

**D. Hellwinkel**

**Die systematische Nomenklatur der organischen Chemie**

---

D. Hellwinkel

---

# **Die systematische Nomenklatur der organischen Chemie**

**Eine Gebrauchsanweisung**

5., erweiterte, korrigierte und ergänzte Auflage

Mit 39 Tabellen



**Springer**

Professor Dr. D. Hellwinkel

Organisch-Chemisches Institut  
Universität Heidelberg  
Im Neuenheimer Feld 270  
69121 Heidelberg

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek  
Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen  
Nationalbibliografie;  
detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

ISBN-10 3-540-26411-6 Springer Berlin Heidelberg New York  
ISBN-13 978-3-540-26411-8 Springer Berlin Heidelberg New York  
DOI 10.1007/b137397

ISBN 3-540-63221-2 4. Aufl. Springer Berlin Heidelberg New York

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Springer ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media  
[springer.de](http://springer.de)

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006  
Printed in Germany

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buch berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden sein, so kann der Verlag keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

Satz: Fotosatz-Service Köhler GmbH, Würzburg

Einbandgestaltung: KünkelLopka GmbH, Heidelberg; *Design & Production* GmbH, Heidelberg  
Herstellung: LE-TEX Jelonek, Schmidt & Vöckler GbR, Leipzig

Gedruckt auf säurefreiem Papier 66/3141 – 5 4 3 2 1 0

---

## Vorwort zur fünften Auflage

In Fortschreibung der 4. Auflage und der englischen Version (1. Auflage 2001) dieses Buches sind in die nun vorliegende, korrigierte, 5. Auflage einige wesentliche Präzisierungen und Ergänzungen, unter anderen bezüglich der Phan-Nomenklatur, aufgenommen. Darüber hinaus wird auch den neuesten IUPAC-Vorschlägen zur rationalen Benennung von Naturstoffen in einem eigenen, neuen Kapitel Rechnung getragen. Im übrigen sei an dieser Stelle auch den Kollegen Dr. W. Liebscher, Berlin, und Dr. G. P. Moss, London, für ihre akribisch erarbeiteten zahlreichen kritischen Bemerkungen und Hinweise sehr herzlich gedankt.

Heidelberg, im Juni 2005

*D. Hellwinkel*

---

## Vorwort zur vierten Auflage

Nachdem die Nomenklaturkommissionen der *International Union of Pure and Applied Chemistry* im Verlauf der letzten Jahren beachtliche Fortschritte auf dem Weg zu einer immer durchgreifenderen Systematisierung und Vereinheitlichung der chemischen Fachsprache erzielt haben, ist nun eine gründlich überarbeitete und um wichtige Bereiche erweiterte Neufassung der vielgenutzten *Gebrauchsanweisung zur Handhabung der systematischen Nomenklatur der Organischen Chemie* unumgänglich geworden. Wenn dabei auch der Grundwiderspruch zwischen einem notwendigerweise rigiden Normensystem und dessen mehr Flexibilität verlangender praktischen Umsetzung in Registerwerken, Handbüchern, Sekundär- und Primärliteratur nach wie vor unauflösbar erscheint, hat sich die Situation doch insofern wesentlich verbessert, als die Generalkonzepte zur Gewinnung rationaler, systematischer Verbindungsamen inzwischen so präzise und einheitlich durchgestaltet vorliegen, daß sie allgemein anwendbar und universell erweiterbar sind.

Im Verlauf meiner vieljährigen Lehrtätigkeit auch auf diesem Felde hat sich immer wieder erwiesen, daß insbesondere die nachrückenden Studentengenerationen sehr viel eher bereit sind, sich ein auf stringenten und unmittelbar einsichtigen Maximen gründendes rationales Nomenklatorsystem anzueignen, als sich weiterhin mit der bisherigen Vielfalt der überdies noch mit zahlreichen unübersichtlichen Ausnahmeregelungen überfrachteten traditionellen Benennungsgebräuche abzuquagen.

Ganz in diesem Sinne werden auch in der vorliegenden Neufassung der Gebrauchsanweisung die einer weitestgehenden Vereinheitlichung entsprechenden vollsystematischen Namen grundsätzlich in den Vordergrund gestellt, auch dann, wenn die offiziellen Empfehlungen gleichsam auf halbem Wege stehen geblieben sind. Da aber in der Praxis unvermeidlicherweise für geraume Zeit noch zahlreiche weitverbreitete traditionelle und triviale Namen in Gebrauch bleiben werden, wird auch diesen jeweils so weit wie möglich in gebührender Weise Rechnung getragen. Zum besseren Verständnis sind im übrigen reichlich erläuternde Kommentare beigelegt.

Selbst wenn es heutzutage möglich geworden ist, sich die meisten, nicht zu komplexen, Benennungsprobleme gleichsam blindlings von einem

geeigneten Computerprogramm<sup>a)</sup> lösen zu lassen, gehören wenigstens einige Grundkenntnisse zur Funktion und zum Funktionieren der chemischen Fachsprache eigentlich zur intellektuellen Grundausstattung des Chemikers. Deren Vermittlung ist vordringliches Ziel dieser Gebrauchsanweisung, die damit zugleich den Chemikern aller Ausbildungsstufen und Praxisbereiche die Handhabung ihres nach wie vor wichtigsten Kommunikationsmediums, der (systematischen) chemischen Nomenklatur, nahebringen und erleichtern will. Nicht zuletzt handelt es sich hier aber auch um eine hochentwickelte, streng rationale Kunstsprache, die in ihrem Aufbau sehr dezidiert die der Chemie eigenen analytischen und synthetischen Denk- und Argumentationsmuster widerspiegelt und auch unter linguistischen Aspekten durchaus ihre Reize hat.

Heidelberg, im Februar 1998

*D. Hellwinkel*

---

<sup>a)</sup> Aktuelle Hinweise hierzu siehe: J. Vogt, Nachrichten aus der Chemie (GDCh) 2005, 53 (04), 428.

---

## Vorwort zur ersten Auflage

Das explosionsartige Anwachsen des chemischen Wissens hat in den letzten Jahrzehnten im Bereich der organischen Chemie zu einer schier unübersehbaren Anzahl neuer und neuartiger Verbindungen und Verbindungsklassen geführt, deren rationelle Benennung immer größere Schwierigkeiten bereitete. Ursprünglich war ja die Namensgebung eines neuen Stoffes weitgehend, wenn nicht völlig in das Belieben des Entdeckers gestellt, der den Namen häufig von einer direkten sinnlichen Wahrnehmung ableitete oder sich gar ganz von der Intuition leiten ließ. Da die mehr oder weniger willkürlich gebildeten „Trivialnamen“ meist gar nichts über die Strukturen der Verbindungen aussagten, konnten sie auch in keinen sinnvollen Zusammenhang zueinander gebracht werden. Mit dem zunehmenden Verständnis der strukturellen Beziehungen der Organischen Chemie wuchs aber die Tendenz, eine allgemeinverbindliche und systematische Nomenklatur zu entwickeln, die es erlauben sollte, wesentliche konstitutionelle Aussagen über ein Molekül bereits aus dessen Namen abzuleiten. Andererseits wollte man einen großen Teil der althergebrachten Trivial- und Semitrivialnamen nicht so ohne weiteres aufgeben. Dennoch ist es den damit befaßten Instanzen der „International Union of Pure and Applied Chemistry“, der IUPAC, gelungen, ein einheitliches und ausbaufähiges Nomenklatursystem zu entwickeln, das mittlerweile allgemein und international anerkannt ist. Die Originalfassung der IUPAC-Nomenklaturregeln der Organischen Chemie ist ein unverzichtbares Hilfsmittel für den Spezialisten. Als Einführung in die Materie ist jedoch eine knappere und präzisere „Gebrauchsanweisung“ eher am Platze, die an Hand zahlreicher, sorgfältig ausgewählter bzw. konstruierter Beispiele die Geltungsbereiche der einzelnen Regeln möglichst vollständig überstreicht. Dies umso mehr, als nun endlich auch die deutschen Chemie-Organe wie „Chemische Berichte“ und „Liebigs Annalen der Chemie“ sich auf die Nomenklaturregeln der IUPAC festgelegt haben.

So soll diese Übersicht helfen, von der Formel zum Namen und vom Namen zur Formel zu führen. Sie wendet sich dabei nicht nur an die Chemiker, sondern möchte auch Mediziner, Biologen und anderen, die mit der Organischen Chemie zusammentreffen, das Verständnis der Literatur erleichtern.

---

# Inhalt

<b>Einleitung</b> . . . . .	1
-----------------------------	---

<b>Literatur</b> . . . . .	5
----------------------------	---

## 1 Stammsysteme

1.1	Acyclische Kohlenwasserstoff-Systeme . . . . .	8
1.1.1	Lineare Systeme . . . . .	8
1.1.2	Verzweigte Systeme . . . . .	10
1.1.3	Verzweigte Seitenketten . . . . .	12
1.1.4	Mehrwertige Substituentengruppen . . . . .	13
1.2	Cyclische Systeme . . . . .	14
1.2.1	Cyclische Kohlenwasserstoff-Systeme . . . . .	14
1.2.1.1	Monocyclische Kohlenwasserstoffe . . . . .	14
1.2.1.2	Polycyclische Kohlenwasserstoffe . . . . .	16
1.2.1.2.1	Kondensierte polycyclische Kohlenwasserstoffe . . . . .	16
1.2.1.2.2	Verbrückte polycyclische Kohlenwasserstoffe . . . . .	29
1.2.1.2.3	Spiro-Kohlenwasserstoffe . . . . .	35
1.2.1.2.4	Kohlenwasserstoff-Ringsysteme, die über Einfach- oder Doppelbindungen miteinander verknüpft sind . . .	39
1.2.1.2.5	Cyclische Kohlenwasserstoffe mit Seitenketten . . . . .	41
1.2.2	Heterocyclische Systeme . . . . .	44
1.2.2.1	Trivialnamen . . . . .	44
1.2.2.2	Austauschnomenklatur (sog. „a“-Nomenklatur) . . . . .	52
1.2.2.3	Das Hantzsch-Widman-Patterson-System . . . . .	56
1.2.2.4	Kondensierte Heterocyclen . . . . .	58
1.3	Phan-Nomenklatur . . . . .	69
1.3.1	Cyclophane . . . . .	69
1.3.2	Andere Phane . . . . .	74

## 2 Substituierte Systeme

2.1	Allgemeine Vorbemerkungen . . . . .	76
2.2	Nomenklaturtypen für substituierte Systeme . . . . .	77



2.2.1	Die substitutive Nomenklatur . . . . .	77
2.2.2	Die radikofunktionelle Nomenklatur (Functional class names) . . . . .	85
2.2.3	Die additive Nomenklatur . . . . .	87
2.2.4	Die subtraktive Nomenklatur . . . . .	89
2.2.5	Die konjunktive Nomenklatur . . . . .	92
2.2.6	Die Nomenklatur für substituierte Verbände identischer Einheiten . . . . .	93
2.2.6.1	Komponenten mit direkter Verknüpfung . . . . .	94
2.2.6.2	Identische Komponenten, die an di- oder polyvalente Gruppen gebunden sind . . . . .	95
2.2.7	Die Benennung radikalischer und ionischer Spezies . . .	97
2.2.7.1	Radikale . . . . .	97
2.2.7.2	Kationen . . . . .	100
2.2.7.3	Radikalkationen (Kationradikale) . . . . .	105
2.2.7.4	Anionen . . . . .	106
2.2.7.5	Radikalanionen (Anionradikale) . . . . .	108
2.2.7.6	Verbindungen mit zwei (oder mehr) gleichartigen ionischen Zentren . . . . .	109
2.2.7.7	Verbindungen mit positiven und negativen Zentren . . .	110

### 3 Kurze Exemplifizierung der allgemeinen Nomenklaturregeln für die wichtigsten traditionellen Verbindungsklassen

3.1	Carbonsäuren, Sulfonsäuren u. a. und ihre Derivate . . . .	113
3.2	Nitrile, Isocyanide und ähnliche Verbindungen . . . . .	120
3.3	Aldehyde und Ketone . . . . .	121
3.4	Alkohole, Phenole und ihre Derivate . . . . .	127
3.5	Ether und Thioether . . . . .	131
3.6	Amine, Imine und ihre Derivate . . . . .	134
3.7	Halogenverbindungen . . . . .	138
3.8	Verbindungen mit Stickstoffketten . . . . .	139
3.8.1	Azo- und Azoxyverbindungen . . . . .	139
3.9	Hydrazine und ihre Abkömmlinge . . . . .	142
3.10	Diazo- und Diazoniumverbindungen . . . . .	143
3.11	Verbindungen mit Ketten von drei oder mehr Stickstoffatomen . . . . .	144
3.12	Weitere Polystickstoff-Stammsysteme . . . . .	145

### 4 Metallorganische und metalloorganische Verbindungen

4.1	Elementhydrid-(Elementan-)Namen . . . . .	147
4.2	Funktionell substituierte Elementane . . . . .	150

4.3	Elementane mit Repetierdiaden . . . . .	150
4.4	Alkali-, Erdalkali- und vergleichbare Metallorganyle . . .	151
4.5	„at“-Komplexe . . . . .	154

## 5 Kohlenhydrate

5.1	Aldosen . . . . .	156
5.2	Ketosen . . . . .	159
5.3	Ketoaldosen (Aldoketosen, Aldosulosen) . . . . .	161
5.4	Desoxy-Zucker . . . . .	162
5.5	Aminozucker und analog substituierte Derivate . . . . .	163
5.6	Umwandlungen der Carbonylfunktionen . . . . .	163
5.6.1	Oxime, Hydrazone, Osazone . . . . .	163
5.6.2	Acetale, Ketale etc. . . . .	164
5.7	Verzweigte Zucker . . . . .	164
5.8	Zuckeralkohole (Alditole) . . . . .	165
5.9	Von Zuckern abgeleitete Säuren . . . . .	166
5.10	O-Substitution . . . . .	169
5.10.1	O-Substitution mit Alkyl- und Acylgruppen . . . . .	169
5.10.2	Cyclische Acetale und Ketale . . . . .	169
5.11	Monosaccharide als Substituentengruppen . . . . .	170
5.12	Glykoside und Glycosyl-Verbindungen . . . . .	171
5.12.1	Glykoside . . . . .	171
5.12.2	Glycosylverbindungen . . . . .	173
5.13	Oligosaccharide . . . . .	174
5.13.1	Oligosaccharide mit freier Halbacetal-Gruppe . . . . .	174
5.13.2	Oligosaccharide ohne freie Halbacetal-Gruppe . . . . .	175
5.13.3	Polysaccharide (Glycane) . . . . .	176
5.14	Gebräuchliche Trivialnamen . . . . .	177

## 6 Die Konstruktion der Namen komplexer Verbindungen

6.1	Bestimmung der ranghöchsten Kette (Hauptkette) . . . .	179
6.2	Bestimmung des ranghöchsten Ringsystems . . . . .	180
6.3	Behandlung der ranghöchsten charakteristischen Gruppe im Rahmen der beiden vorstehenden Abschnitte 6.1 und 6.2 . . . . .	181
6.4	Bezifferung . . . . .	182
6.5	Ordnung der Präfixe . . . . .	183
6.6	Isotop modifizierte Verbindungen . . . . .	184
6.7	Spezifizierungen der Stereochemie . . . . .	187
6.7.1	<i>cis/trans</i> -Isomerie; die <i>Z/E</i> -Konvention . . . . .	187
6.7.1.1	Doppelbindungssysteme . . . . .	188

6.7.1.2	Ringsysteme . . . . .	189
6.7.2	Spezifizierung der absoluten und relativen Konfiguration . . . . .	190
6.7.2.1	Verbindungen mit stereogenen (traditionell: asymme- trischen) Kohlenstoff- (und analogen) Zentren . . . . .	190
6.7.2.2	Moleküle mit helicalen stereogenen Einheiten . . . . .	194
6.7.2.2.1	Schraubenartige Moleküle (Eine Chiralitätsachse) . . . . .	194
6.7.2.2.2	Propeller-Moleküle (Mehrere Chiralitätsachsen) . . . . .	195
6.7.2.3	Planar-chirale Moleküle . . . . .	197

## **7 Kurze Erläuterung der Empfehlungen zur rationalen Benennung von Naturstoffen**

7.1	Trivialnamen . . . . .	199
7.2	Semisystematische Namen . . . . .	201
7.2.1	Fundamentale Stammsysteme . . . . .	201
7.2.2	Numerierung der fundamentalen Stammstrukturen . . . . .	202
7.3	Die systematische Benennung von Gerüsttransformationen . . . . .	203
7.4	Austausch von Gerüstatomen . . . . .	213
7.5	Anellierung zusätzlicher Ringe . . . . .	214
7.6	Substitutive und sonstige Veränderungen von Stamm- strukturen . . . . .	215

## **8 Anhang**

8.1	Vollständige Liste der in der Austausch- und Heteran- Nomenklatur verwendbaren „a“-Termini . . . . .	217
8.2	Tabellen gebräuchlicher Trivial- (und Semitrivial-)Namen . . . . .	218

<b>Sachverzeichnis</b> . . . . .	<b>233</b>
----------------------------------	------------

---

## Einleitung

Daß bei den meisten Chemikern bislang eine mehr oder weniger große Indifferenz, wenn nicht gar Abneigung gegenüber den Benennungsproblemen ihrer Wissenschaft herrschte, ist bis zu einem gewissen Grade verständlich. Zu viele divergierende und uneinheitliche Nomenklaturmöglichkeiten stehen zur Auswahl. Oft werden die Bezeichnungsweisen von den verschiedenen Chemiezeitschriften, Handbüchern und Referatororganen auch noch in der unterschiedlichsten Weise gehandhabt. Im Gefolge der inzwischen weitgehend durchgesetzten Festlegung auf ein international verbindliches einheitliches, doch noch immer gewisse Alternativen zulassendes Nomenklatorsystem, ist es aber notwendig und zumutbar geworden, daß sich jeder Chemiker, sei es der noch in der Ausbildung befindliche oder der aktiv tätige Wissenschaftler, die Grundlagen dieses Benennungssystems aneignet. Dies um so mehr, als auch das globale Referatororgan Chemical Abstracts (Chem. Abstr.) grundsätzlich auf der Basis der IUPAC-Regeln, wenn auch häufig mit anderen Regelschwerpunkten, indiziert. Dem wird im Bedarfsfall jeweils gesondert Rechnung getragen.

Vielleicht kann das Unbehagen gegenüber der Beschäftigung mit den systematischen Nomenklaturregeln der organischen Chemie durch den folgenden Hinweis abgebaut oder doch gemildert werden: *Man verfährt bei der Namensgebung (bzw. der Konstitutionsermittlung aus einem vorgegebenen systematischen Namen) einer organischen Verbindung im allgemeinen genauso, wie bei der experimentellen Arbeit der Synthese bzw. der Konstitutionsermittlung.* Die zu benennende Verbindung wird in gleichsam retrosynthetischer Weise zunächst in ihre konstitutionellen Elemente zerlegt, diese werden systematisch benannt und die so gewonnenen Namensfragmente dann nach bestimmten Richtlinien zum Gesamtnamen kombiniert. Analog verfährt man bei der Übersetzung eines Verbindungsnamens in seine Konstitutionsformel; der Name wird in die nomenklatorischen Untereinheiten zerlegt, denen Teilformelbilder zugeordnet werden, die man dann zur Gesamtformel zusammensetzt.

Die Grundidee der systematischen Nomenklatur, deren Handhabung hier vermittelt werden soll, beruht auf dem Konzept des Stammsystems – acyclisches oder (poly)cyclisches Kohlenwasserstoff- oder Hetero-System

– dessen Wasserstoffe durch andere Atome, Atomgruppen oder wiederum ganze Stammsysteme substituiert sind. Diese Substituenten können ihrerseits vielfältig weitersubstituiert sein. Nun findet man, besonders im Bereich der Stammsysteme, eine Vielzahl von Trivialnamen vor, auf die man aus den verschiedensten Gründen nicht verzichten zu können glaubt. Da diese Trivialbegriffe naturgemäß meist nichts über die Konstitution der ihnen zugrunde liegenden Verbindungen aussagen, also nicht logisch abgeleitet werden können, zuweilen aber das ganze systematische Nomenklatorsystem auf sie bezogen ist (wie im Falle der kondensierten Polycyclen), kommt man nicht umhin, sich eine möglichst große Anzahl von ihnen anzueignen. Dies soll durch tabellarische Zusammenfassungen am Ende des Buches erleichtert werden.

Bei der Zuordnung eines systematischen Namens zu einer gegebenen Verbindung oder bei der Ableitung einer Konstitutionsformel aus einem vorgegebenen Namen wird durchweg wie folgt verfahren:

1. Man bestimmt, welche Verbindungsklasse (z.B. Kohlenwasserstoff, Heterocyclus, Carbonsäure, Keton, Halogenderivat usw.) vorliegt (Abschn. 2.2.1, Tab. 7).
2. Man sucht das Stammsystem auf und deklariert die darüber hinaus vorhandenen Konstitutions- bzw. Nomenklaturelemente als (gegebenenfalls weiter substituierte) Substituenten (Kap. 1).
3. Da ein und dieselbe Verbindung die Charakteristika mehrerer Verbindungsklassen aufweisen kann, und da auch mehrere Stammsysteme miteinander verknüpft vorliegen können, muß man Prioritäten festsetzen, d.h. nach gewissen Regeln bestimmen, welches der gleichartigen Konstitutionselemente ranghöher ist.
4. Man legt den Nomenklaturtyp fest, den man anwenden will bzw. man stellt fest, welcher Nomenklaturtyp in dem vorliegenden Verbindungsnamen verwendet wurde. (In den IUPAC-Regeln sind noch immer alternative Nomenklaturmöglichkeiten zugelassen, die sich zum Teil überschneiden.) (Abschn. 2.2) Dabei ist zu beachten, daß im Rahmen der generell zu bevorzugenden Substitutionsnomenklatur gewisse althergebrachte Gattungsbegriffe (Klassennamen) bei der Bezeichnung der zugehörigen Einzelvertreter zuweilen überhaupt keine Berücksichtigung finden, z.B.: Alkoxyalkan (Ether).
5. Die wie in 3. separierten Konstitutions- bzw. Nomenklaturelemente werden einzeln benannt (bzw. in die Teilformeln übertragen) und mit Lokanten (Zahlen, Buchstaben) sowie Symbolen (Klammern, Bindestriche, Markierungszeichen = engl. Primes) versehen.
6. Schließlich ordnet man die Substituentennamen nach bestimmten Regeln und verknüpft sie mit Hilfe von Präfixen (Vorsilben), Infixen (Zwischensilben) und Suffixen (Nachsilben), über die mit Lokanten

gekennzeichneten Positionen des Stammsystems. Dabei sollen die Lokanten grundsätzlich unmittelbar vor die Funktionsmorpheme gesetzt werden.

7. Gegebenenfalls müssen noch isotope modifizierende (Abschn. 6.6) sowie stereochemische Deskriptoren (Abschn. 6.7) zugefügt werden.

Im Zusammenhang mit den Begriffen Priorität bzw. Ranghöhe lassen sich gleich zwei Grundregeln der systematischen Nomenklatur angeben:

- a) Wenn irgend möglich sollen kleinstmögliche Lokanten bzw. Chiffren (Zahlen, Buchstaben) verwendet werden; d.h. wenn man die Wahl hat, ist das Konstitutions- bzw. Nomenklaturelement, das den kleinsten Lokanten bzw. die kleinste Chiffre trägt, bevorzugt. Gelegentlich werden auch Umkehrungen dieser Regel verwendet, d.h. der größte Lokant ist bevorzugt.
- b) Weiterhin sollen so wenig wie möglich Symbole (Klammern, Bindestriche, Markierungszeichen usw.) verwendet werden, solange die Eindeutigkeit der gewünschten Aussage gewahrt bleibt.

Weil für viele Kohlenwasserstoff-Stammsysteme althergebrachte Bezeichnungen beibehalten werden, gelten hier nicht immer Prioritäten gemäß dem Prinzip der niedrigwertigsten Lokanten, Chiffren und/oder Symbole. Deshalb wurden für derartige Verbindungen Listen aufgestellt, die die Prioritäten mehr oder weniger willkürlich festlegen.

Da das IUPAC-Nomenklatorsystem ganz auf den zentralen Begriff des Stammsystems abgestellt ist, dem in einer sekundären Sphäre die Substituenten zugeordnet werden, ist es ratsam, diese Unterteilung auch in dem nun folgenden sachlichen Teil beizubehalten. Wir werden also zu Beginn die Nomenklaturregeln für die Stammsysteme ausarbeiten, im zweiten Kapitel uns mit Nomenklaturtypen, Radikalen und Ionen, im dritten mit funktionellen Verbindungsklassen, im vierten mit Metallorganen im fünften mit Kohlenhydraten beschäftigen und im sechsten Kapitel dann die Zusammensetzung der endgültigen Namen komplexer Verbindungen einschließlich isotope modifizierender und stereochemischer Spezifizierungen vornehmen. Ein neu hinzugefügtes siebtes Kapitel ist schließlich der rationalen Benennung von Naturstoffen gewidmet.

Dazu müssen noch einige technische Vorbemerkungen beachtet werden: Um Verwechslungen zu vermeiden, wird der Begriff „Radikal“, der früher auch für Molekülfragmente mit freien Verknüpfungsstellen (= Substituenten) stand, nur noch zur Benennung tatsächlicher physikalischer Radikale verwendet. Der nomenklatorische Radikalbegriff wird durch den der Substituentengruppe ersetzt. Die Abstufungen von Prioritätskriterien sind grundsätzlich so aufzufassen, daß bei Nichtzutreffen eines vorstehenden Kriteriums nacheinander die darauffolgenden in Kraft treten. Die Verwen-

derung von Bindestrichen ist zuweilen etwas problematisch und willkürlich; wenn es der Klarheit dient, sollte man hier etwas großzügig sein. Die gegebenen Beispiele wurden vorzugsweise aus aktuellen Forschungsarbeiten so ausgewählt und/oder konstruiert, daß sie den Anwendungsbereich der entsprechenden Regeln möglichst vollständig überstreichen. Sind ältere systematische Namen noch weiterhin in Gebrauch, werden sie als traditionelle Namen berücksichtigt. Das gleiche gilt für verbreitete Trivialnamen. Sollen von den IUPAC-Benennungsrichtlinien abweichende Chem. Abstr.-Benennungen besonders hervorgehoben werden, wird dies ebenfalls entsprechend angemerkt.

Soweit dabei keine wirklich gravierenden Mißverständnisse zu befürchten sind, werden auch die althergebrachten deutschen Trivialnamen Benzol, Toluol etc. beibehalten und nur dort, wo es (gefühlsmäßig) unumgänglich erscheint (z. B. bei direkten Bezugnahmen auf Chem. Abstr. Registernamen), durch die Systematik-gerechten Begriffe Benzen, Toluol etc. ersetzt. Bei den Formelzeichnungen wird ganz bewußt das gesamte Spektrum der Abstraktionsmöglichkeiten durchgespielt, um so den Leser ganz zwanglos mit der außerordentlichen Flexibilität der chemischen Formel- und Zeichensprache vertraut zu machen.

---

## Literatur

Als Ergänzung zum grundlegenden<sup>1</sup> und kürzlich durch einen „Guide“ aktualisierten<sup>2</sup> IUPAC-Regelwerk ist in erster Linie das Ring Systems Handbook<sup>3</sup> zu nennen, der ausgezeichnetes und vielfältiges Anschauungsmaterial zur Anwendung der systematischen Nomenklatur bei Ringverbindungen liefert. Inzwischen sind auch aktualisierte Überarbeitungen der Regeln zur Nomenklatur von kondensierten Ringsystemen<sup>4</sup>, von-Baeyer-Polycyclen<sup>5a</sup>, Spiroverbindungen<sup>5b</sup> und Cyclophanen<sup>6</sup> sowie sehr präzise Regeln zur Generierung herkunftsbezogener Namen für Polymere<sup>7</sup> erschienen. Da im Rahmen des nicht nur eindeutige, sondern in viel größerem Maße auch unikale Namen erfordernden Register-Systems von Chemical Abstracts (Chem. Abstr.) weitere Präzisierungen der IUPAC-Regeln vorgenommen worden sind, ist es unbedingt notwendig, beim Arbeiten mit diesem Referatorgan die sogenannten Index-Guides der jeweiligen Fünfjahresregister zu Rate zu ziehen, in denen unter anderem alle Chem. Abstr.-Benennungsgebräuche eingehend erläutert werden<sup>8</sup>. Das gleiche gilt für die eigenen Ausdeutungen der IUPAC-Regeln in Beilsteins Handbuch der Organischen Chemie, die leider nirgendwo öffentlich zugänglich sind. Detaillierte Regeln zur biochemischen und Naturstoff-Nomenklatur liegen in neuen Zusammenfassungen vor<sup>9</sup>. Ausführliche Hinweise zur Namensgebung bei metall- und metalloide-organischen Verbindungen finden sich in den aktualisierten Regeln zur Nomenklatur der Anorganischen Chemie<sup>10</sup> sowie in einer neueren Zusammenstellung im J. Pure Appl. Chem.<sup>11</sup> Jüngsten Datums ist auch eine gründlich überarbeitete Neuauflage der Kohlenhydrat-Nomenklaturempfehlungen<sup>12</sup>. Von der IUPAC-Commission on Nomenclature of Organic Chemistry (CNOC) erarbeitete neue Entwicklungen auf dem Gebiet der chemischen Nomenklatur werden fortlaufend im Journal of Pure and Applied Chemistry (J. Pure Appl. Chem.) veröffentlicht.

In enger Beziehung zur systematischen Nomenklatur der Organischen Chemie stehen auch IUPAC-Ausarbeitungen zu Gattungsnamen<sup>13</sup> und zur Terminologie der Stereochemie<sup>14</sup>, sowie ein autoritativer Artikel von G. Helmchen zu allen mit stereochemischen Notationen zusammenhängenden Fragen<sup>15</sup> und schließlich ein Buch über allgemeine chemische Terminologie<sup>16</sup>.



Eine ausführliche Abhandlung zum Status und zur Handhabung der chemischen Fachsprache hat W. Liebscher vorgelegt<sup>17</sup>. Wer sich für historische Entwicklungen interessiert, dem seien noch die Bücher von W. Holland und V.M. Kisakürek<sup>18</sup> sowie vor allem die gesammelten Artikel und Dokumente<sup>19</sup> des langjährigen Vorsitzenden der IUPAC-Nomenklaturkommission P.E. Verkade zur Geschichte der Organisch Chemischen Nomenklatur empfohlen. Daß Namensgebungen und Namensschöpfungen durchaus auch amüsante Hintergründe haben können, wird eindrucksvoll von Nickon und Silversmith belegt<sup>20</sup>.

<sup>1</sup> International Union of Pure and Applied Chemistry, Nomenclature of Organic Chemistry, Commission on Nomenclature of Organic Chemistry, Sections A, B, C, D, E, F and H. 1979 Edition. Pergamon Press, Oxford, 1979. Deutsche Ausgabe: Internationale Regeln für die Chemische Nomenklatur und Terminologie. Band 1. Deutscher Zentralausschuß für Chemie. Verlag Chemie, Weinheim, 1975.

<sup>2</sup> A Guide to IUPAC Nomenclature of Organic Compounds, Recommendations 1993. Blackwell, Oxford, 1993. Deutsche Ausgabe: Nomenklatur der Organischen Chemie, International Union of Pure and Applied Chemistry. VCH, Weinheim, 1997.

<sup>3</sup> The Ring Systems Handbook, Chem Abstr. Service 1984; letzte Auflage 1993; letztes Supplement Mai 1997.

<sup>4</sup> IUPAC Recommendations 1998: Nomenclature of Fused and Bridged Fused Ring Systems, (Prepared for publication by G. P. Moss) Pure Appl. Chem. **1998**, *70*, 143.

<sup>5a</sup> IUPAC Recommendations 1999: Extension and Revision of the von Baeyer System for naming Polycyclic Compounds (including Bicyclic Compounds), (Prep. for publ. by G. Moss), Pure Appl. Chem. **1999**, *71*, 513.

<sup>5b</sup> IUPAC Recommendations 1999: Extension and Revision of the Nomenclature for Spiro Compounds, (Prep. for publ. by G. P. Moss), Pure Appl. Chem. **1999**, *70*, 1999.

<sup>6</sup> IUPAC Recommendations 1998: Phane Nomenclature, Part I: Phane Parent Names, (Prep. for publ. by H. W. Powell), Pure Appl. Chem. **1998**, *70*, 1513. Part II: Pure Appl. Chem. **2002**, *74*, 809.

<sup>7</sup> IUPAC Recommendations 2001: Generic Source-Based Nomenclature for Polymers, (Prep for Publication by E. Maréchal and E. S. Wilks). Pure Appl. Chem. **2001**, *73*, 1511. Deutsche Fassung: Angew. Chem. **2004**, *116*, 652.

<sup>8</sup> Die letzten durchgreifenden Veränderungen wurden in Section IV des Index Guides zur Ninth Collective Period (1972–1976) beschrieben. American Chemical Society, Chemical Abstracts Service, Columbus, Ohio. In den darauf folgenden Index Guides bis zur 12. Collect. Per. (1987–1991) sind jeweils nur noch sporadisch Veränderungen vorgenommen worden.

<sup>9a</sup> International Union of Biochemistry and Molecular Biology, *Biochemical Nomenclature and Related Documents*. Portland Press, London, 1992.

<sup>9b</sup> Revised Section F: Natural Products and Related Compounds, (Prep. for Publication by G. M. Giles, Jr.). Pure Appl. Chem. **1999**, *71*, 587. Errata, Corrections and Modifications, H. A. Favre et al., Pure Appl. Chem. **2004**, *76*, 1283.

<sup>10</sup> Nomenclature of Inorganic Chemistry, International Union of Pure and Applied Chemistry. Blackwell, Oxford, 1994. Deutsche Ausgabe: Nomenklatur der Anorganischen Chemie, IUPAC. VCH, Weinheim, 1995.

- <sup>11</sup> IUPAC Recommendations 1999: Nomenclature of Organometallic Compounds of the Transition Elements, (Prep. for publ. by A. Salzer), Pure Appl. Chem. **1999**, 71, 1957. Deutsche Fassung: Angew. Chem. **2002**, 114, 2043.
- <sup>12</sup> International Union of Pure and Applied Chemistry and International Union of Biochemistry and Molecular Biology, *Nomenclature of Carbohydrates* (Recommendations 1996). Pure Appl. Chem. **1996**, 68, 1919.
- <sup>13</sup> IUPAC, Glossary of Class Names of Organic Compounds and reactive Intermediates based on Structure. Recommendations 1995. Pure Appl. Chem. **1995**, 67, 1307.
- <sup>14</sup> Basic Terminology of Stereochemistry, IUPAC. Pure Appl. Chem. **1996**, 68, 2193.
- <sup>15</sup> G. Helmchen: Nomenclature and Vocabulary of Organic Stereochemistry in: Houben-Weyl, Methods of Organic Chemistry. Ed. G. Helmchen, R.W. Hofmann, J. Mulzer, E. Schaumann, Stereoselective Synthesis, Vol. E21a. Thieme, Stuttgart, 1995, p 1.
- <sup>16</sup> M. Orchin, F. Kaplan, R.S. Macomber, R.M. Wilson, H. Zimmer: *The Vocabulary of Organic Chemistry*. Wiley, New York, 1980.
- <sup>17</sup> W. Liebscher: *Entwicklung der Fachsprache Chemie. Möglichkeit zur Vereinfachung der Handhabung der Nomenklatur*. Habilitationsschrift, Universität Dresden 1991. Siehe dazu auch: D. Hellwinkel: *Der derzeitige Status der Chemischen Fachsprache*, Chemie für Labor und Betrieb **1977**, 28, 130.
- <sup>18</sup> W. Holland: *Die Nomenklatur in der Organischen Chemie*, Verlag Harri Deutsch, Frankfurt 1969. M. V. Kisakürek (Ed.) *Organic Chemistry: Its Language and its state of the Art*. VHCA, Basel, VCH, Weinheim, 1993.
- <sup>19</sup> P.F. Verkade: *A History of the Nomenclature of Organic Chemistry*. Reidel, Dordrecht, 1985.
- <sup>20</sup> A. Nickon, E.F. Silversmith: *Organic Chemistry: The Name Game. Modern Coined Terms and Their Origins*. Pergamon Press, Oxford, 1987.

---

# 1 Stammsysteme

## 1.1

### Acyclische Kohlenwasserstoff-Systeme

#### 1.1.1

##### Lineare Systeme

Gesättigte acyclische Kohlenwasserstoffe werden unter dem Gattungsnamen **Alkane** zusammengefaßt; die von ihnen abgeleiteten Substituentengruppen heißen **Alkyl**-Gruppen. Das Benennungssystem ist auf die unverzweigten Glieder der homologen Reihe  $C_nH_{2n+2}$  bezogen, von denen nur die ersten vier **trivial** bezeichnet werden:

1 Methan, 2 Ethan, 3 Propan, 4 Butan

Ab  $n = 5$  wird systematisch benannt, indem die Silbe ...**an** (engl. ...**ane**) an ein dem Griechischen bzw. Lateinischen entnommenes Zahlwort angehängt wird:

5 Pentan, 6 Hexan, 7 Heptan, 8 Octan, 9 Nonan

Alle übrigen unverzweigten Kohlenwasserstoffe können durch Kombination der Zahlworte der ersten Dekade mit dem jeweiligen Zahlwort für die folgenden Dekaden benannt werden; in analoger Weise lassen sich auch Hunderter und Tausender in dieses System einbeziehen:

1 Hen	$\left. \begin{array}{l} \left\{ \begin{array}{l} 10 \text{ Decan} \\ 20 \text{ Cosan} \\ 30 \text{ Tria} \\ 40 \text{ Tetra} \\ 50 \text{ Penta} \\ 60 \text{ Hexa} \\ 70 \text{ Hepta} \\ 80 \text{ Octa} \\ 90 \text{ Nona} \end{array} \right\} \right\} \text{contan}$	100 He	$\left. \begin{array}{l} \left\{ \begin{array}{l} 1000 \text{ Ki} \\ 2000 \text{ Di} \\ 3000 \text{ Tri} \\ 4000 \text{ Tetra} \\ 5000 \text{ Penta} \\ 6000 \text{ Hexa} \\ 7000 \text{ Hepta} \\ 8000 \text{ Octa} \\ 9000 \text{ Nona} \end{array} \right\} \right\} \text{ctan}$	1000 Ki	$\left. \begin{array}{l} \left\{ \begin{array}{l} 1000 \text{ Ki} \\ 2000 \text{ Di} \\ 3000 \text{ Tri} \\ 4000 \text{ Tetra} \\ 5000 \text{ Penta} \\ 6000 \text{ Hexa} \\ 7000 \text{ Hepta} \\ 8000 \text{ Octa} \\ 9000 \text{ Nona} \end{array} \right\} \right\} \text{lian}$
2 Do		200 Di		2000 Di	
3 Tri		300 Tri		3000 Tri	
4 Tetra		400 Tetra		4000 Tetra	
5 Penta		500 Penta		5000 Penta	
6 Hexa		600 Hexa		6000 Hexa	
7 Hepta		700 Hepta		7000 Hepta	
8 Octa		800 Octa		8000 Octa	
9 Nona		900 Nona		9000 Nona	

Ausnahmen: 1 = Mono, 2 = Di, 11 = Undecan, 20 = Icosan, 21 = Henicosan. Die entsprechenden Substituentengruppen tragen anstelle der Endsilbe ...**an** die Silbe ...**yl**; die freie Valenz ist immer mit 1 zu beziffern (was nicht gesondert angegeben werden muß). Es zeichnet sich hier aber eine Tendenz ab, in Zukunft nur noch die ungekürzten ...**anyl**-Endungen zu verwenden, die dann auch mit von 1 verschiedenen Lokanten versehen werden können, wie z. B.: 2-Methylpropan-2-yl anstelle von 1,1-Dimethylethyl (= *tert*-Butyl)

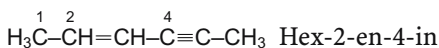
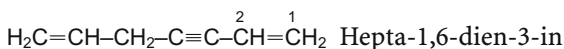
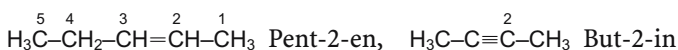
$C_{22}H_{46}$  Docosan,  $C_{44}H_{90}$  Tetratetracontan,  
 $-C_{75}H_{151}$  Pentaheptacontyl,  $-C_{121}H_{243}$  Henicosahectyl,  
 $C_{9876}H_{19754}$  Hexaheptacontaoctactanonalian

Ungesättigte acyclische Kohlenwasserstoffe mit Doppel- und/oder Dreifachbindungen werden generell als **Alkene**, **Alkine** und **Alkenine** bezeichnet; mehrfache Unsättigung wird durch Zahlsilben **di**, **tri** usw. angegeben: **Alkatriene**, **Alkendiine** usw.

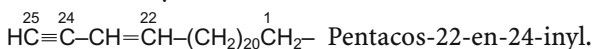
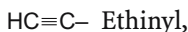
Die Gattungsnamen der entsprechenden Substituentengruppen werden durch Anhängen der Silbe ...**yl** gebildet: **Alkadienriinyl** usw.

Zur Benennung einzelner Glieder wendet man die für die gesättigten Systeme gegebenen Prinzipien sinngemäß an; trivial benannt werden nur noch **Methylen**  $\dot{C}H_2$ , **Ethylen**  $H_2C=CH_2$ , **Allen**  $H_2C=C=CH_2$  und **Acetylen**  $HC\equiv CH$ .

Die Bezifferung der Ketten erfolgt so, daß die Mehrfachbindungen zusammen die kleinsten Ziffern erhalten; hat man die Wahl, sind Doppelbindungen gegenüber Dreifachbindungen bevorzugt.



In den entsprechenden Substituentengruppen wird die Verknüpfungsposition stets mit 1 beziffert, erst dann ordnet man die Mehrfachbindungen wie oben:



Für die Gruppen **Vinyl**  $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-$  (system.: Ethenyl) und **Allyl**

$\text{H}_2\text{C}=\overset{2}{\text{CH}}-\overset{1}{\text{CH}_2}-$  (system.: Prop-2-enyl) werden die Trivialbegriffe beibehalten.

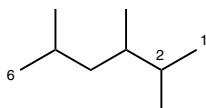
### 1.1.2

#### Verzweigte Systeme

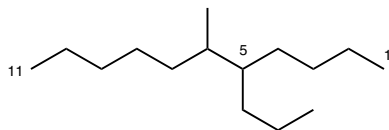
Verzweigte gesättigte und ungesättigte acyclische Kohlenwasserstoffe werden wie folgt benannt: man bestimmt die **Hauptkette**, der man dann die **Seitenketten** als Substituenten zuordnet. Bei der Festlegung der Hauptkette hat man die folgenden Prioritätsabstufungen zu beachten (s. auch Tabelle in Abschn. 6.1, S. 179):

- Die Hauptkette muß die größte Zahl an Doppel- und Dreifachbindungen zusammen enthalten.
- Ist dieses Kriterium noch mehrdeutig, oder wie im Falle der gesättigten Systeme irrelevant, entscheidet die größere Zahl an C-Atomen.
- Hat man dann noch die Wahl, bestimmt die größere Zahl an Doppelbindungen die Hauptkette.
- Ist dann noch keine Entscheidung möglich, gewinnt die Kette mit den meisten Seitenketten.

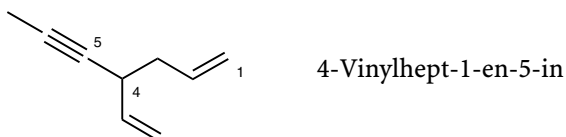
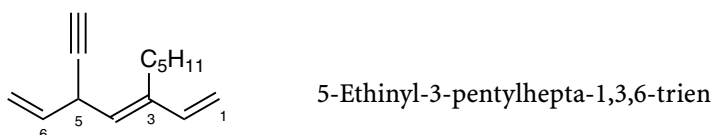
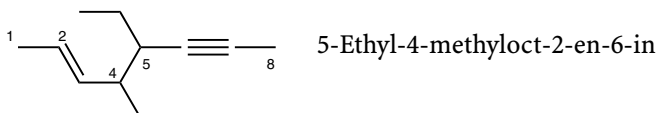
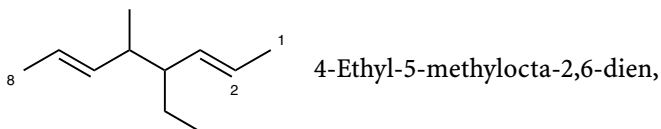
Die so definierte Hauptkette wird dann nach den für die unverzweigten Systeme gegebenen Prinzipien durchnummeriert. Bei der Benennung der Seitenketten, die ja ihrerseits weitere Seitenketten tragen können, verfährt man analog. Bei der Vereinigung der Teilstrukturen gibt man den Verknüpfungsstellen – wenn noch Wahlmöglichkeiten offen sind – kleinstmögliche Ziffern. Sind mehrere Seitenketten vorhanden, so ist, sofern alle obigen Prioritätskriterien ausgeschöpft sind, die alphabetische Reihenfolge maßgeblich, die auch grundsätzlich bei der Zitierung der Seitenketten anzuwenden ist, unabhängig von der Verknüpfungsziffer.



2,3,5-Trimethylhexan



6-Methyl-5-propylundecan



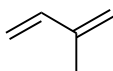
Bei den einfach verzweigten Kohlenwasserstoffen und ihren Substituentengruppen werden die folgenden **Trivialbezeichnungen** beibehalten:

Isobut  $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{an} \\ \text{yl} \end{smallmatrix} \right.$ , Isopent  $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{an} \\ \text{yl} \end{smallmatrix} \right.$ , Isohex  $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{an} \\ \text{yl} \end{smallmatrix} \right.$   $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-(\text{CH}_2)_n-\text{CH}_3$  bzw.

$(\text{CH}_3)_2\text{CH}-(\text{CH}_2)_n-\text{CH}_2-$   $n = 0-2$

Neopent  $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{an} \\ \text{yl} \end{smallmatrix} \right.$   $(\text{CH}_3)_4\text{C}$  bzw.  $(\text{CH}_3)_3\text{C}-\text{CH}_2-$

Isopren

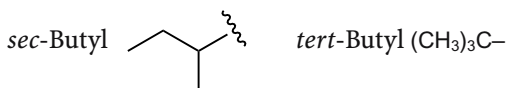


Isopropyl

$(\text{CH}_3)_2\text{CH}-$

Isopropenyl



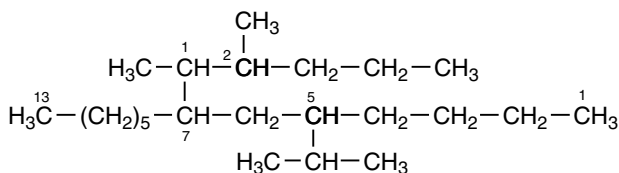


Anstelle der alphanumerischen Gruppenbezeichnungen  $-\text{CH}_3$ ,  $-\text{C}_2\text{H}_5$ ,  $-\text{C}_3\text{H}_7$ ,  $-\text{C}_4\text{H}_9$  sind auch die alphabetischen Kürzel **-Me**, **-Et**, **-Pr**, **-iPr**, **-Bu**, **-iBu**, **-sBu**, **-tBu** verwendbar.

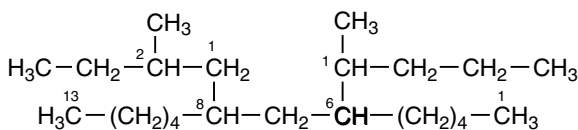
### 1.1.3

#### Systeme mit verzweigten Seitenketten

Liegen **weiter verzweigte Seitenketten** vor, so hat man zusätzlich zu beachten, daß die Seitenketten immer über ihre Position 1 an die Hauptkette zu knüpfen sind (s. dazu auch die Anmerkung auf S. 8 oben), daß ihre alphabetische Ordnung durch den ersten Buchstaben des kompletten substituierten Substituentennamens bestimmt wird, und daß bei dann noch verbleibenden Wahlmöglichkeiten kleinere Ziffern innerhalb der Substituenten den Ausschlag geben.

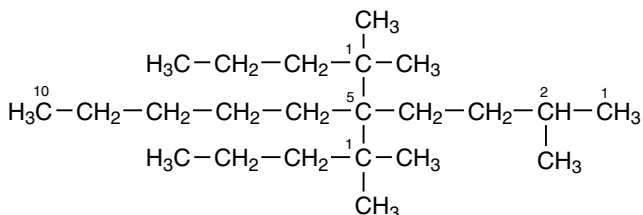


7-(1,2-Dimethylpentyl)-5-(isopropyl)tridecan



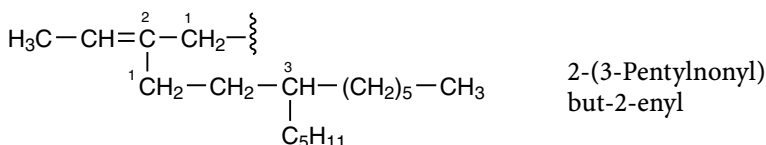
6-(1-Methylbutyl)-8-(2-methylbutyl)tridecan

Identische Seitenketten werden durch die multiplizierenden Präfixe **di**, **tri**, **tetra**, **penta** usw. angezeigt. Liegen identisch weitersubstituierte identische Seitenketten vor, so verwendet man die Präfixe **bis**, **tris**, **tetrakis**, **pentakis** usw. (für die direkte Verknüpfung identischer Einheiten sind die Präfixe **bi**, **ter**, **quater**, **quinque**, **sexi**, **septi** usw. zu verwenden. Siehe nachfolgende Abschnitte).



5,5-Bis(1,1-dimethylbutyl)-2-methyldecan

Liegt ein solches komplexes Kohlenwasserstoff-System als Substituentengruppe vor, so muß der **freien Valenz** wieder die Position 1 eingeräumt werden, erst dann werden die oben besprochenen Prioritätsregeln sinngemäß angewendet.



#### 1.1.4

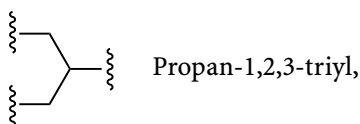
##### Mehrwertige Substituentengruppen

Mehrwertige Substituentengruppen acyclischer Kohlenwasserstoffe werden benannt, indem man dem Namen der einwertigen Gruppe die Silben ...**iden** bzw. ...**idin** anhängt, sofern sich die freien Valenzen am gleichen C-Atom befinden. Mehrfaches Vorkommen dieser Strukturelemente wird durch Zahlen-Infixe berücksichtigt. Trivial bleibt hier **Methylen**, =CH<sub>2</sub> oder -CH<sub>2</sub>-; die Gruppe =CH- wird auch als **Methin**-Gruppe bezeichnet.

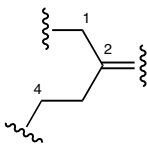
HC≡ Methylidin,      H<sub>2</sub>C=C= Vinyliden, (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>C= Isopropyliden,

≡C-CH<sub>2</sub>-CH=CH-C≡ Pent-2-en-1,4-diylidin,

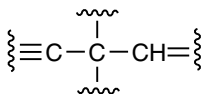
≡C-C≡C-CH= But-2-in-1-yliden-4-ylidin,





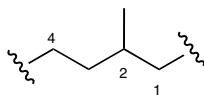
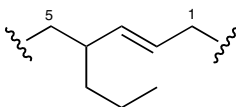


Butan-1,4-diyl-2-yliden



Propan-2,2-diyl-1-yliden-3-ylidin

Befindet sich **je eine freie Valenz** an den endständigen C-Atomen einer Kohlenwasserstoffkette, so spricht man noch häufig von Trimethylen-, Tetramethylen- usw. anstatt systematisch korrekt von Alkan-1, $\omega$ -diyl-Gruppen. Ungesättigte Substituentengruppen dieser Art werden benannt, indem man die Endsilbe ...**en** durch ...**enylen** ersetzt. Die Trivialbegriffe **Ethylen**  $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ , **Propylen**  $\text{H}_3\text{C}-\underset{|}{\text{CH}}-\text{CH}_2-$  und **Vinylen**  $-\underset{|}{\text{CH}}=\text{CH}-$  sind noch immer sehr verbreitet. Bei deren komplexeren Abkömmlingen sollten aber die systematischen Bezeichnungen vorgezogen werden.

2-Methylbutan-1,4-diyl  
(2-Methyltetramethylen)4-Propylpent-2-en-1,5-diyl  
(4-Propylpent-2-enylen)

## 1.2

### Cyclische Systeme

#### 1.2.1

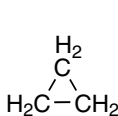
#### Cyclische Kohlenwasserstoff-Systeme

##### 1.2.1.1

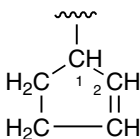
##### Monocyclische Kohlenwasserstoffe

Zur Benennung gesättigter und ungesättigter monocyclischer Kohlenwasserstoffe und ihrer Substituentengruppen verfährt man wie bei den acyclischen Analoga, muß jedoch das Präfix **Cyclo** voranstellen. Einwertige Gruppen erhalten wieder die Endung ...**yl**, zweiwertige die Endung ...**diyl**, [früher: ...**ylen**] (an verschiedenen Kohlenstoffen) bzw. ...**yliden** (am glei-

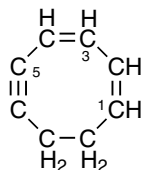
chen Kohlenstoff). Bei der Bezifferung haben die Positionen der **freien Valenzen** den Vorrang, dann werden Doppel- und Dreifach-Bindungen zusammen, dann Doppelbindungen mit den kleinstmöglichen Ziffern belegt.



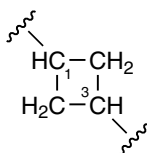
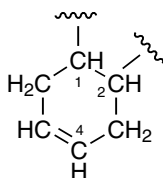
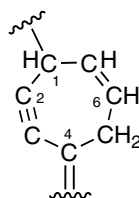
Cyclopropan



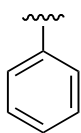
Cyclopent-2-enyl



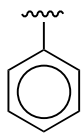
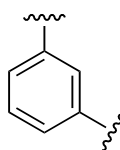
Cycloocta-1,3-dien-5-in

Cyclobutan-1,3-diyl  
früher:  
1,3-CyclobutylenCyclohex-4-en-1,2-diyl  
früher:  
Cyclohex-4-en-1,2-ylenCyclohept-6-en-2-in-  
1-yl-4-yliden

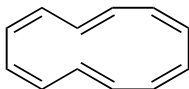
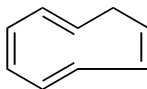
Die Bezeichnungen **Benzol**, **Phenyl-** und ***o,m,p*-Phenylen** werden trivial beibehalten.



oder

Phenyl  
Kürzel: Ph1,3-Phenylene  
(*m*-Phenylene)

Monocyclische Polyene der generellen Zusammensetzung  $C_nH_n$  oder  $C_nH_{n+1}$  und mit  $n > 6$ , die die maximale Anzahl nichtkumulierter Doppelbindungen aufweisen, können auch als [n] Annulene benannt werden.

[12]Annulen  
(Cyclododeca-  
1,3,5,7,9,11-hexaen)1H-[9]Annulen  
(Cyclonona-1,3,5,7-tetraen)

## 1.2.1.2

**Polycyclische Kohlenwasserstoffe**

## 1.2.1.2.1

**Kondensierte (anellierte) polycyclische Kohlenwasserstoffe**

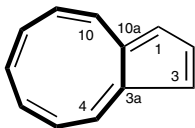
Die Nomenklatur dieser Verbindungen, in denen mindestens zwei weitgehend ungesättigte Ringe über mindestens zwei gemeinsame C-Atome miteinander verschmolzen (engl.: fused) sind, basiert auf einer Reihe von Trivialnamen, deren wichtigste nachfolgend in ansteigender Priorität aufgeführt sind. Die Systeme, die nur Benzoleinheiten umfassen, werden einschließlich ihrer Substitutionsprodukte generell als **Arene** oder Aromaten bezeichnet. Kondensierte Kohlenwasserstoff-Systeme, für die kein Trivialname beibehalten wird, werden systematisch wie folgt benannt:

Die Komponente, die den größten Ring oder/und – sofern ein Trivial-System gemäß der Tabelle 1 vorliegt – die meisten Ringe aufweist, wird als **Basiskomponente** ausgewiesen. Alle übrigen Komponenten werden dem Stammnamen in Form von Präfixen vorangestellt, indem ihre Endsilbe ...en in ...eno umgewandelt wird. Die folgenden abgekürzten Präfixe werden beibehalten:

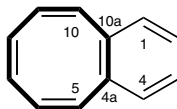
Acenaphtho    von Acenaphthylen  
 Anthra        von Anthracen  
 Benzo         von Benzol

Naphtho        von Naphthalin  
 Perylo         von Perylen  
 Phenanthro     von Phenanthren

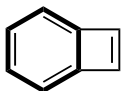
Präfixe für Monocyclen werden mit Ausnahme von **Benzo** wie **Cyclopenta**, **Cyclohepta** usw. gehandhabt. Es sei darauf hingewiesen, daß die Endsilbe ...en bei kondensierten Polycyclen durchweg für die **maximale Zahl nichtkumulierter Doppelbindungen** steht!



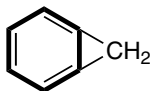
Cyclopentacyclononen  
 oder Cyclopenta[9]annulen  
 nicht: Cyclopentadieno-  
 cyclononatetraen



Benzocycloocten  
 oder Benzo[8]annulen  
 nicht: Benzocyclooctatetraen



Cyclobutabenzol

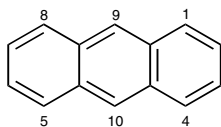


Cyclopropabenzol

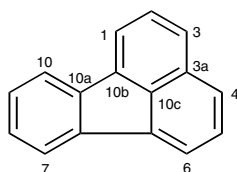
**Chem. Abstr.** verwendet hier unverständlicherweise die **von Baeyer Namen** Bicyclo[4.2.0]octa-1,3,5,7-tetraen und 1*H*-Bicyclo[4.1.0] hepta-1,3,5-trien, die den Aromatencharakter dieser Verbindungen völlig außerachtlassen.

**Tabelle 1.** Beibehaltene Trivialnamen für kondensierte Polycyclen in ansteigender Priorität (siehe dazu auch Kap. 6.2)

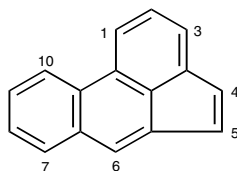
1 Pentalen		7 <i>as</i> -Indacen	
2 Inden		8 <i>s</i> -Indacen	
3 Naphthalin		9 Acenaphthylen	
4 Azulen		10 Fluoren	
5 Heptalen analog: Octalen etc.		11 Phenalen	
6 Biphenylen		12 Phenanthren <sup>a</sup>	

**Tabelle 1** (Fortsetzung)13 Anthracen<sup>a</sup>

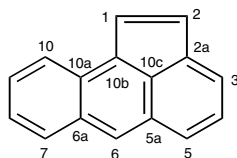
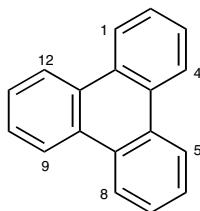
14 Fluoranthen



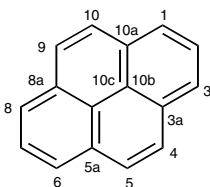
15 Acephenanthrylen



16 Aceanthrylen

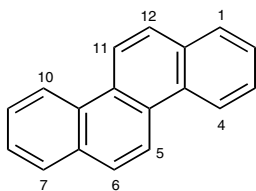
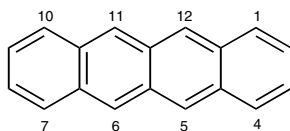
17 Triphenylen<sup>b</sup>

18 Pyren

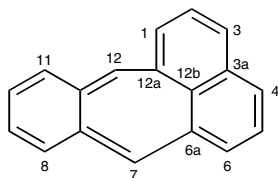


**Tabelle 1** (Fortsetzung)

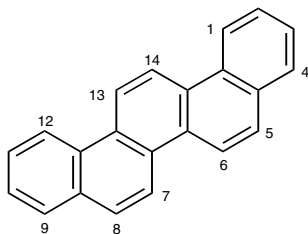
19 Chrysen

20 Naphthacen  
neuerdings:  
Tetracen

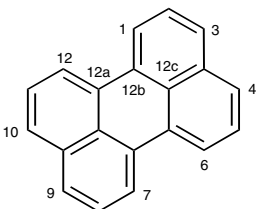
21 Pleiaden



22 Picen

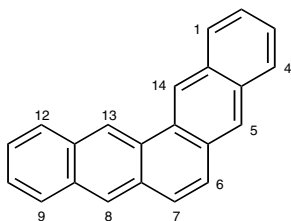


23 Perylen

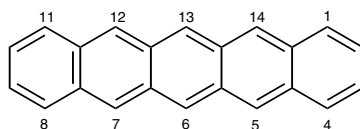
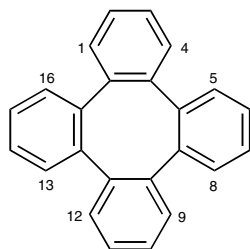


**Tabelle 1** (Fortsetzung)

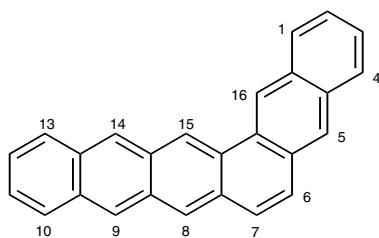
24 Pentaphen



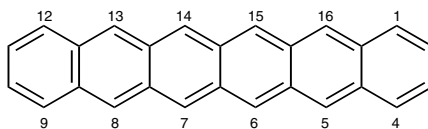
25 Pentacen

26 Tetraphenylen<sup>b</sup>

27 Hexaphen

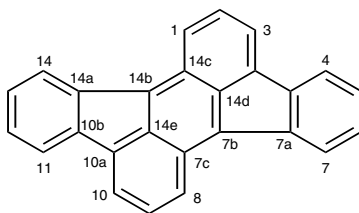


28 Hexacen

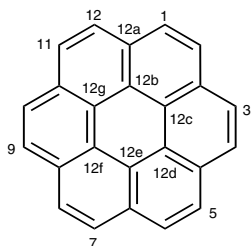


**Tabelle 1** (Fortsetzung)

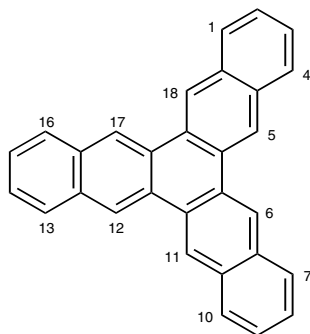
29 Rubicen



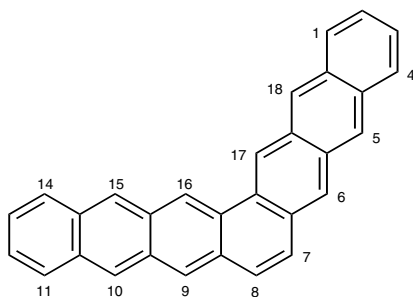
30 Coronen



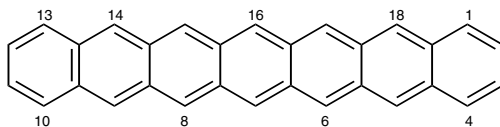
31 Trinaphthylen



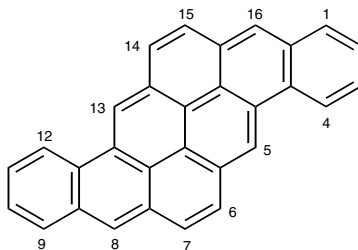
32 Heptaphen



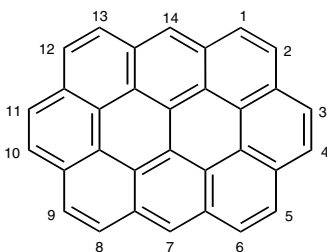


**Tabelle 1** (Fortsetzung)33 Heptacen<sup>c</sup>

34 Pyranthren



35 Ovalen

<sup>a</sup> Ausnahmen von der systematischen Bezifferung.<sup>b</sup> Müßte eigentlich Terphenylen, Quaterphenylen etc. heißen, da direkte Verknüpfungen identischer Einheiten (hier *o*-Phenylen) normalerweise mit *bi*, *ter*, *quater*, usw. angezeigt wird. Im übrigen ist diese Bezeichnungsweise auch für höhere und *meta*-verknüpfte Vertreter verwendbar: Pentaphenylen, Hexa-*m*-phenylen, etc.<sup>c</sup> Kann sinngemäß weitergeführt werden: Octacen, Nonacen... Polyacen; ebenso: ...Polyaphen.

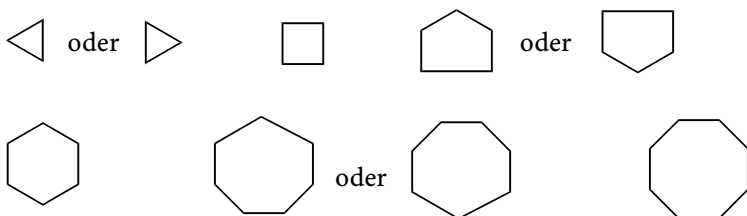
Grundsätzlich sind bei kondensierten Systemen zahlreiche **Isomere** möglich, die durch geeignete **Deskriptoren** unterschieden werden müssen.

Hierzu werden die Seiten der Basiskomponenten im Sinne der Positionenzählung 1, 2, 3, 4, ... (unbeschadet einer etwaigen **Ausnahmebezifferung**) fortlaufend mit kursiven Buchstaben *a*, *b*, ... belegt. Für die zugeordneten **Sekundärkomponenten** wird die übliche Bezifferung beibehalten. Die Kombination der Namen der Teilstrukturen erfolgt dann derart, daß die **Verschmelzungspositionen** in eckigen Klammern dazwischengeschoben werden. Selbstverständlich wird hier wieder das Prinzip kleinster Chiffren beachtet (zuerst kleinste Buchstaben, dann kleinste Ziffern! Die **Ziffernabfolge** der Anellierungskomponenten orientiert sich an

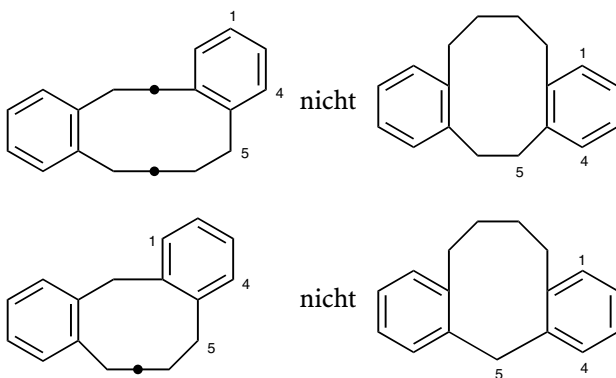
der **Buchstabenabfolge** der Basiskomponente); sind mehrere Sekundärkomponenten vorhanden, gilt, wie üblich, die alphabetische Reihenfolge.

Zur Festlegung der richtigen Buchstaben- und Ziffernfolgen ist es unbedingt notwendig, sowohl für die einzelnen Komponenten eines komplexeren kondensierten Systems wie auch für dieses selbst, die maßgeblichen **Orientierungsregeln** zu beachten, wie sie im folgenden aufgeführt sind.

