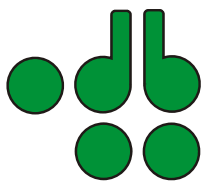


# **Das System der Chemieschrift in der deutschen Blindenschrift**





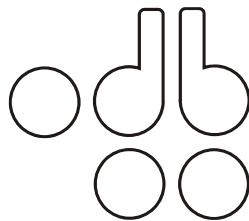
**Das System  
der Chemieschrift  
in der deutschen Blindenschrift**

# Marburger Systematiken der Blindenschrift

Begründet von Prof. Dr. Dr. Carl Strehl †; weitergeführt von Hans-Heinrich  
Schenk †, in Verbindung mit Dr. Emil Freund †, Dr. Friedrich Mittelsten  
Scheid † und Karl Britz  
neu herausgegeben von Jürgen Hertlein

Teil 23

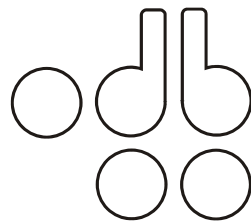
## **Das System der Chemieschrift in der deutschen Blindenschrift**



Verlag der Deutschen Blindenstudienanstalt e.V. Marburg (Lahn)

# **Das System der Chemieschrift in der deutschen Blindenschrift**

nach den Beschlüssen  
vom 13. März 2004  
in Leipzig



Deutsche Blindenstudienanstalt e.V. Marburg (Lahn)  
2005

Brailleschriftkommission der deutschsprachigen Länder  
Unterkommission Chemieschrift (Hrsg.)

Das System der Chemieschrift in der deutschen Blindenschrift

Redaktion: Ursula Gutsche, Soest  
Ernst-Dietrich Lorenz, Hannover  
Wolfgang Schneidereit, Marburg

Satz:  
Punktschriftausgabe  
Richard Heuer gen. Hallmann, Hagen  
Ernst-Dietrich Lorenz, Hannover

Schwarzschriftausgabe  
Heike Nerling, Soest  
Karl-Heinz Klier, Marburg

© 2005 Deutsche Blindenstudienanstalt e.V.,  
Postfach 1160, D-35001 Marburg/Lahn  
Tel.: 064 21/606-0; Telefax: 064 21/606-229  
Internet: [www.blista.de](http://www.blista.de)  
E-Mail: [info@blista.de](mailto:info@blista.de)

Diese Systematik erscheint in Schwarz- und Blindenschrift. Ihre unveränderte, vollständige Vervielfältigung zu privaten, nicht-kommerziellen Zwecken ist erlaubt. Das Titelblatt ist Bestandteil des Copyrights.

Schriften: Arial und  
Blindenschrift-Zeichensatz der Deutschen Blindenstudienanstalt e.V., Bestell-Nummer: 6013

Druck: Deutsche Blindenstudienanstalt e.V.  
Bestell-Nummer der Blindenschrift-Ausgabe: 4355  
Schwarzschrift-Ausgabe:  
Bestell-Nummer: 7613, ISBN 978-3-89642-021-3

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....		<b>7</b>	
<b>Editorische Notiz des Verlages</b> .....		<b>9</b>	
<b>Zur Textgestaltung</b> .....	<b>(1)</b>	<b>10</b>	
<b>Vorwort</b> .....	<b>(3)</b>	<b>11</b>	
<b>Zur Geschichte der Chemieschrift</b> .....	<b>(9)</b>	<b>15</b>	
<b>1 Zeichenübersicht</b> .....	<b>(13)</b>	<b>17</b>	
1.1 Operationszeichen .....	(13)	17	
1.2 Klammern .....	(14)	18	
1.3 Pfeile .....	(15)	18	
<b>2 Punktschrifttechnische Ankündigungszeichen</b> .....	<b>(17)</b>	<b>21</b>	
2.1 Chemische Formeln in laufenden Texten .....	(17)	21	
2.2 Indizes und Exponenten .....	(18)	21	
2.3 Groß- und Kleinschreibung .....	(19)	22	
2.4 Griechische Buchstaben .....	(20)	22	
2.5 Maßeinheiten .....	(20)	22	
2.6 Markierungen an Größen und Symbolen .....	(22)	23	
2.7 Punktschrifttechnische Hilfszeichen .....	(23)	<u>24</u>	<u>I / II</u>
<b>3 Darstellung chemischer Formeln</b> .....	<b>(25)</b>	<b>25</b>	
3.1 Summenformeln .....	(25)	25	
3.2 Indizes in Formeln .....	(26)	25	
3.3 Ionenladungen - Elementarladungen .....	(28)	27	
3.4 Obere und untere Indizes vor Elementsymbolen .....	(29)	27	
3.5 Reihenfolge der hinteren Indizes .....	(30)	28	
3.6 Erläuterungen zu Stoffsystemen - Klammerausdrücke ...	(31)	29	
3.7 Oxidationszahlen an Elementsymbolen in Summenformeln .....	(34)	31	
3.8 Komplexverbindungen .....	(36)	32	
<b>4 Reaktionsgleichungen in Summenschreibweise</b> .....	<b>(37)</b>	<b>35</b>	
<b>5 Besetzung von Energieniveaus</b> .....	<b>(39)</b>	<b>37</b>	

	<b>6 Strukturschreibweise</b> .....	(41)	<b>39</b>
	6.1 Einzelne Elektronen - einfach besetzte Orbitale .....	(41)	39
	6.2 Nicht bindende Elektronenpaare - nicht bindende doppelt besetzte Orbitale .....	(42)	39
	6.3 Bindende Elektronenpaare - bindende Orbitale .....	(43)	40
	6.4 Ladungen und Teilladungen .....	(45)	41
<u>II / III</u>	6.5 Reaktionsgleichungen in der Strukturschreibweise .....	(47)	<u>42</u>
	<b>7 Halbstrukturschreibweise für organische Moleküle</b> .	(49)	<b>45</b>
	<b>8 Darstellung cyclischer Verbindungen</b> .....	(53)	<b>49</b>
	8.1 Flächige Darstellung von Ringstrukturen .....	(53)	49
	8.2 Lineare Darstellung cyclischer Strukturen .....	(58)	53
	8.2.1 Einkernige cyclische Systeme .....	(59)	54
	8.2.2 Heterocyclische Ringsysteme .....	(75)	59
	8.2.3 Nicht-kondensierte Ringsysteme .....	(81)	60
	8.2.4 Saccharide .....	(87)	61
	8.2.5 Darstellung komplexer cyclischer Strukturen .....	(95)	64
	<b>Anhang</b> .....	(111)	<b>71</b>
	<b>A Liste verwendeter Zeichen</b> .....	(111)	<b>71</b>
	A1 Punktschriftsonderzeichen.....	(112)	71
	A2 Operationszeichen.....	(113)	72
	A3 Klammern.....	(114)	73
	A4 Indizes und Exponenten.....	(114)	73
	A5 Pfeile.....	(115)	73
<u>III / IV</u>	A6 Symbole zur Darstellung von Elektronen und <u>Elektronenpaaren</u> .....	(115)	74
	A7 Ladungen und Teilladungen .....	(117)	75
	<b>B Literaturverzeichnis</b> .....	(119)	<b>76</b>
<u>IV / V</u>	<b>C Adressen der Blindenschriftverlage</b> .....	(127)	<b><u>81</u></b>
	<b>D Beispiel einer taktilen Abbildung</b> .....		<b>82</b>



## Editorische Notiz des Verlages

Nach intensiver Arbeit konnte die von der „Brailleschrift-Kommission der deutschsprachigen Länder (BSK-DL)“ beauftragte Unterkommission Chemieschrift die neuen Regeln in Leipzig beschließen und die Herausgabe in verschiedenen Editionen auf den Weg bringen.

Wir danken den Mitgliedern der Unterkommission für ihren Einsatz und die sehr gute Zusammenarbeit sowie für die Überlassung der Originaldateien, konnten wir doch zusammen das nun vorliegende Ergebnis mit den taktilen Abbildungen in aufwändiger Detailarbeit realisieren. Die Deutsche Blindenstudienanstalt e.V. gibt das neue Regelwerk mit dem Titel „Das System der Chemieschrift in der deutschen Brailleschrift“ in Brailleschrift und in Schwarzschrift als Teil 23 ihrer Reihe „Marburger Systematiken der Brailleschrift“ heraus. Eine Aufstellung über alle in dieser Reihe erschienenen Bücher finden Sie im Internet auf der Homepage der Deutschen Blindenstudienanstalt e.V. ([www.blista.de](http://www.blista.de)). Wir senden Ihnen die Aufstellung auch gerne auf Wunsch zu. Die Texte des Regelwerkes finden Sie ebenfalls auf unserer homepage zum Herunterladen in Schwarzschrift als pdf-Datei sowie als Brailleschriftfassung für die Braillezeile.

V / VI

Wir hoffen, dass wir mit zur Vereinheitlichung und weiteren Verbreitung der Chemieschrift beitragen können.

Marburg/Lahn, 2005

Manfred Fuchs VI / 1

## Zur Textgestaltung

In der Schwarzschriftausgabe sind gesetzte Punkte der Brailleschriftzeichen durch dicke schwarze Punkte wiedergegeben. Um die Stellung der Punkte innerhalb der Grundform deutlich zu machen, sind die nicht gesetzten Punkte durch kleine Punkte dargestellt.

In der Brailleschriftausgabe sind anstelle der kleinen Platzhalterpunkte den Brailleschriftzeichen ggf. 6-Punktezeichen vorangestellt bzw. folgen ihnen, um die Stellung der Punkte innerhalb der Grundform zu verdeutlichen. Diese 6-Punktezeichen gehören nicht zum Schriftsymbol selbst. Wo dies ausnahmsweise doch der Fall ist, wird in einer Anmerkung ausdrücklich darauf hingewiesen.

Im Inhaltsverzeichnis befinden sich jeweils zwei Seitenzahlenangaben. In der Schwarzschriftausgabe ist die eingeklammerte Zahl die zugehörige Punktschriftseitenzahl. In der Punktschriftausgabe sind die Schwarzschriftseitenzahlen gesenkt geschrieben, die Punktschriftseitenzahlen folgen unmittelbar in normaler Schreibweise.

In der Schwarzschriftausgabe sind die Punktschriftseitenzahlen zusätzlich zu den Schwarzschriftseitenzahlen aufgeführt. Das letzte Wort einer Punktschriftseite ist unterstrichen und die zugehörigen Punktschriftseitenzahlen stehen am äußeren Rand der Schwarzschriftseite.

In der Punktschriftausgabe stehen die Schwarzschriftseitenangaben auf den ungeraden Seiten links unten und die Punktschriftseitenzahlen rechts. Der Schwarzschriftseitenwechsel ist durch das zwischen Leerfeldern stehende Punktschriftzeichen ∴ (Punkte 2,3) gekennzeichnet. Bei der Wiedergabe von Grafiken oder Formelsequenzen wird auf eine Kennzeichnung des Schwarzschriftseitenübergangs im Textbereich verzichtet, weil nur so sicherzustellen ist, dass Grafik- und Formelinhalt eindeutig identifizierbar bleiben. Um das Auffinden des Schwarzschriftseitenwechsels zu erleichtern, steht vor der Zeile, in der eine Schwarzschriftseite zu Ende geht, außerhalb des Satzspiegels das Punktschriftzeichen ∴ (Punkt 3).

1/2

2/3

## Vorwort

Bereits zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde auf Basis der Brailleschrift ein System zur Wiedergabe chemischer Ausdrücke in Blindenschrift entwickelt. Die dritte und bisher letzte Auflage erschien 1930.

Diese in Marburg erarbeitete Chemieschrift entsprach seit langem nicht mehr in allen Punkten der rasanten Weiterentwicklung in der Chemie in den letzten Jahrzehnten und der damit veränderten und erweiterten Darstellung chemischer Sachverhalte in der Schwarzschrift. Sie wurde deshalb an verschiedenen Stellen, die mit der blindengerechten Wiedergabe chemischer Ausdrücke befasst sind, weiterentwickelt. So existierten in den letzten Jahren unterschiedliche Konzepte zur Darstellung chemischer Sachverhalte, die z. T. erheblich voneinander abwichen. Eine Vereinheitlichung der

- in der Deutschen Blindenstudienanstalt, Marburg - DBStA,
- im Soester Förderzentrum für Blinde und hochgradig Sehbehinderte (FIBS) im Landesinstitut für Schule-LfS,
- in der Deutschen Zentralbücherei für Blinde zu Leipzig - DZB und
- in der Schweizerischen Bibliothek für Blinde und Sehbehinderte, Zürich - SBS

3/4

verwendeten Übertragungskonzepte erschien deshalb dringend geboten.

Die Brailleschriftkommission der deutschsprachigen Länder setzte dazu eine Unterkommission "Chemieschrift" ein, die erstmals 2001 in Leipzig tagte. Die Unterkommission "Chemieschrift" setzt sich zusammen aus Vertretern von Verlagen, die mit der Übertragung chemischer Texte in Punktschrift befasst sind, aus Chemielehrern, die Erfahrung mit der Erstellung chemischer Abhandlungen für blinde Schüler haben, und aus Experten, die bei der Abfassung und Publizierung von Braille-Regelwerken (u. a. auch der internationalen Mathematikschrift) beteiligt waren.

Die Kommission ist zusammengetreten, um eine Vereinheitlichung der "Chemieschriften" für den deutschsprachigen Raum zu erreichen und blinde Menschen in die Lage zu versetzen, alle ihnen zur Verfügung stehenden Texte gleichermaßen lesen und erarbeiten zu können.

Die am 13. März 2004 beschlossenen Regelungen zur Chemieschrift im deutschsprachigen Raum bauen auf dem System der deutschen Blindenschrift von 1998 und der internationalen Mathematikschrift von 1986/1992 auf, deren Kenntnis zum Verständnis der Regelungen in

dieser Systematik erforderlich ist. Für physikalische und mathematische Ausdrücke, die in dieser Systematik nicht geregelt sind, gilt das System der Mathematikschrift.

4/5

Die Regelungen für die Chemie konnten sich stärker als in der Mathematikschrift an den allgemeinen Regelungen von 1998 orientieren, z. B. bei der Groß- und Kleinschreibung und den Pfeilen. Die Chemieschrift in der 1930 veröffentlichten Form wurde gründlich modernisiert und ausgebaut. Anstelle der Wertigkeit treten Angaben zur Oxidationszahl. Die Strukturschreibweise wurde erheblich erweitert und verbessert. Hierbei wurde versucht, die Strukturformeln so weit wie möglich der Schwarzschriftform anzugleichen. Jedes Außenelektron soll in der Regel durch einen Braille-Punkt dargestellt werden.

Für Ringstrukturen wurde eine lineare Methode entwickelt, die zum großen Teil aus der britischen Chemieschrift übernommen wurde.

Diese Schrift beansprucht nicht, alle vorkommenden chemischen Zeichen berücksichtigt zu haben. Aber wir haben uns bemüht, alles zu regeln, was eine praktische Bedeutung haben könnte. Es kam der Kommission darauf an, die in chemischen Ausdrücken vorkommenden Zusammenhänge in Punktschrift wiedergeben zu können und dies unabhängig davon, welche typografische Gestalt die Schwarzschriftvorlage hat.

Diese Vereinbarungen müssen auf ihre Brauchbarkeit getestet und in bestimmten Zeitabständen den aktuellen Entwicklungen in der Darstellung chemischer Sachverhalte angepasst werden.

