

Inhalt

Bildnachweis XIV

Vorwort zur zwölften englischen Auflage XV

An die Studierenden XXV

- 1 Bindung und Isomerie** 1
- 1.1 Der Aufbau der Atome 2
- 1.2 Ionische und kovalente Bindung 4
- 1.2.1 Ionische Verbindungen 4
- 1.2.2 Die kovalente Bindung 7
- 1.3 Kohlenstoff und die kovalente Bindung 9
- 1.4 Kohlenstoff–Kohlenstoff–Einfachbindungen 10
- 1.5 Polare kovalente Bindungen 12
- 1.6 Kovalente Mehrfachbindungen 14
- 1.7 Wertigkeit 16
- 1.8 Isomerie 17
- 1.9 Formulierung von Strukturformeln 18
- 1.10 Vereinfachte Strukturformeln 21
- 1.11 Formale Ladung 23
- 1.12 Mesomerie 25
- 1.13 Pfeilformalismus 27
- 1.14 Orbitaltheorie der Bindung: Die σ -Bindung 29
- 1.15 sp^3 -Hybridorbitale des Kohlenstoffatoms 31
- 1.16 Tetraedrischer Kohlenstoff:
Bindungsverhältnisse in Methan 33
- 1.17 Klassifizierung der Moleküle nach
ihrem Grundgerüst 35
- 1.17.1 Acyclische Verbindungen 35
- 1.17.2 Carbocyclische Verbindungen 36
- 1.17.3 Heterocyclische Verbindungen 36
- 1.18 Klassifizierung der Moleküle nach
funktionellen Gruppen 37
- 2 Alkane und Cycloalkane** 47
- 2.1 Struktur der Alkane 48
- 2.2 Nomenklatur organischer Verbindungen 50

2.3	IUPAC-Regeln für die Benennung von Alkanen	51
2.4	Alkyl- und Halogensubstituenten	54
2.5	Anwendung der IUPAC-Regeln	55
2.6	Alkanquellen	57
2.7	Physikalische Eigenschaften von Alkanen und nichtbindende intermolekulare Wechselwirkungen	57
2.8	Konformation von Alkanen	60
2.9	Nomenklatur und Konformation der Cycloalkane	62
2.10	<i>Cis-trans</i> -Isomerie bei Cycloalkanen	68
2.11	Zusammenfassung der Isomerieformen	70
2.12	Reaktionen der Alkane	71
2.12.1	Oxidation und Verbrennung; Alkane als Brennstoffe	71
2.12.2	Halogenierung	73
2.13	Der Radikalkettenmechanismus der Halogenierung	77

3 Alkene und Alkine 85

3.1	Definition und Einteilung	86
3.2	Nomenklatur	87
3.3	Eigenschaften der Doppelbindung	91
3.4	Das Orbitalmodell der Doppelbindung; die π -Bindung	92
3.5	<i>Cis-trans</i> -Isomerie bei Alkenen	95
3.6	Vergleich von Addition und Substitution	97
3.7	Polare Addition	98
3.7.1	Addition von Halogenen	98
3.7.2	Addition von Wasser (Hydratisierung)	99
3.7.3	Addition von Säuren	99
3.8	Addition von unsymmetrischen Verbindungen an unsymmetrische Alkene: Die Markownikow-Regel	100
3.9	Der Mechanismus der elektrophilen Addition an Alkene	103
3.10	Zur Erläuterung der Markownikow-Regel	105
3.11	Das Reaktionsgleichgewicht	107
3.12	Die Reaktionsgeschwindigkeiten	109
3.13	Hydroborierung von Alkenen	112
3.14	Addition von Wasserstoff	114
3.15	Additionen an konjugierte Systeme	115
3.15.1	Elektrophile Additionen an konjugierte Diene	115
3.15.2	Cycloadditionen an konjugierte Diene: Die Diels-Alder-Reaktion	117
3.16	Addition freier Radikale; Polyethylene	118
3.17	Oxidation von Alkenen	120
3.17.1	Oxidation mit Permanganat als Nachweismethode	120
3.17.2	Ozonolyse von Alkenen	121

- 3.17.3 Weitere Oxidationen von Alkenen 124
- 3.18 Dreifachbindungen 124
- 3.19 Das Orbitalmodell der Dreifachbindung 125
- 3.20 Additionen an Alkine 126
- 3.21 Acidität von Alkinen 130