Zunächst muß aber eine Vereinbarung über die **zeichnerische Wiedergabe** der verschiedenen Ringsysteme getroffen werden:

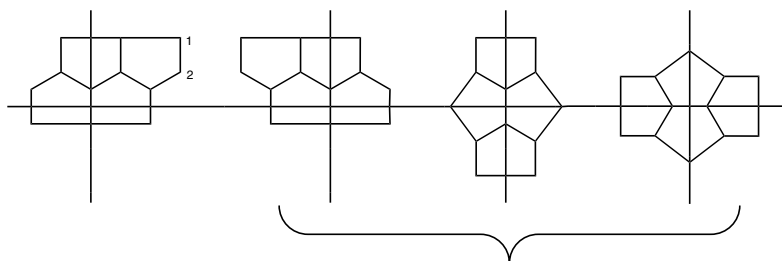


Die senkrecht gezeichneten Bindungen müssen dabei so weit wie möglich voneinander entfernt sein, was insbesondere bei höhergliedrigen Ringen von Bedeutung ist, z. B.:



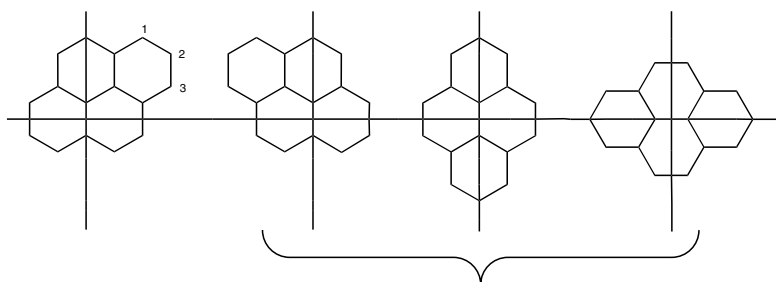
Nun orientiert man die Formeln so, daß

- möglichst viele Ringe auf einer horizontalen Achse liegen,
- möglichst viele Ringe rechts oberhalb dieser Achse liegen (vgl. vertikale Hilfsachse),
- möglichst wenig Ringe links unterhalb der horizontalen Achse liegen,
- möglichst viele Ringe oberhalb der horizontalen Achse liegen,
- die vorrangige Endbezeichnung vorliegt.



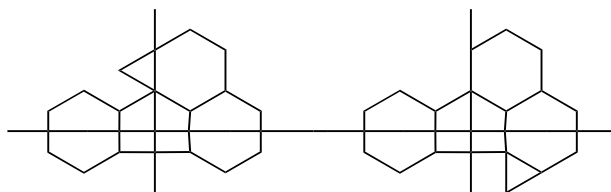
richtig

falsch



richtig

falsch

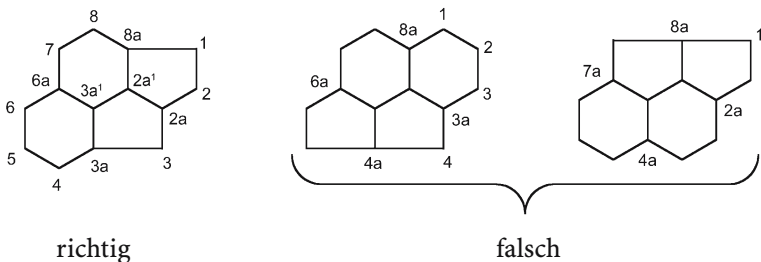


richtig

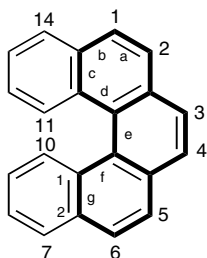
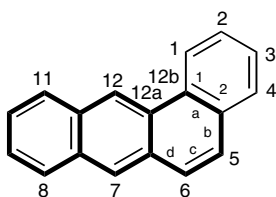
falsch

Die **Bezifferung** wird im **Uhrzeigersinn** vorgenommen und beginnt am **obersten, rechtesten Ring**, an dessen **linkster Position** (die allerdings keine Verschmelzungsstelle sein darf). Kohlenstoffatome, die mehreren Ringen gemeinsam sind, werden indirekt durch Anfügen von a, b, c, usw. an die Position des unmittelbar vorangehenden Kohlenstoffs beziffert. Innere Kohlenstoffatome wurden bis vor kurzem von der höchstbezifferten Position fortlaufend mit a, b, c usw. im Uhrzeigersinn belegt. Einer neueren Regelrevision zufolge werden jetzt die Lokanten innerer Gerüst-atome auf das jeweils nächstliegende periphere Nachbaratom bezogen, wobei Superskripte die Anzahl der dazwischen liegenden Bindungen angeben. Ein charakteristisches Beispiel, bei dem erst die niedrigstmögliche Bezifferung der

Verschmelzungspositionen den Ausschlag gibt, soll auf Fehlermöglichkeiten hinweisen:

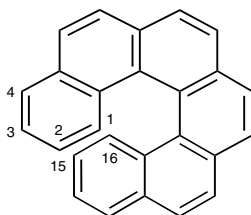
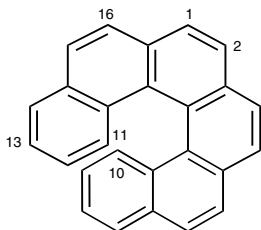


Die Zahlenfolge 2,3,6,8 ist kleiner als 3,4,6,8 oder 2,4,7,8. **Merke:** nicht die Summe entscheidet, sondern die erstmögliche unterscheidbare Position.



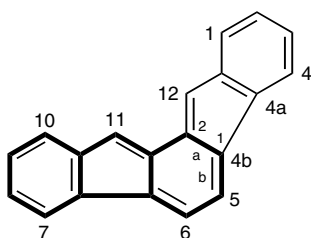
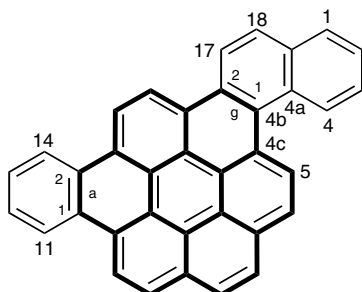
nicht Naphtho[2,1-c]phenanthren

Werden an den vorstehenden Pentacyclus weitere Benzo-Annellanden gleichartig *ortho*-kondensiert, resultieren helicale Strukturen, die als **Hexa-**, **Hepta-** etc. **-helicene** bezeichnet werden können. Da nach den geltenden Regeln die Kranzbezifferung hier von Fall zu Fall wechselt, wird neuerdings vorgeschlagen, derartige Systeme generell von einem Ende der Helix zum anderen durchzunummerieren.

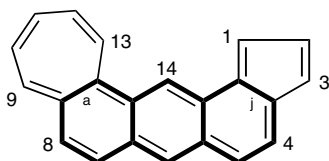
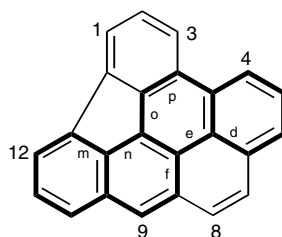
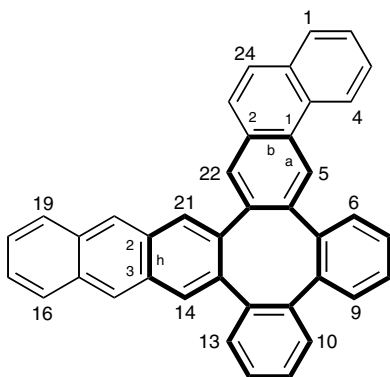


## Hexahelicen

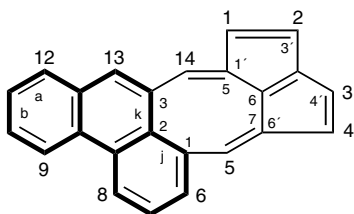
neue Bezifferung

Indeno[2,1-*a*]fluorenBenzo[*a*]naphtho[2,1-*g*]coronen

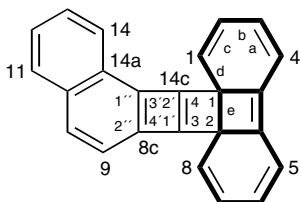
Da in beiden obigen Beispielen die Buchstabenabfolge im Uhrzeigersinn vorgegeben ist, die Ziffernfolge aber, um dem Prinzip kleinster Ziffern zu genügen, entgegengesetzt läuft, muß es ... [2,1-*a* bzw. -*g*] ... und nicht ... [1,2-*a* bzw. -*g*] ... heißen!

Cyclohepta[*a*]cyclopent  
[*j*]anthracenBenzo[*def*]indeno  
[1,2,3,4-*mnop*]chrysenDinaphtho[1,2-*b*:2,3-*h*]  
tetraphenylene

Bei komplexeren Systemen, bei denen eine **Tertiärkomponente** (oder gar **Quartärkomponente**) über die Sekundärkomponente an ein Basissystem kondensiert ist, wird die Komponente höherer Ordnung mit **markierten (primed)** Ziffern in der eckigen Klammer angegeben.

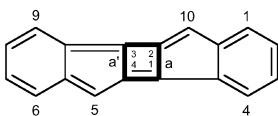


Pentaleno[1',6':5,6,7]cycloocta  
[1,2,3-jk]phenanthren

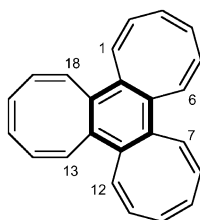


Naphtho[1'',2'':3',4']cyclobuta[1',2':3,4]  
cyclobuta[1,2-e]biphenylen

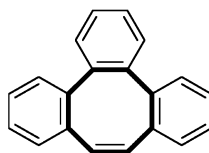
Kondensierte Systeme, bei denen eine zentrale Komponente mit zwei oder mehr **identischen peripheren ranghöheren Komponenten** verschmolzen ist, müssen wie folgt benannt werden:



Cyclobuta[1,2-a:3,4-a']  
diinden



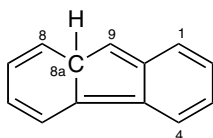
Benzo[1,2,3,4:5,6]  
triscycloocten  
oder: Benzo  
[1,2:3,4:5,6]tri  
[8]annulen



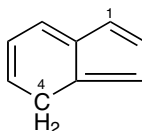
Tribenzo[a,c,e]  
cycloocten oder  
Tribenzo[a,c,e]  
[8]annulen

Befinden sich in einem kondensierten Kohlenwasserstoff gesättigte Positionen ( $\geq\text{CH}$  oder  $>\text{CH}_2$  Gruppen), so müssen diese durch Ziffern angezeigt werden. Bei **einer** solchen Gruppe spricht man von **indiziertem H**

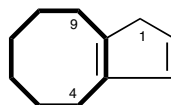
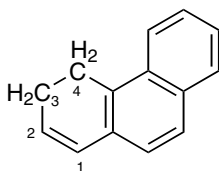
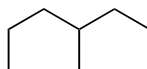
(*kursive Schrifttype*), treten diese Positionen paarweise konjugiert auf, werden die entsprechenden Verbindungen als **Di-**, **Tetra-** oder **Perhydro-Derivate** betrachtet. Erlauben die oben besprochenen Selektionsregeln keine Entscheidung, müssen die hydrierten Positionen kleinstmöglich beziffert werden, wobei der indizierte Wasserstoff den Vorrang hat und auch direkt dem Kohlenwasserstoff-Namen vorangestellt wird.



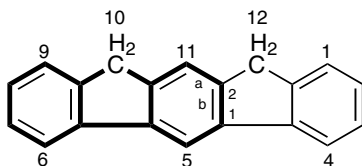
8aH-Fluoren



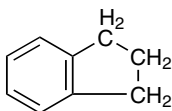
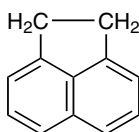
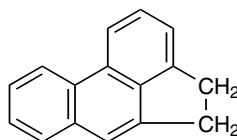
4H-Inden

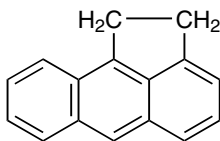
4,5,6,7,8,9-Hexahydro-  
1H-cyclopenta-  
cycloocten3,4-Dihydrophenanthren  
(Ausnahme-Bezifferung)

Perhydropentalen

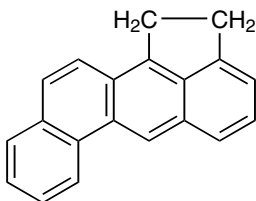
10,12-Dihydroindeno[2,1-*b*]fluoren

Für hydrierte kondensierte Kohlenwasserstoffe werden unter anderen die folgenden **Trivialbezeichnungen** beibehalten.

Indan  
(2,3-Dihydro-  
1H-inden)Acenaphthen  
(1,2-Dihydro-  
acenaphthylen)Acephenanthren  
(4,5-Dihydro-  
acephenanthrylen)



Aceanthren  
(1,2-Dihydroaceanthrylen)



Cholanthren

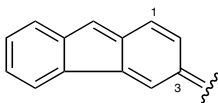
Die Benennung der von den kondensierten Kohlenwasserstoffen abgeleiteten Substituentengruppen erfolgt, wie mehrfach beschrieben, durch Anfügen der Silben

**yl** bei einwertigen Gruppen,

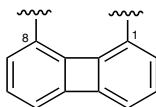
**yliden** bei zwei freien Valenzen am gleichen C-Atom und

**diyl** (früher: **ylen**) bei zwei freien Valenzen an verschiedenen C-Atomen.

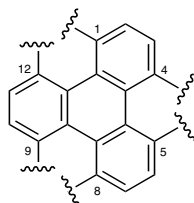
Mehr als zwei freie Valenzen werden mit ... **triyl**, ... **tetrayl** usw. angezeigt. Verwendet man wie Chem. Abstr. anstelle der traditionellen abgekürzten Termini **2-Naphthyl**, **9-Anthryl**, **4-Phenanthryl** etc. die ungekürzten systematischen Formen, so werden die Lokanten infixiert: **Naphthalin-2-yl**, **Phenanthren-4-yl** etc. Die Bezifferung erfolgt im Rahmen der Kohlenwasserstoff-Bezifferung so, daß die freien Bindungsstellen die kleinsten Nummern erhalten.



Fluoren-3-yliden



Biphenylen-1,8-diyl  
(1,8-Biphenylenylen)



Triphenylen-  
1,4,5,8,9,12-hexayl

### 1.2.1.2.2

#### Verbrückte polycyclische Kohlenwasserstoffe

#### 1.2.1.2.2.1

##### v. Baeyer-System

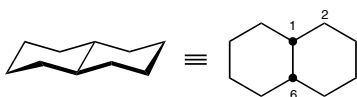
Gesättigte cyclische Kohlenwasserstoffe mit zwei oder mehr Ringen, in denen mindestens zwei Ringe wenigstens zwei gemeinsame Kohlenstoff-



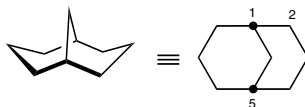
atome aufweisen, werden als **Bi-**, **Tri-**, **Tetra-** ... usw. **-cycloalkane** bezeichnet. Die Anzahl der Ringe ergibt sich hierbei leicht aus der Zahl der C-C-Spaltungen, die notwendig sind, um eine offenkettige Verbindung zu erhalten.

Zur Festlegung des Verbindungsnamens geht man nacheinander wie folgt vor:

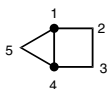
- Man überführt das eventuell dreidimensionale Formelbild in eine geeignete **planare** Darstellung.
- Man fixiert denjenigen Ring als **Haupttring**, der die meisten C-Atome enthält.
- Die längstmögliche Kohlenstoffkette, die zwei C-Atome des aus **zwei Zweigen** bestehenden Haupttringes miteinander verbindet, wird als **Hauptbrücke** festgelegt, die entsprechenden Verknüpfungsstellen heißen **Brückenköpfe**.
- Bei der Zusammensetzung des Namens wird nach dem Begriff **cyclo** in eckigen Klammern die Anzahl der C-Atome der beiden **Zweige des Haupttringes**, der Hauptbrücke und eventuell vorhandener **Sekundärbrücken** in absteigender Reihenfolge gegeben.
- Die Bezifferung beginnt an einem Brückenkopf und läuft auf dem längsten Wege (Haupttring) dahin zurück. Dann folgen die (möglichst große) Hauptbrücke, die den Haupttring **möglichst symmetrisch** teilen soll und die Sekundärbrücken. Die Brückenköpfe der Sekundärbrücken müssen durch Superskripte angegeben werden, die man natürlich im Rahmen der vorstehenden Regeln wieder möglichst klein wählt.



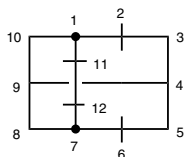
Bicyclo[4.4.0]decan  
(Decalin)



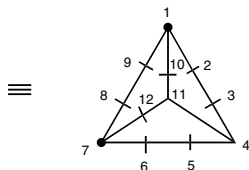
Bicyclo[3.3.1]nonan



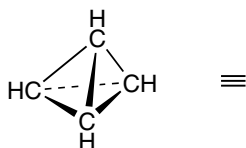
Bicyclo[2.1.0]  
pentan



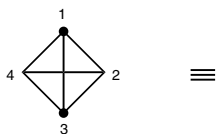
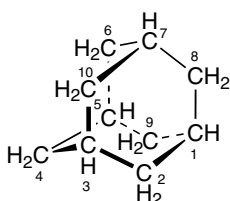
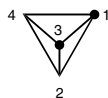
Tricyclo[5.3.2.0<sup>4,9</sup>]  
dodecan  
richtig



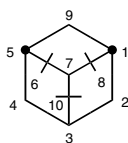
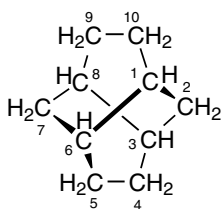
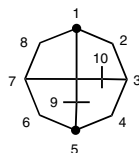
...[5.2.3.0<sup>4,11</sup>]...  
falsch



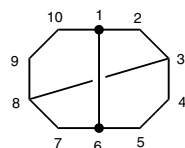
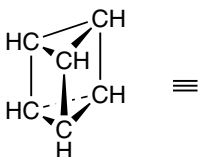
Tetrahedran

Tricyclo[1.1.0.0<sup>2,4</sup>]butan

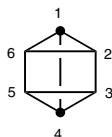
Adamantan

Tricyclo[3.3.1.1<sup>3,7</sup>]decan

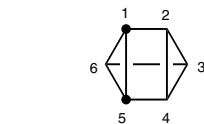
Twistan

Tricyclo[4.4.0.0<sup>3,8</sup>]decan

Prisman:

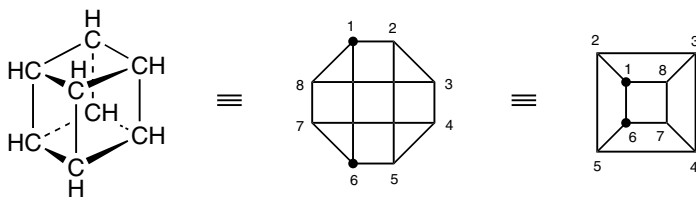


Tetracyclo[2.2.0.0<sup>2,6</sup>.0<sup>3,5</sup>]-  
hexan  
richtig

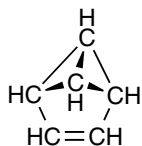


Tetracyclo[3.1.0.0<sup>2,4</sup>.0<sup>3,6</sup>]-  
hexan  
falsch

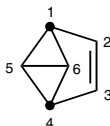
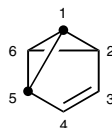
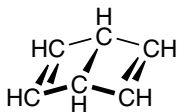
Symmetrische Teilung des Hauptringes

Cubane: Pentacyclo[4.2.0.0<sup>2,5</sup>.0<sup>3,8</sup>.0<sup>4,7</sup>]octan

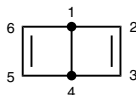
Bei der Einführung von Mehrfachbindungen, insbesondere von mehreren Doppelbindungen in derartige Systeme, sieht man sich rasch Grenzsituationen konfrontiert, die gegebenenfalls die Anwendung einer anderen Bezeichnungsweise vernünftiger erscheinen lassen. Während die folgenden Verbindungen, beides Valenzisomere des **Benzols** (wie oben **Prisman**), klar und eindeutig bezeichnbar sind,



Benzvalen

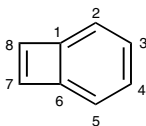
Tricyclo[2.1.1.0<sup>5,6</sup>]hex-2-en  
falschTricyclo[3.1.0.0<sup>2,6</sup>]hex-3-en  
richtig

Dewarbenzol

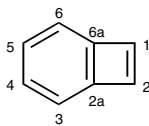


Bicyclo[2.2.0]hexa-2,5-dien

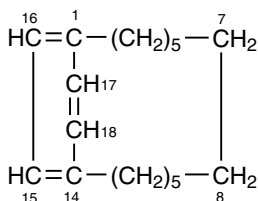
empfiehlt es sich bei den Verbindungen, die intakte benzoide Gerüste aufweisen, die Nomenklatur für kondensierte Polycyclen bzw. für seitenkettentragende Stammsysteme zu verwenden.



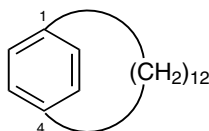
Bicyclo[4.2.0]octa-1,3,5,7-tetraen



besser: Cyclobutabenzol



Bicyclo[12.2.2]octadeca-  
1(16),14,17-trien



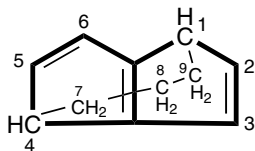
besser: 1,4-Dodecamethylenbenzol  
oder 1,4-Dodecanobenzol (s. unten)  
bzw. (1,4)Benzenacyclotridecaphan  
(s. Cyclophannomenklatur S. 69)

### 1.2.1.2.2.2

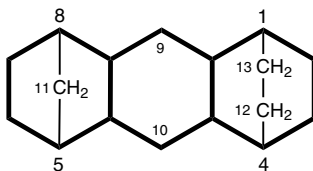
#### Verbrückte kondensierte Systeme

Vollends verzichtet man auf die obige Bezeichnungsweise bei mehr oder weniger ausgedehnten kondensierten Systemen, die zusätzliche Brücken aufweisen. Hier werden die Brückendescriptoren als Vorsilben dem Stammsystem vorangestellt (alphabetische Reihenfolge!), indem man die entsprechenden Kohlenwasserstoffnamen ...an, ...en etc. zu ...ano-, ...eno-abwandelt. Die Brückenköpfe werden in Form möglichst kleiner Lokantenziffern beigegeben, die Brückenglieder fortlaufend vom höchst-bezifferten Brückenkopf gezählt. Die wichtigsten Kriterien zu Auswahl des der Verbrückung zugrunde zu legenden kondensierten Systems werden wie folgt nacheinander geprüft:

- Maximale Zahl von Ringen
- Größte Zahl von Skelettatomen
- Kleinste Anzahl von Heteroatomen (s. S. 67)
- Ranghöchstes Stammsystem



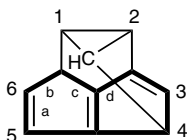
1,4-Dihydro-1,4-propanopentalen



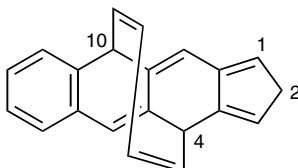
Perhydro-1,4-ethano-5,8-  
methanoanthracen

Die dreiwertige  $\text{HC}\equiv$  Brücke wird als **Metheno**-(system. **Methantriyl**-) Brücke eingeführt. Bei ungesättigten Brücken werden die Lokanten der

Mehrfachbindungen in eckigen Klammern innerhalb des Brückenterms angegeben.

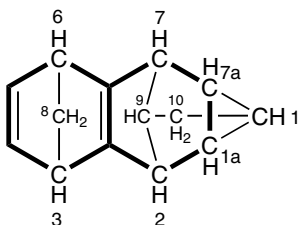


1,2,4,6a-Tetrahydro-1,2,4-methanocyclopenta[*cd*]pentalen  
besser:  
... 1,2,4-(methantriyl)cyclo ...

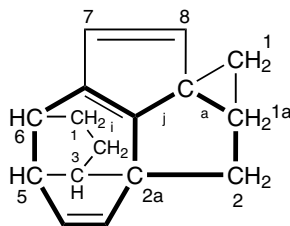


4,10-Dihydro-2*H*-4,10-buta[1,3]dienocyclopenta[*b*]anthracen

Andere mehrwertige Brücken werden ähnlich wie die zugehörigen Substituentengruppen gehandhabt.

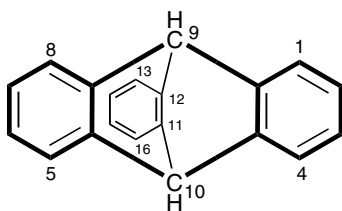


1a,2,3,6,7,7a-Hexahydro-1,2,7-[1]ethanyl[2]yliden-3,6-methano-1*H*-cyclopropa[*b*]naphthalin  
besser: ... -2,7,1-(ethan[1,1,2]triyl)-3,6- ...



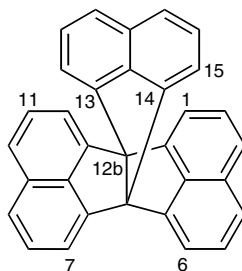
1a,2,5,6-Tetrahydro-6,2a,5-[1]propanyl[3]yliden-1*H*-cyclopenta[*ij*]cyclopropa[*a*]azulen  
besser: ... -5,2a,6-(propan[1,1,3]triyl)-1*H*- ...

Ringsysteme der Tabelle 1 werden als Brücken benannt, indem man die Endung ...en zu ...eno abwandelt.



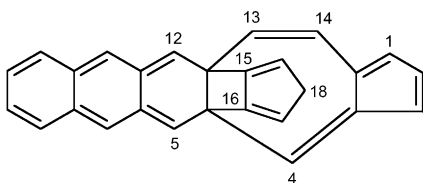
9,10-Dihydro-9,10-[1,2]benzenoanthracen

trivial = Triptycenes



6b,12b-[1,8]Naphthoacenoacaphtho[1,2-a]acenoaphthylene

Einfache monocyclische Kohlenwasserstoffbrücken werden benannt, indem man das Morphem ...**epi**... dem entsprechenden Kondensations-Präfix voranstellt.



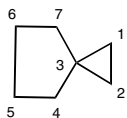
18H-4a,12a-[1,2]Epicyclopentaazuleno[5,6-b]anthracen

Chem. Abstr. verwendet hier: ... [1',2']-endo-cyclo...

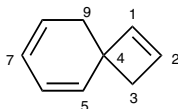
### 1.2.1.2.3

#### **Spiro-Kohlenwasserstoffe**

Eine **Spiro-Verknüpfung** liegt vor, wenn zwei Ringe über ein einziges (Kohlenstoff)-Zentrum miteinander verbunden sind. Monospirocyclen, die nur zwei aliphatische Ringe aufweisen, erhalten den Namen des entsprechenden acyclischen Systems mit der gleichen Zahl von C-Atomen, dem der Term **Spiro** gefolgt von den Summen der an das Spiroatom gebundenen C-Atome in eckigen Klammern vorangestellt wird. Inkonssequenterweise wird hier, entgegen den Regeln bei verbrückten Polycyclen, zuerst die Anzahl der Atome des kleineren Zweigs genannt. Eventuell vorhandene Mehrfachbindungen werden wieder mit kleinsten Ziffern belegt.

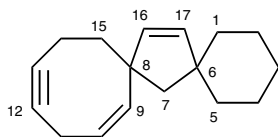


Spiro[2.4]heptan

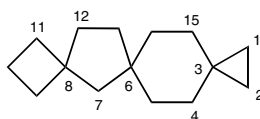


Spiro[3.5]nona-1,5,7-trien

**Lineare Polyspiroverbindungen** dieser Art werden als **Dispiro-**, **Trispiro-** usw. -Kohlenwasserstoffe benannt; in der eckigen Klammer werden die Summen der C-Atome zwischen den Spirozentren angegeben, beginnend mit dem kleinstmöglichen Ring. Die Gesamtbezeichnung erfolgt so, daß die Spiroatome die kleinstmöglichen Ziffern erhalten, wenn man mit der Zählung an einem dem Spiroatom benachbarten C-Atom des kleineren Außenrings beginnt.

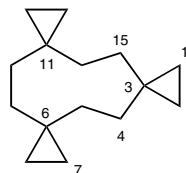


Dispiro[5.1.7.2]heptadeca-9,16-dien-12-in

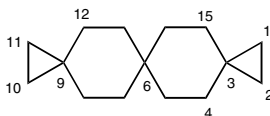


Trispiro[2.2.1.3.2.2]pentadecan

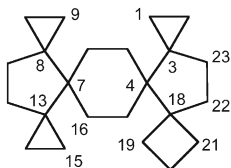
Bei nur Monocyclen aufweisenden **verzweigten Polyspiroverbindungen** müssen jedoch, um die Unterscheidung von den entsprechenden linearen Isomeren zu gewährleisten, noch mindestens die Lokanten der **verzweigenden Spirozentren** als Superskripte der jeweiligen Verzweigungsdenominatoren angegeben werden.

Trispiro[2.2.2<sup>6</sup>.2.2<sup>11</sup>.2<sup>3</sup>]pentadecan

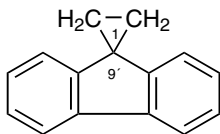
Der frühere Name Trispiro[2.2.2.2.2]pentadecan war mit dem des rechts gezeigten linearen Isomeren identisch! Auch hier kann/sollte der numerische Deskriptor zu ... [2.2.2.2<sup>9</sup>.2<sup>6</sup>.2<sup>3</sup>] ... präzisiert werden.



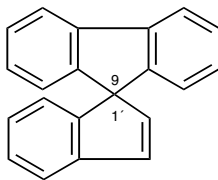
Dieses Verfahren läßt sich nun zwanglos auf alle Kombinationen von linearen und verzweigten Polyspiroverbindungen ausweiten.

Hexaspiro[2.0.2.0.2<sup>8</sup>.2.2<sup>13</sup>.0<sup>7</sup>.2<sup>4</sup>.0.2<sup>18</sup>.2<sup>3</sup>]tricosan

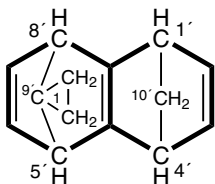
Bei Spiroverbindungen, die mindestens ein kondensiertes und/oder verbrücktes Kohlenwasserstoff-System enthalten, werden die einzelnen Komponentennamen in **alphabetischer Reihenfolge** mit ihrer individuellen Numerierung in eckige Klammern gesetzt. Die Spiropositionen erhalten wieder kleinstmögliche Ziffern, welche zwischen die einzelnen Komponentennamen gesetzt werden.



Spiro[cyclopropan-1,9'-fluoren]



Spiro[fluoren-9,1'-inden]

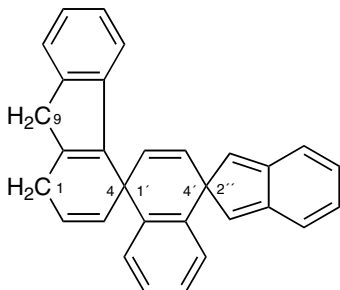


1',4',5',8',-Tetrahydrospiro[cyclopropan-1,9'-[1,4:5,8]dimethanonaphthalin]

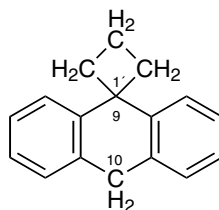
Für komplexere Systeme, insbesondere für solche mit **indiziertem H**, sind einige zusätzliche Regeln notwendig, die zwar von **Ring Index** und **Chemical Abstracts** konsequent angewendet werden, aber in den offiziellen **IUPAC-Regeln** nur undeutlich zum Ausdruck kommen. Diese sollen daher hier kurz erläutert werden:

Besitzt ein in einer Spiroverbindung auftretendes Teilsystem bereits einen **indizierten Wasserstoff**, so wird dieser vor dem entsprechenden Teilnamen, evtl. in eckigen Klammern, aufgeführt. Muß man, um überhaupt eine Spiroverknüpfung realisieren zu können, erst eine formale **(Di)-Hydrierung** durchführen, wird der **zusätzliche indizierte Wasserstoff** direkt hinter der die Spiroverknüpfung betreffenden Ziffer in runde Klammern gesetzt. Beide Regeln können nebeneinander gültig sein. Einem neuen Vorschlag zufolge sollen nur noch die nicht selbstevidenten Sättigungsdeskriptoren **vor** dem Gesamtnamen aufgeführt werden.



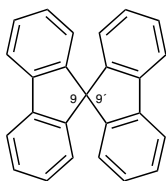


Dispiro[9*H*-fluoren-4(1*H*),1'(4'*H*)-  
naphthalin-4',2''-(2*H*)inden]  
neu: 1,9-Dihydrodispiro[fluoren-4,1'-  
naphthalin-4',2''-inden]

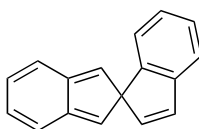


Spiro[anthracen-9(10*H*),  
1'-cyclobutan]  
neu: 10*H*-Spiro[anthracen-  
9,1'-cyclobutan]

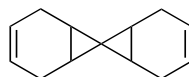
Ist ein Spirosystem aus zwei identischen Einheiten zusammengesetzt, werden die Verknüpfungspositionen mit dem Begriff **Spirobi...** dem Namen der Teilsysteme vorangestellt.



9,9'-Spirobifluoren

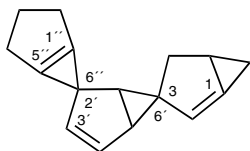


1,2'-Spirobiinden

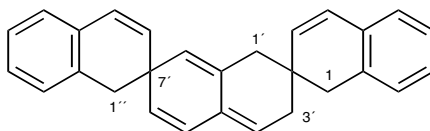


7,7'-Spirobi[bicyclo  
[4.1.0]hept-3-en]  
oder 7,7'-Spirobi-  
[bicyclo[4.1.0]  
heptan]-3,3'-dien

In analoger Weise können auch aus identischen Einheiten zusammengesetzte Di- und Polyspirosysteme behandelt werden.



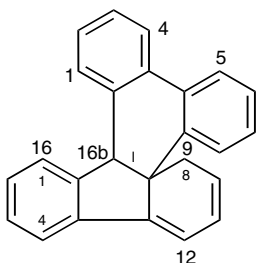
3,6':2',6''-Dispiroter[bicyclo  
[3.1.0]hexa]-1,3',1''(5'')-trien



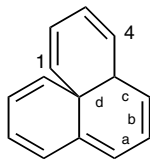
1*H*,1'*H*,1''*H*,3'*H*-2,2':7',2''-  
Dispiroter[naphthalin]

Anmerkung:

Spirosysteme, in denen das Spiroatom gleichzeitig noch einem dritten Ring angehört – wo also **keine freie Spiroverknüpfung** vorliegt – werden nicht wie Spiroverbindungen, sondern wie kondensierte Polycyclen behandelt.



9,16b-Dihydrofluoreno[8a,9-l]  
phenanthren

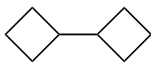


4aH-Benzo[d]naphthalin

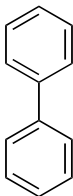
#### 1.2.1.2.4

**Kohlenwassertoff-Ringsysteme, die über Einfach- oder Doppelbindungen miteinander verknüpft sind. Ringverbände**

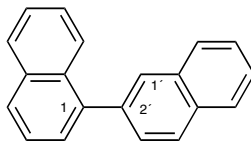
Sind zwei **identische** Kohlenwasserstoffcyclen durch Einfach- oder Doppelbindungen miteinander verknüpft, spricht man von **Bi- ... yl-** oder **... ylid-** Derivaten. Alternativ kann man hier auch das Präfix **Bi...** vor den **Kohlenwasserstoffnamen** setzen.



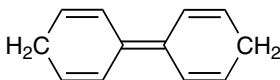
Bicyclobutyl  
Bi(cyclobutan)



Biphenyl

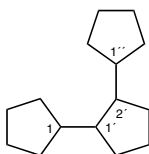


1,2'-Binaphthyl  
(1,2'-Binaphthalin)

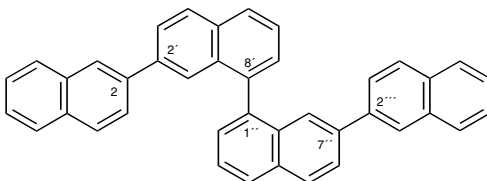


Bi(cyclohexa-2,5-dien-1-yliden)

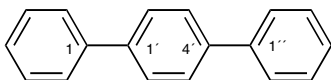
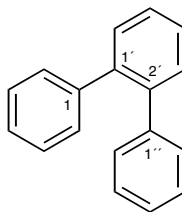
Bei drei oder mehr identischen Cyclen setzt man die multiplizierenden Präfixe **Ter...**, **Quater...**, **Quinque...**, **Sexi...**, **Septi...**, **Octi...**, **Novi...** vor den Kohlenwasserstoff- (und nicht vor den Gruppen-) Namen. Ausgenommen hiervon sind die Polyphenyle.



1,1':2',1''-Tercyclopentan

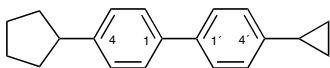


2,2':8',1'':7'',2'''-Quaternaphthalin

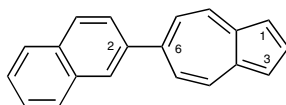
p-Terphenyl  
(1,1':4',1''-Terphenyl)o-Terphenyl  
(1,1':2',1''-Terphenyl)

Sind **nichtidentische** Ringsysteme über Einfach- oder Doppelbindungen miteinander verknüpft, so wird ein System als Stammsystem, das andere als Substituent betrachtet. Die Wahl des Stammsystems richtet sich in abnehmender Priorität:

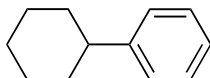
- nach der Anzahl der Ringe
- nach dem größten vorhandenen Ring
- nach dem höchsten Grade der Unsattigung
- nach der Liste der beibehaltenen Trivialnamen (s. Tabelle 1, S. 17–22)



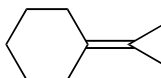
4-Cyclopentyl-4'-cyclopropylbiphenyl



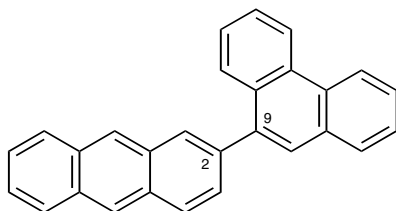
6-(2-Naphthyl)azulen



Cyclohexylbenzol

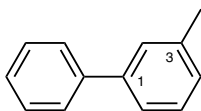


Cyclopropylidencyclohexan

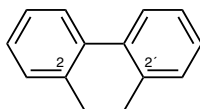
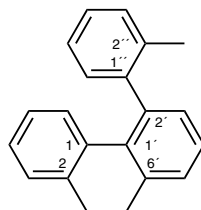


2-(9-Phenanthryl)anthracen

Von den in diesem Kapitel behandelten Ringsystemen abgeleitete Substituentengruppen werden wie üblich benannt:



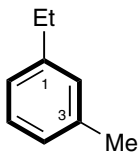
Biphenyl-3-yl

2,2'-Biphenylylen  
Biphenyl-2,2'-diyl1,1':2,1''-Terphenyl-  
2,6',2''-triyl

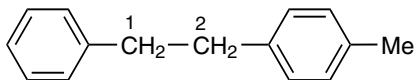
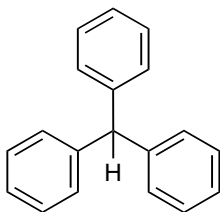
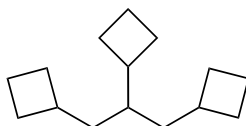
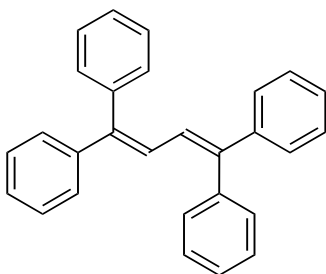
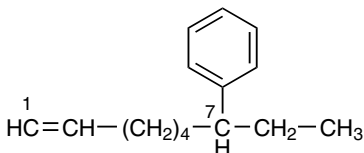
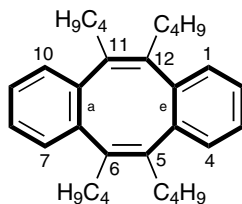
### 1.2.1.2.5

#### **Cyclische Kohlenwasserstoffe mit Seitenketten**

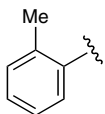
Cyclische Kohlenwasserstoffe, die mit Kohlenwasserstoffketten substituiert sind, können grundsätzlich als **kettensubstituierte Ringsysteme** oder als **ringsubstituierte Ketten** behandelt werden. Im allgemeinen (und damit ganz sicher der chemischen Intuition folgend) verfährt man so, daß man möglichst viele Substitutionen an einer Einheit vornimmt oder die kleinere Einheit als Substituenten der größeren betrachtet. Für die **Chem. Abstr.-Indexnomenklatur** gilt allerdings ab 1972 generell: **Ringe vor Ketten!**



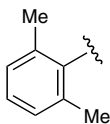
1-Ethyl-3-methylbenzol

1-Phenyl-2-(4-tolyl)ethan  
Chem. Abstr.: 1-Methyl-4-(2-phenylethyl)benzeneTriphenylmethan  
Chem. Abstr.:  
Methylidintrisbenzol1,2,3-Tri(cyclobutyl)propan  
Chem. Abstr.:  
Propan-1,2,3-triyltriscyclobutan1,1,4,4-Tetraphenylbuta-1,3-dien  
Chem. Abstr. ab 1972:  
Buta-1,3-diene-1,4-bisylidenetetrakis-  
benzene  
besser wäre:  
Buta-1,3-diene-1,1,4,4-tetrayltetrakis-  
benzene7-Phenylnon-1-en  
Chem: Abstr.:  
(1-Ethylhept-6-enyl)benzol5,6,11,12-Tetrabutylidibenzo  
[a,e]cycloocten  
(... dibenzo[a,e][8]annulen)

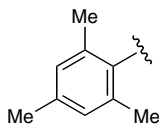
Bei vielen aromatischen Vertretern dieser Reihe werden Trivialnamen beibehalten, die im folgenden zusammen mit den entsprechenden Gruppennamen aufgeführt sind.



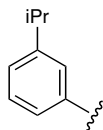
Toluol  
*o*-(oder 2-)-Tolyl



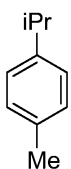
*m*-Xylol  
2,6-Xylyl



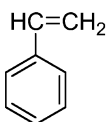
Mesitylen  
Mesityl



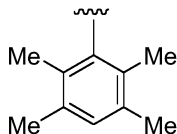
Cumol  
*m*-Cum(en)yl



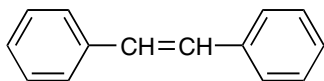
*p*-Cymol



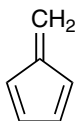
Styrol



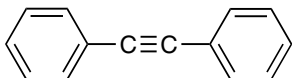
Durol  
Duryl



Stilben

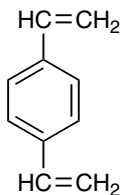


Fulven

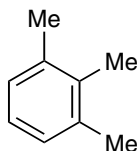


Tolan

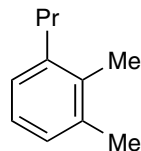
Sind diese Trivialsysteme allerdings weitersubstituiert, so werden sie als substituierte Benzole behandelt.



1,4-Divinylbenzol  
oder *p*-Divinylbenzol  
nicht *p*-Vinylstyrol



1,2,3-Trimethylbenzol  
nicht Methylxylol  
nicht Dimethyltoluol



1,2-Dimethyl-  
3-propylbenzol  
(nicht 3-Propyl-  
*o*-xylol)

Neben den bereits genannten Trivialbegriffen werden bei den Seitenketten-Aromaten noch einige spezielle Gruppennamen beibehalten.

Benzyl  $\text{C}_6\text{H}_5\text{--}\overset{\alpha}{\text{CH}_2}\text{--}$

Benzhydryl  $(\text{C}_6\text{H}_5)_2\overset{\alpha}{\text{CH}}\text{--}$

Phenethyl  $\text{C}_6\text{H}_5\text{--}\overset{\beta}{\text{CH}_2}\text{--}\overset{\alpha}{\text{CH}_2}\text{--}$

Styryl  $\text{C}_6\text{H}_5\text{--}\overset{\beta}{\text{CH}}=\overset{\alpha}{\text{CH}}\text{--}$

Trityl  $(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{C--}$

Cinnamyl  $\text{C}_6\text{H}_5\text{--}\overset{\gamma}{\text{CH}}=\overset{\beta}{\text{CH}}\text{--}\overset{\alpha}{\text{CH}_2}\text{--}$

Namen mehrwertiger Gruppen werden davon wie üblich abgeleitet.

Benzyliden  $\text{C}_6\text{H}_5\text{--CH=}$   
(traditionell auch: Benzal)

Cinnamylidin  $\text{C}_6\text{H}_5\text{--CH=CH--C}\equiv$

## 1.2.2

### Heterocyclische Systeme

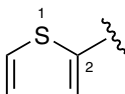
#### 1.2.2.1

##### Trivialnamen

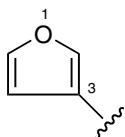
Die Heterocyclen-Nomenklatur ist aus zwei Gründen besonders komplex. Erstens einmal werden in den **IUPAC-Regeln** zwei alternative Nomenklaturtypen vorgeschlagen, die sowohl von **Chemical Abstracts** als auch vom **Ring Systems Handbook** in der Anwendung nicht sehr deutlich voneinander abgegrenzt sind. Zum zweiten behält man in der Heterocyclen-Reihe viel mehr als anderswo **Trivialnamen** bei. Eine ausgewählte Liste der Trivialbegriffe, die insbesondere auch als Stammsysteme bei der Bezeichnung komplizierterer, kondensierter Heterocyclen Verwendung finden, ist im folgenden angegeben (Tabellen 2, 3). Die entsprechenden Gruppenbe-

**Tabelle 2.** Die wichtigsten Heterocyclen, für die Trivialnamen beibehalten werden<sup>a</sup>

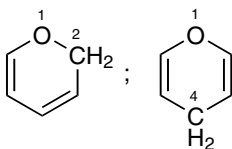
Thiophen  
(2-Thienyl)  
analog:  
Selenophen  
Tellurophen



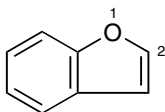
Furan  
(3-Furyl)



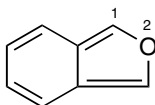
2H-Pyran  
4H-Pyran  
analog:  
Thiopyran etc.



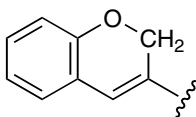
Benzofuran  
neuerdings:  
1-Benzofuran



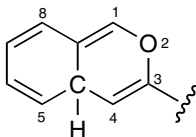
Isobenzofuran  
neuerdings:  
2-Benzofuran



2H-Chromen  
(2H-Chromen-3-yl)  
analog:  
Thiochromen



4aH-Isochromen  
(4aH-Isochromen-3-yl)  
analog:  
Isothiochromen etc.



Thianthren  
analog:  
Oxanthren etc.  
Phosphanthren etc.  
Boranthren etc.  
Silanthren etc.

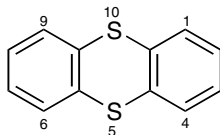
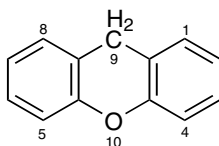


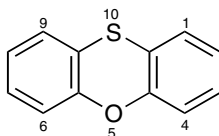


Tabelle 2 (Fortsetzung)

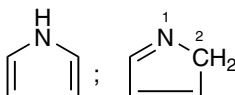
Xanthen<sup>b</sup>  
 analog:  
 Thioxanthen etc.



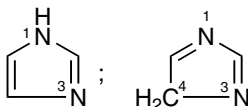
Phenoxathiin  
 analog:  
 Phenoxaselenin etc.  
 Phenoxaphosphin etc.



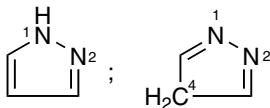
Pyrrol  
 2H-Pyrrol



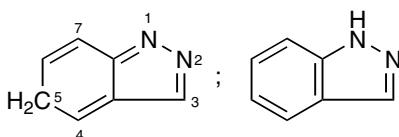
Imidazol  
 4H-Imidazol



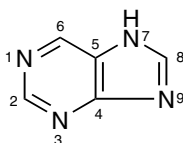
Pyrazol  
 4H-Pyrazol



5H-Indazol  
 Indazol



Purin<sup>b</sup>



Pyridin  
 (4-Pyridyl)

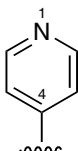
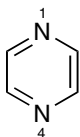
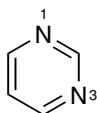


Tabelle 2 (Fortsetzung)

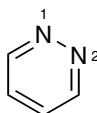
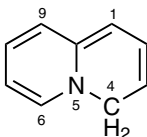
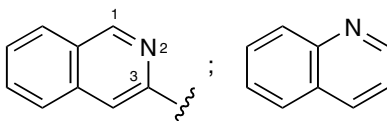
Pyrazin



Pyrimidin



Pyridazin

4*H*-Chinolizin<sup>c</sup>  
analog:  
Phosphinolizin etc.Isochinolin<sup>c</sup>  
(3-Isochinolyl)  
Chinolin<sup>c</sup>

Phthalazin

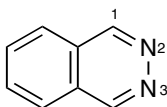
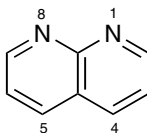
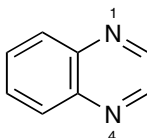
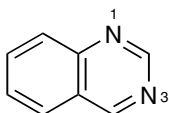
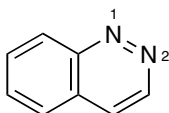
1,8-Naphthyridin  
generell: m,n-NaphthyridinChinoxalin<sup>c</sup>

Tabelle 2 (Fortsetzung)

Chinazolin<sup>c</sup>

Cinnolin



Pteridin

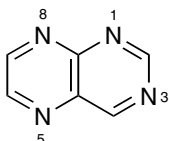
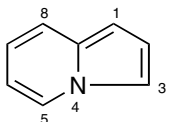
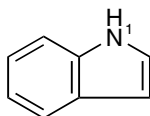
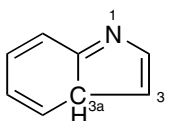
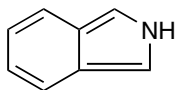
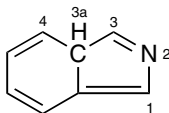
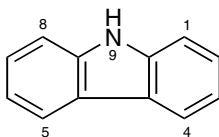
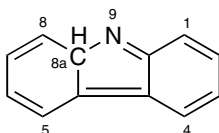
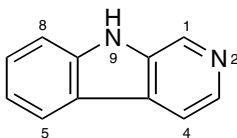
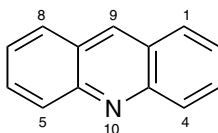
Indolizin  
analog:  
Phosphindolizin etc.3aH-Indol  
Indol3aH-Isoindol  
IsoindolCarbazol<sup>b</sup>8aH-Carbazol<sup>b</sup>

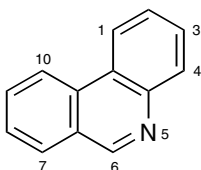
Tabelle 2 (Fortsetzung)

 $\beta$ -Carbolin

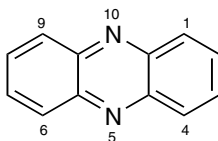
Acridin<sup>b</sup>  
 ebenso: Acridophosphin,  
 Acridarsin (system.  
 Bezifferung)



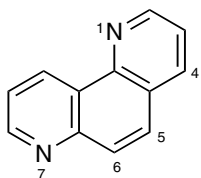
Phenanthridin



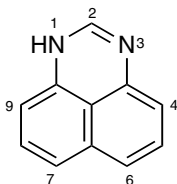
Phenazin



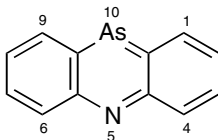
1,7-Phenanthrolin  
 generell:  
 m,n-Phenanthrolin



Perimidin

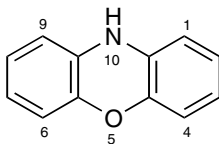
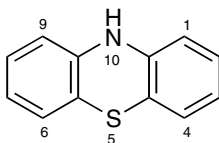
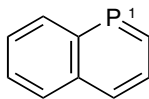
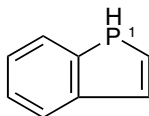
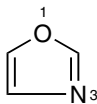
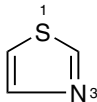


Phenarsazin  
 analog:  
 Phenophosphazin etc.

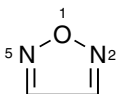


**Tabelle 2** (Fortsetzung)

Phenoxazin


 Phenothiazin  
 analog:  
 Phenoselenazin etc.

 Phosphinolin  
 ebenso: Arsinolin,  
 Isophosphinolin etc.

 Phosphindol  
 ebenso: Arsindol,  
 Isophosphindol etc.

 Oxazol  
 Isoxazol  
 neuerdings:  
 1,3- bzw. 1,2-Oxazol

 Thiazol  
 Isothiazol  
 neuerdings:  
 1,3- und 1,2-Thiazol


Furazan



<sup>a</sup> Weitere Trivialnamen, die gegebenenfalls beizubehalten sind, findet man im Ring Index.

<sup>b</sup> Ausnahmen von der systematischen Bezifferung.

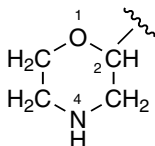
<sup>c</sup> Im Englischen beginnen diese Verbindungsamen mit Qu...

**Tabelle 3.** Trivialnamen hydrierter Heterocyklen

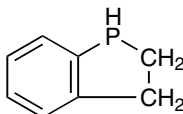
Isochroman Chroman	
Piperidin (3-Piperidyl) <sup>a</sup>	
Pyrrolidin	
Piperazin (Piperazin-1-yl)	
Indolin Isoindolin	
Imidazolidin	
Chinuclidin <sup>b</sup>	
Pyrrazolidin	

Tabelle 3 (Fortsetzung)

Morpholin  
(Morpholin-2-yl)<sup>c</sup>



Phosphindolin



<sup>a</sup> 1-Piperidyl = Piperidino.

<sup>b</sup> Englisch: Quinuclidin.

<sup>c</sup> 4-Morpholinyl = Morpholino.

zeichnungen werden in der Regel durch Anfügen der Silbe ...yl an den Verbindungsnamen gebildet. Ausnahmen sind gesondert angegeben. Die Bezifferung erfolgt im Rahmen der Bezifferung entsprechender Kohlenwasserstoff-Systeme so, daß die **Heteroatome die kleinstmöglichen Ziffern** erhalten. Im Gegensatz zu kondensierten Kohlenwasserstoffen werden die Heteroatome, auch wenn sie sich an Verschmelzungspositionen befinden (d.h. zwei oder mehr Ringen gemeinsam angehören) fortlaufend (nicht mit a, b usw.) numeriert. Weiteres hierzu siehe S. 62.

Die Trivialnamen der Tabelle 3 werden zwar für die angegebenen Verbindungen beibehalten, aber nicht für die Verwendung in kondensierten – wohl aber in spirocyclischen – Systemen empfohlen.

Monocyclische Heterosysteme, die nicht in einer Trivial-Benennung beibehalten werden, können grundsätzlich auf zwei Weisen benannt werden. Die Prinzipien, nach denen die genannten Referatorgane die eine oder andere Möglichkeit anwenden, sind nicht klar ersichtlich und können daher nur angenähert wiedergegeben werden.

### 1.2.2.2

#### Austauschnomenklatur (sog. „a“-Nomenklatur)

Das einfachste Verfahren, heterocyclische Verbindungen zu benennen, bietet die sogenannte Austauschnomenklatur, auch „a“-Nomenklatur genannt. Hierbei wird der Name des zugrundeliegenden Kohlenwasserstoffs durch vorangestellte „a“-Terme der vorhandenen Heteroatome

ergänzt. In der folgenden Tabelle 4 sind die häufigsten in Heterocyclen auftretenden Elemente mit ihren gewöhnlichen Wertigkeiten (Bindungszahlen) und den entsprechenden „a“-Termen mit abfallender Priorität zusammengestellt, wobei auch einige Austauschtermini für **Ionen** angegeben sind, die sich leicht verallgemeinern lassen. Andere Wertigkeiten (Bindungszahlen) werden durch ein Lambda mit hochgestellter Wertig-

**Tabelle 4.** „a“-Terme für Heteroatome in abfallender Priorität (unvollständig)

Element	„a“-Term	Element	„a“-Term
$\text{—}\ddot{\text{I}}\text{—}$ , $\text{—}\ddot{\text{I}}^{\oplus}\text{—}$	$\lambda^3\text{-Ioda, Iodonia}$	$\text{—}\ddot{\text{Bi}}\text{—}$ , $\text{—}\overset{\oplus}{\text{Bi}}\text{—}$	Bisma, Bismutonia
$\text{—}\ddot{\text{O}}\text{—}$ , $\text{—}\overset{\oplus}{\text{O}}\text{—}$	Oxa, Oxonia	$\text{—}\text{Si—}$	Sila
$\text{—}\ddot{\text{S}}\text{—}$ , $\text{—}\overset{\oplus}{\text{S}}\text{—}$	Thia, Thionia	$\text{—}\text{Ge—}$	Germa
$\text{—}\ddot{\text{Se}}\text{—}$ , $\text{—}\overset{\oplus}{\text{Se}}\text{—}$	Selena, Selenonia	$\text{—}\text{Sn—}$	Stanna
$\text{—}\ddot{\text{Te}}\text{—}$ , $\text{—}\overset{\oplus}{\text{Te}}\text{—}$	Tellura, Telluronia	$\text{—}\text{Pb—}$	Plumba
$\text{—}\ddot{\text{N}}\text{—}$ , $\text{—}\overset{\oplus}{\text{N}}\text{—}$	Aza, Azonia	$\text{—}\text{B—}$ , $\text{—}\overset{\ominus}{\text{B}}\text{—}$	Bora, Borata (system.: Boranuida)
$\text{—}\overset{\oplus}{\text{N}}\text{—}$ , $\text{—}\ddot{\text{N}}\text{—}$	Azanylia, Azanida	$\text{—}\overset{\oplus}{\text{B}}\text{—}$	Boranylia
$\text{—}\ddot{\text{P}}\text{—}$ , $\text{—}\overset{\oplus}{\text{P}}\text{—}$	Phospha, Phosponia	$\text{—}\text{Al—}$	Alumina
$\text{—}\ddot{\text{As}}\text{—}$ , $\text{—}\overset{\oplus}{\text{As}}\text{—}$	Arsa, Arsonia	$\text{—}\text{Zn—}$	Zinca
$\text{—}\ddot{\text{Sb}}\text{—}$ , $\text{—}\overset{\oplus}{\text{Sb}}\text{—}$	Stiba, Stibonia	$\text{—}\text{Hg—}$	Mercura

Die vollständige Liste der für die Austauschnomenklatur verbindlichen „a“-Präfixe befindet sich im Anhang (Tab. 25)

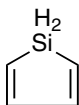


keitsziffer ( $\lambda^n$ ) symbolisiert. Insbesondere die Elemente der fünften bis siebten Hauptgruppe können auch in **kationischer** und/oder **anionischer** Form in Heterocyclen vorliegen und erfordern deshalb zusätzliche „a“-Terme, die den „a“-Präfixen der entsprechenden ungeladenen Atome nachgeordnet sind.

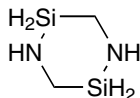
Dieses Verfahren wird konsequent nur bei Heteromonocyclen mit mehr als 10 Ringgliedern, bei einfachen (d.h. nicht kondensierten) verbrückten Heterocyclen und bei einfachen (d.h. nicht kondensierten) Spiroheterocyclen angewendet. Im Bereich kleinerer Monocyclen bedient man sich auch im Falle gesättigter Verbindungen generell des nachfolgenden **Hantzsch-Widmann-Nomenklatur-Systems**; nur für Silicium-haltige Systeme wird insbesondere von **Chem. Abstr.** unverständlicherweise ausschließlich die „a“-Nomenklatur verwendet! Bei mehreren Heteroatomen hat ein Atom der höchsten Gruppe, innerhalb einer Gruppe, der niedrigsten Periode des Periodensystems, den Vorrang bei der Bezifferung.



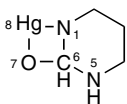
Silacyclopenten



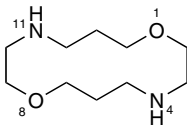
Silacyclopenten



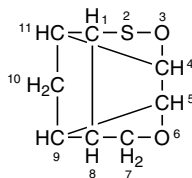
1,4-Diaza-2,5-disilacyclohexan



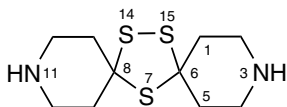
7-Oxa-1,5-diaza-8-mercurobicyclo[4.2.0]octan



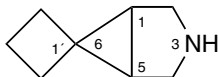
1,8-Dioxa-4,11-diazacyclotetradecan



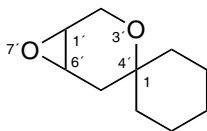
3,6-Dioxa-2-thiatetracyclo[6.3.0.0.4,11.0.5,9]-undecan



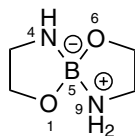
7,14,15-Trithia-3,11-diazadispiro[5.1.5.2]pentadecan



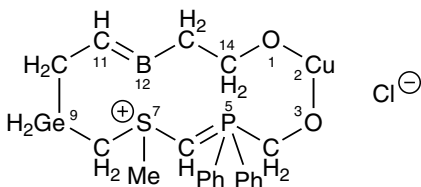
Spiro[3-azabicyclo[3.1.0]hexan-6,1'-cyclobutan]



Spiro[cyclohexan-1,4'-[3,7]-  
dioxabicyclo[4.1.0]heptan]

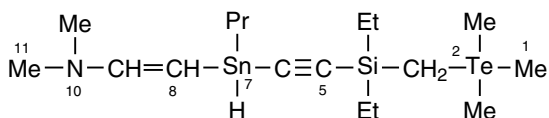


1,6-Dioxa-4-aza-9-azonia-5-borata-  
spiro[4.4]nonan

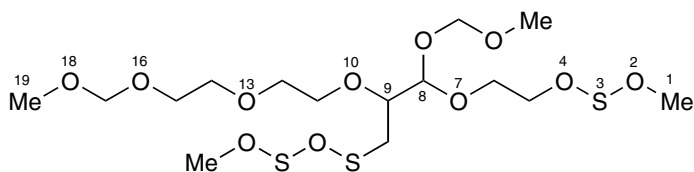


7-Methyl-5,5-diphenyl-1,3-dioxa-7-thionia-5λ<sup>5</sup>-phospha-9-germa-  
12-bora-2-cupra-cyclotetradeca-5,11-dien-chlorid.

Bei acyclischen Systemen empfiehlt sich die **Austauschnomenklatur** insbesondere für längere Ketten mit mindestens vier oder mehr inneren Heteroatomen. Die Bezifferung erfolgt so, daß die Heteroatome insgesamt, in Zweifelsfällen gemäß der obigen Ordnung, die kleinstmöglichen Ziffern aufweisen. Erst dann ordnet man den Mehrfachbindungen kleinstmögliche Ziffern zu.



4,4-Diethyl-2,2,10-trimethyl-7-propyl-2λ<sup>4</sup>-tellura-10-aza-4-  
sila-7-stannaundec-8-en-5-in



8-(Methoxymethoxy)-9-(3,5-dioxa-2,4-dithiahexyl)-  
2,4,7,10,13,16,18-hepta-oxa-3-thianonadecan

## 1.2.2.3

**Das Hantzsch-Widman-Patterson-System**

Heterocyclen mit bis zu zehn Ringgliedern werden generell gemäß dem erweiterten **Hantzsch-Widman-System** benannt. Hierzu kombiniert man ein **Hetero-Symbol** (bzw. mehrere dieser Symbole) der „a“-Term-Tabelle (ohne End-a) mit einem **Stammbe-griff** der folgenden Tabelle, der sowohl Ringgröße als auch den Grad der Sättigung anzeigt. (Ungesättigt bedeutet hier stets: maximale Zahl nichtkumulierter Doppelbindungen.)

**Tabelle 5.** Symbole zur Kennzeichnung der Ringgröße und des Sättigungsgrades von Heterocyclen nach dem Hantzsch-Widman-Patterson-System. (A: O, S, Se, Te, Bi, Hg; B: N, Si, Ge, Sn, Pb; C: B, F, Cl, Br, I, P, As, Sb.)

Ringgröße	ungesättigt <sup>a</sup>	gesättigt <sup>b</sup>	Ringgröße	ungesättigt <sup>a</sup>	gesättigt <sup>b</sup>
3	iren <sup>c</sup>	iran <sup>d</sup>	7	epin	epan
4	et	etan <sup>d</sup>	8	ocin	ocan
5	ol	olan <sup>d</sup>	9	onin	onan
6A	in	an	10	ecin	ecan
6B	in	inan			
6C	inin	inan			

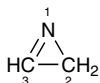
<sup>a</sup> Wenn mindestens eine Doppelbindung vorliegt und der Ring die maximale Zahl nichtkumulierter Doppelbindungen aufweist.

<sup>b</sup> Wenn keine Doppelbindungen vorhanden oder möglich sind.

<sup>c</sup> Für Stickstoff-haltige Ringe kann die traditionelle Endung „irin“ verwendet werden.

<sup>d</sup> Für Stickstoff-haltige Ringe werden (noch) die traditionellen Endungen „iridin“, „etidin“ und „olidin“ bevorzugt.

Nennung und Bezifferung der Austauschtermini erfolgen gemäß der „a“-Term-Tabelle und zwar so, daß das ranghöchste Heteroatom die Ziffer 1 erhält, und dann, daß alle Heteroatome insgesamt möglichst kleine Nummern erhalten. (Vgl. aber S. 62).



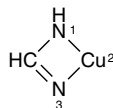
2H-Azirin  
2H-Aziren



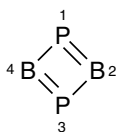
Oxaziridin  
Oxaziran



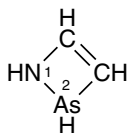
Oxathia-  
phosphiran



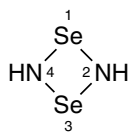
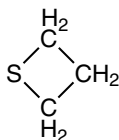
1H-1,3,2-Di-  
azacupret



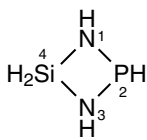
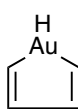
1,3,2,4-Diphosphadiboret



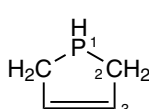
1,2-Dihydro-1,2-azaset

1,3,2,4-Diselenadiazetidin  
1,3,2,4-Diselenadiazetan

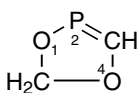
Thietan

1,3,2,4-Diazaphosphasiletidin  
1,3,2,4-Diazaphosphasiletan

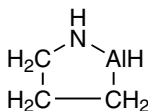
1H-Aurol



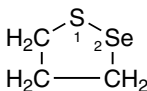
2,5-Dihydro-1H-phosphol



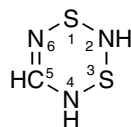
1,4,2-Dioxaphosphol

1,2-Azaluminolidin  
1,2-Azaluminolan

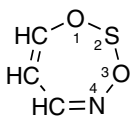
λ³-Iodinin



1,2-Thiaselenolan

Phosphinin  
früher: Phosphorin

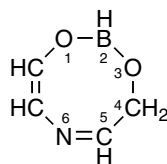
4H-1,3,2,4,6-Dithiatiazin



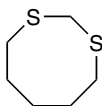
1,3,2,4-Dioxathiazepin



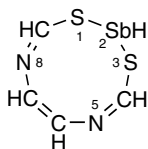
Oxepan



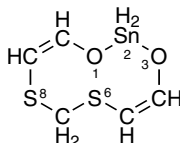
4H-1,3,6,2-Dioxazaborocin



1,3-Dithiocan



1,3,5,8,2-Dithiadiazastibonin



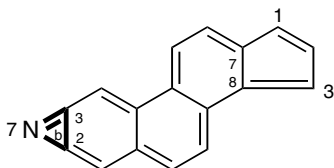
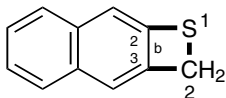
1,3,6,8,2-Dioxadithiastannecin

#### 1.2.2.4

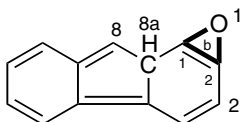
##### Kondensierte Heterocyklen

Zur Benennung kondensierter heterocyclischer Systeme wird die Anellierung der Komponenten grundsätzlich wie bei den entsprechenden Kohlenwasserstoffen vorgenommen; für die Wahl der Stammsysteme werden die nachfolgenden Prioritäten festgelegt, für einige der Verschmelzungskomponenten werden die folgenden gekürzten Ausdrücke beibehalten: **furo**, **imidazo**, (**iso**)**chino**, **pyrido**, **pyrimido** **thieno**.