5/6

Mit dieser ersten eigenständigen Systematik zur Wiedergabe chemischer Sachverhalte in Punktschrift möchte die Kommission einerseits der gestiegenen Bedeutung der Chemie Rechnung tragen und andererseits einen Beitrag zur Integration blinder und sehbehinderter Menschen leisten.

6/7

Leipzig, 13. März 2004  
Brailleschriftkommission der deutschsprachigen Länder  
Unterkommission Chemieschrift

**Mitglieder der Unterkommission Chemieschrift**

Aldridge, Vivian, Basel

Sehbehindertenhilfe Basel - SBH

Brailleschriftkommission

Verband der Blinden- und Sehbehindertenpädagogen und -pädagoginnen - VBS

Bochsler, Marlies, Zürich

Schweizerische Bibliothek für Blinde und Sehbehinderte - SBS

Elgorriaga-Piippo, Ouli-Minna, Zürich

Schweizerische Bibliothek für Blinde und Sehbehinderte - SBS

Gutsche, Ursula, Soest

Conrad-von-Soest-Gymnasium

Landesinstitut für Schule - Förderzentrum für Blinde und hochgradig Sehbehinderte – LfS/FIBS

Heuer gen. Hallmann, Richard, Hagen

Arbeitsbereich Audiotaktile Medien der FernUniversität in Hagen - ZFE

Vorsitzender der Brailleschriftkommission und der Unterkommission Chemieschrift

Hund, Petra, Leipzig

Deutsche Zentralbücherei für Blinde zu Leipzig - DZB

Kreis, Martina, Leipzig

Deutsche Zentralbücherei für Blinde zu Leipzig - DZB

7/8

Lorenz, Ernst-Dietrich, Hannover

Medizinische Hochschule Hannover - MHH

Brailleschriftkommission

Deutsches Institut für Normung - DIN

Nerling, Heike, Soest

Landesinstitut für Schule - Förderzentrum für Blinde und hochgradig Sehbehinderte LfS/FIBS

Schmid, Erich, Wien

Bundes-Blindenerziehungsinstitut - BBI

Brailleschriftkommission

Österreichischer Blinden- und Sehbehindertenverband - ÖBSV

Schneiderei, Wolfgang, Marburg

Carl-Strehl-Schule der Deutschen Blindenstudienanstalt e.V. -

DBStA

## Zur Geschichte der Chemieschrift

Nachdem sich die von dem Franzosen Louis Braille 1825 entwickelte Punktschrift in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts allgemein als Blindenschrift durchgesetzt hatte, wurden schon zu Beginn des 20. Jahrhunderts erste Systeme zur Wiedergabe mathematischer und naturwissenschaftlicher Texte in Punktschrift entwickelt.

Nach den Vorschlägen von Karl Schlüter, Neuwied, wurde bereits auf dem XII. Blindenlehrerkongress in Hamburg 1907 das erste System der Mathematik- und Chemieschrift im deutschsprachigen Raum beschlossen. Ziel war dabei, auch blinden Menschen höhere Bildung (z.B. einen gymnasialen und universitären Abschluss) zu ermöglichen. Um diese Mathematik- und Chemieschrift weiter zu entwickeln, konstituierte sich 1917 in Marburg eine "Kommission für exakte Wissenschaften". Dr. Mittelsten Scheid, Dr. Windau und Prof. Zehme arbeiteten in deren Auftrag ein System der Mathematik- und Chemieschrift aus, welches 1918 beschlossen und 1919 veröffentlicht wurde.

Auf dem Internationalen Blindenvorkongress in Wien 1929 beauftragte man eine Kommission mit der Ausarbeitung einer internationalen Mathematik- und Chemieschrift. Diese Kommission beschloss, das Marburger System als Grundlage der weiteren Arbeit zu nehmen. Im Spätsommer 1937 wurde das Ergebnis dieser Arbeit von einem dreiköpfigen Arbeitsausschuss, bestehend aus dem Vorsitzenden Dr. Juringius (Schweden), Colonel Stafford (Großbritannien) und Dr. Mittelsten Scheid (Deutschland), formuliert und von allen beteiligten Ländern mit Ausnahme Frankreichs angenommen. Noch bevor das Ergebnis dieser Arbeiten veröffentlicht werden konnte, begann der 2. Weltkrieg und die Kontakte brachen ab.

9/10

Auf Basis dieser Vereinbarungen erschien in Großbritannien 1941 der "International Braille Code of Mathematics and Chemistry". Dieser Braille Code wurde später an das englische Punktschriftsystem angepasst.

In Deutschland wurde die Arbeit 1950 in der Blindenstudienanstalt in Marburg von einer vierköpfigen Arbeitsgemeinschaft unter der Leitung von Dr. Epheser wieder aufgenommen und 1955 die "Neufassung und Vervollständigung des Systems der internationalen Mathematikschrift für Blinde" herausgegeben, die sich als ein Beitrag zu einer zukünftigen Vereinheitlichung der Mathematik- und Chemieschrift verstand. Sie wurde in den 80er Jahren gründlich überarbeitet und 1986 in Punktschrift, sowie 1992 in Schwarzschrift neu herausgegeben.

Im Jahre 1975 wurde in Moskau ein System der Mathematik- und Chemieschrift veröffentlicht, das im chemischen Teil ein umfassendes

10/11

Regelwerk enthielt, welches auch für den universitären Bereich geeignet war.

In den USA wurde auf Grundlage des Nemeth-Codes (der amerikanischen Mathematikschrift) eine eigene Chemieschrift zur Übertragung wissenschaftlicher Werke erarbeitet, die ihre letzte Aktualisierung 1997 erfuhr.

Trotz der zunehmenden Bedeutung der Chemie fand eine Anpassung der Regelungen für die Chemieschrift an die aktuellen Erfordernisse im deutschsprachigen Raum zunächst nicht statt.

In den 80er Jahren wurde die zuletzt 1930 in dritter Auflage herausgegebene Marburger Chemieschrift in einigen Einrichtungen dann unabhängig voneinander weiterentwickelt - zunächst in der Schweiz von der Schweizerischen Bibliothek für Blinde und Sehbehinderte (SBS) und dann in der ehemaligen DDR (1989) und an der Carl-Strehl-Schule in Marburg (1988). Im Zuge der zunehmend geförderten integrativen Beschulung blinder Schüler wurde im Soester Förderzentrum für Blinde und hochgradig Sehbehinderte (FIBS) die Marburger Chemieschrift ebenfalls weiterentwickelt.

Dies führte dazu, dass allein im deutschsprachigen Raum mindestens fünf verschiedene Chemieschriften nebeneinander existierten.

11/12

Um diesen Missstand zu beheben, richtete die Brailleschriftkommission der deutschsprachigen Länder eine Unterkommission Chemieschrift ein, die in den Jahren 2001 bis 2004 die vorliegende Systematik erarbeitete.

12/13



# 1 Zeichenübersicht

## 1.1 Operationszeichen

Vor folgenden Zeichen muss ein Leerzeichen stehen, wenn sie als Operationszeichen verwendet werden (nach den Zeichen darf kein Leerfeld<sup>1</sup> gelassen werden):

+	Plus	⋅⋅
-	Minus	⋅⋅
±	Plus-Minus	⋅⋅⋅⋅
=	Gleich	⋅⋅
:	dividiert durch, verhält sich zu	⋅⋅

13/14

Vor folgendem Zeichen kann das Leerzeichen auch entfallen:

•	Mal	⋅⋅
---	-----	----

Dieses Zeichen steht ohne Leerzeichen, wenn keine vollständige Bruchschreibweise im Sinne der Mathematikschrift verwendet wird:

— oder /	Bruchstrich	⋅⋅
----------	-------------	----

Folgende Zeichen stehen ohne Leerzeichen:

/	Schrägstrich	⋅⋅⋅⋅
//	doppelter Schrägstrich	⋅⋅⋅⋅⋅⋅

<sup>1</sup> Bei der Kennzeichnung von Ladungszuständen und in Indexausdrücken tritt an die Stelle des Leerfeldes das Zusammenziehungszeichen ⋅⋅ Punkt 4 (siehe Kapitel 3.2).

## 1.2 Klammern

In der Punkschrift wird zwischen Text- und Formelklammern<sup>2</sup> unterschieden.

Unmittelbar nach den öffnenden und vor den schließenden Klammern dürfen keine Leerzeichen stehen. Vor öffnenden Klammern steht in der Regel kein Leerzeichen.

14/15

(...)	runde mathematische Klammern oder Formelklammern	⠠⠠⠠⠠⠠⠠
	verstärkte runde Formelklammern	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠
[...]	eckige Formelklammern	⠠⠠⠠⠠⠠⠠
	verstärkte eckige Formelklammern	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠
(...)	literarische oder Textklammern	⠠⠠⠠⠠⠠⠠
[...]	eckige literarische oder Textklammern	⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠⠠

## 1.3 Pfeile

Die Pfeile, die in der Mathematikschrift nur links mit Leerzeichen stehen, werden in der Chemieschrift in abgewandelter Form wiedergegeben und auch rechts mit Leerzeichen versehen, um eine größere Übersichtlichkeit zu erreichen (Ausnahme: Pfeilbeschriftung siehe Kapitel 3.6). Die Punkschriftdarstellung der Pfeile gilt für alle Schwarzdruckvarianten, z. B. mit doppeltem Schaft, mit halber Pfeilspitze usw.

Die Lage des Gleichgewichts wird durch eine Verdoppelung der Pfeilspitze angegeben.

15/16

→	Pfeil nach rechts	⠠⠠⠠
←	Pfeil nach links	⠠⠠⠠
⇌	Gleichgewichtspfeil	⠠⠠⠠⠠
↔	Mesomeriepfeil	⠠⠠⠠
⇌ ⇌	Gleichgewichtslage	⠠⠠⠠⠠⠠⠠ oder ⠠⠠⠠⠠⠠⠠
↶	gebogener Pfeil nach links	⠠⠠

<sup>2</sup> Im Kapitel 1.2 gehören die Sechspunktzeichen zu den Symbolen.



gebogener Pfeil nach  
rechts



16/17









Durchschnittsreaktionsgeschwindigkeit:

$\bar{v}$        $\ddot{\cdot} \ddot{\cdot} \ddot{\cdot} \ddot{\cdot}$

Gilt die Markierung über mehrere Symbole hinweg, so wird sie vor das erste Symbol gesetzt und mit dem Zeichen  $\ddot{\cdot}$  (Punkte 4,6) (Markierung oben) bzw.  $\ddot{\cdot}$  (Punkte 4,5,6) (Markierung unten) angekündigt. Das Ende des markierten Ausdrucks kann mit dem Abschlusszeichen  $\ddot{\cdot}$  (Punkte 1,5,6) gekennzeichnet werden.

22/23

### **Beispiel**

Durchschnittsreaktionsgeschwindigkeit:

$\overline{RG}$        $\ddot{\cdot} \ddot{\cdot} \ddot{\cdot} \ddot{\cdot} \ddot{\cdot} \ddot{\cdot}$

Bestehen die Markierungen aus Buchstaben oder Ziffern, so werden sie als Indizes wiedergegeben (siehe Kapitel 3.5).

## **2.7 Punkschrifttechnische Hilfszeichen**

Bei über eine Punkschriftzeile hinausreichenden Ausdrücken werden die nachstehenden Zeilentrennungszeichen gemäß den in Kapitel 4 erläuterten Regeln verwendet.

Zeilentrennungszeichen ohne Leerfeld  $\ddot{\cdot}$  (Punkt 4)

Zeilentrennungszeichen bei Leerfeld  $\ddot{\cdot}$  (Punkt 6)

Umkehrung der Zählrichtung bei Ringen mit IUPAC-Nummerierung  $\ddot{\cdot} \ddot{\cdot}$  (Punkt 5; 2,5)

Das Zeichen  $\ddot{\cdot}$  hat auch die Bedeutung eines Zusammenziehungszeichens, das Zeichen  $\ddot{\cdot}$  wird auch als Aufhebungspunkt verwendet.

23/25



### 3 Darstellung chemischer Formeln

#### 3.1 Summenformeln

Summenformeln bestehen aus ein- oder mehrbuchstabigen Elementsymbolen und den Atomzahlverhältnissen, die als untere Indizes am Elementsymbol stehen.

Ein einbuchstabiges Elementsymbol wird durch  $\text{:}\overset{\cdot}{\cdot}$  (Punkte 4,5) angekündigt. Mehrere aus Großbuchstaben bestehende Elementsymbole werden zusammengefasst mit nur einem gemeinsamen Großschreibzeichen  $\text{:}\overset{\cdot}{\cdot}$  (Punkte 4,5) angekündigt. Elementsymbole, die aus zwei oder mehr Buchstaben bestehen, werden mit  $\text{:}\overset{\cdot}{\cdot}$  (Punkte 4,6) angekündigt. Folgen zwei solcher Elemente aufeinander, so ist die Ankündigung zu wiederholen.<sup>5</sup>

Kleine Buchstaben werden nicht besonders gekennzeichnet.

25/26

#### Beispiele

H

$\text{:}\overset{\cdot}{\cdot}$

Fe

$\text{:}\overset{\cdot}{\cdot}$

HCl

$\text{:}\overset{\cdot}{\cdot}$

CuS

$\text{:}\overset{\cdot}{\cdot}$

AgBr

$\text{:}\overset{\cdot}{\cdot}$

HF

$\text{:}\overset{\cdot}{\cdot}$

HCOOH

$\text{:}\overset{\cdot}{\cdot}$

HCOONa

$\text{:}\overset{\cdot}{\cdot}$

NaOH

$\text{:}\overset{\cdot}{\cdot}$

#### 3.2 Indizes in Formeln

Indizes werden durch Index oben  $\text{:}\overset{\cdot}{\cdot}$  (Punkte 3,4) oder Index unten  $\text{:}\underset{\cdot}{\cdot}$  (Punkte 1,6) eingeleitet. Handelt es sich bei den Indizes nur um nicht negative ganze Zahlen, dann wird das Zahlzeichen weggelassen und der Index durch eine tief gestellte Zahl dargestellt. Bei einem unteren Index wird in diesem Fall darüber hinaus das Indexzeichen weggelassen.

<sup>5</sup> Vgl. Das System der deutschen Blindenschrift, Kapitel 2.6



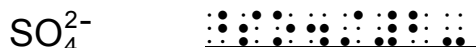
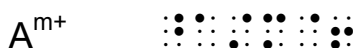
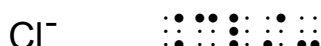
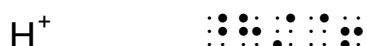
### 3.3 Ionenladungen - Elementarladungen

Ionenladungen und Elementarladungen werden wie obere Indizes aufgefasst und durch das Indexzeichen  $\overset{\cdot\cdot}{\cdot}$  (Punkte 3,4) eingeleitet. Bei Ionenladungen wird die Ladungszahl mit Zahlzeichen angekündigt.

Da die Ionenladung eine Kombination aus natürlicher Zahl und Ladung ist, darf hier das Zahlzeichen nicht weggelassen werden.

Bei der Darstellung von Ionenladungen werden Plus- und Minuszeichen nicht als mathematische Operationszeichen verwendet, sodass kein Leerzeichen vor ihnen stehen darf. Um eine Verwechslung des Pluszeichens mit der tief gestellten Zahl 6 auszuschließen, steht vor dem Vorzeichen der positiven Ladung ergänzend das Zusammenziehungszeichen  $\overset{\cdot\cdot}{\cdot}$  (Punkt 4). Beim Minuszeichen kann das Zusammenziehungszeichen (Punkt 4) entfallen.