- 4 Aromatische Verbindungen 141**
 - 4.1 Benzol 142
 - 4.2 Die Kekuléstruktur von Benzol 144
 - 4.3 Das Resonanzmodell von Benzol 145
 - 4.4 Das Orbitalmodell von Benzol 146
 - 4.5 Symbole für Benzol 147
 - 4.6 Nomenklatur aromatischer Verbindungen 147
 - 4.7 Die Resonanzenergie von Benzol 150
 - 4.8 Elektrophile Substitution 152
 - 4.9 Der Mechanismus der elektrophilen aromatischen Substitution 153
 - 4.9.1 Halogenierung 155
 - 4.9.2 Nitrierung 156
 - 4.9.3 Sulfonierung 157
 - 4.9.4 Alkylierung und Acylierung 157
 - 4.10 Ringaktivierende und ringdesaktivierende Substituenten 158
 - 4.11 *Ortho-/para*-dirigierende und *meta*-dirigierende Gruppen 159
 - 4.11.1 *Ortho-/para*-dirigierende Gruppen 160
 - 4.11.2 *Meta*-dirigierende Gruppen 163
 - 4.11.3 Einflüsse von Substituenten auf die Reaktivität 164
 - 4.12 Dirigierende Effekte in der Synthese 165
 - 4.13 Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe 166

- 5 Stereoisomerie 181**
 - 5.1 Chiralität und Enantiomere 182
 - 5.2 Stereozentren; das asymmetrische Kohlenstoffatom 184
 - 5.3 Konfiguration und R/S-Konvention 189
 - 5.4 Die E/Z-Konvention für *cis-trans*-Isomere 194
 - 5.5 Polarisiertes Licht und optische Aktivität 195
 - 5.6 Eigenschaften von Enantiomeren 201
 - 5.7 Die Fischer-Projektion 203
 - 5.8 Verbindungen mit mehr als einem Stereozentrum; Diastereomere 205
 - 5.9 *meso*-Verbindungen; Stereoisomere von Weinsäure 208
 - 5.10 Stereochemie: Wiederholung der Definitionen 210
 - 5.11 Stereochemie und chemische Reaktionen 212
 - 5.12 Racemattrennung 215

6	Organische Halogenverbindungen; Substitution und Eliminierung	225
6.1	Nucleophile Substitution	226
6.2	Beispiele für nucleophile Substitutionen	227
6.3	Mechanismen der nucleophilen Substitution	231
6.4	Der S_N2 -Mechanismus	231
6.5	Der S_N1 -Mechanismus	235
6.6	S_N1 - und S_N2 -Mechanismus im Vergleich	238
6.7	Dehydrohalogenierung als Eliminierung; E2- und E1-Mechanismus	242
6.8	Konkurrenz von Substitution und Eliminierung	244
6.8.1	Tertiäre Halogenide	244
6.8.2	Primäre Halogenide	244
6.8.3	Sekundäre Halogenide	245
6.9	Polyhalogenierte aliphatische Verbindungen	247
7	Alkohole, Phenole und Thiole	257
7.1	Nomenklatur der Alkohole	258
7.2	Klassifizierung von Alkoholen	261
7.3	Nomenklatur von Phenolen	261
7.4	Wasserstoffbrückenbindungen in Alkoholen und Phenolen	262
7.5	Acidität und Basizität: Ein Überblick	263
7.6	Acidität von Alkoholen und Phenolen	266
7.7	Basizität von Alkoholen und Phenolen	270
7.8	Dehydratisierung von Alkoholen zu Alkenen	270
7.9	Reaktion von Alkoholen mit Halogenwasserstoffen	272
7.10	Andere Synthesen von Alkylhalogeniden aus Alkoholen	275
7.11	Vergleich von Alkoholen und Phenolen	276
7.12	Oxidation von Alkoholen zu Aldehyden, Ketonen und Carbonsäuren	276
7.13	Alkohole mit mehr als einer Hydroxylgruppe	280
7.14	Aromatische Substitution von Phenolen	281
7.15	Oxidation von Phenolen	283
7.16	Phenole als Antioxidationsmittel	283
7.17	Thiole, die Schwefelanaloga von Alkoholen und Phenolen	285
8	Ether und Epoxide	295
8.1	Nomenklatur von Ethern	296
8.2	Physikalische Eigenschaften von Ethern	297
8.3	Ether als Lösungsmittel	299
8.4	Grignard-Reagenzien: Organometallverbindungen	299
8.5	Darstellung von Ethern	302

- 8.6 Etherspaltung 305
- 8.7 Epoxide (Oxirane) 307
- 8.8 Reaktionen von Epoxiden 310
- 8.9 Cyclische Ether 311