- a) Bei der Festlegung der Basiskomponenten hat ein **beliebiger Heterocyc-**  
**lus** den Vorrang vor jedem noch so großen Carbocyclus.

Cyclopenta[7,8]phenanthro[2,3-*b*]  
azirin2*H*-Naphtho[2,3-*b*]thiet

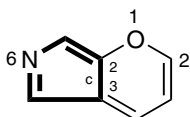
Bei den Sauerstoff-haltigen Dreiringen halten sich aber zuweilen weder C. A. noch R. I. an diese Vorschrift:



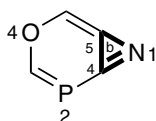
richtig: 8*aH*-Fluoreno[1,2-*b*]oxiren  
C. A.: 1,2-Epoxy-8*aH*-fluoren  
R. I.: 8*aH*-Oxireno[*a*]fluoren

Entsprechende Thia-Derivate werden von beiden Referatorganen als Epithio...-Verbindungen bezeichnet!

- b) Im Zweifelsfalle gibt (wegen der überragenden Bedeutung der N-Heterocyclen) die **N-haltige Komponente** den Ausschlag.

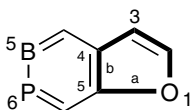


Pyrano[2,3-*c*]pyrrol

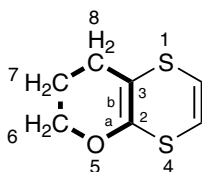


[1,3]Oxaphosphinino[4,5-*b*]azirin  
früher: [1,3]Oxaphosphorino[4,5-*b*]azirin

- c) Ist kein N-Cyclus vorhanden, erhält die Komponente die Priorität, die mindestens ein **ranghöchstes Element** der „a“-Tabelle aufweist. (Unabhängig von der Ringgröße und der Anzahl der übrigen Heteroatome!)

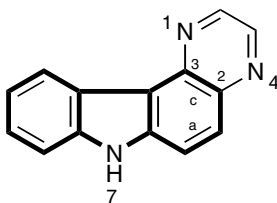


[1,2]Phosphaborinino[5,4-*b*]furan



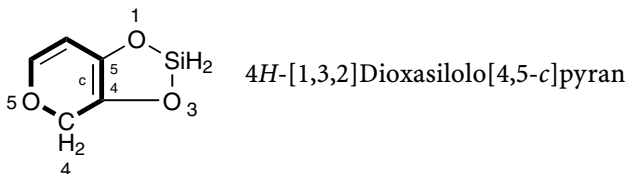
7,8-Dihydro-6*H*-[1,4]dithiino[2,3-*b*]pyran

- d) Ist jetzt noch keine Entscheidung möglich gewesen, erhält die (Trivial-) Komponente mit den **meisten Ringen** die Priorität.

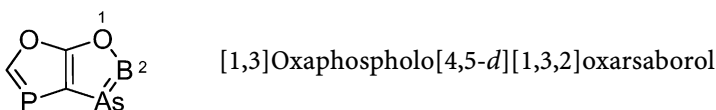


7*H*-Pyrazino[2,3-*c*]carbazol, nicht:  
7*H*-Indolo[3,2-*f*]chinoxalin

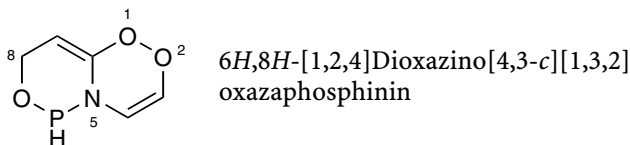
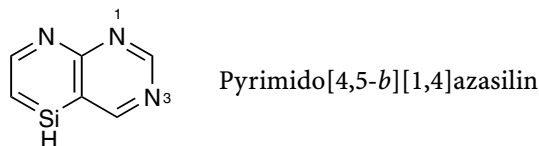
- e) Als nächstes Prioritätskriterium fungiert die **Ringgröße**. Befindet sich das ranghöchste Element sowohl im kleineren als auch im größeren Ring, so bildet der größere Ring das Stammsystem, unabhängig von Art und Anzahl eventuell noch vorhandener weiterer Heteroelemente, mit Ausnahme des Stickstoffs (siehe b).



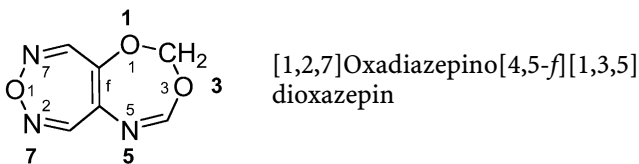
- f) Ist die Zuordnung noch immer nicht eindeutig, entscheidet die **größere Anzahl an** (beliebigen) **Heteroelementen**.



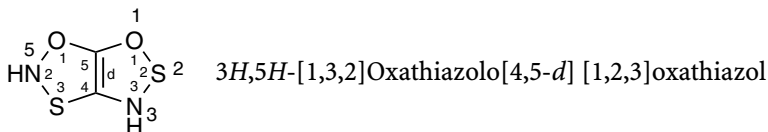
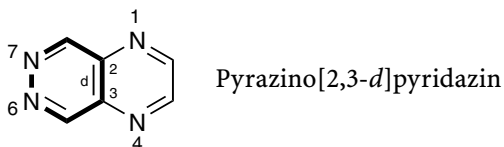
- g) Genügt auch dieses Kriterium nicht, wird die **größte Vielfalt an Heteroatomen** gewertet, wenn nötig gemäß der „a“-Tabelle 4 (s. S. 52).



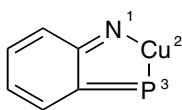
- h) Als nächstes ist die **größte Anzahl** der nach Tabellen 4, 25 **bevorrechtigten Atome** zu berücksichtigen.



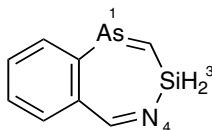
- i) Wenn alle vorherigen Kriterien versagen, erhält die Komponente den Vorrang, in der die Heteroatome vor der Verschmelzung die **kleinstmögliche Chiffrenkombination** aufweisen.



Die gewählten Beispiele geben klar zu erkennen, daß die allgemeinen Verschmelzungsprinzipien völlig denen analoger Kohlenwasserstoff-Systeme entsprechen. Für Zwei-Ring-Systeme jedoch, die eine Benzogruppierung aufweisen, wird von C. A. eine in den IUPAC-Regeln alternativ zugelassene **Ausnahmeregelung** streng eingehalten: es werden nicht die Verschmelzungspositionen angegeben, sondern nur die Heteroatome im Einklang mit den nachfolgenden Bezifferungsprinzipien. Die so gebildeten Bicyclen können als Stammkomponenten für höher kondensierte Systeme verwendet werden.

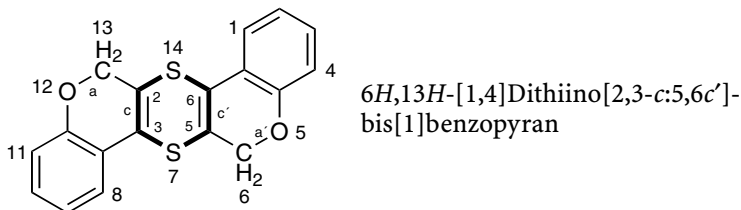


[1,3,2]Benzoazaphosphacuprol  
nicht: Benzo[*d*][1,3,2]  
azaphosphacuprol

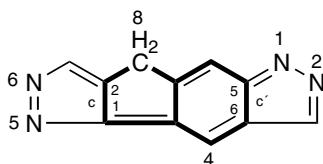


3*H*-[4,1,3]Benzoazarsasilepin  
nicht: 3*H*-Benzo[*e*][1,4,2]  
azarsasilepin

Ist ein zentrales System mit **zwei** oder mehr **identischen ranghöheren Peripherkomponenten** kondensiert, so wird die folgende Bezeichnungsweise angewandt:





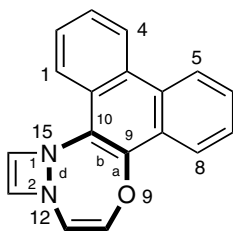
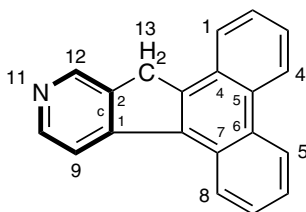
8*H*-Indeno[1,2-*c*:5,6-*c'*]dipyrzole

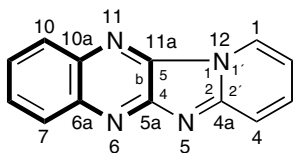
Zur **endgültigen Bezifferung** der kondensierten Heterocyclen sind zunächst die bei den entsprechenden Carbocyclen gegebenen allgemeinen **Orientierungsregeln** zu beachten (S. 23). Sind diese nicht ausreichend, ist diejenige Orientierung zu wählen, die nach folgenden Kriterien nacheinander kleinste Lokanten zuweist:

- den Heteroatomen insgesamt (vgl. aber S. 56),
- den Heteroatomen gemäß der „a“-Term-Serie (Tabellen 4, 25),
- den C-Atomen, die zwei oder mehr Ringen gemeinsam angehören,
- den an einer Verschmelzungsposition befindlichen Heteroatomen des gleichen Elements,
- so daß ein inneres Heteroatom möglichst nahe dem niedrigst bezifferten Verschmelzungsatom zu liegen kommt.
- dem indizierten Wasserstoff.

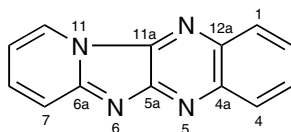
Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß an Verschmelzungspositionen befindliche Heteroatome fortlaufend beziffert werden, und daß diese Atome in den Namen beider zu kondensierender Komponenten berücksichtigt werden.

Zur Verdeutlichung der Kondensations- und Bezifferungsprinzipien folgen hier noch einige kompliziertere Beispiele:

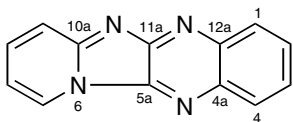
[1,2]Diazeto[1,2-*d*]phenanthro[9,10-*b*][1,4,5]oxadiazepin13*H*-Dibenzo[4,5:6,7]indeno[2,1-*c*]pyridin



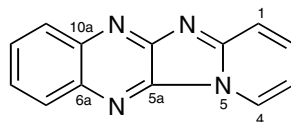
richtig



falsch



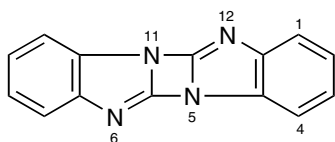
falsch



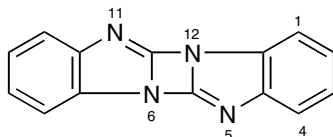
falsch

Pyrido[1',2':1,2]imidazo[4,5-*b*]chinoxalin

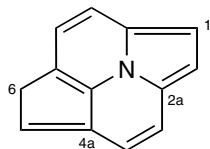
Im obigen Beispiel ist die Bezifferung für die Stickstoffatome immer dieselbe; für die Verschmelzungspositionen gilt jedoch: 4a, 5a, 6a, 10a... < 4a, 5a, 6a, 11a... < 4a, 5a, 10a... < 5a... (Kriterium c)



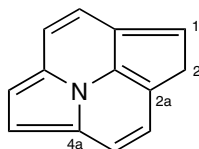
nicht



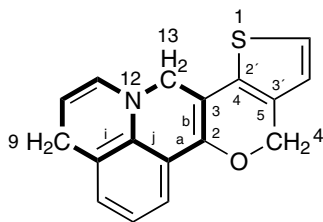
[1,3]Diazeto[1,2-*a*:3,4-*a'*]di(benzimidazol) (Kriterium d)



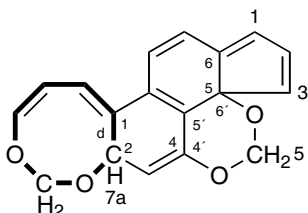
nicht



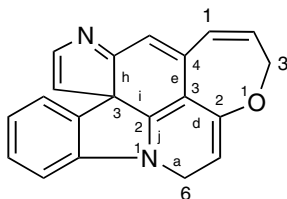
6*H*-Cyclopenta[*ij*]pyrrolo[2,1,5-*de*]chinolizin (Kriterium e)



4*H*,9*H*,13*H*-Benzo[*ij*]thieno[2',3':4,5]  
pyrano[2,3-*b*]chinolizin



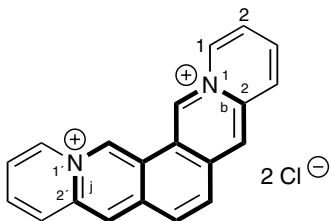
7aH-Cyclopenta[5,6][1,3]dioxino[4',5',6':4,5]naphtho[2,1-d][1,3]dioxocin



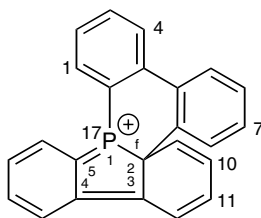
3H,6H-Indolo[3,2,1-ij]oxepino[2,3,4-de]pyrrolo[2,3-h]chinolin

Eigentlich wäre **Carbazol** hier die bevorrechtigte Basiskomponente; da aber dann eine der Verschmelzungskomponenten (**Oxepin**) zugleich an die Stammkomponente und an eine der anderen Verschmelzungskomponenten (**Pyridin**) zu kondensieren wäre, gibt hier die zweite Wahl (**Chinolin**) den Ausschlag.

Kationische Systeme werden am Ende des Namens mit **-ium**, **-dium** (s. S. 100) usw. versehen.

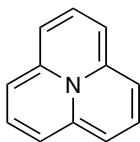
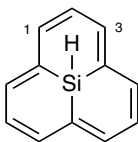
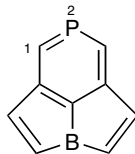


Dipyrido[1,2-b:2',1'-j][2,9]phenanthroline-dium-dichlorid

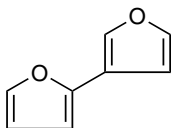
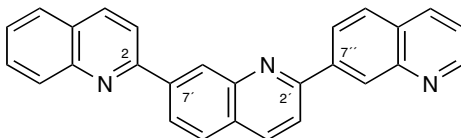


Dibenz[2,3:4,5]phospholo[1,2-f]phosphanthridinium

Ist bei kondensierten Heterocyclen die Anwendung der Verschmelzungsprinzipien nicht möglich, muß auch hier die **Austauschnomenklatur** abhelfen.

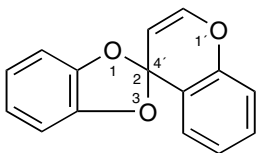
Pyrido[2,1-*b*]-*de*]chinolizinaber: 9*b*H-9*b*-Silaphenalen2-Phospha-5*a*-boracyclopenta[*ed*]inden

Durch Einfachbindungen miteinander verknüpfte Heterocyclen werden wie entsprechende Kohlenwasserstoffe behandelt.

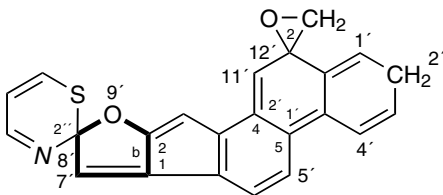
2,3'-Bifuryl  
oder: 2,3'-Bifuran

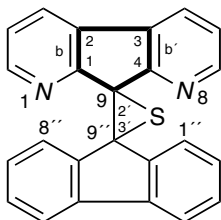
2,7':2',7''-Terchinolin

Auch die Namen **kondensierter Heterospirocyclen** werden, nachdem man die Namen der Komponenten gemäß den oben gegebenen Regeln vorbereitet hat, analog denen der entsprechenden carbocyclischen Systeme zusammengesetzt (alphabetische Reihenfolge!).

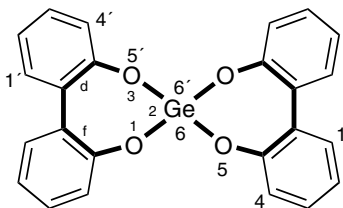


Spiro[1,3-benzodioxol-2,4'-[1]benzopyran]

2'*H*-Dispiro[oxiran-2,12'-naphth[2',1':4,5]indeno[2,1-*b*]furan-8',2''-[1,3]thiazin]



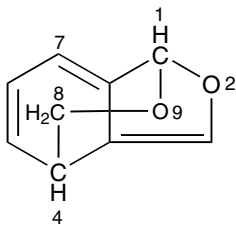
Dispiro[cyclopenta[1,2-*b*:4,3-*b'*]dipyridin-9,2'-thiiran-3',9''-fluoren]



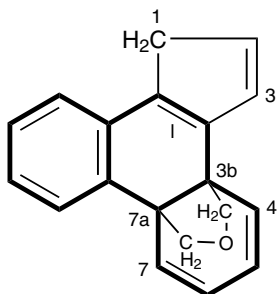
6,6'-Spirobi[dibenzo[*d,f*]  
[1,3,2]dioxagermepin]

Kondensierte heterocyclische Systeme, die **zusätzliche Kohlenwasserstoffbrücken** enthalten, werden wie entsprechende Carbocyclen behandelt. Treten in solchen Systemen jedoch **Heterobrücken** auf, so werden diese wie folgt als Präfixe konstruiert: auf den Vorschub *Ep(i)* folgen die Heterosymbole der „a“-Term-Tabelle mit einem endständigen *o* an Stelle von *a* (das bei nachfolgendem Vokal eliminiert wird). In eindeutigen Fällen kann *Ep(i)* auch entfallen.

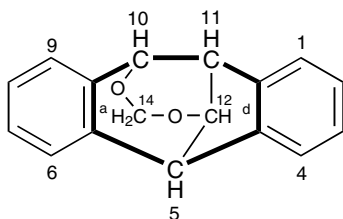
- N=N–NH– Azimino (neu: Triaz[1]eno), –N=N– Azo (Diazeno),
- NH–NH– Biimino (Diazeno)
- NH– Imino (Epimino, Epiazano), –N= Nitrilo (Azeno), –N< Azantriyl etc., –PH– Phosphano etc., –SiH<sub>2</sub>– Silano etc.
- O–, –S– Epoxy, Epithio (aber: –SH<sub>2</sub>– λ<sup>4</sup>-Sulfano etc.); –S–S– Epidithio;
- O–S– Epoxythio; –S–O–NH– Epithioximino;
- Se–O–Te– Episelenoxytelluro;
- O–(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>– Epoxyalkano; –O–(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>–S– Epoxyalkanothio;
- S–(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>–N= Epithioalkanonitrilo;
- (CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>–O–(CH<sub>2</sub>)<sub>n</sub>– Alkanoxyalkano;



1,4-Dihydro-1,4-(epoxymethano)isobenzofuran  
Beilstein: ...oxaethano...

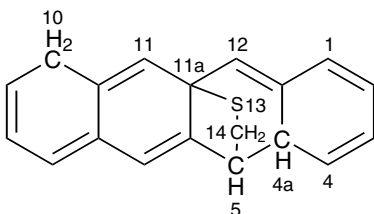


3b,7a-(Methanoxymethano)-1H-cyclopenta[1]phenanthren  
Beilstein: ... [2]Oxapropano ...

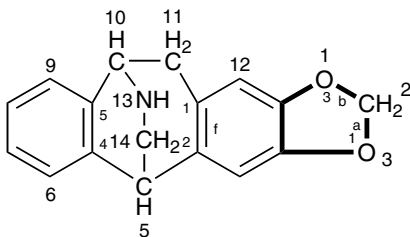


Chem. Abstr.:  
10,11-Dihydro-10,5,11-(epoxymethanoxymetheno)-5H-dibenzo[a,d]cyclohepten

**Beilstein** verwendet in solchen Fällen für die Brücken totalsystematische Namen wie [1,3]Dioxabutan-1,4,4-triyl. Nach dem neuesten IUPAC-Vorschlag gilt: Epoxymethanoxymethantriyl



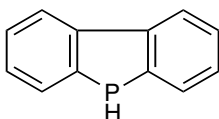
4a,5-Dihydro-11a,5-(epithio-methano)-10H-naphthacen  
(neu: ... tetracen)  
Beilstein: ... (thiaethano)...



10,11-Dihydro-10,5-(iminomethano)-5H-benzo[4,5]cyclohepta[1,2-f][1,3]benzodioxol  
Beilstein: ... (azaethano)...



Diesen Abschnitt abschließend soll außerdem noch exemplarisch auf eine der auch im **Chem. Abstr.-Register** immer wieder zu findenden Ungeheimtheiten hingewiesen werden, die hier darin besteht, daß das folgende, häufig zitierte, Phosphafluoren-System bis 1981 als *5H*-Dibenzophosphol, ab 1982 aber unter Bezugnahme auf das in Tabelle 2 aufgeführte (Semi) Trivial-System Phosphindol als *5H*-Benzo[*b*]phosphindol geführt wird, wobei sporadisch aber immer wieder mal die erstere Bezeichnung auftaucht.



Bis 1981: *5H*-Dibenzophosphol  
(nach IUPAC zu bevorzugen)  
Ab 1982: *5H*-Benzo[*b*]phosphindol

## 1.3

### Phan-Nomenklatur

#### 1.3.1

##### Cyclophane

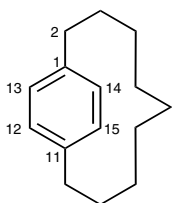
Polycyclische Verbindungen, bei denen cyclische und catenische Untereinheiten in regelloser Folge zu einem seinerseits mono- oder polycyclischen **Superringsystem** zusammengeschlossen vorliegen, werden generell Cyclophane genannt. Alle diese **Supercyclen** können mit den existierenden Regeln als verbrückte Polycyclen benannt werden, was von **Chemical Abstracts** konsequent praktiziert wird. Für einfache Fälle genügen dazu die grundlegenden **v.-Baeyer-Regeln** (s. S. 29), ansonsten findet so weit wie möglich die **Kondensationsnomenklatur** (s. S. 16/58) Verwendung; darüber hinausgehende Verknüpfungselemente werden dann als zusätzliche Brücken behandelt.

Da diese Vorgehensweise selbst bei sehr nahe verwandten Verbindungen häufig zu ganz unterschiedlichen Namen führt und – viel gravierender – in vielen Fällen charakteristische cyclische (meist [het]arenische) Untereinheiten im Namen völlig verschwinden läßt, hat es nicht an Bemühungen gefehlt, ein einheitliches Benennungssystem für Cyclophane der unterschiedlichsten Art zu entwickeln, die aber alle nicht voll überzeugen konnten. Auf der Basis zahlreicher früherer Ansätze hat die **IUPAC-Nomenklaturkommission** nun ein **sehr einfaches und leicht vermittelbares Verfahren zur Benennung von Cyclophanen** erarbeitet, das bereits in die Literatur einzusickern beginnt und deshalb in seinen Grundlagen kurz vorgestellt sein soll.



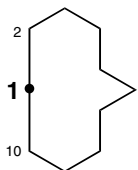
Es handelt sich dabei im wesentlichen um eine Adaption der **Austauschnomenklatur**, derart, daß die cyclischen Untereinheiten eines Cyclophans jeweils als einzelne **Superatome** aufgefaßt und als solche den übrigen Ringatomen gleichgestellt und fortlaufend numeriert werden. Im endgültigen Namen wird diesen Superatomen dann mit **Arena**-, **Cycloalkana**- etc. Austauschtermini in **alphabetischer** (oder in einer noch in Diskussion befindlichen **Komplexitäts**-orientierten) Rangfolge und vorangestellten Platz- und eingeklammerten Verknüpfungsziffern Rechnung getragen. Die Endbezifferung erfolgt dabei grundsätzlich so, daß die ranghöchsten **Superatome** im Rahmen des vorgegebenen Bezifferungsschemas die kleinstmöglichen Lokanten erhalten.

Bei den folgenden Beispielen wird generell zunächst der auf der Basis der **konventionellen Regeln** erstellte **Polycyclennamen** und dann der prospektive **IUPAC-Name**, der aus dem reduzierten **Supergraphen** abzuleiten ist, gegeben. (Die Grundgerüste sind zum besseren Verständnis gegebenenfalls fett gezeichnet). In einigen Fällen sind auch noch gebräuchliche **triviale bzw. traditionelle Namen** angegeben.

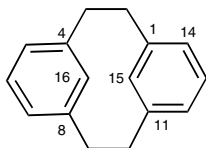


Chem. Abstr.:

Bicyclo[9.2.2]pentadeca-1(13),11,14-trien

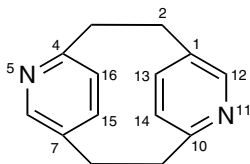
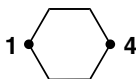


IUPAC: 1(1,4)-Benzenacyclodecaphan



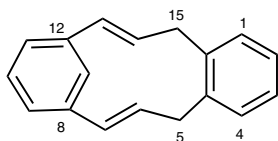
Chem.: Abstr.:

Tricyclo[9.3.1.1<sup>4,8</sup>]hexadeca-1(15),4,6,8(16),  
11,13-hexaen (trad.: [2.2]Metacyclophan)  
IUPAC: 1,4(1,3)-Dibenzenacyclohexaphan



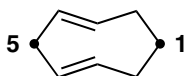
Chem. Abstr.:

5,11-Diazatricyclo[8.2.2.2<sup>4,7</sup>]hexadeca-1(12),  
4,6,10,13,15-hexaen  
IUPAC: 1(2,5),4(5,2)-Dipyridinacyclo-  
hexaphan

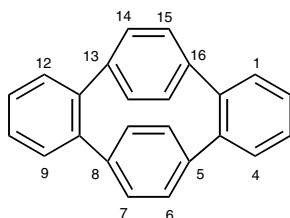


Chem. Abstr.:

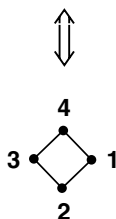
5,15-Dihydro-12,8-metheno-8*H*-benzo-  
cyclotridecen



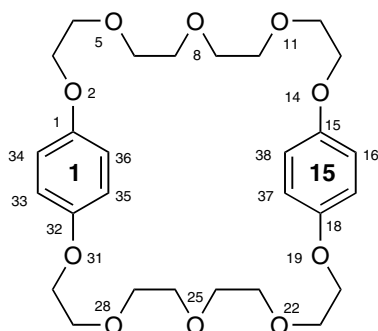
IUPAC: 1(1,2),5(1,3)-Dibenzenacyclo-  
octaphan-3,6-dien



Chem. Abstr.:  
5,8:13,16-Diethenodibenzo[*a,g*]  
cyclododecen

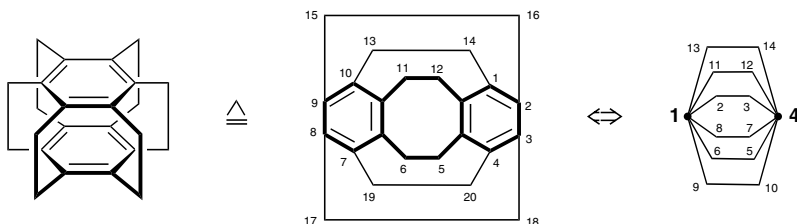


IUPAC:  
1,3(1,2),2,4(1,4)-Tetrabenzenacyclo-  
tetraphan



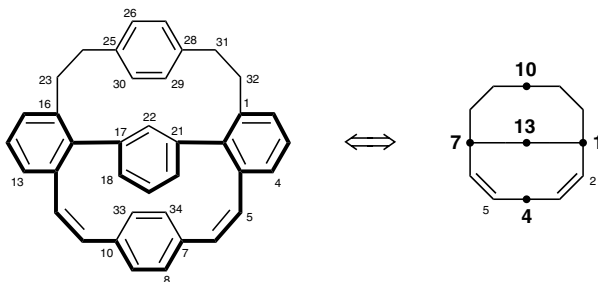
Chem. Abstr.:  
2,5,8,11,14,19,22,25,28,31-Decaoxa-  
tricyclo[30.2.2.2<sup>15,18</sup>]octatriaconta-  
1(34),15,17,32,35,37-hexaen  
(triv.: Bis(para-phenylen)-[34]  
krone-10)

IUPAC:  
1,15(1,4)-Dibenzena-2,5,8,11,14,  
16,19,22,25,28-decaoxacyclo-  
octacontaphan



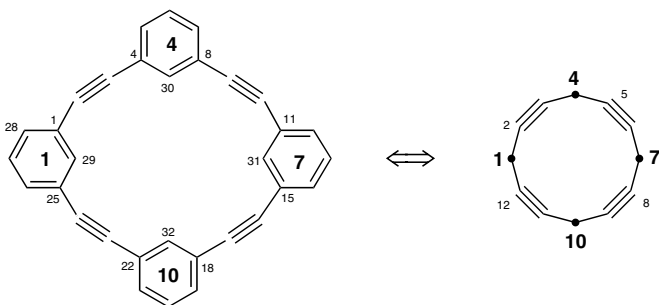
CA: 5,6,11,12-Tetrahydro-1,10:2,9:3,8:4,7-tetraethanodibenzo[*a,e*]  
cycloocten

IUPAC: 1,4(1,2,3,4,5,6)-Dibenzenapentacyclo[2.2.2.2.2]tetra-  
decaphan („Superphan“)



CA: 1,16-(Ethano[1,4]benzenoethano)-7,10-etheno-21,17-metheno-17*H*-dibenzo[*a,h*]cycloheptadecen

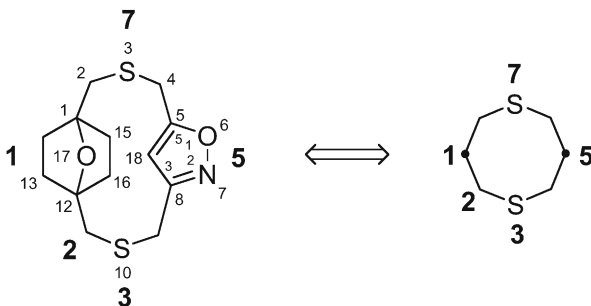
IUPAC: 1,7(1,2,3),4,10(1,4),13(1,3)-Pentabenzenabicyclo[5.5.1]tridecaphan-2,5-dien



CA: Pentacyclo[23.3.1.1<sup>4,8</sup>.1<sup>11,15</sup>.1<sup>18,22</sup>]dotriaconta-1(29),4,6,8(30),1,13,15(31)18,20,22(32),25,27-dodecaen-2,9,16,23-tetrain

IUPAC: 1,4,7,10(1,3)-Tetrabenzenacyclododecaphan-2,5,8,11-tetrain

Daß dieses neue Nomenklaturkonzept auch problemlos mit gesättigten, verbrückten und Hetero-ausgetauschten Cyclo-Segmenten vereinbar ist, demonstriert ein weiteres Beispiel.



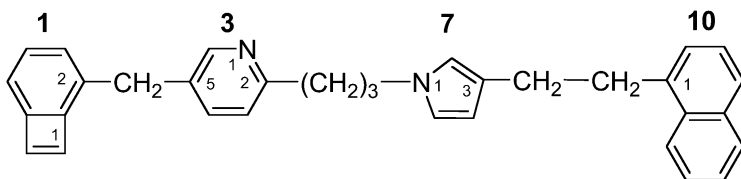
CA: 7-Aza-6,17-dioxa-3,10-dithiatetracyclo[10.2.2.1<sup>1,12</sup>.1<sup>5,8</sup>]dodeca-5(18), 7-dien (kleine äußere Lokanten)

IUPAC: 1<sup>7</sup>-Oxa-3,7-dithia-1(1,4)-bicyclo[2.2.1]heptana-5(3,5)-1,2-oxazolacyclooctaphan (fette Lokanten)

### 1.3.2

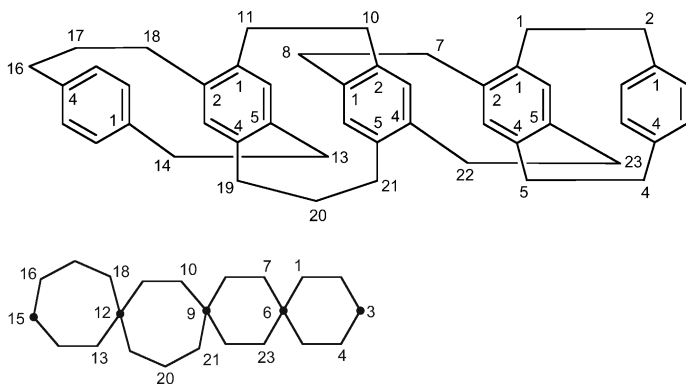
#### Andere Phane

Das Phan-Konzept war ursprünglich allein für supercyclische Systeme vom **Cyclophan**-Typ vorgesehen. Während der Ausarbeitung des Regelwerks zur Cyclophannomenklatur stellte sich jedoch zunehmend deutlicher heraus, daß deren grundlegende Prinzipien sich sehr wohl auch auf lineare Verbände von Ketten- und Ringsegmenten anwenden ließen. Demzufolge können solche **Superketten** genauso wie **Cyclophane** behandelt werden, nur, daß ihre Namen auf das Morphem ...**phan**, anschließend an den die Kettenlänge anzeigenden numerischen Term, enden.



1(2)-Cyclobutabenzena-3(5,2)-pyridina-7(1,3)-pyrrola-10(1)-naphthalenadecaphan

Eine zusätzliche Erweiterung dieses Systems besteht in der Einbeziehung von Spirokomponenten, was sich für viellagige Polyspirosysteme der folgenden Art als besonders vorteilhaft erweist.



3.15(1,4),6(1,4,2,5),9(1,2,5,4),12(1,5,2,4)-pentabenzentrisspiro  
[5.2.2.6<sup>12</sup>.3<sup>9</sup>.2<sup>6</sup>]tricosaphan

Zum Abschluß dieses Kapitels und im Vorgriff auf die folgenden Diskussionen sei darauf hingewiesen, daß die im Rahmen der Phannomenklatur erhaltenen neuen Verbundnamen in gleicher Weise den Regeln der substitutiven Nomenklatur unterworfen werden können wie die althergebrachten Stammnamen.

---

## 2 Substituierte Systeme

### 2.1

#### Allgemeine Vorbemerkungen

Der Begriff des Substituenten, der bereits bei der Besprechung der Stammsysteme in Form der Substituentengruppen vielfach verwendet worden ist, nimmt naturgemäß im folgenden eine zentrale Stellung ein und bedarf deshalb einer erweiterten Definition.

**Als Substituent wird jedes Atom und jede Atomkombination (funktionelle Gruppe) bezeichnet, das/die ein Wasserstoffatom eines Stammsystems ersetzt.**

Eine weitergehende Spezifizierung des Substituenten-Begriffes ist dadurch gegeben, daß man alle substituierenden Gruppen, die nicht Kohlenwasserstoff- oder Heterocyclen-Gruppen<sup>1</sup> sind, unter dem Terminus **Charakteristische Gruppe** zusammenfaßt. Diese Gruppen bestimmen dann, welche **Verbindungsklasse** (funktionelle Klasse) vorliegt, wobei sich der Klassenname nicht notwendigerweise im systematischen Namen der zugehörigen Einzelverbindungen wiederfinden muß; z.B.:  $-\text{COOH}$  Carbonsäure,  $-\text{NO}_2$  Nitroverbindung,  $-\text{NH}_2$  Amin oder Aminoverbindung,  $-\text{OH}$  Alkohol usw. Aus der trivialen Tatsache, daß ein Stammsystem durch mehrere charakteristische Gruppen substituiert sein kann, ergibt sich die Notwendigkeit einer **Rangfolge der Substituenten**. Die **ranghöchste Gruppe** (principal group) definiert dann immer die vorliegende Verbindungsklasse und wird, wo möglich, durch ein **Suffix** ausgedrückt; die übrigen charakteristischen Gruppen werden in geeigneter Weise als **Präfixe** in alphabetischer Reihenfolge und unter Wahrung des Prinzips kleinster Chiffren zugeordnet.

**Multiplizierende Präfixe** werden wie bei den Stammsystemen verwendet: die Reihe **di, tri, tetra** ... für Sätze identischer Substituenten, die Reihe **bis, tris, tetrakis** ... für identisch weitersubstituierte identische Substituenten (oder wenn es sprachlich geboten erscheint), und die Reihe **bi,**

---

<sup>1</sup> Meist abgekürzt als  $\text{R}^1, \text{R}^2, \text{R}^3, \text{R}^4$  ... oder  $\text{R}, \text{R}', \text{R}'', \text{R}''', \text{R}''''$  ...

**ter, quater ...** für direkt miteinander verknüpfte identische Teilkomponenten.

Während die Nomenklaturgebräuche bei den Stammsystemen weitgehend vereinheitlicht wurden, liegen die Verhältnisse bei substituierten Systemen wesentlich komplizierter, da 1. mehrere Nomenklatorsysteme sehr unsystematisch nebeneinander verwendet werden, 2. viele Ausnahmeregelungen zu beachten sind und 3. zahlreiche Trivial- und Semitrivial-Namen und -Regeln in ebenfalls unsystematischer Weise beibehalten werden.

Spezielle Nomenklaturprobleme sind deshalb häufig nur mit Hilfe der streng kodifizierten **IUPAC-Regel-Manuale** (s. S. 6) zu lösen; hier soll dagegen ein straffer Überblick über die allgemeinen Prinzipien dieser Benennungsvorschriften gegeben werden.

## 2.2

### Nomenklaturtypen für substituierte Systeme

#### 2.2.1

##### Die substitutive Nomenklatur

Bei diesem grundsätzlich zu bevorzugenden Nomenklaturtyp werden die **Substituenten** bzw. **charakteristische Gruppen** repräsentierenden Namensfragmente dem Stammnamen in Form geeigneter Kürzel als **Vor- und/oder Nachsilben** (**Präfixe** bzw. **Suffixe**) beigegeben. Die in Tabelle 6

**Tabelle 6.** Charakteristische Gruppen, die nur als Präfixe auftreten

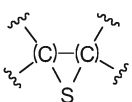
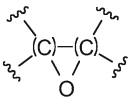
Charakteristische Gruppe	Präfix (Gattungsname)
$-N_3$	Azido ... (Azid)
$-Br$	Brom ... engl. Bromo ... usw.
$-Cl$	Chlor ...
$-ClO$	Chlorosyl ...
$-ClO_2$	Chloryl ...
$-OCN$	Cyanato ... Cyanat
$=N_2$	Diazo ...
$-I(OH)_2$	Dihydroxyiod ... system.: Dihydroxy- $\lambda^3$ -iodanyl ...
$-IX_2$	Di ... iod ... (X ist irgendein Säurerest: $-Cl$ , $-OOCCH_3$ usw.) system.: Di ... $\lambda^3$ -iodanyl
	Epithio ... (tradit.)



Tabelle 6 (Fortsetzung)

Charakteristische Gruppe	Präfix (Gattungsname)
	Epoxy ... (tradit.)
-F	Fluor ...
-OOH	Hydroperoxy ...
-NHOH	Hydroxyamino ... (Hydroxylamin)
-NHNH <sub>2</sub>	Hydrazino ... system. Diazanyl ...
-NCO	Isocyanato ...
-NC	Isocyan ... (Isocyanid, Isonitril)
-NCS	Isothiocyanato ...
-I	Iod ...
-IO	Iodosyl ... (früher Iodoso ...)
-IO <sub>2</sub>	Iodyl ... (früher Iodo ...)
-NO <sub>2</sub>	Nitro ...
=N(O)OH	aci-Nitro ... system. Hydroxynitroaryl ...
-NO	Nitroso ...
-ClO <sub>3</sub>	Perchloryl ...
-SCN	Thiocyanato ...
-OOR	... yldioxy ... (Peroxid)
-OR, -SR usw.	... yloxy ..., ... ylthio ... (Ether, Thioether etc.) system.: ... ylsulfanyl etc.

aufgeführten Substituenten werden jedoch nur als Präfixe verwertet. Auch substituierende Stammsysteme vom Kohlenwasserstoff- und Heterocyclen-Typ werden in Form ihrer Gruppennamen als Präfixe behandelt.

Alle anderen charakteristischen Gruppen können als Präfixe und/oder als Suffixe in Erscheinung treten. Grundsätzlich wird die **ranghöchste charakteristische Gruppe** als **Suffix** genommen und bestimmt damit den Verbindungstyp; die übrigen Gruppen werden dann als Präfixe dem Stammnamen vorangestellt. Zur Ermittlung der ranghöchsten Gruppe bedient man sich der folgenden Tabelle 7, die die wichtigsten Verbindungsklassen in abnehmender Priorität gibt. Da diese Tabelle (leider) noch sehr fragmentarisch ist, muß man gegebenenfalls die umfangreichere Prioritätenliste des **Chem. Abstr.-Index Guide** (s. Literatur auf S. 6) zu Rate ziehen.

Wie nun die in den Verbindungsklassen der Tabelle 7 zugeordneten charakteristischen Gruppen als Präfixe und Suffixe zu benennen sind, zeigt Tabelle 8.

Tabelle 7. Rangfolge der wichtigsten Verbindungsklassen

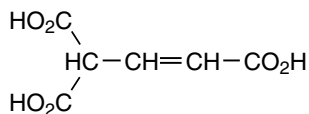
IUPAC	Chem. Abstr.
1. Radikale	1. Radikale
2. Anionen	2. Kationen
3. Kationen	3. Neutrale Koordinationsverbindungen
4. Zwitterionen	4. Anionen
5. Carbonsäuren in der Reihenfolge: $-\overset{\text{O}}{\text{C}}\text{OOH}$ , dann Schwefel- und Selenanaloge, dann Sulf(on, in)-, Phosph(on, in)-, Ars(on, in)-säuren	
6. Säurederivate in der Reihenfolge: Anhydride, Ester, Halogenide, Amide, Hydrazide, Imide, Amidine usw.	
7. Nitrile (Cyanide), Isocyanide usw.	
8. Aldehyde, dann S-, Se- und Te-Analoga	
9. Ketone, dann S-, Se- und Te-Analoga	
10. Alkohole, Phenole, dann S-, Se und Te-Analoga	
11. Hydroperoxide, Thiohydroperoxide etc.	
12. Amine, Imine, Hydrazine, Phosphane usw.	
13. Ether, S-, Se- und Te-Analoga	
14. Peroxide, Disulfide etc.	

Während die Vorschriften der Tabelle 8 auf die meisten Verbindungsklassen ohne Schwierigkeiten direkt anwendbar sind, bedürfen die beiden alternativen Benennungsmethoden für aliphatische Carbonsäure-Derivate und Nitrile sowie aliphatische Aldehyde einer kurzen Erläuterung:

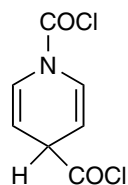
Bei Mono- und Di-Carbonsäuren und ihren Derivaten wird das Kohlenstoffatom der Säuregruppe dem Stammsystem zugerechnet und nur die Nachsilbe ... **säure** verwendet:



Bei mehrfachen und cyclischen Carbonsäuren (und Derivaten) behandelt man die Säuregruppe als Einheit in den Nachsilben ... **carbonsäure**, ... **carboxamid**, ... **carbonylchlorid** usw.



Prop-2-en-1,1,3-  
tricarbonsäure



Pyridin-1,4(4H)-di  
(carbonylchlorid)

**Tabelle 8.** Präfixe und Suffixe für die wichtigsten charakteristischen Gruppen in der substitutiven Nomenklatur

Verbindungsclassse	Charakteristische Gruppe <sup>a</sup>	Verwendung als Präfix	Verwendung als Suffix
Kationen	$\overset{\oplus}{-OR_2}$ , $\overset{\oplus}{-NR_3}$ , $\overset{\oplus}{-BrR}$ $\overset{\oplus}{-N\equiv N}$	...onio... Diazonio...	...onium... -diazonium...
Carbonsäuren	$-COOH$ $-COOH$	Carboxy... -	-carbonsäure <sup>b</sup> -säure <sup>b</sup>
Peroxycarbonsäuren	$-C(O)OOH$ $-C(O)OOH$	? -	-peroxycarbonsäure Peroxy...säure
(Di)thiocarbonsäuren	$-COSH$ , $-CSSH$ $-COSH$ , $-CSSH$	(Di)thiocarboxy... -	-(di)thiocarbonsäure -(di)thiosäure
Sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{smallmatrix} \right\}$ säuren	$-SO_3H$ $-SO_2H$ $-SOH$	Sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{o} \\ \text{ino} \\ \text{eno} \end{smallmatrix} \right\}$ ...	-sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{smallmatrix} \right\}$ -säure
Carbonsäuresalze	$-COOM$ $-COOM$	M-carboxylato... -	M-...carboxylat M-...oat
Sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{smallmatrix} \right\}$ säuresalze	$-SO_3M$ $-SO_2M$ $-SOM$	M-sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{smallmatrix} \right\}$ ato...	M-...sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{smallmatrix} \right\}$ at
Carbonsäureanhydride	$\begin{array}{c} -C-O-C- \\    \quad    \\ O \quad O \end{array}$	-	...säure...säureanhydrid
Carbonsäureester	$-COOR$ $-COOR$	...yloxycarbonyl... -	...yl...carboxylat ...yl...oat

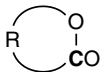
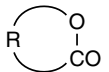
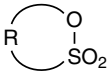


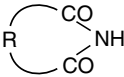
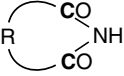
Sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{smallmatrix} \right\}$ säureester	$-\text{SO}_3\text{R}$ $-\text{SO}_2\text{R}$ $-\text{SOR}$	... yloxysulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{smallmatrix} \right\}$ yl ...	... yl ... sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{smallmatrix} \right\}$ at
Lactone	 , 	-	... olid, -carbolacton
Sultone		-	... sulton
Carbonsäurehalogenide	$-\text{COX}$ $-\text{COX}$	Halogencarbonyl ... -	-carbonylhalogenid -oylhalogenid <sup>c</sup>
Sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{smallmatrix} \right\}$ säurehalogenide	$-\text{SO}_2\text{X}$ $-\text{SOX}$ $-\text{SX}$	X-sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{smallmatrix} \right\}$ yl ...	-sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{smallmatrix} \right\}$ ylhalogenid
Carbonsäureamide	$-\text{CONH}_2$ $-\text{CONH}_2$	Aminocarbonyl ... (trad. Carbamoyl) -	-carbamid, engl.: -carboxamid -amid
Carbonimidsäuren	$-\text{C}(\text{NH})\text{OH}$ $-\text{C}(\text{NH})\text{OH}$	Hydroxy(imino)methyl ... -	-carbimidsäure, engl.: carboximidic acid imidsäure
Lactame		-	-lactam

Tabelle 8 (Fortsetzung)

## Verbindungsklasse

Lactime		-	-lactim
Carbonsäureimide		-	-dicarboximid
		-	...imid (für Trivialnamen)
Carbonsäurehydrazide	-CONHNH <sub>2</sub> -C(NHNH <sub>2</sub> )	Hydrazinocarbonyl -	-carbohydrazid ...ohydrazid
Hydrazonsäuren	-C(NNH <sub>2</sub> )OH -C(NNH <sub>2</sub> )OH	Hydrazonohydroxymethyl... -	-carbohydrazonsäure ...hydrazonsäure
Hydroxamsäuren	-CONHOH -C(NHOH)	(Hydroxamino)carbonyl... -	-carbohydroxamsäure ...hydroxamsäure
Hydroximsäuren	-C(NOH)OH -C(NOH)OH	Hydroximinohydroxymethyl... -	-carbohydroximsäure ...hydroximsäure
Amidine	-C(NH)NH <sub>2</sub> -C(NH)NH <sub>2</sub>	[Amino(imino)methyl...] Amidino...	-carboxamidin ...amidin
Amidoxime	-C(NOH)NH <sub>2</sub> -C(NOH)NH <sub>2</sub>	Amino(hydroximino)methyl... -	-carboxamidoxim ...amidoxim


Sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{smallmatrix} \right\}$ säureamide	$-\text{SO}_2\text{NH}_2$ $-\text{SONH}_2$ $-\text{SNH}_2$	Sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{amoyl} \\ \text{inamoyl} \\ \text{enamoyl} \end{smallmatrix} \right\}^d \dots$	$\dots \text{sulf} \left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{smallmatrix} \right\}$ amid
Sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \end{smallmatrix} \right\}$ imidsäure	$-\text{S}(\text{O})(\text{NH})\text{OH}$ $-\text{S}(\text{NH})\text{OH}$	Hydroxy(imino)sulfinyl... Hydroxy(imino)- $\Lambda^4$ -sulfonyl...	$-\text{sulf} \left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \end{smallmatrix} \right\}$ imidsäure
Sultame		-	$\dots \text{sultam}$
Sulf $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{on} \\ \text{in} \\ \text{en} \end{smallmatrix} \right\}$ säurehydrazide	$-\text{SO}_2\text{NHNH}_2$ $-\text{SONHNH}_2$ $-\text{SNHNH}_2$	Hydrazino $\left\{ \begin{smallmatrix} \text{sulfonyl} \\ \text{sulfinyl} \\ \text{sulfonyl} \end{smallmatrix} \right\} \dots$	$-\text{sulf} \left\{ \begin{smallmatrix} \text{ono} \\ \text{ino} \\ \text{eno} \end{smallmatrix} \right\}$ hydrazid
Nitrile	$-\text{C}\equiv\text{N}$ $-\text{C}\equiv\text{N}$	Cyano... -	-carbonitril $\dots$ nitril
Aldehyde	$-\text{CHO}$ $-\text{CHO}$	Formyl... Oxo...	-carbaldehyd (C.A.: -carboxaldehyd) $\dots$ al
Thioaldehyde	$-\text{CHS}$ $-\text{CHS}$	Thioformyl... Thioxo...	-carbothialdehyd thial
Ketone	$\text{>C=O}$	Oxo...	$\dots$ on
Thioketone	$\text{>C=S}$	Thioxo...	$\dots$ thion
Acetale, Ketale	$\text{>C(OR)}_2$	Di-(... yloxy)...	$\dots \begin{smallmatrix} \text{al} \\ \text{on} \end{smallmatrix} \left\{ \begin{smallmatrix} -\text{acetal} \\ -\text{ketal} \end{smallmatrix} \right\}$
Oxime	$\text{>C=NOH}$	Hydroximino...	$\dots \begin{smallmatrix} \text{al} \\ \text{on} \end{smallmatrix} \left\{ \begin{smallmatrix} -\text{oxim} \end{smallmatrix} \right\}$
Hydrazone	$\text{>C=NNH}_2$	Hydrazono...	$\dots \begin{smallmatrix} \text{al} \\ \text{on} \end{smallmatrix} \left\{ \begin{smallmatrix} -\text{hydrazon} \end{smallmatrix} \right\}$
Azine	$\text{>C=N-N=C<}$	Azinodi...	$\dots \begin{smallmatrix} \text{al} \\ \text{on} \end{smallmatrix} \left\{ \begin{smallmatrix} -\text{azin} \end{smallmatrix} \right\}$

Tabelle 8 (Fortsetzung)

## Verbindungsklasse

Semicarbazone	$\text{>C=NNHCONH}_2$	Semicarbazono ...	$\left. \begin{array}{l} \dots^{\text{al}} \\ \dots^{\text{on}} \end{array} \right\} \text{semicarbazon}$
Alkohole, Phenole	–OH	Hydroxy ...	$\dots^{\text{ol}}$
Thiole	–SH	Sulfanyl ... (Mercapto ...)	$\dots^{\text{thiol}}$
Alkohol } Phenol }ate	–OM	M-oxido ...	M...olat
Thioalkohol } Thiophenol }ate	–SM	M-sulfido ...	M...thiolat
Amine	–NH <sub>2</sub>	Amino ...	$\dots^{\text{amin}^c}$
Imine	=NH	Imino ...	$\dots^{\text{imin}^c}$

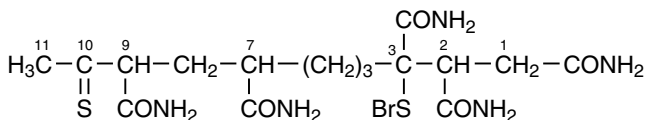
<sup>a</sup> Die fettgedruckten C-Atome sind in den Stammnamen einbezogen.

<sup>b</sup> Im Englischen carboxylic acid bzw. -oic acid.

<sup>c</sup> Siehe auch die radikofunktionelle Bezeichnungsweise.

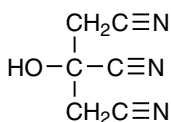
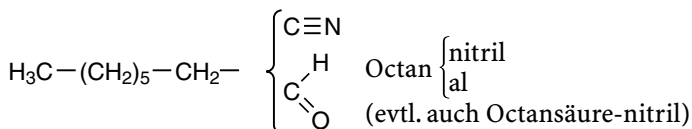
<sup>d</sup> System.: Amino(sulfonyl, sulfinyl, sulfanyl) ...

Die Tabelle lässt sich leicht logisch erweitern. So können die Benennungsverfahren für Sulf(on, in, en)säuren und ihre Derivate direkt auf entsprechende Thioanaloga übertragen werden. Einige der aufgeführten charakteristischen Gruppen können in ihren –NH<sub>2</sub> oder –OH Funktionen weiter substituiert sein. Bei der Benennung berücksichtigt man dies durch Voranstellen des entsprechenden Gruppenbegriffs, einschließlich Platzbezeichnung; z. B.: *N*-Methylhexanamid.

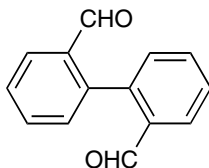


3-Bromsulfanyl-10-thioxoundecan-1,2,3,7,9-pentacarboxamid

Analoge Nitrile und Aldehyde werden entsprechend behandelt:



2-Hydroxypropan-1,2,3-tricarbonitril



Biphenyl-2,2'-dicarbaldehyd

**Die Regeln der substitutiven Nomenklatur sind allen anderen Bezeichnungsmethoden vorzuziehen**, denn sie haben bislang die allgemeinste und breiteste Anwendung gefunden. Dennoch werden für einige Verbindungstypen in nicht immer genau abgegrenzter Weise andere Nomenklatorsysteme beibehalten, die im folgenden kurz besprochen werden, obwohl zu hoffen ist, daß man sich in Zukunft so weit wie möglich auf die substitutive Nomenklatur beschränken wird.

### 2.2.2

#### Die radikofunktionelle Nomenklatur (Functional class names)

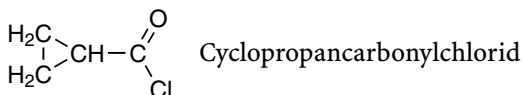
Dieses Benennungsverfahren wird nur auf einige Verbindungsklassen angewendet, die in Tabelle 9 in absteigender Priorität zusammengefaßt sind. Im Gegensatz zur substitutiven Nomenklatur werden **hier die Stammsysteme in Form ihrer „Radikale“** (besser: **Substituentengruppen**) **benannt**, denen die meist **anionisierten Namen** der fraglichen Verbindungsklasse **nachgestellt** sind. Im Deutschen arbeitet man hierbei mit oder auch ohne Bindestrich, im Englischen werden zwei separate Wörter verwendet.



**Tabelle 9.** Verbindungsnamen, wie sie in der radikofunktionellen Nomenklatur Verwendung finden

Charakteristische Gruppe	Radikofunktioneller Verbindungsname
X in Säurederivaten RCO–X, RSO <sub>2</sub> –X usw.	Anionischer Name von X in der Rangfolge: -fluorid, -chlorid, -bromid, -iodid, -cyanid, -azid, usw., dann S und Se-Analoga
$\text{--C}\equiv\text{N:}^{\oplus}, \text{--N}\equiv\text{C:}^{\ominus}$	-cyanid, -isocyanid
$\text{--O--C}\equiv\text{N:}^{\oplus}, \text{--N}\equiv\text{C=O}^{\ominus}$	-cyanat, -isocyanat
$\text{--O--N}\equiv\text{C:}^{\oplus}, \text{--N}\equiv\text{C=S}^{\ominus}$	-fulminat
$\text{--S--C}\equiv\text{N:}^{\oplus}, \text{--N}\equiv\text{C=S}^{\ominus}$	-thiocyanat, -isothiocyanat usw.
$\text{>C=O}, \text{>C=S}$	-keton, -thioketon usw.
$\text{>C=C=O}$	-keten
–OH, –SH	-alkohol, -hydrosulfid
–O–OH, –S–S <sub>x</sub> –SH	-hydroperoxid, -hydropolysulfid
–O–, –O–O–	-ether oder -oxid, -peroxid
–S–, –S–S <sub>x</sub> –S–	-sulfid, -polysulfid
$\text{>S=O}, \text{>SO}_2$	-sulfoxid, -sulfon
$\text{>S=NH}, \text{>S(O)NH}$	-sulfimid, -sulfoximid
$\text{>Se}, \text{>SeO}, \text{>SeO}_2$	-selenid, -selenoxid, -selenon
–F, –Cl, –Br, –I, –N <sub>3</sub>	-fluorid, -chlorid, -bromid, -iodid, -azid
RNH <sub>2</sub> , RR'NH, RR'R"N	-amin
$\text{>C=N--C}\leq$	-amin (Azomethine, Schiff'sche Basen)
$\text{>C(OOCR)}_2$	-di...oat (Acylale)

Einige Beispiele mögen die Prinzipien der radikofunktionellen Nomenklatur verdeutlichen:



H<sub>2</sub>CCl<sub>2</sub> Methylendichlorid  
(meist: Methylenechlorid)

H<sub>3</sub>C–CN Methylcyanid,

H<sub>3</sub>C–O–CH<sub>3</sub> Dimethylether,

(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)<sub>3</sub>N Triphenylamin

H<sub>3</sub>C–CH<sub>2</sub>–CH<sub>2</sub>–CH<sub>2</sub>–CH<sub>2</sub>–COF  
Hexanoylfluorid

H<sub>3</sub>C–CO–C<sub>2</sub>H<sub>5</sub> Ethylmethylketon,

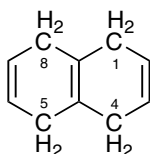
(C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>SO Diphenylsulfoxid.

C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>CH<sub>2</sub>–N=C=O Benzylisocyanat

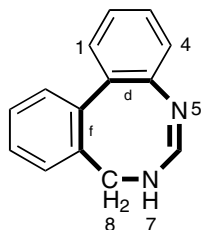
## 2.2.3

## Die additive Nomenklatur

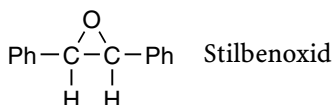
Dieser Nomenklaturtyp, bei dem, wie der Name schon sagt, eine **Addition von Atomen oder Atomgruppen an eine Stammstruktur** angenommen wird, ist auf ganz wenige Spezialfälle beschränkt. Die wichtigste und wohl auch in Zukunft unverzichtbare Anwendung findet dieses Verfahren bei der Benennung von **hydrierten cyclischen Verbindungen**, wobei die Hydrierung durch entsprechende Präfixe angegeben wird.



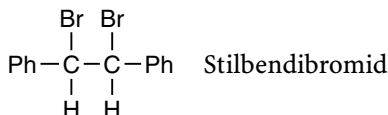
1,4,5,8-Tetrahydronaphthalin

7,8-Dihydrodibenzo[*d,f*][1,3]diazocin

Im Gegensatz hierzu werden **Epoxide, Ozonide** und gewisse **Halogen-derivate** durch die **dem Stammbegriff nachgestellten anionischen Namen** der entsprechenden Atome (Atomgruppen) charakterisiert. Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß diese Methode nicht zur Beibehaltung empfohlen wird, sofern andere Nomenklaturtypen (substitutive oder Heterocyclen-Nomenklatur) einfache und eindeutige Benennungen zulassen.

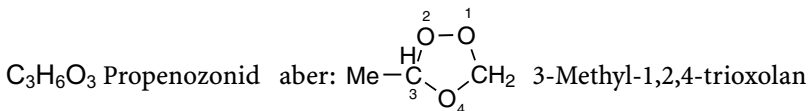


Stilbenoxid

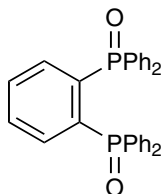
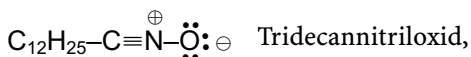


Stilbendibromid

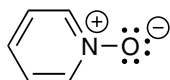
**Ozonid** sollte man nur schreiben, wenn man nichts Genaueres über die Struktur weiß; anderenfalls ist die **Heterocyclen-Nomenklatur** zu verwenden.



Nur für Verbindungen vom **Aminoxid**- und **Nitriloxid**-Typ sowie für **analog am Heteroatom oxidierte Systeme** (insbesondere Heterocyclen!) kommt wieder allein die additive Nomenklatur in Frage:



1,2-Phenylenbis(diphenylphosphanoxid)  
(Benzen-1,2-diyl) bis(di-phenylphosphanoxid)

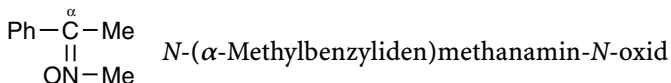


Pyridinioxid.

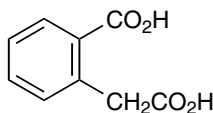


Thietan-1,1-dioxid

Auch Nitrone werden als Aminoxide benannt:



Eine weitere Variante der additiven Nomenklatur, bei der die Erhöhung der Ketten- oder Ringgliederzahl um eine  $CH_2$ -Einheit durch das Präfix **Homo** angezeigt wird, findet vor allem in der **Steroidchemie** (siehe Abschn. 7.3), aber auch bei einigen trivial benannten Verbindungstypen Anwendung.

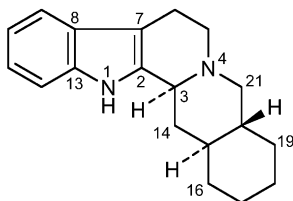


Homophthalsäure

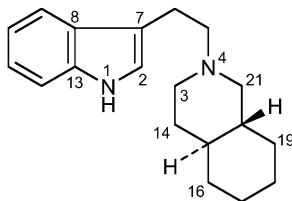


Tris(homo)benzol

In ähnlicher Weise auf die Naturstoffnomenklatur beschränkt ist das eine hydrierende Ringspaltung anzeigende Präfix **Seco** ... (Details s. Kap. 7), obwohl auch hier durchaus eine allgemeinere Nutzung denkbar erscheint.



Yohimban (fundamentale Stammstruktur)



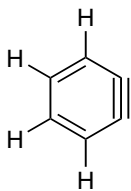
2,3-Secoyohimban

Keiner weiteren Erläuterung bedürfen traditionelle selbstevidente additive Namen wie z. B. **Pyridinmethoiodid** und **Trimethylaminhydrochlorid**.

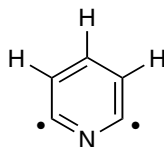
## 2.2.4

### Die subtraktive Nomenklatur

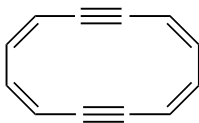
Bei diesem Nomenklaturtyp werden **subtraktive Präfixe** oder **Suffixe** verwendet, um die Entfernung von Atomen oder Atomgruppen aus einem trivial oder systematisch benannten Stammsystem anzuzeigen. Während die additive Nomenklatur ihre allgemeinste Anwendung bei hydrierten cyclischen Systemen gefunden hat, konzentriert sich die Anwendung der subtraktiven Nomenklatur auf die Kennzeichnung des Gegenteils, auf die **Einführung von Unsättigung**. Wir haben dies bei der Besprechung der Kohlenwasserstoff-Systeme ausführlich behandelt, wo die Endsilben ...**en** und ...**in** jeweils den Verlust von zwei bzw. vier Wasserstoffatomen unter Bildung einer Doppel- bzw. einer Dreifachbindung anzeigen. Direkte Symbolisierung der **Dehydrierung** in Form eines subtraktiven Präfixes empfiehlt sich besonders bei einigen Naturstoffen der Steroid- und Zuckerreihe sowie bei Dehydroaromaten (wenig präzise auch Arine, engl. Arynes genannt) und Dehydroannulenen.



1,2-Didehydrobenzol  
(trivial = Benzyne,  
Dehydrobenzol)

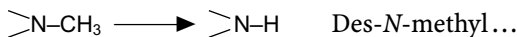


2,6-Didehydropyridin  
(Pyridin-2,6-diyl)

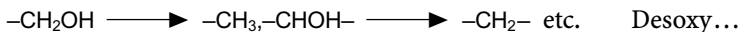


1,2,7,8-Tetradehydro[12]annulen

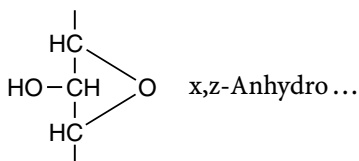
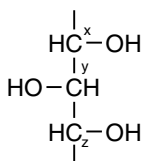
Ebenfalls weitgehend auf komplizierte und trivial benannte Naturstoffe (z.B. **Alkaloide**) beschränkt bleibt das Verfahren, den Ersatz einer *N*-Methylgruppe durch Wasserstoff mit dem Präfix **Des...** anzuzeigen (englisch **De...**).



Ähnlich limitiert (auf **Zuckerderivate**) ist die analoge Kennzeichnung des Ersatzes einer OH-Gruppe durch H:

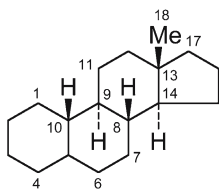


Einige Verbindungsklassen, die durch Wasserentzug aus geeigneten Vorläufern entstehen, haben **subtraktive Gattungsnamen**: Anhydride, Lactone, Sultame usw. Speziell in der Zuckerreihe wird die intramolekulare Abspaltung von Wasser aus zwei Hydroxylgruppen mit dem Präfix **Anhydro** wiedergegeben.

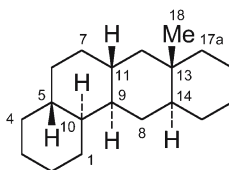


Ebenfalls der subtraktiven Nomenklatur zuzurechnen ist die Vorsilbe **Nor...**, die wieder vor allem in der Naturstoffnomenklatur eine wichtige Rolle spielt. Dort zeigt **Nor...** einmal den **Verlust einer CH<sub>2</sub>-Gruppe** aus einer Kette an, in einem zweiten Sinne verwendet man **Nor...** hier um eine **Ringkontraktion um eine CH<sub>2</sub>-Einheit** (also: Umkehrung von **Homo...**) zu formulieren.

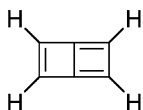
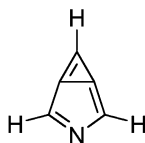
Einen weiteren subtraktiven Deskriptor, der zunächst ausschließlich für die sehr spezifischen Belange der Naturstoffnomenklatur gedacht war, repräsentiert das Präfix **Cyclo...**, das eine formale, dehydrierende Cyclisierung zwischen zwei beliebigen nichtvicinalen Gerüstatomen zum Ausdruck bringt.



