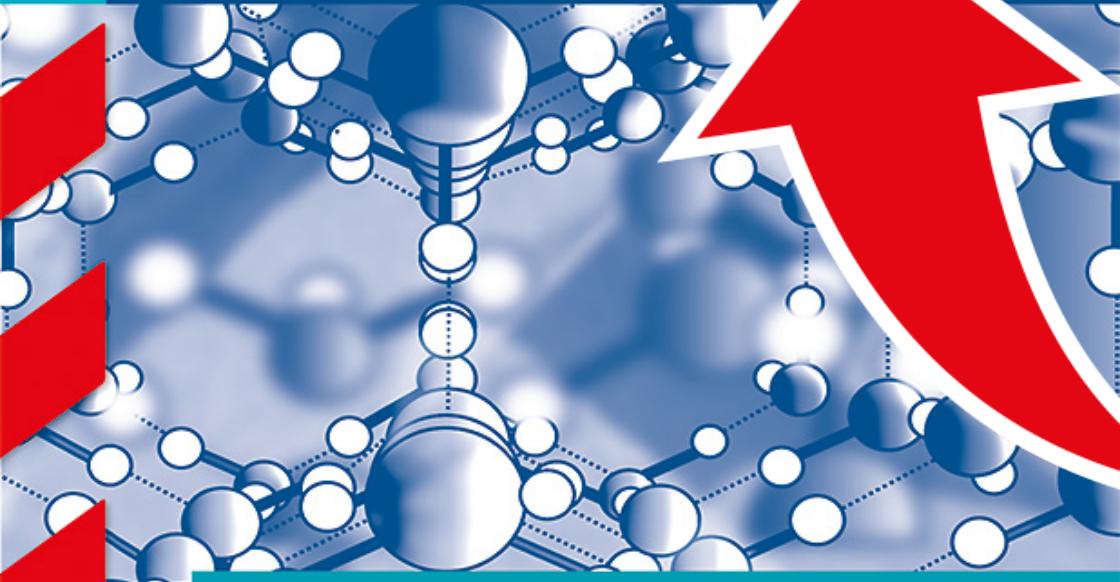


KOMPAKT CHEMIE

MEHR
ERFAHREN



Gerald Kiefer

**Organische Stoffklassen
Natur-, Kunst- und Farbstoffe**

STARK

Inhalt

Vorwort

Kohlenwasserstoffe – zwei Elemente, viele Verbindungen

1	Organische Chemie: Chemie des Lebens und des Kohlenstoffs	1
2	Alkane: gesättigte Kohlenwasserstoffe	3
2.1	Die homologe Reihe: Methan, Ethan, Propan & Co.	3
2.2	Molekülbau: vierbindig und tetraedrisch	4
2.3	Isomerie: von Alkanen und iso-Alkanen	4
2.4	Nomenklurregeln: Benennung nach IUPAC	6
2.5	Eigenschaften der Alkane: gänzlich unpolar	7
2.6	Reaktionen der Alkane: eher reaktionsträge	8
2.7	Halogenalkane: berüchtigte FCKWs	10
2.8	Cycloalkane: Alkane mit Ringmolekülen	12
3	Alkene: Moleküle mit Doppelbindung	13
3.1	Homologe Reihe und Nomenklatur der Alkene	13
3.2	Molekülbau: planar an der Doppelbindung	14
3.3	Isomerie: keine freie Drehbarkeit	14
3.4	Nomenklurregeln für „-en-Verbindungen“	15
3.5	Eigenschaften und Reaktionen: elektrophile Addition	16
4	Alkine: dreifach verbundene Kohlenstoffatome	20
4.1	Homologe Reihe und Nomenklatur der Alkine	20
4.2	Molekülbau: linear an der Dreifachbindung	20
4.3	Reaktionen: Addition wie bei Alkenen	20

Sauerstoff und Stickstoff in organischen Molekülen

1	Alkanole: organische Verwandte des Wassers	21
1.1	Homologe Reihe und Nomenklatur: die Hydroxylgruppe ...	21
1.2	Isomerie und Klassifizierung: Stellung und Wertigkeit	21
1.3	Molekülbau der Alkanole: Dipolcharakter	22