#### Beispiele



28/29

aber: bei hoch gestellten Zahlen, die Exponenten darstellen, wird die Hochstellung gemäß der Mathematikschrift mit dem Zeichen  $\overset{\cdot\cdot}{\cdot}$  (Punkte 3,4,6) gekennzeichnet.

#### Beispiel



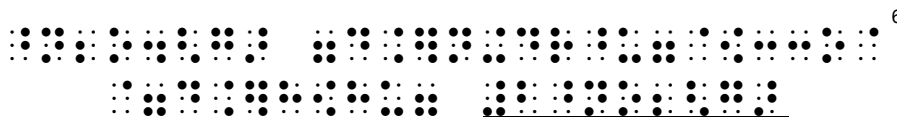
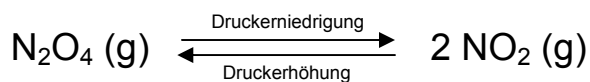
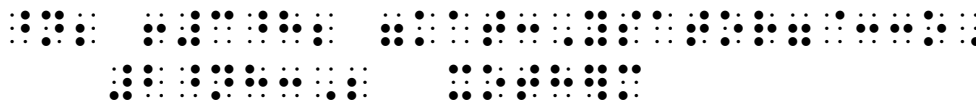
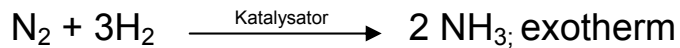
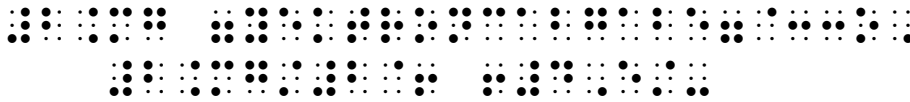
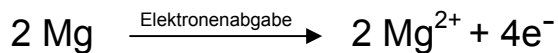
### 3.4 Obere und untere Indizes vor Elementsymbolen

Atommassenzahl und Ordnungszahl werden vor dem Elementsymbol als oberer und unterer Index angegeben. Dem ersten vorderen Indexzeichen wird in der Regel als Verstärkungszeichen das Zeichen  $\overset{\cdot\cdot}{\cdot}$

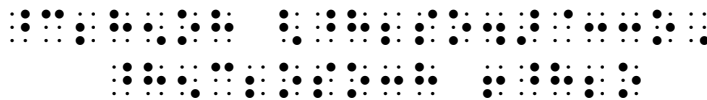
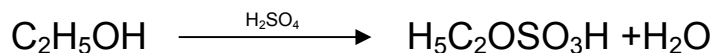




## Beispiele



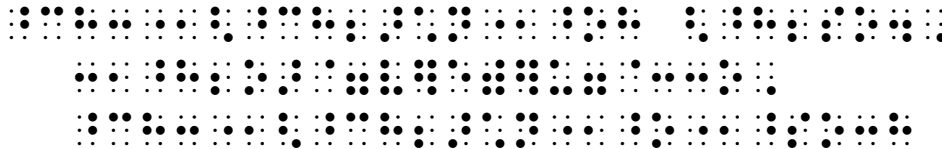
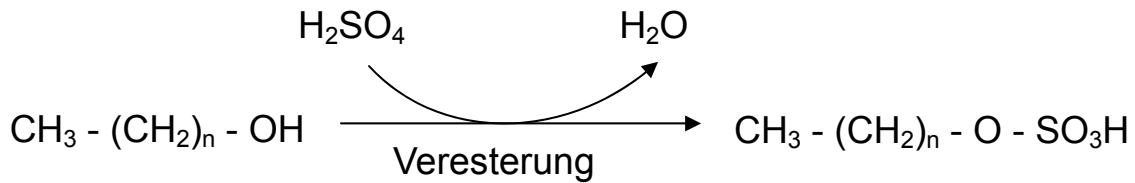
32/33



Die in der Literatur häufig vorkommenden beschrifteten gebogenen Pfeile zur Verkürzung von Reaktionsgleichungen werden in der Punktschrift wie eine Pfeilbeschriftung aufgefasst. Innerhalb von Klammern wird der gebogene Pfeil über dem Reaktionspfeil durch die mathematischen Pfeile nach rechts  $\rightarrow$  (Punkte 2,5;2) und links  $\leftarrow$  (Punkte 5;2,5) dargestellt.

Wie in der Mathematikschrift festgelegt, steht nur vor diesen Pfeilen ein Leerzeichen.

<sup>6</sup> Punkt 4 am Zeilenende ist das Zeilentrennzeichen.

**Beispiel**

Zum Verständnis der Bindungszeichen s. Kap. 6.

33/34

**3.7 Oxidationszahlen an Elementsymbolen in Summenformeln**

Sollen Oxidationszahlen in die Summenschreibweise aufgenommen werden, so müssen diese, wie auch in der Chemie-Schwarzschrift, von der Ionenladung abgegrenzt werden. In der Chemie-Schwarzschrift wird die Oxidationszahl in der Regel als römische Zahl rechts oben neben das Elementsymbol oder direkt über das Elementsymbol geschrieben. Bei negativen Oxidationszahlen muss das Vorzeichen angegeben werden, bei positiven nicht. Die Oxidationszahlen können auch als arabische Zahlen mit vorangestelltem Vorzeichen direkt über dem Elementsymbol stehen.

In der linearisierten Punktschrift werden Oxidationszahlen der besseren Übersichtlichkeit halber immer in römischen Zahlen dargestellt, mit Ausnahme der Null.

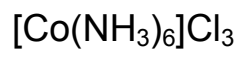
Die Oxidationszahl wird als römische Zahl in Formelklammern innerhalb einer Formel hinter das Elementsymbol (gegebenenfalls hinter seinen zugehörigen Index) gesetzt, dem sie zuzuordnen ist.

Das Vorzeichen wird nicht angekündigt.

34/35





**Beispiele**



## 4 Reaktionsgleichungen in Summenschreibweise

Reaktionsgleichungen werden durch Aneinanderreihen der Summenformeln unter Berücksichtigung der Koeffizienten und unter Verwendung des Reaktionspfeils formuliert. Dabei kann auch die Gleichgewichtslage zum Ausdruck gebracht werden.

Das Pluszeichen, das die reagierenden Stoffe aufzählt, wird nicht angekündigt. Vor dem Pluszeichen muss ein Leerzeichen stehen, danach darf kein Feld frei bleiben.

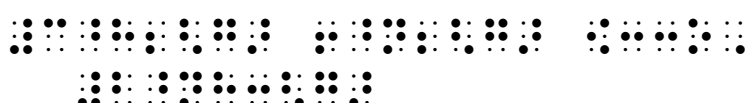
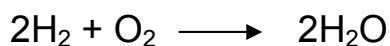
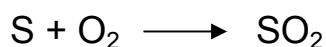
Vor und nach dem Reaktionspfeil soll aus Gründen der Übersichtlichkeit ein Leerzeichen stehen.

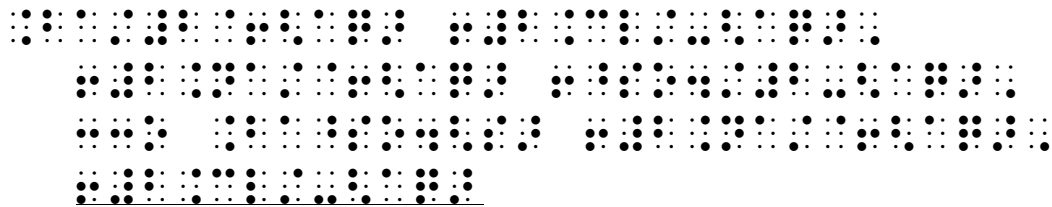
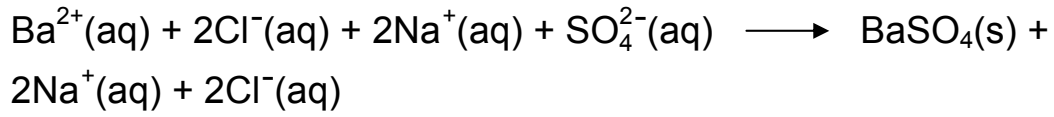
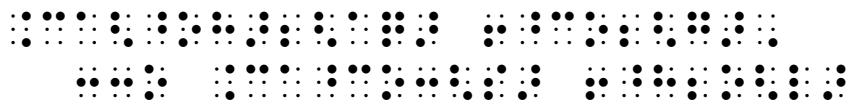
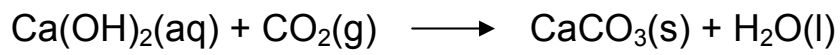
Ist eine Reaktionsgleichung nicht in einer Zeile unterzubringen, so wird sie in der nächsten Zeile fortgesetzt. Muss man die Zeilentrennung an einer Stelle vornehmen, an der im Ablauf normalerweise keine leere Zelle auftritt (z. B. innerhalb einer chemischen Formel), so setzt man an den Zeilenschluss als Trennungszeichen den Zusammenziehungspunkt  $\ddot{\cdot}$  (Punkt 4) (siehe auch Kapitel 3.2). Man trennt in diesen Fällen möglichst sinngemäß, also z. B. nicht zwischen Zahlzeichen und Zahl, Element und Index usw. Nach Möglichkeit wird man die Trennung an einer Stelle vornehmen, an der im normalen Schriftbild eine leere Zelle erscheinen würde. In diesem Fall verwendet man das Zeilentrennungszeichen  $\ddot{\cdot}$  (Punkt 6), dem kein Leerzeichen vorangestellt werden darf.

Zur besseren Übersicht sollen Folgezeilen eines Ausdrucks gegenüber der ersten Zeile um zwei oder drei Felder eingerückt werden.

37/38

### Beispiele





## 5 Besetzung von Energieniveaus

Strukturformeln beruhen auf dem „Elektronenpaarabstoßungsmodell“ bzw. dem Orbitalmodell für den Aufbau der Atomhülle.

Der Aufbau der Atomhülle entsprechend dem Energiestufenmodell bzw. die Verteilung der Elektronen auf die s-, p-, d- und f-Orbitale lässt sich analog den Regeln für die Schreibweise für Indizes beschreiben:

### Beispiele

He:  $1s^2$



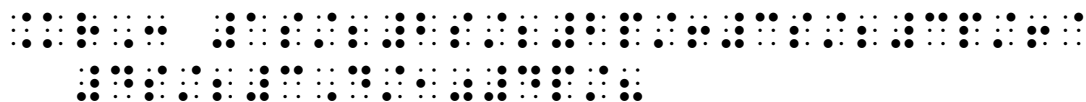
O:  $1s^2 2s^2 2p^4$



Na:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$



Kr:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^8$



Der Kleinbuchstabe d wird hier durch Punkt 6 angekündigt, um Verwechslung mit der Zahl 4 zu vermeiden (siehe Kapitel 2.3).



## 6 Strukturschreibweise

Die aus der Elektronenverteilung für die äußerste Energiestufe/Schale resultierende Lewis-Schreibweise wird wie folgt dargestellt:

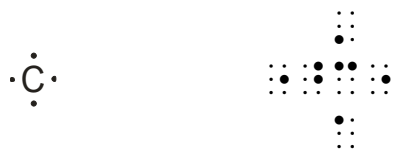
### 6.1 Einzelne Elektronen - einfach besetzte Orbitale

Die in der Lewis-Schreibweise als Punkte am Elementsymbol dargestellten einzelnen Elektronen bzw. einfach besetzten Orbitale werden auch in der Punktschrift als einzelne Punkte wiedergegeben. Die unten aufgeführten Zeichen stehen direkt links und rechts vom Elementsymbol und über bzw. unter dem ersten Buchstaben des Elementsymbols.

Links	⋮ (Punkt 5)
Rechts	⋮ (Punkt 5)
Oben	⋮ (Punkt 3)
Unten	⋮ ( <u>Punkt 1</u> )

41/42

### Beispiel



### 6.2 Nicht bindende Elektronenpaare - nicht bindende doppelt besetzte Orbitale

Die in der Schwarzschrift als Striche dargestellten Elektronenpaare werden jeweils durch die unten angegebenen Punkte direkt rechts und links neben dem Elementsymbol und direkt über und unter dem ersten Buchstaben des Elementsymbols wiedergegeben:

links	⋮ (Punkte 5,6)
rechts	⋮ (Punkte 5,6)

oben  $\ddot{\cdot}$  (Punkte 3,6)

unten  $\ddot{\cdot}$  (Punkte 1,4)

### Beispiele

42/43



### 6.3 Bindende Elektronenpaare - bindende Orbitale

Die bindenden Elektronenpaare in Atombindungen werden analog der Chemie-Schwarzschrift durch eine Punktkombination nach links, rechts, oben und unten weg vom Elementsymbol dargestellt:

Einfachbindung

nach rechts und links  $\ddot{\cdot}\ddot{\cdot}$  (Punkte 5;2)

nach unten und oben  $\ddot{\cdot}$  (Punkte 1,3)

Doppelbindung

nach rechts und links  $\ddot{\cdot}\ddot{\cdot}$  (Punkte 4,6;1,3)

nach unten und oben  $\ddot{\cdot}$  (Punkte 1,3,4,6)

Dreifachbindung

nach rechts und links  $\ddot{\cdot}\ddot{\cdot}$  (Punkte 4,5,6;1,2,3)

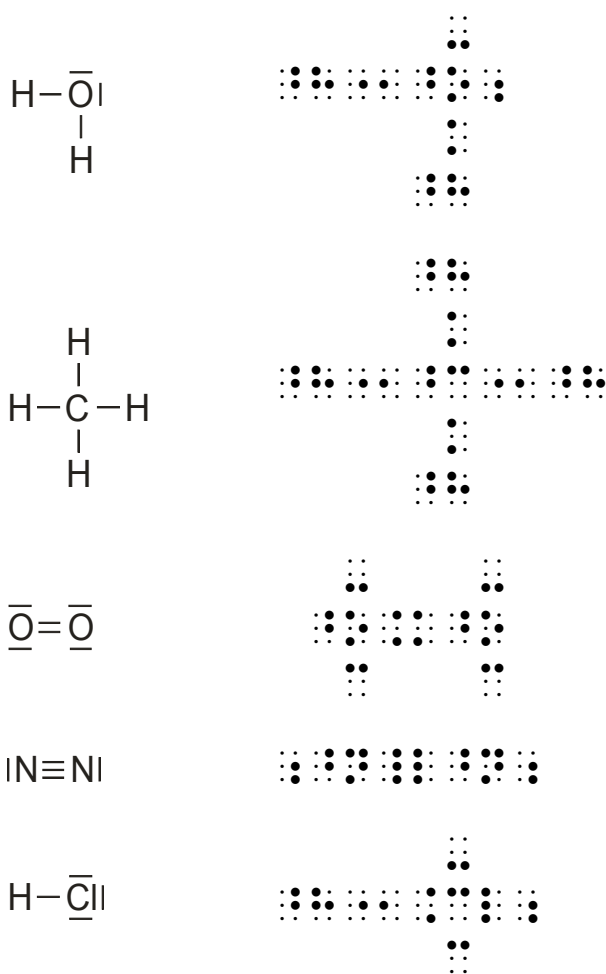
43/44

nach unten und oben<sup>7</sup>  $\ddot{\cdot}$  (Punkte 1,2,3,4,5,6)

<sup>7</sup> Das innen stehende Vollzeichen in der Punktschriftausgabe ist das Symbol.