(ö)Estran (fundamentale Stammstruktur)

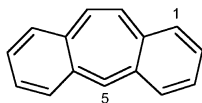
7,11 $\alpha$ -Cyclo-7,8-seco-17a-homo-5 $\alpha$ -(ö)estran

Es liegt nahe, dieses „Cycloprocedere“ auch für sehr einfache Stammsysteme zuzulassen, vor allem, wenn damit im Namen selbst sehr eigene Zusammenhänge offengelegt werden können.

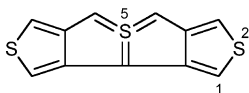
1,4-Cyclobenzol  
(Bicyclo[2.2.0]hexa-1,3,5-trien)3,5-Cyclopyridin  
(Cyclopropa[c]pyrrole)

Eine völlig andere subtraktive Vorgehensweise empfiehlt sich für **cyclische Kumulene**, deren konventionelle Benennung häufig eine unhandliche Kombination von „en-“, „dehydro-“ und „indizierten-H“-Notationen erfordert.

Wesentliche Erleichterung bietet hier die sogenannte **Delta-( $\delta$ )-Konvention**, gemäß der jedes Gerüstatom, von dem zwei oder mehr Doppelbindungen ausgehen ( $m = 2, 3, \dots$ ), mit einem  $\delta^m$ -Symbol unmittelbar nach dem zugehörigen Lokanten (mit etwaigem  $\lambda^n$ -Symbol) identifiziert wird.

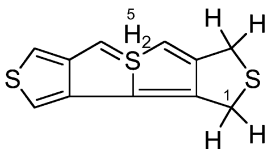
5 $\delta^2$ -Dibenzo[*a,d*]cyclohepten  
anstelle von:

4a,5-Didehydro-4a*H*-dibenzo[*a,d*]cyclohepten

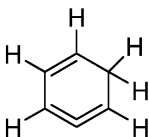
5 $\lambda^6\delta^3$ -Thieno[3,4-*c*]thieno[3',4':3,4]thieno[1,2-*a*]thiopen  
anstelle von:

1,5,3,5-Tetradehydro-1*H*,3*H*-5 $\lambda^6$ -thien

abgeleitet von:



Auch hier mag eine Übertragung auf sehr einfache Systeme vor allem dann hilfreich sein, wenn ganz bestimmte generische Korrelationen aufgezeigt werden sollen.



Trivialname: Isobenzen

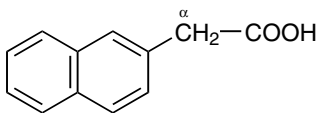
Systematischer Name: Cyclohexa-1,2,4-trien

$\delta$ -Konvention: 6H-2 $\delta^2$ -Benzen

### 2.2.5

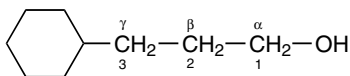
#### Die konjunktive Nomenklatur

Dieser Nomenklaturtyp bietet eigentlich nichts, was nicht mit der substitutiven Nomenklatur genauso gut und vor allem einheitlicher erledigt werden könnte. Da er jedoch die Generierung neuer, größere Verbindungseinheiten vertretender Indexbegriffe erlaubt, hat er sich zu einem Schlüsselement der **Chem. Abstr.-Registernomenklatur** entwickelt und kann daher nicht übergangen werden. So müßte beispielsweise eine Verbindung wie **Phenylelessigsäure** unter dem sehr weitläufigen Indexeintrag **Essigsäure (acetic acid)** nachgesucht werden, wohingegen der eigenständige konjunktive Indexeintrag **Benzolessigsäure (benzeneacetic acid)** eine sehr viel konzentriertere Suche erlaubt. Insbesondere acyclische **Carbonsäuren**, **Aldehyde**, **Alkohole** und **Amine**, die terminal einen cyclischen Substituenten tragen, werden konjunktiv benannt, indem man den **unveränderten Stammnamen** des Cyclus mit dem **unveränderten Namen der acyclischen Komponente** kombiniert.



konjunktiv: Naphthalin-2-essigsäure

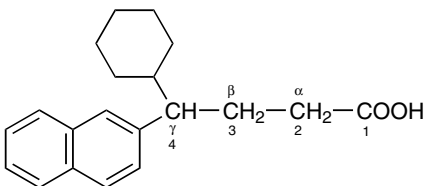
substitutiv: 2-Naphthylelessigsäure



konjunktiv: Cyclohexan-  
propanol

substitutiv: 3-Cyclohexyl-  
propan-1-ol

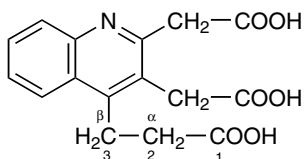
aber:



konjunktiv: γ-Cyclohexyl-  
naphthalin-2-  
butansäure

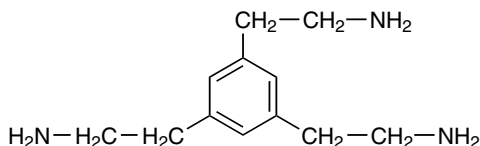
substitutiv: 4-Cyclohexyl-4-  
(2-naphthyl)-  
butansäure

Besonders bei **mehrfach identisch substituierten** Systemen bietet die konjunktive Benennung klare Vorteile.



konjunktiv: 4-(2-Carboxyethyl)chino-  
lin-2,3-diessigsäure

substitutiv: 3-[2,3-Bis(carboxymethyl)  
chinolin-4-yl]propion-  
säure



konjunktiv: Benzol-1,3,5-triethanamin

substitutiv: 2,2',2''-(Benzol-1,3,5-triyl)trisethanamin

### 2.2.6

#### Die Nomenklatur für substituierte Verbände identischer Einheiten

Wir haben schon bei der Besprechung der Stammsysteme erfahren, daß für Verbindungen, die aus identischen cyclischen Komponenten zusammengesetzt sind, spezielle Benennungsvorschriften zu beachten sind (über deren Notwendigkeit man durchaus unterschiedlicher Ansicht sein kann).

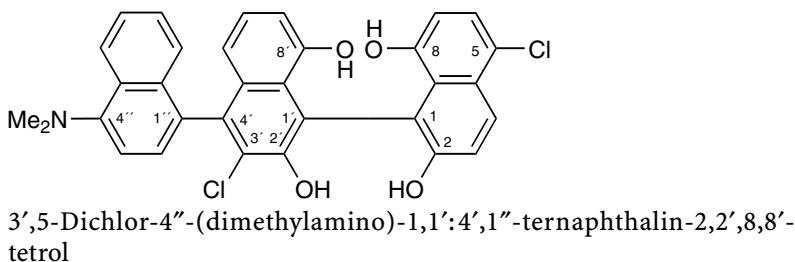
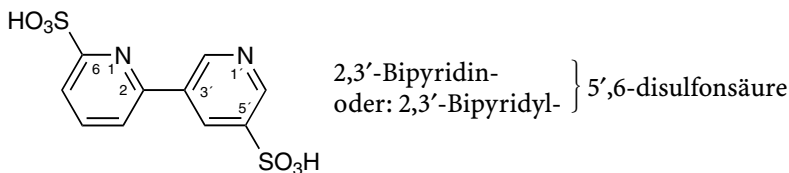


Das gleiche gilt für Verbände identischer substituierter Untereinheiten, von denen zwei Typen vorkommen, solche die direkt mit Einfach- oder Doppelbindungen verknüpft und solche die substitutiv durch eine bi- oder polyvalente Gruppe verbunden sind.

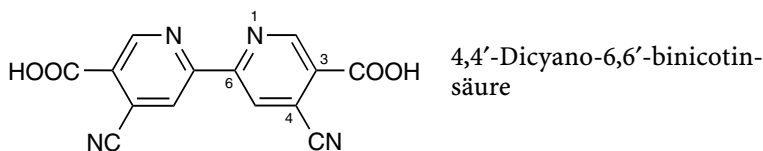
### 2.2.6.1

#### Komponenten mit direkter Verknüpfung

Hier werden zunächst die zugrundeliegenden unsubstituierten Stammkomponenten wie früher beschrieben (siehe Seiten 39, 65) zusammengesetzt und dann wie normale Stammsysteme mit den Regeln der substitutiven Nomenklatur abgewandelt (kleinstmögliche Lokanten für Verknüpfungen!).



Können substituierte Teilkomponenten in Form von Trivialnamen verwendet werden, so behält man deren ursprüngliche Bezifferung bei.



Früher wurde diese Namensgebung gelegentlich auch für aus identischen acyclischen Einheiten zusammengesetzte Systeme verwendet:

$\text{H}_3\text{C}-\text{CO}-\text{CO}-\text{CH}_3$   
Biacetyl

$\text{HOOC}-\text{NH}-\text{NH}-\text{COOH}$   
Bicarbaminsäure

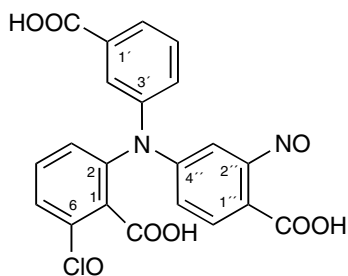
$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2-\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$   
Bibenzyl

## 2.2.6.2

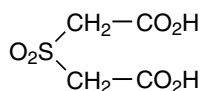
**Identische Komponenten, die an di- oder polyvalente Gruppen gebunden sind**

Derartige Verbindungen werden benannt, indem man zunächst die Verknüpfungspositionen der Komponenten (mit der zentralen Gruppe) angibt, dann den Namen dieser Gruppe, dann Präfixe **di...**, **tri...** (gegebenenfalls auch **bis...**) usw. und schließlich den Namen der Komponente, einschließlich der charakteristischen Gruppe. Zusätzliche Substituenten werden als Präfixe beigegeben, wobei folgende Prioritäten der Bezifferung zu beachten sind:

1. Charakteristische Gruppen (Suffixe)
2. Verknüpfung
3. Präfix-Substituenten.

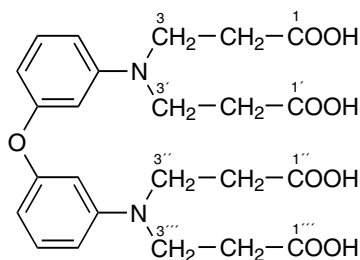


6-Chlorosyl-2''-nitroso-2,3',4''-nitrilotribenzoessäure



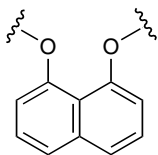
Sulfonyldiessigsäure

Bestehen die verbindenden Gruppen selbst aus mehreren Teilen, so erweitert man das Konzept logisch:

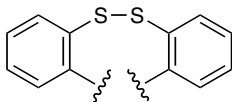


3,3',3'',3'''-[Oxybis(1,3-phenylenitrilo)]tetrapropionsäure

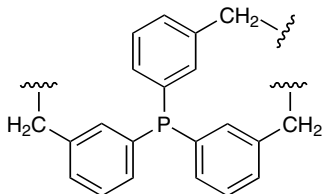
Will man derartige Systeme in Form von divalenten oder höhervalenten Substituentengruppen verwenden, so verfährt man völlig analog:



1,8-Naphthylene-  
dioxy ...  
besser:  
Naphthalin-1,8-  
diylbis(oxy)



Dithiodi-2,1-  
phenylene ...  
neu:  
Disulfanyldi-2,1-  
phenylene



Phosphantriyltri-3,1-phenylentris(methylen)tri...  
oder: Phosphanylidintri-  
3,1-...

In Tabelle 10 wird eine Aufzählung der für diesen Nomenklaturtyp verwertbaren di- bzw. polyvalenten Zentralradikale gegeben:

**Tabelle 10.** Namen für zentrale Verbundgruppen, wie sie in der Nomenklatur für Verbände identischer Einheiten verwendet werden

traditionell	Formel	systematisch
Ethylen ...	$-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$	Ethan-1,2-diyl
Ethylendioxy ...	$-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{O}-$	Ethan-1,2-diylbis(oxy)
Azino ...	$=\text{N}=\text{N}=-$	Diazanbis(yliden)
Azo ...	$-\text{N}=\text{N}-$	Diazendiyl
Carbonimidoyl ...	$-\text{C}(\text{NH})-$	Iminomethylen
Carbonyl ...	$-\text{CO}-$	
Carbonyldioxy ...	$-\text{O}-\text{CO}-\text{O}-$	
Dioxy ...	$-\text{O}-\text{O}-$	
Dithio ...	$-\text{S}-\text{S}-$	Disulfandiyl
Hydrazo ...	$-\text{NH}-\text{NH}-$	Diazan-1,2-diyl
Imino ...	$-\text{NH}-$	
Methylen ...	$-\text{CH}_2-$	
Methylenedioxy ...	$-\text{O}-\text{CH}_2-\text{O}-$	
Naphthylenebisazo ...	$-\text{N}_2\text{C}_{10}\text{H}_6\text{N}_2-$	... bis(diazendiyl)
Nitrilo ...	$-\text{N} \begin{smallmatrix} \diagup \\ \diagdown \end{smallmatrix}$	
Oxy ...	$-\text{O}-$	
Phenylene ...	$-\text{C}_6\text{H}_4-$	
Phenylenebisazo ...	$-\text{N}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{N}_2-$	... bis(diazendiyl)
Polythio ...	$-\text{S}_n-$	Polysulfandiyl
Seleninyl ...	$-\text{SeO}-$	
Seleno ...	$-\text{Se}-$	Selandiyl
Selenonyl ...	$-\text{SeO}_2-$	
Sulfinyl ...	$-\text{SO}-$	
Sulfonyl ...	$-\text{SO}_2-$	

Tabelle 10 (Fortsetzung)

traditionell	Formel	systematisch
Sulfonyldioxy...	$-\text{O}-\text{SO}_2-\text{O}-$	
Tetramethylen...	$-\text{CH}_2(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2-$	Butan-1,4-diyl
Thio...	$-\text{S}-$	Sulfandiyl
Thiocarbonyl...	$-\text{CS}-$	
Trimethylen...	$-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$	Propan-1,3-diyl
Trimethylenedioxy...	$-\text{O}(\text{CH}_2)_3\text{O}-$	Propan-1,3-diylbis(oxy)
Ureylen...	$-\text{NH}-\text{CO}-\text{NH}-$	

## 2.2.7

### Die Benennung radikalischer und ionischer Spezies

Grundsätzlich lassen sich heute alle Radikale und Ionen in einheitlicher, voll-systematischer Weise auf der Basis der in Tabelle 11 zusammengestellten **operationellen Suffixe** (und davon **abgeleiteter Präfixe**) benennen. Diese Vereinheitlichung der Namensgebung greift aber nur, wenn auch schon bei der Benennung der zugrunde liegenden Stammsysteme generell systematische Namen wie **Oxidan**, **Dioxidan**, **Azan**, **Diazan** etc. verwendet werden. Im folgenden werden daher nach den gebräuchlichen traditionellen/trivialen Namen immer auch die voll systematisierten Benennungen gegeben.

Tabelle 11. Operationelle Affixe für durch entsprechende Operationen aus Stammhydriden abgeleitete Radikale und Ionen

	Suffix H• Präfix	Suffix H <sup>⊕</sup> Präfix	Suffix H:• <sup>⊖</sup> Präfix
Addition	-	-ium <sup>b</sup>	-uid
Subtraktion	-yl <sup>a</sup>	-id <sup>c</sup>	-yldyl -yliumyl

<sup>a</sup> Für die Subtraktion von zwei und drei H-Atomen gilt: **-ylden**, **-yldin**, mit Ausnahme von Methylen ( $:\text{CH}_2$ ), Silylen ( $:\text{SiH}_2$ ) etc. und Aminylen ( $:\text{NH}$ ).

<sup>b</sup> Für Zentralelemente der Gruppen 15–17 aufweisende Kationen werden (noch) die traditionellen **-onium**-Suffixe und **-onio**-Präfixe bevorzugt.

<sup>c</sup> Für Anionen von Säuren, Alkoholen, Sulfiden etc. werden (noch) die traditionellen **-at-**, **-oxid-** und **-sulfid-**-Suffixe sowie **-ato-** und **-ido-**-Präfixe bevorzugt.

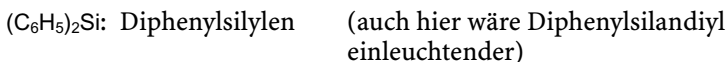
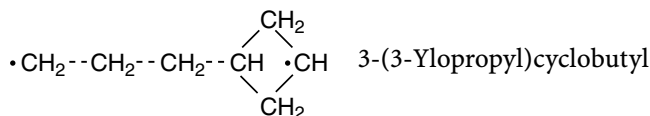
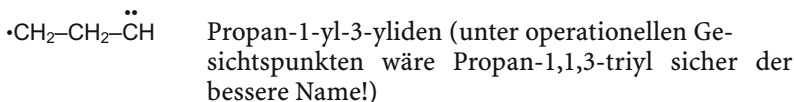
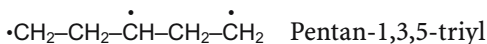
### 2.2.7.1

#### Radikale

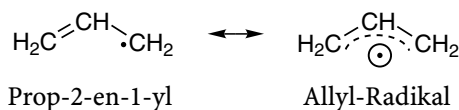
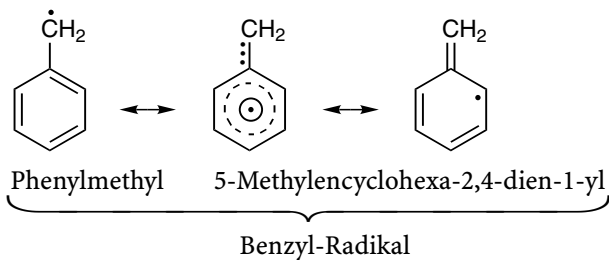
Elektrisch neutrale Atomgruppen, die ungepaarte Elektronen aufweisen, bezeichnet man als Radikale und charakterisiert sie grundsätzlich mit der Namensendung **...yl**. Wie man Stammsysteme im nomenklatorischen Sinne zu „Radikalen“ (Gruppen, Substituenten) abwandelt, haben wir in den ent-

sprechenden Abschnitten kennengelernt; die dort erhaltenen Gruppennamen können direkt zur Benennung **realer freier Radikale** verwendet werden.

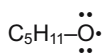
Einige weitere Beispiele mögen dies verdeutlichen.



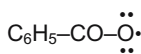
**Delokalisierte Radikale** können entweder über die einzelnen **Grenzformen** – was oft zu ganz unterschiedlichen Namen führt – oder mit traditionellen **summarischen Gruppenbezeichnungen** ohne Lokanten benannt werden.



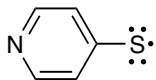
Sauerstoff-Radikale, die sich meist von Säuren, Alkoholen usw. ableiten, erhalten traditionell die Namensendung... **oxyl**, systematisch das Suffix-**oxidanyl**; die Radikalnamen anderer Gruppen kann man oft direkt aus den entsprechenden Präfixen der substitutiven Nomenklatur ableiten, wobei zur Verdeutlichung auch der deskriptive Terminus -Radikal beigegeben werden kann.



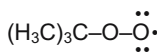
Pentyloxy,  
Pentyloxy-Radikal  
(Pentyloxidanyl)



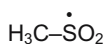
Benzoyloxy,  
Benzoyloxy-  
Radikal  
(Benzoyl-  
oxidanyl)



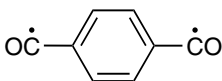
Pyridin-4-sulfonyl,  
(Pyridin-4-ylsulfanyl)



*tert*-Butyl-  
peroxy,  
(*tert*-Butyl-  
dioxidanyl)

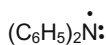


Methansulfonyl  
(Methyldioxo- $\lambda^6$ -  
sulfanyl)



Terephthaloyl  
[1,4-Phenylen-bis(oxomethyl)]

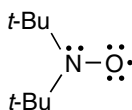
Freie Radikale, die von Aminen abgeleitet sind, werden traditionell als **Aminyle** bezeichnet, entsprechende Diradikale als **Aminylene**.



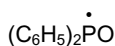
traditionell: Diphenylaminyl,  
Chem. Abstr.: *N*-Phenylbenzenaminyl  
systematisch: Diphenylazanyl



Methanaminyl, oft auch Methylnitren genannt,  
systematisch: Methylazanyliden

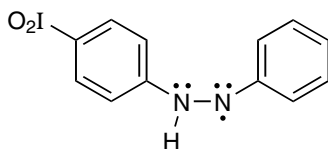


Di-*tert*-butylaminyl  
system.: Di-*tert*-butylazanyloxidanyl



Diphenylphosphinoyl  
system.: Oxodiphenyl- $\lambda^5$ -phosphanyl

Vom Hydrazin abgeleitete Radikale heißen traditionell **Hydrazyle**.



2-(4-Iodylphenyl)-1-phenylhydrazyl  
system.: ... diazanyl

## 2.2.7.2

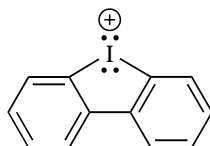
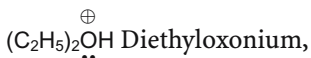
**Kationen**

Bei der Festlegung der Nomenklaturregeln für organische Kationen kann man vier verschiedene Verfahrensweisen definieren; die Behandlung von Kationen in der „a“-Nomenklatur ist bereits auf Seite 53 vorgeführt worden.

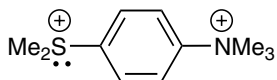
- a) Kationen, die sich von den in Tabelle 12 zusammengestellten ...**onium**-Grundtypen ableiten.

**Tabelle 12.** Onium-Grundtypen in absteigender Priorität

Ion	Gattungsname	Kation als Präfix
$\text{H}_4\text{N}^\oplus$	Ammonium	Ammonio
$\text{H}_4\text{P}^\oplus$	Phosphonium	Phosphonio
$\text{H}_4\text{As}^\oplus$	Arsonium	Arsonio
$\text{H}_4\text{Sb}^\oplus$	Stibonium	Stibonio
$\text{H}_4\text{Bi}^\oplus$	Bismuthonium	Bismuthonio
$\text{H}_3\text{O}^\oplus$	Oxonium	Oxonio
$\text{H}_3\text{S}^\oplus$	Sulfonium	Sulfonio
$\text{H}_3\text{Se}^\oplus$	Selenonium	Selenonio
$\text{H}_3\text{Te}^\oplus$	Telluronium	Telluronio
$\text{H}_2\text{F}^\oplus$	Fluoronium	Fluoronio
$\text{H}_2\text{Cl}^\oplus$	Chloronium	Chloronio
$\text{H}_2\text{Br}^\oplus$	Bromonium	Bromonio
$\text{H}_2\text{I}^\oplus$	Iodonium	Iodonio



2,2'-Biphenylyleniodonium  
(Biphenyl-2,2'-diyliodonium)



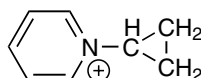
(4-Dimethylsulfonylphenyl)trimethyl-  
ammonium

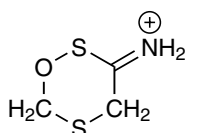
- b) Kationen, die durch Fixierung eines Protons (Hydrons, s. S. 184) oder einer anderen positiven Gruppe an einem Heteroatom einer trivial oder systematisch benannten Verbindung entstehen, erhalten nach dem Verbindungsnamen die Endung ...**ium** (siehe auch Heterocyclen-Nomenklatur S. 64). Ein angefügtes Proton wird nötigenfalls wie ein indizierter Wasserstoff behandelt.

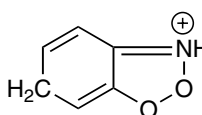
$\text{H}_3\text{C}-\text{NH}_2^+-\text{NH}_2$  1-Methylhydrazinium system.: 1-Methyldiazanium

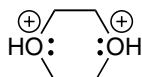
$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}-\text{NH}_3^+$   $\text{NH}^+$ -Benzamidium system.: Benzoylazanium

$\text{Ph}-\text{C}(\text{OH})=\text{NH}_2^+$   $\text{OH}^+$ -Benzamidium, system.:  $\alpha$ -Aminobenzylidenoxidanium

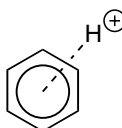
 1-Cyclopropylpyridinium

 1,2,5-Oxadithian-3-iminium  
(1,2,5-Oxadithian-3-ylidenazananium)

 6H-1,2,3-Benzodioxazol-3-ium

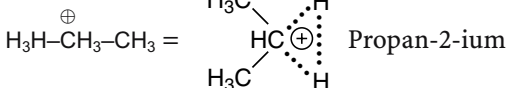
 1,4-Dioxan-1,4-diium

c) Auch Kationen, die durch unspezifizierte Addition eines Hydrons an einen aromatischen Kohlenwasserstoff entstehen, erhalten nach dem Stammterminus die Endung ...**ium**. Diese sogenannten **Arenium-Ionen** entsprechen im wesentlichen den  $\pi$ -**Komplexen** der elektrophilen Substitution am Aromaten. (Zur definierten Addition eines Hydrons an solche Systeme siehe d)).

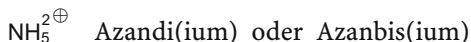
$[\text{C}_6\text{H}_7]^+$  oder  Benzenium  $[\text{C}_{14}\text{H}_{11}]^+$  Anthracenium

Das gleiche Verfahren lässt sich auch zur Kennzeichnung der durch Supersäuren bewirkten Hydronaddition an gesättigte Kohlenwasserstoffe heranziehen. Die dabei gebildeten „**nichtklassischen**“ **Carbokationen** werden unter dem Gattungsbegriff **Carboniumionen** zusammengefasst.

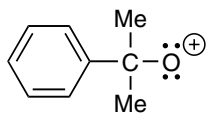
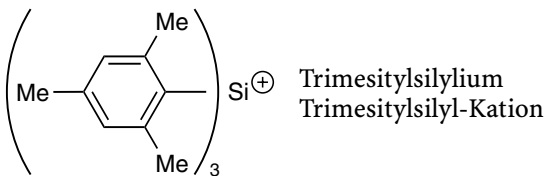
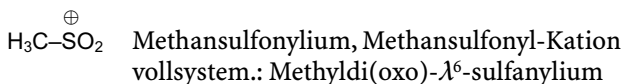
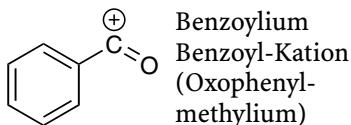
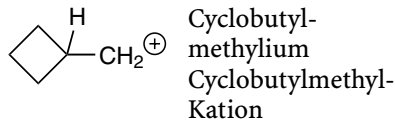
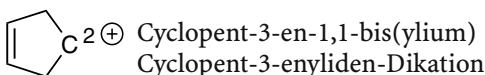
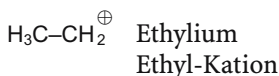




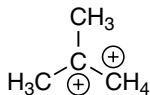
Nichtklassische Kationen anderer gesättigter Stammhydride lassen sich auf die gleiche Weise benennen.



d) Bildet man Kationen formal durch Abzug eines Elektrons von einer Radikalstelle bzw. durch Abspaltung eines Hydrid-Ions aus einem Stammhydrid, so wird dies durch die zusammengesetzte Namensendung ...**ylum** angezeigt. Mehr beschreibenden Charakter haben hier Namen wie ...**yl-Kation**. Der traditionelle Klassenname für derartige Spezies lautet **Carbeniumionen**.

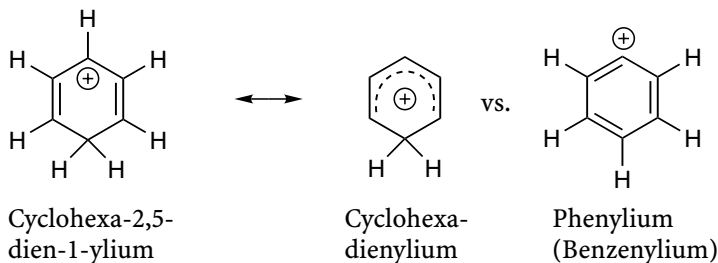


α,α-Dimethylbenzyloxidanylium  
(tradit.: ... benzyloxonium)

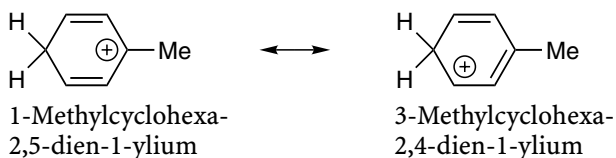


2-Methylpropan-2-ylum-1-ium

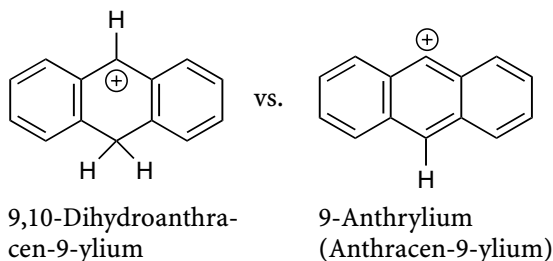
Die bei elektrophilen Substitutionen am Aromaten auftretenden kationischen Zwischenverbindungen definierter Konstitution ( $\sigma$ -Komplexe) sind keine Aromaten mehr und sollten daher auch nicht als **Arenium**-, sondern als ...**ylum**-Ionen benannt werden. Wenn man es hier nicht prinzipiell vorzieht, eine willkürlich gewählte (möglichst aber die gewichtigste) Grenzform zu benennen, kann man in bestimmten Fällen der Delokalisierung der Ladung (und  $\pi$ -Bindungen) auch durch Weglassen aller Lokanten Rechnung tragen.



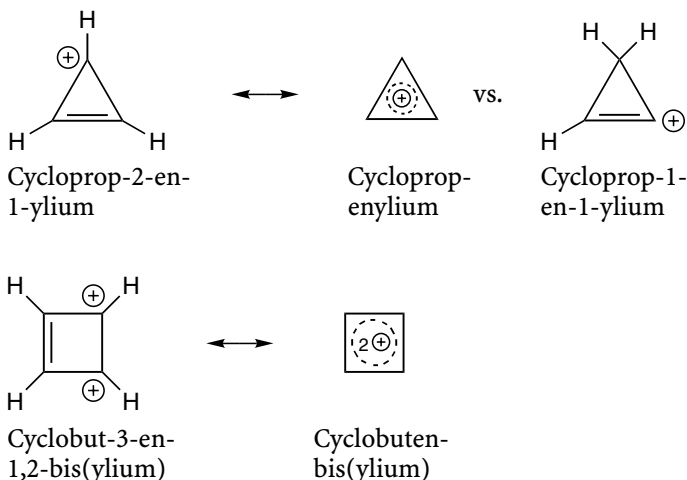
In Fällen wie dem folgenden gibt es (derzeit noch) keine Möglichkeit eines einheitlichen Namens für das delokalisierte System; man muß die Benennung also wieder willkürlich auf die plausibelste Resonanzform beziehen.



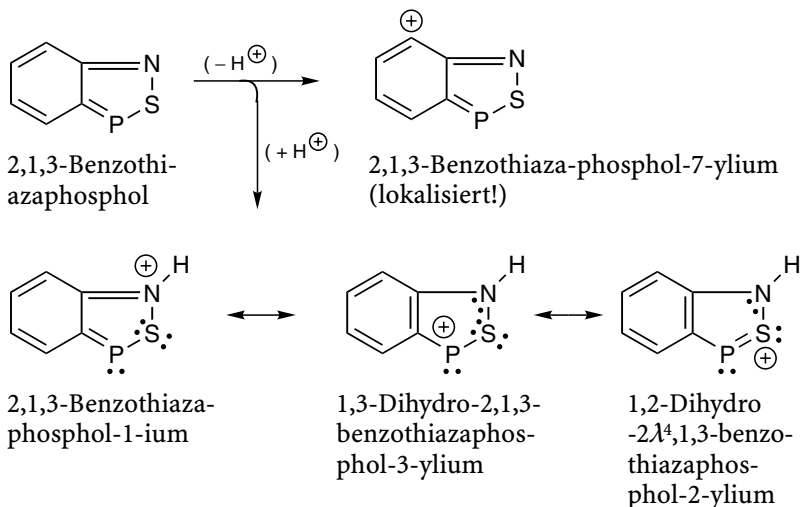
(Die -1- kann hier auch weggelassen werden, da das Ladungszentrum immer die kleinstmögliche Platzziffer erhält).



Auch bei der Benennung kationischer Aromaten kann man entweder einzelne Grenzformen exakt benennen oder das Vorliegen eines Resonanzsystems durch Weglassen jeglicher Lokanten anzeigen.



Insbesondere bei komplexen heterocyclischen Systemen sind aussagekräftige Namen für davon abgeleitete delokalisierte Kationen zuweilen **nur** anhand nach bestimmten Kriterien ausgewählter Resonanzformen erhältlich.



Mehr gefühlsmäßig wird man sich wohl für die linke, formal  $10\pi$ -aromatische, Resonanzform entscheiden.

## 2.2.7.3

**Radikalkationen (Kationradikale)**

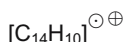
Diese Spezies kann man sich formal durch a) Wegnahme eines Elektrons von einer Neutralstruktur, b) Addition eines Hydrons (oder einer anderen positiven Gruppe) an ein Radikal, c) Addition eines Hydrons an und Wegnahme eines H-Atoms von einer Neutralstruktur sowie d) gleichzeitige Abstraktion eines Hydridions und eines H-Atoms aus einer Neutralstruktur (gegebenenfalls im Gefolge einer Dihydrierung) entstanden denken. Da es offiziell (noch) keine diskreten, die Wegnahme (bzw. Addition) einzelner Elektronen kennzeichnenden Morpheme gibt, verfährt man generell gemäß der Operationenkombinationen c, d, indem man an den Verbindungsnamen die aus Tabelle 11 ableitbaren Affixkombinationen ...**iumyl** bzw. ...**ylumyl** anhängt, gegebenenfalls unter Einbeziehung der entsprechenden Platzziffern. Da auch hier wieder grundsätzlich, insbesondere aber bei mesomeriefähigen  $\pi$ -Systemen, nur willkürlich ausgewählte (plausible) Grenzformen exakt benennbar sind, bevorzugt man häufig die mehr beschreibenden **-Radikalkation-** (oder **-Kationradikal-**) Namen, die bei **Chem. Abstr.** die Form **radical ion(1+)** annehmen.



Methaniumyl

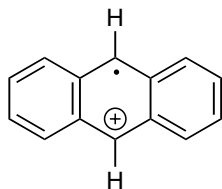
Methan-Radikalkation

methane radical ion(1+)

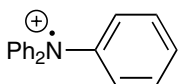


Anthraceniumyl

etc.



9,10-Dihydroanthracen-10-ylum-9-yl

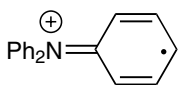
Methyliumyl,  $\lambda^2$ -Methaniumyl, methylene radical ion(1+)

trad.: Triphenylammoniumyl

(Triphenylamin-Radikalkation)

syst.: Triphenylazaniumyl

(Triphenylazan-Radikalkation)

Chem. Abstr.: *N,N*-Diphenylbenzenamin radical ion(1+)

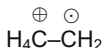
trad.: 4-(Diphenylammoniumyliden)

cyclohexa-2,5-dien-1-yl

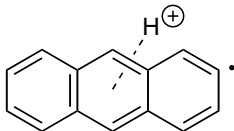
syst.: 4-(Diphenylazaniumyliden)

cyclohexa-2,5-dien-1-yl

Daß man durch streng systematische Verwendung der operationellen Affixe der Tabelle 11 auch bisher unberücksichtigte strukturelle Varianten der zu Beginn dieses Abschnitts vorgestellten **Radikalkation**-Typen **exakt** benennen kann, verdeutlichen die beiden abschließenden Beispiele.



Ethan-2-ium-1-yl



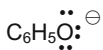
Anthracenium-2-yl

### 2.2.7.4

#### Anionen

Anionen, die durch Verlust eines Protons aus den funktionellen Gruppen von Säuren entstehen, werden benannt, indem man den Begriff ... **säure** in ... **oat** bzw. ... **at**, den Begriff ... **carbonsäure** in ... **carboxylat** umwandelt. Zum Beispiel: Decanoat, Naphthalinsulfonat, Cyclobutancarboxylat.

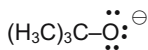
Die Salze der trivial benannten Ameisensäure, Essigsäure und Buttersäure heißen Formiat, Acetat, Butyrat. Salze von Alkoholen und Thioalkoholen werden meist noch mit den traditionellen Endungen ... **olat** (oder ... **oxid**) und ... **thiolat** (oder ... **sulfid**) ausgewiesen. Systematisch sind diese Verbindungen als ... **yloxid**anide und ... **ylsulf**anide zu benennen.



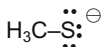
Phenolat

Phenoxid

Phenyloxidanid

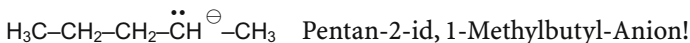
*tert*-Butoxid

2-Methylpropan-2-olat

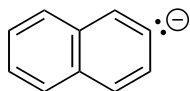
*tert*-Butyloxid

Methanthiolat, Methylsulfid, Methylsulfanid

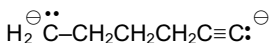
Anionen, die durch Dehydronierung von Stammhydriden gebildet werden, erhalten das Suffix ... **id** hinter dem Stammnamen. Mehr beschreibend werden solche Anionen auch als ... **yl-Anionen** benannt.



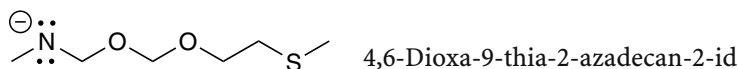
Ethindiid, Ethindiy-Dianion (trad. Acetylid)



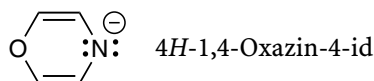
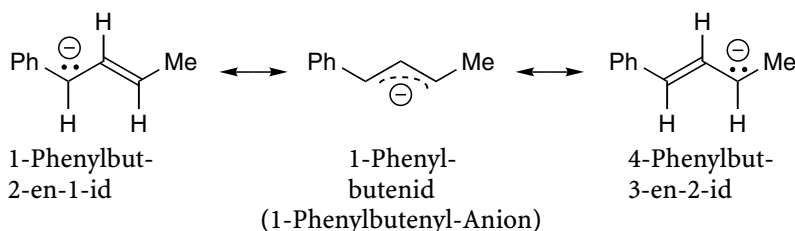
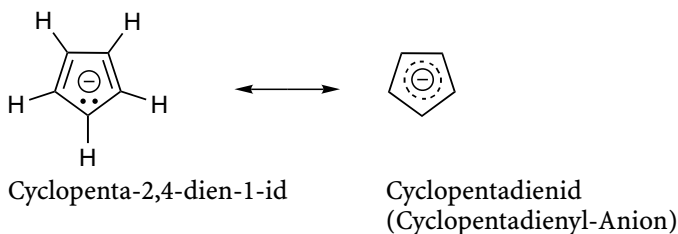
Naphthalin-2-id, 2-Naphthyl-Anion



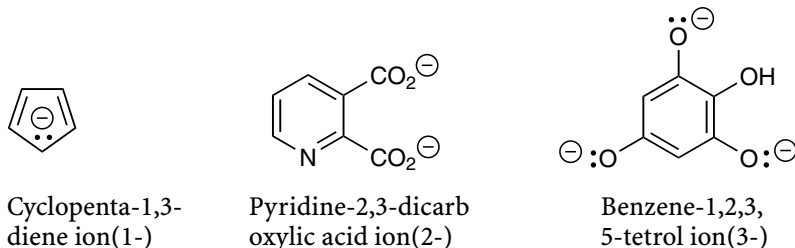
Hex-1-in-1,6-diid



**Delokalisierte** Anionensysteme werden analog zu ihren kationischen Entsprechungen behandelt: entweder anhand der gewichtigsten/plausibelsten Resonanzform oder, wo möglich, unter Verzicht auf alle Lokanten.



Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß **Chem. Abstr.** Anionen häufig, aber durchaus nicht immer!, unter den zugehörigen Stammsystem-Namen in der Beschreibungsform ...**ion(x-)** indexiert.



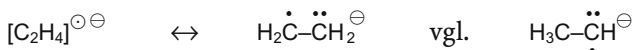
## 2.2.7.5

**Radikalanionen (Anionradikale)**

Diese Spezies kann man sich wieder auf viererlei Weisen herleiten:

- Addition eines Elektrons an eine Neutralstruktur,
- Abzug eines Hydrons aus einem Radikal,
- Addition eines Hydridions und Abzug eines H-Atoms,
- Gleichzeitige Abstraktion eines Hydrons und eines H-Atoms, gegebenenfalls unter Vorschaltung einer Dihydrierung (bei Aromaten).

Die Benennung kann dann beschreibend gemäß a) als **-Radikalanion** oder streng operationell mit den Suffixkombinationen ...**uidyl** (c) bzw. ...**idyl** (d) erfolgen. Eine Benennung gemäß der Bildungsweise b) würde zur Suffixkombination ...**ylid** führen, die leider schon als Klassenname für die typischen **Wittig**-Reagenzien (s. Abschn. 2.2.7.7) vergeben ist und damit hier vermieden werden muß. **Delokalisation** wird wie bei den Radikalkationen behandelt.



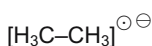
a) Ethen-Radikalanion

c) Ethenuidyl

d) Ethanidyl

Ethan-2-id-1-yl

Ethan-1-id-1-yl



a) Ethan-Radikalanion

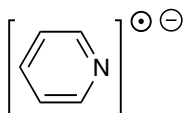
c) Ethanuidyl

Ethan-2-uid-1-yl

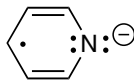
a)  $\lambda^2$ -Methan-Radikalanion

c)  $\lambda^2$ -Methanuidyl

d) Methanidyl

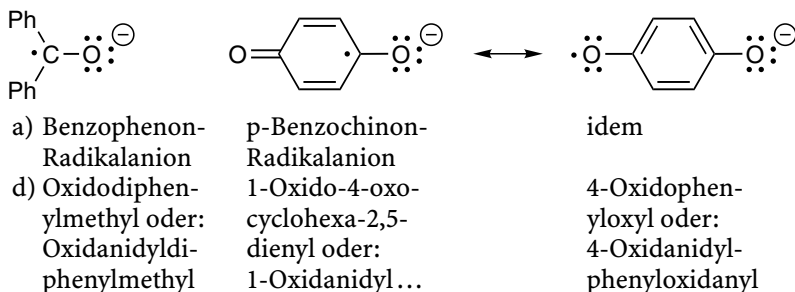


Pyridin-Radikalanion



1,4-Dihydropyridin-1-id-4-yl

Unter Bezugnahme auf Tabelle 11 lassen sich auch komplexere Radikalanionen, z.B. Vertreter der Gattung **Ketyle** etc. problemlos systematisch benennen.



## 2.2.7.6

**Verbindungen mit zwei (oder mehr) gleichartigen ionischen Zentren**

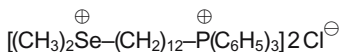
Befinden sich in ein und derselben Verbindung zwei (oder mehr) kationische oder anionische Zentren, so müssen diese Strukturelemente zum Teil als Präfixe behandelt werden. Kationen, deren Namen auf ...ium enden, werden hierbei traditionell zu ...io, system. zu ...iumyl, Anionen mit den Endungen ...at oder ...id zu ...ato oder ...ido, system. ...idyl abgewandelt.

Die Prioritäten werden dabei wie folgt gewahrt: Kationen:

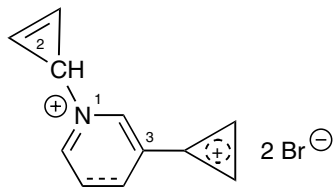
1. C > N > P > As > Sb > Bi > O > S > Se > Te > F > Cl > Br > I

2. Cyclen vor Acylen.

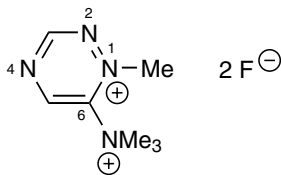
Anionen: Reihenfolge der Tabelle 7.



(12-Dimethylselenoniododecyl)triphenylphosphonium-dichlorid  
system.: (12-Dimethylselanium-yldodecyl)triphenylphosphanium....

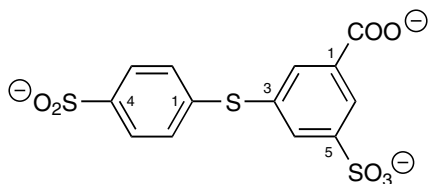


[1-(Cycloprop-2-enyl)pyridinium-4-yl]cyclopropenylum-dibromid

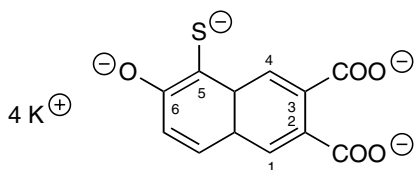


1-Methyl-6-trimethylammonio-1,2,4-triazinium-difluorid  
system.: ...-6-trimethyl-azaniumyl-...





Trinitrium-3-(4-sulfinato-phenylsulfanyl-5-sulfonato-benzoat

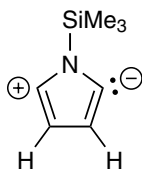


Tetrakalium-6-oxido-5-sulfidonaphthalin-2,3-dicarboxylat  
system.: ... 6-Oxidanidyl-5-sulfanidyl...

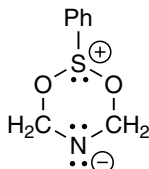
### 2.2.7.7

#### Verbindungen mit positiven und negativen Zentren (Zwitterionen)

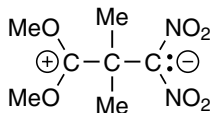
Befinden sich die ungleichnamigen Ladungszentren an ein und demselben Stammhydrid-Gerüst, werden die entsprechenden Suffixe der Tabelle 11 einfach additiv verwendet.



1-Trimethylsilylpyrrol-5-ylum-2-id

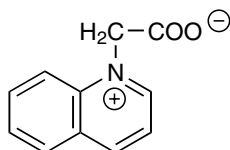


1-Phenyl-1,3,2,5-Dioxathiazinan-2-ium-5-id

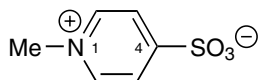


a) 2-(Dimethoxymethylumyl)-2-methyl-1,1-dinitropropan-1-id, vielleicht auch:  
3,3-Dimethoxy-2,2-dimethyl-1,1-dinitropropan-3-ylum-1-id

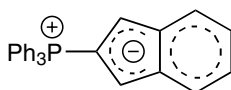
Generell stehen aber für derartige Verbindungen drei Benennungsweisen zur Verfügung, je nach dem ob man a) ein Kationenpräfix in einen Anionennamen substituiert, oder b) ein Anionensuffix einem durch ...ium oder ...ylum charakterisierten Kation zuordnet, oder c) eine paraphrastische Bezeichnung wie „inneres Salz“ verwendet, wie sie von **Chem. Abstr.** meist bevorzugt wird.



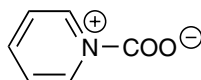
- a) (1-Chinolinio)acetat  
system.: (Chinolin-1-iumyl)...  
Chem. Abstr.: 1-(Carboxy-  
methyl)quinolinium hydroxide,  
inner salt



- b) 1-Methylpyridinium-4-  
sulfonat  
CA: 1-Methyl-4-sulfonylpyrid-  
inium hydroxide, inner salt

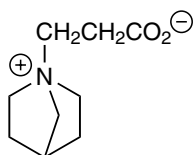


- a) 2-(Triphenylphosphonio)  
indenid  
syst.: ...phosphaniumyl)...  
trivial: 2-(Triphenylphos-  
phonium) indenylide

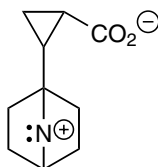


- a) (1-Pyridinio)formiat  
syst.: (Pyridin-1-iumyl)  
formiat  
b) Pyridinium-1-carboxylat  
CA: 1-Carboxypyridinium-  
hydroxide, inner salt

Im übrigen lassen sich für Zwitterionen auch nach der Austauschnomenklatur gebildete Ionenennamen (s. Tab. 4) verwenden, wenngleich diese gemäß den universell gültigen Vorschriften der Tabelle 11 gar nicht mehr notwendig sind.

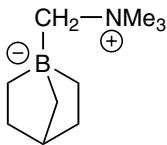


- 3-(1-Azoniabicyclo[2.2.1]  
heptan-1-yl)propanoat  
a) 3-(1-Azabicyclo[2.2.  
1]heptan-1-iumyl)...



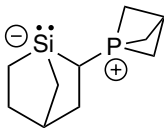
- 2-(7-Azanyliabicyclo[2.2.1]  
heptan-1-yl)cyclopropanecar-  
boxylat  
a) 2-(7-Aza...-7-ylum-1-yl)...

**Chem. Abstr.** wird wohl auch für diese beiden Beispiele die „inner salt“-Namen bevorzugen.



1-(Trimethylammoniomethyl)-1-borabicyclo[2.2.1]heptan

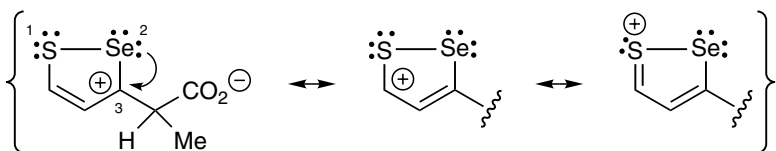
a) 1-(Trimethylazaniumylmethyl)-1-borabicyclo[2.2.1]heptan-1-uid



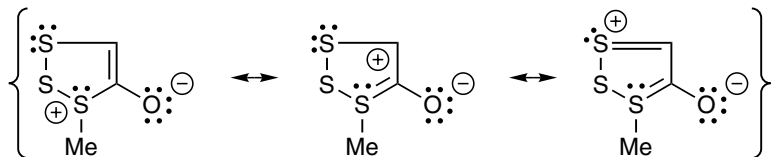
2-(1-Phosphoniabicyclo[1.1.1]pentan-1-yl)-1-silanidabicyclo[2.2.1]heptan

a) 2-(1 $\lambda^5$ -Phosphabicyclo[1.1.1]pentan-1-ylumyl)-1-silabicyclo[2.2.1]heptan-1-id

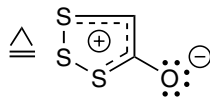
**Delokalisierte Systeme** müssen wieder über ihre gewichtigsten/plausibelsten Grenzformen benannt werden.



a) 2-(3*H*-1,2-Thiaselenol-3-ylum)propanoat  
CA: 3-(1-Carboxyethyl)-1,2-thiaselenoliumhydroxide, inner salt



a) 3-Methyl-1,2,3-trithiolium-4-ylox(idan)id  
b) 3-Methyl-1,2,3-trithiolium-4-olat  
CA: 5-Hydroxy-1-methyl-1,2,3-trithioliumhydroxide, inner salt



---

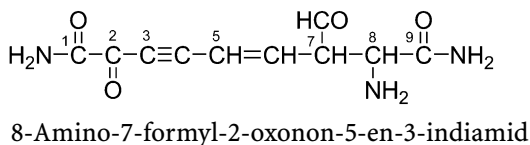
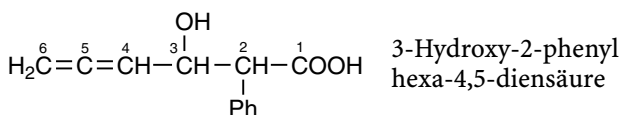
### 3 Kurze Exemplifizierung der allgemeinen Nomenklaturregeln für die wichtigsten traditionellen Verbindungsklassen

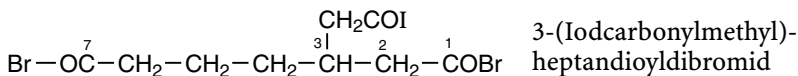
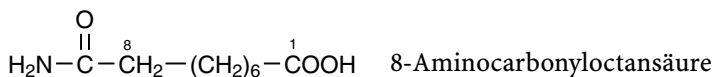
Wegen des leider noch immer fortdauernden Gebrauchs verschiedener Nomenklaturarten für ein und dieselbe Verbindungsklasse ist es notwendig, einige Hinweise darauf zu geben, nach welchen Prinzipien im allgemeinen zu verfahren ist. Es sollen aber hier nur diejenigen Verbindungsklassen gesondert besprochen werden, deren Benennungen sich gemäß Tabelle 8 nicht von selbst verstehen. Die zahlreich vorkommenden **Trivialnamen** werden grundsätzlich in den Tabellen des Anhangs zusammengefaßt. Die übrigen Verbindungsklassen werden in den Beispielen beiläufig berücksichtigt. Dabei sei nochmals darauf hingewiesen, daß im Rahmen der **substitutiven Nomenklatur** bestimmte **Gattungsnamen** (**class names**) in den Namen der zugehörigen Einzelverbindungen gar nicht mehr in Erscheinung treten, z. B. bei Alkoholen, Ethern, Ketonen etc.

#### 3.1

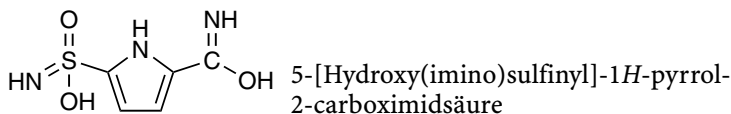
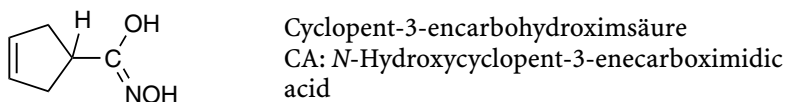
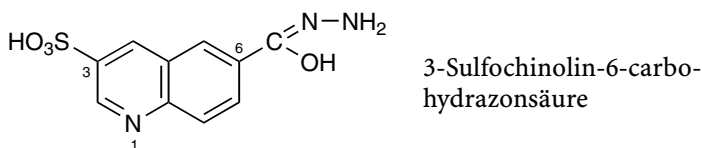
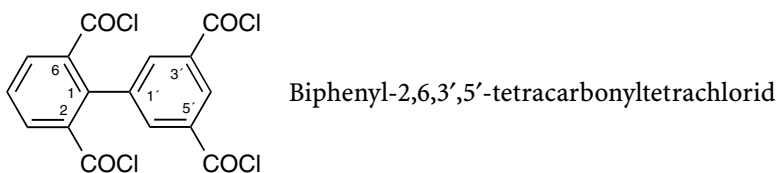
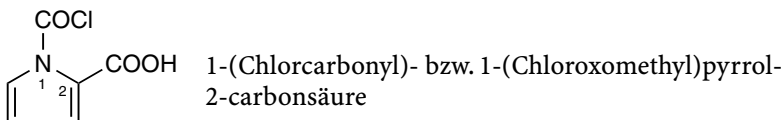
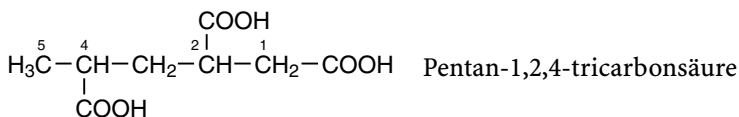
##### Carbonsäuren, Sulfonsäuren u. a. und ihre Derivate

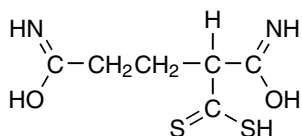
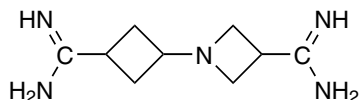
Die substitutive Nomenklatur erlaubt bei Carbonsäuren zwei Alternativen, je nach dem, ob man den Kohlenstoff der funktionellen Gruppe in den Stammnamen einbezieht oder nicht. Grundsätzlich bevorzugt man für lineare Systeme die erste Alternative, solange nicht mehr als zwei Carboxylgruppen vorhanden sind. Bei cyclischen Carbonsäuren gibt man immer die ganze funktionelle Gruppe als Suffix an.



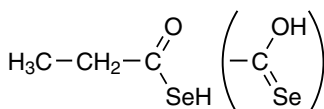
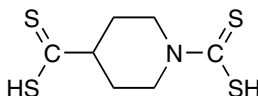
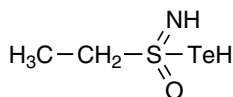


**Chem. Abstr.** systematisiert inzwischen auch funktionelle Seitenketten vollständig, hier zu: 3-(2-Iodo-2-oxoethyl) ...



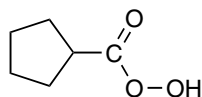
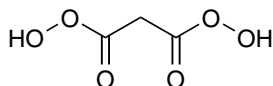
2-(Dithiocarboxy)pentandi  
(imidsäure)1-(3-Amidinocyclobutyl)azetidin-3-  
carboxamidin  
CA: 1-[3-(Aminoiminomethyl)cyclo-  
butyl]azetidin-3-carboximidamid

Für trivial benannte Thiosäuren und ihre Se- und Te-Analoga gilt: (Di, Tri)Thio-Kohlen-, Ameisen-, Essig-, Benzoesäure etc.; systematisch werden solche Säuren gemäß Tabelle 8 behandelt.

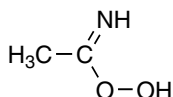
Propanselenosäure  
(Propanseleno-O-säure)Piperidin-1,4-bis(dithiocarbonsäure)  
CA: Piperidine-1,4-bis(carbodithioic  
acid)

Ethansulfonimid(o)tellurosäure

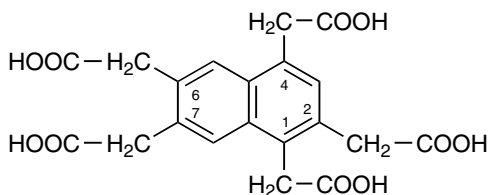
In gleicher Weise können Persäuren trivial oder systematisch benannt werden: Per- (oder Peroxy-)Kohlen-, Ameisen- etc. -säure.

Cyclopentanperoxycarbonsäure  
CA: Cyclopentanecarboperoxoic acid

Propandi(peroxosäure)

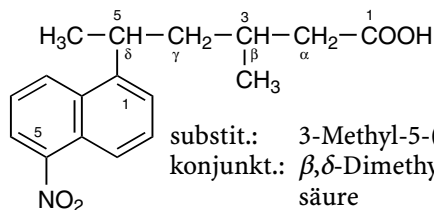
Ethanimid(o)peroxosäure  
triv.: Peroxyacetimidsäure

Die **konjunktive Nomenklatur** empfiehlt sich besonders für mehrfach gleichartig substituierte Systeme, wird aber von **Chem. Abstr.** generell für alle Typen von mit Ringen substituierten gesättigten linearen Monocarbonsäuren verwendet.



konjunkt.: Naphthalin-1,2,4,6,7-pentaessigsäure,

substit.: Naphthalin-1,2,4,6,7-pentaylpentaessigsäure

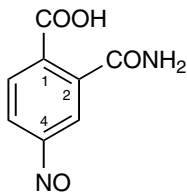


substit.: 3-Methyl-5-(5-nitro-1-naphthyl)hexansäure

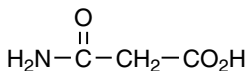
konjunkt.:  $\beta,\delta$ -Dimethyl-5-nitronaphthalin-1-pentansäure

Halbamide und Halbaldehyde trivial benannter Dicarbonsäuren können in einer Ausnahmeregelung als **Amidsäuren** bzw. **Aldehydsäuren** bezeichnet werden.

OHC-CH<sub>2</sub>-COOH  
Malonaldehydsäure,  
syst.: 3-Oxopropansäure

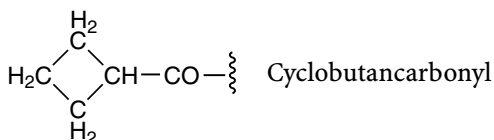


4-Nitrosophthalamidsäure  
syst.: 2-Aminocarbonyl-4-nitrosobenzoessäure

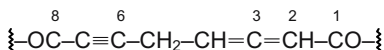


Malonamidsäure, syst.: 3-Amino-3-oxopropansäure

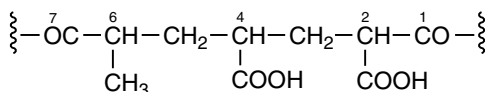
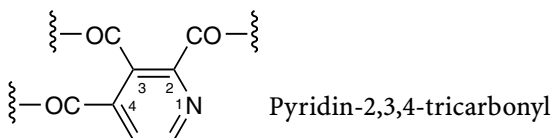
Die Substituentengruppen (Radikale) der verschiedenen Säurederivate (allgemein: **Acyl...**), die entstehen, wenn man aus der funktionellen Gruppe -OH entfernt und die in der radikofunktionellen Nomenklatur Verwendung finden, werden benannt, indem die Endungen ...**säure** zu ...**yl** oder ...**oyl** und ...**carbonsäure** zu ...**carbonyl** abgewandelt werden.



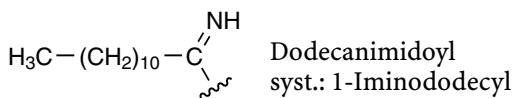
Nur wenn dieser Rest als Säurerest fungiert – z. B. bei Halogeniden etc. –, in allen anderen Fällen muß es Cyclobutylcarbonyl heißen!



Octa-2,3-dien-6-indiyl  
syst.: 1,8-Dioxoocta-2,3-dien-6-in-1,8-diyl

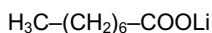


2,4-Dicarboxy-6-methylheptandiyl  
syst.: 1,7-Dioxo-2,4-di...heptan-1,7-diyl

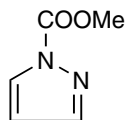


syst.: 1-Iminododecyl

Salze und Ester der Carbonsäuren und analoger Verbindungen werden benannt, indem man den Namen des Metalls bzw. der veresternden Gruppe vor den Namen des Säureanions stellt. Gemeinsames Vorkommen beider Funktionen wird entsprechend angezeigt. Für saure Ester und Salze verfährt man analog. In komplizierteren Fällen kann man beschreibend auch sagen: ...**salz** bzw. ...**ylester** der ...**säure**. (Ähnliches gilt im übrigen auch für andere Säurederivate wie Amide, Nitrile).

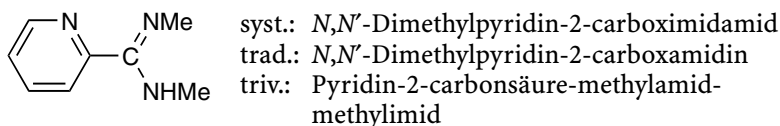
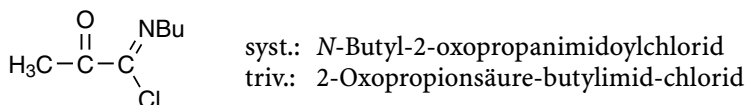
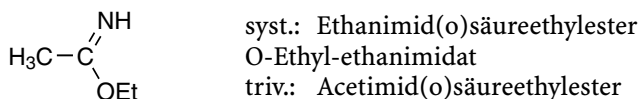
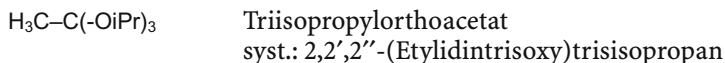
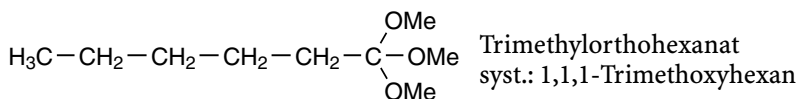
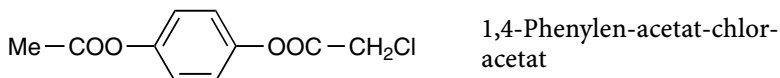
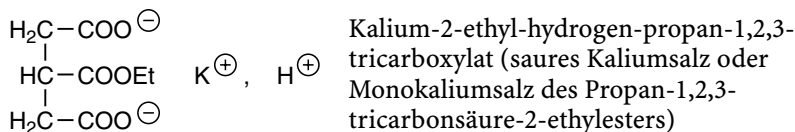
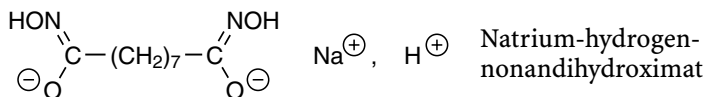


Lithium-octanoat (oder Lithiumsalz der Octansäure)

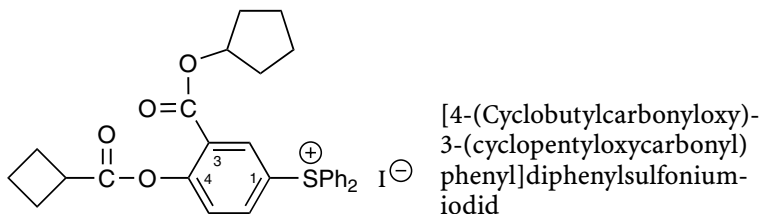


Methyl-pyrazol-1-carboxylat (oder Pyrazol-1-carbonsäuremethylester)

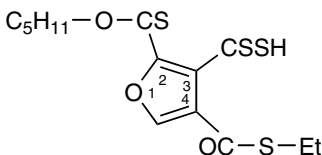




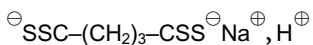
Ist eine bevorrechtigte funktionelle Gruppe vorhanden, müssen die Esterfunktionen als Präfixe eingesetzt werden.



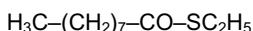
Thiocarbonsäuren, Sulf(on, in, en)säuren und ihre Thioderivate werden völlig analog behandelt, nur müssen gegebenenfalls Veresterungspositionen u. a. gesondert vermerkt werden.



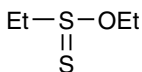
4-[(Ethylsulfonyl)carbonyl]-2-[(pentyloxy)thiocarbonyl]furan-3-carbodithioic acid



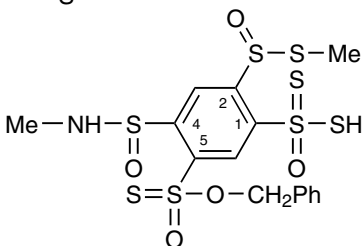
Natrium-hydrogen-pentanbis(dithioat)



S-Ethyl-nonanthioat

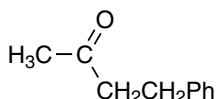


O-Ethyl-ethanthiosulfinat

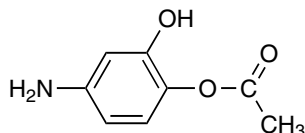


5-[Benzyloxy(thiosulfonyl)]-4-(methylaminosulfonyl)-2-[(methylsulfonyl)sulfinyl]benzoldithiosulfonic acid

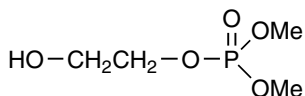
Obwohl sich nach den vorstehenden Prinzipien alle Arten von Estern einheitlich benennen lassen, müssen für **Registerzwecke** einige zusätzliche Gesichtspunkte berücksichtigt werden. Es ist beispielsweise sicher wenig sinnvoll, den Essigsäureester eines sehr komplexen Alkohols unter dem Register- eintrag der regelmäßig ranghöheren Carbonsäure zu indexieren. Aus diesem Grunde bewertet **Chem. Abstr.** alle Alkohole und Säuren nach mehr oder weniger willkürlich erstellten **Komplexitätskriterien** (Details siehe **Chem. Abstr. Index Guides**), nach denen dann zu entscheiden ist, unter welchen Indexeintrag ein bestimmter Ester fällt. Dieser „**Registername**“ hat wieder eher den Charakter einer Stammsystem-modifizierenden Beschreibung, denn eines regelgerechten Namens. Einige Beispiele sollen dies verdeutlichen.



