

Das chemmacros-Bundle

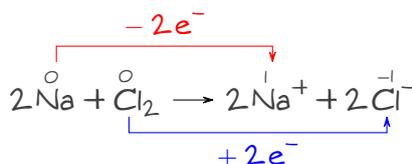
v3.6 2013/02/26

Pakete `chemmacros`, `chemformula` und `ghsystem`

Clemens NIEDERBERGER

<https://bitbucket.org/cgnieder/chemmacros/>
contact@mychemistry.eu

deutsche Dokumentation



Inhaltsverzeichnis	7.5. Versionen 3.5 und 3.6	9
I. Bevor es los geht	3	
1. Lizenz, Voraussetzungen und README	3	
2. Motivation und Hintergrund	3	
3. Installation und Laden des Bundles	5	
4. Paketoptionen	5	
5. Setup	7	
6. Spracheinstellungen	7	
6.1. Unterstützte Sprachen	7	
6.2. Besonderheiten	8	
6.2.1. Deutsch	8	
6.2.2. Italienisch	8	
7. Neues	8	
7.1. Version 3.3	8	
7.2. Version 3.3a	9	
7.3. Version 3.3d	9	
7.4. Version 3.4	9	
II. chemmacros	10	
8. Teilchen, Ionen und Symbole	10	
8.1. Vordefiniert	10	
8.2. Eigene Teilchen definieren	12	
9. Nomenklatur, Stereodeskriptoren und lateinische Ausdrücke	12	
9.1. IUPAC-Namen	12	
9.1.1. Vordefinierte Befehle	14	
9.1.2. Eigene Nomenklatur-Befehle	16	
9.2. Lateinische Ausdrücke	17	
10. Einheiten für die Verwendung mit siunitx	18	
11. Säure/Base	18	
12. Oxidationszahlen, reale und formale Ladungen	19	
12.1. Ionenladungen	19	
12.2. Oxidationszahlen	20	
12.3. Partialladungen und Ähnliches	22	

Inhaltsverzeichnis

13. Reaktionsmechanismen	23	25.2. Tiefstellungen	48
14. Redoxreaktionen	23	25.3. Befehle	48
15. (Standard) Zustand, Thermodynamik	26	25.4. Ladungen und andere Hochstellungen	48
15.1. Thermodynamische Größen	26	25.5. Bindungen	50
15.1.1. Neue Größen definieren	27	25.5.1. Natürliche Bindungen	50
15.1.2. Größen umdefinieren	27	25.5.2. Flexible Bindungen	50
15.2. Zustandsgrößen	28	25.6. Anpassung	51
16. Spektroskopie und Messdaten	28	26. Spezielle Input-Typen	54
16.1. Der <code>\NMR</code> -Befehl	28	26.1. Single-Token Input	54
16.2. Abkürzungen	29	26.2. Optionen Input	54
16.3. Eine Umgebung, um Messergebnisse darzustellen	29	27. Geschützter Input	55
16.4. Anpassung	30	27.1. Text	55
16.5. Anwendungsbeispiel	31	27.2. Mathematik	55
16.5.1. Beinahe Standard	32	28. Pfeile	56
16.5.2. Formatierte Liste	32	28.1. Pfeiltypen	56
16.5.3. Verrückt	33	28.2. Beschriftung	57
17. Befehle für <code>mhchem</code>	33	28.3. Anpassung	58
18. Reaktionsumgebungen	34	28.4. Pfeiltypen bearbeiten	59
18.1. Durch <code>CHEMMACROS</code> definiert	34	29. Text unter Formeln	60
18.2. Eigene Reaktionen	36	29.1. Syntax	60
18.3. Liste der Reaktionen	37	29.2. Anpassung	60
19. Phasen	39	30. Format und Schrift	61
19.1. Grundlagen	39	31. Verwendung in Mathematik-Umgebungen	63
19.2. Eigene Phasen definieren	40	32. Weitere Beispiele	63
20. Newman-Projektionen	40	IV. <code>ghsystem</code>	65
21. s, p und Hybrid-Orbitale	41	33. Setup	65
III. <code>chemformula</code>	44	34. Die Gefahren- (H) und Sicherheits-sätze (P) aufrufen	66
22. Setup	44	34.1. Einfacher Aufruf	66
23. Das Grundprinzip	44	34.2. Sätze mit Platzhaltern	66
24. Stöchiometrische Faktoren	45	34.3. Sätze mit Lücken	67
25. Summenformeln	47	34.4. Kombinierte Sätze	68
25.1. Addukte	47	35. Piktogramme	68
		35.1. Die Bilder	68

35.2. Der Bildtyp hängt von der Engine ab	71	V. Anhang	82
		Übersicht über die Optionen und Anpassungsmöglichkeiten	82
36. Verfügbare Sprachen	71	Vorschläge und Bugreports	85
		Quellen	85
37. Liste aller Sätze	72	Index	86

Teil I.

Bevor es los geht

1. Lizenz, Voraussetzungen und README

Das CHEMMACROS-Bundle steht unter der L^AT_EX Project Public License (LPPL) Version 1.3 oder später (<http://www.latex-project.org/lppl.txt>) und hat den Status „maintained“.

Das CHEMMACROS-Bundle benötigt aktuelle Versionen der l3kernel¹- und l3packages²-Bundles. Außerdem werden die Pakete siunitx,³ mathtools,⁴ bm,⁵ nicefrac⁶ und environ⁷ sowie tikz⁸ und die TikZ libraries calc und arrows benötigt.

Die Paketoption bpchem (Abschnitt 4) benötigt bpchem,⁹ die Paketoption xspace benötigt xspace¹⁰ und die Paketoption method = mhchem benötigt mhchem.¹¹

Mit v3.0 wurde das CHEMMACROS-Paket mit den neuen Paketen CHEMFORMULA und GHSYSTEM gebündelt. CHEMFORMULA ist eine Alternative zu mhchem. Das führte zu einigen internen Änderungen bei CHEMMACROS. Gleichzeitig wurde die Dokumentation komplett überarbeitet.

Vielleicht erinnern Sie Sich, dass CHEMMACROS' Optionen alle verschiedenen Modulen angehören, siehe Abschnitt 5 für weitere Informationen. Sie werden in den linken Rand geschrieben, wenn die Option das erste Mal erwähnt wird. Abschnitt V listet alle Optionen von CHEMMACROS und ihre Module auf. In diesem Dokument werden Optionen grün und Module rot dargestellt.

Das Paket GHSYSTEM benötigt die Pakete CHEMMACROS, tabu,¹² longtable,¹³ ifpdf¹⁴ und graphicx.¹⁵

Es gibt einige veraltete Befehle und Optionen, die in dieser Dokumentation nicht mehr beschrieben werden. Um Kompatibilität mit älteren Dokumenten zu gewährleisten, sind sie immer noch definiert. Diese Befehle geben eine Warnung aus. In Zukunft könnten sie nicht mehr definiert sein.

2. Motivation und Hintergrund

CHEMMACROS entstand vor einigen Jahren als wachsende Liste von Makros, die ich häufig verwen-

¹ CTAN: l3kernel ² CTAN: l3packages ³ CTAN: siunitx ⁴ CTAN: mathtools ⁵ CTAN: bm ⁶ CTAN: nicefrac
⁷ CTAN: environ ⁸ CTAN: pgf ⁹ CTAN: bpchem ¹⁰ CTAN: xspace ¹¹ CTAN: mhchem ¹² CTAN: tabu ¹³ CTAN: longtable ¹⁴ CTAN: ifpdf ¹⁵ CTAN: graphicx

2. Motivation und Hintergrund

dete. Ich kann mich nicht mehr genau erinnern, wann und warum ich entschied, sie als Paket zu veröffentlichen. Nun – hier ist es und ich hoffe, Sie werden das eine oder andere ebenfalls nützlich finden.

Die Makros und ihre Funktionsweise haben sich im Laufe der Zeit leicht verändert. Es sind außerdem eine ganze Reihe hinzugekommen. Insgesamt hat sich mit der Zeit vieles vereinheitlicht und es sind viele Anpassungsmöglichkeiten hinzugekommen.

Wohl fast jeder Chemiker, der \LaTeX für seine Dokumente verwendet, dürfte das großartige Paket `mhchem` von Martin Hensel kennen. Es gab immer ein paar Schwierigkeiten, `mhchem` und `CHEM-MACROS` zur Zusammenarbeit zu bewegen. Ein paar Kleinigkeiten in `mhchem` haben mich zudem immer gestört, aber sie schienen nicht genug für ein neues Paket. Noch nicht einmal genug, um ein “feature request” an den Autoren von `mhchem` zu senden. Die Herausforderung und der Spaß, ein neues Paket zu erschaffen, sowie der Wunsch nach größtmöglicher Flexibilität führten so doch noch zu `CHEMFORMULA`.

`CHEMFORMULA` funktioniert sehr ähnlich wie `mhchem`, ist aber strenger was das Eingeben von Verbindungen, stöchiometrischen Faktoren und Pfeilen angeht. Gleichzeitig bietet `CHEMFORMULA` ein paar Möglichkeiten, den Output anzupassen, die `mhchem` nicht bietet. Da `CHEMFORMULA` als Alternative zu `mhchem` gedacht ist, bietet `CHEMMACROS` eine Option, mit der Sie zwischen `mhchem` und `CHEMFORMULA` wählen können.

Als Chemiker wissen Sie vermutlich, dass die UNITED NATIONS das GLOBALLY HARMONIZED SYSTEM OF CLASSIFICATION AND LABELLING OF CHEMICALS (GHS) als weltweiten Ersatz für die zahlreichen ähnlichen aber doch verschiedenen Systeme der einzelnen Länder entwickelt haben. Obwohl es noch nicht in allen Ländern umgesetzt wurde [Eur12], ist das nur eine Frage der Zeit. Das Paket `GHSYSTEM` gibt Ihnen nun die Möglichkeit, alle “hazard and precautionary statements” auf einfache Weise einzugeben und aufzurufen. Die Sätze wurden der EU-Verordnung 1272/2008 entnommen [Theo8].

Ich hoffe, folgende vier Punkte in diesem Bundle umgesetzt zu haben:

- intuitive Verwendung, vor allem im Hinblick auf die Syntax der Befehle
- die Befehle sollen nicht nur das Schreiben erleichtern sondern auch den Quelltext besser lesbar machen, indem er semantisch logischer wird (`\ortho`-dichlorobenzene kann man leichter lesen und verstehen als `\textsl{o}`-dichlorobenzene)
- so große Flexibilität und so viele Anpassungsmöglichkeiten wie möglich, damit jeder Anwender die Befehle nach eigenen Bedürfnissen anpassen kann.
- mit INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY (IUPAC) konforme Voreinstellungen

Vor allem der letzte Punkt benötigte zwar einige Schubser von Anwendern,¹⁶ um die richtigen Einstellungen an vielen Stellen zu bekommen. Wenn Ihnen etwas auffällt, das nicht der IUPAC-Empfehlung entspricht,¹⁷ würde ich mich über eine E-Mail sehr freuen!

Bei einem Paket dieser Größe mit alten und neuen Teilen (die man noch als in der Beta-Phase befindlich betrachten muss) ist es unvermeidbar, dass es Fehler und Bugs gibt. Ich bin sehr daran interessiert, dieses Paket zu korrigieren und verbessern, daher eine Bitte: wenn Ihnen etwas auffällt, das Sie stört, egal wie geringfügig es erscheint, senden Sie mir bitte eine E-Mail und ich

¹⁶ Vielen Dank an Dr. Paul King! ¹⁷ Das gilt nicht für den `\ox`-Befehl. Die IUPAC-Fassung dazu ist `\ox*`.

3. Installation und Laden des Bundles

werde sehen, was ich tun kann. Besonders interessiert bin ich an Feedback zu [CHEMFORMULA](#) (siehe Teil III) und [GHSYSTEM](#) (siehe Teil IV), freue mich aber natürlich auch über Feedback zu jedem anderen Teil des Bundles.

3. Installation und Laden des Bundles

Das Bundle enthält drei Style-Dateien,¹⁸ einem Ordner namens `language/`, der die Sprach-Definitions-Dateien für GHS enthält (Endung `def`) und einem Ordner `pictures/`, der `eps`-, `jpg`-, `pdf` und `png`-Dateien enthält (die GHS Piktogramme). Wenn Sie das Bundle von Hand installieren, *bitte achten Sie darauf, die Ordner `language/` und `pictures/` in den gleichen Ordner wie die Style-Dateien zu kopieren.*

Das Laden von [CHEMMACROS](#) via

```
1 \usepackage{chemmacros} % 'chemmacros', 'chemformula' and 'ghsystem' are
   loaded
```

wird ebenso [CHEMFORMULA](#) und [GHSYSTEM](#) laden. Sie können jedoch [CHEMMACROS](#) davon abhalten, [GHSYSTEM](#) zu laden:

```
1 \usepackage[ghsystem=false]{chemmacros} % 'chemmacros' and 'chemformula'
   are loaded
```

Das Laden von [CHEMFORMULA](#) kann nicht verhindert werden, da [CHEMMACROS](#) und [CHEMFORMULA](#) miteinander interagieren.

Das explizite Laden von [CHEMFORMULA](#) bzw. [GHSYSTEM](#) ist möglich und wird [CHEMMACROS](#) in jedem Fall laden, falls das noch nicht geschehen ist. Dadurch laden sie sich implizit gegenseitig.

```
1 \usepackage{chemformula}
2 or
3 \usepackage{ghsystem}
```

Es wird jedoch empfohlen, lediglich `\usepackage{chemmacros}` zu verwenden und die gewünschten Optionen mit `\chemsetup` vorzunehmen (siehe auch Abschnitt 5).

4. Paketoptionen

[CHEMMACROS](#) hat einige Optionen. Sie alle folgen einen Schlüssel/Wert-Prinzip:

```
1 \usepackage[option1 = <value1>, option2 = <value2>]{chemmacros}
```

Die meisten können auch ohne Wert verwendet werden (`\usepackage[option]{chemmacros}`). Sie verwenden dann den unterstrichenen Wert.

¹⁸ Die mit der Endung `sty`.

4. Paketoptionen

Sowohl `CHEMFORMULA` als auch `GHSYSTEM` haben keine eigenen Paketoptionen. Wenn Sie sie explizit laden, verpuffen alle als Paketoptionen gegebenen Optionen. Sie können dann nur mit dem Setup-Befehl gesetzt werden.

- option** `bpchem` = `true|false` → Diese Option lädt `bpchem` und passt das Layout von `\NMR` den `bpchem`-Befehlen `\HNMR` und `\CNMR` an. Default = `false`
- option** `circled` = `formal|all|none` → `CHEMMACROS` unterscheidet zwischen zwei Typen von Ladungen¹⁹: reale (+/−) und formale (⊕/⊖) Ladungen. Die Option `formal` unterscheidet zwischen ihnen, `none` stellt alle ohne Umkreisung dar, `all` umkreist alle. Default = `formal`
- option** `circletype` = `chem|math` → Diese Option schaltet zwischen zwei Darstellungsmöglichkeiten für formale Ladungen hin und her: `\fplus` ⊕ und `\oplus` ⊕. Default = `chem`
- option** `cmversion` = `1|2|bundle` → Diese Option stellt die Definition einiger Befehle wieder her, so dass Dokumente, die mit `v1.*` gesetzt wurden, Korrekt kompilieren. Default = `bundle`. Eigentlich sind `2` und `bundle` Aliase. Diese Option kann nur in der Präambel gesetzt werden.
- option** `ghsystem` = `true|false` → Das Paket `GHSYSTEM` abschalten. Die Einstellung `ghs` = `false` wird das Laden von `GHSYSTEM` unterbinden. Default = `true`
- option** `greek` = `auto|math|textgreek|upgreek` → Diese Option bestimmt, wie die Buchstaben `\Chema`lpha und seine Verwandten dargestellt werden. Siehe Seite 11 für weitere Informationen. Diese Option kann nur in der Präambel gesetzt werden. Bitte beachten Sie, dass diese Option weder `upgreek`²⁰ noch `textgreek`²¹ lädt! Sie bestimmt lediglich welches verwendet wird, falls es geladen wurde. Wenn Sie beispielsweise `upgreek` wählen, müssen Sie auch das entsprechende Paket laden. Default = `auto`
- option** `iupac` = `auto|restricted|strict` → Einstellen, wie die Nomenklatur-Befehle definiert werden. Siehe Seite 13. Default = `auto`
- option** `language` = `american|british|english|french|german|italian|ngerman` → Sprachspezifische Einstellungen laden. `english`, `american` und `british` sind Aliase, ebenso `german` und `ngerman`. Diese Option kann nur in der Präambel gesetzt werden. Default = `english`
- option** `method` = `chemformula|mhchem` → Sie können wählen, ob `CHEMMACROS` `mhchem` oder `CHEMFORMULA` für die Reaktionsumgebungen (siehe Abschnitt 18) und die Teilchen (siehe Abschnitt 8) verwendet. Default = `chemformula`. Diese Option kann nur in der Präambel gesetzt werden.
- option** `Nu` = `chemmacros|mathspec` → Das Paket `mathspec`²² definiert ebenfalls ein Makro `\Nu`. Diese Option entscheidet, welche Definition gilt, siehe Seite 10. Default = `chemmacros`. Diese Option kann nur in der Präambel gesetzt werden.
- option** `strict` = `true|false` → Die Einstellung `strict` = `true` wird alle Warnungen in Fehlermeldungen ändern. Default = `false`
- option** `synchronize` = `true|false` → Mit der Einstellung `true` wird `CHEMMACROS` die Schrifteinstellungen von `CHEMFORMULA` übernehmen, falls `CHEMFORMULA` als Methode gewählt wurde. Default = `false`. Um diese Option zu demonstrieren, wurde dieses Dokument mit `synchronize` = `true` und

¹⁹ Vielen Dank an Christoph Schäfer, der mich darauf aufmerksam machte, dass `v1.1` die Ladungen zu nachlässig behandelte! ²⁰ CTAN: `upgreek` ²¹ CTAN: `textgreek` ²² CTAN: `mathspec`

5. Setup

der CHEMFORMULA Einstellung `\chemsetup[chemformula]{font-spec={{Color=darkgray}Latin Modern Sans}}` gesetzt.

option `xspace = true|false` → Mit dieser Option werden die meisten Makros mit einem `\xspace` definiert.
Default = true

5. Setup

Zahlreiche der Befehle von CHEMMACROS, CHEMFORMULA und GHSYSTEM haben Schlüssel/Wert-Paare als Optionen, mit denen sie angepasst werden können. Meistens können sie als (optionales) Argument des entsprechenden Befehls verwendet werden. Meistens können Sie auch mit dem `\chemsetup` Befehl verwendet werden.

`\chemsetup[<module>]{<key> = <value>}` oder

`\chemsetup{<module>/<key> = <value>}`

Die Optionen gehören alle zu einem Modul, das anzeigt, auf welchen Befehl sie sich auswirken. Wenn eine Option vorgestellt wird, wird das dazugehörige Modul in den linken Rand geschrieben. Sie können die Optionen mit `\chemsetup` auf zwei Weisen verwenden, wie oben dargestellt.

Die Paketoptionen können ebenfalls als Optionen betrachtet werden, die zum Modul `option` gehören. Das bedeutet, sie können auch mit `\chemsetup` aufgerufen werden.

```
1 \chemsetup[option]{circled=none}\mch\ \pch\ \fmch\ \fpch\ \el\ \prt \\  
2 \chemsetup[option]{circled=formal}\mch\ \pch\ \fmch\ \fpch\ \el\ \prt \\  
3 \chemsetup[option]{circletype=math}\mch\ \pch\ \fmch\ \fpch\ \el\ \prt \\  
4 \chemsetup{option/circletype=chem,option/circled=all}\mch\ \pch\ \fmch\ \fpch\ \  
   el\ \prt \\  
5 \chemsetup{option/circletype=math}\mch\ \pch\ \fmch\ \fpch\ \el\ \prt  
  
- + - + e- p+  
- + ⊖ ⊕ e- p+  
- + ⊖ ⊕ e- p+  
⊖ ⊕ ⊖ ⊕ e⊖ p⊕  
⊖ ⊕ ⊖ ⊕ e⊖ p⊕
```

Optionen, die *keinem* Modul angehören, können *nicht* mit `\chemsetup` verwendet werden!

Alle Optionen von CHEMFORMULA gehören dem Modul `chemformula` an und alle Optionen von GHSYSTEM gehören dem Modul `ghs` an.

6. Spracheinstellungen

6.1. Unterstützte Sprachen

Durch die Wahl der Option

```
1 \chemsetup[option]{language=<language>}
```

kann eine der folgenden Sprachen gewählt werden: `american`, `british`, `english`, `french`, `german`, `italian` und `ngerman`. Die Sprachen `american`, `british`, `english` sind Aliase, ebenso die Sprachen `german` und `ngerman`.

Übersetzt werden

- Die Überschrift der Liste der Reaktionen.
- Die Einträge bei der Liste der Reaktionen.
- Die H- und P-Sätze.

Bitte beachten Sie, dass die GHS-Sätze nicht in allen Sprachen angeboten werden, siehe auch Abschnitt 36.

6.2. Besonderheiten

6.2.1. Deutsch

Bei der Sprachwahl `german/ngerman` werden zusätzlich die Phasen-Befehle `\sld`, `\lqd` und `\pKa` übersetzt.

6.2.2. Italienisch

Bei der Sprachwahl `italian` werden zusätzliche IUPAC-Befehle definiert:

`\ter` → *ter*

`\sin` → *sin*

7. Neues

7.1. Version 3.3

- Ab Version 3.3 gibt es die Umgebung `\begin{experimental}` `\end{experimental}`, siehe Abschnitt 16, die mit einigen neuen Befehlen und Optionen verwendet werden kann, um Messdaten konsistent darzustellen.
- Die Umgebung `\begin{reaction}` `\end{reaction}` und ihre Verwandten können nun mit `\label`, `\ref` und `\intertext` umgehen, siehe Abschnitt 18.
- Die Paketoptionen `german` und `ngerman` entfallen, dafür gibt es die neue Option `language`, siehe Seite 6 und Abschnitt 6 ab Seite 7.
- Die Paketoption `upgreek` wurde umbenannt in `greek`.
- Die `\Chem<greekletter>`-Befehle wurden um einige Buchstaben erweitert, siehe Abschnitt 8.

7.2. Version 3.3a

- Die IUPAC-Befehle `\hapto` und `\bridge` sind neu.
- Die H- und P-Sätze sind jetzt auch auf italienisch verfügbar.

7.3. Version 3.3d

- pdf-Versionen der GHS-Piktogramme.
- Neue Voreinstellungen für Bindungslänge und Bindungs-Offset, siehe Seite 51.
- Neue Option `bond-style`, siehe Seite 51.
- neue Option `cip-kern`, siehe Seite 15

7.4. Version 3.4

- `CHEMMACROS` bekam ein italienisches Manual, vielen herzlichen Dank an Jonas Rivetti, der sich nicht nur freiwillig meldete, die H- & P-Sätze zu übersetzen, sondern auch diese Dokumentation!
- der Befehl `\bond`, der es ermöglicht, andere als Einfach-, Doppel- und Dreifachbindungen zu verwenden, siehe Abschnitt 25.5. Dieses Feature wollte ich schon lange einbauen!
- ein paar Änderungen am Aussehen des Radikalpunktes und neue Optionen, um es anzupassen, siehe Abschnitt 25.6.

