pflanzen als Träger von Mikroben | 90 |
| 4 | Wachstumsfaktoren der Mikroorganismen und Verderb von Lebensmitteln | 94 |
| 4.1 | Wachstumsfaktoren von Mikroorganismen | 94 |
| 4.2 | Verderb durch Mikroorganismen | 95 |
| 4.3 | Temperatur | 101 |
| 4.4 | Wasseraktivität und Feuchtigkeit | 106 |
| 4.5 | pH-Wert und Säuren | 111 |
| 4.6 | Sauerstoff und Gasatmosphäre | 117 |
| 4.7 | Inhaltsstoffe der Lebensmittel | 123 |
| 5 | Konservierung von Lebensmitteln und Abtötung von Keimen | 131 |
| 5.1 | Physikalische Konservierungsverfahren | 132 |
| 5.1.1 | Senkung der Temperatur | 133 |
| 5.1.2 | Erhöhung der Temperatur | 136 |
| 5.1.3 | Senkung des Wassergehaltes | 140 |
| 5.1.4 | Änderungen der Gasphase | 142 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 5.1.5 | Behandlung mit ionisierenden Strahlen | 143 |
| 5.1.6 | Hochdruckentkeimung | 145 |
| 5.2 | Chemische Konservierungsverfahren | 145 |
| 5.2.1 | Zuckern | 146 |
| 5.2.2 | Salzen | 146 |
| 5.2.3 | Pökeln | 147 |
| 5.2.4 | Räuchern | 148 |
| 5.2.5 | Zugabe von Säuren | 150 |
| 5.2.6 | Zugabe von Konservierungsstoffen | 151 |
| 5.3 | Biologische Konservierungsverfahren | 152 |
| 5.3.1 | Milchsäuregärung | 152 |
| 5.3.2 | Alkoholische Gärung | 154 |
| 6 | Herstellung von Lebensmitteln mithilfe von Mikroorganismen | 156 |
| 6.1 | Historische Entwicklung | 158 |
| 6.2 | Herstellung fermentierter Lebensmittel | 161 |
| 6.2.1 | Herstellung von Rohwürsten | 163 |
| 6.2.2 | Brotherstellung mithilfe von Hefen und Sauerteigkulturen | 165 |
| 6.2.3 | Weitere fermentierte Lebensmittel | 169 |
| 6.3 | Produktion mikrobieller Biomasse | 175 |
| 6.3.1 | Starter- und Schutzkulturen | 175 |
| 6.3.2 | Probiotische Kulturen | 177 |
| 6.3.3 | Zuchtpilze und Backhefen | 178 |
| 6.4 | Mikrobielle Produkte als Hilfs- und Zusatzstoffe | 178 |
| 6.5 | Einsatz von gentechnisch veränderten Mikroorganismen | 181 |
| 1 | Lebensmittelsicherheit: Vorbeugender Gesundheitsschutz | 185 |
| 1.1 | Lebensmittelinfektionen und Krankheitserreger | 188 |
| 1.2 | Lebensmittelsicherheit als Hygieneziel | 191 |
| 2 | Bakterien als Gesundheitsgefährdungen | 193 |
| 2.1 | Infektionen durch Bakterien | 195 |
| 2.1.1 | Enteritis-Salmonellen | 200 |
| 2.1.2 | Typhus-Salmonellen | 205 |
| 2.1.3 | <i>Campylobacter</i> -Bakterien | 206 |
| 2.1.4 | Colibakterien | 208 |
| 2.1.5 | Shigellen | 210 |
| 2.1.6 | Yersinien | 212 |
| 2.1.7 | Choleraerreger und andere Vibrionen | 213 |
| 2.1.8 | Listerien | 215 |
| 2.1.9 | Bakterielle Sporenbildner | 217 |
| 2.2 | Lebensmittelvergiftungen durch Bakterien | 219 |
| 2.2.1 | Botulismus-Clostridien | 219 |
| 2.2.2 | Staphylokokken | 222 |
| 2.2.3 | Histaminvergiftungen hervorrufende Bakterien | 224 |
| 2.2.4 | Muschel- und Fischvergiftungen durch mikrobiell gebildete Toxine | 226 |
| 3 | Weitere biologische Gesundheitsgefährdungen | 227 |
| 3.1 | Pilze | 227 |
| 3.1.1 | Giftpilze | 228 |
| 3.1.2 | Mykotoxine | 229 |
| 3.2 | Viren | 233 |
| 3.2.1 | Diarrhö-Viren | 233 |
| 3.2.2 | Polio-Viren | 234 |
| 3.2.3 | Hepatitis A-Viren | 235 |
| 3.3 | BSE-Erreger | 236 |
| 3.4 | Protozoen | 238 |