- 9 Aldehyde und Ketone 321**
- 9.1 Nomenklatur von Aldehyden und Ketonen 322
- 9.2 Einige weit verbreitete Aldehyde und Ketone 324
- 9.3 Synthese von Aldehyden und Ketonen 326
- 9.4 Aldehyde und Ketone in der Natur 327
- 9.5 Die Carbonylgruppe 327
- 9.6 Nucleophile Addition an Carbonylgruppen:
Eine Übersicht 330
- 9.7 Addition von Alkoholen: Hemiacetale und Acetale 331
- 9.8 Addition von Wasser; Hydratisierung von
Aldehyden und Ketonen 336
- 9.9 Addition von Grignard-Verbindungen und Acetyliden 336
- 9.10 Addition von Cyanwasserstoff: Cyanhydrine 339
- 9.11 Addition von Stickstoffnucleophilen 340
- 9.12 Reduktion von Carbonylverbindungen 342
- 9.13 Oxidation von Carbonylverbindungen 343
- 9.14 Keto-Enol-Tautomerie 345
- 9.15 Acidität von α -Wasserstoffatomen; das Enolat-Anion 347
- 9.16 Deuteriumaustausch in Carbonylverbindungen 348
- 9.17 Die Aldolkondensation 350
- 9.18 Gemischte Aldolkondensation 351
- 9.19 Kommerzielle Synthesen mit Aldolkondensation 353

- 10 Carbonsäuren und ihre Derivate 361**
- 10.1 Nomenklatur von Carbonsäuren 362
- 10.2 Physikalische Eigenschaften von Carbonsäuren 365
- 10.3 Acidität und Säurekonstanten 366
- 10.4 Weshalb sind Carbonsäuren sauer? 368
- 10.5 Einfluss der Struktur auf die Säurestärke;
induktiver Effekt 369
- 10.6 Überführung von Carbonsäuren in ihre Salze 371
- 10.7 Darstellung von Carbonsäuren 372
- 10.7.1 Oxidation von primären Alkoholen und Aldehyden 372
- 10.7.2 Oxidation von aromatischen Seitenketten 372
- 10.7.3 Reaktion von Grignard-Verbindungen
mit Kohlendioxid 373
- 10.7.4 Hydrolyse von Cyaniden (Nitrilen) 374
- 10.8 Carbonsäurederivate 377
- 10.9 Ester 378
- 10.10 Darstellung von Estern; Fischer-Veresterung 379

- 10.11 Der Mechanismus der säurekatalysierten nucleophilen Acylsubstitution 380
- 10.12 Lactone 382
- 10.13 Verseifung von Estern 383
- 10.14 Ammonolyse von Estern 384
- 10.15 Reaktion von Estern mit Grignard-Verbindungen 385
- 10.16 Reduktion von Estern 386
- 10.17 Die Bedeutung aktivierter Acylgruppen 387
- 10.18 Säurehalogenide 388
- 10.19 Carbonsäureanhydride 390
- 10.20 Amide 394
- 10.21 Zusammenfassung der Carbonsäurederivate 396
- 10.22 Das α -Wasserstoffatom von Estern;
Claisen-Kondensation 399

- 11 Amine und verwandte Stickstoffverbindungen 411**
 - 11.1 Einteilung und Struktur von Aminen 412
 - 11.2 Nomenklatur von Aminen 413
 - 11.3 Physikalische Eigenschaften und zwischenmolekulare Wechselwirkungen von Aminen 415
 - 11.4 Darstellung von Aminen:
Alkylierung von Ammoniak und Aminen 416
 - 11.5 Darstellung von Aminen:
Reduktion von Nitroverbindungen 418
 - 11.6 Basizität von Aminen 421
 - 11.7 Vergleich der Basizität und Acidität von Aminen und Amidn 424
 - 11.8 Reaktion von Aminen mit starken Säuren;
Ammoniumsalze 425
 - 11.9 Chirale Amine als Reagenzien zur Racemattrennung 429
 - 11.10 Acylierung von Aminen mit Säurederivaten 430
 - 11.11 Quartäre Ammoniumsalze 431
 - 11.12 Aromatische Diazoverbindungen 432
 - 11.13 Diazokupplung; Azofarbstoffe 436

- 12 Spektroskopie und Strukturaufklärung 445**
 - 12.1 Grundlagen der Spektroskopie 447
 - 12.2 Kernresonanzspektroskopie (NMR) 449
 - 12.2.1 Messung von NMR-Spektren 450
 - 12.2.2 Chemische Verschiebungen und Signalfächen 451
 - 12.2.3 Spin-Spin-Kopplung 456
 - 12.3 ^{13}C -NMR-Spektroskopie 461
 - 12.4 Infrarotspektroskopie 465
 - 12.5 UV-VIS-Spektroskopie 471
 - 12.6 Massenspektrometrie 473