7.5. Versionen 3.5 und 3.6

- Zeilenumbrüche vor und nach Bindungen in Formeln sind nicht mehr möglich.
- Zeilenumbrüche nach Pfeilen in Formeln sind erlaubt.
- Einige der horizontalen Leerräume in Formeln haben jetzt dehbare Anteile.
- In Formeln ist geschützte Methe-Eingabe jetzt auch mit `\(` und `\)` möglich.
- Neue Optionen: `radical-vshift`, `radical-hshift` und `radical-space` erlauben Feinkontrolle über den Radikalpunkt.
- In stöchiometrischen Faktoren wird eine führende Null hinzugefügt, wenn sie fehlt.
- Neue Option: `stoich-paren-parse`.
- Zahlreiche interne Änderungen am Code.

Teil II.

chemmacros

8. Teilchen, Ionen und Symbole

8.1. Vordefiniert

`CHEMMACROS` definiert einige einfache Makros, um häufig verwendete Teilchen und Symbole darzustellen. Bitte beachten Sie, dass sie unterschiedlich dargestellt werden, je nach dem, welche Paketoptionen Sie verwenden. Diese Befehle können auch im Mathematikmodus eingesetzt werden.

`\Hpl` → H^+ (Proton)

`\Hyd` → OH^- (Hydroxid)

`\HtO` → H_3O^+ (Oxoniumion) (H three O)

`\water` → H_2O

`\el` → e^- (Elektron)

`\prt` → p^+ (Proton)

`\ntr` → n^0 (Neutron)

`\Nu` → Nu^- (Nukleophil). Das Paket `mathspec` definiert ebenfalls ein Makro `\Nu`. Wenn Sie die Paketoption `Nu = mathspec` wählen, definiert `CHEMMACROS` stattdessen `\Nuc`.

`\El` → E^+ (Elektrophil)

`\ba` → ba^- (Base)

`\fplus` → \oplus

`\fminus` → \ominus

`\transitionstatesymbol` → \ddagger

`\standardstate` → \ominus . Dieses Symbol wird nur dann von `CHEMMACROS` bereitgestellt, wenn das Paket `chemstyle`²³ nicht geladen wurde. Die Idee ist von dort ausgeliehen.²⁴

`\Chemalpha` → α

`\Chembeta` → β

`\Chemgamma` → γ

`\Chemdelta` → δ

`\Chemepsilon` → ϵ

²³ CTAN: `chemstyle` ²⁴ Vielen Dank an den Paketautoren Joseph Wright.

8. Teilchen, Ionen und Symbole

`\Chemeta` → η

`\Chemkappa` → κ

`\Chemmu` → μ

`\Chemnu` → ν

`\Chemrho` → ρ

`\Chempi` → π

`\Chemsigma` → σ

`\Chemomega` → ω

`\ChemDelta` → Δ

Der Befehl `\Rad` wird nicht mehr bereitgestellt!

Die beiden Teilchen `\Nu` und `\ba` können angepasst werden. Dafür verwenden Sie die Option

`particle elpair = false|dots|dash`

Sie hat nur dann Auswirkungen, wenn das Paket `chemfig`²⁵ geladen wurde, da sie dessen Befehl `\Lewis` verwendet.

```
1 % needs package 'chemfig'
2 \ba[elpair] \Nu[elpair=dash]          ba:⁻ Nu⁻
3                                     ba:⁻ Nu:⁻
4 \chemsetup[particle]{elpair}
5 \ba \Nu
```

Die griechischen Buchstaben sind keine neu definierten Zeichen sondern werden abhängig von den Paketen, die sie geladen haben, definiert. Die Default-Version entspricht den entsprechenden kursiven „Mathematik“-Buchstaben. Wenn Sie das Paket `textgreek` geladen haben, werden dessen Buchstaben verwendet. Wenn Sie das Paket `upgreek` geladen haben, werden dessen Buchstaben verwendet. Diese Dokumentation verwendet `upgreek`. Haben Sie sowohl `textgreek` als auch `upgreek` geladen haben, wird `upgreek` verwendet.

Wenn Sie nicht wollen, dass `CHEMMACROS` automatisch wählt, sondern selbst entscheiden wollen, verwenden Sie die Paketoption `greek`. Tabelle 1 zeigt die verschiedenen Varianten einiger Buchstaben.

Der Grund dafür, dass `CHEMMACROS` diese Makros überhaupt definiert, ist IUPAC-Konformität. IUPAC empfiehlt, aufrechte griechische Buchstaben in der Nomenklatur verwenden.

Greek letters are used in systematic organic, inorganic, macromolecular and biochemical nomenclature. These should be roman (upright), since they are not symbols for physical quantities. *IUPAC Green Book [Coh+08, p. 9]*

`CHEMMACROS` verwendet diese Befehle nun, um Nomenklatur-Befehle zu definieren, siehe Seite 14.

²⁵ CTAN: `chemfig`

	math	upgreek	textgreek
<code>\Chemalpha</code>	α	α	α
<code>\Chembeta</code>	β	β	β
<code>\ChemDelta</code>	Δ	Δ	Δ

Tabelle 1: Die griechischen Buchstaben

8.2. Eigene Teilchen definieren

Manchmal kann es sicherlich nützlich sein, andere Teilchen als Makro zur Verfügung zu haben, etwa `\positron` oder `\photon`. Mit diesem Befehl kann das einfach erreicht werden:

```
\DeclareChemParticle{<cmd>}{<definition>}
```

```
\RenewChemParticle{<cmd>}{<definition>}
```

Abhängig von der `method`, die Sie als Option gewählt haben, wird die `<definition>` entweder mit `mhchem` oder mit `CHEMFORMULA` erfolgen. Das Teilchen verhält sich wie die vordefinierten mit einer Ausnahme: das Teilchen, das auf diese Weise definiert wurde, gehorcht der Option `circled` nur, wenn Sie `method = chemformula` gewählt haben. Wenn Sie mit `method = mhchem` formale Ladungen wollen, müssen Sie `CHEMMACROS`' Befehle (siehe Abschnitt 12) explizit einsetzen.

```

1 % uses the 'upgreek' package
2 \DeclareChemParticle{\positron}{${\upbeta}^+}
3 \DeclareChemParticle{\photon}{${\upgamma}}
4 \RenewChemParticle{\el}{${\upbeta}^-}
5 \positron\ \photon\ \el

```

`\DeclareChemParticle` definiert das Teilchen nur dann, wenn `<cmd>` noch nicht existiert. Andernfalls wird `CHEMMACROS` entweder eine Warnung oder einen Fehler ausgeben, abhängig von der Option `strict`. `\RenewChemParticle` definiert ein Teilchen *nur*, wenn `<cmd>` schon existiert und gibt andernfalls eine Warnung/einen Fehler.

9. Nomenklatur, Stereodeskriptoren und lateinische Ausdrücke

9.1. IUPAC-Namen

Ähnlich wie das Paket `bpchem` stellt `CHEMMACROS` einen Befehl²⁶ bereit, um IUPAC-Namen zu setzen. Wieso ist das nützlich? IUPAC-Namen können sehr lang werden. So lang, dass sie auch mal über mehr als zwei Zeilen gehen können, vor allem in zweiseitigen Dokumenten. Das bedeutet, sie müssen sich mehr als einmal umbrechen dürfen. Dabei hilft folgender Befehl:

`\iupac{<IUPAC name>}` → Innerhalb dieses Befehls werden `\|` und `\-` verwendet, um Umbruchstellen oder einen umbrechenden Bindestrich anzugeben. `\^` kann als Abkürzung für `\textsuperscript` eingesetzt werden.

²⁶ Die Idee und die Umsetzung stammt aus dem Paket `bpchem` von Bjørn Pedersen.

```

1 \begin{minipage}{.4\linewidth}
2 \iupac{Tetra\|cyclo[2.2.2.1^{1,4}]\|-un\|decane-2\|-dodecyl\|-5\|-(hepta\|decyl\|
  iso\|dodecyl\|thio\|ester)}
3 \end{minipage}

```

Tetracyclo[2.2.2.1^{1,4}]-undecane-2-do-
decyl-5-(heptadecylisododecylthioes-
ter)

Der Befehl `\iupac` ist dennoch mehr ein semantischer Befehl. Meistens kann man (beinahe) dasselbe erreichen, indem man `\-` anstelle von `\|` verwendet, `-` anstelle von `\-` und `\textsuperscript` anstelle von `\^`.

Es gibt subtile Unterschiede: `\-` fügt einen kleinen Leerraum vor dem Bindestrich ein und entfernt etwas Raum danach. Der Befehl `\|` verhindert nicht nur Ligaturen, sondern fügt ebenfalls einen kleinen Leerraum ein.

```

1 \huge\iupac{2,4-Di\|chlor\|pentan} \
2 2,4-Dichlorpentan

```

2,4-Dichlorpentan
2,4-Dichlorpentan

Die eingefügten Leerräume können angepasst werden:

`\iupac` `hyphen-pre-space` = <dim> → Default = .01em

`\iupac` `hyphen-post-space` = <dim> → Default = -.03em

`\iupac` `break-space` = <dim> → Default = .01em

Der Befehl `\iupac` dient noch einem anderen Zweck. Unabhängig von der Paketooption `\iupac` sind alle Befehle, die in diesem Abschnitt vorgestellt werden, *innerhalb* von `\iupac` immer definiert. Eine ganze Reihe der Nomenklatur-Befehle haben sehr allgemeine Namen: `\meta`, `\D`, `\E`, `\L`, `\R`, `\S`, `\trans` und so weiter. Das bedeutet, dass sie entweder schon definiert sind (`\L L`) oder leicht von anderen Paketen oder Klassen definiert werden (das Paket `cool`²⁷ definiert zum Beispiel sowohl `\D` als auch `\E`). Um Ihnen Kontrolle darüber zu geben, welche Befehle wie definiert sind, gibt es die Paketooption `\iupac`. Sie hat drei Modi:

- `\iupac` = `auto`: wenn der Befehl *nicht* von einem Paket oder einer Klasse, die sie verwenden, definiert wird, ist er generell verfügbar, sonst nur *innerhalb* von `\iupac`.
- `\iupac` = `restricted`: alle Nomenklatur-Befehle sind *nur* innerhalb von `\iupac` definiert. Wenn sie von einem anderen Paket definiert sind, sind sie natürlich außerhalb verfügbar. Ansonsten sind sie außerhalb nicht definiert.
- `\iupac` = `strict`: `CHEMMACROS` überschreibt jede bestehende Definition und macht die Befehle im ganzen Dokument verfügbar. Sie können natürlich (nur nach `\begin{document}`) undefiniert werden. Sie behalten dann die Nomenklatur-Bedeutung innerhalb von `\iupac`.

Tabelle 2 demonstriert die verschiedenen Modi.

²⁷ CTAN: `cool`

	auto	restricted	strict
<code>\L</code>	Ł	Ł	L
<code>\iupac{\L}</code>	L	L	L
<code>\D</code>	D	–	D
<code>\iupac{\D}</code>	D	D	D

Tabelle 2: Demonstration der verschiedenen `iupac`-Modi.

9.1.1. Vordefinierte Befehle

Griechische Buchstaben Griechische Buchstaben in Verbindungsnamen werden aufrecht geschrieben. Dafür gibt es die Pakete `upgreek` und `textgreek`. Wenn Sie eines davon geladen haben, werden die folgenden Buchstaben aufrecht geschrieben:

`\a` → α

`\b` → β

`\g` → γ

`\d` → δ

`\k` → κ

`\m` → μ

`\n` → η

`\w` → ω

```

1 \iupac{5\a\androstan\3\b\ol} \
2 \iupac{\a\-(tri\|chloro\|methyl)\-\w\chloro\poly(1,4\phenylene\|methylene)}
```

5α-androstan-3β-ol
α-(trichloromethyl)-ω-chloropoly(1,4-phenylenemethylene)

Heteroatome und addierter Wasserstoff Bindungen an Heteroatome und addierter Wasserstoff werden durch kursive Buchstaben dargestellt [[Coh+08](#)]. `CHEMMACROS` definiert ein paar Abkürzungen dafür:

`\H` → *H*

`\O` → *O*

`\N` → *N*

`\Sf` → *S*

`\P` → *P*

1	<code>\iupac{\N-methyl\ benz\ amide} \</code>	<i>N</i> -methylbenzamide
2	<code>\iupac{3\H\pyrrole} \</code>	3 <i>H</i> -pyrrole
3	<code>\iupac{\O-ethyl hexanethioate}</code>	<i>O</i> -ethyl hexanethioate

Cahn-Ingold-Prelog

`\cip{<conf>}` → z. B.: `\cip{R,S}` (*R,S*)

`\R` → (*R*)

`\S` → (*S*)

Da der Befehl `\S` schon eine andere Bedeutung hat (§), ist er in der Voreinstellung nur innerhalb `\iupac` verfügbar.

Sowohl diese Befehle als auch die entgegen/zusammen-Deskriptoren erhalten etwas Kerning nach der schließenden Klammer. Der betrag kann durch folgende Option geändert werden:

`iupac cip-kern = <dim>` → Betrag des Kernings nach der schließenden Klammer. Default = .075em

Fischer

`\D` → *D*

`\L` → *L*

Da der Befehl `\L` schon eine andere Bedeutung hat (Ł), ist er in der Voreinstellung nur innerhalb `\iupac` verfügbar.

cis/trans, zusammen/entgegen, syn/anti & tert

`\cis` → *cis*

`\trans` → *trans*

`\Z` → (*Z*)

`\E` → (*E*)

`\syn` → *syn*

`\anti` → *anti*

`\tert` → *tert*

Das Paket cool beispielsweise definiert die Befehle `\E` und `\D` ebenfalls. Wenn Sie es laden, ist die `CHEMMACROS`-Version in der Voreinstellung nur innerhalb von `\iupac` verfügbar.

ortho/meta/para

`\ortho` → *o*

`\meta` → *m*

`\para` → *p*

Absolute Konfiguration (verwendet TikZ)

`\Rconf[<letter>]` → `\Rconf:`  `\Rconf[]:` 

`\Sconf[<letter>]` → `\Sconf:`  `\Sconf[]:` 

Beispiele:

```

1 \iupac{\D\Wein\s"aure} =
2 \iupac{\cip{2S,3S}\Wein\s"aure} \
3 \iupac{\D\-(\$-)\Threose} =
4 \iupac{\cip{2S,3R}\-(\$-)\-2,3,4-Tri\hydroxy\butanal} \
5 \iupac{\cis\2\Buten} =
6 \iupac{\Z\2\Buten}, \
7 \iupac{\cip{2E,4Z}\Hexa\dien} \
8 \iupac{\meta\Xylol} =
9 \iupac{1,3-Di\methyl\benzol}

```

D-Weinsäure = (2*S*,3*S*)-Weinsäure
D-(–)-Threose = (2*S*,3*R*)-(–)-2,3,4-Trihydroxybutanal
cis-2-Buten = (*Z*)-2-Buten,
(2*E*,4*Z*)-Hexadien
m-Xylol = 1,3-Dimethylbenzol

Koordinations-Chemie `CHEMMACROS` stellt zwei Befehle bereit, die in der Koordinationschemie nützlich sein können:

`\bridge{<num>}` → μ_3 -

`\hapto{<num>}` → η^5 -

```

1 Ferrocene = \iupac{bis(\hapto{5}cyclo\penta\dienyl)iron} \
2 \iupac{tetra-\bridge{3}iodido-tetrakis[tri\methyl\platinum(IV)]}

```

Ferrocene = bis(η^5 -cyclopentadienyl)iron
tetra- μ_3 -iodido-tetrakis[trimethylplatinum(IV)]

Zwei Optionen stehen zur Anpassung zur Verfügung:

`iupac bridge-number` = `sub|super` → hängt die Nummer als Tiefstellung oder als Hochstellung an. IUPAC empfiehlt die Tiefstellung [`Con+05`]. Default = `sub`

`iupac coord-use-hyphen` = `true|false` → hängt einen Bindestrich an `\hapto` und `\bridge` an wenn `true`. Default = `true`

9.1.2. Eigene Nomenklatur-Befehle

Wenn Ihnen Befehle fehlen sollten, können Sie neue definieren.

`\DeclareChemIUPAC{<cmd>}{<declaration>}`

`\RenewChemIUPAC{<cmd>}{<declaration>}`

Ein Befehl, der in dieser Weise definiert wurde, gehorcht der Option `iupac`. Das bedeutet, dass bestehende Befehle nur überschrieben werden, wenn Sie die Paketoption `iupac = strict` verwenden. `\DeclareChemIUPAC` wird jedoch die Definition eines bestehenden Nomenklatur-Befehls *nicht* überschreiben, sondern eine Warnung/einen Fehler melden (abhängig von der Paketoption `strict`).

```
1 \DeclareChemIUPAC\endo{\textit{endo}}
2 \RenewChemIUPAC\anti{\textit{anti}}
3 \iupac{(2\-\endo,7\-\anti)\-2\-\bromo\-\7\-\fluoro\|bicyclo[2.2.1]heptane}

(2-endo,7-anti)-2-bromo-7-fluorobicyclo[2.2.1]heptane
```

`\RenewChemIUPAC` erlaubt Ihnen, die vordefinierten Befehle umzudefinieren.

```
1 \iupac{\meta\-\Xylol} \ \ m-Xylol
2 \RenewChemIUPAC\meta{\textit{m}} m-Xylol
3 \iupac{\meta\-\Xylol}
```

9.2. Lateinische Ausdrücke

Das Paket `chemstyle` stellt den Befehl `\latin` bereit, um gebräuchliche lateinische Ausdrücke konsistent darzustellen. `CHEMMACROS` definiert ein ähnliches `\latin`, aber nur, wenn `chemstyle` *nicht* geladen wurde, und stellt zusätzlich diese Befehle bereit:

`\insitu` → *in situ*

`\abinitio` → *ab initio*

`\invacuo` → *in vacuo*

Falls das Paket `chemstyle` geladen wurde, wurden sie mit `chemstyle`'s Befehl `\latin` definiert. Das bedeutet, dass ihr Erscheinungsbild von der `chemstyle` Option `abbremph` abhängen.

Die Makros wurden mit folgendem Befehl definiert:

`\DeclareChemLatin{<cmd>}{<phrase>}`

`\RenewChemLatin{<cmd>}{<phrase>}`

```
1 \DeclareChemLatin\ltn{latin text} latin text
2 \ltn
```

Wenn Sie `chemstyle` *nicht* geladen haben, können Sie das Erscheinungsbild mit dieser Option anpassen:

`latin format = <definition>` → Default = `\itshape`

10. Einheiten für die Verwendung mit siunitx

In der Chemie sind einige nicht-SI-Einheiten sehr verbreitet. Das Paket siunitx stellt den Befehl `\DeclareSIUnit{<command>}{<unit>}` zur Verfügung, um beliebige Einheiten zu definieren. CHEMMACROS verwendet diesen Befehl, um die unten gelisteten Einheiten zu definieren. Wie alle siunitx-Einheiten sind sie nur innerhalb von `\SI{<num>}{<unit>}` und `\si{<unit>}` gültig.

`\atmosphere` → atm

`\atm` → atm

`\calory` → cal

`\cal` → cal

`\cmc` → cm³ Die Einheiten `\cmc`, `\molar` und `\Molar` werden durch das Paket chemstyle ebenfalls definiert. CHEMMACROS definiert sie nur, wenn chemstyle nicht geladen wurde.

`\molar` → mol dm⁻³

`\moLar` → mol L⁻¹

`\Molar` → M

`\MolMass` → g mol⁻¹

`\normal` → N

`\torr` → torr

Übrigens: `\mmHg` mmHg wird durch siunitx und chemstyle bereitgestellt.

11. Säure/Base

Einfache Darstellung von pH, pK_S ... (der Befehl `\pKa` hängt von der Paketoption `language` ab).

`\pH` → pH

`\pOH` → pOH

`\Ka` → K_S

`\Kb` → K_B

`\Kw` → K_W

`\pKa[<num>]` → `\pKa`: pK_S, `\pKa[1]`: pK_{S1}

`\pKb[<num>]` → `\pKb`: pK_B, `\pKb[1]`: pK_{B1}

`\p{<anything>}` → z. B.: `\p{\Kw}` pK_W

12. Oxidationszahlen, reale und formale Ladungen

<pre>1 \Ka \Kb \pKa \pKa[1] \pKb \pKb[1]</pre>	$K_S K_B pK_S pK_{S1} pK_B pK_{B1}$
--	-------------------------------------

Das voreingestellte Erscheinungsbild der p-Befehle hat sich verändert, um der IUPAC-Empfehlung zu folgen.

The operator p [...] shall be printed in Roman type. *IUPAC Green Book [Coh+08, p. 103]*

Es gibt eine Option, die den Stil, in dem das p dargestellt wird, ändert:

`acid-base p-style = italics|slanted|upright` → Default = upright

<pre>1 \pH, \pKa 2 3 \chemsetup[acid-base]{p-style=slanted} \pH, \pKa 4 5 \chemsetup[acid-base]{p-style=italics} \pH, \pKa</pre>	pH, pK_S pH, pK_S pH, pK_S
--	--

12. Oxidationszahlen, reale und formale Ladungen

CHEMMACROS unterscheidet zwischen realen (+/-) und formalen (\oplus/\ominus) Ladungssymbolen, siehe auch Abschnitt 4. Alle Befehle, die formale Ladungen ausgeben, starten mit einem f.