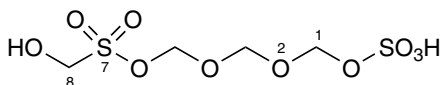
Acetic acid, esters,  
2-phenylethyl ester



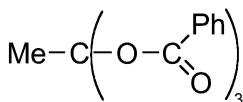
4-Aminobenzene-1,4-  
diol, 1-acetate



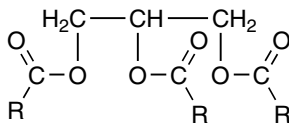
Phosphoric acid, esters,  
2-hydroxyethyl dimethyl ester



2,4,6-Trioxa-7-thiaoctane-1,8-diol,  
mono(hydrogensulfate) 7,7-dioxide



Ethane-1,1,1-triol, esters,  
tribenzoate



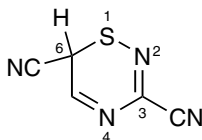
Octadecanoic acid, esters,  
propane-1,2,3-triyl ester

R = C<sub>17</sub>H<sub>33</sub>

### 3.2

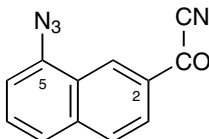
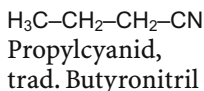
#### Nitrile, Isocyanide und ähnliche Verbindungen

Wie Carbonsäuren können Nitrile **substitutiv** nach zwei Verfahren benannt werden, unter Einbeziehung oder unter Ausschluß des C-Atoms der funktionellen Gruppe in den Stamm.



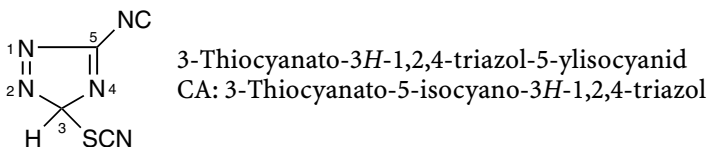
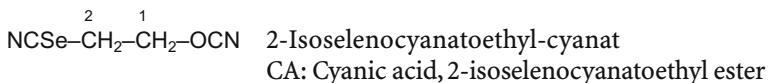
6H-1,2,4-Thiadiazin-3,6-dicarbonitril

Nitrile, die sich von trivial benannten Carbonsäuren ableiten, haben traditionell die Endung ...**onitril**: Acetonitril, Propionitril, Butyronitril etc. Daneben ist hier auch (noch) die **radikofunktionelle Nomenklatur** gebräuchlich, nach der man von ...**yl-cyaniden** spricht.



5-Azido-2-naphthoyl-  
cyanid  
CA: α-Oxo-5-azidonaphthalene-2-acetonitrile

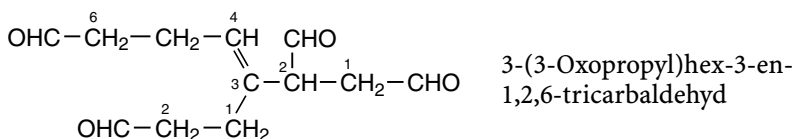
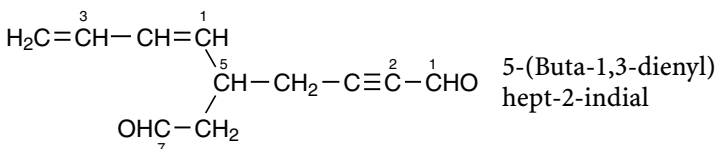
Isocyanide und ähnliche Verbindungen werden nur **radikofunktionell** benannt, sofern die funktionelle Gruppe nicht als substitutives Präfix verwendet wird.



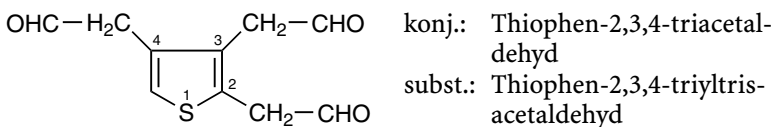
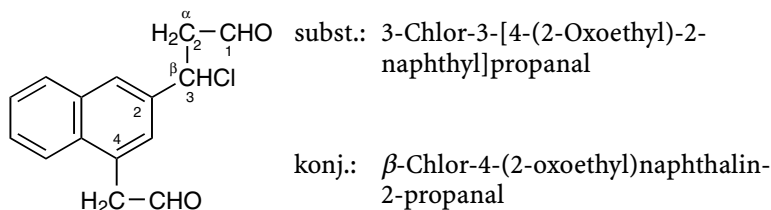
### 3.3

#### Aldehyde und Ketone

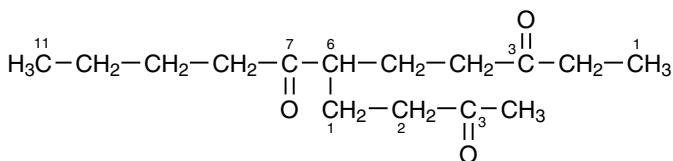
Die beiden **substitutiven** Benennungsmöglichkeiten für **Aldehyde** werden wie bei Carbonsäuren, Nitrilen u. a. realisiert.



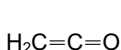
**Chem. Abstr.** verwendet hier ausschließlich die **konjunktive** Bezeichnungsweise.



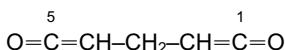
Die Benennungsmöglichkeiten für **Ketone** sind sehr vielfältig und in ihren Anwendungsbereichen leider nicht streng voneinander abgegrenzt. Am einheitlichsten gestaltet sich wieder die Handhabung der **substitutiven** Regeln, die daher grundsätzlich zu bevorzugen sind.



6-(3-Oxobutyl)undecan-3,7-dion

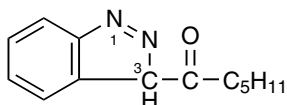


Ethenon (Keten)

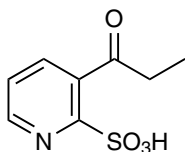


Penta-1,4-dien-1,5-dion

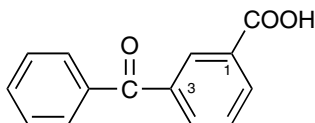
Dieses Benennungsverfahren wird auch verwendet, wenn die Ketofunktion einseitig an eine cyclische Komponente geknüpft ist. Dazu wird allerdings ein nomenklatorisch/semantischer Kunstgriff notwendig, nämlich, die Umbenennung eines in 1-Position prinzipiell **nicht** substituierbaren Alkanals in ein fiktives „substituierbares“ Alkan-1-on. Eine extreme, aber stringente Schlußfolgerung daraus ist, auch mit zwei cyclischen Gruppen versehene Ketone generell als Derivate des unbegrenzt substituierbaren und daher als solches (von **Chem. Abstr.**) indexierten Stammsystems **Methanon** (anstelle des prinzipiell unsubstituierbaren **Methanals**) zu benennen. Damit wird z.B. aus dem traditionellen radikofunktionellen Namen **Diphenylketon** (Benzophenon) der nun substitutive Name **Diphenylmethanon!**

subst.: 1-(3*H*-Indazol-3-yl)hexan-1-onradikofunkt.: (3*H*-Indazol-3-yl)pentylketon  
(s. unten)

Bei Vorhandensein von ranghöheren funktionellen Gruppen muß die ketonische Komponente in geeigneter Form präfixiert werden. Hierbei werden nur noch die Formyl-, Acetyl- und Benzoylgruppe(n) als solche, alle anderen Ketosubstituenten als n-Oxoalkylgruppen benannt.

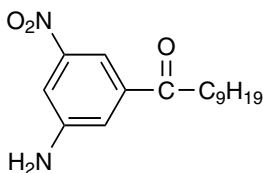


3-(1-Oxopropyl)pyridin-2-sulfonsäure

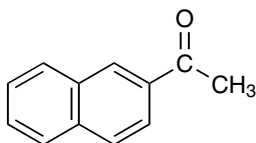


3-Benzoylbenzoesäure

Verbreitet werden für Ketone des obigen Typs, die Phenyl- oder Naphthylkomponenten aufweisen, noch die traditionellen Endungen ...**ophenon** und ...**onaphthon** verwendet.

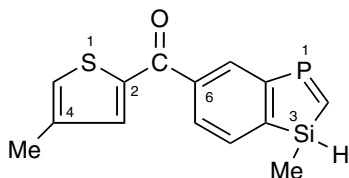


3'-Amino-5'-nitrodecanophenon  
 substit.: 1-(3-Amino-5-nitrophenyl)  
 decan-1-on  
 radikof.: (3-Amino-5-nitrophenyl)  
 nonylketon (s. u.)

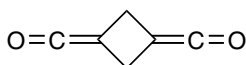


2-Acetonaphthon  
 substit.: 2-Naphthylethanon  
 radikof.: Methyl(2-naphthyl)keton (s. u.)

Am einfachsten anwendbar für Monoketone ist wohl die **radikofunktionelle** Nomenklatur, bei der die Namen der Substituentengruppen zusammen mit dem Gattungsbegriff **Keton** verwendet werden. Wie aber vorstehend gezeigt wurde, können die so erhaltenen **radikofunktionellen Namen** ganz einfach durch Umwidmung von ...**keton** in ...**methanon** zu **substitutiven Registernamen** transformiert werden.

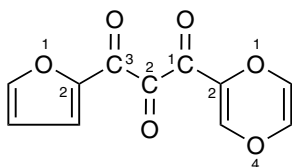


(3-Methyl-3H-1,3-benzophosphasilol-6-yl)(4-methyl-2-thienyl)keton  
 substit.: ...methanon



Cyclobutan-1,3-di(yliden)bismethanon!

**Polyketone**, bei denen mehrere direkt verbundene Ketogruppen an beiden Enden mit Ringen versehen sind, werden **substitutiv** oder **radikofunktionell** benannt.

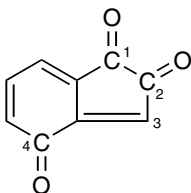


1-(1,4-Dioxin-2-yl)-3-(2-furyl)propan-  
trion oder:  
(1,4-Dioxin-2-yl)(2-furyl)triketon

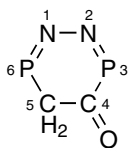
**Cyclische Ketone** werden im allgemeinen **substitutiv** benannt. Weist das zugrundeliegende cyclische System bereits  $\text{CH}_2$ -Gruppen auf, oder lassen sich solche im Zuge formaler Di-, Tetra-, etc. Hydrierungen generieren, so ist das Verfahren unproblematisch. Wird jedoch durch die Umwandlung einer  $\text{CH}$ -Gruppierung in eine  $\text{CO}$ -Gruppe zwangsläufig noch eine zusätzliche Position gesättigt, so muß dies durch Angabe des entsprechenden **addierten Wasserstoffs** berücksichtigt werden, wobei dann **ausnahmsweise** die  $\text{CO}$ -Gruppe die höhere Priorität hat.



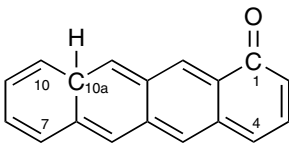
Cyclopropenon



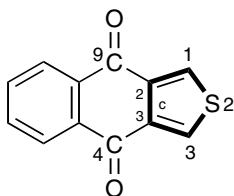
Inden-1,2,4-trion  
präziser, aber unnötige Redundanzen auf-  
weisend, wäre: 1*H*-Inden-1,2(4*H*),4-trion



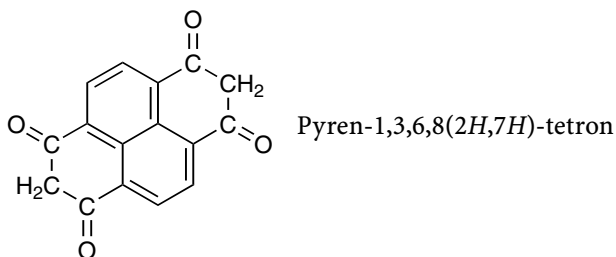
1,2,3,6-Diazadiphosphinin-4(5*H*)-on  
früher: 1,2,3,6-Diazadiphosphorin-4  
(5*H*)-on



Naphthacen-1(10a*H*)-on

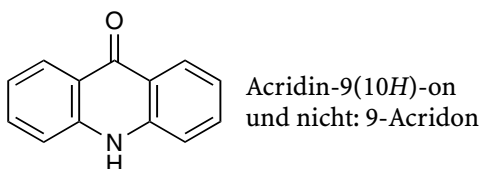


Naphtho[2,3-*c*]thiophen-4,9-dion

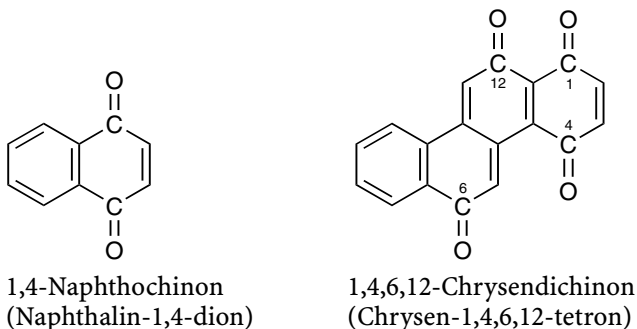


Anmerkung:

Für einige Ketone, die sich von ...**idin**- bzw. ...**olin**-Heterocyclen ableiten, verwendet man noch häufig an Stelle der systematischen Endungen ...**idinon** bzw. ...**olinon** die abgekürzten Suffixe ...**idon** bzw. ...**olon**. Zum Beispiel Pyridon für Pyridinon, Chinolon für Chinolinon, Piperidon für Piperidinon, Pyrrolidon für Pyrrolidinon etc. Es wird empfohlen, auch hierfür in Zukunft generell die regelgerechten systematischen Namen zu verwenden, z. B.:

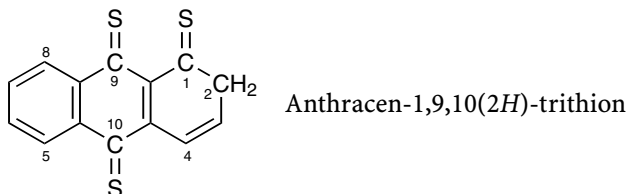
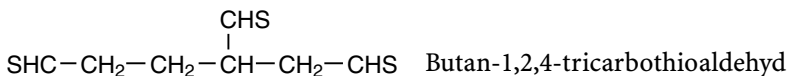


Von Aromaten abgeleitete Di- und Tetraketone, bei denen die typische **chinoide Doppelbindungsanordnung** vorliegt, können auch durch das Suffix ...**chinon** bzw. ...**dichinon** charakterisiert werden, wobei die Stammnamen zuweilen gewissen Änderungen unterliegen.

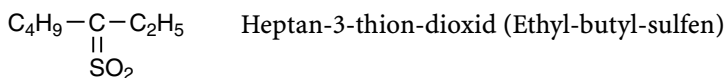
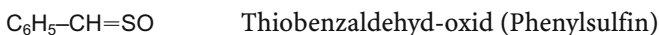


Die Übertragung all dieser Regeln auf **Thioaldehyde** und **Thioketone** ist unproblematisch und soll nur durch zwei Beispiele belegt werden.

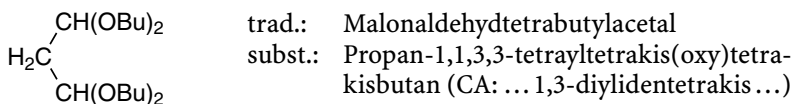
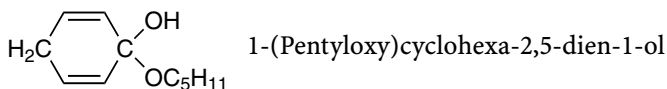
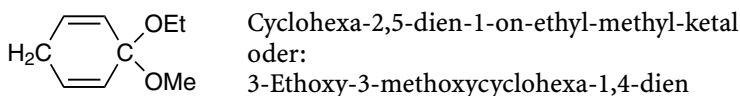




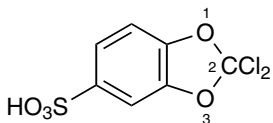
Am Schwefel weiteroxidierte Thioaldehyde und Thioketone werden additiv als **Thioaldehydoxide** und **-dioxide** bzw. **Thioketonoxide** und **-dioxide** benannt. Traditionell werden hierfür die Bezeichnungen **Sulfin** bzw. **Sulfen** verwendet.



**Acetale** und **Ketale** können, ähnlich wie **Orthoester**, entweder direkt als Abkömmlinge der zugrundeliegenden Carbonylverbindung bezeichnet werden, oder **substitutiv** als ...**oxy**... Derivate des jeweils ranghöchsten Stammsystems. **Halbacetale** werden als substituierte Alkohole aufgefaßt.

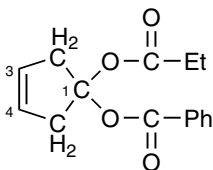


**Cyclische Acetale** lassen sich am einfachsten als Heterocyclen benennen. Die  $\text{H}_2\text{C} \begin{smallmatrix} \diagup \text{O} \diagdown \\ \diagdown \text{O} \diagup \end{smallmatrix}$ -Gruppierung läßt sich traditionell auch als **Methylen-dioxy**...-Substituentengruppe behandeln.

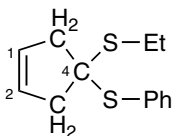


2,2-Dichlor-1,3-benzodioxol-5-sulfonsäure  
oder:  
3,4-(Dichlormethylendioxy)benzolsulfon-  
säure

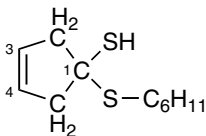
**Acylale** und **Thioacetale** schließlich werden nur noch substitutiv als **Ester** bzw. als ...**ylthio**...-Verbindungen benannt.



Cyclopent-3-en-1-yliden-benzoat-propionat



4-(Ethylthio)-4-(phenylthio)cyclopenten  
(trad.: Cyclopent-3-en-1-on-ethyl-phenyl-dithio-  
ketal)

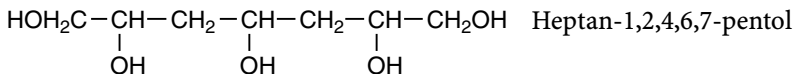


1-(Cyclohexylthio)cyclopent-3-en-1-thiol

### 3.4

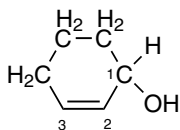
#### Alkohole, Phenole und ihre Derivate

Alkohole und Phenole werden grundsätzlich **substitutiv**, von **Chem. Abstr.** aber – wo möglich – **konjunktiv** benannt.

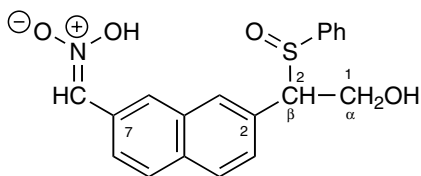


2,2,2-Trichlorethan-1,1-diol  
(Chloralhydrat)

Methantriol  
(Orthoameisensäure)

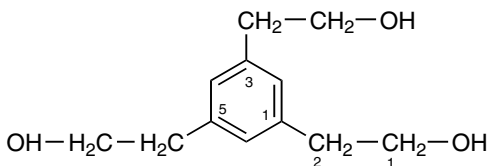


Cyclohex-2-en-1-ol

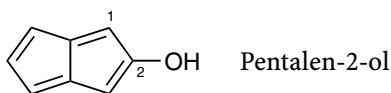


konj.: 7-*aci*-Nitromethyl- $\beta$ -phenylsulfinylnaphthalin-2-ethanol  
 subst.: 2-(7-*aci*-Nitromethyl-2-naphthyl)-2-(phenylsulfinyl)-ethanol

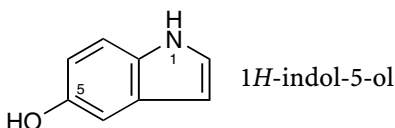
(Für *aci*-Nitro- wird neuerdings Hydroxynitroryl vorgeschlagen).



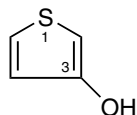
konj.: Benzol-1,3,5-triethanol  
 subst.: 2,2',2''-(Benzol-1,3,5-triyl)trisethanol



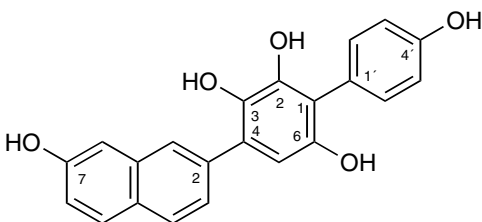
Pentalen-2-ol



1*H*-indol-5-ol



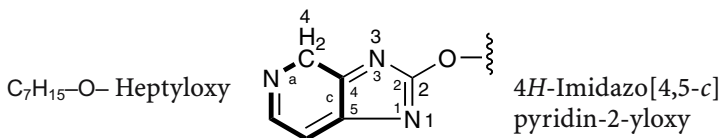
Thiophen-3-ol



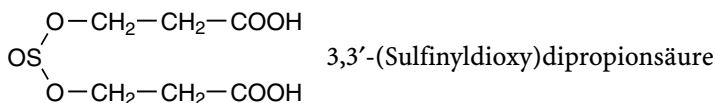
4-(7-Hydroxy-2-naphthyl)-biphenyl-2,3,6,4'-tetrol

Die **radikofunktionelle** Nomenklatur findet nur noch bei einfachen aliphatischen und alicyclischen Alkoholen (z.B. Methylalkohol, Pentylalkohol, Cyclohexylalkohol usw.) Verwendung und könnte auch hier durchaus aufgegeben werden.

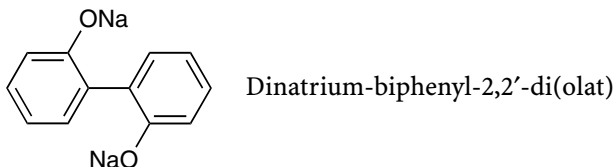
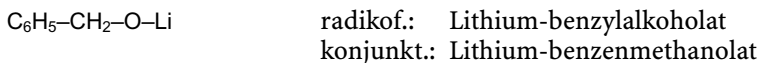
Die von Alkoholen abgeleiteten Substituentengruppen werden durch die Endung ...**yoxy** charakterisiert.



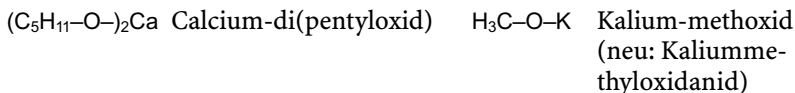
Folgende **abgekürzte** Formen werden beibehalten: **Methoxy**, **Ethoxy**, (*iso*-) **Propoxy**, (*iso*-, *sec*-, *tert*-) **Butoxy**, **Phenoxy**. Divalente Gruppen dieser Art ( $-\text{O}-(\text{CH}_2)_n-\text{O}-$ ) werden als Methylene-, Ethylen-, Trimethylenedioxy-Gruppen bezeichnet.  $-\text{O}-\text{CO}-\text{O}-$   $-\text{O}-\text{SO}_2-\text{O}-$  usw. Gruppen erhalten die Bezeichnungen Carbonyldioxy, Sulfonyldioxy usw. (s. Abschn. 2.2.6.2).

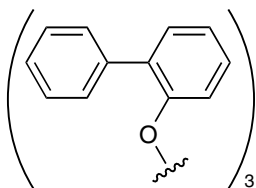


**Salze** von Alkoholen oder Phenolen, deren Namen auf ...**ol** enden, können grundsätzlich als ...**olate** bezeichnet werden.



Alternativ können Alkoholate auch als ...**oxide** (bzw. neuerdings als ...**oxidanide**) bezeichnet werden.





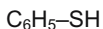
Al

Aluminium-tri(biphenyl-2-yloxid)  
[neu: Al-tri(biphenyl-2-yloxidanid)]

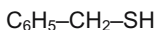
Thioanaloge Alkohole werden **Thiole** genannt, die traditionellen Bezeichnungen **Mercaptan** und **Mercapto** für die -SH-Gruppe sollten nicht mehr verwendet werden. Auch hier ist grundsätzlich die **substitutive** Nomenklatur zu bevorzugen. In der Benennung der Salze schließe man sich an die bei den Alkoholaten beschriebenen Verfahrensweisen an.



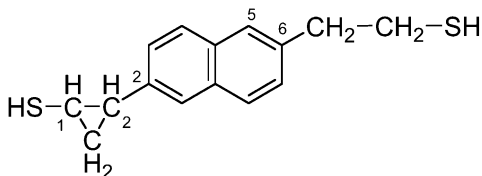
Propan-1,3-dithiol



Benzolthiol (Thiophenol)



Phenylmethanthiol  
(CA: Benzenemethanethiol)



substitutiv:

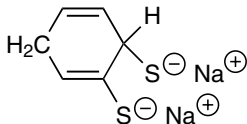
2-[6-(2-Sulfanylethyl)-2-naphthyl]cyclopropanthiol

konjunktiv:

6-(2-Sulfanylcyclopropyl)naphthalin-2-ethanthiol

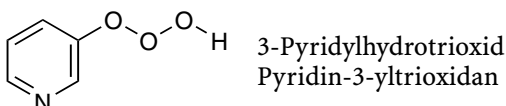
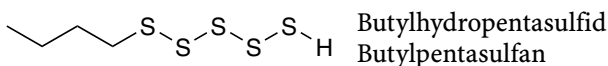
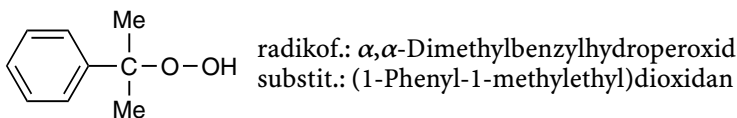
radikofunktionell:

2-[6-(2-Sulfanylethyl)-2-naphthyl]cyclopropylhydrosulfid



Dinatrium-cyclohexa-2,5-dien-1,2-di(thiolat)

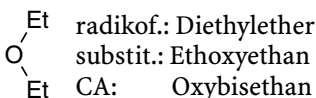
Monoorganyl-Derivate von **Chalcogen-Ketten** werden überwiegend noch **radikofunktionell** als ...ylhydropolychalcogenide benannt (Ausnahme: ...ylhydroperoxide), sind aber systematisch als ...ylpolychalcogenane aufzufassen.



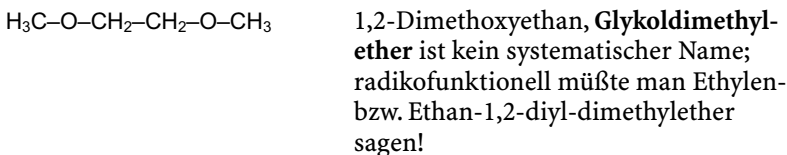
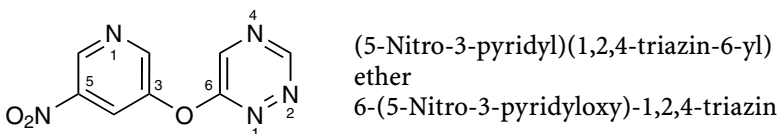
### 3.5

#### Ether und Thioether

Ether werden **radikofunktionell** oder **substitutiv** benannt, mit einer deutlichen Bevorzugung der ersteren Methode für einfache Ether.



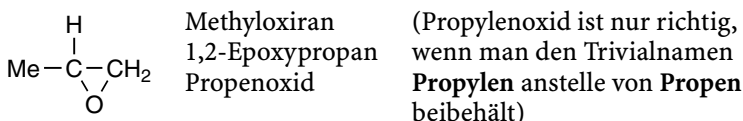
Gerade anhand des vorstehenden Beispiels läßt sich belegen, wie viel einfacher und vor allem auch einfacher vermittelbar die systematische Nomenklatur würde, wenn man sich zur generellen Verwendung der vollsystematischen **Stammhydridnamen** (s. Tab. 14) durchringen könnte, was hier zu **Diethyloxidan** führen würde.



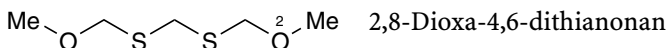
Sind zwei identische funktionelle Stammsysteme durch einen Sauerstoff verknüpft, verwendet man grundsätzlich die **Nomenklatur identischer Verbände**.



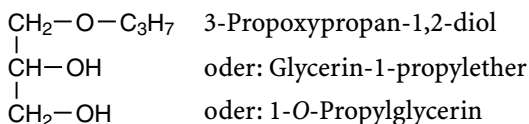
Cyclische Ether vom **Epoxid**-Typ können entweder **additiv** als ...**oxid**, **substitutiv** mit **Epoxy**... (vgl. auch die überbrückten Systeme, S. 65), oder am einheitlichsten als **Heterocyclen** benannt werden.



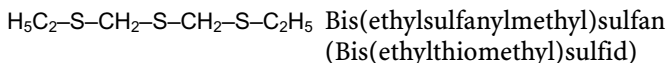
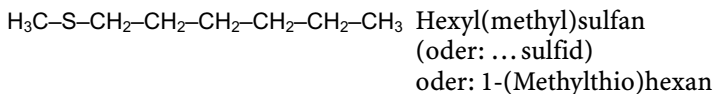
Für lineare Polyether und homologe Verbindungen empfiehlt sich die **Austauschnomenklatur** (S. 55).



Monoether von Polyalkoholen werden am besten **substitutiv** benannt; zuweilen aber auch recht trivial, indem man dem Namen des Alkohols ...**monomethylether** bzw. ...**methylether** etc. folgen läßt.



Einzelvertreter der Gattung **Thioether** lassen sich wieder am einheitlichsten als ...**sulfane** bzw. ...**sulfanyl**-Derivate (früher: ...**sulfide** bzw. ...**thio**-Derivate) benennen.

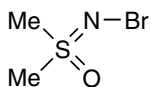


**Cyclische Sulfide** werden wie entsprechende Ether als **Heterocyclen** behandelt. Zweiseitig substituierte **Polysulfide** werden **substitutiv** als ...**polysulfane** (früher: ...**polysulfide**) bezeichnet.





Analoge Iminoderivate werden als ... **sulfimide**, ... **sulfoximide** bezeichnet (C.A. verwendet hier die Bezeichnungen ... **sulfilimin** und ... **sulfoximin**).



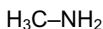
*N*-Brom-*S,S*-dimethylsulfoximid

**Cyclische Sulfoxide** und **Sulfone** behandelt man am besten **additiv** als ... **oxide** bzw. ... **dioxide** (s. S. 88).

### 3.6

#### Amine, Imine und ihre Derivate

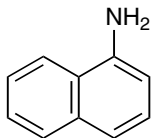
Auch für Amine werden **radikofunktionelle**, **konjunktive** und **substitutive** Benennungsmöglichkeiten so unübersichtlich praktiziert, daß eine vereinheitlichende Behandlungsweise schon längst überfällig ist. Eine solche wäre am einfachsten unter Zuhilfenahme des systematischen Stammhydridnamens **Azan** möglich; ersatzweise sollten aber wenigstens konsequent die substitutiv mit ... **amin**-Suffixen gebildeten und auch so von **Chem. Abstr.** indexierten Namen Anwendung finden.



substit.: Methanamin

neu: Methylazan

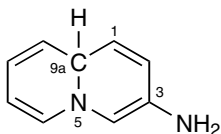
radikof.: Methylamin



Naphthalin-1-amin

Naphthalin-1-ylazan

1-Naphthylamin

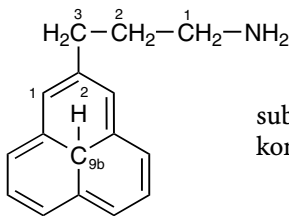


substit.: 9a*H*-Chinolizin-3-amin

radikof.: 9a*H*-Chinolizin-3-ylamin

neu: (9a*H*-Chinolizin-3-yl)azan

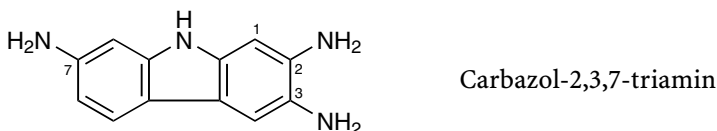
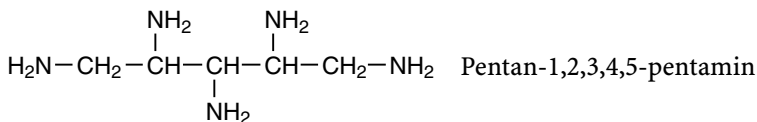
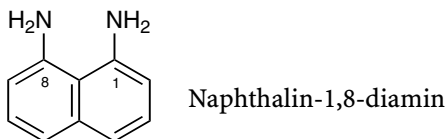
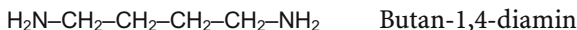
Ist ein **acyclisches Amin** terminal mit einem **cyclischen System** substituiert, so kann man **substitutiv** oder **konjunktiv** benennen. (**Radikofunktionelle** und **Azan-Namen** können wie vorstehend erhalten werden).



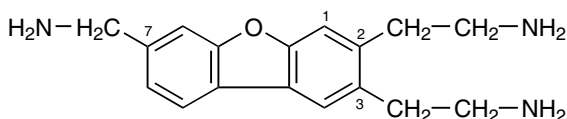
subst.: 3-(9b*H*-Phenalen-2-yl)propanamin

konj.: 9b*H*-Phenalen-2-propanamin

Primäre **Diamine** und **Polyamine** lassen sich am einheitlichsten **substitutiv** benennen.



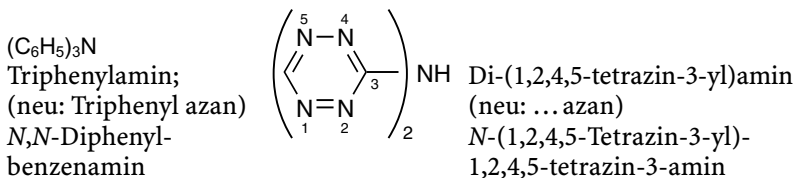
Befinden sich alle Aminogruppen in **Seitenketten**, verwendet man **substitutive** oder **konjunktive** Namen.

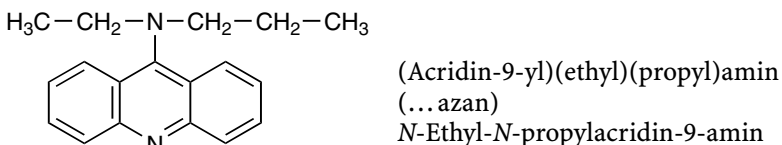
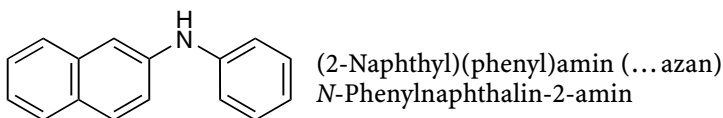
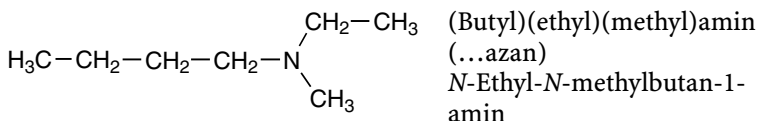
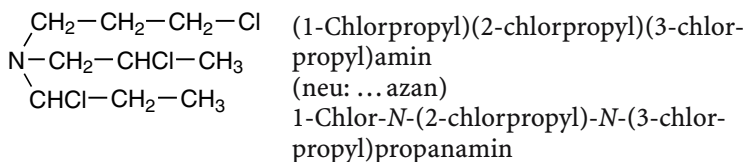


konj.: 7-(Aminomethyl)dibenzofuran-2,3-bis(ethanamin)

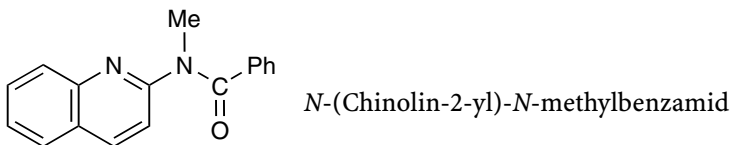
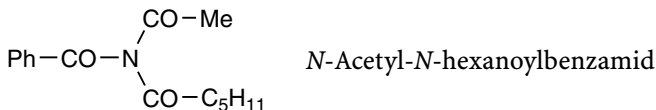
subst.: 2,2'-[7-(Aminomethyl)dibenzofuran-2,3-diyl]bis(ethanamin)

**Sekundäre** und **tertiäre Amine** werden meist noch **radikofunktionell** benannt, und zwar in einer Weise, die sich ohne weiteres **substitutiv** auf die Stammhydridbasis **Azan** übertragen läßt. Bei der konventionellen **substitutiven** Benennungsmethode faßt man derartige Amine als **N-Substitutionsprodukte** des ranghöchsten primärenamins auf.

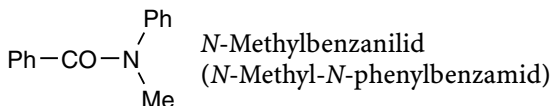




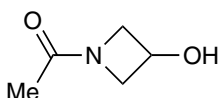
**Acylierte Amine** werden grundsätzlich als **Säureamide** der ranghöchsten Säure behandelt.



Phenyl-substituierte Säureamide werden verbreitet als **Anilide** bezeichnet.

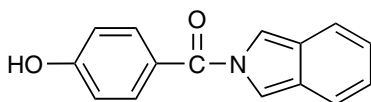


Amide, deren Stickstoffatom einem Ring angehört, werden generell als **acylierte Heterocyclen** benannt, wobei rangniedrigere Gruppen nur dann den Vorrang gewinnen, wenn sie sich im gleichen Ring befinden.

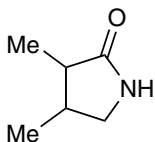


1-Acetylazetidin-3-ol

aber:

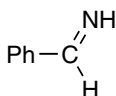
2-(4-Hydroxybenzoyl)-2*H*-isoindol

Bei **Lactamen** und ähnlichen Verbindungen finden meist die traditionellen **Trivialnamen** der Tabelle 8 Anwendung, obwohl auch hier die Heterocyclennomenklatur sehr viel einheitlichere Namensgebungen ermöglicht.

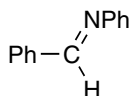


3,4-Dimethylpyrrolidin-2-on

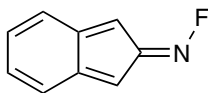
**Imine** bilden die rangniedrigste funktionelle Verbindungsklasse und werden infolgedessen nur bei Abwesenheit von *N*-Organyl-Substituenten als solche, anderenfalls als ...**ylidenamine** bezeichnet. Sind ranghöhere Funktionen zu berücksichtigen, werden ...**imino**-Präfixe verwendet. Auch hier würden vollsystematische Namen auf **Azan**-Basis wieder beträchtliche Vereinfachungen mit sich bringen.



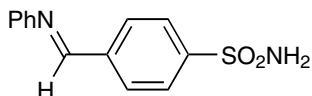
subst.: Phenylmethanimin  
konj.: Benzenmethanimin  
neu: (Phenylmethylen)azan



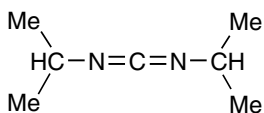
syst.: *N*-(Phenylmethylen)benzenamin  
trad.: Benzyliden- oder Benzalanilin  
neu: Phenyl(phenylmethylen)azan



*N*-Fluor-2*H*-indenimin  
[Fluor-(2*H*-inden-2-yliden)  
azan]



4-(Phenyliminomethyl)benzolsulfon-  
amid [4-(Phenylazanylidenmethyl) ...]



syst.: *N,N'*-Methandi(yliden)bis(propan-2-amin)

CA.: ...methantetraylbis...

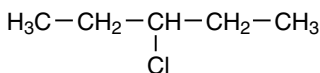
trad.: *N,N'*-Diisopropylcarbodiimid

neu: Methandi(yliden)bis(propan-2-ylazan)

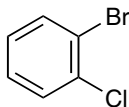
### 3.7

#### Halogenverbindungen

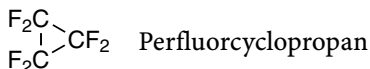
Halogenverbindungen sollten grundsätzlich **substitutiv** benannt werden. Vollständige Substitution wird mit dem Präfix **Per** ... belegt.



3-Chlorpentan



1-Brom-2-chlorbenzol  
(*o*-Bromchlorbenzol)



Perfluorocyclopropan

Für einige einfache Halogenderivate sind aber **radikofunktionelle** Namen noch sehr verbreitet.

$\text{H}_3\text{C-I}$                       Methyliodid (Iodmethan)

$\text{BrH}_2\text{C-CH}_2\text{Br}$             Ethylendibromid (1,2-Dibromethan)

$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CHCl}_2$               Benzylidendichlorid, trad. auch Benzalchlorid  
(Dichlormethyl)benzol

In wenigen Fällen findet man noch eine **additive** Benennungsweise, die man aber doch aufgeben sollte.

$\text{C}_6\text{H}_5\text{-CHBr-CHBr-C}_6\text{H}_5$             Stilbendibromid (1,2-Dibrom-1,2-di-  
phenylethan). CA: 1,2-Dibromethan-  
1,2-diylbisbenzol

## 3.8

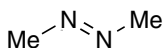
## Verbindungen mit Stickstoffketten

## 3.8.1

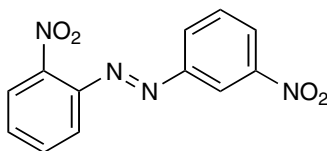
## Azo- und Azoxyverbindungen

Obwohl inzwischen auch für **Azo-** und **Azoxyverbindungen** auf der Basis des systematischen Stammhydridnamens **Diazen** eine durchgreifende Vereinheitlichung der traditionell sehr disparaten Benennungsgebräuche möglich geworden ist, werden hier doch noch in sehr verwirrender Weise einige Relikte der älteren Namensgebungen weitergepflegt (insbesondere auch von **Chem. Abstr.**), was eingehenderer Erläuterungen bedarf.

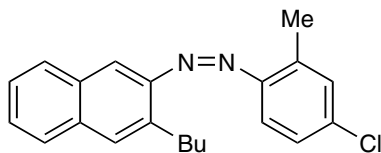
Unstrittig sind die **Diazen**-Namen bei mit Kohlenwasserstoffresten, Alkoxy- und vergleichbaren Gruppen sowie direkt mit höherrangigen Funktionen verknüpften Derivaten.



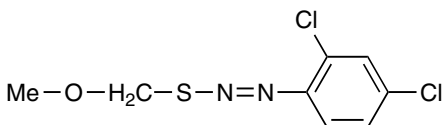
Dimethyldiazen  
(trad.: Azomethan)



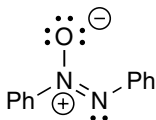
(2-Nitrophenyl)(3-nitrophenyl)diazen  
(trad.: 2,3'-Dinitroazobenzol)



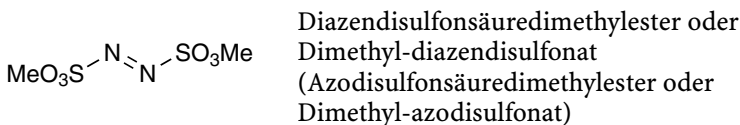
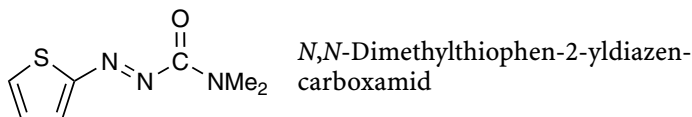
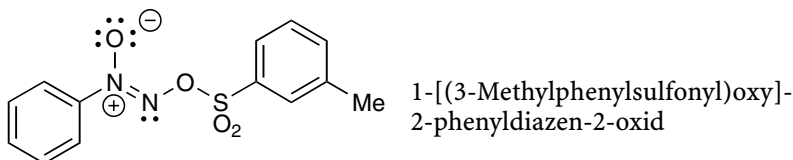
syst.: (3-Butylnaphthalin-2-yl)-(4-chlor-2-methylphenyl)diazen  
früher: 2-Butyl-3-(4-chlor-2-methylphenylazo)naphthalin  
trad.: 3-Butylnaphthalin-2-azo-(4'-chlor-2'-methylbenzol)



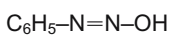
(2,4-Dichlorphenyl)(methoxymethylsulfanyl)diazen



Diphenyldiazenoxid  
(Azoxybenzol)



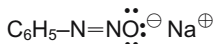
Die Diskrepanzen beginnen aber schon mit den kovalenten Isomeren der Arendiazoniumsalze, die von IUPAC regelgerecht als **Aryldiazenole**, von **Chem. Abstr.** aber regelwidrig als **Arylhydroxydiazene** bezeichnet werden.



syst.: Phenyldiazenol

CA: Hydroxy(phenyl)diazen

trad.: Benzoldiazohydroxid

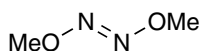


Natrium-phenyldiazenolat

Hydrox(phenyl)diazene, sodium salt

Natrium-benzoldiazo(t)at

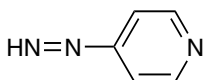
Wieder ganz anders, nämlich als **Ester der Untersalpetrigsäure**, werden von **Chem. Abstr.** doppelt Alkoxy-substituierte Diazene benannt.



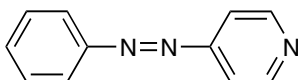
syst.: Dimethoxydiazene

CA: Hyponitrous acid dimethylester

Es kommt aber leider noch schlimmer: Kann man sich wegen der plausiblen Bevorzugung von Ringen gegenüber Ketten durchaus damit abfinden, Azoderivate von N-Cyclen als **Diazenyl-substituierte Heterocyclen** zu benennen, so bleibt doch unergründlich, warum dann die **unsubstituierte Diazenylgruppe** als solche benannt wird, ihre **substituierten Vertreter** aber als ... **ylazo**-Gruppen geführt werden.



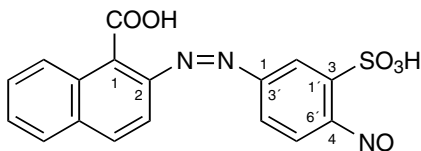
4-Diazenylpyridin



syst.: 4-(Phenyldiazenyl)pyridin

CA: 4-(Phenylazo)pyridin

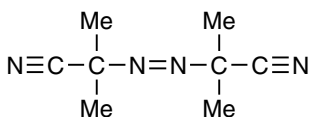
Auch bei Vorhandensein ranghöherer funktioneller Gruppen verwendet **Chem. Abstr.** ausschließlich die traditionellen ...**azo**...-Infixe.



syst.: 2-[(4-Nitroso-3-sulphophenyl)diazenyl]naphthalin-1-carbonsäure

CA: 2-(4-Nitroso-3-sulphophenylazo)naphthalene-1-carboxylic acid

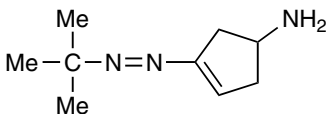
trad.: 1-Carboxynaphthalin-2-azo-3'-(6'-nitrosobenzolsulfonsäure)



syst.: 2,2'-Dimethyl-2,2'-diazendiylbis  
(propanitril)

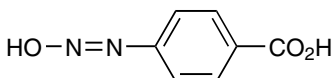
CA: 2,2'-Azobis(2-methylpropanitril)

trad.: Azoisobutyronitril



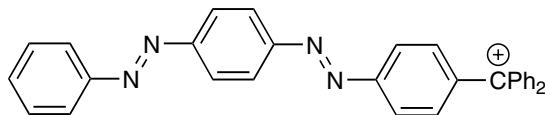
syst.: 3-[(1,1-Dimethylethyl)diazenyl]  
cyclopent-3-en-1-amin

CA: 3-[(1,1-Dimethylethyl)azo] ...

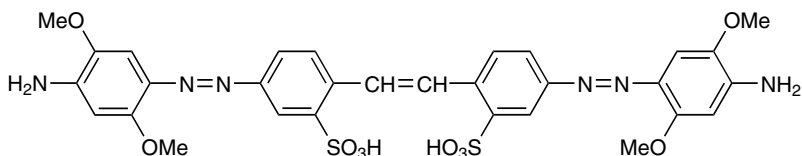


syst.: 4-(Hydroxydiazenyl)benzoesäure

CA: 4-(Hydroxyazo)benzoesäure

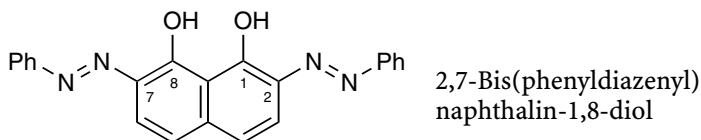


Diphenyl-4-[4-(phenyldiazenyl)phenyldiazenyl]phenylmethylium

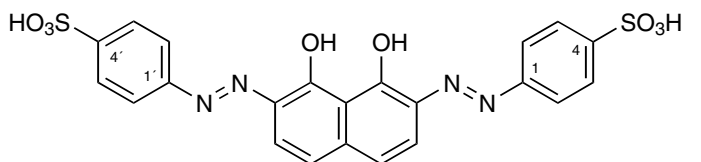


2,2'-(Ethen-1,2-diyl)bis-5-[(4-amino-2,5-dimethoxyphenyl)diazenyl]  
benzolsulfonsäure}





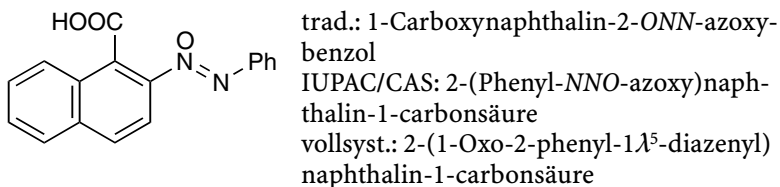
Mit peripheren Suffix-Substituenten versehene **symmetrische Bis-** oder **Polyazoverbindungen** werden als substituierte Verbände identischer Komponenten behandelt (s. Abschn. 2.2.6)



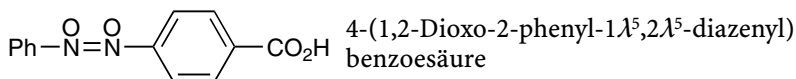
syst.: 4,4'-[(1,8-Dihydroxynaphthalin-2,7-diyl)bis(diazenyl)]  
bisbenzolsulfonsäure

CA:4,4'-(1,8-Dihydroxynaphthalene-2,7-diylbisazo)bisbenzenesulfonic acid

Müssen **Azoxfunktionen präfixiert** werden, verläßt selbst **IUPAC** den Pfad der systematischen Tugend und beharrt auf den traditionellen ...**ONN-** bzw. ...**NNO-**Infixen, obwohl auch hier leicht vollständige Systematisierung möglich wäre.



und gegebenenfalls auch:

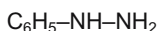


### 3.9

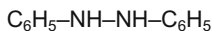
#### Hydrazine und ihre Abkömmlinge

Einfache Substitutionsprodukte des **Hydrazins** (mit Ausnahme von acyl-substituierten) werden generell noch als solche benannt und entsprechende Gruppen wo nötig als ...**hydrazino**-Gruppen präfixiert, obwohl

auch hier der Wechsel zu den systematischen **Diazan**-Namen wieder viel zur Vereinheitlichung der Namensgebungen beitragen würde.



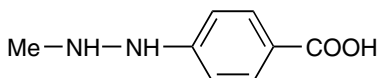
Phenylhydrazin (Phenyldiazan)



1,2-Diphenylhydrazin (... diazan),  
triv.: Hydrazobenzol

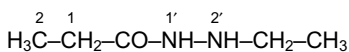


*N,N*-Dibutyl-*N',N'*-dimethylhydrazin  
(1,1-Dibutyl-2,2-dimethyldiazan)

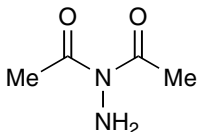


4-(*N'*-Methylhydrazino)benzoesäure  
4-(2-Methyldiazanyl)benzoesäure

**Acylsubstituierte Hydrazine** werden als Säurehydrazide bezeichnet und durch Umwandlung der Endung ... säure in ... **ohydrazid** benannt. **Chem.** **Abstr.** verwendet hier wieder Paraphrasen der Art: ... säure, ... **hydrazide**.



*N'*-Ethylpropionohydrazid  
(1-Ethyl-2-propanoyldiazan)  
CA: Propanoic acid, hydrazides,  
2-ethylhydrazide

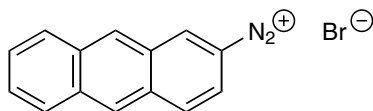


*N,N*-Diacetylhydrazin  
(1,1-Diacetyldiazan)  
CA: Acetic acid, hydrazides, 1-acetylhydrazide

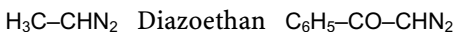
### 3.10

#### Diazo- und Diazoniumverbindungen

**Diazoniumsalze** und **aliphatische Diazoverbindungen** können zwanglos mit den in den Tabellen 6 und 8 gegebenen Hilfsmitteln benannt werden.



Anthracen-2-diazonium-bromid



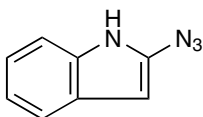
triv.: Diazoacetophenon  
syst.: 2-Diazo-1-phenyl-  
ethanon

Verbindungen des Typs  $RN=NX$ , bei denen X direkt an die Diazogruppe gebunden ist, wurden bereits in Abschnitt 3.8 behandelt.

### 3.11

#### Verbindungen mit Ketten von drei oder mehr Stickstoffatomen

Hier sind zunächst die **Azide** zu nennen, die meist **radikofunktionell** als ...**ylazide**, oder **substitutiv** als **Azido**...-Derivate benannt werden.

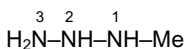


1*H*-Indol-2-ylazid oder 2-Azido-1*H*-indol

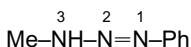


Benzoylazid

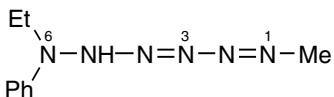
Alle anderen Verbindungen, die derartige Stickstoffketten enthalten, werden als **Poly-azane**, **-azene**, **-azadiene**, **-azatriene** usw. bezeichnet, wobei die Doppelbindungen bevorzugt zu beziffern sind.



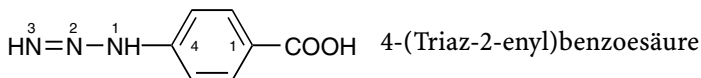
1-Methyltriazan



3-Methyl-1-phenyltriazen

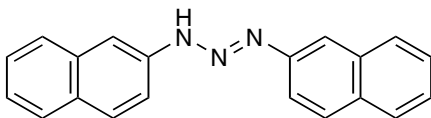


6-Ethyl-1-methyl-6-phenylhexaza-1,3-dien



4-(Triaz-2-enyl)benzoesäure

**Triazene**, die an beiden Enden mit identischen Organylgruppen substituiert sind, wurden früher auch als **Diazoamino**...-Verbindungen bezeichnet.



2,2'-Diazaminonaphthalin  
[1,3-Di(naphthalin-2-yl)triazen]

## 3.12

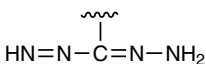
## Weitere Polystickstoff-Stammsysteme

Die von der IUPAC zur Beibehaltung empfohlenen **Trivialnamen** weiterer beliebig substituierbarer **Polystickstoff-Stammsysteme** sind mit den wichtigsten davon abgeleiteten Substituentengruppen in Tabelle 13 zusammengestellt. Davon abweichende CA-Namen und -Bezifferungen sind in Klammern beigegeben.

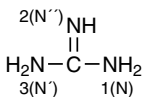
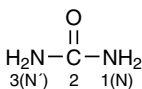
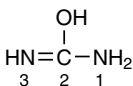
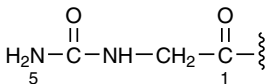
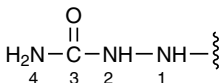
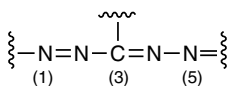
**Tabelle 13.** Beibehaltene Trivialnamen für Polystickstoff-Stammsysteme<sup>a</sup>. (In Klammern: Abweichende CA-Namen und Bezifferungen.)

$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{NH}-\text{CO}_2\text{H} \\ \text{4} \quad \text{3} \quad \text{2} \quad \text{1} \end{array}$ <p>Allophansäure (Aminocarbonylcarbamic acid)</p>	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\    \quad    \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{NH}-\text{C}-\text{~} \\ \text{4} \quad \quad \text{1} \end{array}$ <p>Allophan(o)yl [(Aminocarbonyl)aminocarbonyl]</p>
$\begin{array}{c} (\text{N}''')^4 \text{NH} \quad \text{NH}^2(\text{N}') \\    \quad    \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{NH}-\text{C}-\text{NH}_2 \\ \text{5(N')} \quad (3) \quad (3(2)) \quad (1) \quad 1(\text{N}) \end{array}$ <p>Biguanid (Imidodicarbonimidic diamide)</p>	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\    \quad    \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{NH}-\text{C}-\text{NH}_2 \\ \text{5(N')} \quad 4 \quad 3 \quad 2 \quad 1(\text{N}) \end{array}$ <p>Biuret<sup>b</sup> (Imidodicarbonic diamide)</p>
$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{HN}=\text{N}-\text{C}-\text{NH}-\text{NH}_2 \\ \text{5(1)} \quad \text{4(2)} \quad 3 \quad \text{2(4)} \quad \text{1(5)} \end{array}$ <p>Carbazon (Diazenecarboxylic acid, hydrazide)</p>	$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{HN}=\text{N}-\text{C}-\text{NH}-\text{NH}-\text{~} \\ \text{5} \quad \quad \quad \text{1} \end{array}$ <p>Carbazono (Diazenylcarbonylhydrazino)</p>
$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{HN}=\text{N}-\text{C}-\text{N}=\text{NH} \\ \text{5} \quad \text{4} \quad \text{3} \quad \text{2} \quad \text{1} \end{array}$ <p>Carbodiazon</p>	$\text{HN}=\text{C}=\text{NH}$ <p>Carbodiimid (Methandiimine)</p>
$\begin{array}{c} \text{O} \\    \\ \text{H}_2\text{N}-\text{NH}-\text{C}-\text{NH}-\text{NH}_2 \\ \text{5(2')} \quad \text{4(1')} \quad 3 \quad \text{2(1)} \quad \text{1(2)} \end{array}$ <p>Carbonohydrazid (Carbonic dihydrazide)</p>	$\text{HN}=\text{N}-\text{CH}=\text{N}-\text{NH}_2$ <p>Formazan</p>
$\begin{array}{c} \text{~}-\text{N}=\text{N}-\text{CH}=\text{N}-\text{NH}_2 \\ \text{(1)} \quad \quad \quad \text{(5)} \end{array}$ <p>(1-Formazano)</p>	$\begin{array}{c} \text{HN}=\text{N}-\text{CH}=\text{N}-\text{NH}-\text{~} \\ \text{(1)} \quad \quad \quad \text{(5)} \end{array}$ <p>(5-Formazano)</p>

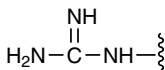
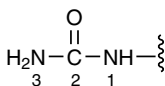
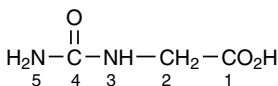
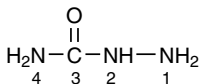
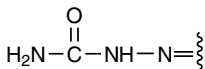
Tabelle 13 (Fortsetzung)



(Formazanyl)

Guanidin<sup>c</sup>Harnstoff  
(Urea)Isoharnstoff  
(Carbamimidic acid)Hydantoyl  
[N-(Aminocarbonyl)glycyl]Semicarbazido  
[2-(Aminocarbonyl)hydrazino]

(Formazan-1,3-diyl-5-yliden)

Guanidino  
(Aminoiminomethyl)aminoUreido  
[(Aminocarbonyl)amino]Hydantoinensäure  
[N-(Aminocarbonyl)glycin]Semicarbazid  
(Hydrazinecarboxamide)Semicarbazono  
((Aminocarbonyl)hydrazono)<sup>a</sup> Chalcogenanaloge: Thioharnstoff, Selenocarbazid, Tellurocarbodiazon, etc.<sup>b</sup> analog: Triuret etc.<sup>c</sup> analog: Biguanid, Triguanid etc.

---

## 4 Metallorganische und metalloorganische Verbindungen

Wegen der Vielfalt und der unterschiedlichen Zuordnung – hier anorganisch, dort organisch – metall(oid)organischer Verbindungstypen ist die Entwicklung systematischer und verbindlicher Nomenklaturregeln für diesen Bereich mit besonderen Schwierigkeiten verbunden und auch bei weitem noch nicht abgeschlossen. Es kann daher hier nur ein Überblick zu den derzeit meistpraktizierten Benennungsmethoden und den sich abzeichnenden Systematisierungstendenzen gegeben werden, wobei allerdings davon auszugehen ist, daß es letztlich bei mindestens zwei Benennungsvarianten, einer organischen, substitutiven, und einer anorganischen, koordinativen, bleiben wird.

### 4.1

#### Elementhydrid-(Elementan-)Namen

Die substitutive Variante läßt sich immer dann problemlos anwenden, wenn es sich um wenig polare, molekulare, d.h. nicht oligo- oder polyaggregierte Verbindungen mit (zumindest formalen) 2-Zentren-2-Elektronen-Bindungen handelt. Dabei wird das Elementhydrid-Konzept zugrunde gelegt, nach dem die Namen der außer den jeweiligen Elementen nur Wasserstoff aufweisenden Grundstrukturen durch Kombination geeigneter, aus der a-Term-Tabelle (Tab. 25) abgeleiteter, Elementkürzel mit der Endung **-an** gebildet werden. Den **Carbanen** (Kohlenwasserstoffen) werden somit entsprechende **Heterane** (Heterowasserstoffe) zugesellt, für die sich der vereinheitlichende Sammelbegriff **Elementan** geradezu aufdrängt.

Dieses simple, vor allem aber leicht vermittelbare Verfahren ist von der IUPAC bisher (leider) nur für die Hydride der Elementgruppen 13 – 17 (aber mit Ausnahme der Elemente Aluminium – Thallium) sanktioniert worden (Tab. 14), obwohl es sich ebenso selbstverständlich auch auf alle anderen Elemente des Periodensystems anwenden ließe, z. B.:  $\lambda^6$ -Wolframan ( $\text{WH}_6$ ),  $\lambda^4$ -Titanan ( $\text{TiH}_4$ ),  $\lambda^5$ -Nioban ( $\text{NbH}_5$ ),  $\lambda^2$ -Magnesan ( $\text{MgH}_2$ ) etc.; vielleicht sogar:  $\lambda^7$ -Ununseptan für [117]H<sub>7</sub>! etc.

Durch organische Gruppen substituierte Derivate dieser Grundkörper werden dann als **Organylementane** benannt.

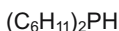
**Tabelle 14.** Systematische Bezeichnungen<sup>a</sup> für die Stammhydride (Elementane) der Elementgruppen 13–17

13		14 <sup>b</sup>		15 <sup>b, c</sup>		16 <sup>b</sup>		17 <sup>b</sup>	
BH <sub>3</sub>	Boran	CH <sub>4</sub>	Carban	NH <sub>3</sub>	Azan	OH <sub>2</sub>	Oxidant	FH	Fluoran
AlH <sub>3</sub>	Aluminan	SiH <sub>4</sub>	Silan	PH <sub>3</sub>	Phosphan	SH <sub>2</sub>	Sulfan	ClH	Chloran
GaH <sub>3</sub>	Gallan	GeH <sub>4</sub>	German	AsH <sub>3</sub>	Arsan	SeH <sub>2</sub>	Selan	BrH	Broman
InH <sub>3</sub>	Indican	SnH <sub>4</sub>	Stannan	SbH <sub>3</sub>	Stiban	TeH <sub>2</sub>	Tellan	IH	Iodan
TlH <sub>3</sub>	Thallan	PbH <sub>4</sub>	Plumban	BiH <sub>3</sub>	Bismutan	PoH <sub>2</sub>	Polan	AtH	Astatan

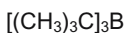
<sup>a</sup> Die Möglichkeit, **allen** diesen Grundkörpern systematische Namen zuzuordnen, soll keineswegs den Wegfall der althergebrachten Trivialbegriffe **Methan**, **Ammoniak**, **Wasser** und **Halogenwasserstoff** präjudizieren.

<sup>b</sup> Für die Hydride mit Nichtstandard-Wertigkeiten der Zentralatome gilt dann:  $\text{EH}_n = \lambda^n\text{-Elementan}$ .

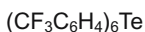
<sup>c</sup> Chemical Abstracts verwendet für die Elementane der Gruppe 15 nach wie vor die traditionellen Phosph-, Ars-, Stib-, Bismutin-Namen.



Dicyclohexylphosphan



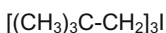
Tri-*tert*-butylboran



Hexakis-(4-trifluormethylphenyl)- $\lambda^6$ -tellan



Tetramethyl- $\lambda^4$ -sulfan



Trineopentyl- $\lambda^3$ -iodan

warum nicht auch:



Tetraisopropyl- $\lambda^4$ -titanan



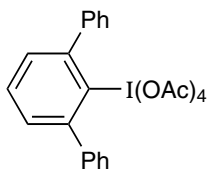
Bis(trifluormethyl)mercuran



Hexamethyl- $\lambda^6$ -wolframan



Phenyl- $\lambda^2$ -palladan

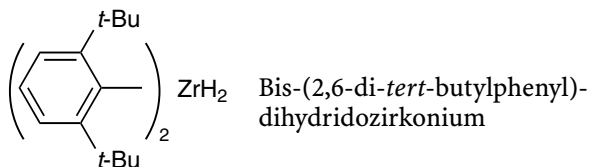


Tetrakisacetyloxy-(1,1':3',1''-terphenyl-2'-yl)- $\lambda^5$ -iodan

$(\text{EtO})_3\text{SiH}$                       Triethoxysilan

$(\text{C}_4\text{H}_9)\text{InH}_2$                       Butylindican

Weitgehend voraussetzungsfrei lassen sich derartige Verbindungen mit der **anorganischen Koordinationsnomenklatur** benennen, indem die Ligandennamen (einschließlich Wasserstoff = Hydrido) dem unveränderten Elementbegriff des Zentralatoms vorangestellt werden; z. B.:



$(\text{CF}_3)_5\text{Nb}$                       Pentakis(trifluormethyl)niob

$\text{Ph}_3\text{Br}$                       Triphenylbrom

$t\text{-BuO-AlH}(t\text{-Bu})$                       *tert*-Butoxy-*tert*-butylhydridoaluminium

Bei der Benennung **gemischter Elementhydride** und ihrer organischen Derivate wäre es an sich logisch, generell die von Anorganikern und Organikern gleichermaßen akzeptierte vollständige Elementprioritätenliste (Tab. 25) für Austauschtermini zugrunde zu legen. Dem steht entgegen, daß **Chemical Abstracts** in seiner gegenüber den IUPAC-Vorgaben wesentlich erweiterten Prioritätenabfolge von Verbindungsklassen den Heteranen der Elementgruppen 14–16 einschließlich Bor den Vorrang vor Kohlenwasserstoffen einräumt, wobei die folgende, völlig unsystematische, abfallende Rangordnung einzuhalten ist:

**P > As > Sb > Bi > B > Si > Ge > Sn > Pb > O > S > Se > Te > C**

$\text{Cl}_2\text{HC-PH-SiH}_2\text{Cl}$                       (Chlorsilyl)(dichlormethyl)phosphan

$\text{Me}_3\text{Se-SbPh}_4$                       Tetraphenyl(trimethyl- $\lambda^4$ -selanyl)- $\lambda^5$ -stiban

$\text{F}_3\text{S=C-SF}_3$                       Trifluor(trifluor- $\lambda^4$ -sulfanylmethylidin)- $\lambda^6$ -sulfan

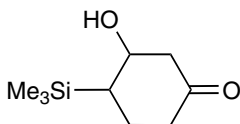
$t\text{-Bu-B}[\text{Si}(i\text{-Pr})_3]_2$                       *t*-Butylbis(triisopropylsilyl)boran



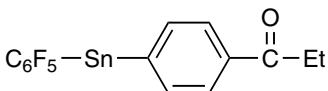
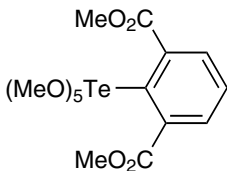
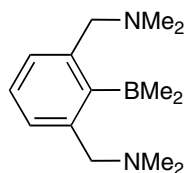
## 4.2

**Funktionell substituierte Elementane**

Sind in solchen Verbindungen jedoch die typischen **funktionellen Gruppen** der Organischen Chemie vorhanden, tritt im Rahmen der **substitutiven** oder **konjunktiven** (Chemical Abstracts) Nomenklatur wieder die **Rangfolge der funktionellen Verbindungsklassen** in Kraft (s. Tab. 7), mit der Folge, daß jetzt alle metall(oid)organischen Molekülfragmente in Form von Substituentenpräfixen aufzuführen sind.