## Beispiele



44/45

Bei Strukturformeln kann aus Platzgründen und Gründen der Übersichtlichkeit auf die wiederholte Ankündigung von Großbuchstaben verzichtet werden. Da die Anzahl der Elemente, die in den gängigen Strukturformeln vorkommen, gering ist, dürften Missverständnisse nicht zu befürchten sein. Wenn möglich sollen aber, vor allem bei Verbindungen mit Kohlenstoffatomen, die Elemente mit Großschreibzeichen erneut angekündigt werden, da beim C-Atom die Lage der Punkte sonst schwer zu erkennen ist.

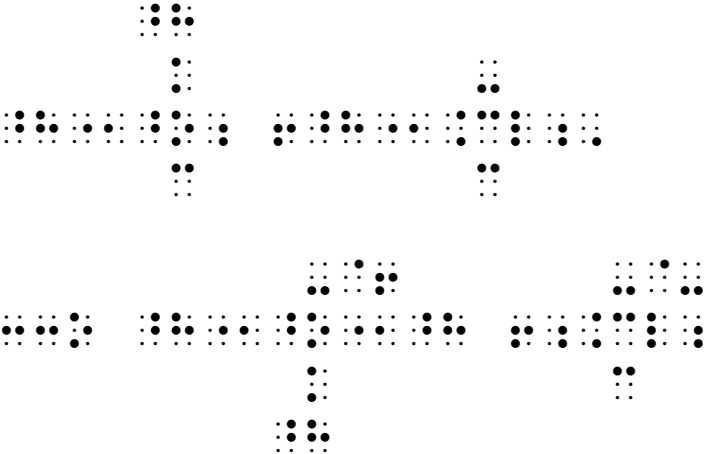
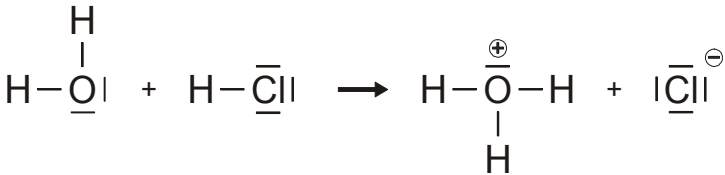
Bei Platzproblemen müssen eventuell die Bindungen verlängert werden. Dies geschieht durch Wiederholung der jeweiligen Bindungszeichen (siehe Kapitel 6.4).

## 6.4 Ladungen und Teilladungen

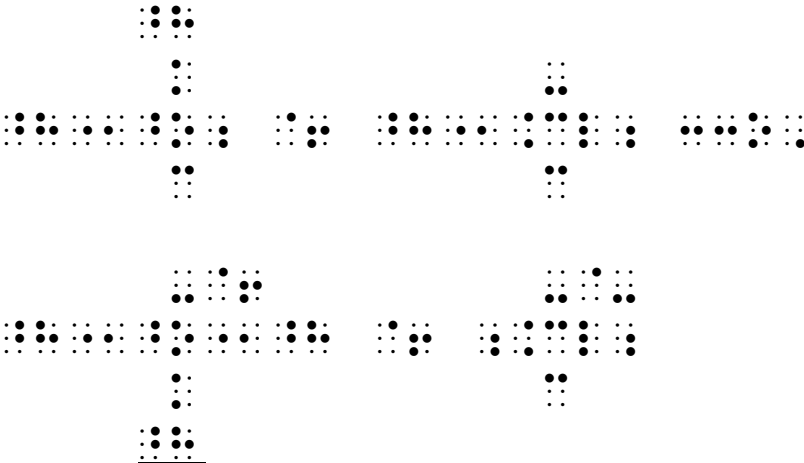
Ladungen und Teilladungen werden in der Strukturschreibweise direkt oberhalb, unterhalb oder seitlich vom Elementsymbol aufgeführt, dem sie zuzuordnen sind. Falls dort außerdem ein nicht bindendes, freies



Beispiele



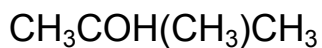
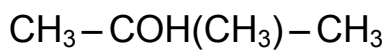
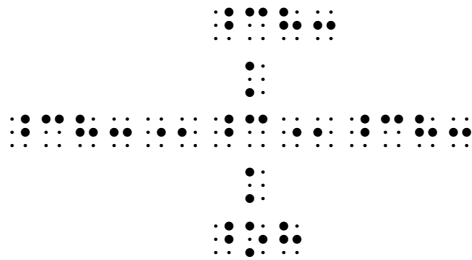
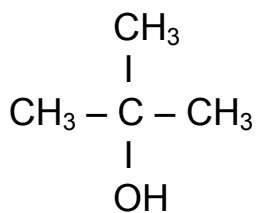
oder:







2-Methyl-propan-2-ol (früher: 2-Methyl-2-propanol):

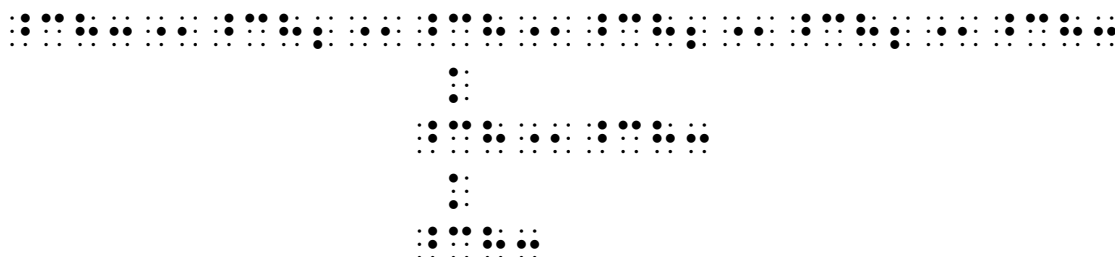
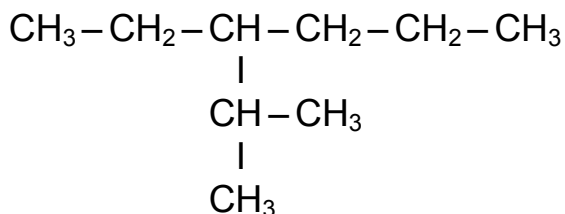


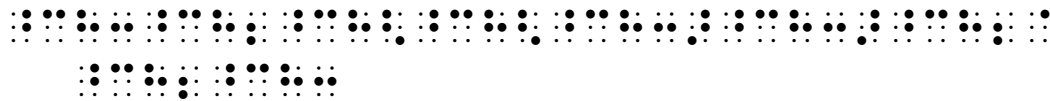
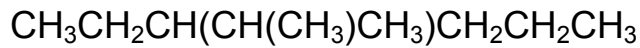
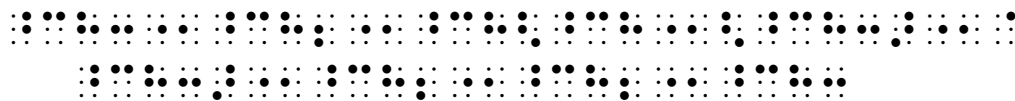
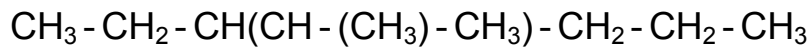
Sind die Seitenketten selbst wieder verzweigt, wird analog der Chemie-Schwarzschrift vorgegangen. Die verzweigte Seitenkette wird in Klammern hinter das Kohlenstoff-Atom der Hauptkette gesetzt, von dem sie abzweigt.

50/51

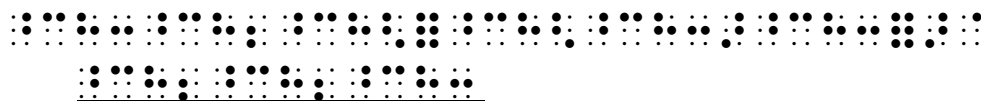
### Beispiel

3-(1-Methyl-ethyl)-hexan:





Zur Hervorhebung der verzweigten Seitenketten können verstärkte runde Formelklammern  verwendet werden<sup>8</sup>:

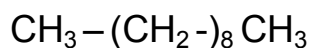


51/52

Sich wiederholende Atomgruppen können, wie in der Schwarzschrift, zusammengefasst werden. Der Index hinter der Klammer wird als tief gestellte Zahl ohne Zahlzeichen angegeben (vgl. Kapitel 3.2).

### Beispiel

n-Dekan



52/53

<sup>8</sup> Die Sechspunktzeichen sind Bestandteile der Klammern.





## 8 Darstellung cyclischer Verbindungen

Im Folgenden sollen verschiedene Möglichkeiten zur Darstellung von Ringstrukturen vorgestellt werden.

Die in 8.1 erläuterte flächige Darstellung von cyclischen Strukturen in Punktschriftzeichen stößt besonders bei komplexen Ringstrukturen schnell an die Grenzen der Darstellbarkeit und Ertastbarkeit. Deshalb ist es erforderlich, eine linearisierte Form der Darstellung einzuführen, um ein flüssiges Schreiben und Lesen solcher Strukturen zu ermöglichen (siehe Kapitel 8.2). Taktile Abbildungen können die Erfassung komplexer Strukturen erleichtern.

### 8.1 Flächige Darstellung von Ringstrukturen

Grundsätzlich lassen sich alle cyclischen Verbindungen analog den Regelungen zur Darstellung von Strukturformeln flächig darstellen.

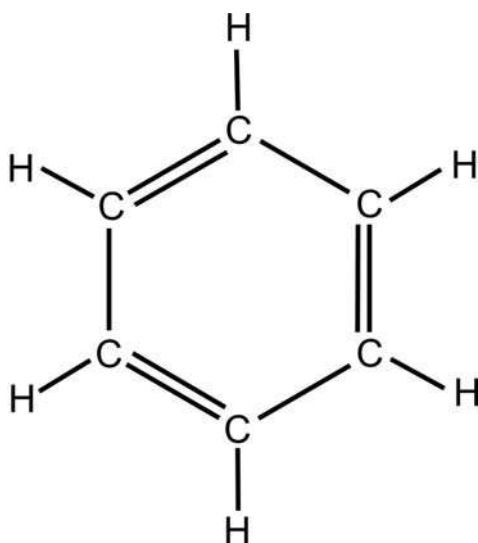
Für die in der Schwarzschrift auftretenden schräg gezeichneten Bindungen wird dabei für Bindungen von links unten nach rechts oben das Zeichen  $\text{:}$  (Punkte 3,4) und für Bindungen von links oben nach rechts unten das Zeichen  $\text{:}$  (Punkte 1,6) verwendet.

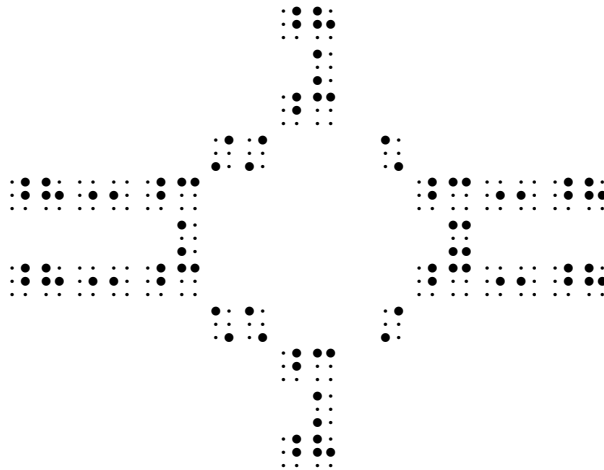
53/54

Bei Doppelbindungen wird das jeweilige Bindungszeichen wiederholt.

#### Beispiel

Abbildung 1: Benzol





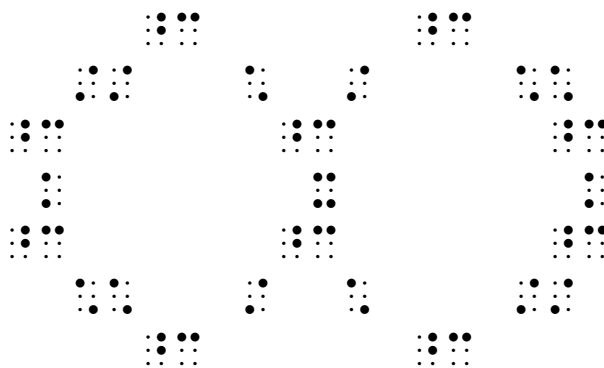
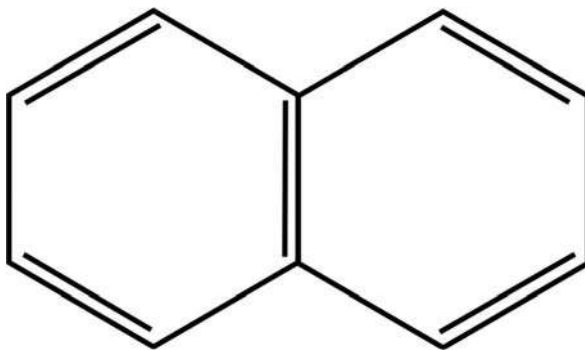
Analog der Schwarzschrift können die Strukturen unter Weglassen der Wasserstoffatome und der Bindungen zu ihnen mehr oder weniger stark vereinfacht werden.

Die Ecken werden dann durch C-Atome dargestellt, ohne explizit auf die Anzahl der Elektronenpaarbindungen einzugehen.

54/55

### Beispiel

Abbildung 2: Naphthalin



Die für die schräg darzustellenden Bindungen verwendeten Zeichen werden gewählt, um eine der Schwarzschrift vergleichbare Raumstruktur zu vermitteln.

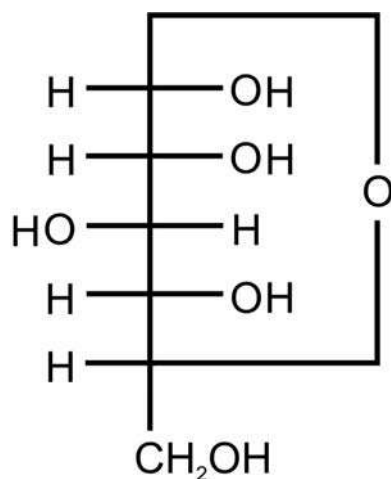
Bei der flächigen Darstellung von Sacchariden können sowohl Fischer- als auch Haworth-Projektion analog der Schwarzschriftdarstellung in Punktsschrift umgesetzt werden.

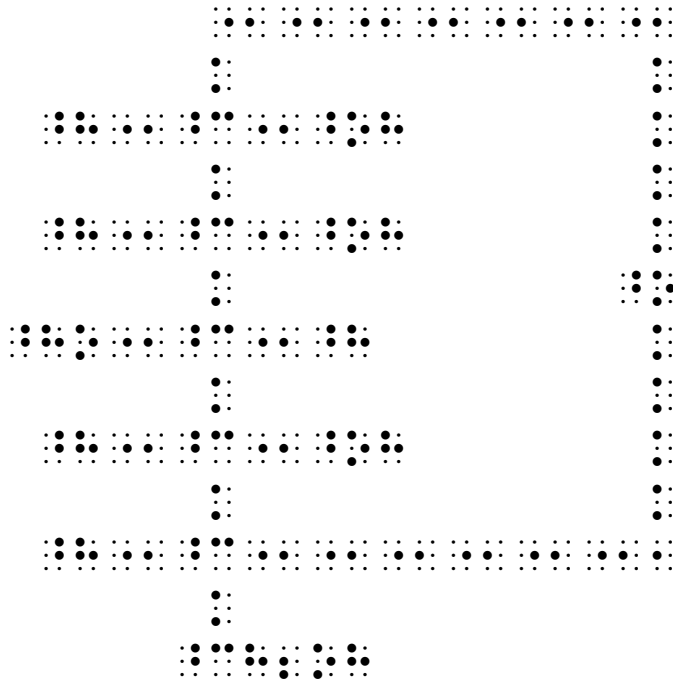
Die in der Schwarzschrift häufig als Abbildung zu findende Sessel- oder Wannenform kann wegen des dreidimensionalen Charakters nicht übertragen werden.