12.1. Ionenladungen

Einfache Verwendung von (realen) Ladungen:

`\pch[<number>]` → positive Ladung (plus + charge)

`\mch[<number>]` → negative Ladung (minus + charge)

<pre>1 \pch, Na\pch, Ca\pch[2]\ 2 \mch, F\mch, S\mch[2]</pre>	$+, Na^+, Ca^{2+}$ $-, F^-, S^{2-}$
---	--

Das gleiche für formale Ladungen:

`\fpch[<number>]` → positive Ladung

`\fmch[<number>]` → negative Ladung

<pre>1 \fpch\ \fmch\ \fpch[3] \fmch[3]</pre>	$\oplus \ominus 3\oplus 3\ominus$
--	-----------------------------------

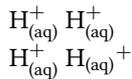
12. Oxidationszahlen, reale und formale Ladungen

Es gibt eine Option, die das Verhalten der Ladungen beeinflusst:

charges append = true|false → Wenn auf true gesetzt, wird die Ladung mit einer leeren Gruppe angehängt.
Default = false

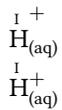
Das hat folgende Auswirkungen:

```
1 % uses package 'mhchem'
2 \chemsetup{charges/append=false,phases/pos=sub}
3 \ce{H\pch\aq} \ce{H\aq\pch}
4
5 \chemsetup[charges]{append=true}
6 \ce{H\pch\aq} \ce{H\aq\pch}
```



In den meisten Fällen wird das Verhalten unerwünscht sein, es kann jedoch Gelegenheiten geben, wo es nützlich sein kann:

```
1 \chemsetup{charges/append=false,phases/pos=sub}
2 \ce{\ox{1,H}\pch\aq}
3
4 \chemsetup[charges]{append=true}
5 \ce{\ox{1,H}\pch\aq}
```



12.2. Oxidationszahlen

Eingabe von Oxidationszahlen:

`\ox[<options>]{<number>,<atom>}` → setzt <number> über <atom>; <number> muss eine (rationale) Zahl sein!

```
1 \ox{+1,Na}, \ox{2,Ca}, \ox{-2,S}, \ox{-1,F} \quad \overset{\text{I}}{\text{Na}}, \overset{\text{II}}{\text{Ca}}, \overset{-\text{II}}{\text{S}}, \overset{-\text{I}}{\text{F}}
```

Es gibt eine Reihe von Optionen, mit denen `\ox` angepasst werden kann.

ox parse = true|false → Wenn false, dann kann ein beliebiger Eintrag für <number> gemacht werden.
Default = true

ox roman = true|false → schaltet von römischen auf arabische Ziffern um. Default = true

ox pos = top|super|side →; top setzt <number> über <atom>, super rechts oben als Hochstellung und side rechts daneben in Klammern. Default = top

ox explicit-sign = true|false → gibt + für positive Zahlen und ± für die 0 aus. Default = false

12. Oxidationszahlen, reale und formale Ladungen

ox decimal-marker = comma|point → Wahl des Dezimalzeichens für Oxidationszahlen wie $\overset{1,2}{X}$. Default = point

ox align = center|right → Die Oxidationszahl über dem Atom zentrieren oder es mit diesem rechts ausrichten. Default = center

```

1 \ox[roman=false]{2,Ca} \ox{2,Ca} \ \ \ \ \overset{2}{Ca} \overset{II}{Ca}
2 \ox[pos=super]{3,Fe}-Oxid \ \ \ \ \overset{III}{Fe}-Oxid
3 \ox[pos=side]{3,Fe}-Oxid \ \ \ \ \overset{III}{Fe}-Oxid
4 \ox[parse=false]{?,Mn} \ \ \ \ \overset{?}{Mn}
5 \ox[align=right]{2,Ca} \ \ \ \ \overset{II}{Ca}

```

Die **pos** = super-Variante kann auch mit dem Shortcut **\ox*** erzeugt werden:

```

1 \ox{3,Fe} \ox*{3,Fe} \ \ \ \ \overset{III}{Fe} FeIII

```

Die Verwenden von **explicit-sign** wird immer das Vorzeichen der Oxidationszahl zeigen:

```

1 \chemsetup[ox]{explicit-sign = true}
2 \ox{+1,Na}, \ox{2,Ca}, \ox{-2,S}, \ch{"\ox{0,F}" }{2}

```

^{+I}Na, ^{+II}Ca, ^{-II±0}S, F₂

```

1 Vergleichen Sie \ox{-1,\ch{O2^2-}} mit \ch{"\ox{-1,O}" }{2^2-}

```

Vergleichen Sie O_2^{2-} mit O_2^{2-}

Manchmal muss man formale Oxidationszahlen wie 0.5 oder $\frac{1}{3}$ verwenden:

```

1 \ox{.5,\ch{Br2}} \ch{"\ox{1/3,I}" }{3+} \ \ \ \ \overset{0.5}{Br}_2 \overset{1/3}{I}_3^+

```

Der Bruch verwendet den **\frac**-Befehl des xfrac²⁸-Pakets. Zu diesem Zweck wurde die Instanz **chemmacros-ox-fraction** definiert.

```

1 \DeclareInstance{xfrac}{chemmacros-ox-fraction}{text}
2 {
3   scale-factor          = 1.2 ,
4   denominator-bot-sep  = -.5ex ,
5   numerator-top-sep    = -.3ex ,
6   slash-left-kern      = -.2em ,
7   slash-right-kern     = -.2em ,
8   slash-symbol-font    = lmr
9 }

```

Natürlich können Sie sie nach Ihren Vorstellungen umdefinieren.

²⁸ CTAN: [xfrac](#)

12.3. Partiaalladungen und Ähnliches

Vielleicht selten genutzt, manchmal aber praktisch:

`\delp` → $\delta+$ (delta + plus)

`\delm` → $\delta-$ (delta + minus)

`\fdelp` → $\delta\oplus$

`\fdelm` → $\delta\ominus$

Ein Beispiel mit dem Befehl `\ox` oder mit dem Paket `chemfig`:

```

1 \chemsetup{
2   option/circled = all,
3   ox/parse      = false
4 }
5 \ce{\ox{\delp,H}-\ox{\delm,Cl}} \hspace*{1cm}
6 \chemfig{\chemabove[3pt]{\lewis{246,Br}}{\delm}-\chemabove[3pt]{H}{\delp}}

```

$$\delta\oplus \quad \delta\ominus \quad \delta\ominus \quad \delta\oplus$$

$$\text{H} - \text{Cl} \quad \quad \quad \text{Br} - \text{H}$$

Auch diese Makros lassen sich gut mit `chemfig` einsetzen.

`\scrip` → + (scriptstyle + plus)

`\scrm` → - (scriptstyle + minus)

`\fscrp` → \oplus

`\fscrm` → \ominus

`\fsscrp` → \oplus (verwendet `\scriptscriptstyle`)

`\fsscrm` → \ominus

```

1 \setatomsep{1.8em}\chemfig{CH_3-\chemabove{C}{\scrip}(-[6]C|H_3)-\vphantom{H_3}CH
2   _3}
3 \chemfig{\fmch{}|O-\chemabove{N}{\fscrp}(-[1]O|\fmch)-[7]O|\fmch}

```

$$\text{CH}_3 - \overset{+}{\text{C}} - \text{CH}_3$$

$$\quad \quad \quad |$$

$$\quad \quad \quad \text{CH}_3$$

$$\ominus \text{O} - \overset{\oplus}{\text{N}} \begin{matrix} \diagup \text{O} \ominus \\ \diagdown \text{O} \ominus \end{matrix}$$

13. Reaktionsmechanismen

Mit dem Befehl

`\mech[<type>]`

kann man die verbreitetsten Reaktionsmechanismen spezifizieren. `<type>` kann einen der folgenden Werte annehmen:

`\mech` → (leer, kein opt. Argument) nukleophile Substitution S_N

`\mech[1]` → unimolekulare nukleophile Substitution S_{N1}

`\mech[2]` → bimolekulare nukleophile Substitution S_{N2}

`\mech[se]` → elektrophile Substitution S_E

`\mech[1e]` → unimolekulare elektrophile Substitution S_{E1}

`\mech[2e]` → bimolekulare elektrophile Substitution S_{E2}

`\mech[ar]` → elektrophile aromatische Substitution $Ar-S_E$

`\mech[e]` → Eliminierung E

`\mech[e1]` → unimolekulare Eliminierung E_1

`\mech[e2]` → bimolekulare Eliminierung E_2

`\mech[cb]` → unimolekulare Eliminierung “conjugated base”, d. h. via Carbanion E_{1cb}

14. Redoxreaktionen

`CHEMMACROS` stellt zwei Befehle zur Verfügung, mit denen die Übertragung von Elektronen in Redoxreaktionen angezeigt werden kann.²⁹ Beide Befehle verwenden `TikZ`.

`\OX{<name>,<atom>}`

`\redox(<name1>,<name2>)[<tikz>][<num>]{<text>}` → Lediglich das erste Argument (`<name1>,<name2>`) wird benötigt, die anderen sind optional.

`\OX` setzt `<atom>` in einen Knoten (eine “Node”) mit dem Namen `<name>`. Wenn Sie zwei `\OX` verwendet haben, dann können sie mit `\redox` verbunden werden. Die Namen der zu verbindenden Knoten werden in runde Klammern geschrieben. Da `\redox` ein Tikzpicture mit den Optionen `remember picture,overlay` erstellt, muss das Dokument *wenigstens zwei mal* kompiliert werden.

```

1 \OX{a,Na} $\rightarrow$ \OX{b,Na}\pch\redox(a,b){oxidation}
   oxidation
   ┌──────────┐
   │ Na → Na+ │

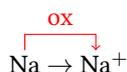
```

²⁹ Dank an Peter Cao, der dieses Feature vorgeschlagen hat.

14. Redoxreaktionen

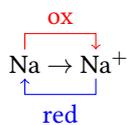
Diese Linie kann mit `TikZ`-Keys in `[<tikz>]` angepasst werden:

```
1 \OX{a,Na} $\rightarrow$ \OX{b,Na}\pch\redox(a,b)[->,red]{ox}
```



Mit dem Argument `[<num>]` kann die Länge der vertikalen Linien angepasst werden. Die Voreinstellung beträgt `.6em`. Diese Länge wird mit `<num>` multipliziert. Ein negativer Wert wird die Linie *unter* den Text setzen.

```
1 \OX{a,Na} $\rightarrow$ \OX{b,Na}\pch
2 \redox(a,b)[->,red]{ox}
3 \redox(a,b)[<- ,blue][-1]{red}
4 \vspace{7mm}
```

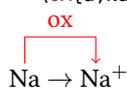


Die Voreinstellung der vertikalen Linien kann mit

`redox dist = <dim>` → Default = `.6em`

angepasst werden:

```
1 \chemsetup{redox/dist=1em}
2 \OX{a,Na} $\rightarrow$ \OX{b,Na}\pch\redox(a,b)[->,red]{ox}
```

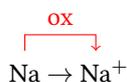


Zusätzlich erlaubt die Option

`redox sep = <dim>` → Default = `.2em`

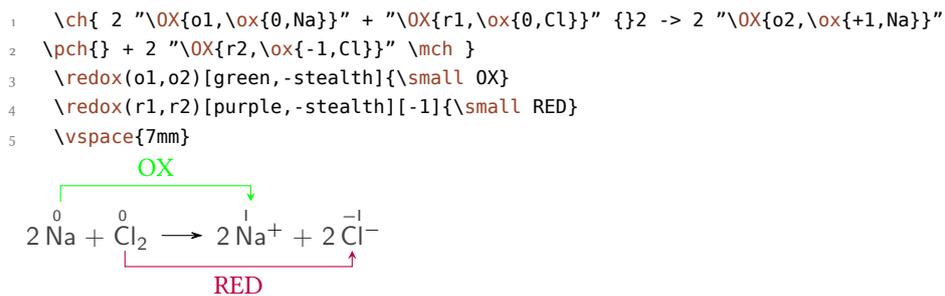
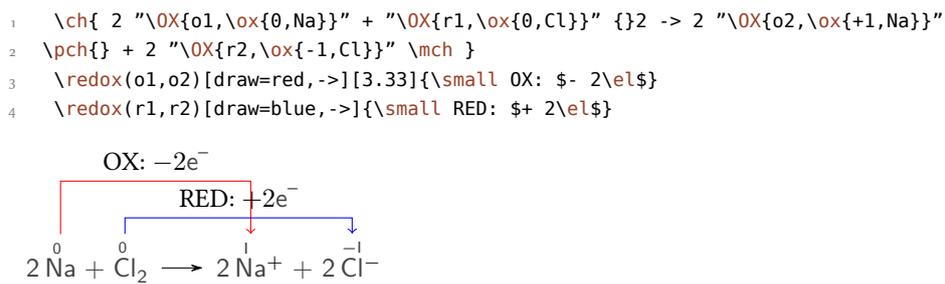
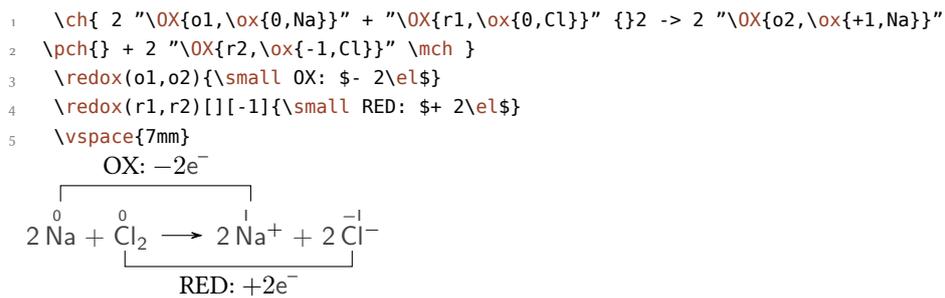
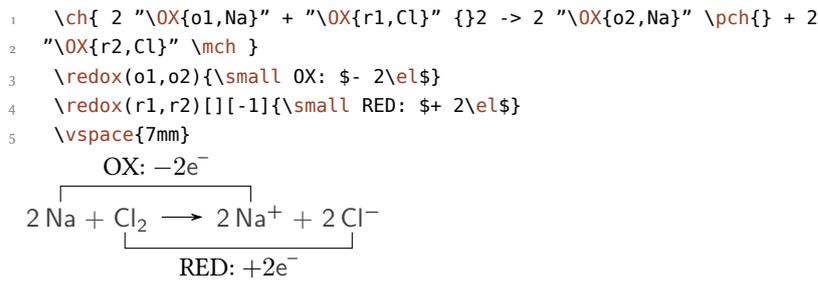
den Abstand zwischen Atom und Anfang der Linie zu verändern.

```
1 \chemsetup{redox/sep=.5em}
2 \OX{a,Na} $\rightarrow$ \OX{b,Na}\pch\redox(a,b)[->,red]{ox}
```



14. Redoxreaktionen

Beispiele:



15. (Standard) Zustand, Thermodynamik

15.1. Thermodynamische Größen

Die folgenden Befehle verwenden siunitx:

`\Enthalpy[<options>](<subscript>){<value>}`

`\Entropy[<options>](<subscript>){<value>}`

`\Gibbs[<options>](<subscript>){<value>}`

Ihre Verwendung ist ziemlich selbsterklärend:

1	<code>\Enthalpy{123} \\\</code>	$\Delta H^\ominus = 123 \text{ kJ mol}^{-1}$
2	<code>\Entropy{123} \\\</code>	$S^\ominus = 123 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$
3	<code>\Gibbs{123}</code>	$\Delta G^\ominus = 123 \text{ kJ mol}^{-1}$

Das Argument (`<subscript>`) Fügt eine Tiefstellung zur Spezifizierung hinzu: `\Enthalpy(r){123}`
 $\Delta_r H^\ominus = 123 \text{ kJ mol}^{-1}$.

Die Befehle können mit mehreren Optionen angepasst werden:

~~none~~ `exponent = <anything>`

~~none~~ `delta = <anything>|false`

~~none~~ `subscript = left|right`

~~none~~ `unit = <unit>`

Die Voreinstellung hängt vom jeweiligen Befehl ab:

1	<code>\Enthalpy[unit=\kilojoule]{-285} \\\</code>	$\Delta H^\ominus = -285 \text{ kJ}$
2	<code>\Gibbs[delta=false]{0} \\\</code>	$G^\ominus = 0 \text{ kJ mol}^{-1}$
3	<code>\Entropy[delta=\Delta,exponent=]{56.7}</code>	$\Delta S = 56.7 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$

Die Zahl und die Einheit werden entsprechend der Regeln für siunitx gesetzt und hängen von dessen Einstellungen ab:

1	<code>\Enthalpy{-1234.56e3} \\\</code>	
2	<code>\sisetup{per-mode=symbol,exponent-product=\cdot,output-decimal-marker={,},group-four-digits=true}</code>	
3	<code>\Enthalpy{-1234.56e3}</code>	
		$\Delta H^\ominus = -1234,56 \times 10^3 \text{ kJ mol}^{-1}$
		$\Delta H^\ominus = -1\,234,56 \cdot 10^3 \text{ kJ/mol}$

15.1.1. Neue Größen definieren

Mit dem Befehl

`\DeclareChemState[<options>]{<name>}{<symbol>}{<unit>}`

können neue Größen definiert werden.

```

1 \DeclareChemState{Helmholtz}{A}{\kilojoule\per\mole}
2 \DeclareChemState[subscript-left=false,exponent=]{ELPot}{E}{\volt}
3 \Helmholtz{123.4} \
4 \ELPot{-1.1} \
5 \ELPot[exponent=0]($\ch{Sn}|\ch{Sn^2+}||\ch{Pb^2+}|\ch{Pb}$){0.01}


$$\Delta A^\ominus = 123.4 \text{ kJ mol}^{-1}$$


$$\Delta E = -1.1 \text{ V}$$


$$\Delta E_{\text{Sn}|\text{Sn}^{2+}||\text{Pb}^{2+}|\text{Pb}}^0 = 0.01 \text{ V}$$


```

Dieser Befehl hat fast die gleichen Optionen, wie die Größen selbst, mit denen die Voreinstellung für die neue Größe festgelegt werden können.

`exponent = <anything>`

`delta = <anything>|false`

~~none~~ `subscript-left = true|false`

`subscript = <anything>`

15.1.2. Größen umdefinieren

Mit

`\RenewChemState[<options>]{<name>}{<symbol>}{<unit>}`

kann man bestehende Größen umdefinieren:

```

1 \RenewChemState{Enthalpy}{h}{\joule}
2 \Enthalpy(f){12.5}

```

$$\Delta_f h^\ominus = 12.5 \text{ J}$$

Der Befehl ist analog zu `\DeclareChemState`, d. h. er hat dieselben Optionen.

Man könnte also – um thermodynamischen Konventionen zu folgen – eine molare und eine absolute Größe definieren:

```

1 \DeclareChemState[exponent=]{enthalpy}{h}{\kilojoule\per\mole}% molar
2 \RenewChemState[exponent=]{Enthalpy}{H}{\kilojoule}% absolute
3 \enthalpy{-12.3} \Enthalpy{-12.3}


$$\Delta h = -12.3 \text{ kJ mol}^{-1} \quad \Delta H = -12.3 \text{ kJ}$$


```

15.2. Zustandsgrößen

Die Befehle, die in Abschnitt 15.1 vorgestellt wurden, verwenden intern den Befehl³⁰

`\State[<options>]{<symbol>}{<subscript>}`

Er kann verwendet werden, um die Größen ohne Wert und Einheit zu schreiben.

Beispiele:

```

1 \State{A}, \State{G}{f}, \State[subscript-left=false]{E}{\ch{Na}},
2 \State[exponent=\SI{1000}]{\celsius}{H}

```

$$\Delta A^\ominus, \Delta_f G^\ominus, \Delta E_{\text{Na}}^\ominus, \Delta H^{1000} \text{ }^\circ\text{C}$$

Wieder hat er (fast) die gleichen Optionen:

`state exponent = <anything>`

`state subscript-left = true|false`

`state delta = <anything>|false`

16. Spektroskopie und Messdaten

16.1. Der `\NMR`-Befehl

Wenn Substanzen darauf untersucht werden, ob sie sind, was sie sein sollen, wird oft die NMR Spektroskopie eingesetzt. Die Messergebnisse werden dann etwa so aufgeschrieben:

¹H-NMR (400 MHz, CDCl₃): $\delta = 1.59$

`CHEMMACROS` stellt einen Befehl zur Verfügung, der das vereinfacht (verwendet `siunitx`).

`\NMR{<num>,<elem>}{<num>,<unit>}[<solvent>]`

`\NMR*{<num>,<elem>}{<num>,<unit>}[<solvent>]`

Alle Argumente sind optional! Ohne Argumente³¹ erhalten wir:

```

1 \NMR \ \           1H-NMR:  $\delta$ 
2 \NMR*           1H-NMR

```

Das erste Argument spezifiziert die Art der NMR:

```

1 \NMR{13,C}       13C-NMR:  $\delta$ 

```

Mit dem zweiten Argument kann die verwendete Frequenz (in MHz) angegeben werden:

³⁰ Beachten Sie, dass `{<subscript>}` ein *optionales* Argument ist. ³¹ Alle Argumente können beliebig kombiniert werden. Der Befehl kann auch im Mathematik-Modus eingesetzt werden.

16. Spektroskopie und Messdaten

```
1 \NMR(400) 1H-NMR (400 MHz):  $\delta$ 
```

Auch mit Einheit:

```
1 \NMR(4e8,\hertz) 1H-NMR ( $4 \times 10^8$  Hz):  $\delta$ 
```

Bitte beachten Sie, dass das Setup von siunitx sich auch auf diesen Befehl auswirkt:

```
1 \sisetup{exponent-product=\cdot}\NMR(4e8,\hertz)
1H-NMR ( $4 \cdot 10^8$  Hz):  $\delta$ 
```

Mit dem dritten Befehl schließlich kann das Lösungsmittel angegeben werden:

```
1 \NMR[CDCl3] 1H-NMR (CDCl3):  $\delta$ 
```

16.2. Abkürzungen

Da man verschiedene Kerne in einem Dokument eventuell häufiger benötigt, bietet CHEMMACROS eine Möglichkeit, Abkürzungen zu definieren.

```
\DeclareChemNMR{<csname>}{<num>,<atom>}
```

```
\RenewChemNMR{<csname>}{<num>,<atom>}
```

Das definiert einen Befehl mit denselben Argumenten wie `\NMR`, außer `{<num>,<atom>}`.

```
1 \DeclareChemNMR\HNMR{1,H}%
2 \DeclareChemNMR\CNMR{13,C}% 13C-NMR (100 MHz)
3 \CNMR*(100) \ \ 1H-NMR (400 MHz)
4 \HNMR*(400)
```

16.3. Eine Umgebung, um Messergebnisse darzustellen

Um ein bequemes Eingeben von Messergebnissen zu ermöglichen, bietet CHEMMACROS eine Umgebung.

`\begin{experimental}` Daten `\end{experimental}` → Umgebung für die Ausgabe von Experimental-Daten. Innerhalb dieser Umgebung sind die folgenden Befehle definiert.

`\data{<Typ>}[<Spezifikation>]` → Typ der Daten, z. B. IR, MS... In das optionale Argument können weitere Spezifikationen eingegeben werden, die in runden Klammern ausgegeben werden.

`\data*{<Typ>}[<Spezifikation>]` → Wie `\data`, gibt aber anstelle des = ein : mit aus, wenn `use-equal = true` eingestellt ist.

`\NMR{<num>,<elem>[<coupling core>]}(<num>,<unit>)[<solvent>]` → der Befehl bekommt ein weiteres Argument: `\NMR{13,C[1H]}` ¹³C{¹H}-NMR: δ

`\J(<bonds>;<nuclei>)[<unit>]{<list of nums>}` → Kopplungskonstante, Werte werden mit ; getrennt eingegeben. Für NMR. Das Argument (`<bonds>;<nuclei>`) ist optional und ermöglicht die Angabe von genaueren Spezifikationen der Kopplung.

`\#{<num>}` → Anzahl der Kerne. Für NMR.

`\pos{<num>}` → Position/Nummer des Kerns. Für NMR.

`\val{<num>}` → Zahlenwert, ein Alias für `siunitx'` `\num{<num>}`

`\val{<num1>- -<num2>}` → Ein Alias für `siunitx'` `\numrange{<num1>}{<num2>}`

```

1 \begin{experimental}
2 \data{Typ1} Daten.
3 \data{Typ2}[Spezifikationen] noch mehr Daten.
4 \data*{Typ3} weitere Daten.
5 \end{experimental}

```

Typ1 Daten. Typ2 (Spezifikationen) noch mehr Daten. Typ3 weitere Daten.

16.4. Anpassung

Die Ausgabe der Umgebung und der NMR-Befehle kann mir einer Reihe Optionen angepasst werden. Aus historischen Gründen gehören sie dem Modul `nmr` an.

`nmr unit = <unit>` → Default = `\mega\hertz`

`nmr nucleus = {<num>,<atom>}` → Default = `{1,H}`

`nmr format = <commands>` → zum Beispiel `\bfseries`

`nmr pos-number = side|sub` → Position der Zahl neben dem Atom. Default = `side`

`nmr coupling-unit = <unit>` → Eine `siunitx` Einheit. Default = `\hertz`

`nmr parse = true|false` → Das Lösungsmittel als `mhchem/CHEMFORMULA`-Formel behandeln oder nicht. Default = `true`

`nmr delta = <tokens>` → Die `<tokens>` werden nach δ eingefügt.

`nmr list = true|false` → Die Umgebung `\begin{nmr}[<optionen>] \end{nmr}` wird als Liste formatiert. Default = `false`

`nmr list-setup = <setup>` → Setup der Liste. Default = siehe unten.

`nmr use-equal = true|false` → Istgleich-Zeichen nach `\NMR` und `\data` einsetzen. Default = `false`

Das Default-Setup der Liste:

16. Spektroskopie und Messdaten

```
1 \topsep\z@skip \partopsep\z@skip
2 \itemsep\z@ \parsep\z@ \itemindent\z@
3 \leftmargin\z@
```

```
1 \begin{experimental}[format=\bfseries]
2 \data{Typ1} Daten.
3 \data{Typ2}[Spezifikationen] noch mehr Daten.
4 \data*{Typ3} weitere Daten.
5 \end{experimental}
```

Typ1 Daten. Typ2 (Spezifikationen) noch mehr Daten. Typ3 weitere Daten.