1.4 Einwertige Alkanole: Prototyp Ethanol	23
1.5 Sekundäre und tertiäre Alkanole	24
1.6 Mehrwertige Alkanole: Polyalkohole	25
1.7 Synthese aus Halogenalkanen: nucleophile Substitution ...	26
1.8 Alkanol-Eigenschaften: Wasserstoffbrückenbindungen....	27
1.9 Reaktionen der Alkanole: wichtige Oxidationsprodukte	30
2 Carbonylverbindungen	34
2.1 Die Carbonylgruppe als gemeinsames Strukturmerkmal ...	34
2.2 Carbonylverbindungen Typ I: Alkanale	35
2.3 Carbonylverbindungen Typ II: Alkanone	40
3 Carbonsäuren: organisch, sauer, mannigfaltig	42
3.1 Die Carboxylgruppe und der Säurecharakter	42
3.2 Nomenklatur: Trivial- und IUPAC-Namen	43
3.3 Homologe Reihe: Essigsäure und andere Bekannte	44
3.4 Klassifizierung: die Vielfalt organischer Säuren	47
3.5 Eigenschaften: flüssig oder fest, stark oder schwach sauer ...	47
3.6 Reaktionen: typisch Säure und der Weg zum Ester	54
4 Derivate der Carbonsäuren: Variationen der Carboxylgruppe ...	57
4.1 Salze der Carbonsäuren	57
4.2 Carbonsäureanhydride	58
4.3 Carbonsäurechloride	58
4.4 Carbonsäureamide und Lactame	59
4.5 Carbonsäureester und Lactone	59
5 Ether: Moleküle mit Sauerstoffbrücke	61
5.1 Dialkylderivate des Wassers: symmetrisch oder nicht	61
5.2 Nomenklatur der Ether: Alkoxy-Derivate	61
5.3 Ether-Eigenschaften: narkotisierend und explosiv	62
5.4 Ether-Synthesen	63
6 Amine und Amide: Moleküle, die Stickstoff enthalten	64
6.1 Organische Stickstoffverbindungen: ein Überblick	64
6.2 Amine: Alkylderivate des Ammoniaks	65
6.3 Säureamide: Polyamide und Polypeptide inklusiv	67
6.4 Nitroverbindungen: Stoffe mit Sprengkraft	68
6.5 Proteogene Aminosäuren als Proteinbildner	69
6.6 Aminosäuren als Ammoniumcarboxylate	71
6.7 Aminosäuren als Ampholyte	72
6.8 Purine und Pyrimidine: aromatische Heterocyclen	73
6.9 Azoverbindungen	73

Aromatische Verbindungen – Benzol und seine Verwandten

1	Benzol & Co.	74
1.1	Der aromatische Zustand: Mesomerie statt Kekulé	74
1.2	Kriterien für aromatische Verbindungen: Hückel-Regel	77
1.3	Klassifizierung aromatischer Verbindungen	78
1.4	Benzolderivate: ortho-, meta-, para-	79
1.5	Mehrkernige Aromaten: ausgedehnte Elektronenwolken ...	80
1.6	Heteroaromaten: aromatische Ringe mit Fremdatom	81
1.7	Phenol: ein aromatischer Alkohol	82
1.8	Anilin: ein aromatisches Amin	83
2	Aromaten und ihre Reaktionen: Substitution bevorzugt	84
2.1	Reaktionen der Aromaten: elektrophile Substitution	84
2.2	Mechanismus der S _E -Reaktion: Beispiel Halogenierung	84
2.3	Friedel-Crafts-Alkylierung: der Weg zum Toluol	86
2.4	Nitrierung: der Weg zum Nitrobenzol	87
2.5	Sulfonyierung: der Weg zur Benzolsulfonsäure	87
2.6	Aktivierend und dirigierend: Zweitsubstitution am Ring	88
2.7	Kern oder Kette: Substitution bei Alkylbenzolen	91
2.8	Oxidationen und Reduktionen: alles wie gehabt	91
2.9	Nucleophile Substitution: bei Aromaten ziemlich selten ...	92

Naturstoffe – Baupläne der Biomoleküle

1	Isomeriephänomene: die Vielfalt der Biomoleküle	93
1.1	Das Leben und die Stereochemie	93
1.2	Konstitution, Konfiguration, Konformation	94
1.3	Enantiomere und Diastereomere: C*-Isomerie	98
2	Proteine: Bausteine des Lebens	100
2.1	Bedeutung der Proteine	101
2.2	Aminosäuren: die Proteinbausteine	101
2.3	Die Peptidbindung: eine ganz besondere Bindung	102
2.4	Die Proteinstruktur: Helix, Faltblatt, Wollknäuel	104
2.5	Denaturierung: Strukturverlust – Funktionsverlust	108
2.6	Nachweisreaktionen für Proteine	108
2.7	Chromatografie – eine spezielle analytische Methode	108