Teil B

Lebensmittel und Gesundheitsgefährdungen

| | | |
|-------|---|-----|
| 3.4.1 | Toxoplasmose-Erreger | 239 |
| 3.4.2 | Weitere Darmparasiten | 240 |
| 3.5 | Wurmparasiten | 241 |
| 3.5.1 | Bandwürmer | 242 |
| 3.5.2 | Fadenwürmer | 244 |
| 3.6 | Tierische Schädlinge | 246 |
| 3.6.1 | Milben und Insekten | 248 |
| 3.6.2 | Nager und Vögel | 251 |
| 4 | Chemische und physikalische Gesundheitsgefährdungen | 254 |
| 4.1 | Chemische Gefahrstoffe in Lebensmitteln | 254 |
| 4.1.1 | Chlororganische Umweltgifte und Schwermetalle | 258 |
| 4.1.2 | Desinfektionsmittel und andere Betriebschemikalien | 262 |
| 4.1.3 | Rückstände aus der Pflanzen- und Tierproduktion | 263 |
| 4.1.4 | Bei starker Erhitzung entstehende Problemstoffe | 266 |
| 4.1.5 | Natürliche Inhaltsstoffe von Pflanzen | 268 |
| 4.1.6 | Radioaktiv belastete Lebensmittel | 270 |
| 4.1.7 | Gentechnisch veränderte Lebensmittel | 271 |
| 4.2 | Physikalische Gefahren in Lebensmitteln | 272 |
| 1 | Hygienevorschriften und Hygieneanforderungen | 275 |
| 1.1 | Lebensmittel- und Hygienegesetze | 275 |
| 1.2 | Hygieneempfehlungen | 279 |
| 1.3 | Betriebliche Eigenkontrollen und HACCP | 280 |
| 1.4 | Anforderungen an Hygiene und Lebensmittelsicherheit | 287 |
| 1.5 | Schulungen und Unterweisungen der Mitarbeiter | 290 |
| 1.6 | Lebensmittelüberwachung | 294 |
| 2 | Hygienepraxis in Lebensmittel verarbeitenden Betrieben | 296 |
| 2.1 | Allgemeine betriebliche Anforderungen | 297 |
| 2.2 | Reinigung und Desinfektion | 305 |
| 2.3 | Abfallentsorgung | 310 |
| 2.4 | Schädlingsbekämpfung | 312 |
| 2.5 | Personalhygiene | 316 |
| 3 | Betriebshygiene in Gastronomie und Gemeinschaftsverpflegung | 320 |
| 3.1 | Warenannahme und Lagerhaltung | 321 |
| 3.2 | Speisenherstellung | 323 |
| 3.3 | Speisenausgabe | 330 |
| 3.4 | Entkoppelte Zubereitungsverfahren in der Gemeinschaftsverpflegung | 331 |
| 3.5 | Herstellung und Verkauf von Speiseeis | 334 |
| 3.6 | Betrieb von Getränkechankanlagen | 335 |
| 3.7 | Gefahrenanalyse für die HACCP-Kontrollen | 336 |
| 4 | Betriebshygiene im Fleischerhandwerk | 339 |
| 4.1 | Fleischgewinnung | 340 |
| 4.2 | Fleischzerlegung und -verarbeitung | 344 |
| 4.3 | Fleischvertrieb | 348 |
| 4.4 | Gefahrenanalyse für die HACCP-Kontrollen | 351 |
| 5 | Betriebshygiene im Back- und Konditorhandwerk | 353 |
| 5.1 | Herstellung von Back- und Konditorwaren | 354 |
| 5.2 | Vertrieb von Back- und Konditorwaren | 359 |
| 5.3 | Gefahrenanalyse für die HACCP-Kontrollen | 361 |
| 6 | Lebensmittelhygiene in Privathaushalten | 363 |
| | Merkblätter | 372 |
| | Bildquellenverzeichnis | 374 |
| | Sachwortverzeichnis | 375 |

Teil C

Lebensmittelhygiene

Anhang