Der Befehl `\NMR` und alle mit `\DeclareChemNMR` definierten Befehle können anstelle von `\data` für NMR-Daten eingesetzt werden.

```
1 \begin{experimental}[format=\bfseries,use-equal]
2 \data{Typ1} Daten.
3 \data{Typ2}[Spezifikationen] noch mehr Daten.
4 \NMR weitere Daten.
5 \end{experimental}
```

Typ1 = Daten. Typ2 (Spezifikationen) = noch mehr Daten. ¹H-NMR: δ = weitere Daten.

16.5. Anwendungsbeispiel

Der folgende Code in verschiedenen Ausgaben abhängig von der Auswahl der <optionen>. Die Optionen können selbstverständlich auch mit `\chemsetup` global gesetzt werden.

```
1 \sisetup{separate-uncertainty,per-mode=symbol,detect-all,range-phrase=-}
2 \begin{experimental}[<optionen>]
3 \data*{Ausbeute} \SI{17}{\milli\gram} gelbe Nadeln (\SI{0.04}{\milli\mole},
4 \SI{13}{\percent}).
5 %
6 \data{Smp.} \SI{277}{\celsius} (DSC).
7 %
8 \NMR(600)[CDCl3] \val{2.01} (s, \#{24}, \pos{5}), \val{2.31} (s, \#{12}, \
9 pos{1}), \val{6.72--6.74} (m, \#{2}, \pos{11}), \val{6.82} (s, \#{8}, \pos
10 {3}), \val{7.05--7.07} (m, \#{2}, \pos{12}), \val{7.39--7.41} (m, \#{4}, \
11 pos{9}), \val{7.48--7.49} (m, \#{4}, \pos{8}).
12 %
13 \NMR{13,C}(150)[CDCl3] \val{21.2} ($+$, \#{4}, \pos{1}), \val{23.4} ($+$,
14 \#{8}, \pos{5}), \val{126.0} ($+$, \#{4}, \pos{9}), \val{128.2} ($+$,
15 \#{8}, \pos{3}), \val{130.8} ($+$, \#{2}, \pos{12}), \val{133.6} ($+$,
16 \#{2}, \pos{11}), \val{137.0} ($+$, \#{4}, \pos{8}), \val{138.6} (q,
17 \#{4}, \pos{2}), \val{140.6} (q, \#{2}, \pos{10}), \val{140.8} (q, \#{8},
18 \pos{4}), \val{141.8} (q, \#{4}, \pos{6}), \val{145.6} (q, \#{2}, \pos{7})
19 .
20 %
21 \data{MS}[DCP, EI, \SI{60}{\electronvolt}] \val{703} (2, \ch{M+}), \val
```

16. Spektroskopie und Messdaten

```

    {582} (1), \val{462} (1), \val{249} (13), \val{120} (41), \val{105} (100).
12 %
13 \data{MS}{\ch{MeOH + H2O + KI}, ESI, \SI{10}{\electronvolt}} \val{720}
    (100, \ch{M+ + OH-}), \val{368} (\ch{M+ + 2 OH-}).
14 %
15 \data{IR}{KBr} \val{3443} (w), \val{3061} (w), \val{2957} (m), \val{2918} (
    m), \val{2856} (w), \val{2729} (w), \val{1725} (w), \val{1606} (s), \val
    {1592} (s), \val{1545} (w), \val{1446} (m), \val{1421} (m), \val{1402} (m)
    , \val{1357} (w), \val{1278} (w), \val{1238} (s), \val{1214} (s), \val
    {1172} (s), \val{1154} (m), \val{1101} (w), \val{1030} (w), \val{979} (m),
    \val{874} (m), \val{846} (s), \val{818} (w), \val{798} (m), \val{744} (w)
    , \val{724} (m), \val{663} (w), \val{586} (w), \val{562} (w), \val{515} (w
    ).
16 %
17 \data*{UV-Vis} \SI{386}{\nano\metre} ($\varepsilon = \val{65984}$), \SI
    {406}{\nano\metre} ($\varepsilon = \val{65378}$).
18 %
19 \data*{Quantenausbeute} $\Phi = \val{0.74+-0.1}$\,.
20 \end{experimental}
```

16.5.1. Beinahe Standard

Ausgabe für <optionen>: delta=(ppm), pos-number=sub, use-equal:

Ausbeute: 17 mg gelbe Nadeln (0.04 mmol, 13 %). Smp. = 277 °C (DSC). ¹H-NMR (600 MHz, CDCl₃): δ (ppm) = 2.01 (s, 24 H, H₅), 2.31 (s, 12 H, H₁), 6.72–6.74 (m, 2 H, H₁₁), 6.82 (s, 8 H, H₃), 7.05–7.07 (m, 2 H, H₁₂), 7.39–7.41 (m, 4 H, H₉), 7.48–7.49 (m, 4 H, H₈). ¹³C-NMR (150 MHz, CDCl₃): δ (ppm) = 21.2 (+, 4 C, C₁), 23.4 (+, 8 C, C₅), 126.0 (+, 4 C, C₉), 128.2 (+, 8 C, C₃), 130.8 (+, 2 C, C₁₂), 133.6 (+, 2 C, C₁₁), 137.0 (+, 4 C, C₈), 138.6 (q, 4 C, C₂), 140.6 (q, 2 C, C₁₀), 140.8 (q, 8 C, C₄), 141.8 (q, 4 C, C₆), 145.6 (q, 2 C, C₇). MS (DCP, EI, 60 eV) = 703 (2, M⁺), 582 (1), 462 (1), 249 (13), 120 (41), 105 (100). MS (MeOH + H₂O + KI, ESI, 10 eV) = 720 (100, M⁺ + OH⁻), 368 (M⁺ + 2 OH⁻). IR (KBr) = 3443 (w), 3061 (w), 2957 (m), 2918 (m), 2856 (w), 2729 (w), 1725 (w), 1606 (s), 1592 (s), 1545 (w), 1446 (m), 1421 (m), 1402 (m), 1357 (w), 1278 (w), 1238 (s), 1214 (s), 1172 (s), 1154 (m), 1101 (w), 1030 (w), 979 (m), 874 (m), 846 (s), 818 (w), 798 (m), 744 (w), 724 (m), 663 (w), 586 (w), 562 (w), 515 (w). UV-Vis: 386 nm (ε = 65 984), 406 nm (ε = 65 378). Quantenausbeute: Φ = 0.74 ± 0.10 .

16.5.2. Formatierte Liste

Ausgabe für <optionen>: format=\bfseries, delta=(ppm), list=true, use-equal:

Ausbeute: 17 mg gelbe Nadeln (0.04 mmol, 13 %).

Smp. = 277 °C (DSC).

¹H-NMR (600 MHz, CDCl₃): δ (ppm) = 2.01 (s, 24 H, H-5), 2.31 (s, 12 H, H-1), 6.72–6.74 (m, 2 H, H-11), 6.82 (s, 8 H, H-3), 7.05–7.07 (m, 2 H, H-12), 7.39–7.41 (m, 4 H, H-9), 7.48–7.49 (m, 4 H, H-8).

¹³C-NMR (150 MHz, CDCl₃): δ (ppm) = 21.2 (+, 4 C, C-1), 23.4 (+, 8 C, C-5), 126.0 (+, 4 C, C-9), 128.2 (+, 8 C, C-3), 130.8 (+, 2 C, C-12), 133.6 (+, 2 C, C-11), 137.0 (+, 4 C, C-8), 138.6 (q, 4 C, C-2), 140.6 (q, 2 C, C-10), 140.8 (q, 8 C, C-4), 141.8 (q, 4 C, C-6), 145.6 (q, 2 C, C-7).

MS (DCP, EI, 60 eV) = 703 (2, M⁺), 582 (1), 462 (1), 249 (13), 120 (41), 105 (100).

MS (MeOH + H₂O + KI, ESI, 10 eV) = 720 (100, M⁺ + OH⁻), 368 (M⁺ + 2 OH⁻).

17. Befehle für mhchem

IR (KBr) = 3443 (w), 3061 (w), 2957 (m), 2918 (m), 2856 (w), 2729 (w), 1725 (w), 1606 (s), 1592 (s), 1545 (w), 1446 (m), 1421 (m), 1402 (m), 1357 (w), 1278 (w), 1238 (s), 1214 (s), 1172 (s), 1154 (m), 1101 (w), 1030 (w), 979 (m), 874 (m), 846 (s), 818 (w), 798 (m), 744 (w), 724 (m), 663 (w), 586 (w), 562 (w), 515 (w).

UV-Vis: 386 nm ($\epsilon = 65\,984$), 406 nm ($\epsilon = 65\,378$).

Quantenausbeute: $\Phi = 0.74 \pm 0.10$.

16.5.3. Verrückt

Ausgabe für <optionen>:

```
1   format=\color{red}\itshape,
2   list=true,
3   delta=\textcolor{green}{\ch{M+ + H2O}},
4   pos-number=side,
5   coupling-unit=\mega\gram\per\square\second,
6   list-setup=,
7   use-equal
```

Ausbeute: 17 mg gelbe Nadeln (0.04 mmol, 13 %).

Smp. = 277 °C (DSC).

¹H-NMR (600 MHz, CDCl₃): δ M⁺ + H₂O = 2.01 (s, 24 H, H-5), 2.31 (s, 12 H, H-1), 6.72–6.74 (m, 2 H, H-11), 6.82 (s, 8 H, H-3), 7.05–7.07 (m, 2 H, H-12), 7.39–7.41 (m, 4 H, H-9), 7.48–7.49 (m, 4 H, H-8).

¹³C-NMR (150 MHz, CDCl₃): δ M⁺ + H₂O = 21.2 (+, 4 C, C-1), 23.4 (+, 8 C, C-5), 126.0 (+, 4 C, C-9), 128.2 (+, 8 C, C-3), 130.8 (+, 2 C, C-12), 133.6 (+, 2 C, C-11), 137.0 (+, 4 C, C-8), 138.6 (q, 4 C, C-2), 140.6 (q, 2 C, C-10), 140.8 (q, 8 C, C-4), 141.8 (q, 4 C, C-6), 145.6 (q, 2 C, C-7).

MS (DCP, EI, 60 eV) = 703 (2, M⁺), 582 (1), 462 (1), 249 (13), 120 (41), 105 (100).

MS (MeOH + H₂O + KI, ESI, 10 eV) = 720 (100, M⁺ + OH⁻), 368 (M⁺ + 2 OH⁻).

IR (KBr) = 3443 (w), 3061 (w), 2957 (m), 2918 (m), 2856 (w), 2729 (w), 1725 (w), 1606 (s), 1592 (s), 1545 (w), 1446 (m), 1421 (m), 1402 (m), 1357 (w), 1278 (w), 1238 (s), 1214 (s), 1172 (s), 1154 (m), 1101 (w), 1030 (w), 979 (m), 874 (m), 846 (s), 818 (w), 798 (m), 744 (w), 724 (m), 663 (w), 586 (w), 562 (w), 515 (w).

UV-Vis: 386 nm ($\epsilon = 65\,984$), 406 nm ($\epsilon = 65\,378$).

Quantenausbeute: $\Phi = 0.74 \pm 0.10$.

17. Befehle für mhchem

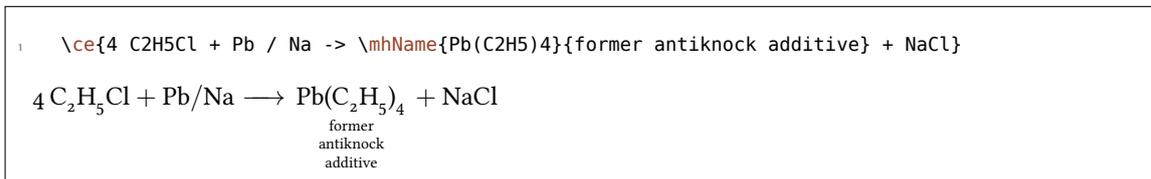
mhchem wird nicht mehr automatisch geladen, sondern nur noch, wenn Sie die Option `method = mhchem` in der Präambel verwenden. Als Voreinstellung verwendet CHEMMACROS stattdessen CHEM-FORMULA.

18. Reaktionsumgebungen

CHEMMACROS stellt nur einen Befehl speziell für mhchem³² bereit. Er erlaubt es, Text unter eine Formel zu schreiben.

`\mhName[<options>]{<formula>}{<text>}`

Zum Beispiel:



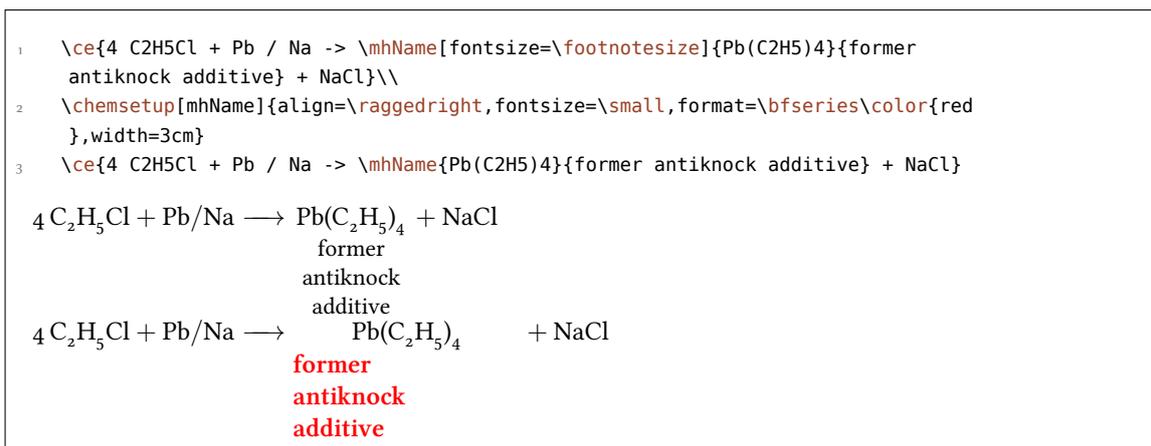
Mit den folgenden Optionen kann `\mhName` angepasst werden:

mhName align = <alignment command> → Die Ausrichtung des Textes innerhalb der Box, in die er geschrieben wird. Default = `\centering`

mhName format = <anything> → Das Format des Textes.

mhName fontsize = → Die Schriftgröße des Textes. Default = `\tiny`

mhName width = <dim>|auto → Die Breite der Box, in die der Text geschrieben wird. Default = auto



18. Reaktionsumgebungen

18.1. Durch CHEMMACROS definiert

Es stehen folgende Umgebungen für nummerierte...

`\begin{reaction} <formula or mhchem code> \end{reaction}`

`\begin{reactions} <formula or mhchem code> \end{reactions}`

...und ihre gesternten Versionen für unnummerierte Reaktionen zur Verfügung.

³² CHEMFORMULA hat seine eigene Möglichkeit.

18. Reaktionsumgebungen

`\begin{reaction*}` <formula or mhchem code> `\end{reaction*}`

`\begin{reactions*}` <formula or mhchem code> `\end{reactions*}`

Damit können Sie (un-) nummerierte Reaktionsgleichungen erstellen ähnlich den mathematischen Gleichungen.

Die Umgebungen `reaction/reaction*` verwenden intern `equation/equation*` Umgebungen und die Umgebungen `reactions/reactions*` verwenden die `align/align*` Umgebungen, um die Reaktionen darzustellen.

<pre> 1 Reaktion mit Zähler: 2 \begin{reaction} 3 A -> B 4 \end{reaction} </pre>	<pre> Reaktion mit Zähler: A \longrightarrow B </pre>	$A \longrightarrow B \quad \{1\}$
---	---	-----------------------------------

<pre> 1 Reaktion ohne Zähler: 2 \begin{reaction*} 3 C -> D 4 \end{reaction*} </pre>	<pre> Reaktion ohne Zähler: C \longrightarrow D </pre>	$C \longrightarrow D$
--	--	-----------------------

<pre> 1 mehrere ausgerichtete Reaktionen mit Zähler: 2 \begin{reactions} 3 A &&-> B + C \\ 4 D + E &&-> F 5 \end{reactions} </pre>	<pre> mehrere ausgerichtete Reaktionen mit Zähler: </pre>	$A \longrightarrow B + C \quad \{2\}$ $D + E \longrightarrow F \quad \{3\}$
--	---	---

<pre> 1 mehrere ausgerichtete Reaktionen ohne Zähler: 2 \begin{reactions*} 3 G &&-> H + I \\ 4 J + K &&-> L 5 \end{reactions*} </pre>	<pre> mehrere ausgerichtete Reaktionen ohne Zähler: </pre>	$G \longrightarrow H + I$ $J + K \longrightarrow L$
---	--	---

Wenn Sie das Layout der Zähler-Tags ändern wollen, verwenden Sie

`\renewtagform{<tagname>}[<format>]{<right delim>}{<left delim>}`.³³

³³ Durch das `mathtools` Paket zur Verfügung gestellt.

```

1 \renewtagform{reaction}[R \textbf]{{[]}{}}
2 \begin{reaction}
3   H2O + CO2 <=> H2CO3
4 \end{reaction}

```

$$\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \quad [\text{R } 4]$$

Seit Version 3.3 funktionieren Querverweise und $\mathcal{A}\mathcal{M}\mathcal{S}$ maths `\intertext` wie erwartet:

```

1 \begin{reactions}
2   A + 2 B &-> 3 C + D \label{rxn:test}
3   \intertext{Etwas Text zwischen ausgerichteten Reaktionen.}
4   3 E + F &<=> G + 1/2 H
5 \end{reactions}
6 Siehe Reaktion \ref{rxn:test}.

```

$$A + 2B \longrightarrow 3C + D \quad \{5\}$$

Etwas Text zwischen ausgerichteten Reaktionen.

$$3E + F \rightleftharpoons G + \frac{1}{2}H \quad \{6\}$$

Siehe Reaktion 5.

In der Standardeinstellung, d. h. mit `method = chemformula`, sollten Sie `\mch` und die verwandten Befehle innerhalb der `reaction` Umgebungen nicht verwenden. Sie bringen in den meisten Fällen die korrekte Ausrichtung durcheinander. In der Standardeinstellung erkennen Ladungen in den Umgebungen die Einstellung der Option `circled` automatisch, so dass die Befehle auch nicht benötigt werden.

18.2. Eigene Reaktionen

Sie können mit dem Befehl

```
\DeclareChemReaction[<options>]{<name>}{<math name>}
```

weitere Reaktionsumgebungen erstellen.

`<name>` wird der Name der neuen Umgebung sein. `<math name>` ist die verwendete Mathematikumgebung.

Der Befehl hat zwei Optionen.

-none- `star = true|false`

-none- `arg = true|false`

Zum einen `star`, die auch die gesternte Variante definiert, vorausgesetzt, die entsprechende Mathematikumgebung existiert. Falls nicht, wird es einen Fehler geben.

Dann gibt es `arg`, die verwendet wird, um eine Umgebung mit einem obligatorischen Argument zu erstellen. Auch das funktioniert natürlich nur, wenn die entsprechende Mathematikumgebung ebenfalls ein obligatorisches Argument besitzt.

Die vordefinierten Umgebungen wurden durch

`\DeclareChemReaction[star]{reaction}{equation}` und

`\DeclareChemReaction[star]{reactions}{align}`.

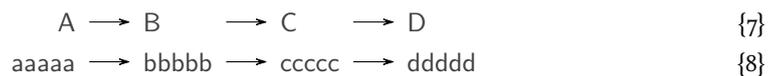
definiert.

Nehmen wir an, Sie wollen eine Umgebung mit dem Verhalten der `alignat` Umgebung für `CHEM-FORMULA`-/mhchem-Reaktionen. Sie könnten folgendes tun:

```
1 \DeclareChemReaction[star,arg]{reactionsat}{alignat}
```

Damit ist die `reactionsat`-Umgebung definiert.

```
1 \DeclareChemReaction[star,arg]{reactionsat}{alignat}
2 \begin{reactionsat}{3}
3   A    &-> B    &&-> C    &&-> D \\
4   aaaaa &-> bbbbb &&-> ccccc &&-> ddddd
5 \end{reactionsat}
6 \begin{reactionsat*}{2}
7   A    &-> B    & C                &-> D \\
8   aaaaa &-> bbbbb &\quad{} ccccc &-> ddddd
9 \end{reactionsat*}
```



18.3. Liste der Reaktionen

`CHEMMACROS` stellt ebenso einen Befehl zur Verfügung, mit dem man eine Liste der Reaktionen ausgeben kann, die mit den Reaktionsumgebungen eingegeben wurden.

`\listoreactions`

```
1 \listoreactions
```

Reaktionsverzeichnis

Reaktion {1}	35
Reaktion {2}	35
Reaktion {3}	35
Reaktion [R 4]	36
Reaktion {5}	36
Reaktion {6}	36
Reaktion {7}	37
Reaktion {8}	37
Reaktion {9}: Autoprotolyse	38
Reaktion {10}: first step of chain	38
Reaktion {11}: second step of chain	38
Reaktion {12}: Synthese von Alkanen	64

Der Output kann mit den folgenden Optionen angepasst werden:

reaction list-name = <name of the list> → Setzen der Listenüberschrift. Default = Reaktionsverzeichnis

reaction list-entry = <prefix to each entry> → Präfix zu jedem Eintrag. Default = Reaktion

option Beide Default-Werte reagieren auf die Option **german**.

Statt die Option **list-name** zu verwenden, könnten Sie auch `\reactionlistname` undefinieren.

Im Verzeichnis werden alle Reaktionen mit Zählen gelistet und alle anderen nicht aufgenommen. Alle Reaktionsumgebungen ohne Stern haben ein optionales Argument, mit dem man eine Beschreibung für die Liste hinzufügen kann.

```

1 \begin{reaction}[Autoprotolyse]
2 2 H2O <<=> H3O+ + OH-          2 H2O ⇌ H3O+ + OH-          {9}
3 \end{reaction}

```

Wenn Sie die `reactions` Umgebung verwenden, wird das allerdings nicht funktionieren. In diesem Fall können Sie

`\AddRxnDesc{<description>}`

verwenden.

```

1 \begin{reactions}
2 Cl "\Lewis{0.,\vphantom{Cl}}" + CH4 &-> HCl + "\Lewis{4.,\vphantom{CH}}" CH3
   \AddRxnDesc{first-step-of-chain} \
3 "\Lewis{4.,\vphantom{CH}}" CH3 + Cl2 &-> CH3Cl + Cl "\Lewis{0.,\vphantom{Cl}}"
   \AddRxnDesc{second-step-of-chain}
4 \end{reactions}

```

$$\text{Cl}\cdot + \text{CH}_4 \longrightarrow \text{HCl} + \cdot\text{CH}_3 \quad \{10\}$$

$$\cdot\text{CH}_3 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{Cl}\cdot \quad \{11\}$$

Nebenbei: Sie müssen die Phantom-Befehle nicht verwenden, wenn Sie das Format der Atome nicht geändert haben, siehe Abschnitt 30 an Seite 61.

19. Phasen

19.1. Grundlagen

Diese Befehle sollen helfen, die Phase einer Substanz anzuzeigen.