3	Kohlenhydrate: Zucker, Stärke, Cellulose	111
3.1	Klassifizierung: mono-, di-, oligo- und poly-	111
3.2	Monosaccharide: Fischer-Projektionsformeln	112
3.3	Ringform der Monosaccharide: Haworth-Projektion	115
3.4	Konformationen der Ringmoleküle: Reeves-Formeln	118
3.5	Mutarotation, Glycosidbildung, Isomerisierung	119
3.6	Disaccharide: Kondensation, Hydrolyse und Nachweis	122
3.7	Polysaccharide: Cellulose, Amylose, Amylopektin	127
4	Fette: Speicher- und Strukturstoffe	130
4.1	Fett: Lipid und Glycerid	130
4.2	Bedeutung der Fette: Energiespeicher und Lösungsmittel ...	131
4.3	Chemischer Aufbau: Fette sind Tri-Acylglyceride	132
4.4	Reaktionen der Fette	136
5	Nukleinsäuren: das ABC des Lebens	138
5.1	Leben braucht Information	138
5.2	Bausteine der Nukleinsäuren: Phosphat, Zucker, Basen	139
5.3	Nucleosid und Nucleotid	141
5.4	Die Primärstruktur: Polymere aus Nucleotiden	142
5.5	Das Gesetz der Basenpaarung: C mit G und A mit T	143
5.6	Die Sekundärstruktur: antiparallele Anordnung	145
5.7	Die Superstruktur: DNA + Histone = Chromatin	145
5.8	Vom Gen zum Protein: Transkription und Translation	146
5.9	1-mal DNA, 3-mal RNA: die Palette der Nukleinsäuren	148
5.10	Replikation: semikonservative Reduplikation der DNA	149
5.11	Molekulare Krankheiten: schicksalhafte Biochemie	149

Kunststoffe, Farbstoffe und waschaktive Stoffe

1	Kunststoffe: Makromoleküle aus dem Labor	151
1.1	Prinzipien des Aufbaus und Eigenschaften	151
1.2	Klassifizierung: Bauprinzip und thermisches Verhalten	152
1.3	Polymerisation: Massenkunststoffe im Alltag	153
1.4	Polykondensation: Polyamide und Polyester	155
1.5	Polyaddition: Polyurethan-Schaumstoffe	158
1.6	Naturkautschuk: Polymerisation und Vulkanisation	159
1.7	Altkunststoffe: Wiederverwerten oder Verbrennen?	159

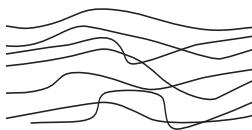
2	Farbstoffe machen unser Leben bunter	161
2.1	„Farben sind das Lächeln der Natur“	161
2.2	Farbigkeit: Absorption und Emission von Licht	161
2.3	Einteilung der Farbmittel: Farbstoffe und Pigmente	163
2.4	Strukturelle Voraussetzung der Farbigkeit: push and pull ...	164
2.5	Farbbestimmende Strukturmerkmale: Bindungsausgleich ...	166
2.6	Farbstoffklassen: Klassifizierung nach Chromophoren	170
2.7	Farbstoffgruppen: Gruppierung nach Färbetechnik	171
2.8	Textilfarbstoffe und ihre Fasern	172
2.9	Küpenfärberei: Indigo als Redoxsystem	173
2.10	Azofarbstoffe: Diazotierung und Azokupplung	174
3	Tenside und Waschmittel: Seife & Co.	176
3.1	Tenside, Detergenzien, Surfactants, Syndets	176
3.2	Seife: Prototyp einer waschaktiven Substanz	176
3.3	Amphiphatischer Bau: „Sowohl-als-Auch“ der Polarität	178
3.4	Seife gegen Schmutz: Was eine WAS können muss	179
3.5	Nachteile der Seifen: nicht mit allen Wassern gewaschen ..	180
3.6	Künstliche Tenside: Seifenersatz in vier Klassen	181
3.7	LAS und ABS dominieren in Waschmitteln	183
3.8	Waschmittelinhaltstoffe: gemeinsam sind sie stark	186
3.9	Enthärter: von Soda über Phosphat zum Silikat	186
3.10	Bleichen und Aufhellen: Wie Wäsche wirklich weiß wird	188
	Stichwortverzeichnis	189

Autor: Gerald Kiefer

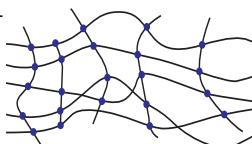
1.2 Klassifizierung: Bauprinzip und thermisches Verhalten

Einteilung nach den physikalischen Eigenschaften

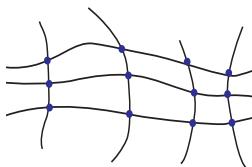
Thermoplaste werden beim Erwärmen weich und lassen sich ohne chemische Veränderung „schmelzen“ und als Werkstoffe (ver-)formen. Thermoplaste sind aus **linearen** Makromolekülketten aufgebaut.