55/56

### Beispiel

Abbildung 3: Fischer-Projektion der Ringform der Glucose /  $\alpha$ -D-Glucopyranose

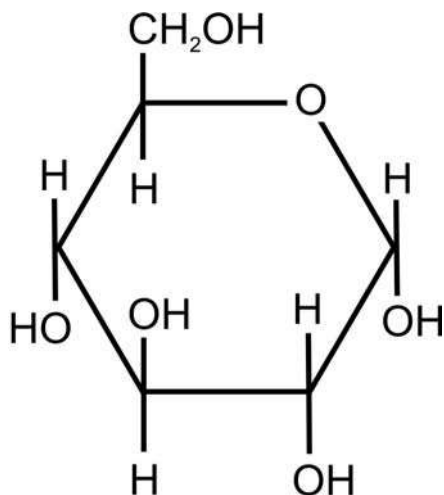


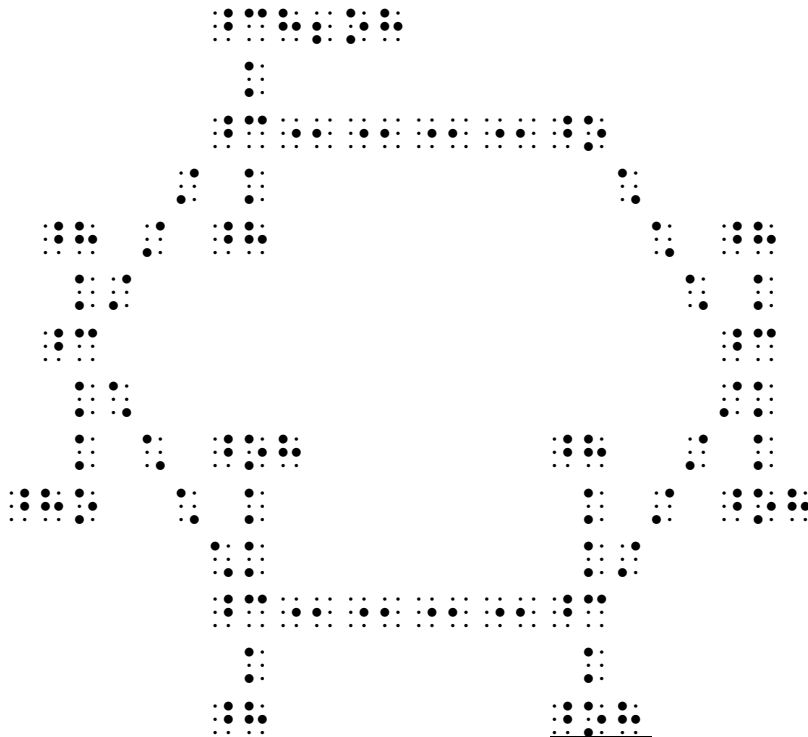


Der Ringschluss bei den Monosacchariden kann durch eine lang ge-  
56/57 zogene Reihe von Punkten wiedergegeben werden.

### Beispiel

Abbildung 4: Haworth-Projektion der Ringform der Glucose/ $\alpha$ -D-Glucopyranose





57/58

Die flächige Wiedergabe der Haworth-Projektion lässt die Grenzen dieser Darstellungsform deutlich werden. Da die Stellung der Substituenten an den Ring-C-Atomen nicht beliebig ist, müssen diese - wie auch in der Schwarzschrift - mit in die Darstellung aufgenommen werden. Das Ertasten und insbesondere die selbstständige Erstellung dieser Struktur - sei es mit Hilfe elektronischer Medien oder der Punktschriftmaschine - wird somit sehr zeitaufwändig. Von daher ist es besonders bei größeren Ringsystemen geboten, auf eine linearisierte Darstellung überzugehen.

## 8.2 Lineare Darstellung cyclischer Strukturen

Bei der linearisierten Darstellung von Ringstrukturen soll unterschieden werden zwischen:

- einkernigen Ringen,
- Ringstrukturen, die aus über einzelne Atome verknüpften Ringen bestehen,
- komplexen Strukturen kondensierter Ringe.

Für die Ringsysteme, die aus einzelnen Ringen ohne gemeinsame Seite bestehen, wird die IUPAC-Nummerierung angewendet. Sie werden mit dem Zeichen  $\text{⋮}$  (Punkte 1,2,3,4,6) angekündigt.

58/59

Die kondensierten Ringsysteme, bei denen die IUPAC-Nummerierung nicht angewendet werden kann (siehe Kapitel 8.2.5), werden durch das Zeichen  $\text{⋮}$  (Punkte 1,2,3,4,5,6) eingeleitet.

Zur besseren Erfassung der in einem Ringsystem enthaltenen Informationen erfordert die Umsetzung in Punktsschrift die Einführung sogenannter Hierarchieebenen, die in den folgenden Abschnitten definiert werden.

Zur besseren Übersichtlichkeit werden bei mehrzeiliger Darstellung von cyclischen Strukturen die Folgezeilen um zwei oder drei Felder eingerückt.

### 8.2.1 Einkernige cyclische Systeme

Bei einkernigen Ringen wird für die Kennzeichnung der Positionen der Elemente im Ring und der Substituenten die IUPAC-Nummerierung verwendet. Dies wird durch das Ankündigungszeichen  $\text{⋮}$  (Punkte 1,2,3,4,6) verdeutlicht. Danach wird die Ringstruktur durch  $\text{R ⋮⋮}$  angekündigt und in drei Hierarchieebenen dargestellt. Die einzelnen Ebenen werden durch das Abschlusszeichen  $\text{⋮}$  (Punkte 1,5,6) voneinander abgegrenzt.

Das Ende der Ringstruktur wird durch das verstärkte Abschlusszeichen  $\text{⋮⋮}$  (Punkte 5;1,5,6) gekennzeichnet.

Auf der 1. Ebene wird die Größe des Ringes angegeben, auf der 2. Ebene folgen die Substituenten und Heteroatome mit freien Elektronenpaaren und auf der 3. Ebene die Doppelbindungen.

Je nach vorliegender Struktur können gegebenenfalls Hierarchieebenen entfallen. Deshalb wird die jeweilige Hierarchieebene, außer der ersten, durch einen "Ebenenindikator" (tief gestellte Ziffer mit Zahlzeichen mit anschließendem Leerzeichen am Zeilenanfang) angezeigt.

Die Kohlenstoffatome des Ringes und die daran gebundenen Wasserstoffatome werden nur angegeben, wenn sie ausdrücklich dargestellt werden sollen.

Damit ergibt sich die folgende Darstellung:

1. Ebene:

Ankündigungszeichen für Ring mit IUPAC-Nummerierung  $\text{⋮}$ , Ringzeichen  $\text{⋮⋮}$ , Zahl der Ringatome (z. B.  $\text{⋮⋮}$ ).

2. Ebene:

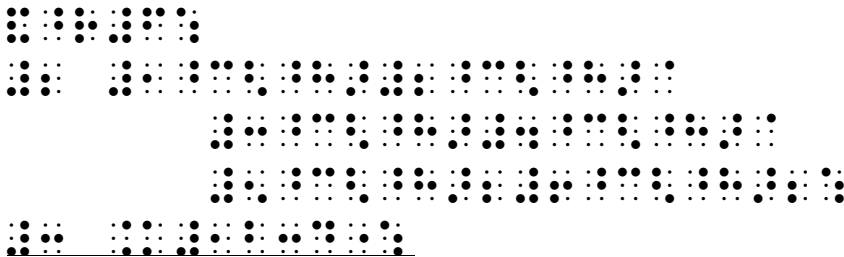
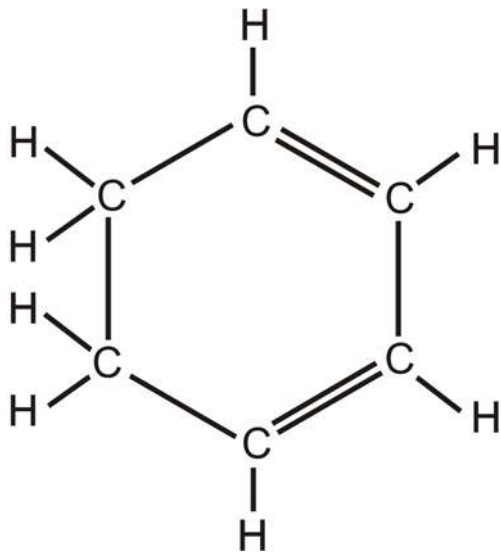
Substituenten: Nach der tief gestellten Atomnummer des Ringelementes (z. B.  $\text{⋮⋮}$ ) wird, wenn kein Heteroatom vorliegt, der Substituent in Klammern nach den Regeln der Halbstrukturschreibweise







Abbildung 7: Cyclohexa-1,3-dien

69  
Abb. 767/68

Wird bereits in der Schwarzschriftvorlage die Information mitgeliefert, dass es sich um aromatische Ringsysteme handelt, z. B. durch Darstellung der  $\pi$ -Elektronensysteme als durchgezogener oder gestrichelter Kreis, lässt sich auch die Punktschriftumsetzung durch Einführung eines Zeichens für aromatische Ringe AR  $\mathring{\text{C}}$  anstelle von R  $\text{C}$  vereinfachen. Eine Darstellung der Doppelbindungen auf der 3. Hierarchieebene entfällt damit.

**Beispiele**

Abbildung 8: Benzolring

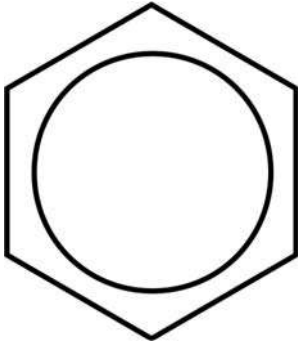
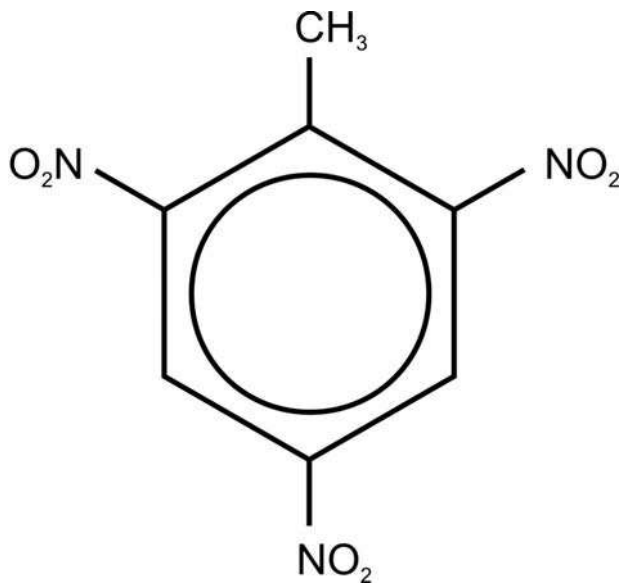
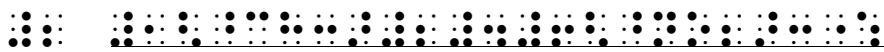
71  
Abb. 8

Abbildung 9: 2,4,6-Trinitrotoluol

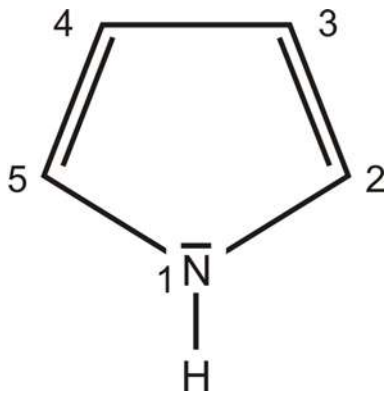
73  
Abb. 968/75

## 8.2.2 Heterocyclische Ringsysteme

Bei heterocyclischen einkernigen Ringsystemen wird entsprechend den IUPAC-Regeln so verfahren, dass die Heteroatome bei der Nummerierung die jeweils niedrigsten Nummern erhalten.

### Beispiele

Abbildung 10: Pyrrol (Beispiel für heterocyclische Verbindung mit delokalisiertem Elektronenpaar am N-Atom)



77  
Abb. 10

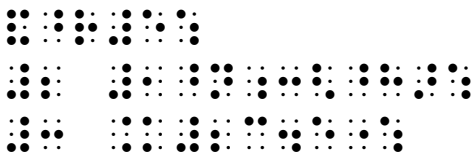
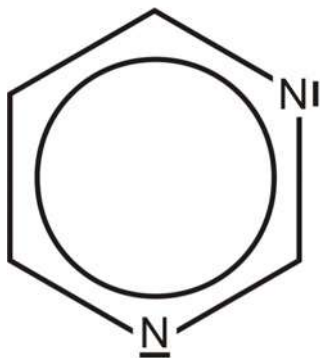


Abbildung 11: Pyrimidin (Beispiel für heterocyclische Verbindung mit nicht delokalisierten Elektronenpaaren an den N-Atomen)



79  
Abb. 11



75/81

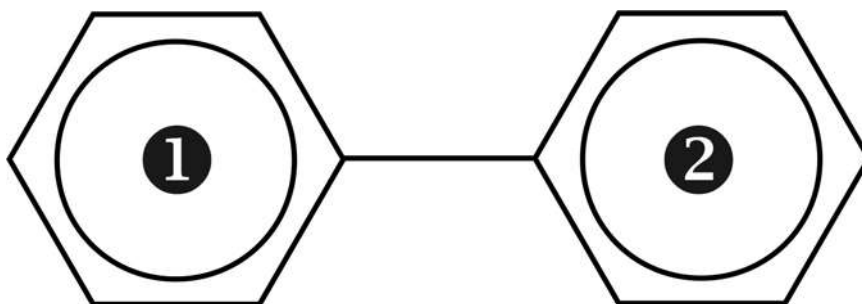
### 8.2.3 Nicht-kondensierte Ringsysteme

Sind einzelne Ringe über Bindungen oder Atome miteinander verknüpft, so wird die Gesamtstruktur unter Anwendung der Regeln zur Halbstrukturschreibweise auf der 1. Ebene dargestellt. Auf der 2. Ebene wird dann die Struktur der einzelnen Ringe ausgeführt und, falls erforderlich, deren Verknüpfungen zu anderen Strukturelementen aufgezeigt. Diese Verknüpfungen werden in Klammern wie Substituenten dargestellt.

Die Ringe werden mit einer tief gestellten Zahl von links nach rechts durchnummeriert, bei Angabe der Struktur der einzelnen Ringe wird danach die Größe der Ringe normal gestellt angegeben. Innerhalb einer Ebene werden die Angaben zu den einzelnen Ringen durch  $\ddot{\cdot}$  (Punkt 6) und Zeilenwechsel voneinander getrennt.