`\sld` → (f)

`\lqd` → (fl)

`\gas` → (g)

`\aq` → (aq)

Das Default-Verhalten der Phasen-Befehle hat sich geändert, um der IUPAC-Empfehlung zu folgen. Sowohl `\sld` als auch `\lqd` haben kein optionales Argument mehr.

```
1 \ch{C\sld{}} + 2 H2O\lqd{} -> CO2\gas{} + 2 H2\gas{}\\
2 der Vollst\"andigkeit halber: NaCl\aq.
```

$C(f) + 2 H_2O(fl) \longrightarrow CO_2(g) + 2 H_2(g)$
 der Vollständigkeit halber: $NaCl(aq)$.

Mit der Paketoption `language = english` (siehe Abschnitt 4) erhalten Sie die englischen Versionen.

Die IUPAC-Empfehlung³⁴ um einen Aggregatzustand anzuzeigen ist es, sie in Klammern nach der Formel zu schreiben [[Coh+08](#)]. Es ist jedoch ebenfalls verbreitet, sie als Tiefstellung zu setzen.

The [...] symbols are used to represent the states of aggregation of chemical species. The letters are appended to the formula in parentheses and should be printed in Roman (upright) type without a full stop (period).
IUPAC Green Book [[Coh+08](#), p. 54]

Es gibt zwei Optionen, um den Output anzupassen:

`phases pos = side|sub` → Umschalten der Position des Phasen-Anzeigers. Default = `side`

`phases space = <dim>` → Ändern des Zwischenraums zwischen Formel und dem Phasen-Anzeiger bei `pos = side`. Eine TeX-Dimension. Default = `.1333em`

```
1 \chemsetup[phases]{pos=sub}
2 \ch{C\sld{}} + 2 H2O\lqd{} -> CO2\gas{} + 2 H2\gas{}\\
3 der Vollst\"andigkeit halber: NaCl\aq.
```

$C_{(f)} + 2 H_2O_{(fl)} \longrightarrow CO_{2(g)} + 2 H_{2(g)}$
 der Vollständigkeit halber: $NaCl_{(aq)}$.

³⁴ Vielen Dank an Paul King für den Hinweis.

19.2. Eigene Phasen definieren

Abhängig vom Thema ihres Dokuments müssen Sie unter Umständen andere Aggregatzustände anzeigen. Sie können Sie einfach definieren.

`\DeclareChemPhase{<cmd>}[<german>]{<english>}`

`\RenewChemPhase{<cmd>}[<german>]{<english>}`

`\phase{<phase>}` → Wenn Sie die Phase nur ein- oder zweimal verwenden müssen.

`\DeclareChemPhase` definiert die Phase nur dann, wenn `<cmd>` noch nicht existiert. Andernfalls wird `CHEMMACROS` entweder eine Warnung oder einen Fehler ausgeben, abhängig von der Option `strict`. `\RenewChemParticle` definiert eine Phase *nur*, wenn `<cmd>` schon existiert und gibt andernfalls eine Warnung/einen Fehler.

```

1 \DeclareChemPhase{\aqi}{aq,$\infty$}% aqueous solution at infinite dilution
2 \DeclareChemPhase{\cd}{cd}% condensed phase
3 \RenewChemPhase{\lqd}{lc}% liquid crystal
4 NaOH\aqi \ ch{H2O\cd} U\phase{cr} A\lqd \
5 \chemsetup[phases]{pos=sub}
6 NaOH\aqi \ ch{H2O\cd} U\phase{cr} A\lqd

```

NaOH(aq,∞) H₂O(cd) U(cr) A(lc)

NaOH_(aq,∞) H₂O_(cd) U_(cr) A_(lc)

20. Newman-Projektionen

`CHEMMACROS` stellt den Befehl

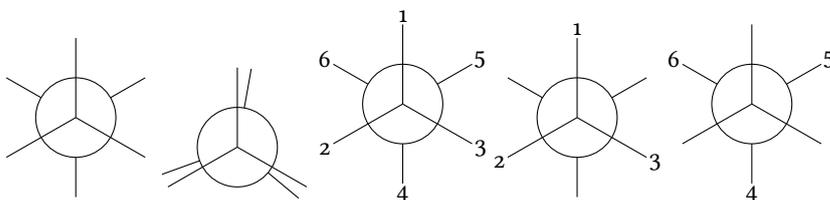
`\newman[<options>](<angle>){<1>,<2>,<3>,<4>,<5>,<6>}`

zur Verfügung, der Ihnen erlaubt, Newman-Projektionen zu erstellen (verwendet `TikZ`). Das Argument `(<angle>)` dreht die hinteren Atome gegen den Uhrzeigersinn bezüglich der vorderen Atome.

```

1 \newman{} \newman(170){}
2 \newman{1,2,3,4,5,6} \newman{1,2,3} \newman{,,4,5,6}

```



Es gibt einige Optionen, um den Befehl anzupassen:

`newman angle = <angle>` → Voreingestellter Winkel. Default = 0

`newman scale = <factor>` → Skaliert die ganze Projektion. Default = 1

21. s, p und Hybrid-Orbitale

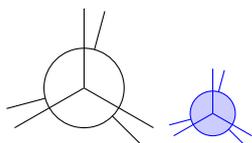
`newman ring = <tikz>` → Aussehen des Rings mit `TikZ`-Keys anpassen.

`newman atoms = <tikz>` → Aussehen der Knoten, in die die Atome geschrieben werden, mit `TikZ`-Keys anpassen.

`newman back-atoms = <tikz>` → Nur die hinteren Atome anpassen.

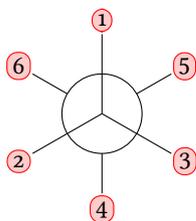
```
1 \chemsetup[newman]{angle=45} \newman{}
2 \newman[scale=.75,ring={draw=blue,fill=blue!20}]{}

```



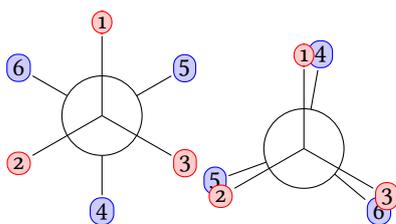
```
1 \chemsetup[newman]{atoms={draw=red,fill=red!20,inner sep=2pt,rounded corners}}
2 \newman{1,2,3,4,5,6}

```



```
1 \chemsetup[newman]{
2   atoms = {draw=red,fill=red!20,inner sep=2pt,rounded corners},
3   back-atoms = {draw=blue,fill=blue!20,inner sep=2pt,rounded corners}
4 }
5 \newman{1,2,3,4,5,6} \newman(170){1,2,3,4,5,6}

```



21. s, p und Hybrid-Orbitale

`CHEMMACROS` stellt einen Befehl bereit, mit dem Orbitale visualisiert werden können:

`\orbital[<options>]{<type>}`

Dabei stehen folgende Typen für `{<type>}` zur Verfügung:

21. s, p und Hybrid-Orbitale

s

p

sp

sp²

sp³



Abhängig vom Typ stehen verschiedene Optionen zur Modifikation zur Auswahl:

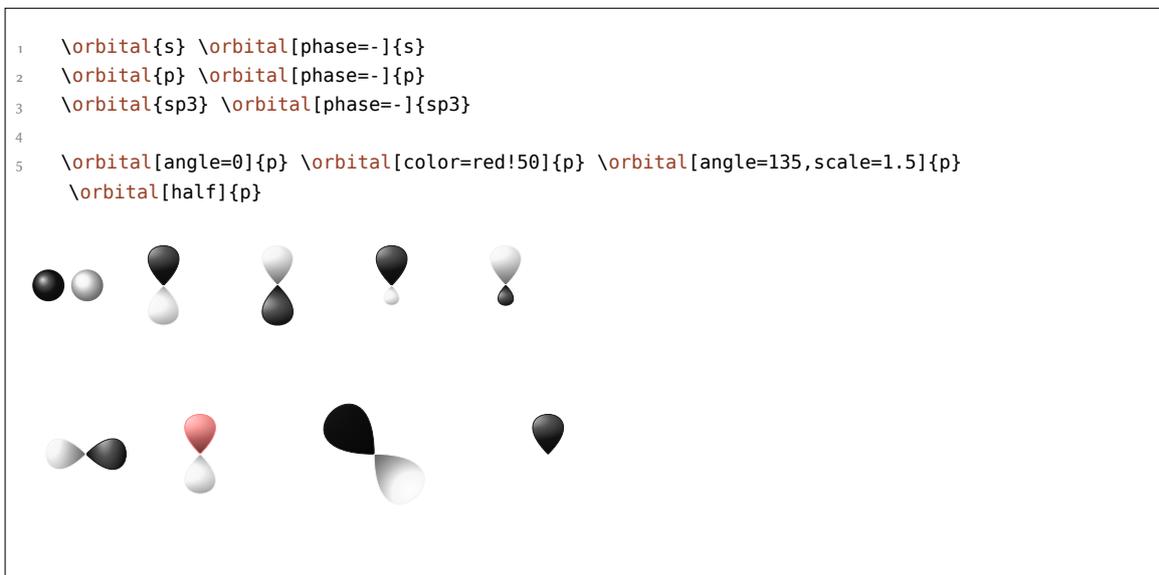
orbital phase = \pm |- → Ändern der Phase des Orbitals (alle Typen).

orbital scale = <factor> → Ändern der Größe des Orbitals (alle Typen).

orbital color = <color> → Ändern der Farbe des Orbitale (alle Typen).

orbital angle = <angle> → Rotiert die Orbitale mit einem p-Anteil gegen den Uhrzeigersinn (alle Typen außer s).

orbital half = true|false → stellt nur ein halbes Orbital dar (nur p).



Zusätzlich gibt es zwei Optionen, mit denen das TikZ-Verhalten beeinflusst werden kann:

orbital overlay = true|false → Das Orbital „braucht keinen Platz“; es wird mit dem TikZ-Key overlay gezeichnet.

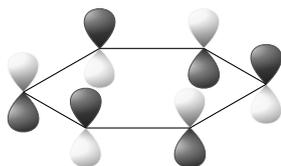
21. s, p und Hybrid-Orbitale

`orbital opacity = <num>` → Das Orbital wird durchsichtig; <value> kann Werte zwischen 1 (undurchsichtig) bis 0 (unsichtbar) annehmen.

```

1 \hspace{1cm}
2 \chemsetup[orbital]{
3   overlay,
4   p/color = black!70
5 }
6 \setbondoffset{0pt}
7 \chemfig{?\orbital{p}-[,1.3]{\orbital[phase=-]{p}}-[:30,1.1]\orbital{p}
8 }-[:150,.9]{\orbital[phase=-]{p}}-[4,1.3]\orbital{p}-[:-150,1.1]{\orbital[phase
9 =-]{p}}?}
10 \vspace{7mm}

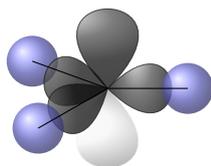
```



```

1 \hspace{2cm}
2 \setbondoffset{0pt}
3 \chemsetup[orbital]{
4   overlay ,
5   opacity = .75 ,
6   p/scale = 1.6 ,
7   s/color = blue!50 ,
8   s/scale = 1.6
9 }
10 \chemfig{\orbital{s}-[:-20]{\orbital[scale=2]{p}}{\orbital[half,angle=0]{p}}{\
11 orbital[angle=170,half]{p}}{\orbital[angle=-150,half]{p}}(-[:-150]\orbital{s})
12 -\orbital{s}}
13 \vspace{1cm}

```



Teil III.

chemformula

22. Setup

Alle Optionen von `CHEMFORMULA` gehören dem Modul `chemformula` an. Das bedeutet, sie können via

```
1 \chemsetup[chemformula]{<options>} oder
2 \chemsetup{chemformula/<option1>,chemformula/<option2>}
```

eingestellt werden.

Sie können außerdem direkt als Option an den Befehl `\ch` weitergegeben werden.

23. Das Grundprinzip

`CHEMFORMULA` hat einen Hauptbefehl.

`\ch[<options>]{<input>}`

Die Verwendung wird Ihnen sehr vertraut vorkommen, wenn Ihnen `mhchem` geläufig ist:

1	<code>\ch{H2O} \\\</code>	H_2O
2	<code>\ch{Sb2O3} \\\</code>	Sb_2O_3
3	<code>\ch{H+} \\\</code>	H^+
4	<code>\ch{CrO4^2-} \\\</code>	CrO_4^{2-}
5	<code>\ch{AgCl2-} \\\</code>	AgCl_2^-
6	<code>\ch{[AgCl2]-} \\\</code>	$[\text{AgCl}_2]^-$
7	<code>\ch{Y^{99+}} \\\</code>	Y^{99+}
8	<code>\ch{Y^{99+}} \\\</code>	Y^{99+}
9	<code>\ch{H2_{(aq)}} \\\</code>	$\text{H}_{2(\text{aq})}$
10	<code>\ch{NO3-} \\\</code>	NO_3^-
11	<code>\ch{(NH4)2S} \\\</code>	$(\text{NH}_4)_2\text{S}$
12	<code>\ch{^{227}_{90}Th+} \\\</code>	$^{227}_{90}\text{Th}^+$
13	<code>\$V_{\ch{H2O}}\$ \\\</code>	$V_{\text{H}_2\text{O}}$
14	<code>\ch{Ce^{IV}} \\\</code>	Ce^{IV}
15	<code>\ch{KCr(SO4)2 * 12 H2O}</code>	$\text{KCr}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$

Es gibt jedoch Unterschiede. Der wichtigste: `CHEMFORMULA` unterscheidet zwischen verschiedenen Input-Typen. Diese verschiedenen Typen *müssen* durch Leerzeichen getrennt eingegeben werden:

`\ch{type1 type2 type3 type4}`

Ein Leerzeichen im Input ist *niemals* ein Leerzeichen im Output. Die Rolle des Leerzeichens gilt strikt und kann zu Fehlern oder fehlerhaften Output führen, wenn sie nicht beachtet wird.

24. Stöchiometrische Faktoren

Ein weiterer wichtiger Unterschied: `CHEMFORMULA` versucht, den Mathematikmodus weitestgehend zu vermeiden:

1	<code>\ch{A + B ->[a] C} \\</code>	$A + B \xrightarrow{a} C$
2	<code>\ce{A + B ->[a] C}</code>	$A + B \xrightarrow{a} C$

Der erste Punkt bedeutet, dass `\ch{2H2O}` als *ein* Teil behandelt wird, in diesem Fall als Summenformel.

1	<code>\ch{2H2O} \\</code>	$2\text{H}_2\text{O}$
2	<code>\ch{2 H2O}</code>	$2 \text{H}_2\text{O}$

Das bedeutet außerdem, dass ein Teil kein Leerzeichen enthalten kann, da ein Leerzeichen ihn automatisch in zwei Teile teilen würde. Wenn Sie ein Leerzeichen im Output benötigen, müssen sie ein `~` eingeben. Da die meisten Makros ein folgendes Leerzeichen schlucken, wird jedoch ein Input wie `\ch{\command ABC}` als einzelner Teil behandelt. Wenn Sie einen solchen Input teilen wollen, müssen Sie eine leere Gruppe eingeben: `\ch{\command{} ABC}`. Die verschiedenen Input-Typen werden in den folgenden Abschnitten einzeln behandelt.

Der `\ch`-Befehl hat einige Optionen, mit denen der Output verändert werden kann. Sie können entweder lokal als optionales Argument oder global mit dem Befehl

`\chemsetup[chemformula]{<options>}`

gesetzt werden. Alle Optionen von `CHEMFORMULA` gehören dem Modul `chemformula` an.

24. Stöchiometrische Faktoren

Ein stöchiometrischer Faktor darf nur aus Ziffern und den Zeichen `.`, `_`/`()` bestehen.

1	<code>\ch{2} \\</code>	
2	<code>\ch{12}</code>	
3		2
4	<code>% decimals:</code>	12
5	<code>\ch{.5} \\</code>	0.5
6	<code>\ch{5,75}</code>	5.75
7		5.75
8	<code>% fractions:</code>	$\frac{3}{2}$
9	<code>\ch{3/2} \\</code>	$1\frac{1}{2}$
10	<code>\ch{1_1/2}</code>	(1/2)
11		
12	<code>% 'iupac':</code>	
13	<code>\ch{(1/2)}</code>	

Wie Sie sehen können, wird bei Dezimalbrüchen eine führende Null ergänzt, wenn sie in der Eingabe fehlt.

Sie müssen bei dem Input ein wenig auf die richtige Syntax achten, aber ich denke, sie ist recht intuitiv.

24. Stöchiometrische Faktoren

```
1 \ch{1/1_1}
```

Wenn die stöchiometrischen Faktoren in Klammern geschrieben werden, werden die Brüche nicht umgewandelt und führende Nullen nicht ergänzt. Was in den Klammern steht, wird genauso geschrieben.

```
1 \ch{(1/2) H2O} \ch{1/2 H2O} \ch{0.5 H2O} (1/2)H2O  $\frac{1}{2}$ H2O 0.5H2O
```

Viele Beispiele wie das folgende für die Verwendung von Klammern um stöchiometrische Faktoren finden Sie z. B. im „IUPAC Green Book“ [Coh+08]:



Der Output kann mit diesen Optionen angepasst werden:

decimal-marker = <marker> → Das Symbol, das als Dezimalzeichen verwendet wird. Default = .

frac-style = math|xfrac|nicefrac → Bestimmt, wie Brüche dargestellt werden. Default = math

stoich-space = <skip> → Der Leerraum nach einem stöchiometrischen Faktor. Eine elastische Länge. Default = .1667em plus .0333em minus .0117em

stoich-paren-parse = true|false → Wenn die Option auf true gesetzt ist, werden auch stöchiometrische Faktoren, die in Klammern stehen, verarbeitet, d.h. Brüche umgewandelt und führende Nullen ergänzt. Default = false

```
1 \ch[decimal-marker={,}]{3.5} \ch[decimal-marker={\cdot}]{3,5}
3,5 3·5
```

Die Option **frac-style** = xfrac verwendet den Befehl `\sfrac` des xfrac-Pakets. Der Output kann sehr von der gewählten Schrift abhängen.

```
1 \ch[frac-style=xfrac]{3/2} \ch[frac-style=xfrac]{1_1/2}
 $\frac{3}{2}$   $1\frac{1}{2}$ 
```

CHEMFORMULA definiert die Instanz `formula-text-frac`, die nach dem eigenen Bedarf umdefiniert werden kann. Default ist folgendes:

```
1 \DeclareInstance{xfrac}{chemformula-text-frac}{text}
2 {
3   slash-left-kern = -.15em ,
4   slash-right-kern = -.15em
5 }
```

Dieses Dokument verwendet den Font LINUX LIBERTINE O und folgende Definition:

25. Summenformeln

```
1 \DeclareInstance{xfrac}{chemformula-text-frac}{text}
2 {
3   scale-factor      = 1 ,
4   denominator-bot-sep = -.2ex ,
5   denominator-format = \scriptsize #1 ,
6   numerator-top-sep  = -.2ex ,
7   numerator-format   = \scriptsize #1
8 }
```

Die Option `frac-style = nicefrac` verwendet den Befehl `\nicefrac` des nicefrac-Pakets.

```
1 \ch[frac-style=nicefrac]{3/2} \ch[frac-style=nicefrac]{1_1/2}
3/2 1½
```

Die Option `stoich-space` erlaubt Ihnen, den Leerraum zwischen stöchiometrischem Faktor und Summenformel einzustellen.

```
1 \ch{2 H2O} \\                2 H2O
2 \ch[stoich-space=.3em]{2 H2O} 2 H2O
```

25. Summenformeln

`CHEMFORMULA` bestimmt Summenformeln als den Typ, der “nirgendwo sonst hineinpasst”. Das wird klarer werden, wenn Sie die anderen Typen kennen.

```
1 \ch{H2S04} \\                H2SO4
2 \ch{[Cu(NH3)4]^2+}           [Cu(NH3)4]2+
```

25.1. Addukte

`CHEMFORMULA` hat zwei Identifier, die Addukte erzeugen.

`\ch{A.B}` → A·B

`\ch{A*B}` → A·B

```
1 \ch{CaS04.H20} \\           CaSO4·H2O
2 \ch{CaS04*H20}             CaSO4·H2O
```

Da Ziffern in einer Summenformel immer als Tiefstellung betrachtet werden (siehe Abschnitt 25.2), müssen Sie manchmal einen Leerraum lassen, damit der stöchiometrische Faktor korrekt erkannt wird:

25. Summenformeln

1	<code>\ch{Na3PO4*12H2O} \\</code>	$\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
2	<code>\ch{Na3PO4* 12 H2O} \\</code>	$\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$
3	<code>\ch{Na3PO4 * 12 H2O}</code>	$\text{Na}_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$

25.2. Tiefstellungen

Alle Ziffern in einer Substanz werden als Tiefstellung behandelt.

1	<code>\ch{H2S04}</code>	H_2SO_4
---	-------------------------	-------------------------

Wenn Sie einen Buchstaben als Tiefstellung möchten, verwenden Sie die Mathematik-Syntax:

1	<code>\ch{A_nB_m}</code>	A_nB_m
---	--------------------------	----------

Die Tiefstellung erkennt Gruppen. Sie können darin auch Mathematikmodus verwenden.

1	<code>\ch{A_{n\$}B_{m\$}} \\</code>	A_nB_m
2	<code>\ch{NaCl_{(aq)}}</code>	$\text{NaCl}_{(\text{aq})}$

25.3. Befehle

Befehle sind in einer Summenformel erlaubt:

1	<code>\ch{\textbf{A2}B3} \ch{A2\color{red}B3}</code>	$A_2B_3 \quad A_2B_3$
---	--	-----------------------

Wenn jedoch ein Befehl eine Ziffer als Argument benötigt, wie z. B. Leerraum-Befehle oder der `\ox`-Befehl, wird die direkte Verwendung schiefgehen. Das liegt daran, dass die Ziffern als Tiefstellung behandelt werden, *bevor* der Befehl expandiert.

1	<code>\ch{A\hspace{2mm}B}</code> wird einen Fehler geben, da <code>\hspace</code> in etwa so etwas sieht: <code>\hspace{\$_2\$mm}</code> .
---	--

Siehe Abschnitt 27.1 für einen Ausweg.

25.4. Ladungen und andere Hochstellungen

Grundlagen Wenn eine Summenformel mit einem Plus- oder Minus-Zeichen *endet*, wird es als Ladungssymbol interpretiert und hochgestellt. An anderen Stellen repräsentiert ein Plus eine Dreifachbindung und ein Dash eine Einfachbindung, siehe Abschnitt 25.5.

1	<code>\ch{A+B} \ch{AB+} \\</code>	$A \equiv B \quad AB^+$
2	<code>\ch{A-B} \ch{AB-}</code>	$A - B \quad AB^-$

25. Summenformeln

Für längere Ladungsgruppen oder andere Hochstellungen können Sie die Mathematik-Syntax verwenden. Sie beachtet Gruppen und erlaubt Mathematik in ihnen. Innerhalb dieser Gruppen werden weder + noch - als Bindungen interpretiert. Wenn sich ein Punkt . in einer Hochstellung befindet, zeigt er kein Addukt an sondern ein Radikal. Ein * gibt den angeregten Zustand.

1	<code>\ch{A^{x-}} \\\</code>	A^{x-}
2	<code>\ch{A^x-} \\\</code>	A^{x-}
3	<code>\ch{A^{x}-} \\\</code>	A^{x-}
4	<code>\ch{A^{x-}} \\\</code>	A^{x-}
5	<code>\ch{RNO2^{-.}} \\\</code>	$RNO_2^{\cdot-}$
6	<code>\ch{^31H} \\\</code>	3_1H
7	<code>\ch{^{14}6C} \\\</code>	${}^{14}_6C$
8	<code>\ch{^{58}_{26}Fe} \\\</code>	${}^{58}_{26}Fe$
9	<code>\ch{NO^*} \\\</code>	NO^*

Ionen und Ionenverbindungen mit mehr als einer Ladung werden genauso eingegeben:

1	<code>\ch{SO4^2-} \ch{Ca^2+ SO4^2-}</code>	$SO_4^{2-} Ca^{2+}SO_4^{2-}$
---	--	------------------------------

Ladungsbefehle Man benötigt kein `\mch` und ähnliche Befehle innerhalb von `\ch`. Tatsächlich sollte man sie vermeiden, da sie die Ausrichtung der Hoch- und Tiefstellungen durcheinander bringen können. Die `CHEMMACROS`-Option `circled` wird von `\ch` beachtet.