Duroplaste sind harte und spröde Kunststoffe, die bei höheren Temperaturen thermisch zerersetzt werden ohne zuvor zu erweichen. Sie sind daher nicht plastisch verformbar. Duroplaste bestehen aus netzartig aufgebauten, **engmaschig** verknüpften Polymeren.



Elastomere sind gummielastische Kunststoffe, die sich bei höheren Temperaturen thermisch zersetzen. Sie zeigen hohe Dehnbarkeit und nehmen bei Entlastung wieder ihre ursprüngliche Form an. Elastomere bestehen aus **weitmaschig** verknüpften, wenig vernetzten Polymeren.

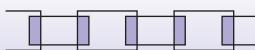


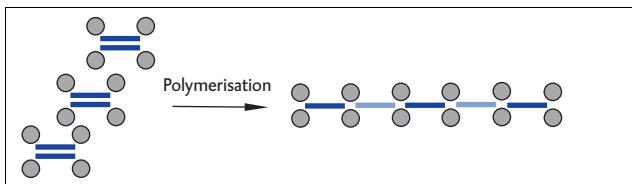
Einteilung nach dem Typ der Polyreaktion

Das Prinzip der **Kunststoffsynthese** lässt sich wie folgt formulieren:

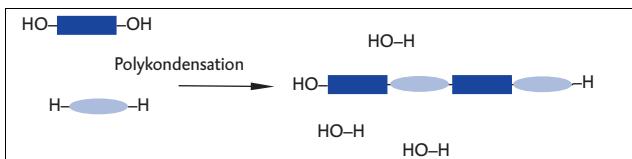
Niedermolekulare Bausteine (**Monomere**) die mindestens zwei reaktionsfähige Gruppen oder mindestens eine reaktionsfähige Doppelbindung enthalten, werden durch Mehrfachreaktion zu Makromolekülen (**Polymeren**) verknüpft.

Bei einer **Polymerisation** schließen sich Moleküle einer ungesättigten Verbindung unter Aufspaltung der Doppelbindungen zu Makromolekülen zusammen. Diese Reaktionen verlaufen als Kettenreaktionen, die durch Radikale oder Ionen als Initiatoren ausgelöst werden (radikalische, anionische und kationische Polymerisation). Dabei entstehen i. d. R. thermoplastische Kunststoffe.

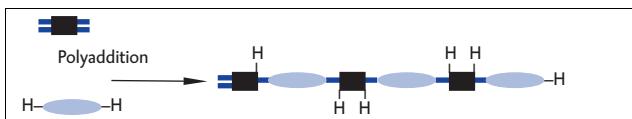




Durch **Polykondensation** werden Monomere mit mindestens zwei funktionellen Gruppen wie Hydroxyl-, Carboxyl- oder Aminogruppen unter Austritt kleiner Moleküle wie Wasser zu Makromolekülen verknüpft. Bifunktionelle Edukte führen zu linearen Makromolekülen (Thermoplaste), trifunktionelle Edukte zu vernetzten Polymeren:



Werden Makromoleküle durch Verknüpfung mehrfunktioneller Monomere über deren Endgruppen gebildet, so spricht man von **Polyadditionen**. Additionsreaktionen erfolgen ohne Austritt von Wassermolekülen. Allerdings wandert bei jedem Reaktionsschritt ein Proton. Bifunktionelle Monomere dienen der Synthese thermoplastischer, trifunktionelle Monomere zur Synthese duroplastischer Kunststoffe:



1.3 Polymerisation: Massenkunststoffe im Alltag

Zu den **Polymerisaten** zählen die Massenkunststoffe Polyethen (PE), Polypropen (PP), Polyvinylchlorid (PVC) und Polystyrol (PS) sowie Polytetrafluorethen (PTFE, „Teflon“), Polyacrylnitril (PAN) und Polymethylmethacrylat (PMMA, „Plexiglas“).