3-Hydroxy-4-trimethylsilylcyclohexanon

1-[4-(Pentafluorphenyl)- $\lambda^2$ -stannyl]phenyl]propan-1-on(Pentamethoxy- $\lambda^6$ -tellanyl)benzol-1,3-dicarbonsäuredimethylestersubstitutiv: 2-Dimethylboryl-*N,N,N',N'*-tetramethylbenzol-1,3-diylbismethanamin

konjunktiv (Chemical Abstracts): 2-Dimethylboryl-*N,N,N',N'*-tetramethylbenzen-1,3-dimethanamin

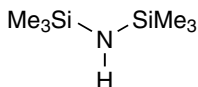
Im Sinne der Koordinationsnomenklatur werden hier häufig auch auf das Metall(oid)-Atom zentrierte **koordinative Namen** verwendet: Dimethyl-[2,6-bis(dimethylaminomethyl)phenyl]bor

## 4.3

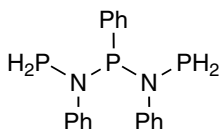
**Elementane mit Repetierdiaden**

Sonderregeln gelten für in **regulärer Abfolge** aus **zwei unterschiedlichen Elementantypen zusammengesetzte Ketten und Ringe**. Die Ketten müssen

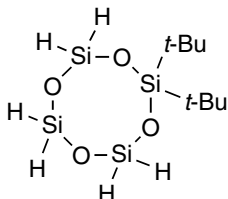
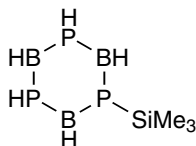
dabei mit identischen Atomen, die möglichst spät in der „a“-Term-Tabelle (Tabellen 4 und 25) auftreten, enden, die Ringe aus identischen Zweiereinheiten (Repetiereinheiten) zusammengesetzt sein. Die Verbindungs-namen werden dann gebildet, indem den in umgekehrter Reihenfolge der Tabellen 4 und 25 kombinierten „a“-Termini das Zahlenpräfix des terminierenden Elements bei Ketten und der Anzahl identischer Einheiten bei Ringen vorangestellt wird.



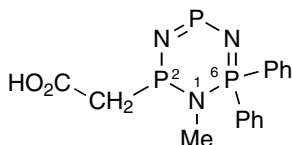
1,1,1,3,3,3-Hexamethyldisilazan



2,3,4-Triphenyltriphosphazan

2,2-Di-*tert*-butylcyclotetrasiloxan

1-Trimethylsilylcyclotriboraphosphan

(1-Methyl-6,6-diphenyl-6 $\lambda^5$ -cyclotriphosphaza-3,5-dien-2-yl)essigsäure  
oder konjunktiv: ... 3,5-dien-2-essigsäure

#### 4.4

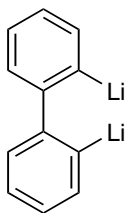
#### Alkali-, Erdalkali- und vergleichbare Metallorganyle

Im Gegensatz zu allen vorstehenden Namen spiegeln die gebräuchlichen Benennungen der **hochpolaren Alkalimetall-** und **Erdalkalimetall-orga-**

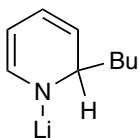
**nischen Verbindungen** nur selten die tatsächlichen Konnektivitätsverhältnisse wider, da diese Derivate realiter meist **oligomer aggregiert** und vielfach **Solvens-komplexiert** vorliegen. Die üblichen Namensgebungen gehen indessen vereinfachend von den zugrundeliegenden monomeren Struktureinheiten aus, indem a) gemäß der **anorganischen Koordinationsnomenklatur** die Namen der organischen Substituentengruppen dem unveränderten Metallnamen vorangestellt oder b) die Verbindungen als **Salze organischer Anionen** aufgefaßt werden.

- $C_4H_9Li$       a) Butyllithium  
                   b) Lithiumbutanid
- $(C_6H_5)_3CNa$     a) Triphenylmethylnatrium  
                          (trivial: Tritylnatrium)  
                   b) Natriumtriphenylmethanid
- $(H_3C)_3CLi$       a) *tert*-Butyllithium  
                   b) Lithium-2-methylpropan-2-id

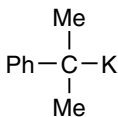
- $H_2C=CHLi$       a) Ethenyllithium  
                          (trivial: Vinyllithium)  
                   b) Lithiumethenid



- a) Biphenyl-2,2'-diyldilithium  
 b) Dilithiumbiphenyl-2,2'-diid  
 (oder auch: 2,2'-Dilithiobiphenyl,  
 s. weiter hinten)



- a) 2-Butylpyridin-1(2*H*)-yllithium  
     = 2-Butyl-1,2-dihydropyridin-1-yllithium  
 b) Lithium-2-butylpyridin-1(2*H*)-id  
     = Lithium-2-butyl-1,2-dihydropyridin-1-id



- a) 1-Methyl-1-phenylethylkalium  
     = 2-Phenylpropan-2-ylkalium  
     (trivial:  $\alpha,\alpha$ -Dimethylbenzylkalium)  
 b) Kalium-2-phenylpropan-2-id

- $CH_3C=CRb$       a) Prop-1-inylrubidium  
                   b) Rubidiumpropin-1-id



- a) Cyclopentadienylcaesium  
b) Caesiumcyclopentadienid

Bei den weniger polaren organischen Derivaten der Erdalkalimetalle (mit Ausnahme der **Grignardverbindungen**) wird ausschließlich Methode a) angewandt.

$(\text{C}_6\text{F}_5)_2\text{Mg}$                       Bis(pentafluorphenyl)magnesium

$(\text{Ph}_3\text{C})_2\text{Ca}$                       Bis(triphenylmethyl)calcium

$\text{Me}_2\text{Ba}$                               Dimethylbarium

Metallorganyle vom Typ der **Grignardverbindungen** hingegen werden überwiegend nach einem Methode a) entlehnten Hybridverfahren gleichsam als Halbsalze benannt, wenn man für sie nicht gleich wieder vollständige **Koordinationsnamen** bevorzugt.

$\text{C}_6\text{H}_5\text{MgI}$                       Phenylmagnesiumiodid  
Iodo(phenyl)magnesium

aber auch:

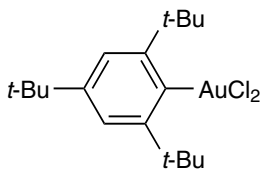
$\text{H}_3\text{CMgH}$                       Methylmagnesiumhydrid  
Hydridomethylmagnesium

$(\text{H}_3\text{C})_3\text{CSrBr}$                       *tert*-Butylstrontiumbromid  
*tert*-Butylbromostrontium

$(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{CCaCl}$                       Triphenylmethylcalciumchlorid  
Chloro(triphenylmethyl)calcium

Es ist unmittelbar ersichtlich, daß sich auch analoge **organische Derivate der Übergangsmetalle** in gleicher Weise benennen lassen.

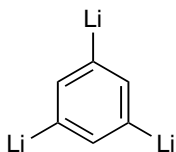
$\text{C}_6\text{H}_5\text{—C}\equiv\text{C—Ag}$                       Phenylethynylsilber



(2,4,6-Tris-*t*-butylphenyl)golddichlorid  
Dichloro(tri-*t*-butylphenyl)gold  
warum nicht:  
Dichloro(tri-*t*-butylphenyl)- $\lambda^3$ -auran

$\text{ICH}_2\text{ZnI}$	Iodmethylzinkiodid Iodmethyliodozink
$(\text{CH}_3)_2\text{Cd}$	Dimethylcadmium
$\text{C}_6\text{H}_5\text{HgOAc}$	Phenylquecksilberacetat Acetato(phenyl)quecksilber
$(\text{F}_3\text{C})_2\text{Hg}$	Bis(trifluormethyl)quecksilber
$(\text{C}_3\text{H}_7)_2\text{TiCl}_2$	Dichlorodipropyltitan Dipropyltitandichlorid
$[(\text{H}_3\text{C})_2\text{HC}]_2\text{Zr}[\text{OCH}(\text{CH}_3)_2]_2$	Diisopropylzirkoniumdiisopropoxid Diisopropyl-diisopropanolato-zirkonium

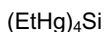
Speziell für **mehrfach metallierte Stammhydride** kann auch eine der anorganischen Koordinationsnomenklatur entlehnte Namensgebung herangezogen werden, die die Metallsubstituenten in Form von **Metallio-**Präfixen berücksichtigt, z. B.:



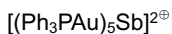
1,3,5-Trilithiobenzol



Hexalithio- $\lambda^6$ -methan  
(oder: Hexalithio- $\lambda^6$ -carban)  
oder einfach: Hexalithiokohlenstoff



Tetrakis(ethylmercurio)silan  
oder Tetrakis(ethylmercurio)silizium

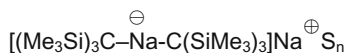


Pentakis(triphenylphosphanaurio)stibandi(ium)

## 4.5

### „at“-Komplexe

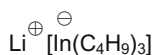
Darüber hinaus können sich alle diese Verbindungen grundsätzlich zu gemischten salzartigen Aggregaten vom **at-Komplex**-Typ zusammenlagern, die zumindest in den Fällen, in denen die Anionenstrukturen bekannt sind, häufig aber auch rein formal, als solche benannt werden.



Natrium-bis[tris(trimethylsilyl)methyl]natrat  
(S = Solvens)



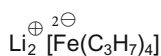
Neopentylmagnesium-trineopentylmagnesat



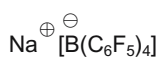
Lithium-tributylindicat



Lithium-dimethylcuprat



Dilithium-tetrapropylferrat



Natrium-tetrakis(pentafluorophenyl)borat



Lithium-hexaphenylbismuthat

---

## 5 Kohlenhydrate

Selbstverständlich könnten **alle Kohlenhydrate** und ihre Abkömmlinge ohne weiteres und auf sehr einheitliche Weise gemäß den Regeln der substitutiven Nomenklatur als **Polyhydroxy-alkanale**, **-alkanone**, **-tetrahydrofurane**, **-tetrahydropyrane**, **-oxepane**, **-alkansäuren** etc. benannt werden, was allerdings wegen der dabei zu berücksichtigenden multiplen stereogenen Zentren stets einen mehr oder weniger ausgedehnten Satz von Stereodeskriptoren nach sich zöge. Gerade dieses Problem ist aber im Rahmen der speziellen Kohlenhydrat-Nomenklatur auf ganz andere – und wohl auch übersichtlichere – Weise gelöst worden, indem hier nämlich zahlreiche stereochemisch eindeutig definierte **Trivial-** und **Semitrivialnamen** als Eckpunkte des Regelgerüsts eingesetzt wurden. Das zugehörige Regelwerk liegt nun in einer gründlich überarbeiteten neuen Fassung vor (s. Literatur auf S. 6) und sollte wenigstens in seinen systematischen Grundzügen – wie sie im folgenden zusammengestellt sind – auch dem Nichtspezialisten vertraut sein.

### 5.1

#### Aldosen

Monosaccharide vom Polyhydroxyalkanal-Typ tragen den Gattungsnamen **Aldose** und als Einzelvertreter mit bis zu sechs Kohlenstoffzentren die in Tabelle 15 aufgeführten Trivialnamen.

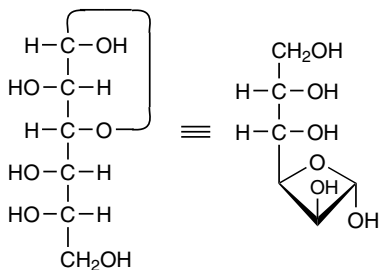
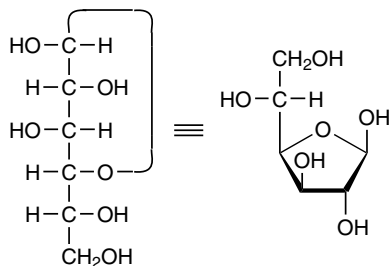
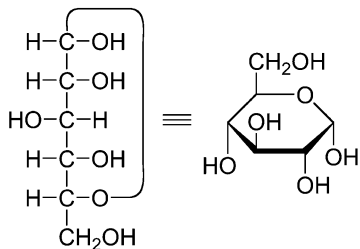
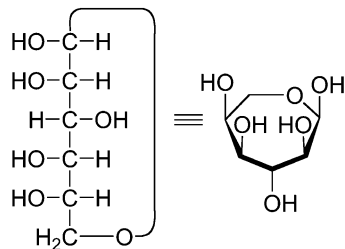
**Tabelle 15.** Trivialnamen<sup>a</sup> für Aldosen mit empfohlenen Drei-Buchstaben-Kürzeln

$\begin{array}{c} \text{CHO} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>D-Glyceraldehyd <i>D-glycero</i></p>	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>D-Erythrose <i>D-erythro</i></p>	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>D-Threose <i>D-threo</i></p>	
$\begin{array}{c} \text{CHO} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>D-Ribose <i>D-ribo</i> (D-Rib)</p>	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>D-Arabinose <i>D-arabino</i> (D-Ara)</p>	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>D-Xylose <i>D-xyl</i> (D-Xyl)</p>	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>D-Lyxose <i>D-lyxo</i> (D-Lyx)</p>
$\begin{array}{c} \text{CHO} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>D-Allose <i>D-allo</i> (D-All)</p>	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>D-Altrose <i>D-altro</i> (D-Alt)</p>	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>D-Glucose <i>D-gluco</i> (D-Glc)</p>	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>D-Mannose <i>D-manno</i> (D-Man)</p>
$\begin{array}{c} \text{CHO} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>D-Gulose <i>D-gulo</i> (D-Gul)</p>	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>D-Idose <i>D-ido</i> (D-Ido)</p>	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>D-Galactose <i>D-galacto</i> (D-Gal)</p>	$\begin{array}{c} \text{CHO} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$ <p>D-Talose <i>D-talo</i> (D-Tal)</p>

<sup>a</sup> Die Zugehörigkeit zur D- oder L-Reihe wird durch die Konfiguration des höchstbezahlten stereogenen Zentrums, des *Konfigurationsatoms*, bestimmt; in der üblichen Fischerprojektion gilt: HO- nach rechts = D; nach links = L; horizontale Bindungen weisen nach vorne, vertikale liegen in der Ebene bzw. weisen nach hinten.



Von diesen Grundtypen abgeleitete cyclische Halbacetalformen werden systematisch als ...**ooxirosen** (3-Ring), ...**ooxetosen** (4-Ring), ...**ofuranosen** (5-Ring), ...**opyranosen** (6-Ring), ...**oseptanosen** (7-Ring) benannt, z. B.:

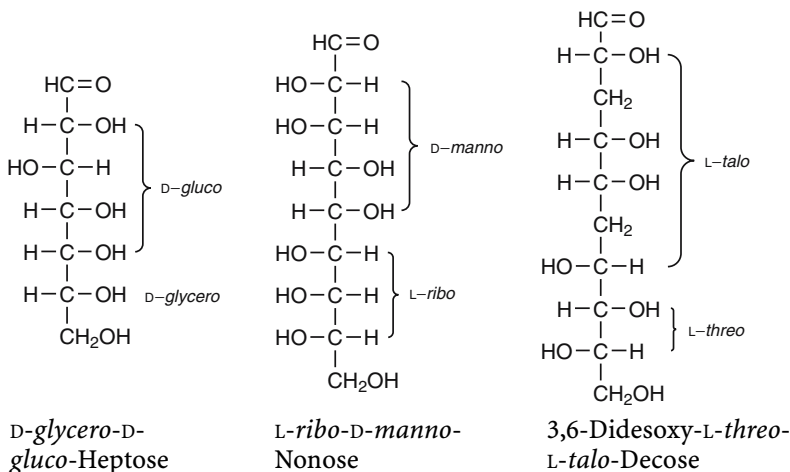
 $\beta$ -L-Glucooxetose $\beta$ -D-Glucofuranose $\alpha$ -D-Glucopyranose $\alpha$ -L-Glucoseptanose

Die Konfigurationssymbole  $\alpha$ ,  $\beta$  sind jeweils auf das sogenannte **anomere Referenzatom** bezogen, das in den obigen Beispielen mit dem **Konfigurationsatom** identisch ist. Das heißt, bei *cis*-Beziehungen zwischen HO-Gruppe am anomeren C-Atom und Sauerstoff am Referenzatom gilt  $\alpha$ , anderenfalls  $\beta$ .

Realiter nehmen die cyclischen Halbacetalformen der Zucker und ihrer Derivate die unterschiedlichsten Ringkonformationen ein. Für nomenklatorische Zwecke sind jedoch die linearen **Fischer-Projektionen** und die quasi Konformations-mittelnden planarcyclischen **Haworth-Representationen** am besten zur Verdeutlichung der vielfältigen stereochemischen Beziehungen geeignet.

Für die Grundtypen der Tabelle 15 werden die jeweiligen Trivialnamen den nach dem Muster *D-ribo*-Pentose (für *D*-Ribose), *D-gluco*-Hexose (für *D*-Glucose) etc. erhältlichen systematischen Bezeichnungen generell vorgezogen. Für höhere Aldosen jedoch werden ausschließlich systematische

Namen mit aus Tabelle 15 abgeleiteten **konfigurationellen Präfixen** und einem die Kettenlänge symbolisierenden **Stammterminus** ...**Heptose**, ...**Octose**, etc. gebildet. Die Konfigurationspräfixe werden jeweils den Vierergruppen der auf C-1 folgenden stereogenen Zentren zugeordnet, wobei zwischengeschaltete nichtstereogene Zentren ignoriert werden.



Nach dem gleichen Schema werden systematische Namen für Dialdosen konstruiert, z. B.: L-threo-Tetrodialdose, D-glucio-Hexodialdose, etc.

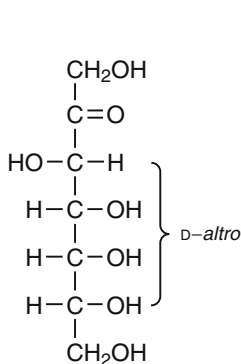
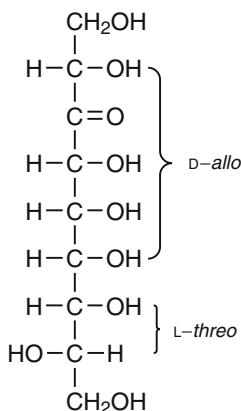
## 5.2 Ketosen

Auch bei **Ketosen** werden für die Grundtypen die traditionellen Trivialnamen meist noch bevorzugt, obwohl die systematischen ...**ulose**-Namen ähnlich einfach wie bei Aldosen generierbar sind (s. Tab. 16).

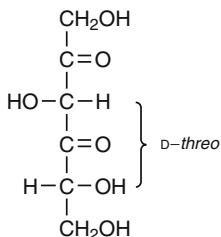
Die systematischen Namen für höhere Ketosen werden wie bei den Aldosen durch Kombination eines **Stammbegriffes** wie ...**Hept-n-ulose**, ...**Oct-n-ulose** etc. mit den aus Tabelle 15 entlehnten **Konfigurationspräfixen** erzeugt, wobei wieder Ketogruppen in 3- und höheren Positionen ignoriert werden.

**Tabelle 16.** Trivialnamen mit 3-Buchstaben-Kürzeln sowie systematische Namen für Ketosen (in Klammern)

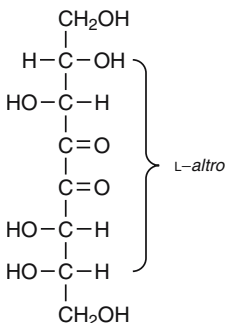
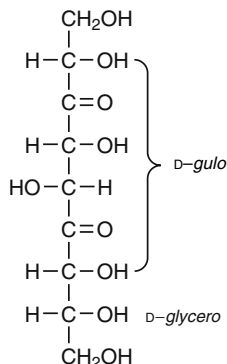
$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$
1,3-Dihydroxy-aceton	D-Erythulose (D- <i>glycero</i> -Tetralose)	D-Ribulose; D-Rul (D- <i>erythro</i> -Pent-2-ulose)	D-Xylulose; D-Xul (D- <i>threo</i> -Pent-2-ulose)
$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{OH} \\   \\ \text{C}=\text{O} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{HO}-\text{C}-\text{H} \\   \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\   \\ \text{CH}_2\text{OH} \end{array}$
D-Psicose; D-Psi (D- <i>ribo</i> -Hex-2-ulose)	D-Fructose; D-Fru (D- <i>arabino</i> -Hex-2-ulose)	D-Sorbose; D-Sor (D- <i>xyl</i> -Hex-2-ulose)	D-Tagatose; D-Tag (D- <i>lyxo</i> -Hex-2-ulose)

D-*altro*-Hept-2-ulose  
(Sedoheptulose)L-*threo*-D-*allo*-Non-3-ulose

**Diketosen** werden analog systematisch benannt, wobei dazwischengelagerte nichtstereogene Zentren wie üblich ignoriert werden.



D-threo-Hexo-2,4-diulose

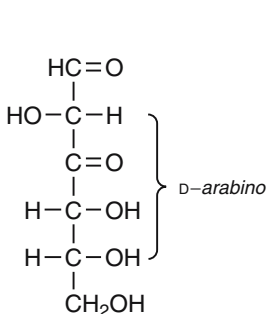
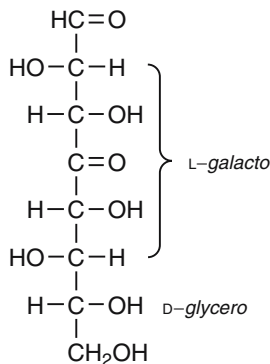
L-altro-Octo-4,5-diulose  
(nicht: L-talo)

D-glycero-D-gulo-Nono-3,6-diulose

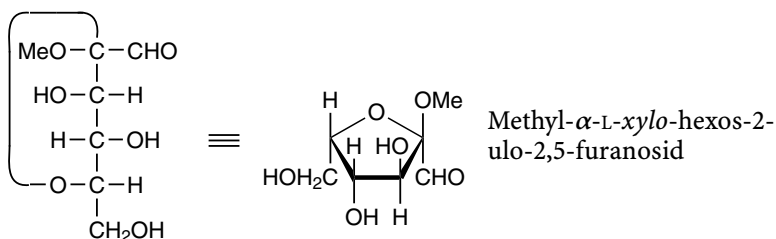
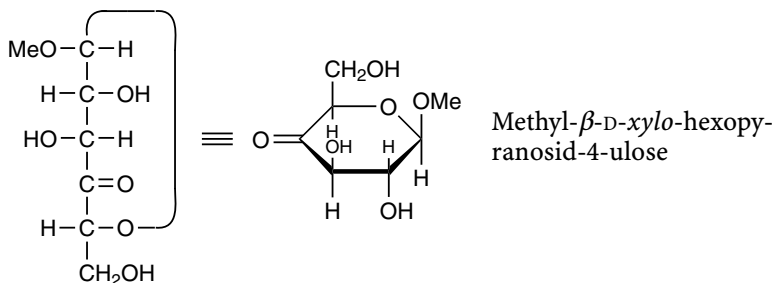
## 5.3

## Ketoaldosen (Aldoketosen, Aldosulosen)

Logische Extrapolation der vorstehenden Vorgehensweisen liefert die systematischen ...**os-n-ulose-Namen** der **Ketoaldosen**, wenn auch hier in biochemischen Kontexten **Dehydro-Namen** häufig vorgezogen werden.

D-arabino-Hexos-3-ulose  
(3-Dehydro-D-altrose)D-glycero-L-galacto-Octos-4-ulose  
(4-Dehydro-D-erythro-D-altro-octose)

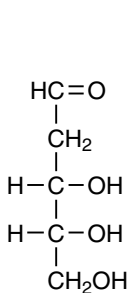
Bei den **cyclischen Halbacetalformen** hängt die Position des Ringdesignators im Namen davon ab, welche Carbonylgruppe an der Ringbildung beteiligt ist.



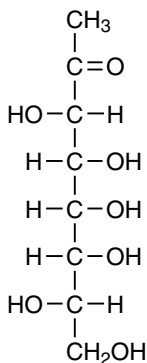
## 5.4

### Desoxy-Zucker (engl. Deoxy)

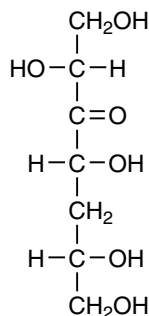
Das als abtrennbar behandelte und deshalb zu alphabetisierende **Desoxy-Präfix** mit vorangestellter Platzziffer wird in gleicher Weise für trivial und systematisch benannte Zucker verwendet, wobei zwischenstehende  $\text{CH}_2$ -Gruppen (und auch  $\text{C}=\text{O}$ -Gruppen) bei der Zuordnung der Konfigurationspräfixe wieder ignoriert werden.



2-Desoxy-D-erythro-Pentose  
trad.: 2-Desoxyribose



1-Desoxy-L-glycero-D-altro-Oct-2-ulose



5-Desoxy-D-arabino-Hept-3-ulose

## 5.5

### Aminozucker und analog substituierte Derivate

**Aminozucker** werden systematisch als Aminoderivate der entsprechenden Desoxyzucker benannt, wobei die Aminogruppe auch bezüglich der Konfiguration die Stelle der durch sie substituierten -OH-Gruppe einnimmt. Im Falle von 2-Substitution werden meist die **trivialen ... osamin-Namen** vorgezogen, z. B.:

<i>Trivial</i>	<i>Systematisch</i>
D-Glucosamin	2-Amino-2-desoxy-D-glucose
D-Fucosamin	2-Amino-2,6-didesoxy-D-galactose
N-Acetyl-D-mannosamin	2-Acetamido-2-desoxy-D-mannose

**Andere nichtterminale Substituenten** werden analog berücksichtigt, z. B.: 2-Desoxy-2-C-phenyl-D-glucopyranose; 2,3-Diazido-2,3-didesoxy-D-mannopyranose; 3-Desoxy-3,3-dimethyl-D-*ribo*-hexose etc. Substitution des aldehydischen Wasserstoffs wird einfach durch ein C-Substituentenpräfix angezeigt: 1-C-Phenyl-D-glucose.

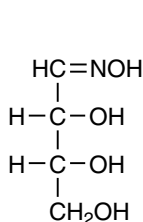
## 5.6

### Umwandlungen der Carbonylfunktionen

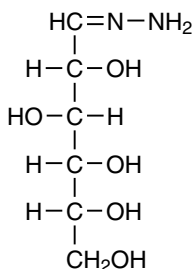
#### 5.6.1

#### Oxime, Hydrazone, Osazone

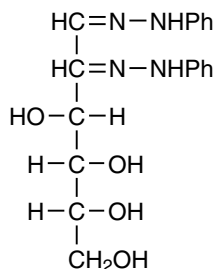
Für die durch **Stickstoff-Substitution des Carbonylsauerstoffs** gebildeten Derivate werden die traditionellen Bezeichnungen beibehalten.



D-Erythroseoxim



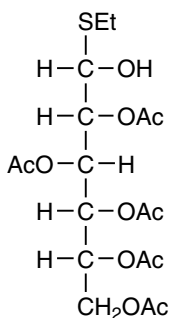
D-Glucosehydrazon

D-*arabino*-Hexos-2-ulosebis(phenylhydrazon)  
(D-Fructosephenylosazon)

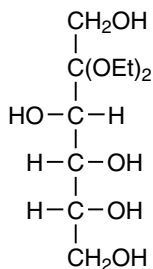
### 5.6.2

#### Acetale, Ketale etc.

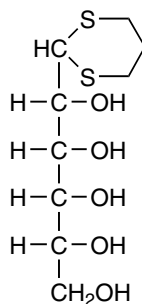
Die durch Umwandlung der Carbonylgruppe mit Alkoholen etc. entstehenden Derivate werden in der üblichen Weise als **(Hemi)acetal**, **(Hemi)ketale** etc. benannt.



(1S)-2,3,4,5,6-Penta-O-acetyl-D-glucose-S-ethylmethylthiohemiacetal



D-Fructose-diethylketal



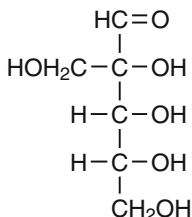
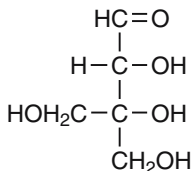
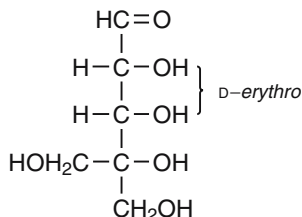
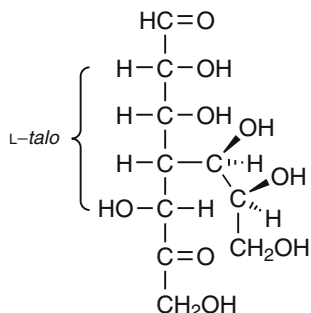
D-Allose-propan-1,3-diylthioacetal

### 5.7

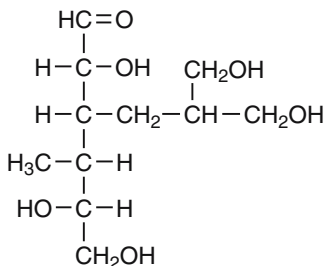
#### Verzweigte Zucker

**Verzweigte Monosaccharide** werden gemäß den vorstehenden Prinzipien als substituierte unverzweigte Zucker behandelt, wobei gebräuchliche Trivialnamen beibehalten werden. Die wichtigsten Kriterien für die Wahl des Stammsaccharids sind:

- die ranghöchste(n) funktionelle(n) Gruppe(n): Aldarsäure > Uronsäure/Ketoaldonsäure/Aldonsäure > Dialdose > Ketoaldose/Aldose > Diketose > Ketose
- die längste C-Kette: Heptose > Hexose
- das alphabetisch vorrangige Stammsystem oder Konfigurationspräfix: Allose > Altrose; *gluco* > *gulo*
- das vorrangige Konfigurationssymbol: D > L;  $\alpha$  >  $\beta$
- das Stammsystem mit den meisten Präfixsubstituenten

2-C-(Hydroxymethyl)-D-ribose  
(Hamamelose)3-C-(Hydroxymethyl)-D-glycero-  
tetrose  
(D-Apiose)4-C-(Hydroxymethyl)-  
D-erythro-pentose  
(Das achirale C-4  
wird ignoriert)

4-Desoxy-4-[(1R,2S) oder (L-erythro)-1,2,3-trihydroxypropyl]-L-talo-heptos-6-ulose



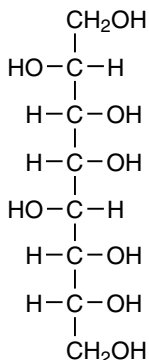
3,4-Didesoxy-3-[3-hydroxy-2-(hydroxymethyl)propyl]-4-C-methyl-L-mannose

## 5.8

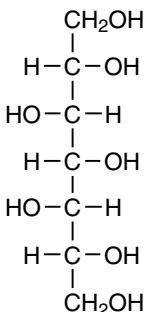
## Zuckeralkohole (Alditole)

Die durch Reduktion von Zuckern gebildeten **Alkanpolyole** wurden (im Deutschen) bisher mit der hier nomenklatorisch bedeutungslosen Endsilbe ...**it** gekennzeichnet. Es ist sicher sinnvoller, hierfür in Zukunft generell die den **IUPAC-Regeln** entsprechende systematische Endung ...**itol** zu verwenden, z.B.: Erythritol, Ribitol, Mannitol etc. Im übrigen werden diese Namen generell vom ranghöchsten (s. vorstehenden Abschnitt) Stammzucker abgeleitet, z.B.: D-Arabinitol (nicht D-Lyxitol); D-Glucitol (nicht L-Gulitol); der traditionelle Name Sorbitol wird nicht mehr empfohlen.

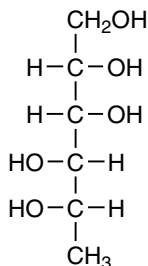




*D-erythro-L-galacto-Octitol*



*meso-D-glycero-L-ido-Heptitol*



*L-Rhamnitrol oder 1-Desoxy-L-mannitol*

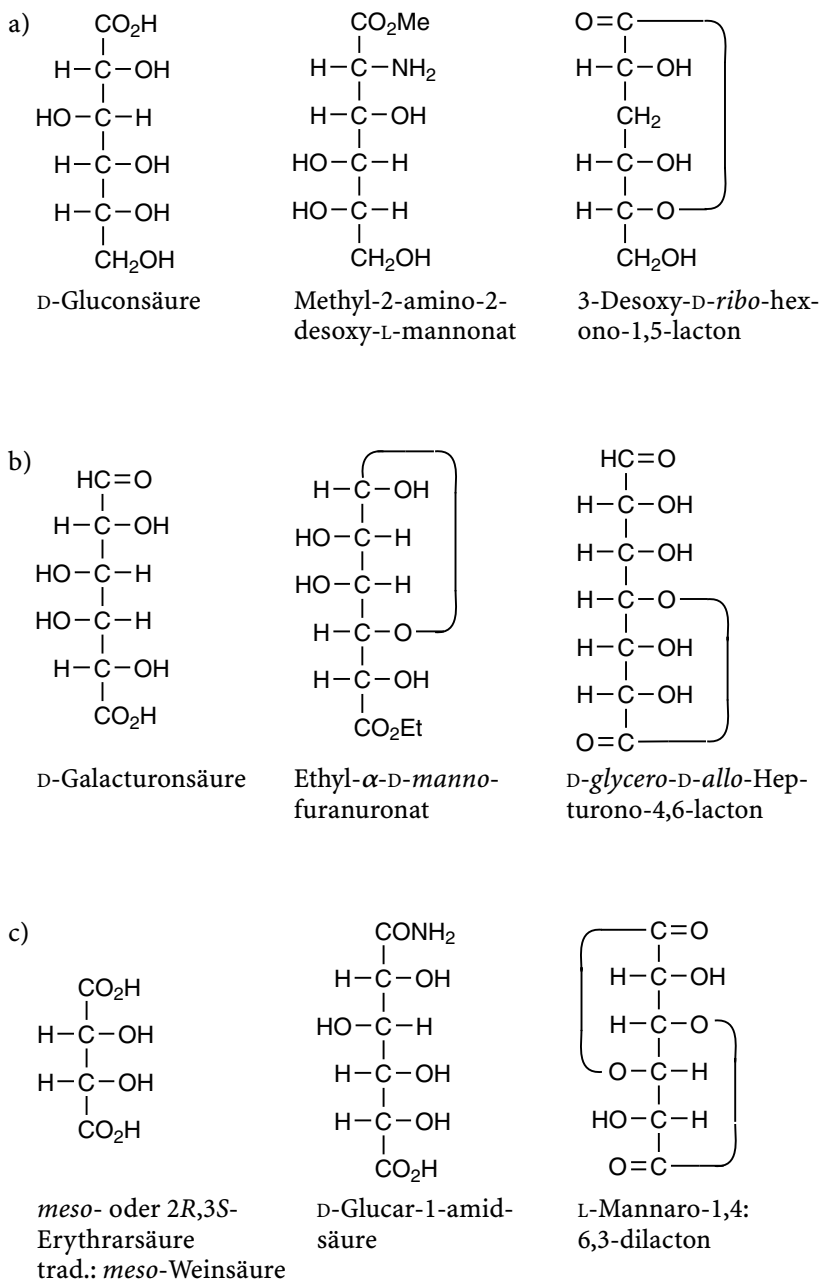
## 5.9

### Von Zuckern abgeleitete Säuren

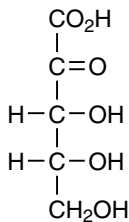
Durch Oxidation der terminalen Aldehyd- bzw. Alkoholfunktion(en) von Monosacchariden lassen sich vier unterschiedliche Typen von **Polyhydroxycarbonsäuren** generieren, für die zahlreiche traditionelle Bezeichnungen (s. Tab. 17) in Gebrauch sind, die zudem im Deutschen und Englischen gelegentlich stark voneinander abweichen. Systematische Namen für diese Verbindungen lassen sich hingegen sehr einfach durch entsprechende **Substitution der ...ose-** bzw. **...ulose-**Endungen bilden und zwar wie folgt:

- Oxidation der Aldehydfunktion: **...onsäure** (Gattungsname: **Aldonsäuren**);
- Oxidation der terminalen Alkoholfunktion: **...uronsäure** (Gattungsname: **Uronsäuren**);
- Oxidation beider terminaler Funktionen: **...arsäure** (Gattungsname: **Zuckersäuren, Aldarsäuren**);
- Oxidation *eines* Terminus bei Ketosen: **...ulosonsäure** (Gattungsname: **Ketoaldonsäuren**).

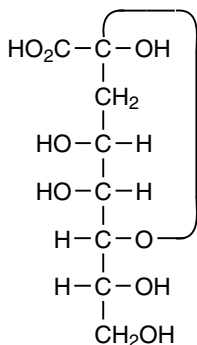
Derivate dieser Säuren werden gemäß den allgemeinen Regeln der substitutiven Nomenklatur benannt.



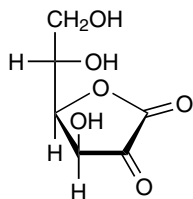
d)



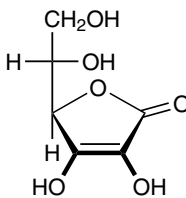
*D-erythro*-Pent-  
2-ulosonsäure



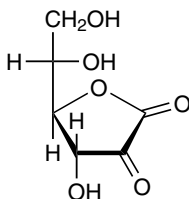
3-Desoxy- $\alpha$ -*D-manno*-  
oct-2-ulosonsäure



*L-xylo*-Hex-2-ulo-  
sono-1,4-lacton



*L-threo*-Hex-2-en-  
ono-1,4-lacton



*L-lyxo*-Hex-2-ulo-  
sono-1,4-lacton

L-Ascorbinsäure

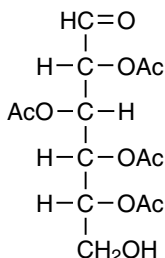
## 5.10

## O-Substitution

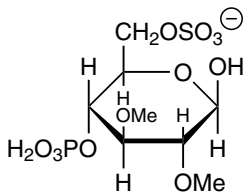
## 5.10.1

## O-Substitution mit Alkyl- und Acylgruppen

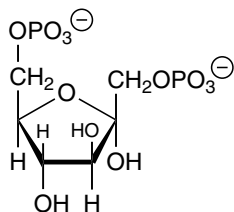
Am einheitlichsten lassen sich *O*-Alkyl- und *O*-Acyl-Derivate von Sacchariden **als solche** benennen, wenn auch bei letzteren noch verbreitet die traditionellen Esternamen Anwendung finden.



Penta-*O*-acetyl-  
aldehydo- $\alpha$ -D-glucose oder:  
Aldehydo- $\alpha$ -D-glucosepentaacetat



2,3-Di-*O*-methyl-4-  
O-phosphono-6-*O*-  
sulfonato- $\beta$ -D-glucopyranose



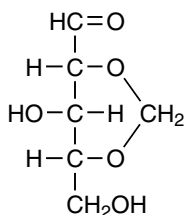
1,6-Di-*O*-phosphonato-  
 $\alpha$ -D-fructofuranose  
oder: 1,6-Bisphospho-  
 $\alpha$ -D-fructofuranose  
oder:  $\alpha$ -D-Fructofuranose-1,6-bisphosphat

Auch das wohl unvermeidbare Acronym **ADP** beruht auf dem Esternamen Adenosin-5'-diphosphat anstelle der systematischen Bezeichnungen 5'-*O*-(Diphosphonato)adenosin oder 5'-(Diphospho)adenosin.

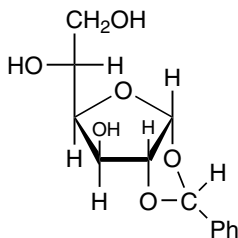
## 5.10.2

## Cyclische Acetale und Ketale

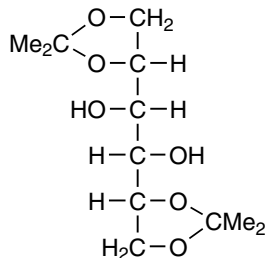
Die durch Umsetzung von Sacchariden und deren Derivaten mit Aldehyden oder Ketonen gebildeten **cyclischen Acetale und Ketale** werden als *x,y-O*-Alkyl(id)en-Derivate benannt.



2,4-O-Methyl-enxylose



1,2-O-Benzyliden-D-glucufuranose



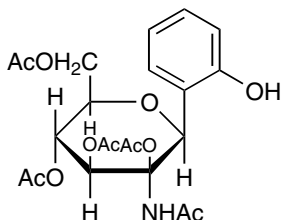
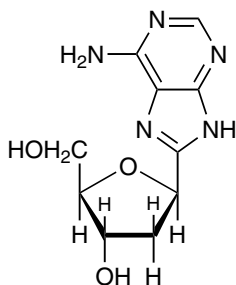
1,2:5,6-Di-O-isopropyliden-D-mannitol

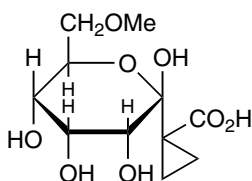
## 5.11

### Monosaccharide als Substituentengruppen

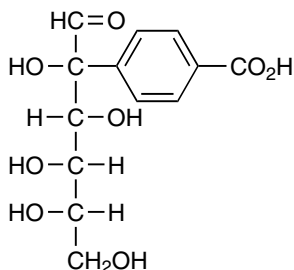
Von Zuckern und ihren Derivaten lassen sich im Bedarfsfall fünf Typen von **Substituentengruppen** ableiten, deren Substituentensuffix ...**osyl** jeweils mit unterschiedlichen Deskriptoren zu versehen ist.

- Freie Valenz generiert durch Wegfall der anomeren Hydroxylgruppe: ...**osyl**. Dies sind die typischen Glykosylreste (s. auch nächsten Abschnitt).
- Freie Valenz generiert an C-1 unter Beibehaltung der Hydroxylgruppe: **1-Hydroxy...osyl**.
- Freie Valenz an einem beliebigen (außer dem anomeren) Hydroxylgruppen-tragenden C-Atom: ...**os-n-C-yl**.
- Freie Valenz generiert an einer beliebigen (außer der anomeren) Hydroxylgruppe: ...**os-n-O-yl**.
- Freie Valenz an einem reduzierten C-Zentrum: **n-Desoxy...os-n-yl**.

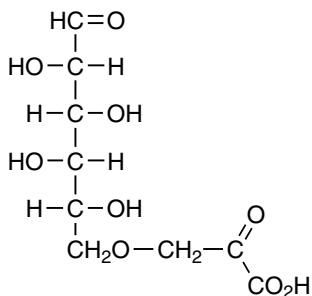
a) 2-(2-C-Acetamido-2,3,4,6-tetra-O-acetyl- $\beta$ -D-mannopyranosyl)phenola) 8-(2-Desoxy- $\beta$ -D-erythro-pentofuranosyl)adenin



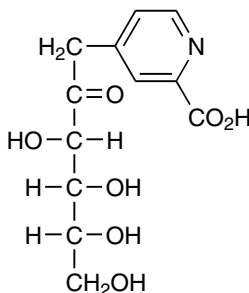
b) 1-(1-Hydroxy-6-O-methyl- $\alpha$ -D-allopyranosyl)cyclopropan-1-carbonsäure



c) 4-(L-Glucos-2-C-yl)-benzoesäure



d) (D-Idos-6-O-yl)brenztraubensäure oder:  
6-O-(Oxalomethyl)-D-idose



e) 4-(1-Desoxy-D-fructos-1-yl)-pyridin-2-carbonsäure oder:  
1-(2-Carboxypyridin-4-yl)-1-desoxy-D-fructose

## 5.12

### Glykoside und Glycosyl-Verbindungen

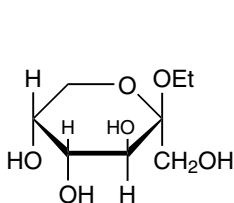
#### 5.12.1

##### Glykoside

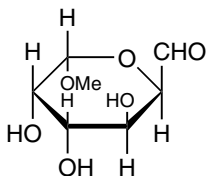
Mit dem Gattungsbegriff **Glykosid**, **Thio-**, **Selenoglykosid** werden **gemischte Acetale** und **Ketale** abgedeckt, bei denen die anomere Hydroxygruppe der cyclischen Monosaccharid-Formen durch Alkoxy-, Alkylthio/seleno-Gruppen substituiert ist. Dabei gibt es wieder drei Benennungsvarianten, über deren relative Gewichtung leider nicht viel mehr gesagt werden kann, als daß die traditionellen ... **osid-Namen** zumindest für die einfachen Glykoside grundsätzlich bevorzugt werden.

- a) Veränderung des ...ose-Namens in ...yl...osid bzw. ...yl...-n-thio...osid.

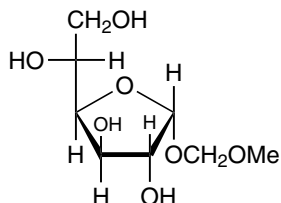
- b) Verwendung des ...**osyloxy**- bzw. ...**osylthio**-Präfixes für das Saccharid als Substituentengruppe.  
 c) Verwendung des Terminus **O/S** ...**osyl** als Präfix für die zu substituierende Hydroxy-Verbindung.



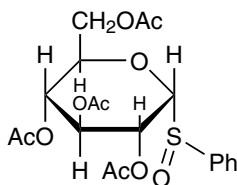
a) Ethyl- $\beta$ -D-fructopyranosid



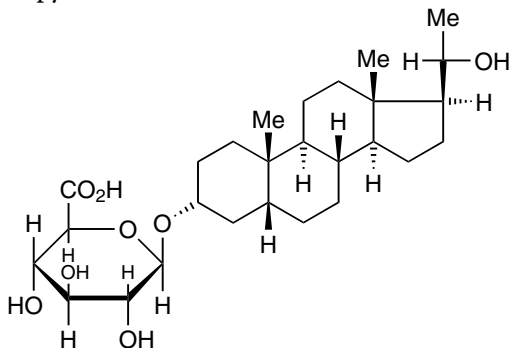
a) Methyl-(6*R*)-D-glucopyranosid



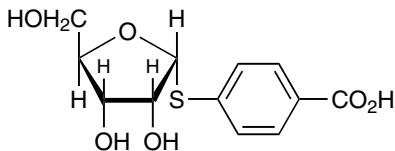
a) (Methoxymethyl)- $\alpha$ -D-glucopyranosid



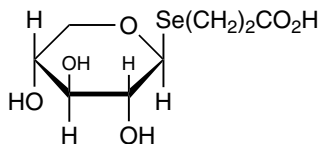
a) Phenyl-tetra-O-acetyl-1-thio- $\alpha$ -D-glucopyranosid-S-oxid  
 oder: Phenyl(tetra-O-acetyl- $\alpha$ -D-glucopyranosyl)sulfoxid



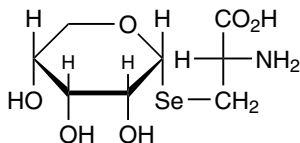
a) (20*S*)-20-Hydroxy-5 $\beta$ -pregnan-3 $\alpha$ -yl- $\beta$ -D-glucopyranosiduronsäure  
 b) (20*S*)-3 $\alpha$ -( $\beta$ -D-Glucopyranosyloxyuronsäure)-5 $\beta$ -pregnan-20-ol



a) 4-Carboxyphenyl-1-thio- $\alpha$ -D-ribofuranosid  
 b) 4-( $\alpha$ -D-Ribofuranosylthio)benzoesäure



a) 2-Carboxyethyl-1-seleno- $\beta$ -D-xylopyranosid  
 b) 3-( $\beta$ -D-Xylopyranosylseleno)propansäure

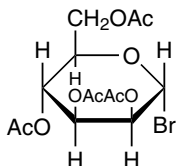


- b) 3-( $\alpha$ -D-Ribopyranosylseleno)-D-alanin  
 a) [(S)-2-Amino-2-carboxyethyl]-1-seleno- $\alpha$ -D-ribofuranosid  
 c) Se- $\alpha$ -D-Ribopyranosyl-D-seleno-cystein

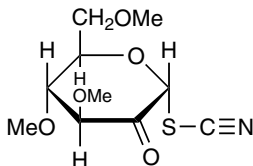
## 5.12.2

## Glycosylverbindungen

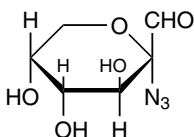
Verbindungen, bei denen die **anomere Hydroxygruppe durch Halogenatome, Pseudohalogen- oder Aminogruppen substituiert ist**, werden quasi radicofunktionell als Glycosylderivate der entsprechenden Verbindungsklassen benannt.



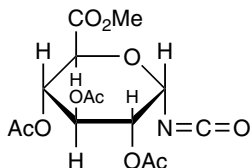
Tetra-*O*-acetyl- $\alpha$ -D-mannosyl-bromid



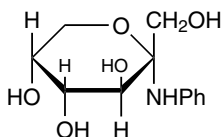
3,4,6-Tri-*O*-methyl- $\alpha$ -D-arabino-hexopyranosyl-2-ulose-thiocyanat



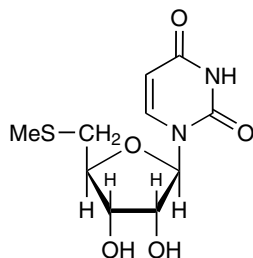
$\alpha$ -D-arabino-Hexos-2-ulo-2,6-pyranosyl-azid  
 oder:  
 aldehydo- $\alpha$ -D-arabino-Hexos-2-ulopyranosylazid



Methyl-(2,3,4-tri-*O*-acetyl- $\alpha$ -D-glucopyranosyl)uronat-isocyanat  
 systematisch einleuchtender wäre:  
 Methyl-(2,3,4-tri-*O*-acetyl-1-isocyanato-1-desoxy- $\alpha$ -D-glucopyranuronat)

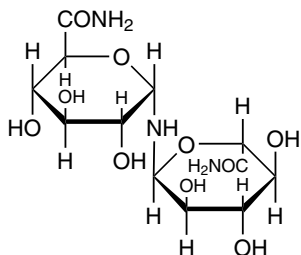


N-Phenyl- $\alpha$ -D-fructopyranosylamin



1-(5-*S*-Methyl-5-thio- $\beta$ -D-ribofuranosyl)uracil





Bis( $\alpha$ -D-glucopyranosyluronamid)amin  
oder:

1,1'-Iminobis-(1-desoxy- $\alpha$ -D-glucopyra-  
nuronamid)

C-Glycosylverbindungen sind bereits in Abschnitt 5.11 behandelt worden.

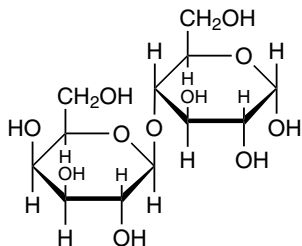
### 5.13

#### Oligosaccharide

##### 5.13.1

#### Oligosaccharide mit freier Halbacetal-Gruppe

Diese Verbindungen werden generell als **Glycosyl[glycosyl]<sub>n</sub>glycosen** benannt, wobei die Verknüpfungslokanten in runden Klammern zwischen die einzelnen Komponentennamen gesetzt werden, wie dies auch bei den in der Kohlenhydratchemie üblichen Kurzformeln geschieht. Bei Disacchariden dieses Typs verwendet **Chemical Abstracts** noch die traditionellen vorangestellten *O*-Lokanten.



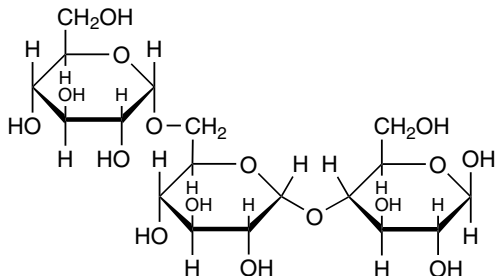
$\beta$ -D-Galactopyranosyl-(1  $\rightarrow$  4)- $\alpha$ -D-  
glucopyranose

[ $\beta$ -D-Galp-(1  $\rightarrow$  4)- $\alpha$ -D-Glcp]

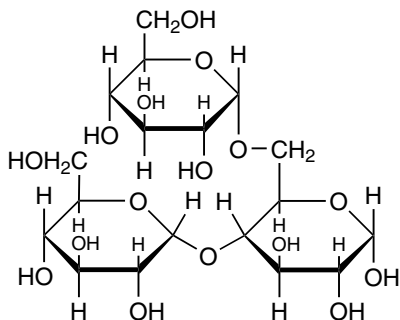
Chem. Abstr.:

4-*O*- $\beta$ -D-Galactopyranosyl- $\alpha$ -D-glucopyranose

triv.:  $\alpha$ -Lactose



$\alpha$ -D-Glucopyranosyl-(1  $\rightarrow$  6)- $\alpha$ -D-glucopyranosyl-(1  $\rightarrow$  4)- $\beta$ -D-glucopyranose [ $\alpha$ -D-Glcp-(1  $\rightarrow$  6)- $\alpha$ -D-Glcp-(1  $\rightarrow$  4)- $\beta$ -D-Glcp]

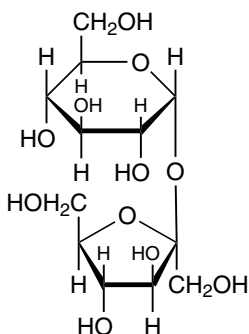


$\alpha$ -D-Glucopyranosyl-(1  $\rightarrow$  4)-[ $\alpha$ -D-glucopyranosyl-(1  $\rightarrow$  6)] $\alpha$ -D-glucopyranose [ $\alpha$ -D-Glcp-(1  $\rightarrow$  4)[ $\alpha$ -D-Glcp-(1  $\rightarrow$  6)]- $\alpha$ -D-Glcp]  
 oder: 4,6-Di-O-( $\alpha$ -D-glucopyranosyl)- $\alpha$ -D-glucopyranose

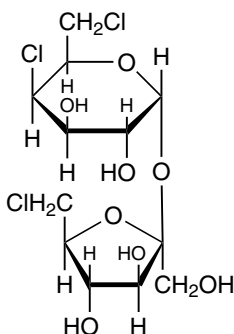
### 5.13.2

#### Oligosaccharide ohne freie Halbacetal-Gruppe

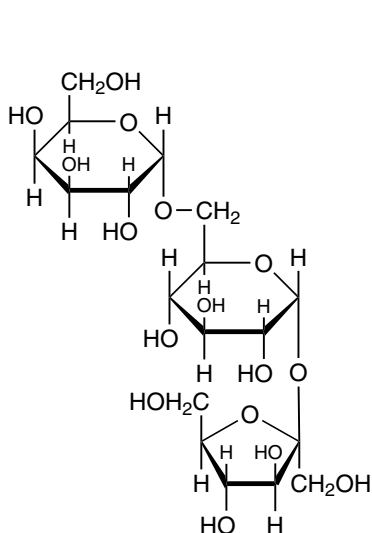
Ausschließlich über ihre anomeren Hydroxygruppen verknüpfte **Oligosaccharide** können generell **sequentiell** als **Glycosyl(glycosyl)<sub>n</sub>-glycoside** benannt werden, wenn auch insbesondere bei Trisacchariden noch eine zweite Benennungsmöglichkeit, **zentriert auf die** gegebenenfalls im Innern befindliche **ranghöchste Einzelkomponente**, in Gebrauch ist.



$\beta$ -D-Fructofuranosyl- $\alpha$ -D-glucopyranosid  
 [ $\beta$ -D-Fruf-(2  $\leftrightarrow$  1)- $\alpha$ -D-Glcp]  
 (trivial: Sucrose, Saccharose)



6-Chlor-6-deoxy- $\beta$ -D-fructofuranosyl-4,6-dichlor-4,6-dideoxy- $\alpha$ -D-galactopyranosid



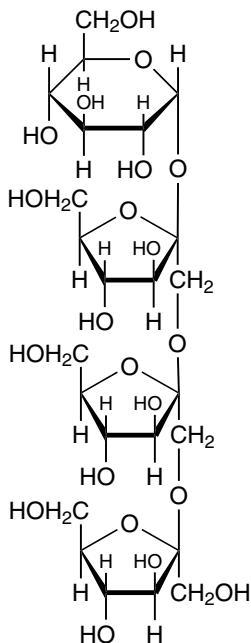
sequentiell:

( $\alpha$ -D-Galactopyranosyl-(1  $\rightarrow$  6)- $\alpha$ -D-glucopyranosyl)- $\beta$ -D-fructofuranosid

[ $\alpha$ -D-Galp-(1  $\rightarrow$  6)- $\alpha$ -D-Glcp-(1  $\leftrightarrow$  2)- $\beta$ -D-Fruf]

auf Glucopyranose bezogen:

$\beta$ -D-Fructofuranosyl-( $\alpha$ -D-galactopyranosyl-(1  $\rightarrow$  6)- $\alpha$ -D-glucopyranosid (trivial: Raffinose)



$\beta$ -D-Fructofuranosyl-(2  $\rightarrow$  1)-

$\beta$ -D-fructofuranosyl-(2  $\rightarrow$  1)-

$\beta$ -D-fructofuranosyl- $\alpha$ -D-glucopyranosid

(trivial: Nystose)

[ $\beta$ -D-Fruf-(2  $\rightarrow$  1)- $\beta$ -D-Fruf-

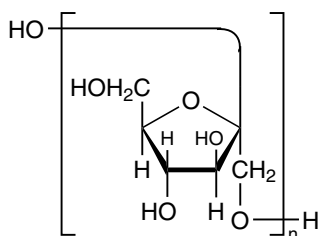
(2  $\rightarrow$  1)- $\beta$ -D-Fruf-(2  $\leftrightarrow$  1)- $\alpha$ -D-Glcp]

### 5.13.3

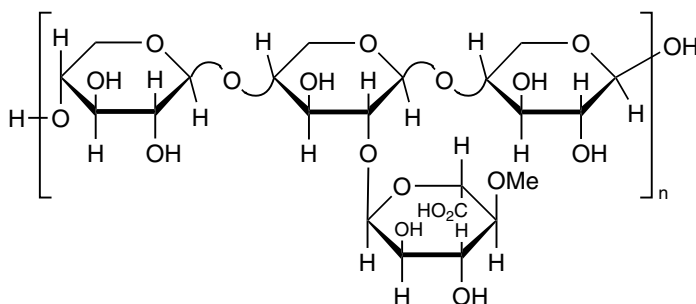
#### Polysaccharide (Glycane)

**Polysaccharide** schließlich werden durch den Gattungsbegriff **Glycan** und bei definierten Vertretern durch die Endung ...**an** ausgewiesen, was auch bei der Kreierung neuer Trivialnamen berücksichtigt werden sollte. Bei **Homopolysacchariden** wird dabei einfach die ...**ose-Endung** zu ...**an**, bei definiert substituierten Homopolysacchariden die ...**ose-Endung** der **Gerüstglycose** zu ...**an** abgewandelt, wobei gegebenenfalls noch ein Verknüpfungsdeskriptor vor den Glycan-Namen zu setzen ist. Xylose  $\rightarrow$  Xylan, Mannose  $\rightarrow$  Mannan etc.

$(1 \rightarrow 4)\text{-}\alpha\text{-D-Glucopyranan (Amylose)} \equiv [4\text{-}\alpha\text{-D-Glcp-(1} \rightarrow 4)]_n$



$(2 \rightarrow 1)\text{-}\beta\text{-D-Fructofuranan}$



2-O-(4-O-Methyl- $\alpha\text{-D-glucurono})\text{-D-xylan}$

## 5.14

### Gebräuchliche Trivialnamen

Das Kapitel der Kohlenhydrat-Nomenklatur abrundend seien in Tabelle 17 noch einige **weitverbreitete Trivialnamen** von derivatisierten Sacchariden mit ihren systematischen Entsprechungen nachgetragen.

**Tabelle 17.** Häufig verwendete Trivialnamen von Saccharidderivaten

Abequose (Abe)	3,6-Didesoxy-D-xylo-hexose
Amylose	$(1 \rightarrow 4)\text{-}\alpha\text{-D-Glucopyranan}$
Apiose (Api)	3-C-(Hydroxymethyl)-glycero-tetrose
Ascorbinsäure	L-threo-Hex-2-enono-1,4-lacton
Cellobiose, etc.	$\beta\text{-D-Glucopyranosyl-(1} \rightarrow 4)\text{-D-glucose, etc.}$
Cladinose	2,6-Didesoxy-3-C-methyl-3-O-methyl-L-ribo-hexose
2-Desoxyribose (dRib)	2-Desoxy-erythro-pentose
2-Desoxyglucose (2dGlc)	2-Desoxy-arabino-hexose

Tabelle 17 (Fortsetzung)

Digitalose	6-Desoxy-3- <i>O</i> -methyl-D-galactose
Digitoxose	2,6-Didesoxy-D- <i>ribo</i> -hexose
Fucosamin (FucN)	2-Amino-2,6-didesoxygalactose
Fucose (Fuc)	6-Desoxygalactose
Galactosamin (GalN)	2-Amino-2-desoxygalactose
Gentiobiose	$\beta$ -D-Glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)-D-glucose
Glucosamin (GlcN)	2-Amino-2-desoxyglucose
Glucosaminitol (GlcN-ol)	2-Amino-2-desoxyglucitol
Glycerinaldehyd (Glyceraldehyde)	2,3-Dihydroxypropanal
Glycerin (Glycerol (Gro))	Propan-1,2,3-triol
Glyceron (1,3-Dihydroxyacetone)	1,3-Dihydroxypropanon
Hamamelose	2- <i>C</i> -(Hydroxymethyl)-D-ribose
Inulin	(2 $\rightarrow$ 1)- $\beta$ -D-Fructofuranan
Lactose (Lac)	$\beta$ -D-Galactopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)-D-glucose
Maltose	$\alpha$ -D-Glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 4)-D-glucose
Mannosamin (ManN)	2-Amino-2-desoxymannose
D-Mannozuckersäure	Mannarsäure
Melibiose	$\alpha$ -D-Galactopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)-D-glucose
Neuraminsäure	5-Amino-3,5-didesoxy-D- <i>glycero</i> -D- <i>galacto</i> -non-2-ulosonsäure
Raffinose	$\beta$ -D-Fructofuranosyl-( $\alpha$ -D-galactopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 6)- $\alpha$ -D-glucopyranosid)
Rhamnose (Rha)	6-Desoxy-L-mannose
Rohrzucker (Sucrose, Saccharose)	$\beta$ -D-Fructofuranosyl- $\alpha$ -D-glucopyranosid
Schleimsäure	<i>meso</i> -Galactarsäure
Sedoheptulose	D- <i>altro</i> -Hept-2-ulose
Streptobiose	2-Desoxy-2-methylamino- $\alpha$ -L-glucopyranosyl-(1 $\rightarrow$ 2)-5-desoxy-3- <i>C</i> -formyl-L-lyxose
Streptose	5-Desoxy-3- <i>C</i> -formyl-L-lyxose
Trehalosamin	2-Amino-2-desoxy- $\alpha$ -D-glucopyranosyl- $\alpha$ -D-glucopyranosid
$\alpha,\alpha$ -Trehalose	$\alpha$ -D-Glucopyranosyl- $\alpha$ -D-glucopyranosid
Weinsäure	Erythrar-/Threarsäure
Zuckersäure	D-Glucarsäure

---

## 6 Die Konstruktion der Namen komplexer Verbindungen

Nachdem in den Kapiteln 1, 2 und 3 dieses Buches die Nomenklaturregeln für Stammsysteme sowie für die verschiedenen funktionellen Verbindungsklassen ausführlich abgehandelt worden sind, sollen in diesem abschließenden Kapitel noch einmal in summarischer Form die wichtigsten Anleitungen zur Bildung der **vollständigen Namen komplizierter Verbindungen** gegeben werden. Hierbei müssen wir uns erneut mit der Frage der Prioritäten bei Ketten- und Ringsystemen befassen, die bereits in den entsprechenden Sektionen des Teils 1 kurz zur Sprache gekommen waren. Da aber nun die funktionellen Gruppen in die Überlegungen mit einbezogen werden müssen, ist eine Erweiterung der Prioritätsregeln unerlässlich, wie die folgenden Abschnitte zeigen werden.

### 6.1

#### Bestimmung der ranghöchsten Kette (Hauptkette)

Bei acyclischen Verbindungen wird die Kette, auf die sich die Benennung aufbaut, als **ranghöchste** (oder **Haupt-**) **Kette** definiert. Zu ihrer Festlegung bedient man sich nacheinander der folgenden Kriterien, d. h. läßt das vorstehende Kriterium keine Entscheidung zu, tritt das nächste in Kraft.

- a) Größte Zahl an ranghöchsten charakteristischen Gruppen.
- a') Größte Zahl an Heteroatomen (bei Heteroketten, die nach der „a“-Nomenklatur benannt werden).
- b) Größte Zahl an Doppel- und Dreifachbindungen zusammen.
- c) Größte Länge.
- c') Größte Zahl an Heteroatomen, die nach der „a“-Term-Tabelle die höchste Priorität aufweisen (bei Heteroketten).
- d) Die meisten Doppelbindungen.
- e) Kleinste Platzziffern für alle Heteroatome, dann gemäß „a“-Term-Tabelle (bei Heteroketten).
- e') Kleinste Chiffren für die ranghöchsten Gruppen (die Suffixe).
- f) Kleinste Chiffren für Mehrfachbindungen.
- g) Kleinste Chiffren für Doppelbindungen.
- h) Größte Zahl an Präfix-Substituenten.

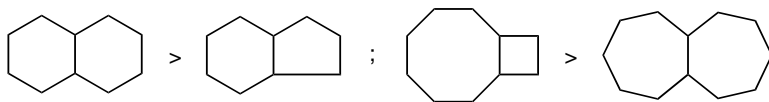
- i) Kleinste Chiffren für alle Präfix-Substituenten der Hauptkette.
- j) Ranghöchstes Präfix nach der alphabetischen Ordnung.
- k) Kleinste Chiffren für die alphabetisch ranghöchsten Präfixe.

## 6.2

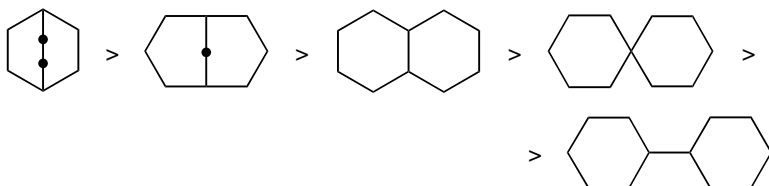
### Bestimmung des ranghöchsten Ringsystems

Die folgenden Kriterien sind wieder nacheinander anzuwenden, bis eine Entscheidung erreicht ist.