1	<code>\chemsetup[option]{circled=all}</code>	$H^{\oplus} + OH^{\ominus} \rightleftharpoons H_2O$
2	<code>\ch{H+ + OH- <=> H2O}</code>	

Verhalten Die Hochstellungen verhalten sich unterschiedlich abhängig von ihrer Position in einer Summenformel, falls Hoch- und Tiefstellung direkt aufeinander folgen.

1	<code>\ch{^33B} \ch{{}^33B} \ch{3^3B} \ch{B^3} \ch{B3^3} \\\</code>	
2	<code>\ch{^{23}_{123}B} \ch{{}^{23}_{123}B} \ch{{}_{123}^{23}B} \ch{B^{23}} \ch{B_{123}^{23}} \\\</code>	
3	<code>\ch{^{123}_{23}B} \ch{{}^{123}_{23}B} \ch{{}_{23}^{123}B} \ch{B^{123}} \ch{B_{23}^{123}} \\\</code>	

3_3B 3_3B 3_3B B^3 B_3^3
 ${}^{23}_{123}B$ ${}^{23}_{123}B$ ${}^{23}_{123}B$ B^{23} B_{123}^{23}
 ${}^{123}_{23}B$ ${}^{123}_{23}B$ ${}^{123}_{23}B$ B^{123} B_{23}^{123}

- Wenn eine Formel mit einer Hochstellung *startet*, werden Hoch- und Tiefstellung *rechts* ausgerichtet, ansonsten *links*.
- Wenn eine Hochstellung einer Tiefstellung *folgt*, wird sie zusätzlich um eine Länge verschoben, die durch die Option `charge-hshift = <dim>` bestimmt wird, siehe auch Seite 51f.

Der zweite Punkt folgt der IUPAC-Empfehlung:

Tabelle 3: Bindungen, die mit `\bond` aufgerufen werden können.

Name	Aussehen	Aliase
single	–	normal, sb
double	=	db
triple	≡	tp
dotted	⋯	semisingle
deloc	≡	semidouble
tdeloc	≡	semitriple
co>	→	coordright
<co	←	coordleft

In writing the formula for a complex ion, spacing for charge number can be added (staggered arrangement), as well as parentheses: SO_4^{2-} , $(\text{SO}_4)^{2-}$. The staggered arrangement is now recommended.
IUPAC Green Book [Coh+08, p. 51]

25.5. Bindungen

25.5.1. Natürliche Bindungen

CHEMFORMULA kennt drei Sorten Bindungen, die ich “natürliche Bindungen” nennen werde:

1	einfach: <code>\ch{CH3-CH3} \</code>	einfach: $\text{CH}_3\text{—CH}_3$
2	doppel: <code>\ch{CH2=CH2} \</code>	doppel: $\text{CH}_2=\text{CH}_2$
3	dreifach: <code>\ch{CH+CH}</code>	dreifach: $\text{CH}\equiv\text{CH}$

25.5.2. Flexible Bindungen

Predefined Bindungen Zusätzlich zu den drei natürlichen Bindungen gibt es ein paar weitere, die mit folgendem Befehl aufgerufen werden können:

`\bond{<bond name>}`

Die vordefinierten Bindungstypen sind in Tabelle 3 aufgeführt.

1	<code>\ch{C\bond{sb}C\bond{db}C\bond{tp}C\bond{deloc}C\bond{tdeloc}C\bond{co>}C\bond{<co}C}</code>
	$\text{C—C=C}\equiv\text{C}\cdots\text{C}\equiv\text{C}\rightarrow\text{C}\leftarrow\text{C}$

Eigene Bindungen **CHEMFORMULA** stellt Befehle bereit, mit denen eigene Bindungen definiert werden können:

`\DeclareChemBond{<name>}{<code>}`

`\RenewChemBond{<name>}{<code>}`

```
\DeclareChemBondAlias{<new name>}{<old name>}
```

```
\ShowChemBond{<name>}
```

Die Verwendung wird am ehesten durch ein Beispiel beschrieben. Schauen Sie zunächst, wie die `single` und die `co>` Bindung definiert sind:

```
1 \DeclareChemBond{single}
2   { \draw[chembond] (chemformula-bond-start) -- (chemformula-bond-end) ; }
3 \DeclareChemBond{coordright}
4   { \draw[chembond,butt cap->] (chemformula-bond-start) -- (chemformula-
5     bond-end) ; }
6 \DeclareChemBondAlias{co>}{coordright}
```

Hier sind zwei Dinge wichtig: die Namen der Anfangs- und der Endkoordinaten, `chemformula-bond-start` und `chemformula-bond-end`, und der `TikZ`-Stil der Bindungen `chembond`.

Sagen wir, Sie wollen eine bestimmte Art von gestrichelter Bindung definieren. Sie könnten folgendes tun:

```
1 \usetikzlibrary{decorations.pathreplacing}
2 \makeatletter
3 \DeclareChemBond{dashed}
4   {
5     \draw[
6       chembond,
7       decorate,
8       decoration={ticks,segment length=\chemformula@bondlength/10,amplitude=1.5
9         pt}]
10      (chemformula-bond-start) -- (chemformula-bond-end) ;
11   }
12 \makeatother
13 \chemsetup[chemformula]{bond-length=2ex}
14 \ch{C\bond{dashed}C}
```

C  C

Dieses Beispiel zeigte Ihnen ein weiteres Makro: `\chemformula@bondlength`. Es existiert nur, damit Sie die Länge der Bindung, wie sie mit `bond-length` festgelegt wird, direkt verwenden können.

25.6. Anpassung

Diese Optionen ermöglichen Ihnen, den Output anzupassen:

`subscript-vshift` = <dim> → Extra vertikale Verschiebung der Tiefstellungen. Default = 0pt

`subscript-style` = text|math → Stil, der für die Tiefstellungen verwendet wird. Default = text

`charge-hshift` = <dim> → Verschiebung von Hochstellungen, wenn sie einer Tiefstellung folgen.
Default = .25em

`charge-style` = text|math → Stil, der für Hochstellungen verwendet wird. Default = text

25. Summenformeln

`adduct-space` = <dim> → Leerraum links und rechts des Addukt-Punktes. Default = .1333em

`bond-length` = <dim> → Die Länge der Bindungen. Default = .5833em

`bond-offset` = <dim> → Der Abstand zwischen Atom und Bindung. Default = .07em

`bond-style` = <tikz> → TikZ-Optionen für die Bindungen. Zunächst undefiniert.

`radical-style` = <tikz> → TikZ-Optionen für den Radikalpunkt. Zunächst undefiniert.

`radical-radius` = <dim> → Der Radius des Radikalpunktes. Default = .2ex

`radical-hshift` = <dim> → Horizontaler Leerraum vor dem Radikalpunkt. Default = .15em

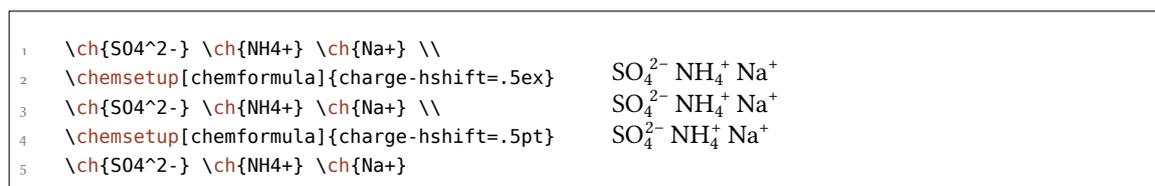
`radical-vshift` = <dim> → Vertikale Position des Radikalpunktes relativ zur aktuellen Grundlinie. Default = .5ex

`radical-space` = <dim> → Horizontaler Leerraum nach dem Radikalpunkt. Default = .15em

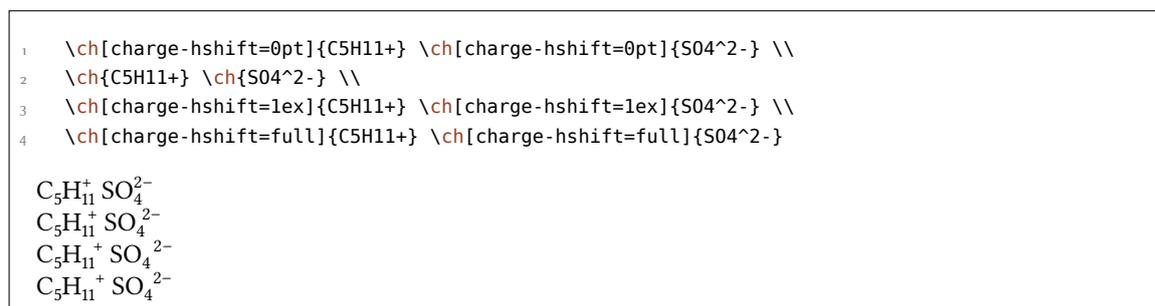
Vielleicht ist Ihnen aufgefallen, dass bei manchen Ionen die Ladungen nach rechts verschoben sind:



Sie werden verschoben, wenn sie einer Tiefstellung *folgen*, was der IUPAC-Empfehlung entspricht [Coh+08, p. 51]. Den Betrag der Verschiebung kann man mit der Option `charge-hshift` festlegen.



Ungeachtet der IUPAC-Empfehlung erstellt `CHEMFORMULA` keine voll gestaffelten Hochstellungen in der Voreinstellung, da ich die in manchen Fällen schwer zu lesen und in anderen Fällen hässlich finde. Da das aber eine subjektive Empfindung ist, gibt Ihnen `CHEMFORMULA` nicht nur die Möglichkeit, einen absoluten Wert für die Verschiebung festzulegen, sondern stellt auch eine Möglichkeit für voll gestaffelte Hochstellungen bereit. Dafür verwenden Sie `charge-hshift = full`.



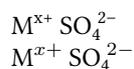
Wenn Sie nicht wollen, dass die Ladungen im Textmodus gesetzt werden, können Sie zum Mathematikmodus schalten:

25. Summenformeln

```

1 \ch{M^x+} \ch{SO4^2-} \\
2 \chemsetup[chemformula]{charge-style = math}
3 \ch{M^x+} \ch{SO4^2-}

```

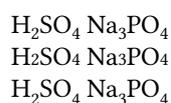


Die Option `subscript-vshift` kann verwendet werden, um die vertikale Verschiebung der Tiefstellungen anzupassen.

```

1 \ch{H2SO4} \ch{Na3PO4} \\
2 \chemsetup[chemformula]{subscript-vshift=.5ex}
3 \ch{H2SO4} \ch{Na3PO4} \\
4 \chemsetup[chemformula]{subscript-vshift=-.2ex}
5 \ch{H2SO4} \ch{Na3PO4}

```

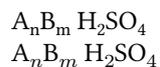


Sie können außerdem wählen, in welchem Modus die Tiefstellungen gesetzt werden:

```

1 \ch{A_nB_m} \ch{H2SO4} \\
2 \chemsetup[chemformula]{subscript-style = math}
3 \ch{A_nB_m} \ch{H2SO4}

```

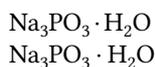


Mit der Option `adduct-space` kann der Leerraum links und rechts des Addukt-Zeichens festgesetzt werden.

```

1 \ch{Na3PO3*H2O} \\
2 \chemsetup[chemformula]{adduct-space=.2em}
3 \ch{Na3PO3*H2O}

```

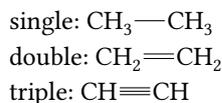


Die Länge der Bindungen ändern:

```

1 \chemsetup[chemformula]{bond-length=4mm}%
2 single: \ch{CH3-CH3} \\
3 double: \ch{CH2=CH2} \\
4 triple: \ch{CH#CH}

```



Sie können ebenfalls den Abstand zwischen Atom und Bindung einstellen:

```

1 \ch{H-H + N+N + O=O} \\
2 \ch[bond-offset=1pt]{H-H + N+N + O=O}

```



26. Spezielle Input-Typen

Es gibt einige "spezielle Input-Typen".

26.1. Single-Token Input

Die erste Sorte besteht nur aus einem Token, nämlich einem der folgenden:

`\ch{ + }` → + Erstellt ein Plus-Zeichen zwischen Formeln mit Leerraum links und rechts:

`\ch{2 Na + Cl2}` 2Na + Cl₂

`\ch{ v }` → ↓ Zeichen für eine Fällung/Niederschlag: `\ch{BaSO4 v}` BaSO₄↓

`\ch{ ^ }` → ↑ Zeichen für entweichendes Gas: `\ch{H2 ^}` H₂↑

Der Leerraum links und rechts des Plus kann mit einer Option angepasst werden:

`plus-space = <skip>` → Eine elastische Länge. Default = .3em plus .1em minus .1em

1	<code>\ch{A + B}\</code>	A + B
2	<code>\ch[plus-space=4pt]{A + B}</code>	A + B

26.2. Optionen Input

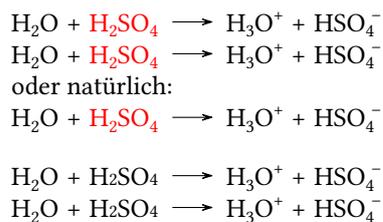
Manchmal möchte man eine Option nur auf einen Teil einer, sagen wir, Reaktion anwenden. Natürlich können Sie `\ch` mehrmals verwenden.

1	<code>\ch{H2O +}\textcolor{red}{\ch{H2SO4}}\ch{-> H3O+ + HS04-} \</code>
2	<code>\ch{H2O +}\ch[subscript-vshift=2pt]{H2SO4}\ch{-> H3O+ + HS04-} \</code>
	H ₂ O + H₂SO₄ → H ₃ O ⁺ + HSO ₄ ⁻
	H ₂ O + H ₂ SO ₄ → H ₃ O ⁺ + HSO ₄ ⁻

Das unterbricht allerdings die Eingabe im Quelltext und *könnte* die Abstände beeinflussen. Deshalb gibt es eine Alternative:

`\ch{ @<options> }` → Die angegebenen Optionen sind *nur* aktiv bis nach der *nächsten* Summenformel.

1	<code>\ch{H2O +}\textcolor{red}{\ch{H2SO4}}\ch{-> H3O+ + HS04-} \</code>
2	<code>\ch{H2O + @<format=\\color{red}> H2SO4 -> H3O+ + HS04-} \</code>
3	<code>oder nat"urlich:\</code>
4	<code>\ch{H2O + \textcolor{red}{\ch{H2SO4}} -> H3O+ + HS04-}\</code>
5	<code>\ch{H2O +}\ch[subscript-vshift=2pt]{H2SO4}\ch{-> H3O+ + HS04-} \</code>
6	<code>\ch{H2O + @<subscript-vshift=2pt> H2SO4 -> H3O+ + HS04-}</code>



Das ist ein experimentelles Feature und mag in zukünftigen Versionen fallen gelassen werden.

27. Geschützter Input

In manchen Fällen kann es wünschenswert sein, `CHEMFORMULA` davon abzuhalten, den Input zu verarbeiten. Es gibt zwei Möglichkeiten, das zu tun.

27.1. Text

Wenn Sie etwas zwischen " " oder ' ' setzen, dann wird der Input als normaler Text behandelt, abgesehen davon, das Leerzeichen nicht erlaubt sind und mit ~ eingegeben werden müssen.

`\ch{ "<escaped text>" }`

`\ch{ '<escaped text>' }`

```

1 \ch{"\ox{2,Ca}" 0} \
2 \ch{"\ldots\," Na + "\ldots\," Cl2 -> "\ldots\," NaCl} \
3 \ch{'A-->-B'}

II
CaO
...Na + ...Cl2 → ...NaCl
A → B

```

In vielen Fällen wird das nicht nötig sein. Aber wenn Sie Schwierigkeiten haben, einen Befehl innerhalb von `\ch` zu verwenden, versuchen Sie die geschützte Methode.

27.2. Mathematik

Wenn Sie speziell Mathematik-Input haben, setzen Sie ihn einfach zwischen \$ \$. Der Output unterscheidet sich vom geschützten Text (abgesehen von Mathe-Layout) darin, dass ihm ein Leerraum folgt. Der Grund dafür ist, dass ich davon ausgehe, das Mathe-Eingabe vor allem an Stelle von stöchiometrischen Faktoren eingesetzt wird.

`\ch{ $<escaped math>$ }`

`\ch{ \(<escaped math>\) }`

1	escaped text: <code>\ch{"\$x\$" H2O} \\</code>	escaped text: $x\text{H}_2\text{O}$
2	escaped math: <code>\ch{"\$x\$" H2O} \\</code>	escaped math: $x\text{H}_2\text{O}$
3	also escaped math: <code>\ch{\(x\) H2O} \\</code>	also escaped math: $x\text{H}_2\text{O}$
4	<code>\ch{"\$2n\$" Na + "\$n\$" Cl2 -> "\$2n\$" NaCl}</code>	$2n\text{Na} + n\text{Cl}_2 \longrightarrow 2n\text{NaCl}$

Der Leerraum, der nach dem geschützten Mathe-Input ausgegeben wird, kann angepasst werden.

`math-space = <skip>` → Eine elastische Länge. Default = .1667em plus .0333em minus .0117em

1	<code>\ch{"\$2n\$" Na + "\$n\$" Cl2 -> "\$2n\$" NaCl} \\</code>	$2n\text{Na} + n\text{Cl}_2 \longrightarrow 2n\text{NaCl}$
2	<code>\chemsetup[chemformula]{math-space=.25em}</code>	$2n\text{Na} + n\text{Cl}_2 \longrightarrow 2n\text{NaCl}$
3	<code>\ch{"\$2n\$" Na + "\$n\$" Cl2 -> "\$2n\$" NaCl} \\</code>	$A \longrightarrow B$
4	<code>\ch{"\$A->B\$}</code>	

28. Pfeile

28.1. Pfeiltypen

Pfeile werden auf die gleiche intuitive Weise eingegeben wie bei mhchem. Es gibt eine Reihe verschiedener Typen:

`\ch{ -> }` → \longrightarrow Standardpfeil nach rechts

`\ch{ <- }` → \longleftarrow Standardpfeil nach links

`\ch{ -/> }` → \nrightarrow reagiert nicht (rechts)

`\ch{ </- }` → \nleftarrow reagiert nicht (links)

`\ch{ <-> }` → \longleftrightarrow Mesomerie-Pfeil

`\ch{ <> }` → \rightleftharpoons Reaktion in beide Richtungen

`\ch{ == }` → $=$ stöchiometrische Gleichung

`\ch{ <=> }` → \rightleftharpoons Gleichgewichts-Pfeil

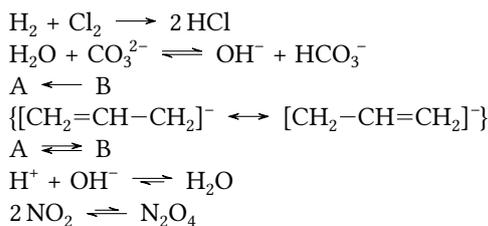
`\ch{ <=>> }` → \rightleftharpoons Gleichgewicht liegt rechts

`\ch{ <<=> }` → \rightleftharpoons Gleichgewicht liegt links

`\ch{ <o> }` → \longleftrightarrow Isolobal-Pfeil

Diese Pfeile werden alle mit *TikZ* gezeichnet.

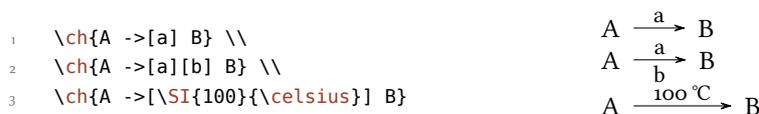
1	<code>\ch{H2 + Cl2 -> 2 HCl} \\</code>
2	<code>\ch{H2O + CO3^2- <=> OH- + HCO3-} \\</code>
3	<code>\ch{A <- B} \\</code>
4	<code>\ch{\{[CH2=CH-CH2]- <-> [CH2-CH=CH2]- \}} \\</code>
5	<code>\ch{A <> B} \\</code>
6	<code>\ch{H+ + OH- <=>> H2O} \\</code>
7	<code>\ch{2 N02 <<=> N2O4}</code>



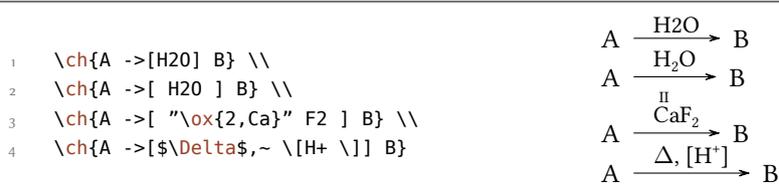
28.2. Beschriftung

Die Pfeile haben zwei optionale Argumente für Beschriftungen.

`\ch{ ->[<above>][<below>] }`



Der Beschriftungstext kann unabhängig vom Pfeil verarbeitet werden. Das Rezept ist einfach: verwenden Sie Leerzeichen.



Mit den Leerzeichen verarbeitet `CHEMFORMULA` den Teil zwischen den Klammern als normalen Input. Die Pfeile lesen ihre Argumente erst *nach* der Verarbeitung. Wie Sie sehen können “wachsen” die Pfeile mit der Länge der Beschriftungen. Konstant bleibt der überstehende Teil. Im letzten Beispiel können Sie außerdem sehen, dass eckige Klammern in den Pfeilargumenten durch `\[` und `\]` erstellt werden sollten. Außerhalb von `\ch` behalten Sie natürlich ihre übliche Bedeutung. Diese Befehle sind nötig da die sonst übliche Methode (Verstecken der Klammern in geschweiften Klammern) aufgrund der Art, wie `\ch` sein Argument liest, nicht funktioniert.

```

1 \ch{A ->[a] B} \\
2 \ch{A ->[ab] B} \\
3 \ch{A ->[abc] B} \\
4 \ch{A ->[abc-abc] B} \\
5 % needs the 'chemfig' package:
6 \setatomsep{15pt}
7 \ch{A ->[ "\chemfig{-[:30]-[: -30]OH}" ] B} \\
8 \ch{A ->[[]] B} vs. \ch{A ->[\[]] B}

```



28.3. Anpassung

Mit folgenden Optionen können Sie das Erscheinungsbild der Pfeile anpassen:

arrow-offset = <dim> → Die Länge, die ein Pfeil links und rechts über die Beschriftung hinausragt.