- 13 Heterocyclische Verbindungen 489**
- 13.1 Pyridin: Bindung und Basizität 490
- 13.2 Substitutionen an Pyridin 492
- 13.3 Andere Sechsring-Heterocyclen 495
- 13.4 Fünfring-Heterocyclen: Furan, Pyrrol und Thiophen 499
- 13.5 Elektrophile Substitution an Furan, Pyrrol und Thiophen 501
- 13.6 Andere Fünfring-Heterocyclen: Azole 503
- 13.7 Kondensierte Fünfring-Heterocyclen: Indole und Purine 506
- 14 Synthetische Polymere 515**
- 14.1 Einteilung von Polymeren 516
- 14.2 Radikalische Kettenpolymerisation 517
- 14.3 Kationische Kettenpolymerisation 523
- 14.4 Anionische Kettenpolymerisation 524
- 14.5 Stereoreguläre Polymere: Ziegler-Natta-Polymerisation 525
- 14.6 Dienpolymere: Naturkautschuk und synthetischer Kautschuk 529
- 14.7 Copolymere 531
- 14.8 Polykondensation: Dacron und Nylon 533
- 14.9 Polyurethane und andere Polykondensate 537
- 15 Lipide und Detergenzien 549**
- 15.1 Fette und Öle; Glycerintriester 550
- 15.2 Hydrierung von Pflanzenölen 554
- 15.3 Verseifung von Fetten und Ölen; Seife 555
- 15.4 Wie wirken Seifen? 556
- 15.5 Synthetische Reinigungsmittel (Syndets) 558
- 15.6 Phospholipide 563
- 15.7 Prostaglandine, Leukotriene und Lipoxine 564
- 15.8 Wachse 566
- 15.9 Terpene und Steroide 567
- 16 Kohlenhydrate 577**
- 16.1 Definitionen und Einteilungen 578
- 16.2 Monosaccharide 579
- 16.3 Chiralität in Monosacchariden; Fischer-Projektionsformeln und D,L-Zucker 580
- 16.4 Cyclische Hemiacetalstrukturen von Monosacchariden 584
- 16.5 Anomeriezentren; Mutarotation 587
- 16.6 Pyranosen und Furanosen 588
- 16.7 Konformationen von Pyranosen 590

16.8	Ester und Ether von Monosacchariden	591
16.9	Reduktion von Monosacchariden	592
16.10	Oxidation von Monosacchariden	593
16.11	Glykosidbildung aus Monosacchariden	594
16.12	Disaccharide	596
16.12.1	Maltose	596
16.12.2	Cellobiose	597
16.12.3	Lactose	597
16.12.4	Saccharose	598
16.13	Polysaccharide	602
16.13.1	Stärke und Glykogen	602
16.13.2	Cellulose	604
16.13.3	Sonstige Polysaccharide	607
16.14	Phosphatzucker	607
16.15	Desoxyzucker	608
16.16	Aminozucker	608
16.17	Ascorbinsäure (Vitamin C)	608
17	Aminosäuren, Peptide und Proteine	617
17.1	Natürlich vorkommende Aminosäuren	618
17.2	Säure-Base-Eigenschaften von Aminosäuren	620
17.3	Säure-Base-Eigenschaften von Aminosäuren mit mehr als einer sauren oder basischen funktionellen Gruppe	624
17.4	Elektrophorese	626
17.5	Reaktionen von Aminosäuren	627
17.6	Die Ninhydrin-Reaktion	628
17.7	Peptide	629
17.8	Die Disulfidbindung	632
17.9	Proteine	633
17.10	Primärstruktur von Proteinen	633
17.10.1	Aminosäureanalyse	633
17.10.2	Sequenzierung	635
17.10.3	Selektive Spaltung von Peptidbindungen	637
17.11	Logik der Sequenzbestimmung	638
17.12	Peptidsynthese	642
17.13	Sekundärstruktur von Proteinen	647
17.13.1	Die Geometrie der Peptidbindung	647
17.13.2	Wasserstoffbrückenbindungen	648
17.13.3	Die α -Helix und die β -Faltblattstruktur	648
17.14	Tertiärstruktur: Faser- und Sphäroproteine	651
17.15	Quartärstruktur von Proteinen	654

18	Nucleotide und Nucleinsäuren	663
18.1	Allgemeine Struktur von Nucleinsäuren	664
18.2	Bausteine der Desoxyribonucleinsäure (DNA)	664
18.3	Nucleoside	665
18.4	Nucleotide	667
18.5	Primärstruktur der DNA	669
18.6	Nucleinsäuresequenzierung	670
18.7	Laborsynthese von Nucleinsäuren	672
18.8	Sekundärstruktur der DNA; die Doppel-Helix	673
18.9	DNA-Replikation	676
18.10	Ribonucleinsäuren (RNA)	678
18.11	Genetischer Code und Biosynthese der Proteine	680
18.12	Andere biologisch bedeutende Nucleotide	686
	Anhang	695
	Tab. A: Bindungsdissoziationsenergien ausgewählter Bindungen: $A-X \rightarrow A \cdot + X \cdot$ (in kcal/mol)	695
	Tab. B: Bindungslängen ausgewählter Bindungen (in Ångström, Å)	695
	Tab. C: Typische Säurestärken funktioneller organischer Gruppen	696
	Register	699