#### Beispiele

Abbildung 12: Biphenyl

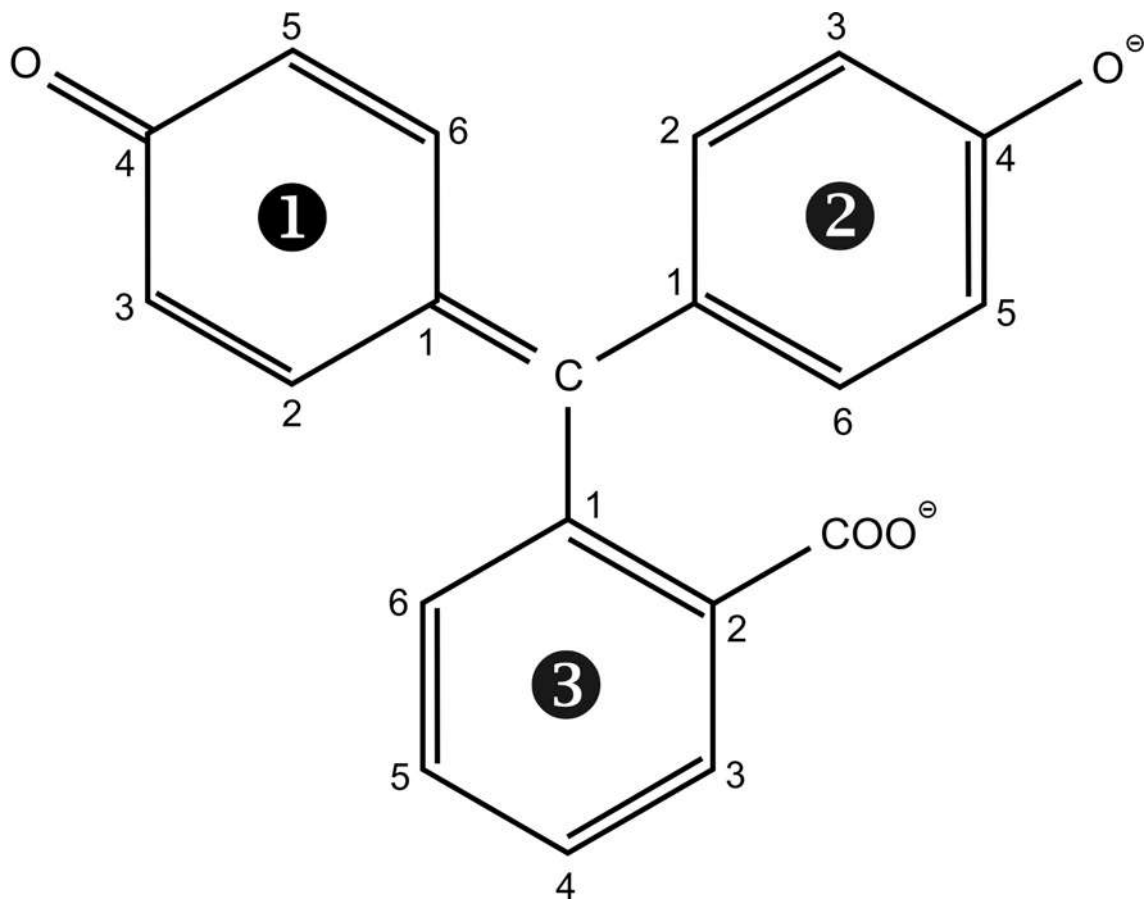
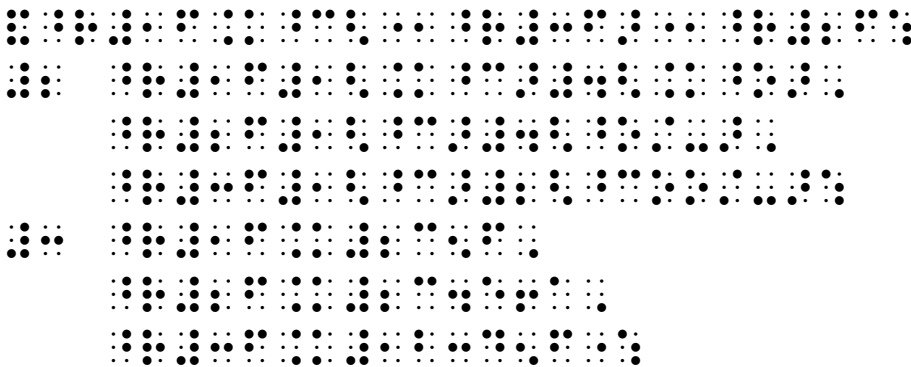


83  
Abb. 12

81/82



Abbildung 13: Phenolphthalein (rot, pH 8-13)

85  
Abb. 13

In dieser Ausführung der Struktur wird auf jeder Hierarchieebene jeder Ring hinsichtlich seiner Größe charakterisiert. Die Wiederholung der Ringgröße kann auch entfallen, da sie bereits auf der ersten Hierarchieebene deutlich wird.

82/87

### 8.2.4 Saccharide

Bei der Stoffgruppe der Saccharide muss über die bisherigen Regelungen hinaus die räumliche Stellung der Substituenten an den asym-

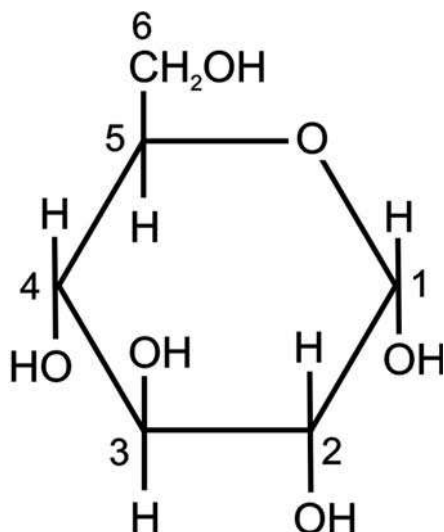
metrischen C-Atomen in Bezug zur Ringebene angegeben werden. Grundlage ist die Haworth-Projektion der Saccharid-Ringe, bei der die OH-Gruppen und H-Atome nach oben und unten gerichtet sind. Nach unten stehende Substituenten werden durch das Index-unten-Zeichen  $\underset{\cdot\cdot}{\cdot}$  (Punkte 1,6) in der Klammer vor dem Substituenten dargestellt, nach oben stehende Substituenten durch das Index oben Zeichen  $\overset{\cdot\cdot}{\cdot}$  (Punkte 3,4).

Da sich die Nummerierung der Saccharid-Ringatome aus der Kettenstruktur der Saccharide (Fischer-Projektion, vgl. Kap. 8.1) ableitet, erhalten die Sauerstoff-Heteroatome in diesem Fall keine Ringnummern. Das ringschließende O-Atom wird deshalb durch eine Einfachbindung zum vorangehenden C-Atom gekennzeichnet.

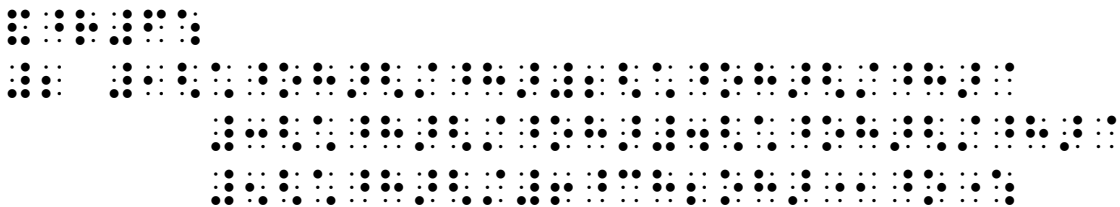
87/88

### Beispiel

Abbildung 14:  $\alpha$ -D-Glucose/ $\alpha$ -D-Gluco-Pyranose



89  
Abb. 14



Häufig werden die Bindungen zu den Wasserstoffatomen nur durch den Bindungsstrich angedeutet, die H-Atome selbst aber nicht gezeichnet. Übertragen auf die Punktschrift sollen diese Bindungen analog durch die Indexzeichen  $\underset{\cdot\cdot}{\cdot}$  und  $\overset{\cdot\cdot}{\cdot}$  (in Klammern gesetzt) ohne Nennung der H-Atome dargestellt werden.

Bei der linearen Verknüpfung mehrerer Saccharidbausteine wird zunächst die Grobstruktur der Ringe und dann die Feinstruktur der einzelnen Ringe aufgeführt. Die Ringe werden hierbei von links nach rechts durchnummeriert (siehe Kap. 8.2.3).

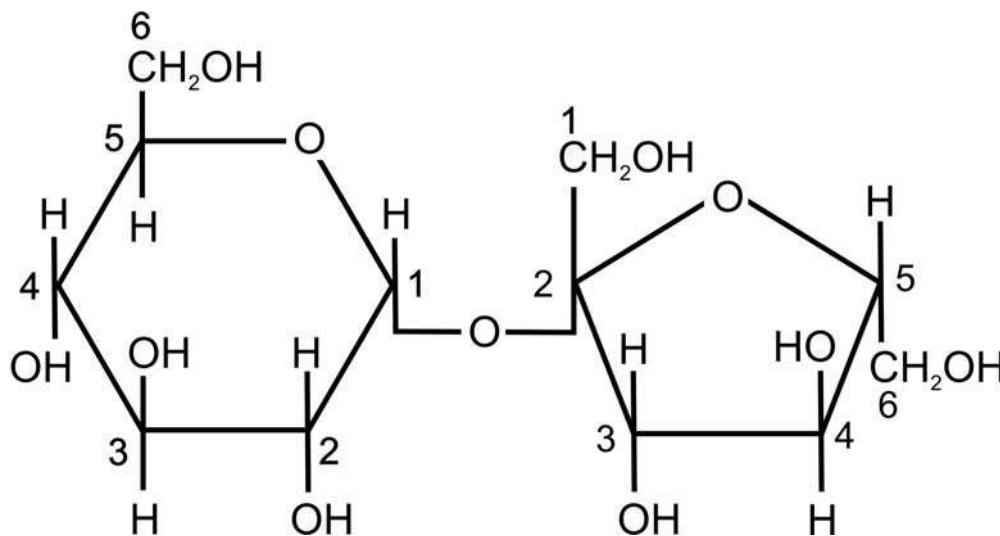
Die Stellung der glykosidischen Bindung ( $\alpha$ ,  $\beta$ ) wird analog zu der Stellung der OH-Gruppen durch die Indexzeichen angegeben. Jeder einzelne Monosaccharid-Baustein wird als Substituent am anderen aufgefasst und entsprechend in Klammern dargestellt.

88/91

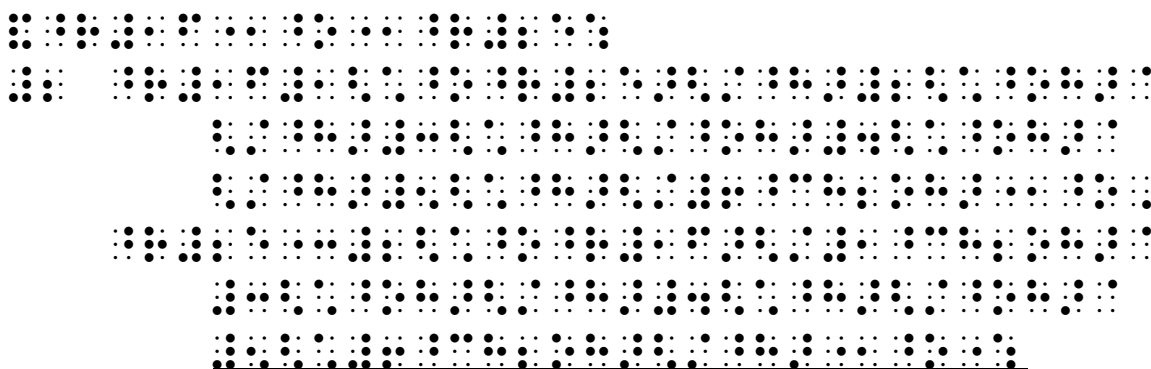
Verläuft die Nummerierungsrichtung des Ringes gegen den Uhrzeigersinn (wie hier beim Fructofuranosid, Fructose-Ring innerhalb des Saccharose-Moleküls), so wird dies durch den punktschrifttechnischen Hilfspfeil nach links  $\ddot{\cdot}\ddot{\cdot}$  (Punkte 5;2,5) nach der Angabe von Ringnummer und -größe angegeben.

**Beispiel**

Abbildung 15: Saccharose



93  
Abb. 15



91/95

### 8.2.5 Darstellung komplexer cyclischer Strukturen

Bei der linearen Darstellung einer mehrkernigen komplexen Ringstruktur wird zunächst die Grundstruktur beschrieben. Darauf folgt die Charakterisierung der einzelnen Ringe.

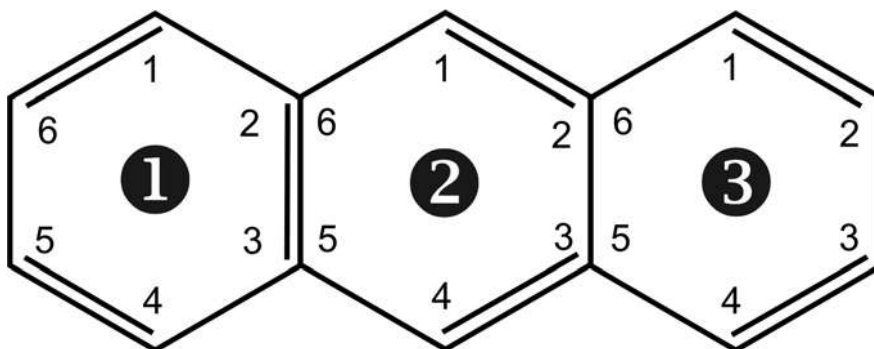
Wegen der Komplexität der IUPAC-Regeln für die Nummerierung solcher Ringsysteme orientiert sich die Nummerierung in der Punktschrift an der grafischen Struktur der vorliegenden Übertragungsvorlage.

Gelesen und umgesetzt wird die Struktur dann - wenn möglich - entsprechend der Leserichtung von oben nach unten und von links nach rechts.

Die einzelnen Ringstrukturen werden so nummeriert, dass sie eine sinnvolle lineare Abfolge ergeben. Die Nummerierung der Ringe soll kontinuierlich erfolgen. Ein Springen innerhalb der Struktur ist zu vermeiden.

#### Beispiel

95/96 Abbildung 16: Anthracen



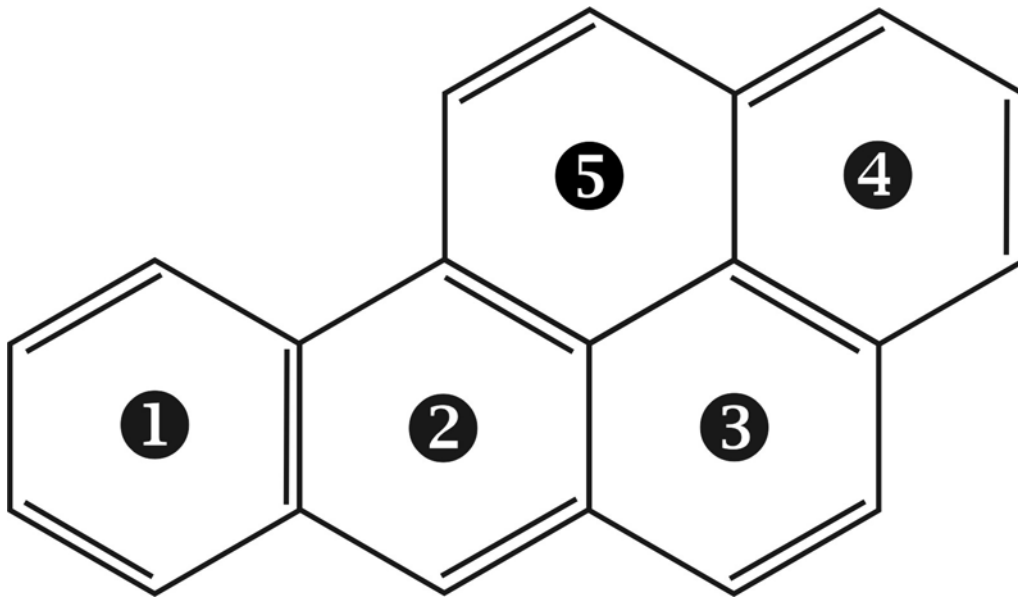
97  
Abb. 16

Sind die einzelnen Ringe mit der Spitze nach oben dargestellt, so erhält die obere Spitze die Nummer 1. Die anderen Ringatome werden im Uhrzeigersinn nummeriert. Ist eine flache Seite nach oben gerichtet, so erhält das rechte Atom der oberen Seite die Nummer 1.