Die Länge eines leeren Pfeils beträgt zwei mal arrow-offset. Eine T_EX-Länge. Default = .75em

arrow-yshift = <dim> → Verschiebt einen Pfeil nach oben (positiver Wert) oder nach unten (negativer Wert). Eine T_EX-Länge. Default = 0pt

arrow-ratio = <factor> → Das Verhältnis der Pfeillängen der ver unbalancierten Gleichgewichtspfeile. .4 würde bedeuten, dass der kürzere Pfeil 0.4 mal so lang ist, wie der längere Pfeil. Default = .6

compound-sep = <dim> → Der Leerraum zwischen Formeln und Pfeilen. Eine T_EX-Länge. Default = .5em

label-offset = <dim> → Der Leerraum zwischen Pfeilen und ihrer Beschriftung. Eine T_EX-Länge. Default = 2pt

label-style = → Die relative Schriftgröße der Beschriftung. Default = \footnotesize

Der folgende Code zeigt die Effekte der verschiedenen Optionen auf den <=>> Pfeil:

```

1 Standard: \ch{A <=>>[x][y] B} \\
2 \l"anger: \ch[arrow-offset=12pt]{A <=>>[x][y] B} \\
3 h"oher: \ch[arrow-yshift=2pt]{A <=>>[x][y] B} \\
4 ausbalancierter: \ch[arrow-ratio=.8]{A <=>>[x][y] B} \\
5 Bschriftung weiter weg: \ch[label-offset=4pt]{A <=>>[x][y] B} \\
6 gr"o\sserer Abstand zu Formeln: \ch[compound-sep=2ex]{A <=>>[x][y] B} \\
7 kleinere Beschriftungen: \ch[label-style=\tiny]{A <=>>[x][y] B}

```

Standard: $A \xrightarrow{\frac{x}{y}} B$
länger: $A \xrightarrow{\frac{x}{y}} B$
höher: $A \xrightarrow{\frac{x}{y}} B$
ausbalancierter: $A \xrightarrow{\frac{x}{y}} B$
Bschriftung weiter weg: $A \xrightarrow{\frac{x}{y}} B$
größerer Abstand zu Formeln: $A \xrightarrow{\frac{x}{y}} B$
kleinere Beschriftungen: $A \xrightarrow{\frac{x}{y}} B$

28.4. Pfeiltypen bearbeiten

Die Pfeile wurden mit dem Befehl

```
\DeclareChemArrow{<tokens>}{<tikz>}
```

definiert. {<tokens>} sind die Zeichen, die ersetzt werden mit dem tatsächlichen Pfeilcode. Der Hauptpfeil wurde z. B. via

```
1 \DeclareChemArrow{->}{\draw[-cf] (cf_arrow_start) -- (cf_arrow_end) ;}
```

definiert. Wenn Sie selbst Pfeile definieren wollen, benötigen Sie grundlegende Kenntnisse von *TikZ*.³⁵

Es gibt einige vordefinierte Koordinaten, die Sie verwenden können und sollten:

(cf_arrow_start) Der Pfeilanzfang.

(cf_arrow_end) Das Pfeilende.

(cf_arrow_mid) Die Pfeilmitte.

(cf_arrow_mid_start) Der Anfang des kürzeren Pfeils in Typen wie \rightleftharpoons .

(cf_arrow_mid_end) Das Ende des kürzeren Pfeils in Typen wie \rightleftharpoons .

cf, left cf, right cf Für **CHEMFORMULA** definierte Pfeilspitzen.

```
1 \DeclareChemArrow{.>}{\draw[-cf,dotted,red] (cf_arrow_start) -- (cf_arrow_end);}
2 \DeclareChemArrow{n>}{\draw[-cf] (cf_arrow_start) .. controls ([yshift=3ex]cf_
  arrow_mid) .. (cf_arrow_end);}
3 \ch{A .> B} \ch{A .>[a][b] B} \ch{A n> B}
```



Wenn Sie einen existierenden Pfeil umdefinieren möchten, können Sie folgende zwei Befehle verwenden:

```
\RenewChemArrow{<tokens>}{<tikz>}
```

```
\ShowChemArrow{<tokens>}
```

Der zweite zeigt Ihnen die bestehende Definition, der erste definiert den bestehenden Pfeil neu.

```
1 \texttt{\ShowChemArrow{->}} \
2 \RenewChemArrow{->}{\draw[->,red] (cf_arrow_start) -- (cf_arrow_end) ;}
3 \texttt{\ShowChemArrow{->}} \
4 \ch{A -> B}
```

³⁵ Bitte lesen Sie dazu das pgfmanual.

```
\draw [-cf](cf_arrow_start)-(cf_arrow_end);
\draw [->,red] (cf_arrow_start) - (cf_arrow_end) ;
A → B
```

29. Text unter Formeln

29.1. Syntax

CHEMFORMULA hat eine eingebaute Syntax, um Text unter Formeln zu schreiben. Sie funktioniert ähnlich wie die optionalen Argumente der Pfeile.

```
\ch{ !(<name>)( <formula> ) }
```

Wenn ein Ausrufezeichen von einem Paar von Klammern gefolgt wird, macht **CHEMFORMULA** folgendes:

<pre>1 \ch{!(ethanol)(CH2CH2OH)}</pre>	$\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ ethanol
--	--

Das gleiche, was für die Pfeilbeschriftungen gilt, gilt auch hier: wenn Sie Leerzeichen lassen, werden die verschiedenen Teile entsprechend ihres Typs verarbeitet, bevor der Text unter die Formel geschrieben wird.

<pre>1 \ch{!(water)(H2O)} \quad 2 \ch{!("\textcolor{blue}{water}")(H2O)} \quad 3 \ch{!(\$2n-1\$)(H2O)} \quad 4 \ch{!(H2O)(H2O)} \quad 5 \ch{!(oxonium)(H3O+)}</pre>	H_2O H_2O H_2O H_2O H_3O^+ water blue $2n-1$ H_2O oxonium
---	--

Wenn Sie aus irgendeinem Grund ein Ausrufezeichen wollen, *ohne* dass es einen Text unter eine Formel setzt, müssen Sie lediglich darauf achten, dass ihm keine Klammern folgen.

<pre>1 \ch{H2O~(!)} \ \ 2 \ch{A!{}}{}</pre>	$\text{H}_2\text{O} (!)$ $A!()$
---	------------------------------------

29.2. Anpassung

CHEMFORMULA stellt zwei Optionen bereit, um den Text anzupassen:

name-format = <commands> → Das Ausgabeformat des Textes. Das kann beliebiger Input sein. Default = `\scriptsize\centering`

name-width = <dim>|auto → Die Breite der Box, in die der Text geschrieben wird. auto erkennt die Breite der Beschriftung und setzt die Box auf diese Breite. Default = auto

30. Format und Schrift

```

1 \ch{!(S"aure)( H2SO4 ) -> B} \\
2 \ch[name-format=\sffamily\small]{!(S"aure)( H2SO4 ) -> B} \\
3 \ch[name-format=\scriptsize N:~]{!(S"aure)( H2SO4 ) -> B} \\
4 \ch[name-width=3em,name-format=\scriptsize\raggedright]{!(S"aure)( H2SO4 ) -> B
}

H2SO4 → B
Säure
H2SO4 → B
Säure
H2SO4 → B
N: Säure
H2SO4 → B
Säure

```

30. Format und Schrift

Als Standardeinstellung nimmt CHEMFORMULA keine Veränderungen am Output der Formeln vor. Lassen Sie uns einen Nonsens-Input nehmen, der alle CHEMFORMULA-Features zeigt:

```

1 \newcommand*\sample{\ch{H2C-C≡C-CH=CH+ + CrO4^2- <=>[x][y] 2.5 Cl^- + 3_1/2
Na*OH_{(aq)} + !(name)( A^n ) "\LaTeXe"}}
2 \sample

```

$$H_2C-C\equiv C-CH=CH^+ + CrO_4^{2-} \xrightleftharpoons[x]{y} 2.5 Cl^- + 3\frac{1}{2} Na \cdot OH_{(aq)} + A^n \text{\LaTeXe}$$

name

Nun ändern wir verschiedene Aspekte der Schrift und sehen, was passiert:

```

1 \sffamily Hallo \sample \\
2 \ttfamily Hallo \sample \normalfont \\
3 \bfseries Hallo \sample \normalfont \\
4 \itshape Hallo \sample

```

$$Halo H_2C-C\equiv C-CH=CH^+ + CrO_4^{2-} \xrightleftharpoons[x]{y} 2.5 Cl^- + 3\frac{1}{2} Na \cdot OH_{(aq)} + A^n \text{\LaTeXe}$$

name

$$Halo H_2C-C\equiv C-CH=CH^+ + CrO_4^{2-} \xrightleftharpoons[x]{y} 2.5 Cl^- + 3\frac{1}{2} Na \cdot OH_{(aq)} + A^n \text{\LaTeXe}$$

name

$$Halo H_2C-C\equiv C-CH=CH^+ + CrO_4^{2-} \xrightleftharpoons[x]{y} 2.5 Cl^- + 3\frac{1}{2} Na \cdot OH_{(aq)} + A^n \text{\LaTeXe}$$

name

$$Halo H_2C-C\equiv C-CH=CH^+ + CrO_4^{2-} \xrightleftharpoons[x]{y} 2.5 Cl^- + 3\frac{1}{2} Na \cdot OH_{(aq)} + A^n \text{\LaTeXe}$$

name

Wie Sie sehen, adaptieren die meisten Features die Einstellungen des umliegenden Fonts.

Wenn Sie dieses Default-Verhalten oder das Default-Format ändern wollen, können Sie diese Option verwenden:

format = <anything> → Fügt zu Beginn des \ch-Befehls beliebigen Code ein.

30. Format und Schrift

```

1 % blau und serifenlos:
2 \definecolor{newblue}{rgb}{.1,.1,.5}\chemsetup[chemformula]{format=\color{
  newblue}\sffamily}
3 \sffamily Hallo \sample \
4 \ttfamily Hallo \sample \normalfont \
5 \bfseries Hallo \sample \normalfont \
6 \itshape Hallo \sample

Hallo H2C-C≡C-CH=CH+ + CrO42-  $\xrightarrow{\frac{x}{y}}$  2.5 Cl- + 3 $\frac{1}{2}$  Na·OH(aq) + An name LATEX 2ε
Hallo H2C-C≡C-CH=CH+ + CrO42-  $\xrightarrow{\frac{x}{y}}$  2.5 Cl- + 3 $\frac{1}{2}$  Na·OH(aq) + An name LATEX 2ε
Hallo H2C-C≡C-CH=CH+ + CrO42-  $\xrightarrow{\frac{x}{y}}$  2.5 Cl- + 3 $\frac{1}{2}$  Na·OH(aq) + An name LATEX 2ε
Hallo H2C-C≡C-CH=CH+ + CrO42-  $\xrightarrow{\frac{x}{y}}$  2.5 Cl- + 3 $\frac{1}{2}$  Na·OH(aq) + An name LATEX 2ε

```

Sie können ebenfalls speziell die Schriftfamilie, Schriftserie und Schriftform des Output setzen:

font-family = <family> → Ändert die Schriftfamilie des Output mit: `\fontfamily{<family>}\selectfont`.

font-series = <series> → Ändert die Schriftserie des Output mit: `\fontseries{<series>}\selectfont`.

font-shape = <shape> → Ändert die Schriftform des Output mit: `\fontshape{<shape>}\selectfont`.

```

1 % immer fett:
2 \chemsetup[chemformula]{font-series=bx}
3 Hallo \sample \
4 \sffamily Hallo \sample \normalfont \
5 \chemsetup[chemformula]{font-family=lmr,font-series=m} Hallo \sample \normalfont
  \
6 \itshape Hallo \sample

Hallo H2C-C≡C-CH=CH+ + CrO42-  $\xrightarrow{\frac{x}{y}}$  2.5 Cl- + 3 $\frac{1}{2}$  Na·OH(aq) + An name LATEX 2ε
Hallo H2C-C≡C-CH=CH+ + CrO42-  $\xrightarrow{\frac{x}{y}}$  2.5 Cl- + 3 $\frac{1}{2}$  Na·OH(aq) + An name LATEX 2ε
Hallo H2C-C≡C-CH=CH+ + CrO42-  $\xrightarrow{\frac{x}{y}}$  2.5 Cl- + 3 $\frac{1}{2}$  Na·OH(aq) + An name LATEX 2ε
Hallo H2C-C≡C-CH=CH+ + CrO42-  $\xrightarrow{\frac{x}{y}}$  2.5 Cl- + 3 $\frac{1}{2}$  Na·OH(aq) + An name LATEX 2ε

```

Wenn Sie X_YL^AT_EX oder LuaL^AT_EX verwenden und das Paket fontspec³⁶ geladen haben, können Sie die Schrift von CHEMFORMULA auch damit ändern:

font-spec = {} oder mit Optionen

font-spec = {[<options>]}

³⁶ CTAN: fontspec

31. Verwendung in Mathematik-Umgebungen

```

1 \chemsetup[chemformula]{font-spec={Linux Biolinum 0}} \sample \\
2 \chemsetup[chemformula]{font-spec={{Color=darkgray}Augie}} \sample \\
3 \chemsetup[chemformula]{font-spec={Tipbrush Script}} \sample \\
4 \chemsetup[chemformula]{font-spec={Latin Modern Sans}} \sample \\
5 \bfseries \sample \normalfont \\
6 \chemsetup[chemformula]{font-spec={Feathergraphy Decoration}} \sample

```

$$\text{H}_2\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}^+ + \text{CrO}_4^{2-} \xrightarrow{\frac{x}{y}} 2.5 \text{Cl}^- + 3\frac{1}{2} \text{Na} \cdot \text{OH}_{(\text{aq})} + \text{A}^n \text{L}^{\text{TEX}} 2_{\varepsilon}$$

$$\text{H}_2\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}^+ + \text{CrO}_4^{2-} \xrightarrow{\frac{x}{y}} 2.5 \text{Cl}^- + 3\frac{1}{2} \text{Na} \cdot \text{OH}_{(\text{aq})} + \text{A}^n \text{L}^{\text{TEX}} 2_{\varepsilon}$$

$$\text{H}_2\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}^+ + \text{CrO}_4^{2-} \xrightarrow{\frac{x}{y}} 2.5 \text{Cl}^- + 3\frac{1}{2} \text{Na} \cdot \text{OH}_{(\text{aq})} + \text{A}^n \text{L}^{\text{TEX}} 2_{\varepsilon}$$

$$\text{H}_2\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}^+ + \text{CrO}_4^{2-} \xrightarrow{\frac{x}{y}} 2.5 \text{Cl}^- + 3\frac{1}{2} \text{Na} \cdot \text{OH}_{(\text{aq})} + \text{A}^n \text{L}^{\text{TEX}} 2_{\varepsilon}$$

$$\text{H}_2\text{C}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}^+ + \text{CrO}_4^{2-} \xrightarrow{\frac{x}{y}} 2.5 \text{Cl}^- + 3\frac{1}{2} \text{Na} \cdot \text{OH}_{(\text{aq})} + \text{A}^n \text{L}^{\text{TEX}} 2_{\varepsilon}$$

31. Verwendung in Mathematik-Umgebungen

Der Befehl `\ch` kann in Mathematikumgebungen eingesetzt werden. Er erkennt `\` und `&` und reicht sie weiter. Sie können aber die optionalen Argumente von `\` nicht innerhalb von `\ch` verwenden.

```

1 \begin{align}
2 \ch{
3 H2O & \rightarrow[a] H2SO4 \\
4 Cl2 & \rightarrow[x][y] CH4
5 }
6 \end{align}
7 \begin{align*}
8 \ch{
9 RNO2 & \&lt;=>[ + e- ] RNO2^{\cdot-} \\
10 RNO2^{\cdot-} & \&lt;=>[ + e- ] RNO2^{2-}
11 }
12 \end{align*}

```

$$\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{a} \text{H}_2\text{SO}_4 \quad (1)$$

$$\text{Cl}_2 \xrightarrow{y} \text{CH}_4 \quad (2)$$

$$\text{RNO}_2 \xrightleftharpoons{+ e^-} \text{RNO}_2^{\cdot-}$$

$$\text{RNO}_2^{\cdot-} \xrightleftharpoons{+ e^-} \text{RNO}_2^{2-}$$

32. Weitere Beispiele

Dieser Abschnitt zeigt weitere Beispiele für die Verwendung von `CHEMFORMULA`, auch im Zusammenspiel mit `CHEMMACROS`' reaction-Umgebungen.

```

1 \begin{reaction}[Synthese von Alkanen]
2 !(Synthesegas)( $n$ CO + $(2n+1)$ H2 ) ->[\SI{200}{\celsius}][\CoNi] C_{\$n\$}
3 H_{\$2n+2\$} + $n$ H2O
4 \end{reaction}

```

32. Weitere Beispiele



```

1 \begin{reactions*}
2 "a)" && CH4 + Cl2 &-> CH3Cl + HCl && "{\small Chlormethan/Methylchlorid}"
3 \\\
4 "b)" && CH3Cl + Cl2 &-> CH2Cl2 + HCl && "{\small Dichlormethan/Methylenchlorid}"
5 \\\
6 "c)" && CH2Cl2 + Cl2 &-> CHCl3 + HCl && "{\small Trichlormethan/Chloroform}"
7 \\\
8 "d)" && CHCl3 + Cl2 &-> CCl4 + HCl && "{\small Tetrachlormethan/}
9 Tetrachlorkohlenstoff}"
10 \end{reactions*}

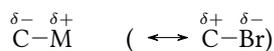
```



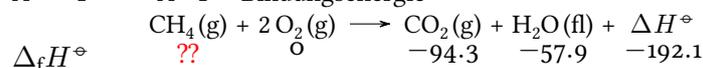
```

1 \chemsetup[ox]{parse=false}\ch{"\ox{\delm,C}" -{ } "\ox{\delp,M}" \quad ( <-> "\
2 \ox{\delp,C}" -{ } "\ox{\delm,Br}" )} \\\
3 \ch[adduct-space=0pt]{X. + .Y <=> X-Y + Bindungsenergie} \\\
4 \ch[name-format=\normalsize]{!(\State{H}{f}\quad)}!(\textcolor{red}{??})( CH
5 4\gas{ } ) + !(\num{0})( 2 O2\gas{ } ) -> !(\num{-94.3})( CO2\gas{ } ) + !(\num
6 {-57.9})( H2O\lqd{ } ) + !(\num{-192.1})( "\State{H}" )}

```



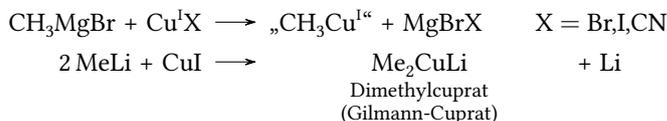
$\text{X} \cdot + \cdot \text{Y} \rightleftharpoons \text{X}-\text{Y} + \text{Bindungsenergie}$



```

1 \begin{reactions*}
2 CH3MgBr + "\ox*{1,Cu}" X &-> "\glqq" CH3 "\ox*{1,Cu}\grqq" + MgBrX "\quad X
3 ~$~$-Br,I,CN" \\\
4 2 MeLi + CuI &&&&&& &-> !(Dimethylcuprat~(Gilman-Cuprat))( Me2CuLi ) + Li
5 \end{reactions*}

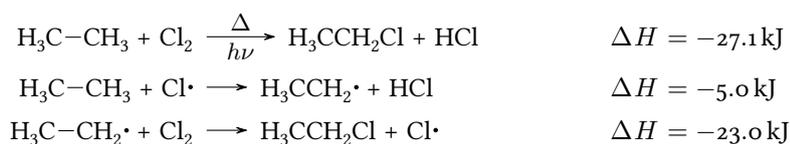
```



```

1 % needs 'chemfig'
2 \begin{reactions*}
3 H3C-CH3 + Cl2 & \xrightarrow[\Delta]{h\nu} H3CCH2Cl + HCl
  & & \& \Delta H = -27.1 \text{ kJ} \\
4 H3C-CH3 + "\Lewis{0.,Cl}" & \xrightarrow{} H3CCH2 "\Lewis{0.,\vphantom{H}}" +
  HCl & \& \Delta H = -5.0 \text{ kJ} \\
5 H3C-CH2 "\Lewis{0.,\vphantom{H}}" + Cl2 & \xrightarrow{} H3CCH2Cl + "\Lewis{0.,Cl}"
  & \& \Delta H = -23.0 \text{ kJ} \\
6 \end{reactions*}

```

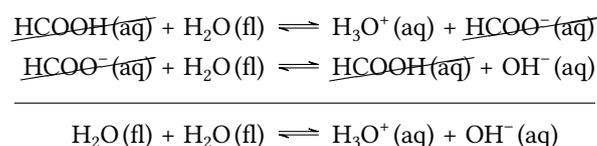


Das folgende Beispiel zeigt, wie das kürzen von Formeln erreicht werden kann.³⁷

```

1 % needs 'cancel'
2 \begin{align*}
3 \centering
4 \ch{\cancel{HCOOH(aq)} + H2O(l)} & \rightleftharpoons H3O^+(aq) + \cancel{HCOO^-(aq)} \\
5 \ch{\cancel{HCOO^-(aq)} + H2O(l)} & \rightleftharpoons \cancel{HCOOH(aq)} + OH^-(aq) \\
6 \cline{1-2}
7 \ch{H2O(l) + H2O(l)} & \rightleftharpoons H3O^+(aq) + OH^-(aq)
8 \end{align*}

```



Teil IV.

ghsystem

33. Setup

Alle Optionen von `GHSYSTEM` gehören dem Modul `ghsystem` an. Sie können also mit

`\chemsetup[ghsystem]{<options>}` oder

`\chemsetup{ghsystem/<option1>,ghsystem/<option2>}`

eingestellt werden. Sie können den entsprechenden Befehlen auch lokal als optionales Argument mitgegeben werden.

³⁷ Inspiriert durch eine Frage auf TeX.SE: <http://tex.stackexchange.com/q/30118/5049>

34. Die Gefahren- (H) und Sicherheitssätze (P) aufrufen

34.1. Einfacher Aufruf

Der prinzipielle Aufruf ist einfach:

```
\ghs [<options>] {<type>} {<number>}
```

```
\ghs* [<options>] {<type>} {<number>}
```

Es gibt drei Typen von Sätzen: h, euh und p. Das {<type>} Argument ignoriert Groß- und Kleinschreibung.

<pre>1 \ghs{h}{200} \\ 2 \ghs{H}{224} \\ 3 \ghs{euh}{001} \\ 4 \ghs{Euh}{202} \\ 5 \ghs{p}{201}</pre>	<p>H200: Instabil, explosiv H224: Flüssigkeit und Dampf extrem entzündbar. EUH001: In trockenem Zustand explosionsgefährlich. EUH202: Cyanacrylat. Gefahr. Klebt innerhalb von Sekunden Haut und Augenlider zusammen. Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen. P201: Vor Gebrauch besondere Anweisungen einholen.</p>
---	--

Die gesternte Version versteckt die Nummer und liefert nur den Satz. Wenn Sie den Satz verstecken und nur die Nummer ausgeben wollen, können Sie diese Option verwenden:

```
hide = true|false
```

Außerdem gibt es eine Option, mit der der Output angepasst werden kann.

```
space = <space command> → Leerraum zwischen <type> und <number>.
```

<pre>1 \ghs{h}{200} \\ 2 \ghs[space=\,]{h}{200} \\ 3 \ghs*{h}{200} \\ 4 \ghs[hide]{h}{200}</pre>	<p>H200: Instabil, explosiv H 200: Instabil, explosiv Instabil, explosiv H200</p>
--	---

34.2. Sätze mit Platzhaltern

Einige Sätze verwenden Platzhalter. Es gibt vier Stück:

- *<Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht>*
- *<konkrete Wirkung angeben, sofern bekannt>*
- *<oder alle betroffenen Organe nennen, sofern bekannt>*
- *<Name des sensibilisierenden Stoffes>*

Außer dem letzten, der ersetzt werden muss, sind sie in der Voreinstellung versteckt. Durch die Option

34. Die Gefahren- (H) und Sicherheitssätze (P) aufrufen

`fill-in = true|false` → Default = false

können sie sichtbar gemacht werden.

```
1 \ghs{h}{340} \\
2 \ghs[fill-in]{h}{340} \\
3 \ghs{h}{360} \\
4 \ghs[fill-in]{h}{360} \\
5 \ghs{h}{370} \\
6 \ghs[fill-in]{h}{370} \\
7 \ghs{euh}{208} \\
8 \ghs[fill-in]{euh}{208}
```

H340: Kann genetische Defekte verursachen.