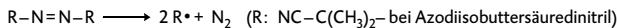
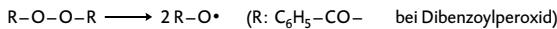


Die Tabelle zeigt Ausschnitte wichtiger Polymerisationskunststoffe:

Monomer	Polymer (Ausschnitt)
$ \begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & \diagup \\ \text{C} & = & \text{C} \\ & \diagup & \diagdown \\ \text{H} & & \text{H} \end{array} $ Ethen	—CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —
$ \begin{array}{c} \text{H} & & \text{H} \\ & \diagdown & \diagup \\ \text{C} & = & \text{C} \\ & \diagup & \diagdown \\ \text{H} & & \text{Cl} \end{array} $ Chlorethen (Vinylchlorid)	—CH ₂ —CH(Cl)—CH ₂ —CH(Cl)—
$ \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} & = & \text{CH} \\ & & \\ & \text{CH}_3 & \end{array} $ Propen	—CH ₂ —CH(CH ₃)—CH ₂ —CH(CH ₃)—
$ \begin{array}{c} \text{H}_2\text{C} & = & \text{CH} \\ & & \\ & \text{C}_6\text{H}_5 & \end{array} $ Styrol	—CH ₂ —CH(C ₆ H ₅)—CH ₂ —CH(C ₆ H ₅)—
	Polyethylen (PE)
	Polyvinylchlorid (PVC)
	Polypropen (PP)
	Polystyrol (PS)

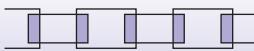
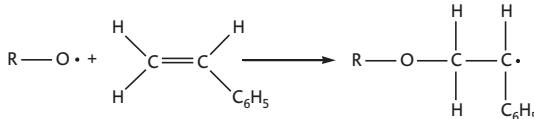
Ablauf der radikalischen Polymerisation von Polystyrol

Als Initiatoren der Reaktion fungieren Radikale, die durch thermischen Zerfall von **Peroxiden** oder **Azoverbindungen** entstehen:

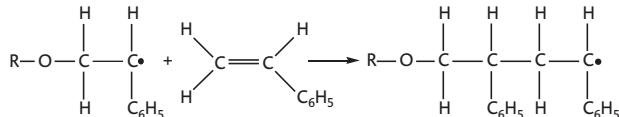


Der Mechanismus der radikalischen Polymerisation von Polystyrol lässt sich in drei Schritten formulieren.

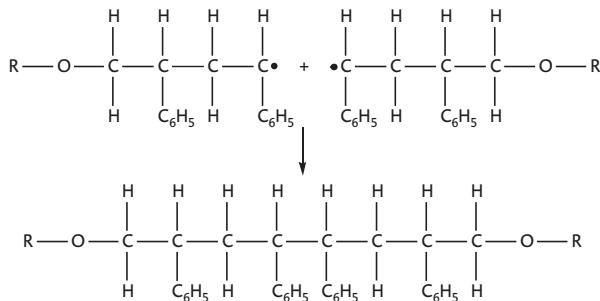
1. Kettenstart: Ein Starter-Radikal entkoppelt die Elektronen der Doppelbindung eines Monomeren-Moleküls, es entsteht ein Monomeren-Radikal:



2. Kettenwachstum: Das Monomeren-Radikal greift ein weiteres Monomeren-Molekùl an. Das Folgeradikal reagiert in gleicher Weise, eine fortschreitende Verlängerung der Radikalkette ist die Folge:



3. Kettenabbruch: Der Abbruch des Kettenwachstums erfolgt durch „Vernichtung“ von Radikalen, z. B. durch Kombination zweier wachsender Radikalketten:



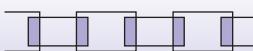
1.4 Polykondensation: Polyamide und Polyester

Zu den **Polykondensaten** gehören die als Textilfasern bekannten Polyamide und Polyester, die Polycarbonate und die duroplastischen Amino- und Phenoplaste.

Polyester

Die charakteristische Atomgruppierung der **Polyester** ist die **Estergruppe –COO–**.

Polyester vom **Typ II** werden aus **Dicarbonsäuren** und **Dialkanolen** (Diolen) synthetisiert:





© **STARK Verlag**

www.stark-verlag.de
info@stark-verlag.de

Der Datenbestand der STARK Verlag GmbH
ist urheberrechtlich international geschützt.
Kein Teil dieser Daten darf ohne Zustimmung
des Rechteinhabers in irgendeiner Form
verwertet werden.

STARK