**Beispiel**

Abbildung 17: 3,4-Benzopyren

99  
Abb. 17

Die Struktur der komplexen Ringsysteme, bei der die Ringe wenigstens eine gemeinsame Seite haben, wird ebenfalls auf drei Hierarchieebenen dargestellt. Die erste Hierarchieebene wird aber um die Angabe der Verknüpfungen zwischen den einzelnen Ringen erweitert. Daraus ergibt sich folgende Ebenenstruktur:

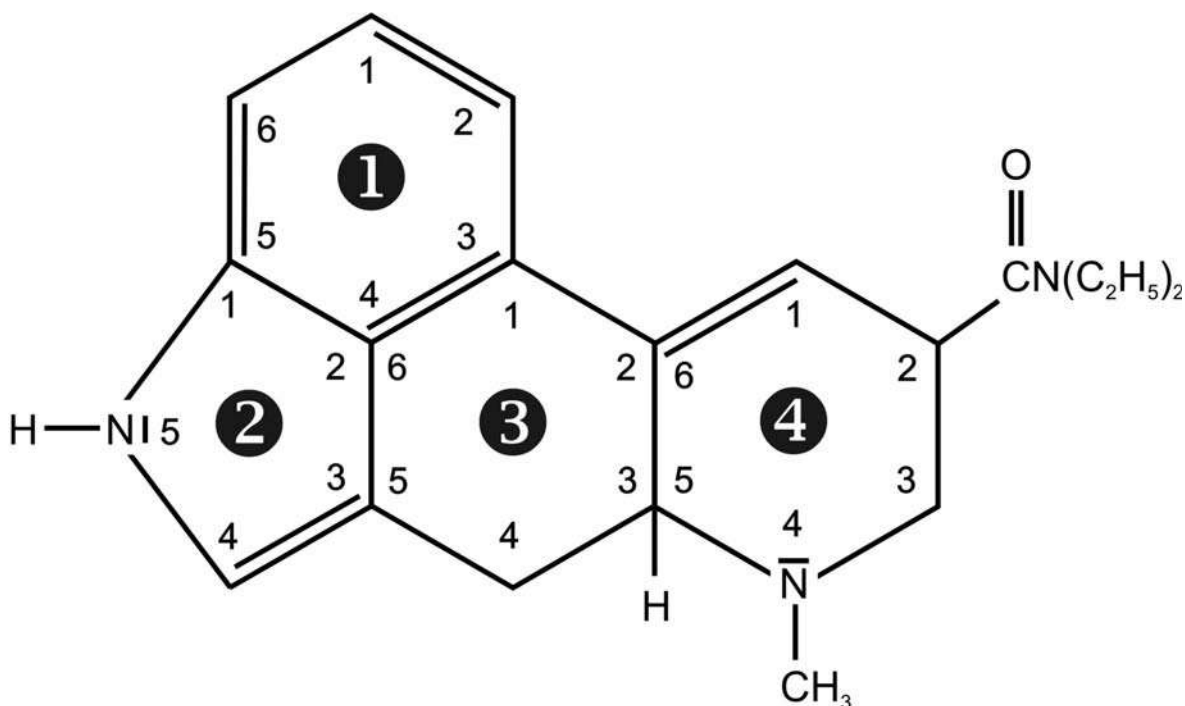
1. Ebene: Größe der Ringe, ihre jeweilige Anzahl und Verknüpfungen zwischen den Ringen
2. Ebene: Substituenten und Heteroatome (mit den freien Elektronenpaaren)
3. Ebene: Lage der Doppelbindungen in den Ringen

Dies soll am Beispiel des LSD-Moleküls Schritt für Schritt verdeutlicht werden.

96/101

**Beispiel**

Abbildung 18: Lysergsäurediethylamid (LSD)



103  
Abb. 18

**1. Ebene**

Auf der 1. Ebene wird mit dem Zeichen  $\circledast$  (Punkte 1,2,3,4,5,6) angekündigt, dass es sich um eine Ringstruktur handelt, die, wie vorher beschrieben, ohne Anwendung der IUPAC-Nomenklaturregeln nummeriert wird. Auf das Ankündigungszeichen folgt direkt die Anzahl der Ringe und als Ringzeichen  $\circledast$ . Im Folgenden werden Anzahl und Größe der Ringe unterschieden.

Die Anzahl der Ringe einer Größe wird nach dem Zahlzeichen tief gestellt, gefolgt von der Anzahl der Ringatome in normaler Schreibweise. Dieser Ausdruck wird mit Punkt 6 mit anschließendem Zeilenwechsel beendet.

Ringsystem, 4 Ringe, 3 6-Ringe, 1 5-Ring

101/102

$\circledast$

In den Folgezeilen, die um zwei oder drei Felder eingerückt werden, werden die durchnummerierten Ringe einzeln bezüglich ihrer Größe charakterisiert und in ihrer Beziehung zu den anderen Ringen innerhalb der Gesamtstruktur beschrieben.

Jeder Ring wird mit  $\circledast$  angekündigt. Auf das Zahlzeichen folgt erst tief gestellt die Ringnummer des betrachteten Rings, dann normal gestellt die Anzahl seiner Ringelemente.

Die Verknüpfungen mit weiteren Ringen innerhalb der Gesamtstruktur werden durch die Atomnummern der gemeinsamen Atome innerhalb

des jeweiligen Ringes nach dem Zeichen  $v \ddot{}$  (Punkte 1,2,3,6) für Verknüpfung angegeben.

Die Verknüpfungen zu den Ringen werden aufsteigend numerisch geordnet. Die Nummer des anliegenden Ringes folgt als tief gestellte Zahl ohne Zahlzeichen, danach, normal gestellt, die Anzahl der Ringatome (z. B.  $\ddot{}$ ). Besteht eine Ringstruktur nur aus gleich großen Ringen, kann auf die Wiederholung der Ringgröße nach Angabe der Verknüpfungen verzichtet werden.

Danach folgt nach dem Zahlzeichen die Nummer des gemeinsamen C-Atoms des gerade betrachteten Ringes tief gestellt und die Nummer des C-Atoms des anliegenden Ringes normal gestellt.

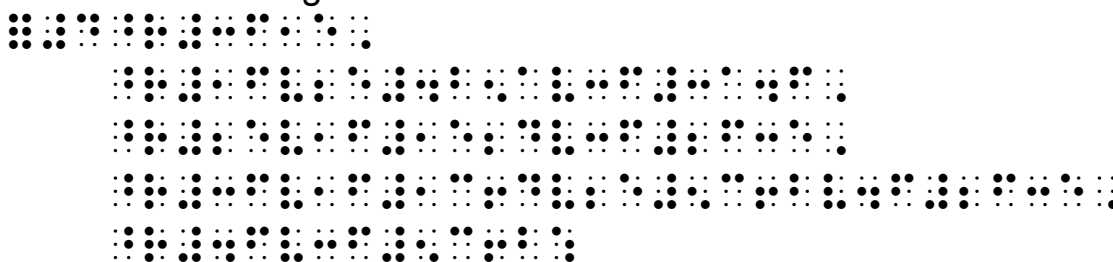
Die Hierarchieebene wird mit  $\ddot{}$  (Punkte 1,5,6) abgeschlossen.

102/105

Ring 1, 6-Ring, verknüpft mit Ring 2, 5-Ring, an den Verknüpfungsstellen 4, 2 und 5, 1, verknüpft mit Ring 3, 6-Ring, an den Verknüpfungsstellen 3, 1 und 4, 6



Gesamtdarstellung der 1. Ebene:



## 2. Ebene

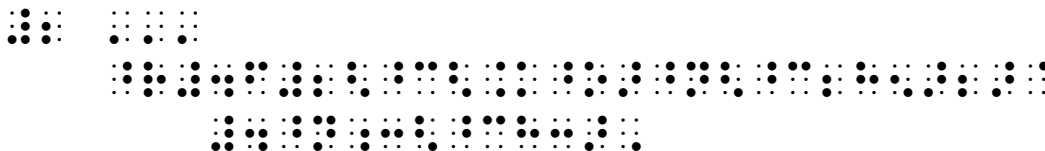
Auf der 2. Ebene werden die Heteroatome mit ihren freien Elektronenpaaren und die Substituenten, wie in Kap. 8.2.1 beschrieben, wiedergegeben.

Mögliche Substituenten werden unter Nennung der Nummer des Ringelementes, an dem sie stehen, in Klammern genannt. Die Darstellung der Substituenten erfolgt nach den Regeln der Halbstrukturschreibweise (vgl. Kapitel 7). Die Nummer eines Ringelementes wird als tief gestellte Zahl dargestellt.

105/106

Bei heterocyclischen Ringen wird die Nummer des Ringelementes und das entsprechende Heteroatom mit seinen freien Elektronenpaaren genannt. C-Atome werden nicht explizit aufgeführt.

Ring 4, 6-Ring, am 2. Ring-C-Atom Abzweigung eines C-Atoms mit Doppelbindung zum Sauerstoffatom, gebunden an ein Stickstoffatom mit 2 Ethylgruppen, am 4. Ringatom Stickstoff als Heteroatom mit einem inneren Elektronenpaar und einer Methylgruppe als Substituent.



Ring 2, 5-Ring, Stickstoff als 5. Elementatom mit einem inneren Elektronenpaar



### 3. Ebene

Auf der 3. Ebene werden die Doppelbindungen der einzelnen Ringe in ihrer Stellung angegeben. Die Nummern der Atome, zwischen denen Bindungen vorliegen, werden im Wechsel tief und normal gestellt wiedergegeben.

106/107

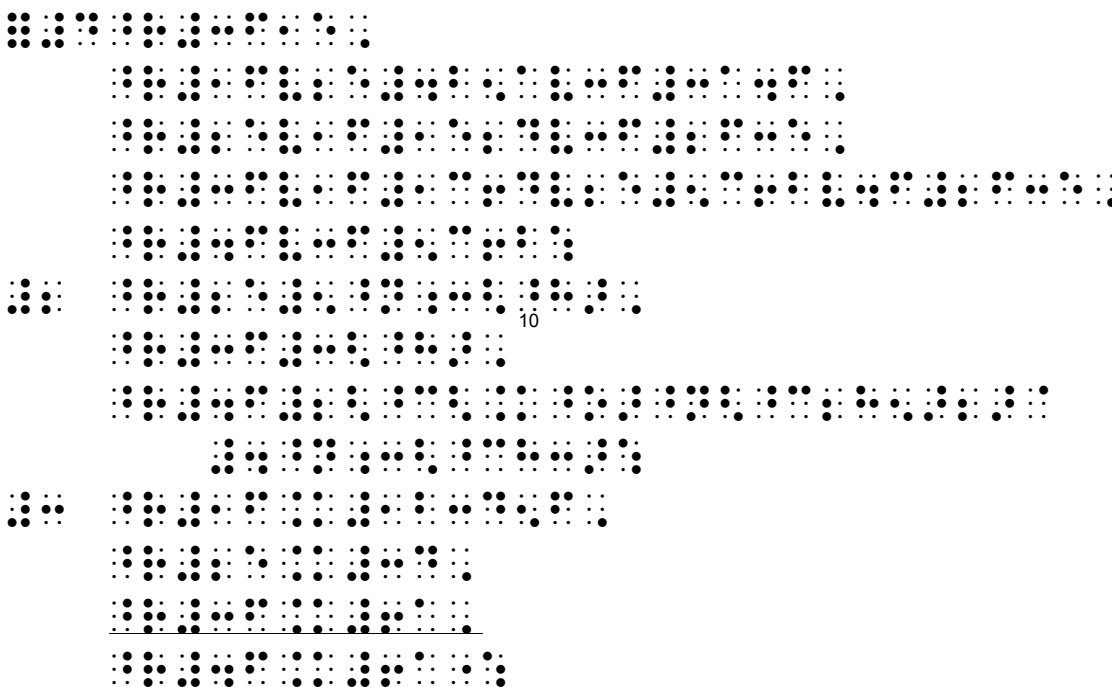
Ring 1, 6-Ring, Doppelbindung zwischen den C-Atomen 1 und 2, 3 und 4, 5 und 6



Die Darstellung der Gesamtstruktur wird mit dem verstärkten Abschlusszeichen  $\text{⋮⋮}$  beendet.

Darstellung der Gesamtstruktur von LSD

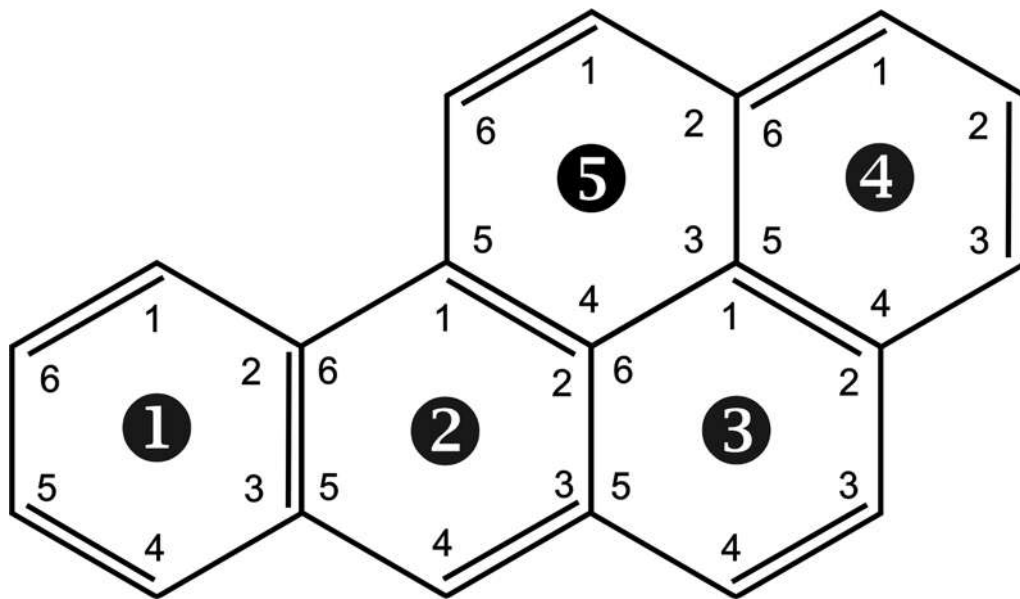
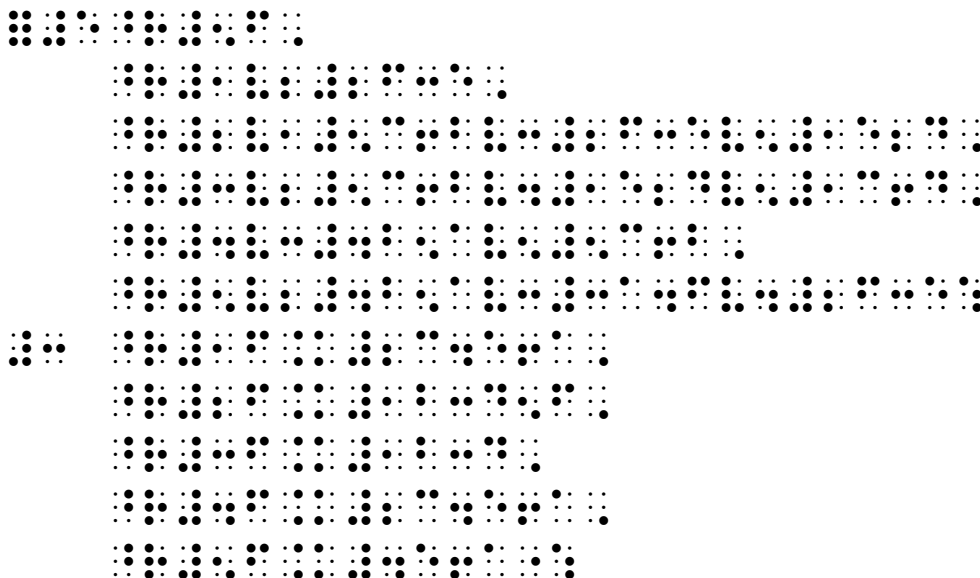
1. Ebene: Anzahl und Größe der Ringe und Verknüpfungen
2. Ebene: Heteroatome und Substituenten
3. Ebene: Doppelbindungen



107/108

<sup>10</sup> Befindet sich ein Atom oder eine Atomgruppe an einem gemeinsamen Atom zweier Ringe, so wird es darstellungsmäßig dem Ring mit der niedrigeren Nummer zugeordnet.