- a) Größte Zahl an ranghöchsten charakteristischen Gruppen.
- b) Für Heterocyklen gelten die Rangfolgen des Abschnitts 1.2.2.3.
  - ba) Alle Heterocyklen rangieren vor allen Carbocyclen.
  - bb) Stickstoffhaltige Ringe.
  - bc) Ranghöchstes Heteroelement gemäß „a“-Term-Tabelle.
  - bd) Die meisten Ringe.
  - be) Der größte Ring.
  - bf) Die meisten Heteroelemente.
  - bg) Die größte Vielfalt an Heteroelementen.
  - bh) Die größte Anzahl bevorzogter Elemente
  - bi) Die kleinstmögliche Chiffrenkombination der Heteroatome vor der Verschmelzung der Komponenten.
- c) Auch bei Carbocyclen entscheidet die größte Zahl an Ringen bzw.
- d) der größte individuelle Ring an der erstmöglichen unterscheidbaren Stelle.



- e) Größte Zahl an zwei oder mehreren Ringen gemeinsamen Atomen.



- f)<sup>1</sup> Kleinste Buchstaben für die Verschmelzungspositionen der Ringe.  
Naphtho[2,1-f]chinolin > Naphtho[1,2-g]chinolin.

<sup>1</sup> Die unter diesen Buchstaben gegebenen Beispiele können zur Übung in die entsprechenden Formelbilder umgesetzt werden.

- g)<sup>1</sup> Kleinste Ziffern für die Verbindungspositionen der Ringe an der erst-möglichst unterscheidbaren Stelle  
 Naphtho[1,2-*f*]chinolin > Naphtho[2,1-*f*]chinolin > ... [2,3-*f*] ...  
 Tricyclo[5.3.1.0<sup>2,4</sup>]undecan > Tricyclo[5.3.1.0<sup>3,5</sup>]undecan  
 Spiro[cyclopentan-1,1'-inden] > Spiro[cyclopentan-1,2'-inden]  
 2,3'-Bipyridin > 3,3'-Bipyridin
- h) Niedrigster Hydrierungsgrad.



- i) Kleinste Chiffren für indizierte Wasserstoffe.  
 j) Kleinste Chiffren für freie Valenzen.  
 k) Kleinste Chiffren für Suffix-Substituenten.  
 k') Größte Zahl an Präfixsubstituenten  
 l)<sup>1</sup> Kleinste Platzziffern, wenn man alle Präfixsubstituenten, Hydro-präfixe, en- und in-Positionen gemeinsam betrachtet.

3-Chlor-1,2-dihydro-  
2-methylnaphthalin  
(1.2.2.3)

vor

2-Chlor-2,3-dihydro-  
3-methylnaphthalin  
(2.2.3.3)

7-Ethyl-2-fluor-3-nitro-  
cyclooct-1-en-4-in  
(1.2.3.4.7)

vor

2-Ethyl-8-fluor-5-nitro-  
cyclooct-1-en-3-in  
(1.2.3.5.8)

- m)<sup>1</sup> Kleinste Ziffer für das zuerst genannte Präfix.  
 3-Chlor-4-nitrochinolin vor 4-Chlor-3-nitrochinolin

## 6.3

### Behandlung der ranghöchsten charakteristischen Gruppe im Rahmen der beiden vorstehenden Abschnitte 6.1 und 6.2

In den beiden letzten Abschnitten ist bereits festgelegt worden, daß **grundsätzlich diejenige Stammkomponente** (Kette oder Ring) als **Basis der Namensgebung zu wählen ist, die die meisten ranghöchsten Gruppen trägt**. Dieser Grundsatz gilt im weitesten Sinne, z.B. auch, wenn zwei Ketten durch einen Ring voneinander getrennt sind. Befindet sich die ranghöchste Gruppe in einer Kette, die einen noch so großen cyclischen Substituenten trägt, so wird die Namensgebung auf die Kette bezogen. Im gleichen Sinne bestimmt ein mit einer beliebig langen Kette versehener Ring dann die Benennung, wenn allein er die ranghöchste Gruppe trägt.



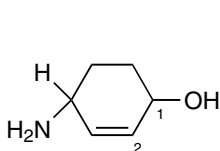
Erscheint die ranghöchste Gruppe sowohl in der cyclischen als auch in der kettenförmigen Stammkomponente, ist diejenige Einheit der Bezugspunkt, die die meisten ranghöchsten Gruppen trägt. Ist allerdings die Zahl der ranghöchsten Gruppen in beiden Komponenten gleich, so muß man wieder die Anweisungen des Abschnitts 1.2.1.2.5 zu Rate ziehen, nach denen man einmal möglichst viele Substitutionen an einer Einheit vorzunehmen hat, zum anderen aber eine kleinere Einheit als Substituenten der größeren Einheit betrachtet. **Chem. Abstr.** verfährt hier insofern einheitlicher, als **generell Ringen die Priorität vor Ketten** eingeräumt wird.

## 6.4

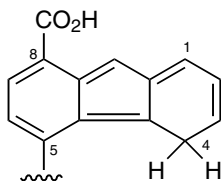
### Bezifferung

Auch die Bezifferungsregeln müssen nach Einbeziehung der funktionellen Gruppen in wesentlichen Punkten ergänzt werden. Soweit die in den Abschnitten 1.1 und 1.2 für Stammsysteme gegebenen Bezifferungsvorschriften noch Wahlmöglichkeiten offen lassen, verfährt man bei der Zuordnung kleinster Ziffern anschließend und sukzessive nach den folgenden Kriterien:

- Indizierter Wasserstoff (auch wenn er nicht explizit genannt ist).
- Freie Valenz.
- Ranghöchste charakteristische Gruppe (als Suffix).

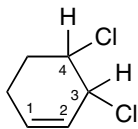


4-Aminocyclohex-2-en-1-ol

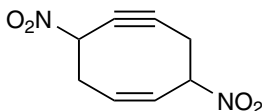


8-Carboxy-4H-fluoren-5-yl

- Mehrfachbindungen, wobei Doppelbindungen den Vorrang haben.

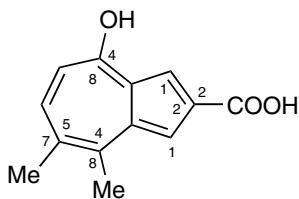


3,4-Dichlorocyclohex-1-en



3,7-Dinitrocyclooct-1-en-5-in

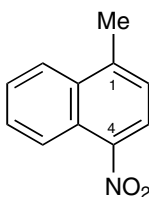
- Kleinste Platzziffern für alle Präfixsubstituenten, (abtrennbare) Hydropräfixe, en- und in-Positionen gemeinsam.



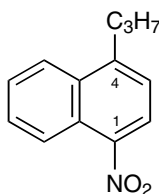
8-Hydroxy-4,5-dimethylazulen-2-carbonsäure (4.5.8)

nicht: 4-Hydroxy-7,8-dimethylazulen-2-carbonsäure (4.7.8)

- f) Kleinste Platzziffer für das (nach der alphabetischen Ordnung) zuerst genannte Präfix.



1-Methyl-4-nitronaphthalin



1-Nitro-4-propylnaphthalin

## 6.5

### Ordnung der Präfixe

Wie aus den bisherigen Abschnitten klar hervorgeht, spielen Präfixe der verschiedensten Art eine tragende Rolle bei der Systematisierung der Namen chemischer Verbindungen. Es muß daher festgelegt werden, wie derartige Vorsilben bei der endgültigen Zusammensetzung des Verbindungsnamens zu behandeln sind.

Alle Präfixe, die direkte Aussagen über die Struktur der entsprechenden acyclischen oder cyclischen Stammsysteme machen, werden in den Stammterm einbezogen, d.h. als nicht abtrennbare Teile behandelt.

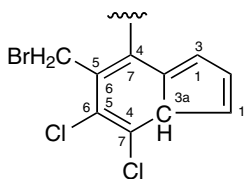
#### Nicht abtrennbare Präfixe von Stammsystemen:

- Ringbildende: Cyclo, Bicyclo usw., Spiro usw.
- Ringspaltende: Seco (bei Steroidnomenklatur, s. Abschn. 7.3).
- Größenverändernde: Nor, Homo (s. Abschn. 7.3).
- Kondensierende: Benzo, Cycloocta, Imidazo usw.
- „a“-Terme der Austauschnomenklatur: oxa, phospha, azonia usw.
- Isomerisierende: *iso*, *sec*, *tert*.
- Wasserstoff-indizierende.
- Brückenbildende: Ethano, Benzeno usw.

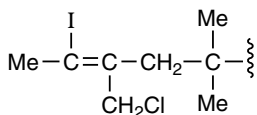
Im Gegensatz hierzu werden alle **substituierenden Präfixe** (Tabellen 6, 8) als **abtrennbare Vorsilben** behandelt und alphabetisch geordnet.

**Hydropräfixe** und **subtraktive Präfixe** konnten traditionell **alternativ** als nicht abtrennbar oder als abtrennbar (**Chem. Abstr.**, **Beilstein**) behandelt werden, werden aber nach den neuesten IUPAC-Vorschlägen generell als nicht abtrennbar klassifiziert.

Es ist noch wichtig, darauf hinzuweisen, daß **multiplizierende Präfixe** keinen Einfluß auf die Alphabetisierung der Vorsilben nehmen. Die Namen substituierter Substituenten werden auf der Basis des Gesamtdrucks alphabetisiert; ansonsten gelten für derartige Substituentengruppen die gleichen Regeln wie für Stammsysteme, mit zwei Ausnahmen: a) Es werden nur Präfixe, auch für Suffix-Gruppen, benutzt, b) die Verknüpfungsstelle (freie Valenz) trägt im Rahmen der Regeln des Abschnitts 6.4 die kleinste Ziffer. Für Ketten-Substituenten ist dies natürlich immer die Position 1 (vgl. auch S. 9, 13).



6-Bromomethyl-4,5-dichlor-3aH-inden-7-yl  
nicht: 5-Bromomethyl-6,7-dichlor-7aH-inden-4-yl



3-Chlormethyl-4-iodo-1,1-dimethylpent-3-enyl

## 6.6

### Isotop modifizierte Verbindungen

Verbindungen, welche von den natürlichen Verhältnissen abweichende Nuklidzusammensetzungen aufweisen, werden als **isotop modifiziert** bezeichnet. In der Organischen Chemie sind dabei neben den Nukliden  $^{11}\text{C}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$ ,  $^{17}\text{O}$ ,  $^{18}\text{O}$ ,  $^{34}\text{S}$ ,  $^{32}\text{P}$  vor allem die in Tabelle 18 zusammengestellten Wasserstoffisotope von Bedeutung.

**Tabelle 18.** Symbole und Namen der Wasserstoffisotope

		$^1\text{H}$	$^2\text{H}^{\text{a}}$	$^3\text{H}^{\text{a}}$	$\text{H}^{\text{b}}$
Atom	$\text{H}^{\ominus}$	Protium	Deuterium	Tritium	Hydrogen
Kation	$\text{H}^{\oplus}$	Proton	Deuteron	Trit(i)on	Hydron
Anion	$\text{H}^{\ominus}$	Protid	Deuterid	Tritid	Hydrid

<sup>a</sup> Wenn keine anderen modifizierten Nuklide vorliegen, können die Symbole D und T verwendet werden.

<sup>b</sup> Bei unspezifizierter oder natürlicher Isotopenzusammensetzung.

Insgesamt lassen sich fünf Typen isotop modifizierter Verbindungen unterscheiden:

- a) Eine **isotop substituierte** Verbindung liegt vor, wenn alle Moleküle dieser Verbindung die Fremdnuklide an den angezeigten Positionen aufweisen. Für alle anderen Positionen gilt die natürliche Isotopenzusammensetzung. Im Namen werden hier die Positionsziffern und Nuklidsymbole in runde Klammern gesetzt. Die Anordnung der Elementsymbole erfolgt gemäß ihrer alphabetischen Reihenfolge; höhere Nuklide eines Atoms rangieren vor seinen niedrigeren.



Dichlor( $^2\text{H}_2$ )methan



oder Dichlor( $\text{D}_2$ )methan



( $^2\text{H}_3$ )Acetonitril



oder ( $\text{D}_3$ )Acetonitril



( $^2\text{H}_6$ )Benzol



oder ( $\text{D}_6$ )Benzol



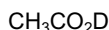
( $^2\text{H}_8$ )Tetrahydrofuran



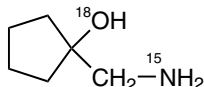
oder ( $\text{D}_8$ )Tetrahydrofuran



( $\text{O}-^2\text{H}$ )Essigsäure

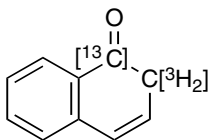
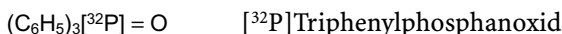


oder ( $\text{O}-\text{D}$ )Essigsäure

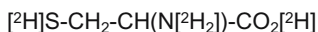


1-[( $^{15}\text{N}$ )Aminomethyl]cyclopentan-1-( $^{18}\text{O}$ )ol

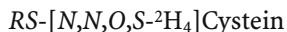
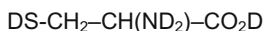
- b) Eine **spezifisch markierte** Verbindung entsteht, wenn eine einzige, definiert einfach oder **mehrfach isotop substituierte** Verbindung formal der entsprechenden **unmodifizierten** Verbindung beigemischt wird. In Formel und Namen werden hier die Nuklidsymbole mit Multiplikationssubskripten in eckige Klammern gesetzt, z. B.:



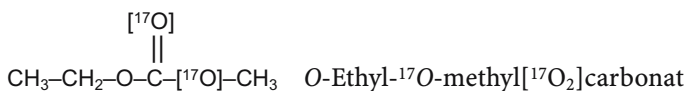
[1- $^{13}\text{C}$ , 2,2- $^3\text{H}_2$ ]Naphthalin-1( $2\text{H}$ )-on



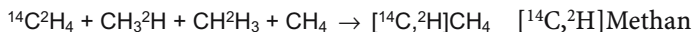
oder:



oder:

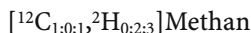
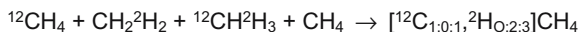


- c) Eine **selektiv markierte** Verbindung erhält man, wenn eine Mischung **isotop substituierter** Verbindungen formal der entsprechenden **unmodifizierten** Verbindung beigemischt wird. Wenn die Positionen, nicht aber unbedingt die Anzahl der Fremdnuklide, bekannt sind, werden die Nuklidsymbole, wenn nötig mit Lokanten, ohne multiplizierende Subskripte in eckige Klammern vor Formel und Namen gesetzt.

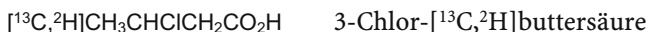


(und jede andere Kombination dieser Art!)

Wird die **selektiv gekennzeichnete (markierte)** Verbindung formal durch Zumischen mehrerer **definiert isotop substituierter** Verbindungen gebildet, wird dies mit entsprechenden Subskripten an den jeweiligen Nuklidsymbolen angezeigt.



- d) Um eine **unselektiv markierte** Verbindung handelt es sich, wenn sowohl Position(en) als auch Anzahl(en) der Fremdnuklide undefiniert sind. Diesen wird wieder in Formel und Namen in vorangestellten eckigen Klammern Rechnung getragen.



- e) Von **isotop defizitären** Verbindungen spricht man im Falle von Molekülen, bei denen der natürliche Isotopengehalt eines oder mehrerer Nuklide **abgereichert** wurde; dies wird mit dem Präfix [*def*] angezeigt.



In umgekehrter Sichtweise entspricht dies selbstverständlich einer „**Anreicherung**“ des natürlichen Isotops, also:



In Tabelle 19 sind noch einmal die verschiedenen Möglichkeiten isotop modifizierter Verbindungen einander gegenübergestellt.

**Tabelle 19.** Formeln und Namen unterschiedlich isotop modifizierter Verbindungen im direkten Vergleich

Modifikation	Formel	Name
Unmodifiziert	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	Ethanol
Isotop substituiert	$\text{C}^2\text{H}_3\text{CH}_2-^{18}\text{O}^2\text{H}$	(2,2,2- $^2\text{H}_3$ )Ethan( $^2\text{H}$ , $^{18}\text{O}$ )ol oder: (O,2,2,2- $^2\text{H}_4$ , $^{18}\text{O}$ )Ethanol
Spezifisch markiert	$[^{13}\text{C}]\text{H}_3-\text{C}[^2\text{H}_2]-\text{O}[^2\text{H}]$	[2- $^{13}\text{C}$ ; 1,1- $^2\text{H}_2$ ]Ethan[ $^2\text{H}$ ]ol oder: [2- $^{13}\text{C}$ ; O,1,1- $^2\text{H}_3$ ]Ethanol
Selektiv markiert	$[\text{O}, 2-^2\text{H}]\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	[O, 2- $^2\text{H}$ ]Ethanol
	$[2-^2\text{H}_{2,2}; ^{18}\text{O}_{0,1}]\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	[2- $^2\text{H}_{2,2}$ , $^{18}\text{O}_{0,1}$ ]Ethanol
Unselektiv markiert	$[^2\text{H}]\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$	[ $^2\text{H}$ ]Ethanol oder [D]Ethanol
Isotop defizitär	$\text{CH}_3-[\text{def}^{13}\text{C}]\text{H}_2-\text{OH}$	[1- <i>def</i> $^{13}\text{C}$ ]Ethanol
	oder $\text{CH}_3-[^{12}\text{C}]\text{H}_2-\text{OH}$	[1- $^{12}\text{C}$ ]Ethanol

## 6.7

### Spezifizierungen der Stereochemie

Sind alle konstitutiven Faktoren regelgerecht berücksichtigt, muß noch den stereochemischen Gegebenheiten mit geeigneten Deskriptoren Rechnung getragen werden. Definitiven Status haben hier die Regeln zur Charakterisierung von *cis/trans*-Isomeren, stereogenen (auch: asymmetrischen) Zentren und *endo/exo*-Beziehungen bei bicyclischen Verbindungen erlangt, die im folgenden kurz erläutert werden. Ein vereinheitlichtes Verfahren zur Behandlung von Molekülen mit anderen stereogenen Einheiten beschließt dann dieses Kapitel.

#### 6.7.1

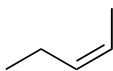
#### *cis/trans*-Isomerie; die *Z/E*-Konvention

*cis*- bzw. *trans*-Anordnung von Atomen oder Substituentengruppen liegt vor, wenn diese sich auf der gleichen bzw. entgegengesetzten Seite einer beiden Stereoisomeren des betreffenden Moleküls gemeinsamen Referenzebene befinden. Für Doppelbindungssysteme ist dies die  $\pi$ -Bindungsebene, für Zyklen diejenige Ebene, an die das Ringskelett weitestgehend approximiert.

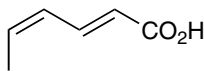
## 6.7.1.1

**Doppelbindungssysteme**

Für vicinal disubstituierte Olefine (und analoge Doppelbindungssysteme) können die traditionellen Präfixe *cis*- und *trans*- beibehalten werden, während für alle höhersubstituierten Systeme die über die **Sequenzregeln** (s. Abschn. 6.7.2.1) definierten Deskriptoren (*Z*) und (*E*) verwendet werden müssen.

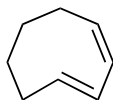


*cis*-Pent-2-en  
(*Z*)-Pent-2-en

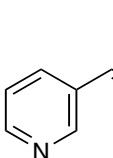


2-*trans*,4-*cis*-Hexa-2,4-diensäure  
(2*E*, 4*Z*)-Hexa-2,4-diensäure

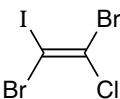
Will man hier auch noch die **Konformation** bezüglich der 3,4-Einfachbindung beschreiben, bedient man sich des Präfixes *s-trans* (vs. *s-cis*). Obiges Beispiel wird also zu: *s-trans*, (2*E*, 4*Z*)-Hexa-2,4-diensäure.



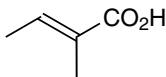
1-*cis*,3-*trans*-Cycloocta-1,3-dien  
(1*Z*, 3*E*)-Cycloocta-1,3-dien



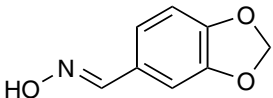
3-[*trans*- oder (*E*)-2-(3-Nitrophenyl)  
ethenyl]pyridin



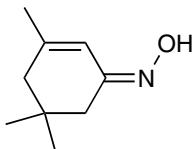
(*Z*)-1,2-Dibrom-1-chlor-2-iodethen



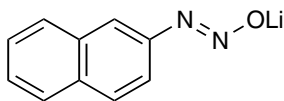
(*E*)-2-Methylbut-2-ensäure



Piperonal-(*E*)-oxim  
trad.: Piperonal-*syn*-oxim



3,5,5-Trimethylcyclohex-2-enon-(*Z*)-oxim  
trad.: ...-*anti*-oxim

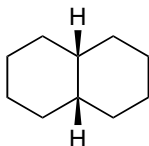


Lithium-naphthalin-2-yl-(*E*)-diazenolat  
trad.: Lithium-naphthalin-2-*anti*-diazotat

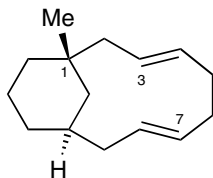
### 6.7.1.2

#### Ringsysteme

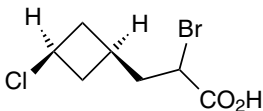
Für Bicyclen und nicht-geminal disubstituierte Monocyclen werden **ausschließlich** die traditionellen *cis/trans*-Deskriptoren verwendet.



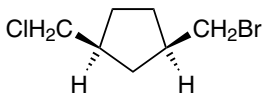
*cis*-Decahydronaphthalin  
(*cis*-Decalin)



1-Methyl-*trans*-bicyclo[8.3.1]tetradeca-  
3-*trans*, 7-*trans*-dien



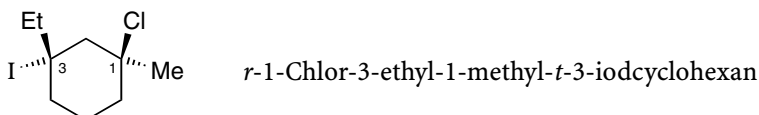
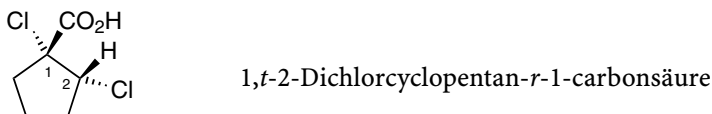
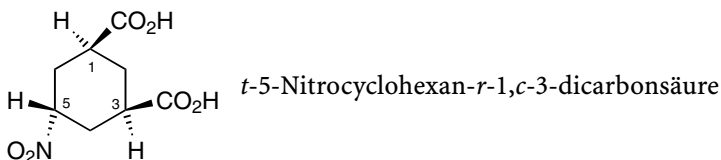
konj.:  $\alpha$ -Brom-*cis*-3-chlorcyclobutan-  
propansäure  
subst.: 2-Brom-3-(*cis*-3-chlorcyclobutyl)  
propansäure



*cis*-1-(Bromomethyl)-2-(chlormethyl)cyclo-  
pentan

Für an gesättigten Ringgliedern insgesamt mehr als zweifach substituierte Ringe ist ein erweiterter *cis/trans*-Formalismus vorgesehen. Als Bezugsgruppe dient hier der ranghöchste Suffixsubstituent oder, bei Fehlen eines solchen, der gemäß den **Sequenzregeln** (Abschn. 6.7.2.1) ranghöchste Präfixsubstituent des niedrigst bezifferten zweifach substituierten Ringglieds. Diese **Referenzgruppe** wird dann vor dem Lokanten mit einem kleinen *r* markiert; von den an den anderen Ringgliedern befindlichen Substituenten werden dann jeweils die nach der Sequenzregel ranghöheren mit einem ihrer Platzziffer vorangestellten *c*(is) oder *t*(rans) auf den *r*-Substituenten bezogen.





Alle vorstehend gegebenen Beispiele weisen stereogene Zentren auf und können daher auch nach den im folgenden aufgeführten Regeln zur Spezifizierung der absoluten Konfiguration charakterisiert werden.

## 6.7.2

### Spezifizierung der absoluten und relativen Konfiguration

#### 6.7.2.1

##### **Verbindungen mit stereogenen (traditionell: asymmetrischen)**

##### **Kohlenstoff- (und analogen) Zentren**

Chirale Moleküle mit stereogenen Zentren bekannter absoluter Konfiguration werden durch die anhand der **Sequenzregeln** (s. weiter unten) ermittelten Stereodeskriptoren *R* und *S* differenziert. Letztere erhält man in der Weise, daß man sich bei vierfach koordinierten Zentren den rangniedrigsten Liganden (Atom oder Substituentengruppe) vom Betrachter wegorientiert denkt, womit dann die übrigen drei Liganden gemäß ihrer Prioritätenabfolge im Uhrzeigersinn (*R*) oder anders herum (*S*) angeordnet erscheinen<sup>2</sup>. Man spricht hier auch von **tripodalen** stereogenen Einheiten.

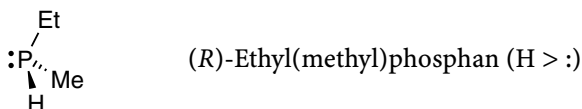
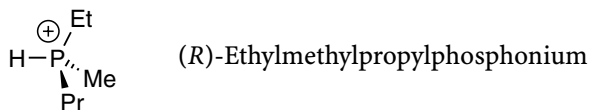
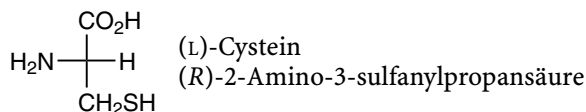
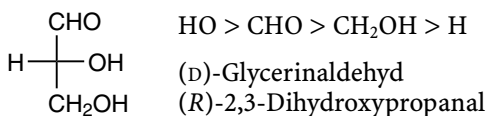
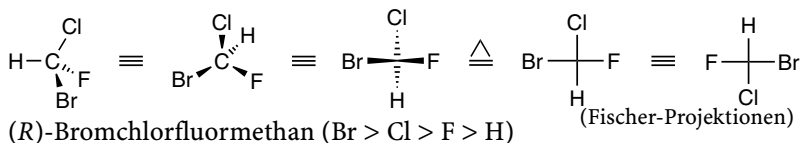
<sup>2</sup> Bei Aminosäuren, Kohlenhydraten und damit zusammenhängenden Verbindungstypen werden nach wie vor die traditionellen Deskriptoren *D* und *L* bevorzugt.

### Prioritätenabfolge von Liganden gemäß den CIP-Sequenzregeln<sup>3</sup>

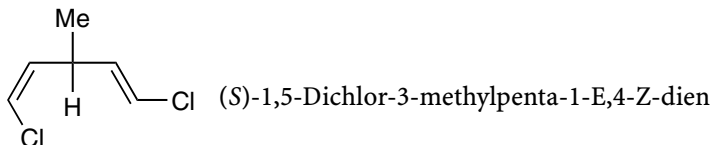
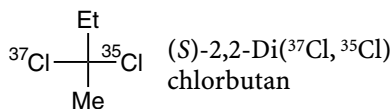
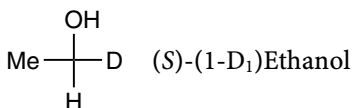
1. Größere > kleinere Ordnungszahl
2. Größere > kleinere Atommasse
3. *Z*; *cis* > *E*; *trans*
4. *R*, *R*; *S*, *S* > *R*, *S*; *S*, *R*. *r* > *s*
5. *R*, *M* > *S*, *P*

Für die meisten praktisch wichtigen Fälle genügen die ersten drei Kriterien der vorstehenden Auflistung zur Festlegung der Prioritäten.

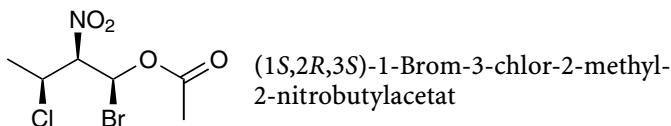
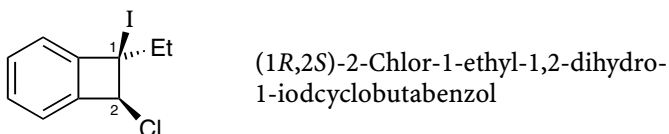
Für die Visualisierung der sterischen Verhältnisse kann nach persönlichem Gusto zwischen folgenden graphischen Konventionen frei gewählt werden.



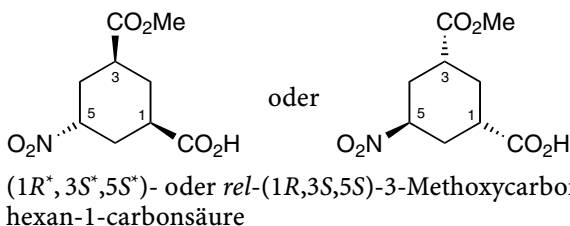
<sup>3</sup> Erstmals 1966 zusammenfassend formuliert von R. S. Cahn, C. K. Ingold und V. Prelog (Angew. Chem. 1966, 78, 413) und 1982 wesentlich modifiziert und erweitert von V. Prelog und G. Helmchen (Angew. Chem. 1982, 94, 614; I. E. 21, 567). Meistens wird hierfür die Kurzbezeichnung CIP-Sequenzregeln gebraucht.



Sind mehrere stereogene Zentren (früher: Asymmetriezentren, Chiralitätszentren) im Molekül vorhanden, wird die Gesamtkonfiguration durch einen dem Verbindungsnamen vorangestellten Satz von *R,S*-Symbolen charakterisiert.

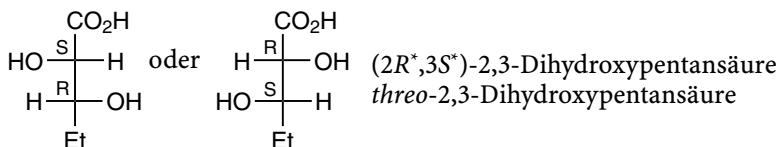


Sollen nur die **relativen Konfigurationen** angegeben werden, verwendet man für beide Enantiomere die Deskriptoren *R*<sup>\*</sup>/*S*<sup>\*</sup> derart, daß das niedrigst bezifferte Zentrum willkürlich mit *R*<sup>\*</sup> belegt wird. Alternativ können hier auch die ungesterten *R/S*-Symbole mit dem Präfix *rel* verwendet werden.

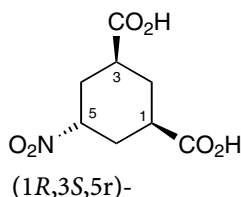
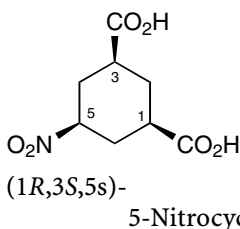


Bei Vorhandensein von nur zwei stereogenen Zentren werden für (auch nur im weitesten Sinne) von Kohlenhydraten ableitbare Verbindungen

auch noch die traditionellen *erythro/threo*-Deskriptoren verwendet, die als Spezifikatoren der **relativen Stereochemie** wieder jeweils für beide Enantiomere der beiden Racematpaare gelten.

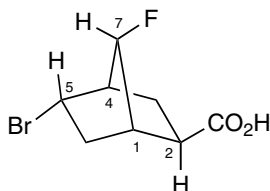
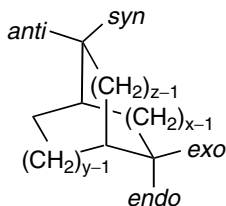


Bei den folgenden beiden Dicarbonsäuren handelt es sich um achirale **diastereomere Mesoformen** mit **pseudostereogenem** C-Atom 5, das den Deskriptor *r* bzw. *s* erhält.



Obwohl so auch bei **polycyclischen** Systemen alle stereogenen Zentren eindeutig charakterisiert werden können, bevorzugt man bei Bicyclo-[x.y.z]alkanen mit  $x \geq y > z > 0$  generell einen speziellen *endo/exo*-, *syn/anti*-Formalismus.

Dabei erhält eine zur höchstbezahlten Brücke hinweisende Gruppe den Deskriptor *exo*, eine davon wegweisende den Deskriptor *endo*; zugleich wird eine an der höchstbezahlten Brücke befindliche und zur niedrigstbezahlten Brücke weisende Gruppe mit dem Präfix *syn*, die davon wegweisende mit dem Präfix *anti* belegt.



5-*endo*-Brom-7-*syn*-fluorobicyclo[2.2.1]heptan-2-*exo*-carbonsäure  
oder: (1S,2R,4R,5S,7R)-5-Brom-7-...

## 6.7.2.2

**Moleküle mit helicalen stereogenen Einheiten**

Stereogene Einheiten ganz anderer Art führen bei **axial-chiralen** und **planar-chiralen** Molekülen zum Auftreten von Enantiomeren, deren **Helicitäten** – *P*(lus) oder *M*(inus) – am einfachsten über geeignete, dem jeweiligen Molekül einbeschriebene, Vier-Punkte-Figuren hergeleitet werden können.

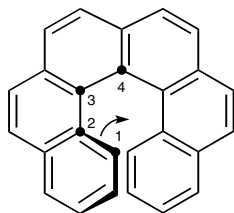
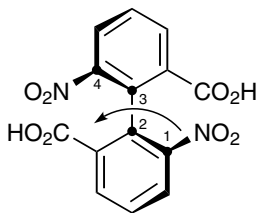
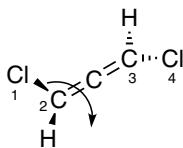


Die zugehörigen Stereodeskriptoren ergeben sich, je nachdem, ob eine **syn-periplanare** Anordnung der Geraden 1–2 und 3–4 (entsprechend einem „Zur-Deckung-Bringen“ der Ebenen 1,2,3 und 2,3,4) eine Rechts- (*P*) oder Linksdrehung (*M*) um die Achse 2–3 erfordert.

## 6.7.2.2.1

**Schraubenartige Moleküle (Eine Chiralitätsachse)**

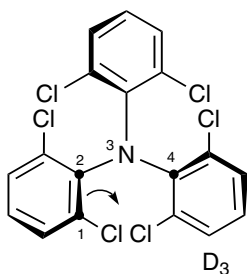
**Schraubenartige** Strukturen treten vor allem bei Helicenen, 1,3-disubstituierten Allenen, 2,2'-disubstituierten Biphenylen und analogen Molekülen mit  $C_2$ -Symmetrie auf. Anhand der in den Formeln angezeigten 4-Punkte-Figuren lassen sich sehr einfach die absoluten Helicitäten (*P* oder *M*) ermitteln, die früher über das Modell des **elongierten Tetraeders** hergeleitet wurden. Die dabei erhaltenen Deskriptoren *aS* (oder *S<sub>a</sub>*) und *aR* (*R<sub>a</sub>*) korrespondieren leider nur **invers** mit den allgemeiner anwendbaren *P*- und *M*-Helicitätssymbolen.

*(P)*-Hexahelice*(M)*-6,6'-Dinitrobiphenyl-2,2'-dicarbonsäure*(P)*-1,3-Dichlorpropadien

## 6.7.2.2.2

**Propeller-Moleküle (Mehrere Chiralitätsachsen)**

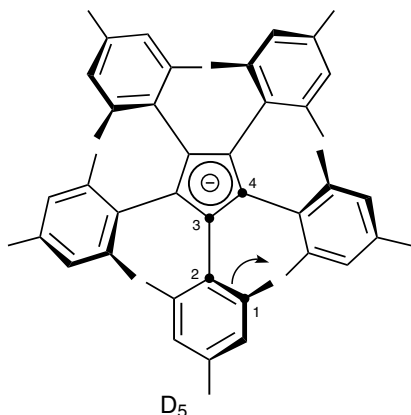
Strukturen der Symmetrie  $D_n$  können als **n-zählige Propeller** angesehen werden, bei denen gleichsam  $n$  Schraubenfragmente um eine reale oder fiktive Zentraleinheit herumgruppiert sind. Hierher gehören vor allem Triarylelement- und vergleichbare Polyaryl-Derivate, doppelt verbrückte Biphenyle und bestimmte vertwistete Moleküle. Auch hier lassen sich die Helicitäten wieder leicht über die in den Formeln angezeigten 4-Punkte-Figuren bestimmen.



(*P*)<sup>4</sup>-Tris(2,6-dichlorophenyl)azan

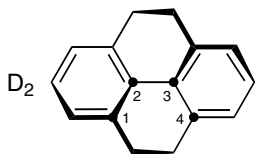
Chem. Abstr.:

(*P*)-*N,N*-Bis(2,6-dichlorophenyl)-2,6-dichlorbenzenamin (oder: ... anilin)

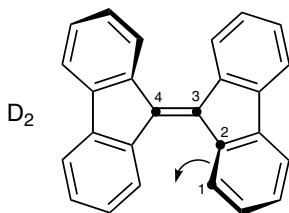


(*P*)- oder exakter (*P,P,P,P,P*)-  
Pentamesitylcyclopentadienid

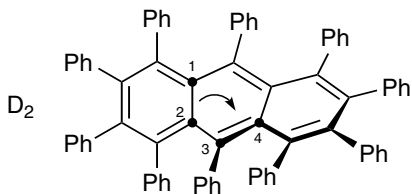
<sup>4</sup> Eigentlich müßte der Helicitätsdeskriptor (*P,P,P*) lauten, da hier grundsätzlich (wenn auch bisher noch nie beobachtet) ein Phenylsubstituent auch **gegensinnig verdrillt** sein könnte und das dann vorliegende Diastereomer mit (*P,P,M*) zu charakterisieren wäre.



(P)-4,5,9,10-Tetrahydropyren

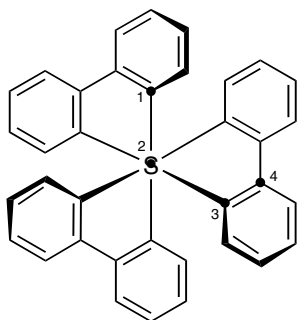


(M)-Bi(fluoren-9,9'-yliden)



(M)-Decaphenylnaphthalin

Auch **Trischelat-Verbindungen** mit drei symmetrischen Chelatliganden (in der Anorganischen Chemie sind dies die typischen Trischelat-Komplexe der Übergangsmetalle) können als **dreizählige Propeller** aufgefaßt und als solche in ihrer Helicität festgelegt werden.

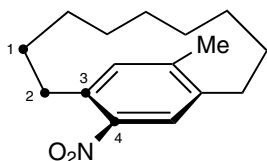
(M)<sup>5</sup>-Tris(biphenyl-2,2'-diyl)-λ<sup>6</sup>-sulfan

<sup>5</sup> In der Anorganischen Chemie werden hier die Λ, λ (Lambda) und Δ, δ (Delta) Symbole bevorzugt.

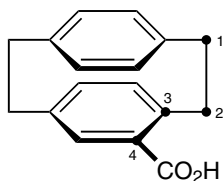
## 6.7.2.3

**Planar-chirale Moleküle**

Die im folgenden aufgeführten Verbindungen besitzen alle eine **Chiralitätsebene** und können wieder durch eine einbeschriebene 4-Punkte-Figur bezüglich ihrer Helicität definiert werden. Hierher gehören in erster Linie sogenannte *Ansa*-Verbindungen, unsymmetrisch substituierte Cyclophane und bestimmte Cycloolefin-Konformationen.

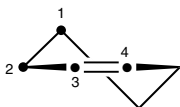


**Chem. Abstr.:** (*P*)-12-Methyl-14-nitrobicyclo[9.2.2]pentadeca-1(13),11,14-trien  
 Neuer IUPAC-Cyclophanname:  
 (*P*)-1<sup>2</sup>-Methyl-1<sup>6</sup>-nitro-1(1,4)-benzenacylo-decaphan

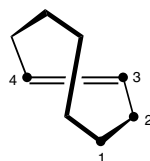


(*M*)-Tricyclo[8.2.2.2<sup>4,7</sup>]hexadeca-1(12),4,6,10,13,15-hexaen-5-carbonsäure

(*M*)-1,4(1,4)-Dibenzenacyclohexaphan-1<sup>2</sup>-carbonsäure



(*M*)-Halbsessel-Cyclohexen



(*M*)-Krone-Cycloocten



(*P*)-Sessel-Cycloocten



---

## 7 Kurze Erläuterung der Empfehlungen zur rationalen Benennung von Naturstoffen

Was bereits in der Einleitung dieses Buches bezüglich des ursprünglichen „Wildwuchses“ der chemischen Nomenklatur gesagt wurde, gilt in besonderem Maße für Naturstoffe, deren phantasievolle Trivialnamen zwar durchaus einiges über ihre biologische Herkunft, indessen so gut wie nichts über ihren chemischen Aufbau aussagen.

Da die tabellarische Auflistung auch nur der wichtigsten fundamentalen Naturstofftypen den Rahmen dieser Gebrauchsanweisung sprengen würde, sei hierzu auf die Originalveröffentlichungen der IUPAC hingewiesen<sup>9b</sup>. Stattdessen ist die Auswahl der Beispiele für das vorliegende Kapitel so angelegt, daß eine möglichst große Vielfalt an Stammsystemen dokumentiert wird.

Angesichts der in der Regel sehr komplexen Strukturen von Verbindungen natürlichen Ursprungs ist es ohne weiteres verständlich, daß man einerseits weiterhin an den althergebrachten Trivialbegriffen festhalten will, andererseits aber auch für neu entdeckte Naturstoffe lieber neue, griffige Trivialnamen kreiert, als vollsystematische Bezeichnungen konstruiert. Dennoch sei entschieden darauf hingewiesen, daß mit dem heute verfügbaren Instrumentarium der systematischen chemischen Nomenklatur ohne großen Aufwand auch die komplexesten Strukturen von Naturstoffen mit konsistenten systematischen Namen belegbar wären, wobei nach Meinung des Autors insbesondere die neuen Regeln zur Phan- und Cyclophan-Nomenklatur (s. Abschn. 1.3) von allergrößtem Nutzen sein könnten.

Um auch auf diesem Gebiet endlich ein Minimum an ausbaufähiger Systematik zu etablieren, hat die IUPAC einige Vorschläge erarbeitet, die im wesentlichen dreierlei zum Ziel haben:

- 1) traditionelle Trivialnamen so weit wie möglich in systematischer Weise zu kodifizieren,
- 2) die Neuschöpfung von Trivialnamen in geregelte Bahnen zu lenken und
- 3) Gerüsttransformationen und Derivatisierungen von Grundstrukturen (parent structures) weitestgehend systematisch zu benennen.

## 7.1

### Trivialnamen

Mit den modernen Methoden der Strukturaufklärung bleibt der molekulare Aufbau eines neuisolierten Naturstoffs meist nicht lange verborgen. Man kann also – und sollte dies auch unbedingt tun – schon bald entscheiden, ob, in Abhängigkeit von der Komplexität der neuen Verbindung(en), eher einem semi- bzw. vollsystematischen oder gegebenenfalls doch einem neu zu ersinnenden trivialen Namen der Vorzug zu geben ist. Weist die neue Verbindung jedoch charakteristische Merkmale bereits bekannter und trivial benannter Naturstoffgerüste auf, ist ihr Name gemäß genau definierter Regeln in systematischer Weise darauf zu beziehen. Sollte am Ende doch die Neuschöpfung eines Trivialnamens als wünschenswert erachtet werden, hat der Entdecker weiterhin zumindest für dessen Kernbegriff die volle Gestaltungsfreiheit, wobei der herkömmlicherweise gewählte Bezug auf eine biologische Quelle sicherlich nicht die schlechteste Lösung darstellt und grundsätzlich zu bevorzugen ist. Bezüglich der Namensendungen ist allerdings zu beachten, daß die in Tabelle 20 zusammengefaßten „systematischen“ **Endsilben** eindeutig definierte strukturelle Merkmale verschlüsseln (s. Tab. 8) und daher nur in diesem Sinne verwendet werden dürfen.

**Tabelle 20<sup>a</sup>.** Sogenannte „systematische“ Endsilben.

---

al, am, an(e), at(e)  
 en(e), et(e)  
 ic, id(e), il(e), in(e), ium  
 ol(e), on(e), ose, olid(e), osid(e)  
 yd(e), yl, yn(e)<sup>b</sup>

---

<sup>a</sup> Die eingeklammerten End-(e) werden (durchaus nicht immer) im Englischen verwendet.

<sup>b</sup> Englische Endung für Acetylene.

Solange die Konstitution eines neuerhaltenen Naturstoffs noch nicht voll aufgeklärt ist, kann man dies vorläufigerweise mit einem Suffix „(i)**un**“ (**un**bekannt, **un**known) am trivialen Namenskern andeuten; sobald jedoch die genaue Struktur ermittelt ist, kann dann ein strukturcharakteristisches Namensende festgelegt werden, z. B.: **-an(e)**, **-en(e)**, für einen Kohlenwasserstoff, **-on** für ein Keton, etc.

Bei Anwesenheit von Ringen mit der maximalen Zahl nichtkumulierter Doppelbindungen könnte auch eine „**aran(e)**“-Endung von Vorteil sein.

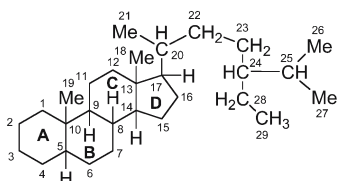
Schon allein der Blick auf die wichtigsten traditionellen Naturstofftypen offenbart eine Vielzahl an sehr unterschiedlichen Grundgerüsten.

Am einheitlichsten strukturiert sind dabei die **Steroide**, die sich alle auf den vollgesättigten tetracyclischen Kohlenwasserstoff **Gonan** (syst. Perhydrocyclopenta[*a*]phenanthren) beziehen lassen und folgerichtig durchgehend auf „-an(e)“ enden. Auch die Trivialnamen der eine wesentlich größere Gerüstvielfalt aufweisenden **Terpene** enden grundsätzlich auf „-an“, mit Ausnahme derjenigen der hochungesättigten **Carotine** (engl: carotenes).

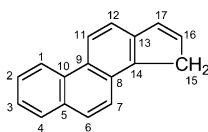
Weniger einheitlich sind die Verhältnisse bei den ebenfalls große Gerüstvielfalt zeigenden **Alkaloiden**, deren Namen teils auf „-an“, häufig aber auch auf „-in“ enden, wobei letztere Endsilbe immerhin als systematischer Hinweis auf den cyclischen Amin-Charakter dieser Naturstoffe interpretiert werden kann.

Macht schon die schiere Menge der strukturell völlig aussagelosen Trivialnamen das Gebiet der Naturstoffe zu dem mnemologisch am schwierigsten beherrschbaren der gesamten Chemie, trifft dies in noch viel gravierenderer Weise auf die von Gerüst zu Gerüst wechselnden, geradezu chaotischen Bezifferungen zu. Auch diesbezüglich bilden die Steroide wieder eine vergleichsweise erfreuliche Ausnahme, indem für sie wenigstens eine innerhalb des Systems konsistente Bezifferung gilt, obwohl diese auch hier völlig losgelöst von den eigentlichen Numerierungsmustern der systematischen Nomenklatur erfolgt (s. Tab. 21).

**Tabelle 21.** Numerierungsschema für Steroide und ihr voll ungesättigtes Grundgerüst.



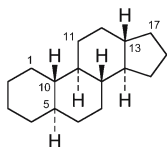
Stigmastan



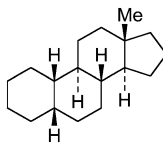
15*H*-Cyclopenta[*a*]phenanthren

Da eine abrupte Umstellung auf vollsystematische Bezifferungen aus vielerlei Gründen nicht angebracht erscheint, kann man nur dafür plädieren, wenigstens für neuentdeckte Naturstofftypen systematische Zählweisen vorzuziehen.

Im Vorgriff auf die folgenden Abschnitte seien hier auch gleich die grundlegenden Konventionen zur Kennzeichnung der Stereochemie von Steroiden aufgeführt (s. Tab. 22).

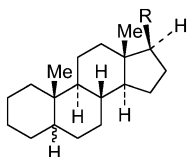
**Tabelle 22.** Stereochemische Konventionen bei Steroiden

5α-Gonan



5β-Ö(E)stran

Gruppen, die aus der Projektionsebene herausragen, werden mit dem griechischen Buchstaben  $\beta$  und verdickten Keilen, dahinter liegende mit gestrichelten Bindungen und dem Buchstaben  $\alpha$  gekennzeichnet. Ansonsten wird die *R/S*-Nomenklatur verwendet. Will oder kann man die räumliche Position einer Gruppe nicht präzisieren, verwendet man gewellte Bindungen und ein griechisches  $\xi$ .



R	Trivialname
H	5ξ-Androstan
<sup>20</sup> C <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	5ξ-Pregnan
<sup>20</sup> CH(CH <sub>3</sub> )CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	5ξ-Cholan <sup>a</sup>
<sup>20</sup> CH(CH <sub>3</sub> )CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	5ξ-Cholestan <sup>a</sup>
<sup>20</sup> CH(CH <sub>3</sub> )CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> <sup>24</sup> CH(CH <sub>3</sub> )CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	5ξ-Ergostan <sup>a,b</sup>
<sup>20</sup> CH(CH <sub>3</sub> )CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> <sup>24</sup> CH(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> )CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	5ξ-Stigmastan <sup>a,c</sup>

<sup>a</sup> 20*R*, <sup>b</sup> 24*S*, <sup>c</sup> 24*R*-Konfiguration.

## 7.2

### Semisystematische Namen

#### 7.2.1

#### Fundamentale Stammsysteme

Nahezu jeder neu isolierte Naturstoff erweist sich recht schnell als Prototyp einer ganzen Reihe ähnlicher Verbindungen mit gleichem Grundgerüst. Es ist daher akzeptabel, zunächst einen geeigneten trivialen Kernbegriff zu etablieren, der einen möglichst ausgedehnten strukturkonstanten Zentralbereich des neuen Naturstoffs einschließlich seiner „natürlichen“ Stereochemie umfaßt, und dann die substitutiven sowie gegebenenfalls auch stereochemischen Varianten nach den Regeln der substitutiven Nomenklatur (s. Kap. 2.2.1) zu benennen.

Eine derartige Basisstruktur darf durchaus auch acyclische Kohlenwasserstoff-Gruppen aufweisen, sofern diese in den meisten Vertretern der besagten Naturstoffklasse vorhanden sind. Als Modell hierfür sei auf einige vom **Gonan** abgeleitete fundamentale Steroid-Stammstrukturen in

Tabelle 22, unten, hingewiesen. Hingegen soll eine solche „parent structure“ keine terminalen Heteroatome oder -gruppen tragen, abgesehen von wenigen Ausnahmen bei Kohlenhydraten, Nukleosiden und Peptiden. Ebenso wenig sollten cyclische charakteristische Gruppen einbezogen sein, es sei denn, es handelt sich um weithin gebräuchliche Namen wie **Spirostan** (cyclisches Ketal) oder **Cardanolid** (Lacton), etc. Weiterhin sollte ein fundamentales Stammsystem entsprechend der Mehrzahl seiner Abkömmlinge weitestgehend gesättigt oder ungesättigt sein; intermediäre Hydrierungsgrade können dann mit Hydro- und Dehydro-Präfixen/Suffixen angezeigt werden.

Auch für die bei Naturstoffen häufig auftretenden Gerüstvarianten gibt es inzwischen eine ausgefeilte Palette gerüstmodifizierender Affixe, die eine rationale Bezugnahme auf die jeweilige **fundamentale Stammstruktur** (**fundamental parent structure**) erlauben.

### 7.2.2

#### Numerierung der fundamentalen Stammstrukturen

Die Numerierungsregeln für neue Naturstoffsysteme folgen so eng wie möglich denen der allgemeinen systematischen Nomenklatur, werden aber durch einige signifikante Abweichungen modifiziert.

- a) Grundsätzlich ist zunächst das ranghöchste Ringsystem zu identifizieren und dessen Bezifferungsstartpunkt gemäß der allgemeinen Regeln zu lokalisieren (s. Abschn. 1.2.1.2).
- b) Alle Gerüstatome, einschließlich der an Verschmelzungspositionen kondensierter Ringsysteme befindlichen, werden entlang der von den allgemeinen Regeln vorgegebenen Pfade numeriert.
- c) Acyclische Kohlenwasserstoff-Substituenten an Stammgerüstatomen werden einschließlich etwaiger Verzweigungen ebenfalls konsekutiv durchnumeriert und zwar in Reihenfolge ansteigender Lokantenwerte der Verknüpfungspositionen des Stammgerüsts. (Es sei darauf hingewiesen, daß die Seitenkettennumerierungen der meisten altbekannten Naturstoffsysteme drastisch von dieser Regel abweichen).
- d) Acyclische Verbindungsstränge zu anderen Ringsystemen werden, ausgehend von den möglichst niedrig bezifferten Verknüpfungspositionen des Stammgerüsts ebenfalls konsekutiv durchnumeriert. Unmittelbar danach wird dann das daran geknüpfte äußere Ringsystem gemäß b) numeriert. Weitere acyclische Seitenstränge mit cyclischen Endkomponenten werden nachfolgend analog behandelt.
- e) Von den zwei Gruppen einer geminal disubstituierten Position wird die bezüglich ihrer Skelettatomzahl größere zuerst numeriert, ansonsten gelten die allgemeinen Bezifferungsregeln. Sind beide Gruppen identisch, wird die  $\alpha$ -ständige zuerst berücksichtigt.

- f) Angesichts der vorstehenden Numerierungsregeln ist die insbesondere bei Steroiden nach wie vor übliche (zusätzliche) Identifizierung der einzelnen Ringe mit Großbuchstaben (z. B.: A, B, C, D) eigentlich obsolet geworden und wird nicht weiter kodifiziert.

## 7.3

### Die systematische Benennung von Gerüsttransformationen

Während in der allgemeinen systematischen Nomenklatur für jedes trivial oder semisystematisch benannte Stammsystem ein gerüstspezifischer Eigenname gilt, gibt es für Naturstoffe zusätzliche Möglichkeiten, strukturell sehr unterschiedliche, biogenetisch jedoch durchaus verwandte Grundstrukturtypen durch entsprechende Namenszusätze miteinander in Beziehung zu setzen.

Einen Überblick über die hierfür vorgesehenen gerüstmodifizierenden Präfixe verschafft die folgende Tabelle 23.

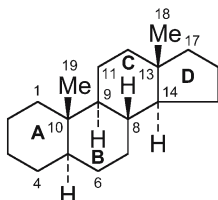
**Tabelle 23.** Gerüstmodifizierende Präfixe

a) Nor..., Dinor..., etc.:	Entfernung von Gerüstatomen einschließlich ihrer Wasserstoffe
b) Homo..., Dihomo..., etc.:	Einfügung von $-CH_2$ -Gruppen zwischen zwei Gerüstatome
c) Cyclo..., Dicyclo..., etc.:	Ringbildung zwischen zwei beliebigen Atomen
d) Seco..., Diseco..., etc.:	Spaltung von Ringbindungen mit formaler Hydrierung der so entstehenden Endpositionen
e) Apo..., Diapo..., etc.:	Wegfall ganzer Seitenkettenabschnitte ab einer bestimmten Position (vor allem bei Carotinoiden)
f) Abeo..., Diabeo..., etc.:	Bindungswanderung von einer Position zu einer anderen
g) Retro..., Diretro..., etc.:	Verschiebung aller Einfach- und Doppelbindungen zwischen zwei festgelegten Positionen (vor allem bei Carotinoiden)
h) Des-X-...:	Entfernung eines terminalen Rings bei Stammsystemen, deren einzelne Ringe mit großen Buchstaben gekennzeichnet sind (z. B. bei Steroiden)

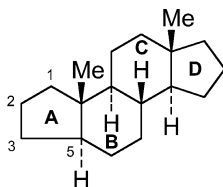
Im Detail geht man bei der Durchführung dieser Nomenklaturoperationen wie folgt vor, wobei immer zunächst die fundamentale Stammstruktur und in Klammern die entsprechende Naturstoffklasse und daneben die gerüstmodifizierte Variante formuliert sind.

- a) Die Wegnahme eines unsubstituierten Gerüstatoms aus einem Ring oder von einer Seitenkette wird mit dem Präfix **Nor...** unmittelbar

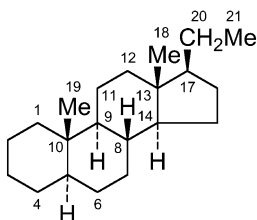
nach dem wegfallenden Lokanten, der den höchstmöglichen Wert aufweisen soll, angezeigt.



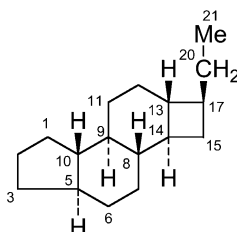
5 $\alpha$ -Androstan  
(Steroid)



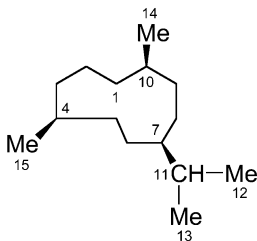
4-Nor-5 $\alpha$ -androstan  
(C.A.: A-Nor-...)



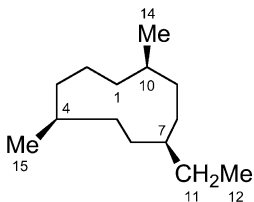
5 $\alpha$ -Pregnan  
(Steroid)



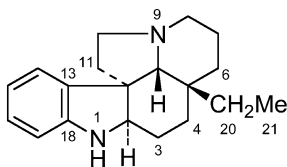
4, 16, 18, 19-Tetranor-5 $\alpha$ -pregnan



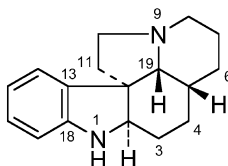
Germacran  
(Terpen)



13-Norgermacran

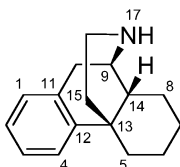


Aspidospermidin  
(Alkaloid)

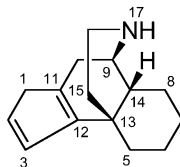


20, 21-Dinoraspidospermidin

Wenn aus einem maximal ungesättigten („**mancude**“ = maximal number of non-cumulated double bounds) Ring ein ungesättigtes Gerüstatom entnommen wird, entsteht zwangsläufig eine gesättigte Position, die nach den Regeln für indizierten Wasserstoff mit niedrigstmöglichem Lokanten zu belegen ist.

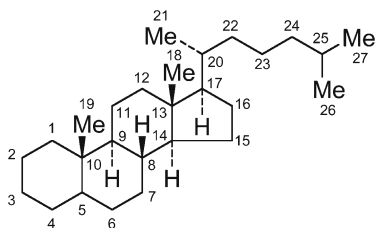


Morphinan  
(Alkaloid)

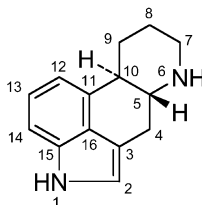


1H-4-Normorphinan

- b) Die Regeln für die Einfügung von Gerüstatomen in Ringe und Ketten sind etwas komplexer, da man hier bei der Lokantenzuordnung zum Gerüstmodifikanden **Homo...**, **Dihomo...**, etc. unterscheiden muß, ob die Gerüsterweiterung in einem **Atomkonnektor**, **terminalen Segment** oder **Bindungskonnektor** erfolgt. Diese sind wie folgt definiert:



Cholestan  
Steroid)

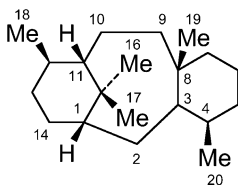


Ergolin  
(Alkaloid)

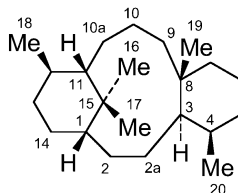
	Cholestan	Ergolin
Atomkonnektor	1–4, 6–7, 11–12, 15–16, 22–24	2, 4, 7–9, 12–14
Terminales Segment	18, 19, 21, 26, 27	keine
Bindungskonnektor	5–10, 8–9, 8–14, 9–10, 13–14, 13–17, 17–20	1–15, 3–16, 5–6, 5–10, 10–11, 11–16, 5–16



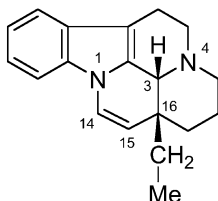
Werden Methylengruppen in einen **Atomkonnektor** oder ein **terminales Segment** eingefügt, erhalten sie deren höchste Platzziffer einschließlich zusätzlicher Kleinbuchstaben a, b..., etc. Sind äquivalente Atomkonnektoren vorhanden, wird der höchstbeifizierte gewählt.



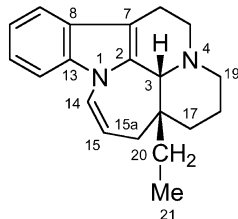
Taxan  
(Terpenoid)



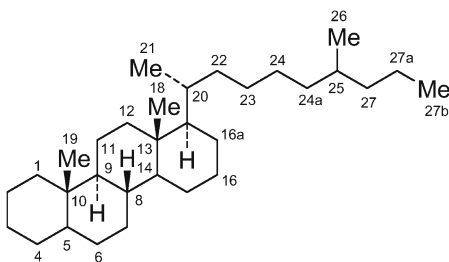
2a, 10a-Dihomotaxan



Eburnamenin  
(Alkaloid)

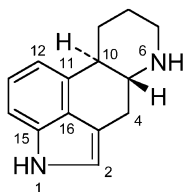


15a-Homoeburnamenin

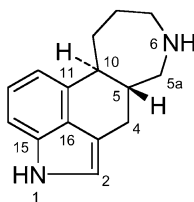


16a, 24a, 27a, 27b-Tetrahomocholestan

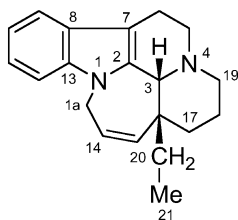
Werden Methylengruppen in einen **Bindungskonnektor** eingefügt, werden die Lokanten beider Endatome dieses Konnektors – der höhere in Klammern – sowie ein nachfolgender kleiner Buchstabe a, b... etc. angegeben.



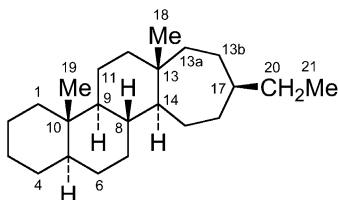
Ergolin  
(Alkaloid)



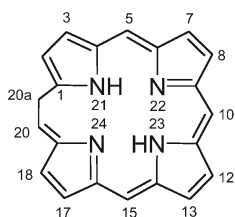
5(6)a-Homoergolin



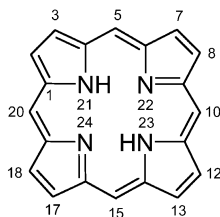
1(14)a-Homoeburnamenin



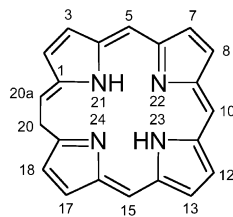
13(17)a, 13(17)b-Dihomo-5 $\alpha$ -pregnan (früher auch: D(17a, 17b)-Dihomo...)



20aH-20a-Homoporphyrin

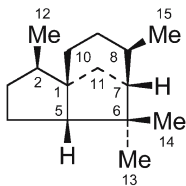


Porphyrin  
(fundamentale  
Stammstruktur)

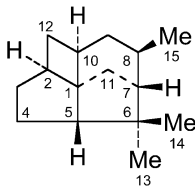


20H-20a-Homoporphyrin

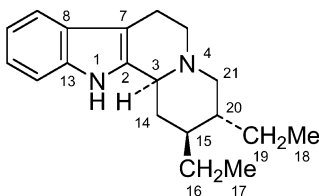
- c) Die Ringbildung durch eine Verknüpfung zweier beliebiger Atome einer Stammstruktur wird durch das Präfix **Cyclo...** mit den vorangestellten Lokanten der betreffenden Atome angezeigt. Dabei neu entstehende Stereozentren werden entsprechend mit  $\alpha,\beta$ - oder *R,S*-Deskriptoren belegt.



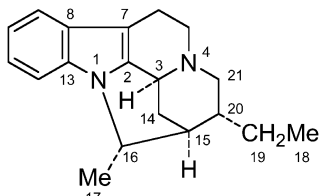
Cedran  
(Terpen)



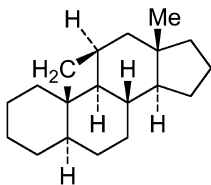
10 $\beta$ , 12-Cyclocedran



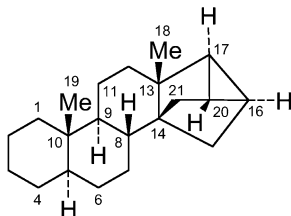
Corynan  
(Alkaloid)



(16 $\beta$ H)-1, 16-Cyclocorynan

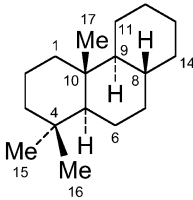


11 $\beta$ , 19-Cyclo-5 $\alpha$ -androstan

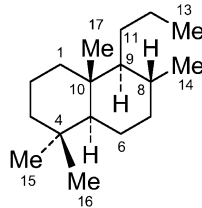


(20S)-14, 21:16 $\beta$ , 20-Dicyclo-5 $\alpha$ , 14 $\beta$ -pregnan

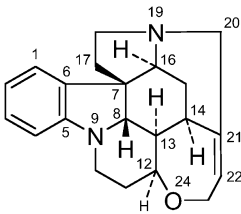
- d) Die Spaltung einer beliebigen Ringbindung unter formaler Hydrierung der dabei entstehenden Endpositionen wird mit dem Präfix **Seco...** im Gefolge der beiden Lokanten der gelösten Ringbindung unter Bewahrung der ursprünglichen Numerierung gekennzeichnet.



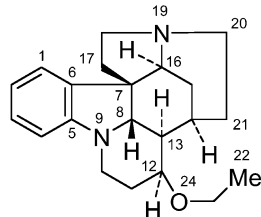
Podocarpa  
(Terpen)



13,14-Secopodocarpa

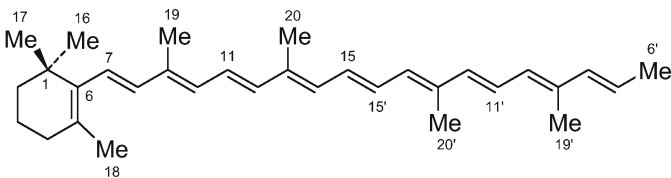


Strychnidin  
(Alkaloid)



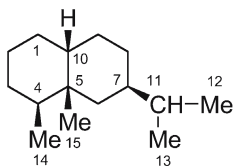
21,22-Secostrychnidin

- e) Die Abspaltung eines Seitenstrangsabschnitts ab einer bestimmten Position wird mit dem Präfix **Apo...** und dem entsprechenden Lokanten charakterisiert (bisher nur bei Carotininen).

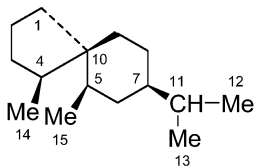


6'-Apo- $\beta$ -carotin

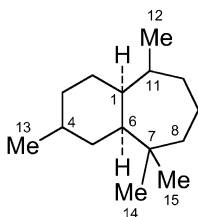
- f) Die (formale) Wanderung eines Endes einer Einfachbindung an eine andere Position wird durch ein Präfix der Form **x(y  $\rightarrow$  z)-Abeo...** ausgedrückt. Hierbei repräsentiert x den Lokanten der „wandernden“, y den der „verlassenen“ und z den der angezielten Position.