Abbildung 19: 3,4-Benzpyren

109  
Abb. 19

Die zweite Hierarchieebene entfällt hier, da weder Heteroatome noch Substituenten vorhanden sind.

108/111



## Anhang

### A Liste verwendeter Zeichen

Im Anhang A bedeuten unmittelbar neben dem Symbol stehende Sechspunktzeichen, dass an dieser Seite des Symbols kein Leerfeld stehen darf. Sind die Sechspunktzeichen hingegen um ein Feld abgerückt, muss an der betreffenden Seite des Symbols ein Leerfeld eingefügt werden. Sind beide Stellungsarten zulässig, entfällt an der betreffenden Seite des Symbols das Sechspunktzeichen.

Im Unterschied zu außen (an erster oder letzter Stelle) stehenden Sechspunktzeichen sind Vollzeichen im Inneren der Darstellung einer Blindenschriftsequenz keine Hilfszeichen, sondern Bestandteil des jeweiligen Punktschriftsymbols.

111/112

#### A1 Punktschriftsonderzeichen

Großkleinschreibzeichen	⠠⠡
Großschreibzeichen	⠠
Zusammenziehungszeichen	⠠⠠⠠
Zeilentrennungszeichen (ohne Leerfeld)	⠠⠠
Zeilentrennungszeichen (bei Leerfeld)	⠠⠠
Aufhebungspunkt	⠠⠠
Ankündigung Formel innerhalb von Text	⠠ ⠠⠠⠠
Abkündigung Formel, Überleitung zum Text	⠠⠠⠠ ⠠
Ankündigung einzelner Worte in/zwischen chemischen Ausdrücken	⠠ ⠠⠠⠠
Markierungszeichen oben	⠠⠠⠠
Markierungszeichen unten	⠠⠠⠠
verstärktes Markierungszeichen oben	⠠⠠
verstärktes Markierungszeichen unten	⠠⠠
waagerechter Strich (Einheiten)	⠠⠠⠠⠠

Ankündigung griechischer Kleinbuchstaben 

Ankündigung griechischer Großbuchstaben 

Abschlusszeichen 

112/113 verstärktes Abschlusszeichen 

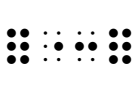
Ankündigung Ring mit IUPAC-Nummerierung 

Ankündigung Ring ohne IUPAC-Nummerierung  
(Sechspunktzeichen) 

Ankündigung Ring 

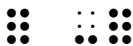
Ankündigung aromatischer Ring 

Verknüpfungsstelle 

Umkehrung der Zählrichtung bei Ringen mit  
IUPAC-Nummerierung 

## A2 Operationszeichen

+ Plus 

- Minus 

± Plus-Minus 

= Gleich 

: dividiert durch, verhält sich zu 

• Mal 

— oder / Bruchstrich 

> Größer 

< Kleiner 

≈ ungefähr gleich 

/ Schrägstrich 

113/114 // doppelter Schrägstrich 





## A6 Symbole zur Darstellung von Elektronen und Elektronenpaaren

Die unten aufgeführten Zeichen stehen direkt links und rechts vom Elementsymbol und über bzw. unter dem ersten Buchstaben des Elementsymbols. Die außen stehenden Sechspunktzeichen dienen hier zur Verdeutlichung der Lage der Punkte.

115/116

### Ungepaarte Elektronen

links     ⋮ ⋮ ⋮

rechts    ⋮ ⋮ ⋮

oben      ⋮ ⋮ ⋮

unten     ⋮ ⋮ ⋮

### Nicht bindende Elektronenpaare

links     ⋮ ⋮ ⋮

rechts    ⋮ ⋮ ⋮

oben      ⋮ ⋮ ⋮

unten     ⋮ ⋮ ⋮

### Bindende Elektronenpaare

Einfachbindung nach rechts und links     ⋮ ⋮ ⋮ ⋮

Einfachbindung nach unten und oben       ⋮ ⋮ ⋮


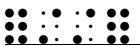



Doppelbindung nach rechts und links       ⋮ ⋮ ⋮ ⋮

Doppelbindung nach unten und oben       ⋮ ⋮ ⋮






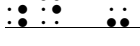
Dreifachbindung nach rechts und links       ⋮ ⋮ ⋮ ⋮

Dreifachbindung nach unten und oben  
(Sechspunktzeichen)     ⋮ ⋮ ⋮

Einfachbindung links unten nach rechts  
oben     ⋮ ⋮ ⋮

Einfachbindung links oben nach rechts unten	
Doppelbindung links unten nach rechts oben	
Doppelbindung links oben nach rechts unten	
Substituent nach oben gerichtet	
Substituent nach unten gerichtet	

116/117**A7 Ladungen und Teilladungen**

Positive Ionenladung im Index	
Negative Ionenladung im Index	
Positive Ladung	
Negative Ladung	
Positive Teilladung	
Negative Teilladung	

117/119

## B Literaturverzeichnis

Die hier zusammengestellten Literaturhinweise erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Wir möchten uns für die wertvolle Unterstützung des AIDOS bei der Beschaffung der Literaturhinweise zu diesem Thema bedanken.

Weitere Auskünfte erteilen die Verlage und das bibliografische Zentrum der Deutschen Blinden-Bibliothek AIDOS in der Deutschen Blindenstudienanstalt. Dort wird in der "deutschsprachigen Bibliografie zum Blindenwesen" die Fachliteratur zum Thema zentral nachgewiesen.

Die aufgeführten Werke können, soweit sie nicht vergriffen sind, direkt bei den angegebenen Blindenschriftverlagen bezogen oder in den Bibliotheken entliehen werden. Die Anschriften der betreffenden Einrichtungen des deutschsprachigen Raumes sind im Anhang C zusammengestellt. Die mit ISBN-Nummer versehenen Werke sind auch über den Buchhandel erhältlich.

119/120

Das System der deutschen Blindenschrift (Voll- und Kurzschrift),  
Herausgegeben von der Brailleschriftkommission der  
deutschsprachigen Länder. (Marburger Systematiken der  
Blindenschrift; 1).

Verlag Deutsche Blindenstudienanstalt - Marburg, 1998.

Punktdruck: VR, 2 Bände, Bestell-Nr.: 3996.

Schwarzdruck: Bestell-Nr.: 7596, ISBN 3-89642-004-6.

Verlag Deutsche Zentralbücherei für Blinde - Leipzig, 1998.

Punktdruck: VR, 2 Bände.

Internationale Mathematikschrift für Blinde.

Gründlich überarbeitete und ergänzte Ausgabe (Schwarzdruckausgabe  
der "Neufassung und Vervollständigung des Systems der  
internationalen Mathematikschrift für Blinde", Punktdruck  
Marburg 1986).

(Marburger Systematiken der Blindenschrift; 6).

Schwarzdruck: Verlag Deutsche Blindenstudienanstalt - Marburg,  
1992.

Bestell-Nr.: 7544.

Neufassung und Vervollständigung des Systems der internationalen Mathematikschrift für Blinde.

Gründlich überarbeitete und ergänzte Ausgabe.

Punktdruck: Verlag Deutsche Blindenstudienanstalt - Marburg, 1986.

rk., 1 Halbband, Bestell-Nr.: 1851.

120/121

System der Mathematik- und Chemieschrift für Blinde.

Bearbeitet von Friedrich Mittelsten Scheid und Willy Windau.

Verlag Hochschulbücherei, Studienanstalt und Beratungsstelle für blinde Studierende, Marburg, Lahn. - 3. Auflage - Marburg/L., 1930.

Punktdruck: 1 Heft.

Schwarzdruck: 1 Heft.

A System of Braille Notation on Mathematics, Physics, Astronomy and Chemistry.

All Russia Association for the Blind - Moskau 1975.

Blindenschriftsymbole für Mathematik, Physik, Chemie;

Ergänzungsband zum Tafelwerk Mathematik, Physik, Chemie Klasse 7 - 10. Zusammenstellung und inhaltliche Bearbeitung:

Erhard Kaden; Marianne Marx. - 1. Auflage.

Verlag Deutsche Zentralbücherei für Blinde zu Leipzig - Leipzig, 1989. Punktdruck: RK, 1 Band.

Schwarzdruck: 1 Heft.

Braille Authority of the United Kingdom, Science Committee:

Braille Science Notation, 1989.

The Royal National Institute for the Blind - Peterborough, UK, 1989.

121/122

Braille Code for Chemical Notation.

American Printing House for the Blind - Louisville, 1997.

Punktdruck: 3 Bände.

Schwarzdruck: 1 Band.

Britz, Karl:

Internationale Mathematikschrift für Blinde: Eine Utopie?

Punktdruck: Marburger Beiträge zum Blindenbildungswesen 1976, H. 3, S. 189 - 197.

Schwarzdruck: Horus 1976, H. 2, S. 24 - 26.

Elgorriaga-Piippo, Ouli-Minna und Hotz, Benedict:  
Mathematikschrift für Blinde - ein Handbuch.  
Verlag Braille Press Zürich - Zürich, 2. Auflage, 2001.  
Punktdruck: VR, 1 Band.  
Schwarzdruck: 1 Heft.

Epheser, Helmut:  
Neufassung und Vervollständigung des Systems der  
internationalen Mathematikschrift für Blinde.  
Verlag Deutsche Blindenstudienanstalt - Marburg/L., 1955.  
Punktdruck: 1 Halbband.

122/123

Juringius, Nils:  
Mathematikschrift für Blinde.  
Punktdruck: Marburger Beiträge zum Blindenbildungswesen 1934,  
H. 12, S. 530 - 537.

Juringius, Nils:  
Mathematik- und Chemieschrift für Blinde.  
Punktdruck: Marburger Beiträge zum Blindenbildungswesen 1938,  
H. 12, S. 453 – 457.

Loomis, Madeleine S.:  
Braille Chemical Notations and how to use them.  
The New York Institute for the Education of the Blind - New York,  
1939.

Mittelsten Scheid, Friedrich:  
Ausbau der Mathematikschrift für Blinde und Erweiterung der  
Kurzschrift.  
Punktdruck: Marburger Beiträge zum Blindenbildungswesen 1950,  
H. 6, 470 – 477.

Resolution der Konferenz über Mathematikschriftsysteme vom 30.03. –  
01.04. 1976 in Moskau.  
Punktdruck: Marburger Beiträge zum Blindenbildungswesen 1976,  
H. 3, S. 198 – 200.  
Schwarzdruck: Horus 1976, H. 2, S. 26.

123/124

Rosenzweig, Rivka:

Sefer ha-braille (Buch der Brailleschrift).

Central Library for the Blind, Visually Impaired and Handicapped,  
Nathanya, 1995

Schwarzdruck: 1 Band

Schlüter, K.:

Beiträge und Vorschläge zum weiteren Ausbau unserer Braille-  
Punktschrift, II. Abschnitt: Die Darstellung chemischer Formeln.

Schwarzdruck: Der Blindenfreund 27 (1907), S. 119 – 124.

Schlüter, K.:

Anträge, betreffend Mathematik-System etc.

In: XII. Blindenlehrer-Kongress 1907 in Hamburg, S. 254 – 259.

Seibt, Peter:

Änderung und Erweiterung der Mathematikschrift für Blinde.

Schwarzdruck: Zeitschrift für das Blinden- und  
Sehbehindertenwesen 91 (1971) S. 104 – 112.

Taylor, H. M.:

Mathematical and Chemical Notation.

National Institute for the Blind - London, 1917.

The International Braille Code of Mathematics and Chemistry /  
approved by VII. Committee appointed by the International Blind  
Congress held in Vienna, 1929. With an introduction by H. L.  
Stafford. – Blindenschrift nach der  
Buchausgabe.

124/125

National Institute for the Blind - London, 1941.

Punktdruck: London: Royal National Institute for the Blind, 1941  
– englische Kurzschrift. 1 Heft.

The International Code for Braille Mathematics. Revised and  
completed.

(Übersetzung der ersten Auflage von: Neufassung und  
Vervollständigung der internationalen Mathematikschrift für  
Blinde.

Verlag Deutsche Blindenstudienanstalt, Marburg, 1955).

Verlag Deutsche Blindenstudienanstalt, Marburg, 1960.

Punktdruck: Englische Kurzschrift, 1 Halbband, Bestell-Nr.: 2161.

The Nemeth Braille Code for Mathematics and Science Notation 1972  
revision / compiled under the Authority of the American  
Association of Workers for the Blind.

125/126  
126/127

American Printing House for the Blind - Louisville, Kentucky,  
1973.



## C Adressen der Blindenschriftverlage

Deutsche Blindenstudienanstalt - DBStA  
Am Schlag 8  
D-35037 Marburg  
Tel.: +49-6421-606-0  
Fax: +49-6421-606-229  
E-mail: [info@blista.de](mailto:info@blista.de)  
Internet: [www.blista.de](http://www.blista.de)

Deutsche Zentralbücherei für Blinde - DZB  
Gustav-Adolf-Straße 7  
D-04105 Leipzig  
Tel.: +49-341-7113-0  
Fax: +49-341-7113-125  
E-mail: [info@dzb.de](mailto:info@dzb.de)  
Internet: [www.dzb.de](http://www.dzb.de)

Schweizerische Bibliothek für Blinde und Sehbehinderte - SBS  
Grubenstr. 12  
CH-8045 Zürich  
Tel.: +41-43-3333232  
Fax: +41-43-3333233  
E-mail: [sekretariat@sbszh.ch](mailto:sekretariat@sbszh.ch)  
Internet: [www.sbs-online.ch](http://www.sbs-online.ch)

## **D Beispiel einer taktilen Abbildung**

Wegen des im Vergleich zum Auge sehr geringen Auflösungsvermögens des Tastsinnes müssen taktile Abbildungen wesentlich größer und weniger differenziert angelegt werden als Diagramme oder Bilder.

Um dies zu Veranschaulichen, ist der Schwarzschrift-Ausgabe eine Typhlographie in einer dem Auflösungsvermögen des Tastsinnes angemessenen Größe als Mustervorlage angefügt.