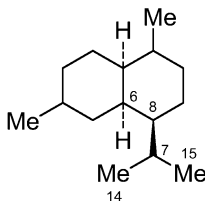
Eremophilan  
(Terpen)



(10R)-4 (5 → 10)-Abeoeremophilan

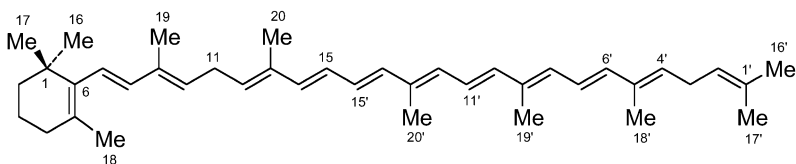


Himalachan  
(Terpen)



(8 $\alpha$ H)-6 (7 → 8)-Abeohimalachan

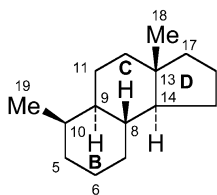
- g) Das kursive Präfix *retro*... zeigt bei Carotinen die Verschiebung aller Doppelbindungen zwischen zwei durch ihre Lokanten markierten Positionen an.



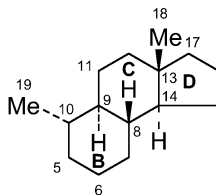
4',11-*retro*- $\beta,\psi$ -Carotin

(Anmerkung: In der Peptidnomenklatur zeigt *retro* eine der natürlichen entgegengesetzte Aminosäuresequenz an.)

- h) Fallen schließlich ganze terminale Ringe weg, lässt sich dies am einfachsten mit einem Präfix *Des-X-* ausdrücken, wobei gegebenenfalls noch die veränderte Stereochemie zu indizieren ist.

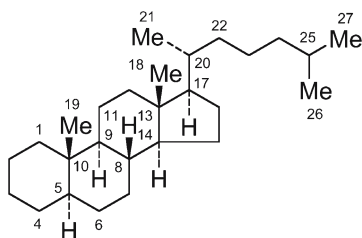
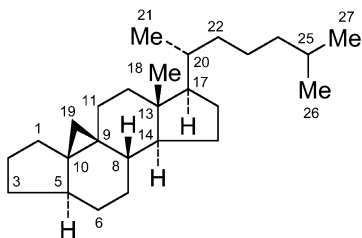


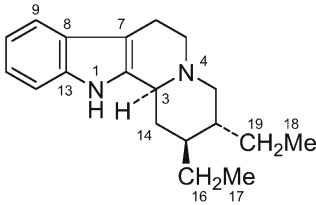
Des-A-Androstan

Des-A-10 $\alpha$ -androstan

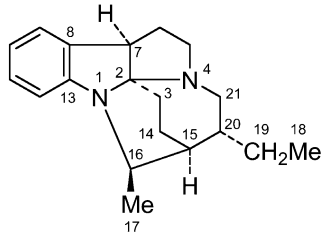
Zur systematischen Kennzeichnung von besonders durchgreifenden Umstrukturierungen fundamentaler Stammsysteme lassen sich die vorstehend kodifizierten **gerüstmodifizierenden Präfixe** selbstverständlich **vielfältig kombinieren**. Grundsätzlich könnte man hier wieder die alphabetische Ordnung vorsehen, meist bevorzugt man jedoch eine grob hierarchisierte Reihenfolge, nach der von links nach rechts zunächst Austauschpräfixe (Aza, Oxa, etc.), dann bindungsumlagernde (Abeo, Cyclo, *retro*, Seco) und zuletzt Gerüstatom-entfernende und -addierende Präfixe (Apo, De(s), Homo, Nor) genannt werden. Im übrigen sind diese Präfixe operationell so zu verstehen, daß die ihnen unterliegenden Gerüsttransformationen, ausgehend von der Stammstruktur, sequentiell von rechts nach links abgewickelt werden.

Weiterhin ist zu beachten, daß häufig dieselbe (formale) Gerüsttransformation durch unterschiedliche Präfixkombinationen beschrieben werden kann. Eine strenge Reglementierung erscheint hier zu aufwendig, dagegen eine mehr intuitive Befolgung des Prinzips der geringstmöglichen Zahl an Operationen und/oder der größtmöglichen Übersichtlichkeit eher angebracht. Im Zweifelsfall sollte aber zumindest die **Homo/ Nor-** der **Cyclo/Seco-**Kombination vorgezogen werden.

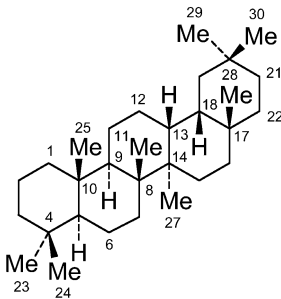
Cholestan  
(Steroid)9,19-Cyclo-4-nor-5 $\alpha$ ,9 $\beta$ -cholestan



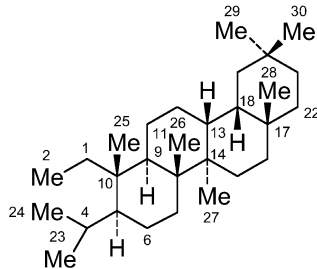
Corynan  
(Alkaloid)



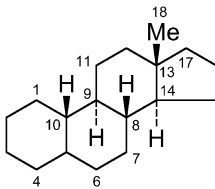
(2*S*,7 $\alpha$ *H*,16 $\alpha$ *H*)-7*H*-1,16:2,4-  
dicyclo-3,4-secocorynan



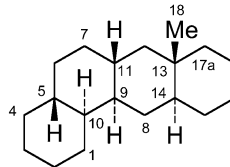
Oleanan  
(Terpen)



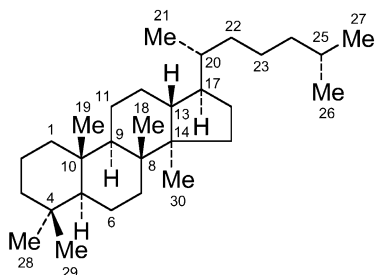
2,4-Seco-3-noroleanan  
(3-Nor-2,3-secooleanan)



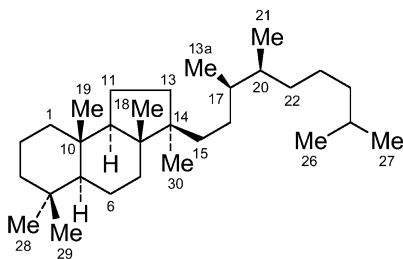
Ö(E)stran  
(Steroid)



7,11 $\alpha$ -Cyclo-7,8-seco-17*a*-homo-  
5 $\alpha$ -ö(e)stran



Dammaran  
(Terpen)

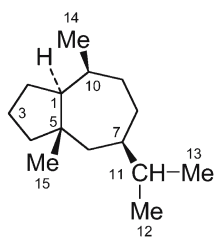


(17*R*,20*S*)-13,13a-Seco-13a-homo-12-nordammaran

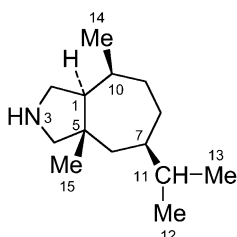
## 7.4

### Austausch von Gerüstatomen

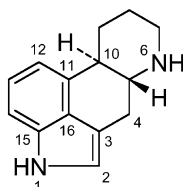
Die bereits im allgemeinen Teil dieses Buches ausführlich behandelte Austauschnomenklatur (s. Abschn. 1.2.2.2) kann in vollem Umfang auch auf Naturstoff-Stammsysteme angewandt werden, wobei auch Heteroatom/Heteroatom-Austausch erlaubt ist. Zusätzlich ist zu beachten, daß unbezifferte Heteroatome ersetzende Kohlenstoffatome den Lokanten des unmittelbar voranstehenden Gerüstatoms, ergänzt durch ein kleines „a“, erhalten.



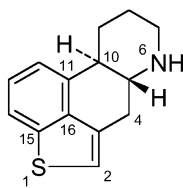
Ambrosan  
(Terpen)



3-Azaambrosan

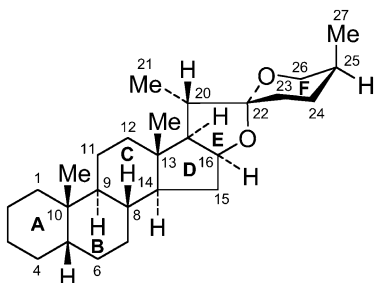


Ergolin  
(Alkaloid)

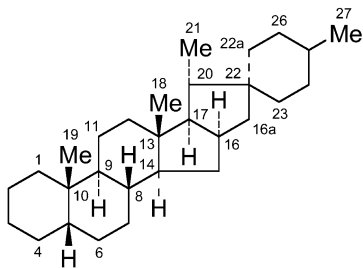


1-Thiaergolin

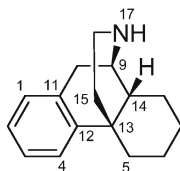




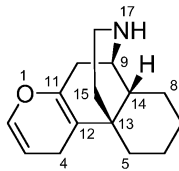
5 $\beta$ -Spirostan  
(Steroid)



16 $\alpha$ ,22 $\alpha$ -Dicarba-5 $\beta$ -spirostan



Morphinan  
(Alkaloid)

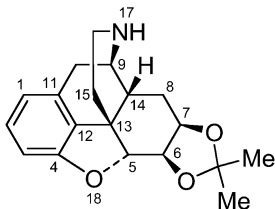


4H-1-Oxamorphinan

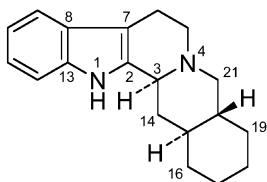
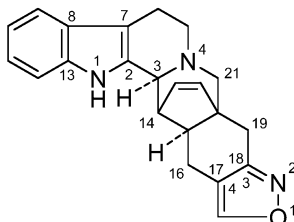
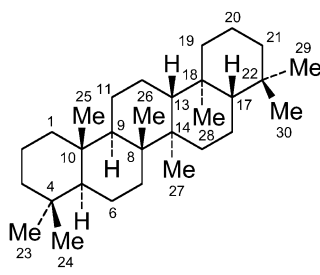
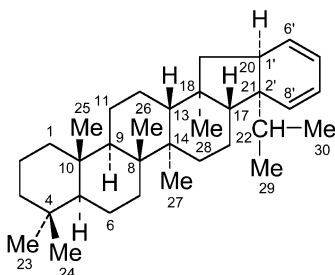
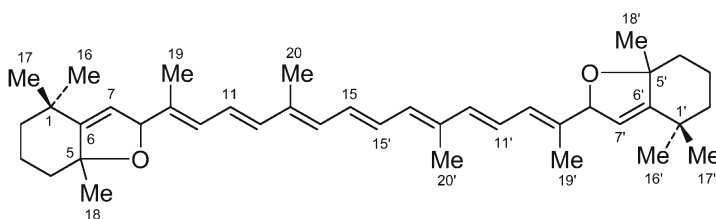
## 7.5

### Anellierung zusätzlicher Ringe

Werden bei fundamentalen Naturstoff-Stammsysteme zusätzliche Ringe über funktionelle Gruppen gebildet, benennt man diese entsprechend den allgemeinen Regeln als (cyclische) Ester, Lactame, Acetale, etc. Auch zusätzliche Verbrückungen werden durchaus konventionell gemäß Abschnitt 1.2.1.2.2 behandelt. Ebenso unproblematisch ist die Ankondensation weiterer carbo- und heterocyclischer Ringe, wobei nur gelegentliche kleinere Regeladaptionen erforderlich sind, welche aus den Beispielen klar hervorgehen.



Aceton-4,5 $\alpha$ -epoxymorphinan-  
6 $\beta$ ,7 $\beta$ ,diylketal

Yohimban  
(Alkaloid)14 $\beta$ ,20-Etheno-1*H*-[1,2]oxazolo  
[4',3':17,18]yohimbanGammaceran  
(Terpen)(20 $\alpha$ H,21*R*)-20*H*-Benzo[20,21]  
17(22→21)-abeogammacerane5,8:5',8'-Diepoxy-5,8,5',8',tetrahydro- $\beta,\beta$ -carotin

## 7.6

### Substitutive und sonstige Veränderungen von Stammstrukturen

Werden in fundamentale Naturstoff-Stammsysteme weitere Mehrfachbindungen und Substituenten eingeführt, greifen die Regeln der allgemeinen systematischen Nomenklatur, wie Tabelle 24 exemplarisch zeigt.

**Tabelle 24.** Einige Beispiele für höherungesättigte und mit zusätzlichen Substituenten versehene fundamentale Steroidsysteme

Trivialname	Semisystematischer Name
Aldosteron	18,11-Halbacetal des 11 $\beta$ ,21-Dihydroxy-3,20-dioxo-4-pregnen-18-al
Androsteron	3 $\alpha$ -Hydroxy-5 $\alpha$ -androstan-17-on
Cholecalciferol	9,10-Seco-5,7,10(19)-cholestatrien-3 $\beta$ -ol
Cholester(in, ol)	5-Cholesten-3 $\beta$ -ol
Cholsäure	3 $\alpha$ ,7 $\alpha$ ,12 $\alpha$ -Trihydroxy-5 $\beta$ -cholan-24-säure
Corticosteron	11 $\beta$ ,21-Dihydroxy-4-pregnen-3,20-dion
Cortisol	11 $\beta$ ,17,21-Trihydroxy-4-pregnen-3,20-dion
Cortison	17,21-Dihydroxy-4-pregnen-3,11,20-trion
De(s)oxycorticosteron	21-Hydroxy-4-pregnen-3,20-dion
Ergocalciferol	9,10-Seco-5,7,10(19),22-ergostatetraen-3 $\beta$ -ol
Ergoster(in, ol)	5,7,22-Ergostatrien-3 $\beta$ -ol
Ö(E)stradiol-17 $\alpha$	1,3,5(10)-Ö(E)stratrien-3,17 $\alpha$ -diol
Ö(E)striol	1,3,5(10)-Ö(E)stratrien-3,16 $\alpha$ ,17 $\beta$ -triol
Ö(E)stron	3-Hydroxy-1,3,5(10)-ö(e)stratrien-17-on
Lanoster(in, ol)	8,24-Lanostadien-3 $\beta$ -ol
Lithocholsäure	3 $\alpha$ -Hydroxy-5 $\beta$ -cholan-24-säure
Progesteron	4-Pregnen-3,20-dion
Testosteron	17 $\beta$ -Hydroxy-4-androsten-3-on

## 8 Anhang

### 8.1

#### Vollständige Liste der in der Austausch- und Heteran-Nomenklatur verwendbaren „a“-Termini

**Tabelle 25.** Vollständige Liste der Austauschtermini in abfallender Rangordnung

Element	„a“-Präfix	Element	„a“-Präfix	Element	„a“-Präfix
F	Fluora	Au	Aura	Eu	Europa
Cl	Chlora	Ni	Nickela	Gd	Gadolina
Br	Broma	Pd	Pallada	Tb	Terba
I	Ioda	Pt	Platina	Dy	Dysprosa
At	Astata	Co	Cobalta	Ho	Holma
O	Oxa	Rh	Rhoda	Er	Erba
S	Thia	Ir	Irida	Tm	Thula
Se	Selena	Fe	Ferra	Yb	Ytterba
Te	Tellura	Ru	Ruthena	Lu	Luteta
Po	Polona	Os	Osma	Ac	Actina
N	Aza	Mn	Mangana	Th	Thora
P	Phospha	Tc	Techneta	Pa	Protactina
As	Arsa	Re	Rhena	U	Urana
Sb	Stiba	Cr	Chroma	Np	Neptuna
Bi	Bisma	Mo	Molybda	Pu	Plutona
C	Carba	W	Tungsta <sup>a</sup>	Am	America
Si	Sila	V	Vanada	Cm	Cura
Ge	Germa	Nb	Nioba	Bk	Berkela
Sn	Stanna	Ta	Tantala	Cf	California
Pb	Plumba	Ti	Titana	Es	Einsteina
B	Bora	Zr	Zircona	Fm	Ferma
Al	Alumina	Hf	Hafna	Md	Mendelewa
Ga	Galla	Sc	Scanda	No	Nobela
In	Inda	Y	Yttra	Lr	Lawrenca
Tl	Thalla	La	Lanthana	Be	Berylla
Zn	Zinca	Ce	Cera	Mg	Magnesa
Cd	Cadma	Pr	Praseodyma	Ca	Calca
Hg	Mercura	Nd	Neodyma	Sr	Stronta
Cu	Cupra	Pm	Prometha	Ba	Bara
Ag	Argenta	Sm	Samara	Ra	Rada

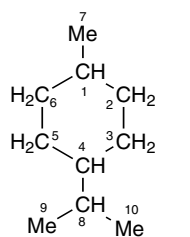
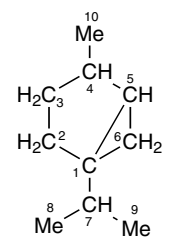
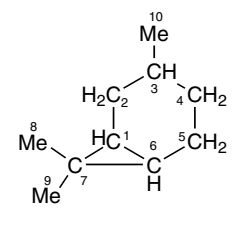
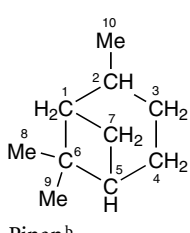
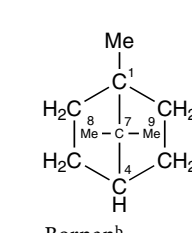
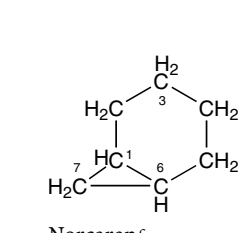
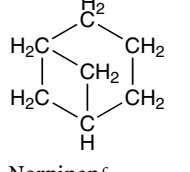
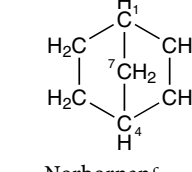
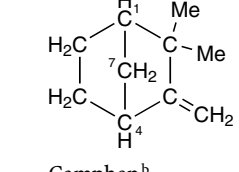
<sup>a</sup> Auch Wolframa.

## 8.2

## Tabellen gebräuchlicher Trivial- (und Semitrivial-) Namen

Bereits in Kapitel 1 dieses Buches sind größere Serien beizubehaltender Trivialnamen in Tabellenform zusammengestellt worden (Kondensierte Polycyclen: Tabelle 1, S. 17–22; Heterocyclen: Tabellen 2 und 3, S. 45–51). Für die zahlreichen Trivialnamen der funktionellen Verbindungsklassen des Kapitels 2 hat es sich als zweckmäßiger erwiesen, diese nicht direkt in den Text einzuarbeiten, sondern sie in einem Tabellenanhang zu vereinen.

Tabelle 26. Einfache Cyclische Terpen-Kohlenwasserstoffe<sup>a, b</sup>

 <p><i>p</i>-Menthan<sup>b</sup></p>	 <p>Thujan<sup>b</sup></p>	 <p>Caran<sup>b</sup></p>
 <p>Pinan<sup>b</sup></p>	 <p>Bornan<sup>b</sup></p>	 <p>Norcaran<sup>c</sup></p>
 <p>Norpinan<sup>c</sup></p>	 <p>Norbornan<sup>c</sup></p>	 <p>Camphen<sup>b</sup></p>

<sup>a</sup> Acyclische Terpene und Terpene vom Tetramethylcyclohexan-Typ werden systematisch benannt. Ungesättigte Derivate der obigen Trivial-Systeme werden wie üblich benannt, z. B.: 3-*p*-Menthen, 2,5-Norbornadien.

<sup>b</sup> Sind weitere Alkylgruppen vorhanden, benennt man systematisch.

<sup>c</sup> Diese Namen sind im Sinne reiner Trivialbegriffe noch weithin gebräuchlich, obwohl nach den neuen Regeln der Naturstoff-Nomenklatur (s. Kap. 7) das Präfix *Nor*... nur noch den Wegfall einer einzigen Methylgruppe anzeigt.

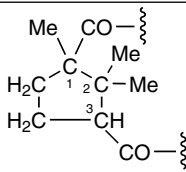
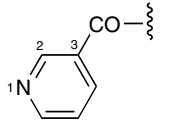
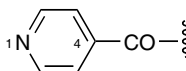
**Tabelle 27.** Carbonsäuren und ihre Substituentengruppen

Name der Säure <sup>a</sup>	Name der Gruppe	Formel
Gesättigte aliphatische Carbonsäuren (Vollständige Liste)		
Ameisensäure (Formic acid)	Formyl	$\text{HCO}-\text{~}$
Essigsäure <sup>b</sup> (Acetic acid)	Acetyl	$\text{H}_3\text{C}-\text{CO}-\text{~}$
Propionsäure	Propionyl	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{~}$
Buttersäure (Butyric acid)	Butyryl	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_2-\text{CO}-\text{~}$
Isobuttersäure) (Isobutyric acid)	Isobutyryl	$(\text{H}_3\text{C})_2\text{CH}-\text{CO}-\text{~}$
Valeriansäure (Valeric acid)	Valeryl	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_3-\text{CO}-\text{~}$
Isovaleriansäure	Isovaleryl	$(\text{H}_3\text{C})_2\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{~}$
Pivalinsäure	Pivaloyl	$(\text{H}_3\text{C})_3\text{C}-\text{CO}-\text{~}$
Laurinsäure	Lauroyl	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_{10}-\text{CO}-\text{~}$
Myristinsäure	Myristoyl	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_{12}-\text{CO}-\text{~}$
Palmitinsäure	Palmitoyl	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_{14}-\text{CO}-\text{~}$
Stearinsäure	Stearoyl	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_{16}-\text{CO}-\text{~}$
Gesättigte aliphatische Dicarbonsäuren (Unvollständige Liste)		
Oxalsäure	Oxalyl	$\text{~}-\text{CO}-\text{CO}-\text{~}$
Malonsäure <sup>b</sup>	Malonyl	$\text{~}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{~}$
Bernsteinsäure <sup>b</sup> (Succinic acid)	Succinyl	$\text{~}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_2-\text{CO}-\text{~}$
Glutarsäure	Glutaryl	$\text{~}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_3-\text{CO}-\text{~}$
Adipinsäure	Adipoyl	$\text{~}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_4-\text{CO}-\text{~}$
Pimelinsäure <sup>b</sup>	Pimeloyl	$\text{~}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_5-\text{CO}-\text{~}$
Korksäure <sup>b</sup> (Suberic acid)	Suberoyl	$\text{~}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_6-\text{CO}-\text{~}$
Azelainsäure <sup>b</sup>	Azelaoyl	$\text{~}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_7-\text{CO}-\text{~}$
Sebacinsäure <sup>b</sup>	Sebazoyl	$\text{~}-\text{CO}-(\text{CH}_2)_8-\text{CO}-\text{~}$

<sup>a</sup> Vollständige englische Namen sind nur angegeben, wenn sie sehr stark von den im Deutschen gebräuchlichen Begriffen abweichen. Ansonsten enden alle Säuren im Englischen auf ...**ic acid**, wobei die Silbe ...**ic** entweder direkt an den deutschen Namen angehängt werden kann (Oxalsäure → Oxalic acid) oder durch Umformung der Endsilben ...**in** (Pivalinsäure → Pivalic acid), ...**oe** (Benzoesäure → Benzoic acid), ...**yl** (Toluylsäure → Toluic acid) and ...**a** (Atropasäure → Atropic acid) entsteht.

<sup>b</sup> Nur diese Trivialnamen sollen nach IUPAC noch substitutiv veränderbar sein; in allen anderen Fällen sind Derivate systematisch zu benennen.

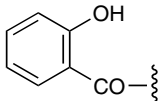
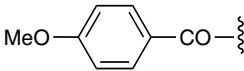
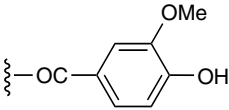
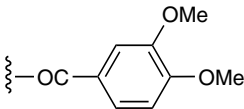
Tabelle 27 (Fortsetzung)

Name der Säure <sup>a</sup>	Name der Gruppe	Formel
Ungesättigte aliphatische Carbonsäuren (Unvollständige Liste)		
Acrylsäure	Acryloyl	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CO}-\text{~}$
Propiolsäure	Propioloyl	$\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CO}-\text{~}$
Methacrylsäure	Methacryloyl	$\text{H}_2\text{C}=\text{C}(\text{CH}_3)-\text{CO}-\text{~}$
Crotonsäure ( <i>trans</i> )	Crotonoyl	} $\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CO}-\text{~}$
Isocrotonsäure ( <i>cis</i> )	Isocrotonoyl	
Ölsäure ( <i>cis</i> ) (Oleic acid)	Oleoyl	} $\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}_3$ $\parallel$ $\text{CH}-(\text{CH}_2)_7-\text{CO}-\text{~}$
Elaidinsäure ( <i>trans</i> )	Elaidoyl	
Maleinsäure ( <i>cis</i> )	Maleoyl	} $\text{~}-\text{CO}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CO}-\text{~}$
Fumarsäure ( <i>trans</i> )	Fumaroyl	
Muconsäure	Muconoyl	$\text{~}-\text{CO}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CO}-\text{~}$
Citraconsäure ( <i>cis</i> )	Citraconoyl	} $\text{~}-\text{CO}-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CO}-\text{~}$
Mesaconsäure ( <i>trans</i> )	Mesaconoyl	
Cyclische Carbonsäuren (Unvollständige Liste)		
Camphersäure <sup>b</sup> (Camphoric acid) (nicht mehr empfohlen)	Camphoroyl	
Benzoessäure	Benzoyl	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}-\text{~}$
Phthalsäure ( <i>o</i> )	Phthaloyl	} $\text{C}_6\text{H}_4(\text{CO}-\text{~})_2$
( <i>Iso,Tere</i> )phthalsäure ( <i>m,p</i> )	( <i>Iso,Tere</i> )phthaloyl	
Naphthoesäure	Naphthoyl	$\text{C}_{10}\text{H}_7-\text{CO}-\text{~}$
Toluylsäure ( <i>o,m,p</i> )	Toluoyl	$\text{H}_3\text{C}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CO}-\text{~}$
Hydratropasäure	Hydratropoyl	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CO}-\text{~}$
Atropasäure	Atropoyl	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{C}(=\text{CH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Zimtsäure (Cinnamic acid)	Cinnamoyl	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}-\text{CO}-\text{~}$
Nicotinsäure	Nicotinoyl	
Isonicotinsäure	Isonicotinoyl	

**Tabelle 27** (Fortsetzung)

Name der Säure <sup>a</sup>	Name der Gruppe	Formel
<b>Peroxysäuren</b>		
Perameisensäure (Performic acid)	–	$\text{HC(O)OOH}$
Peressigsäure (Peracetic acid)	–	$\text{H}_3\text{C}-\text{C(O)OOH}$
Perbenzoesäure	–	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{C(O)OOH}$

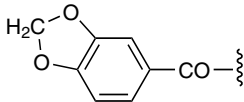
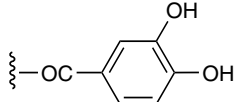
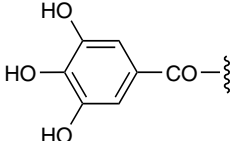
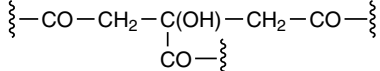
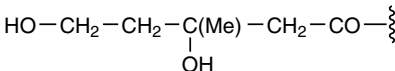
**Tabelle 28.** Hydroxy- und Alkoxycarbonsäuren (Unvollständige Liste)

Name der Säure <sup>a</sup>	Name der Gruppe	Formel
Glykolsäure	Glykoloyl	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{~}$
Milchsäure (Lactic acid)	Lactoyl	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH(OH)}-\text{CO}-\text{~}$
Glycerinsäure	Glyceroyl	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH(OH)}-\text{CO}-\text{~}$
Tartronsäure	Tartronyl	$\text{~}-\text{CO}-\text{CH(OH)}-\text{CO}-\text{~}$
Äpfelsäure (Malic acid)	Maloyl	$\text{~}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH(OH)}-\text{CO}-\text{~}$
Tropasäure	Tropoyl	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}(\text{CH}_2\text{OH})-\text{CO}-\text{~}$
Benzilsäure	Benziloyl	$(\text{C}_6\text{H}_5)_2\text{C(OH)}-\text{CO}-\text{~}$
Mandelsäure	Mandeloyl	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH(OH)}-\text{CO}-\text{~}$
Salicylsäure	Salicyloyl	
Anissäure	Anisoyl	
Vanillinsäure	Vanilloyl	
Veratrumsäure	Veratroyl	

<sup>a</sup> Fußnote<sup>a</sup> der Tabelle 27 gilt entsprechend.



**Tabelle 28** (Fortsetzung)

Name der Säure <sup>a</sup>	Name der Gruppe	Formel
Piperonylsäure	Piperonyloyl	
Protocatechusäure	Protocatechuoyl	
Gallussäure	Galloyl	
Citronensäure	–	
Mevalonsäure	–	

**Tabelle 29.** Oxocarbonsäuren

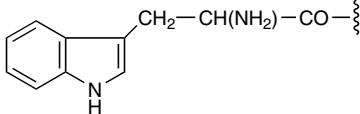
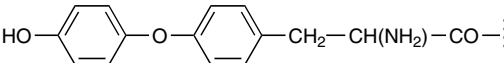
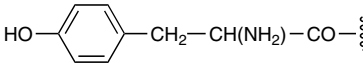
Name der Säure <sup>a</sup>	Name der Gruppe	Formel
Glyoxylsäure	Glyoxyloyl	$\text{OHC-CO-}$
Brenztraubensäure (Pyruvic acid)	Pyruvoyl	$\text{H}_3\text{C-CO-CO-}$
Acetessigsäure (Acetoacetic acid)	Acetoacetyl	$\text{H}_3\text{C-CO-CH}_2\text{-CO-}$
Lävulinsäure	–	$\text{H}_3\text{C-CO-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CO-}$
Mesoxalsäure	Mesoxalyl	$\text{-CO-CO-CO-}$
	Mesoxalo	$\text{HOOC-CO-CO-}$
Oxalessigsäure	Oxalacetyl	$\text{-CO-CH}_2\text{-CO-CO-}$
	Oxalaceto	$\text{HOOC-CO-CH}_2\text{-CO-}$

<sup>a</sup> Fußnote<sup>a</sup> der Tabelle 27 gilt entsprechend.

**Tabelle 30.** Die wichtigsten  $\alpha$ -Aminocarbonsäuren

Aminosäure	Abkürzung <sup>a</sup>	Gruppe	Formel
Alanin	Ala (A)	Alanyl	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
$\beta$ -Alanin		$\beta$ -Alanyl	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{~}$
Arginin	Arg (R)	Arginyl	$\begin{array}{c} \text{HN}=\text{C}-\text{NH}-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}-\text{CO}-\text{~} \\   \qquad \qquad   \\ \text{NH}_2 \qquad \text{NH}_2 \end{array}$
Cystathionin	–	Cystathionyl	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~} \\   \\ \text{S} \\   \\ \text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~} \end{array}$
Cystein	Cys (C)	Cysteiny	$\text{HS}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Cystin	–	Cystyl	$\begin{array}{c} \text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~} \\   \\ \text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~} \end{array}$
Glycin	Gly (G)	Glycyl	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{~}$
Histidin	His (H)	Histidyl	$\begin{array}{c} \text{HC}=\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~} \\   \qquad \qquad   \\ \text{HN} \qquad \text{N} \\   \qquad \qquad   \\ \text{C} \qquad \qquad \text{H} \end{array}$
Homocystein	–	Homocysteiny	$\text{HS}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Homoserin	–	Homoseryl	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Isoleucin	Ile (I)	Isoleucyl	$\text{C}_2\text{H}_5-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Lanthionin	–	Lanthionyl	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~} \\   \\ \text{S} \\   \\ \text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~} \end{array}$
Leucin	Leu (L)	Leucyl	$(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Lysin	Lys (K)	Lysyl	$\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Methionin	Met (M)	Methionyl	$\text{H}_3\text{C}-\text{S}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Norleucin	–	Norleucyl	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Norvalin	–	Norvalyl	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Ornithin	–	Ornithyl	$\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_3-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Phenylalanin	Phe (F)	Phenylalanyl	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Prolin	Pro (P)	Prolyl	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{C}-\text{CH}-\text{CO}-\text{~} \\   \qquad \qquad   \\ \text{H}_2\text{C} \qquad \text{NH} \\   \\ \text{C} \\   \\ \text{H}_2 \end{array}$
Sarcosin	–	Sarcosyl	$\text{H}_3\text{C}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{~}$

Tabelle 30 (Fortsetzung)

Aminosäure	Abkürzung <sup>a</sup>	Gruppe	Formel
Serin	Ser (S)	Seryl	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Threonin	Thr (T)	Threonyl	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Tryptophan	Trp (W)	Tryptophyl	
Thyronin	–	Thyronyl	
Tyrosin	Tyr (Y)	Tyrosyl	
Valin	Val (V)	Valyl	$(\text{H}_3\text{C})_2\text{CH}-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Asparaginsäure (Aspartic acid)*	Asp (D) <sup>b</sup>	$\alpha$ -Aspartyl $\beta$ -Aspartyl Aspartoyl	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$ $\text{~}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$ $\text{~}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Asparagin	Asn (N) <sup>b</sup>	Asparaginyl	$\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Glutaminsäure	Glu (E) <sup>c</sup>	$\alpha$ -Glutamyl $\gamma$ -Glutamyl Glutamoyl	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$ $\text{~}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$ $\text{~}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Glutamin	Gln (Q) <sup>c</sup>	Glutaminyl	$\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{CO}-\text{~}$
Carbaminsäure		Carbamoyl	$\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{~}$
Carbazinsäure		Carbazoyl	$\text{H}_2\text{N}-\text{NH}-\text{CO}-\text{~}$
Allophansäure		Allophanoyl	$\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{NH}-\text{CO}-\text{~}$
Hydantoinsäure		–	$\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{COOH}$

\* Fußnote<sup>a</sup> von Tabelle 27 gilt entsprechend.

<sup>a</sup> IUPAC-IUB Commission on Biochemical Nomenclature, Pure and Applied Chemistry 31, 641 (1972). Die Drei-Buchstaben-Symbole sind für den normalen Gebrauch bestimmt; die Ein-Buchstaben-Symbole sollen nur in speziellen Fällen Anwendung finden, insbesondere wenn es die Platzfrage gebietet.

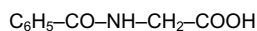
<sup>b</sup> Zusätzlich wird vorgeschlagen den Buchstaben B zu verwenden, wenn es nicht klar ist, ob **Asparagin** oder **Asparaginsäure** vorliegt.

<sup>c</sup> Der Buchstabe Z wird verwendet, wenn nicht klar ist, ob **Glutamin** oder **Glutaminsäure** vorliegt. Jede andere, unbekannte Aminosäure wird mit dem Buchstaben X angezeigt.

## Andere Aminosäuren und Amidsäuren

Hippursäure

?



Anthranilsäure

?

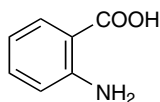
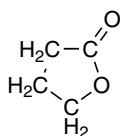
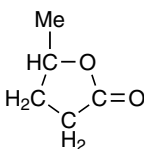
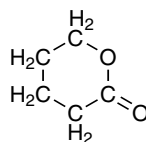
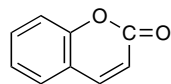
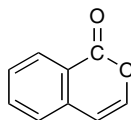


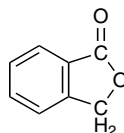
Tabelle 31. Lactone und Lactame

 $\gamma$ -Butyrolacton $\gamma$ -Valerolacton $\delta$ -Valerolacton

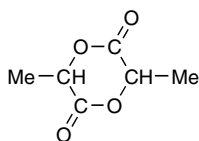
Cumarin



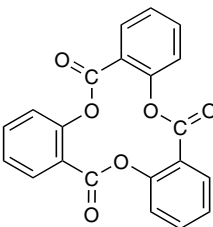
Isocumarin



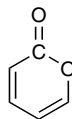
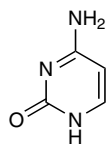
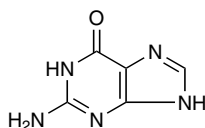
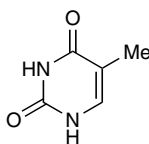
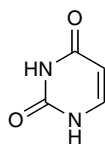
Phthalid



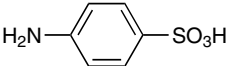
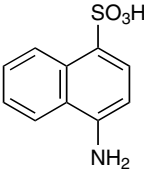
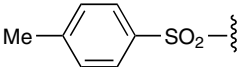
Dilactid



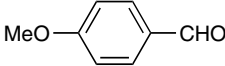
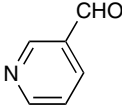
Trisalicylid

2-Pyrone oder  
 $\alpha$ -PyroneCytosin(C)<sup>a</sup>Guanin (G)<sup>a</sup>Thymin(T)<sup>a</sup>Uracil(U)<sup>a</sup><sup>a</sup> Abkürzungen, wie sie für Nucleinsäuren verwendet werden.

**Tabelle 32.** Sulfonsäuren und entsprechende Substituentengruppen

Sulfonsäure	Gruppe	Formel
Sulfanilsäure	–	
Naphthionsäure	–	
Taurin	Tauryl	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{SO}_2-\text{~}$
Methansulfonsäure	Mesyl	$\text{H}_3\text{C}-\text{SO}_2-\text{~}$
p-Toluolsulfonsäure	Tosyl	

**Tabelle 33.** Aldehyde

Aldehyd	Formel
Formaldehyd	$\text{HCHO}$
Acetaldehyd	$\text{H}_3\text{C}-\text{CHO}$
Propionaldehyd	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CHO}$
Butyraldehyd	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CHO}$
Isobutyraldehyd	$(\text{H}_3\text{C})_2\text{CH}-\text{CHO}$
Valeraldehyd	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CHO}$
Isovaleraldehyd	$(\text{H}_3\text{C})_2\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CHO}$
Acrylaldehyd oder Acrolein	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CHO}$
Crotonaldehyd	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CHO}$
Benzaldehyd	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CHO}$
Zimtaldehyd (Cinnamaldehyd) <sup>a</sup>	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}-\text{CHO}$
p-Anisaldehyd	
Nicotinaldehyd	

<sup>a</sup> Fußnote<sup>a</sup> von Tabelle 27 gilt sinngemäß.

Tabelle 33 (Fortsetzung)

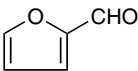
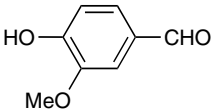
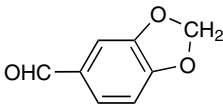
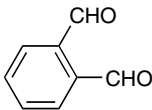
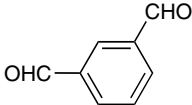
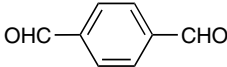
Aldehyd	Formel
2-Furaldehyd oder Furfural	
Glyceraldehyd	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CHO}$
Glycolaldehyd	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CHO}$
Citral	$(\text{H}_3\text{C})_2\text{C}=\text{CH}-(\text{CH}_2)_2-\text{C}(\text{CH}_3)=\text{CH}-\text{CHO}$
Vanillin	
Piperonal	
Glyoxal	$\text{OHC}-\text{CHO}$
Malonaldehyd	$\text{OHC}-\text{CH}_2-\text{CHO}$
Succinaldehyd	$\text{OHC}-(\text{CH}_2)_2-\text{CHO}$
Glutaraldehyd	$\text{OHC}-(\text{CH}_2)_3-\text{CHO}$
Adipaldehyd	$\text{OHC}-(\text{CH}_2)_4-\text{CHO}$
Phthalaldehyd	
Isophthalaldehyd	
Terephthalaldehyd	

Tabelle 34. Ketone

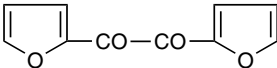
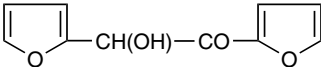
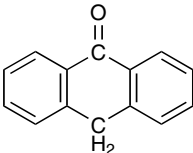
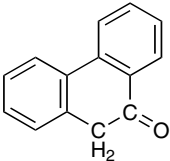
Keton	Formel
Aceton	$\text{H}_3\text{C}-\text{CO}-\text{CH}_3$
Propiophenon	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
Desoxybenzoin	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_5$
Chalkon	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_5$
Biacetyl	$\text{H}_3\text{C}-\text{CO}-\text{CO}-\text{CH}_3$
Benzil	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_5$
2,2'-Furil	
2,2'-Furoin	
Acetoin	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CO}-\text{CH}_3$
Benzoin	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}(\text{OH})-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_5$
Anthron	
Phenanthron	
Keton-Substituentengruppen	
Acetonyl	$\text{H}_3\text{C}-\text{CO}-\text{CH}_2-$
Acetonyliden	$\text{H}_3\text{C}-\text{CO}-\text{CH}=-$
Phenacyl	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}-\text{CH}_2-$
Phenacyliden	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}-\text{CH}=-$

Tabelle 35. Alkohole

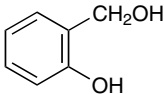
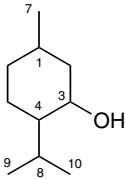
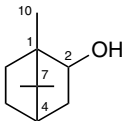
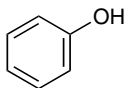
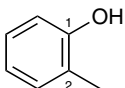
Alkohol	Formel
Allylalkohol	$\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{OH}$
<i>tert</i> -Butylalkohol	$(\text{H}_3\text{C})_3\text{C}-\text{OH}$
Benzylalkohol	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{OH}$
Phenethylalkohol	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$
Salicylalkohol	
Crotylalkohol	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{OH}$
Geraniol	$(\text{CH}_3)_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{OH}$
Farnesol	$\text{HO}-\text{H}_2\text{C}-\text{CH}=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}=\text{CH}_2$
Phytol	$\text{HO}-\text{H}_2\text{C}-\text{CH}=\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}-(\text{CH}_2)_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_3$
Ethylenglykol	$\text{HO}-\text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$
Propylenglykol	$\text{H}_3\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{OH}$
Glycerin (Glycerol)	$\text{HO}-\text{H}_2\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{OH}$
Pinakol	$(\text{H}_3\text{C})_2\text{C}(\text{OH})-\text{C}(\text{OH})(\text{CH}_3)_2$
Erythrit (Erythritol)	$\text{HO}-\text{H}_2\text{C}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{OH}$
Pentaerythrit	$\text{C}(\text{CH}_2-\text{OH})_4$
Menthol	
Borneol	



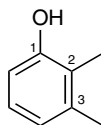
Tabelle 36. Phenole



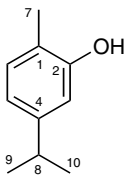
Phenol



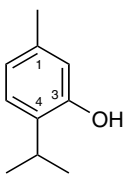
o-Kresol



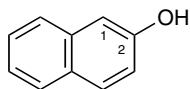
2,3-Xylenol



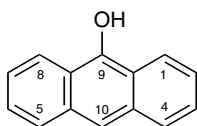
Carvacrol



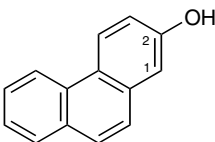
Thymol



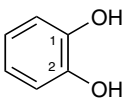
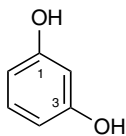
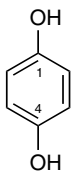
2-Naphthol



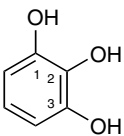
9-Anthrol



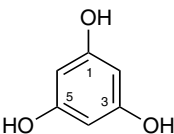
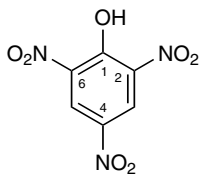
2-Phenanthrol

Brenzkatechin  
(Pyrocatechol)Resorcin  
(Resorcinol)

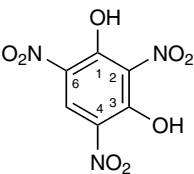
Hydrochinon



Pyrogallol

Phloroglucin  
(Phloroglucinol)

Pikrinsäure



Styphninsäure

Tabelle 37. Ether

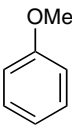
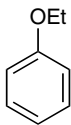
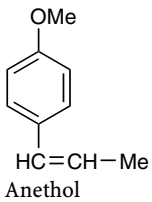
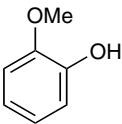
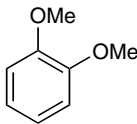
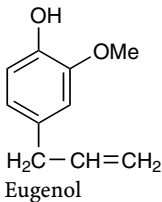
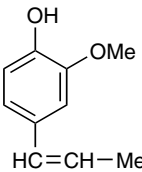
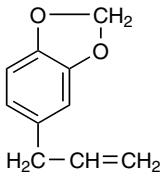
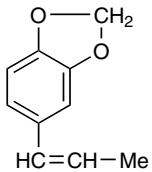
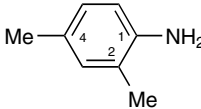
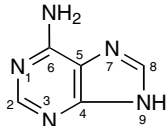
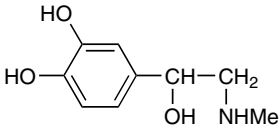
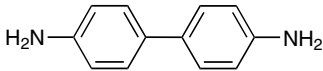
		
Anisol	Phenetol	Anethol
		
Guajakol	Veratrol	Eugenol
		
Isoeugenol	Safrol	Isosafrol

Tabelle 38. Amine, Ammoniumverbindungen und Amide

Trivialname	Formel
Anilin	$\text{C}_6\text{H}_5\text{-NH}_2$
<i>o,m,p</i> -Anisidin	$\text{H}_3\text{C-O-C}_6\text{H}_4\text{-NH}_2$
<i>o,m,p</i> -Phenetidin	$\text{C}_2\text{H}_5\text{-O-C}_6\text{H}_4\text{-NH}_2$
<i>o,m,p</i> -Toluidin	$\text{H}_3\text{C-C}_6\text{H}_4\text{-NH}_2$
2,4-Xylidin	
Adenin (A) <sup>a</sup>	

<sup>a</sup> Abkürzung, wie sie in Nucleinsäuren verwendet wird.

**Tabelle 38** (Fortsetzung)

Trivialname	Formel
Colamin	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$
Sphingosin	$\text{H}_3\text{C}-(\text{CH}_2)_{12}-\text{CH}=\text{CH}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{CH}_2-\text{OH}$
Ephedrin	$\text{Ph}-\underset{\text{OH}}{\text{CH}}-\underset{\text{NHMe}}{\text{CH}}-\text{CH}_3$
Benzedrin	$\text{Ph}-\text{CH}_2-\underset{\text{NH}_2}{\text{CH}}-\text{CH}_3$
Adrenalin	
Putrescin	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$
Cadaverin	$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{NH}_2$
Benzidin	
Cholin (bromid usw.)	$\text{HO}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N}^+(\text{CH}_3)_3\text{Br}^-$
Betain	$^-\text{OOC}-\text{CH}_2-\text{N}^+(\text{CH}_3)_3$
Betain (hydrobromid usw.)	$\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{N}^+(\text{CH}_3)_3\text{Br}^-$ usw.
Di, Triacetamid	$\text{HN}(\text{CO}-\text{CH}_3)_2, \text{N}(\text{CO}-\text{CH}_3)_3$
Di, Tribenzamid	$\text{HN}(\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_5)_2, \text{N}(\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_5)_3$

**Tabelle 39.** Halogenverbindungen

Trivialname	Formel
Methylenchlorid, -bromid, -iodid, -fluorid	$\text{H}_2\text{CX}_2$
Fluoro-, Chloro-, Bromo-, Iodoform	$\text{HCX}_3$
Tetra-fluor-, -iod-, -brom-, -chlorkohlenstoff	$\text{CX}_4$
Benzalchlorid, -bromid, -iodid, -fluorid	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CHX}_2$
Benzotrichlorid, -bromid, -iodid, -fluorid	$\text{C}_6\text{H}_5-\text{CX}_3$
Di-iod-, -brom-, -chlor-, -fluor-carben (-methylen)	$:\text{CX}_2$
Phosgen oder Carbonyldichlorid usw.	$\text{Cl}-\text{CO}-\text{Cl}$
Thiophosgen oder Thiocarbonyldichlorid usw.	$\text{Cl}-\text{CS}-\text{Cl}$

---

# Sachverzeichnis

- Abeo... 209  
Aceanthren 29  
Acenaphtho... 16  
Acetale, cyclische 126  
Acetylen 9  
*aci*-Nitro... 128  
Acyl... 115  
Acylale 127  
Acylierte Amine 136  
Acylsubstituierte Hydrazine 143  
Adamantan 31  
Addierter Wasserstoff 124  
Additive Nomenklatur 88, 89  
Affix, operationelles 97, 106  
Aldehyde 226  
Aldehydsäuren 115  
Aldosen, Trivialnamen 157  
Alkaloide 90, 200  
Alkan 8  
Alkanpolyole 165  
Alkene 9  
Alkenine 9  
Alkine 9  
Alkohole 128, 229  
–, radiofunktionelle Nomenklatur 128  
–, Salze 129  
Alkoxy-carbonsäuren 221  
Alkyl 8  
Allen 9  
Allyl 10  
Alphabetische Reihenfolge/Ordnung 10, 12, 33, 37, 70, 76  
Alphabetisches Kürzel 12  
Amide 231  
Amidsäuren 115  
Amine 134, 231  
–, acylierte 136  
–, sekundäre 135  
–, tertiäre 135  
 $\alpha$ -Aminocarbonsäuren 223  
Aminoxide 88  
Aminyle 99  
Aminylene 99  
Ammoniumverbindung 231  
...an 8, 176, 200  
Anilide 136  
Anionen  
–, delokalisierte 107  
–, organische, Salze 152  
–, Prioritäten 109  
Annulene 15  
...ano 33  
Anomere Hydroxygruppe 173  
Anomeres Referenzatom 158  
Anorganische Koordinations-  
nomenklatur 149, 152  
*Ansa*-Verbindungen 197  
Anthra... 16  
Anthracenium 101  
Anthryl 29  
...anyl 9  
Apo... 209  
...arane 199  
Arena... 70  
Arene 16  
Arenium-Ionen 101  
Arine 89  
Aromate 16  
Aryldiazenole 140  
Arylhydroxydiazene 140  
Asymmetriezentrum 192  
...at 106  
a-Term, Prioritäten 53  
...ato 109  
Atomkonnektor 205  
Ausnahmebezeichnung 50  
Austauschnomenklatur 53, 55, 64, 68,  
70, 111, 132  
–, acyclische Systeme 55  
–, Naturstoff-Stammsysteme 213

- Axial-chiale Moleküle 194  
 Azan 134, 137  
 Azide 144  
 Azido... 144  
 ...azo... 141  
 Azoverbindung 139  
 Azoxyverbindung 139  
  
 Basiskomponente 16, 22  
 Benzal 44  
 Benzenium 101  
 Benzhydryl 44  
 Benzo... 16  
 Benzol 15  
 –, Valenzisomer 32  
 Benzvalen 32  
 Benzyl 44  
 Benzyliden (s. auch Benzal) 44  
 Bezifferung 24  
 –, Ausnahme 50  
 –, innere Gerüstatoome 24  
 –, Ringe 24  
 Bezifferungsregeln 182  
 Bicycloalkane 30  
 Bindungskonnektor 205  
 Bindungszahl 53  
 Biologische Quelle 199  
 Brücke, Heterocyclen 68  
 Brückendeskriptor 33  
 Brückenkopf 30, 33  
 Buchstabenabfolge 23  
 Butoxy 129  
  
 Carbane 147  
 Carbeniumionen 102  
 Carbokation, nichtklassisches 101  
 Carboniumionen 101  
 Carbonsäuren 219  
 –, cyclische 220  
 –, Ester 117  
 –, Salze 117  
 –, Substituentengruppen 219  
 –, ungesättigte aliphatische 220  
 ...carbonyl 116  
 ...carboxylat 106  
 Cardanolid 202  
 Carotine 200  
 Chalcogen-Ketten 130  
 Charakteristische Gruppen 76, 95  
 –, Präfixe 77, 80  
 –, Suffixe 80  
 Chem. Abstr.-Registernomenklatur 92  
  
 Chino 58  
 Chinoide Doppelbindungsanordnung 125  
 Chinolon 125  
 ...chinon 125  
 Chiralitätsebene 197  
 Chiralitätszentrum 192  
 Cholanthren 29  
 Cinnamyl 44  
 Cinnamylidin 44  
 CIP-Sequenzregel 191  
*cis/trans*-  
 – Deskriptor 187, 189  
 – Isomer 187  
 Cuban 32  
 Cumol 43  
 Cyclische  
 – Acetale 126  
 – Ketone 124  
 – Kumulene 91  
 – Sulfide 132  
 – Sulfone 134  
 – Sulfoxide 134  
 Cyclo... 14, 90, 207  
 Cycloalkana... 70  
 ...cycloalkane 30  
 Cyclohepta... 16  
 Cyclopenta... 16  
 Cyclophane 74, 197  
 Cyclophannomenklatur 33  
 Cymol 43  
  
 Dehydrierung 89  
 Dehydro-  
 – Namen 161  
 – Präfixe 202  
 – Suffixe 202  
 Dehydroannulene 89  
 Dehydroaromaten 89  
 Delokalisation 108  
 Delokalisierte  
 – Anionen 107  
 – Kationen 104  
 – Radikale 98  
 – Systeme 103  
 Delta-Konvention 91  
 Des... 90, 210  
 Deskriptoren 22  
 –, kondensierter Systeme 22  
 –, stereochemische 187  
 Desoxy-Präfix 162  
 Dewarbenzol 32

- Diazan 143  
 Diazen 139  
 Diazoamino... 144  
 Dicarbonsäuren, gesättigte aliphatischen 219  
 ...dichinon 125  
 Diethyloxidan 131  
 ...diyl 29  
 Doppelbindung 10, 40, 56  
 –, chinoide Anordnung 125  
 –, nichtkumulierte, maximale Anzahl 15, 16, 56  
 Dreifachbindung 10  
 Durol 43  
  
 Elektronen, ungepaarte 97  
 Element, ranghöchstes 59  
 Elementan 147, 148  
 –,  $\Lambda^n$ -Elementan 148  
 Elementhydride, gemischte 149  
 Elongierter Tetraeder 194  
*endo/exo*-Formalismus 193  
 ...eno 16, 33, 34  
 ...enylen 14  
*Ep(i)*..., ...epi... 35, 66  
 Epoxide 87, 132  
*erythro/threo*-Deskriptoren 193  
 Ether 231  
 Ethoxy 129  
 Ethylen 9, 14  
  
 Fischer-Projektion 157, 158, 191  
 Freie Radikale 98  
 Freie Valenz 13–15, 170, 182  
 Fulven 43  
 Funktionelle Verbindungsklassen, Rangfolge 150  
 Furo 58  
  
 Gattungsname (class name) 113  
 –, subtraktiver 90  
 Gemischte Elementhydride 149  
 Gerüstmodifizierende Präfixe 203, 211  
 Gonan 200, 201  
 Grenzformen 98, 112  
 Grignardverbindung 153  
 Gruppen  
 –, charakteristische 76, 95  
 – –, Präfixe 77, 80  
 – –, Suffixe 80  
 –, polyvalente 94  
 –, ranghöchste 76, 78  
 Gruppenname 43  
  
 Halbacetale 126  
 –, cyclische 158, 161  
 Halogenverbindung 232  
 Hantzsch-Widmann-Nomenklatur 54  
 Hauptbrücke 30  
 Hauptkette 10, 12, 179  
 Hauptring 30  
 Haworth-Representation 158  
 ...helixene 25  
 Helicität 194–196  
 Heterane 147  
 Heteroatome 52, 56  
 –, Bezifferung 52, 56  
 –, Vielfalt 60  
 Heterobrücke 66  
 Heterocyclen 45  
 –, acylierte 137  
 –, Brücken 68  
 –, endgültige Bezifferung 62  
 –, Trivialnamen 45  
 Heterocyclische Stammsysteme, Prioritäten 58  
 Heterospirocyclen, kondensierte 65  
 Homo... 88, 205  
 Hydrazine, acylsubstituierte 143  
 ...hydrazino 142  
 Hydrazyle 99  
 Hydrid 102, 108  
 Hydridion 105  
 Hydrido 149  
 Hydrierte cyclische Verbindungen 87  
 Hydron 101, 105, 108  
 Hydro  
 – -Präfixe 184, 202  
 – -Suffixe 202  
 Hydroxycarbonsäuren 221  
 Hydroxygruppe, anomere 173  
 Hydroxynitroyl 128  
  
 ...id 106  
 ...iden 13  
 Identische Komponente 27  
 Identische Peripherkomponente 61  
 ...idin 13  
 ...ido 109  
 ...idon 125  
 ...idyl 108, 109  
 Imidazo 58

- Imine 137
- ...imino 137
- Indizierter Wasserstoff 28, 37, 62, 100, 182, 205
- Inneres Salz 110
- ...io 109
- Ionen 53, 97
- ...ion(x-) 107
- Isobutan 11
- Isohexan 11
- Isopentan 11
- Isopren 11
- Isopropyl 11
- Isotop
- , defizitäre Verbindung 186
- , substituierte Verbindung 185
- ...ium 64, 100, 101
- ...iumyl 105, 109
- Kationen
- , delokalisierte 104
- , Prioritäten 109
- Kationisches System 64
- Ketale 126
- Ketone 228
- , cyclische 124
- , Substituentengruppen 228
- Ketosen, Trivialnamen 160
- Ketten
- , ranghöchste 179
- , ringsubstituierte 41
- Kettensubstituiertes Ringsystem 41
- Kettensystem, Prioritäten 179
- Ketyle 108
- Kohlenwasserstoffbrücke 66
- Komplexitätskriterien 119
- Komponenten
- , höhere Ordnung 27
- , identische 27
- , periphere 27
- Kondensationsnomenklatur 69
- Kondensierte Polycyclen 17
- , Trivialnamen, Prioritäten 17
- Konfiguration 157
- , relative 192
- Konfigurationsatom 157, 158
- Konfigurationspräfixe 159, 164
- Konformation 188
- Konjunktive Nomenklatur, lineare Monocarbonsäuren 115
- Koordinationsnomenklatur, anorganische 149, 150, 152, 153
- Kumulene, cyclische 91
- Kürzel, alphabetische 12
- Lactame 137, 225
- Lactone 225
- Lambda( $\lambda$ )<sup>n</sup>-Symbol 91
- Mancude (maximal number of non-cumulated double bounds) 205
- Maximale Anzahl nichtkumulierter Doppelbindungen 15, 16, 56
- Mehrfachbindung 32, 34, 35, 55
- Mercaptane 130
- Mesitylen 43
- Mesoformen 193
- Methanon 122, 123
- Metheno... 33
- Methin 13
- Methoxy 129
- Methylen 9, 13
- Methylenedioxy... 126
- Monoketone, radiofunktionelle Nomenklatur 123
- Monosaccharide 156
- Multiplizierende Präfixe 12, 40, 76
- Namen, additive 89
- Naphtho... 16
- Naphthyl 29
- Neopentan 11
- Nichtklassische Carbokationen 101
- Nichtkumulierte Doppelbindung, maximale Anzahl 15, 16, 56
- Nitriloxide 88
- ...NNO-Infix 142
- Nomenklatur
- , additive 88
- , identischer Verbände 132
- , konjunktive, lineare Monocarbonsäuren 115
- , radiofunktionelle 120
- –, Alkohole 128
- –, Monoketon 123
- Nor... 90, 203, 218
- Nucleinsäuren 225
- Numerierungsmuster
- , Naturstoffe 200
- , Steroide 200
- ...oat 106
- ...ohydrazid 143
- ...olat 106, 129

- ...olon 125
- ...onaphthon 123
- ...onitril 120
- ...onium 100
- ...ONN-Infixe 142
- Operationelle Affixe 97, 106
- Operationelles Suffix 97
- ...ophenon 123
- Organische Anionen, Salze 152
- Organische Derivate der Übergangsmetalle 153
- Organylelementan 147
- Orientierungsregeln 23, 62
- ...oxid 106, 129
- ...oxidanid 129
- Oxoalkylgruppen 122
- Oxocarbonsäuren 222
- ...oyl 116
- Ozonide 87
  
- Per... 138
- Perhydro... 28
- Peripherkomponenten 27
  - , identische 61
- Persäuren 115
- Perylo... 16
- ...phan 74
- Phenanthro... 16
- Phenanthryl 29
- Phenethyl 44
- Phenole 129, 230
  - , Salze 129
- Phenoxy 129
- Phenyl 15
- Phenylen 15
- Piperidon 125
- Pi( $\pi$ )-Komplexe 101
- Planar-chirale Moleküle 194
- Polyamine 135
- Polyazadiene 144
- Polyazane 144
- Polyazatriene 144
- Polyazene 144
- Polyazoverbindung 142
- Polyether 132
- Polyhydroxy-
  - -alkanale 156
  - -alkanone 156
  - -alkansäuren 156
  - -carbonsäuren 166
  - -oxepane 156
  - -tetrahydrofurane 156
  - -tetrahydropyrane 156
- Polyketone 123
- Polyphenyle 40
- Polyspirosystem 38, 75
- Polyspiroverbindung
  - , lineare 36
  - , verzweigte 36
- Polystickstoff-Stammsystem 145
- Polysulfide 132
- Polyvalente Gruppen 94
- Präfixe 76
  - , abtrennbare 183
  - , Dehydro- 202
  - , gerüstmodifizierende 203, 211
  - , Hydro- 202
  - , konfigurationelle 159
  - , multiplizierende 12, 40, 76
  - , nicht abtrennbare 183
  - , subtraktive 89, 184
- Präfixkombinationen,
  - Gerüsttransformationen 211
- Principal group 76
- Prioritäten 40
  - , Bezifferung 95
  - , Elemente 149
  - , Ketten- und Ringsysteme 179
  - , Onium-Grundtypen 100
  - , Stammsystem 40
- Prioritätenabfolge 149
  - , Verbindungsklassen 149
- Prioritätskriterium 10
- Prisman 31
- Propeller, dreizähliger 196
- Propoxy 129
- Propylen 14
- Pseudostereogenes C-Atom 193
- Pyridinmethiodid 89
- Pyrido 58
- Pyridon 125
- Pyrimido 58
- Pyrrolidon 125
  
- Radikale 85, 97
  - , delokalisierte 98
  - , freie 98
- Radiofunktionelle Nomenklatur 120
  - , Alkohole 128
  - , Monoketone 123
- Rangfolge
  - , der funktionellen Verbindungsklassen 150
  - , der Substituenten 76



- Ranghöchste Gruppe (principal group) 76, 78  
 Ranghöchstes Element 59  
 Referenzatom, anomeres 158  
 Referenzebene 187  
 Referenzgruppe 189  
 Registernamen 119  
 Reihenfolge/Ordnung, alphabetische 10, 12, 33, 37, 70, 76  
 Repetiereinheit 151  
 Resonanzformen 103, 104, 107  
 Retro... 210  
 Ringdesignator 161  
 Ringgröße 60  
 Ringkonformation 158  
 Ringsubstituierte Kette 41  
 Ringsysteme 179  
 –, kettensubstituierte 41  
 –, Prioritäten 179  
 –, ranghöchstes 180  
 –, zeichnerische Wiedergabe 23  
 R,S-Symbole 192  
  
 Saccharidderivate, Trivialnamen 177  
 ...salz 117  
 Salze  
 –, innere 110  
 –, organischer Anionen 152  
 Säureamide 136  
 Schraubenfragmente 195  
 Seco... 89, 208  
 Seitenkette 10, 12  
 –, funktionelle 114  
 Sekundärbrücke 30  
 Sekundäre Amine 135  
 Sekundärkomponente 22  
 Selektiv markierte Verbindung 186  
 Sequenzregel 188–190  
 –, CIP 191  
 Sigma( $\sigma$ )-Komplex 103  
 Solvens-komplexiert 152  
 Spezifisch markierte Verbindung 185  
 Spirostan 202  
 Spiroverknüpfung 34, 37, 39  
 Stammbegriff 56  
 Stammhydride  
 –, mehrfach metallierte 154  
 –, Namen 131, 133  
 Stammkomponente 181  
 Stammsaccharid 154  
 Stammsystem 40  
 –, heterocyclisches, Prioritäten 58  
 –, Prioritäten 40  
 Stereochemie 187  
 –, relative 193  
 –, von Steroiden 200  
 Stereodeskriptoren 156, 187  
 Stereogenes Zentrum 156, 159, 187, 190, 192  
 –, polycyclische Systeme 193  
 Steroide 199  
 –, Numerierungsschema 200  
 Steroidsystem, mit zusätzlichen Substituenten 216  
 Stilben 43  
 Styrol 43  
 Styryl 44  
 Substituenten, Rangfolge 76  
 Substituentengruppen 13, 14, 29, 41, 85  
 –, höhervalente 95  
 –, von Zuckern 170  
 Subtraktive  
 – Gattungsnamen 90  
 – Präfixe 89, 184  
 – Suffixe 89  
 Suffixe 76, 78  
 –, Dehydro- 202  
 –, Hydro- 202  
 –, operationelle 97  
 –, subtraktive 89  
 Sulfen 126  
 ...sulfid 106  
 Sulfide, cyclische 132  
 ...sulfilimin 134  
 ...sulfimide 134  
 Sulfin 126  
 Sulfone 133  
 –, cyclische 134  
 Sulfonsäuren 226  
 Sulfoxide 133  
 –, cyclische 134  
 ...sulfoximide 134  
 ...sulfoximin 134  
 Superatom 70  
 Supercyclen 69  
 Supergraph 70  
 Superketten 74  
 Superringsystem 69  
*syn/anti*-Formalismus 193  
*syn*-periplanare Anordnung 194  
 System  
 –, delokalisiertes 103  
 –, kationisches 64

Systematische Bezifferung, Ausnahmen 50

Systematische Endsilben 199

Terminales Segment 205

Terpene 200

–, cyclische Kohlenwasserstoffe 218

Tertiäre Amine 135

Tetra... 30

Tetracycloalkane 30

Tetraeder, elongierter 194

Tetrahedran 31

Tetramethylen 14

Thieno 58

Thioacetale 127

Thioaldehyde 125

Thiocarbonsäuren 119

Thioether 132

Thioketone 125

...thiolat 106

Thiole 130

Thiosäuren 115

Tolan 43

Toluol 43

Tri... 30

Triazene 144

Tricycloalkane 30

Trimethylen 14

Trimethylaminhydrochlorid 89

Tripodale stereogene Einheiten 190

Trischelat-Verbindungen 196

Trityl 44

Trivialnamen 17

–, Heterocyclen 45

–, kondensierte Polycyclen, Prioritäten 17

Twistan 31

Übergangsmetalle, organische Derivate 153

...uidyl 108

un... 199

Ungepaarte Elektronen 97

Unselektiv markierte Verbindung 186

Untersalpetrigsäure, Ester 140

Valenzisomere des Benzols 32

Verbände identischer Einheiten 93

Verbindung

–, hydrierte cyclische 87

–, isotop defizitäre 186

–, isotop-substituierte 185

–, selektiv markierte 186

–, spezifisch markierte 185

–, unselektiv markierte 186

Verbindungsklasse (funktionelle Klasse) 76, 114

–, Prioritätenabfolge 149

–, Rangfolge 79, 150

Verbindungsname, radiofunktioneller 86

Verbundgruppen, zentrale 96

Verschmelzungspositionen 22, 25, 52, 62, 63

Verschmelzungsprinzip 61

Vinyl 10

Vinylen 14

von Baeyer Namen 17

Wasserstoff

–, addierter 124

–, indizierter 28, 37, 62, 100, 182, 205

Wasserstoffisotope 184

Wittig-Reagenzien 108

Xylol 43

...yl 29, 97, 116

...yl-Anion 106

...ylazide 144

...ylazo 140

...ylyanide 120

...ylen 14, 29

...ylester 117

...ylid 108

...yliden 14, 29

...ylidenamine 137

...ylium 102, 103

...yliumyl 105

...yl-Kation 102

...yloxidamide 106

...yloxy 129

...ylsulfamide 106

...ylthio 127

Zeichnerische Wiedergabe der Ringsysteme 23

Zentrale Verbundgruppe 96

Ziffernabfolge 22, 26

Zuckerderivate 90

Zwei-Ring-Systeme, Ausnahmeregelung 61

Zwitterionen 110, 111