H340: Kann genetische Defekte verursachen. *<Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht>*

H360: Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen.

H360: Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen. *<konkrete Wirkung angeben, sofern bekannt> <Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht>*

H370: Schädigt die Organe.

H370: Schädigt die Organe *<oder alle betroffenen Organe nennen, sofern bekannt>. <Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht>*

EUH208: Enthält *<Name des sensibilisierenden Stoffes>*. Kann allergische Reaktionen hervorrufen.

EUH208: Enthält *<Name des sensibilisierenden Stoffes>*. Kann allergische Reaktionen hervorrufen.

Mit folgenden Optionen können die Platzhalter ersetzt werden:

`exposure = <text>` → Expositions-Platzhalter

`effect = <text>` → Effekt-Platzhalter

`organs = <text>` → Organ-Platzhalter

`substance = <text>` → Substanz-Platzhalter

```
1 \ghs[exposure=So werden Sie der Gefahr ausgesetzt.]{h}{340} \\
2 \ghs[effect=Das sind die Effekte]{h}{360} \\
3 \ghs[organs=dieses Organ]{h}{370} \\
4 \ghs[substance=Substanz]{euh}{208}
```

H340: Kann genetische Defekte verursachen. So werden Sie der Gefahr ausgesetzt.

H360: Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen. Das sind die Effekte

H370: Schädigt dieses Organ.

EUH208: Enthält Substanz. Kann allergische Reaktionen hervorrufen.

34.3. Sätze mit Lücken

Manche Sätze haben Lücken:

35. Piktogramme

<pre>1 \ghs{p}{301} \\ 2 \ghs{p}{401} \\ 3 \ghs{p}{411} \\ 4 \ghs{p}{413}</pre>	<p>P₃₀₁: BEI VERSCHLUCKEN: P₄₀₁: ... aufbewahren. P₄₁₁: Bei Temperaturen von nicht mehr als °C aufbewahren. P₄₁₃: Schüttgut in Mengen von mehr als kg bei Temperaturen von nicht mehr als °C aufbewahren.</p>
---	---

Mit den folgenden Optionen können diese Lücken gefüllt werden:

text = <text> → Füllt "unsichtbare Lücke", die einem Doppelpunkt folgt.

dots = <text> → Füllt Lücke, die durch "..." angezeigt wird.

C-temperature = <num> → Füllt Celsius-Temperatur.

F-temperature = <num> → Füllt Fahrenheit-temperatur.

kg-mass = <num> → Füllt Kilogramm-Masse.

lbs-mass = <num> → Füllt Pfund-Masse.

<pre>1 \ghs[text=Arzt kontaktieren!]{p}{301} \\ 2 \ghs[dots=hier]{p}{401} \\ 3 \ghs[C-temperature=50, F-temperature=122]{p}{411} \\ 4 \ghs[kg-mass=5.0, lbs-mass=11, C-temperature=50, F-temperature=122]{p}{413}</pre>	<p>P₃₀₁: BEI VERSCHLUCKEN: Arzt kontaktieren! P₄₀₁: hier aufbewahren. P₄₁₁: Bei Temperaturen von nicht mehr als 50 °C aufbewahren. P₄₁₃: Schüttgut in Mengen von mehr als 5.0 kg bei Temperaturen von nicht mehr als 50 °C aufbewahren.</p>
---	---

34.4. Kombinierte Sätze

Es existieren einige Kombinationen von Sätzen. Sie werden mit einem + zwischen den Nummern eingegeben:

<pre>1 \ghs{p}{235+410} \\ 2 \ghs{p}{301+330+331}</pre>	<p>P₂₃₅ + P₄₁₀: Kühl halten. Vor Sonnenbestrahlung schützen. P₃₀₁ + P₃₃₀ + P₃₃₁: BEI VERSCHLUCKEN: Mund ausspülen. KEIN Erbrechen herbeiführen.</p>
---	--

Beachten Sie, dass sie nur offizielle Kombinationen eingeben können. *Sie können die Sätze nicht frei kombinieren.*

35. Piktogramme

35.1. Die Bilder

Das GHS beinhaltet einige Piktogramme:

35. Piktogramme



Der Befehl

`\ghspic[<options>]{<name>}`

lädt sie. Tabelle 4 zeigt alle Piktogramme und ihre Dateinamen. Genauer: sie zeigt die Namen, die beim Befehl `\ghspic` verwendet werden müssen. Tatsächlich heißen sie `ghsystem_<name>.<filetype>`, wobei `<filetype>` entweder `eps`, `pdf`, `jpg` oder `png` ist, siehe auch Abschnitt 35.2.



Wenn Ihnen die Defaultgröße nicht gefällt, können Sie die Option

`scale = <factor>` → Skaliert das Piktogramm. Default = 1

verwenden. Tatsächlich sind die Bilder recht groß. Die Voreinstellung (Faktor = 1) skaliert die Bilder auf ein Zwanzigstel ihrer echten Größe.



Wenn Sie spezielle `\includegraphics`-Optionen verwenden wollen, z. B. das Piktogramm rotieren, verwenden Sie diese Option:

`includegraphics = {<includegraphics keyvals>}`



Tabelle 4: Alle verfügbaren GHS Piktogramme.

Name	Piktogramm	Name	Piktogramm
explos		explos-1	
explos-2		explos-3	

35. Piktogramme

Name	Piktogramm	Name	Piktogramm
explos-4		explos-5	
explos-6			
flame		flame-2-white	
flame-2-black		flame-3-white	
flame-3-black		flame-4-1	
flame-4-2		flame-4-3-white	
flame-4-3-black		flame-5-2-white	
flame-5-2-black			
flame-0		flame-0-5-1	
bottle		bottle-2-black	
bottle-2-white			
acid		acid-8	
skull		skull-2	
skull-6			

Name	Piktogramm	Name	Piktogramm
exclam			
health			
aqpol			

35.2. Der Bildtyp hängt von der Engine ab

Sie wissen vermutlich, dass Sie nicht jeden Bildtyp mit jeder Compiler-Engine verwenden können. pdf \TeX im DVI-Modus verlangt eps-Dateien, während pdf \TeX im PDF-Modus, Xe \TeX und Lua \TeX eps-Dateien in pdf-Dateien konvertieren, vorausgesetzt, der Anwender hat Schreibrechte in dem Verzeichnis, in dem die Bilder gespeichert sind.

Die letztgenannten können jedoch jpg- und png-Dateien ohne Schwierigkeiten einbinden, während pdf \TeX im DVI-Modus das nicht kann.

Um das Problem zu lösen, testet `GHSYSTEM`, welche Engine verwendet wird und falls es pdf \TeX ist, in welchem Modus es verwendet wird. Dann wird entweder das eps- oder das png-Bild für die Piktogramme verwendet. Sie können den Bildtyp über die Option

```
pic-type = eps|pdf|jpg|png
```

jedoch frei wählen.

36. Verfügbare Sprachen

Bis jetzt sind die H- und P-Sätze nur auf deutsch, englisch und italienisch verfügbar. Das Paket reagiert auf die `CHEMMACROS` Option `german`, erkennt aber die Spracheinstellung von `babel`³⁸ oder `polyglossia`³⁹ (noch) nicht.

Sie können die Sprache auch explizit wählen.

```
language = english|german|italian
```

1	<code>\ghs{h}{201}</code>	H201: Explosiv, Gefahr der Massenexplosion.
2		H201: Explosive; mass explosion hazard.
3	<code>\chemsetup[ghsystem]{language=english}</code>	
4	<code>\ghs{h}{201}</code>	

Ich werde in irgendwann in der Zukunft weitere Sprachen implementieren. Das kann aber eine Weile dauern. Wenn Sie gerne zu `GHSYSTEM` beisteuern möchten und die Sätze in einer anderen Sprache tippen wollen, kontaktieren Sie mich⁴⁰ gerne. Ich stelle Ihnen dann eine Template-Datei, ein PDF mit den offiziellen Übersetzungen sowie jede weitere Hilfe, die sie benötigen.

³⁸ CTAN: `babel` ³⁹ CTAN: `polyglossia` ⁴⁰ `contact@mychemistry.eu`

37. Liste aller Sätze

Wenn Sie gerne alle Sätze auflisten wollen, können Sie

```
\ghslistall[<options>]
```

verwenden.

Dieser Befehl erstellt eine Tabelle aller Sätze mit der `longtable`-Umgebung des `longtable` Pakets. Ihr Erscheinungsbild kann mit den folgenden Optionen angepasst werden.

`table-head-number` = <text> → Default = Nummer

`table-head-text` = <text> → Default = Satz

`table-next-page` = <text> → Default = weiter auf der nächsten Seite

`table-caption` = <text> → <text> in `\caption{<text>}`. Default = All H, EUH, and P Statements.

`table-caption-short` = <text> → <short> in `\caption[<short>]{<text>}`.

`table-label` = <text> → Das Label, mit dem man auf die Tabelle `\ref` und ähnlichen Befehlen verweisen kann. Default = `tab:ghs-hp-statements`

`table-row-sep` = <dim> → Abstand zwischen den Zeilen. Eine $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ -Länge. Default = 3pt

`table-rules` = `default`|`booktabs`|`none` → Der Stil der horizontalen Linien in der Tabelle. `default` verwendet `\hline`, `booktabs` verwendet `\toprule`, `\midrule` und `\bottomrule`. Dieser Wert benötigt das `booktabs`⁴¹ Paket, das Sie dann einbinden müssen. Default = `default`

`table-top-head-rule` = `default`|`booktabs`|`none` → Explizites Ändern der Linie. Default = `default`

`table-head-rule` = `default`|`booktabs`|`none` → Explizites Ändern der Linie. Default = `default`

`table-foot-rule` = `default`|`booktabs`|`none` → Explizites Ändern der Linie. Default = `default`

`table-last-foot-rule` = `default`|`booktabs`|`none` → Explizites Ändern der Linie. Default = `default`

Der folgende Code zeigt, wie Tabelle 5 erzeugt wurde:

```
\ghslistall[fill-in,table-rules=booktabs]
```

Tabelle 5: Alle H, EUH und P Sätze.

Nummer	Satz
H200	Instabil, explosiv
H201	Explosiv, Gefahr der Massenexplosion.

weiter auf der nächsten Seite

⁴¹ CTAN: `booktabs`

37. Liste aller Sätze

Nummer	Satz
H202	Explosiv; große Gefahr durch Splitter, Spreng- und Wurfstücke.
H203	Explosiv; Gefahr durch Feuer, Luftdruck oder Splitter, Spreng- und Wurfstücke.
H204	Gefahr durch Feuer oder Splitter, Spreng- und Wurfstücke.
H205	Gefahr der Massenexplosion bei Feuer.
H220	Extrem entzündbares Gas.
H221	Entzündbares Gas.
H222	Extrem entzündbares Aerosol.
H223	Entzündbares Aerosol.
H224	Flüssigkeit und Dampf extrem entzündbar.
H225	Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar.
H226	Flüssigkeit und Dampf entzündbar.
H228	Entzündbarer Feststoff.
H240	Erwärmung kann Explosion verursachen.
H241	Erwärmung kann Brand oder Explosion verursachen.
H242	Erwärmung kann Brand verursachen.
H250	Entzündet sich in Berührung mit Luft von selbst.
H251	Selbsterhitzungsfähig; kann in Brand geraten.
H252	In großen Mengen selbsterhitzungsfähig; kann in Brand geraten.
H260	In Berührung mit Wasser entstehen entzündbare Gase, die sich spontan entzünden können.
H261	In Berührung mit Wasser entstehen entzündbare Gase.
H270	Kann Brand verursachen oder verstärken; Oxidationsmittel.
H271	Kann Brand oder Explosion verursachen; starkes Oxidationsmittel.
H272	Kann Brand verstärken; Oxidationsmittel.
H280	Enthält Gas unter Druck; kann bei Erwärmung explodieren.
H281	Enthält tiefkaltes Gas; kann Kälteverbrennungen oder -Verletzungen verursachen.
H290	Kann gegenüber Metallen korrosiv sein.
H300	Lebensgefahr bei Verschlucken.
H301	Giftig bei Verschlucken.
H302	Gesundheitsschädlich bei Verschlucken.
H304	Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein.
H310	Lebensgefahr bei Hautkontakt.
H311	Giftig bei Hautkontakt.
H312	Gesundheitsschädlich bei Hautkontakt.

weiter auf der nächsten Seite

37. Liste aller Sätze

Nummer	Satz
H314	Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.
H315	Verursacht Hautreizungen.
H317	Kann allergische Hautreaktionen verursachen.
H318	Verursacht schwere Augenschäden.
H319	Verursacht schwere Augenreizung.
H330	Lebensgefahr bei Einatmen.
H331	Giftig bei Einatmen.
H332	Gesundheitsschädlich bei Einatmen.
H334	Kann bei Einatmen Allergie, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen.
H335	Kann die Atemwege reizen.
H336	Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.
H340	Kann genetische Defekte verursachen. <i><Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht></i>
H341	Kann vermutlich genetische Defekte verursachen. <i><Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht></i>
H350	Kann Krebs erzeugen. <i><Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht></i>
H351	Kann vermutlich Krebs erzeugen. <i><Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht></i>
H360	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen. <i><konkrete Wirkung angeben, sofern bekannt> <Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht></i>
H361	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen oder das Kind im Mutterleib schädigen. <i><konkrete Wirkung angeben, sofern bekannt> <Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht></i>
H362	Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen.
H370	Schädigt die Organe <i><oder alle betroffenen Organe nennen, sofern bekannt>. <Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht></i>

weiter auf der nächsten Seite

37. Liste aller Sätze

Nummer	Satz
H371	Kann die Organe <i><oder alle betroffenen Organe nennen, sofern bekannt></i> schädigen. <i><Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht></i>
H372	Schädigt die Organe <i><oder alle betroffenen Organe nennen, sofern bekannt></i> bei längerer oder wiederholter Exposition. <i><Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht></i>
H373	Kann die Organe <i><oder alle betroffenen Organe nennen, sofern bekannt></i> schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition. <i><Expositionsweg angeben, sofern schlüssig belegt ist, dass diese Gefahr bei keinem anderen Expositionsweg besteht></i>
H400	Sehr giftig für Wasserorganismen.
H410	Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.
H411	Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.
H412	Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung.
H413	Kann für Wasserorganismen schädlich sein, mit langfristiger Wirkung.
H350i	Kann bei Einatmen Krebs erzeugen.
H360F	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen.
H360D	Kann das Kind im Mutterleib schädigen.
H361f	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen.
H361d	Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.
H360FD	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann das Kind im Mutterleib schädigen.
H361fd	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.
H360Fd	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.
H360Df	Kann das Kind im Mutterleib schädigen. Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen.
EUH001	In trockenem Zustand explosionsgefährlich.
EUH006	Mit und ohne Luft explosionsfähig.
EUH014	Reagiert heftig mit Wasser.
EUH018	Kann bei Verwendung explosionsfähige/entzündbare Dampf/Luft-Gemische bilden.
EUH019	Kann explosionsfähige Peroxide bilden.
EUH044	Explosionsgefahr bei Erhitzen unter Einschluss.
EUH029	Entwickelt bei Berührung mit Wasser giftige Gase.

weiter auf der nächsten Seite

37. Liste aller Sätze

Nummer	Satz
EUH031	Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase.
EUH032	Entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase.
EUH066	Wiederholter Kontakt kann zu spröder oder rissiger Haut führen.
EUH070	Giftig bei Berührung mit den Augen.
EUH071	Wirkt ätzend auf die Atemwege.
EUH059	Die Ozonschicht schädigend.
EUH201	Enthält Blei. Nicht für den Anstrich von Gegenständen verwenden, die von Kindern gekaut oder gelutscht werden könnten.
EUH201A	Achtung! Enthält Blei.
EUH202	Cyanacrylat. Gefahr. Klebt innerhalb von Sekunden Haut und Augenlider zusammen. Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen.
EUH203	Enthält Chrom(VI). Kann allergische Reaktionen hervorrufen.
EUH204	Enthält Isocyanate. Kann allergische Reaktionen hervorrufen.
EUH205	Enthält epoxidhaltige Verbindungen. Kann allergische Reaktionen hervorrufen.
EUH206	Achtung! Nicht zusammen mit anderen Produkten verwenden, da gefährliche Gase (Chlor) freigesetzt werden können.
EUH207	Achtung! Enthält Cadmium. Bei der Verwendung entstehen gefährliche Dämpfe. Hinweise des Herstellers beachten. Sicherheitsanweisungen einhalten.
EUH208	Enthält <Name des sensibilisierenden Stoffes>. Kann allergische Reaktionen hervorrufen.
EUH209	Kann bei Verwendung leicht entzündbar werden.
EUH209A	Kann bei Verwendung entzündbar werden.
EUH210	Sicherheitsdatenblatt auf Anfrage erhältlich.
EUH401	Zur Vermeidung von Risiken für Mensch und Umwelt die Gebrauchsanleitung einhalten.
P101	Ist ärztlicher Rat erforderlich, Verpackung oder Kennzeichnungsetikett bereithalten.
P102	Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen.
P103	Vor Gebrauch Kennzeichnungsetikett lesen.
P201	Vor Gebrauch besondere Anweisungen einholen.
P202	Vor Gebrauch alle Sicherheitshinweise lesen und verstehen.
P210	Von Hitze/Funken/offener Flamme/heißen Oberflächen fernhalten. Nicht rauchen.
P211	Nicht gegen offene Flamme oder andere Zündquelle sprühen.

weiter auf der nächsten Seite

37. Liste aller Sätze

Nummer	Satz
P220	Von Kleidung/.../brennbaren Materialien fernhalten/entfernt aufbewahren.
P221	Mischen mit brennbaren Stoffen/... unbedingt verhindern.
P222	Kontakt mit Luft nicht zulassen.
P223	Kontakt mit Wasser wegen heftiger Reaktion und möglichem Aufflammen unbedingt verhindern.
P230	Feucht halten mit ...
P231	Unter inertem Gas handhaben.
P232	Vor Feuchtigkeit schützen.
P233	Behälter dicht verschlossen halten.
P234	Nur im Originalbehälter aufbewahren.
P235	Kühl halten.
P240	Behälter und zu befüllende Anlage erden.
P241	Explosionsschutz elektrische Betriebsmittel/Lüftungsanlagen/Beleuchtung/... verwenden.
P242	Nur funkenfreies Werkzeug verwenden.
P243	Maßnahmen gegen elektrostatische Aufladungen treffen.
P244	Druckminderer frei von Fett und Öl halten.
P250	Nicht schleifen/stoßen/.../reiben.
P251	Behälter steht unter Druck: Nicht durchstechen oder verbrennen, auch nicht nach der Verwendung.
P260	Staub/Rauch/Gas/Nebel/Dampf/Aerosol nicht einatmen.
P261	Einatmen von Staub/Rauch/Gas/Nebel/Dampf/Aerosol vermeiden.
P262	Nicht in die Augen, auf die Haut oder auf die Kleidung gelangen lassen.
P263	Kontakt während der Schwangerschaft und der Stillzeit vermeiden.
P264	Nach Gebrauch ... gründlich waschen.
P270	Bei Gebrauch nicht essen, trinken oder rauchen.
P271	Nur im Freien oder in gut belüfteten Räumen verwenden.
P272	Kontaminierte Arbeitskleidung nicht außerhalb des Arbeitsplatzes tragen.
P273	Freisetzung in die Umwelt vermeiden.
P280	Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/Augenschutz/Gesichtsschutz tragen.
P281	Vorgeschriebene persönliche Schutzausrüstung verwenden.

weiter auf der nächsten Seite

37. Liste aller Sätze

Nummer	Satz
P282	Schutzhandschuhe/Gesichtsschild/Augenschutz mit Kälteisolierung tragen.
P283	Schwer entflammbare/flammhemmende Kleidung tragen.
P284	Atemschutz tragen.
P285	Bei unzureichender Belüftung Atemschutz tragen.
P231 + P232	Unter inertem Gas handhaben. Vor Feuchtigkeit schützen.
P235 + P410	Kühl halten. Vor Sonnenbestrahlung schützen.
P301	BEI VERSCHLUCKEN:
P302	BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT:
P303	BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT (oder dem Haar):
P304	BEI EINATMEN:
P305	BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN:
P306	BEI KONTAMINierter KLEIDUNG:
P307	BEI Exposition:
P308	BEI Exposition oder falls betroffen:
P309	BEI Exposition oder Unwohlsein:
P310	Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen.
P311	GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen.
P312	Bei Unwohlsein GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen.
P313	Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P314	Bei Unwohlsein ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P315	Sofort ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P320	Besondere Behandlung dringend erforderlich (siehe ... auf diesem Kennzeichnungsetikett).
P321	Besondere Behandlung (siehe ... auf diesem Kennzeichnungsetikett).
P322	Gezielte Maßnahmen (siehe ... auf diesem Kennzeichnungsetikett).
P330	Mund ausspülen.
P331	KEIN Erbrechen herbeiführen.
P332	Bei Hautreizung:
P333	Bei Hautreizung oder -ausschlag:
P334	In kaltes Wasser tauchen/nassen Verband anlegen.
P335	Lose Partikel von der Haut abbürsten.
P336	Vereiste Bereiche mit lauwarmem Wasser auftauen. Betroffenen Bereich nicht reiben.

weiter auf der nächsten Seite

37. Liste aller Sätze

Nummer	Satz
P337	Bei anhaltender Augenreizung:
P338	Eventuell vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter ausspülen.
P340	Die betroffene Person an die frische Luft bringen und in einer Position ruhigstellen, die das Atmen erleichtert.
P341	Bei Atembeschwerden an die frische Luft bringen und in einer Position ruhigstellen, die das Atmen erleichtert.
P342	Bei Symptomen der Atemwege:
P350	Behutsam mit viel Wasser und Seife waschen.
P351	Einige Minuten lang behutsam mit Wasser ausspülen.
P352	Mit viel Wasser und Seife waschen.
P353	Haut mit Wasser abwaschen/duschen.
P360	Kontaminierte Kleidung und Haut sofort mit viel Wasser abwaschen und danach Kleidung ausziehen.
P361	Alle kontaminierten Kleidungsstücke sofort ausziehen.
P362	Kontaminierte Kleidung ausziehen und vor erneutem Tragen waschen.
P363	Kontaminierte Kleidung vor erneutem Tragen waschen.
P370	Bei Brand:
P371	Bei Großbrand und großen Mengen:
P372	Explosionsgefahr bei Brand.
P373	KEINE Brandbekämpfung, wenn das Feuer explosive Stoffe/Gemische/Erzeugnisse erreicht.
P374	Brandbekämpfung mit üblichen Vorsichtsmaßnahmen aus angemessener Entfernung.
P375	Wegen Explosionsgefahr Brand aus der Entfernung bekämpfen.
P376	Undichtigkeit beseitigen, wenn gefahrlos möglich.
P377	Brand von ausströmendem Gas:Nicht löschen, bis Undichtigkeit gefahrlos beseitigt werden kann.
P378	... zum Löschen verwenden.
P380	Umgebung räumen.
P381	Alle Zündquellen entfernen, wenn gefahrlos möglich.
P390	Verschüttete Mengen aufnehmen, um Materialschäden zu vermeiden.
P391	Verschüttete Mengen aufnehmen.
P301 + P310	BEI VERSCHLUCKEN: Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen.
P301 + P312	BEI VERSCHLUCKEN: Bei Unwohlsein GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen.

weiter auf der nächsten Seite

37. Liste aller Sätze

Nummer	Satz
P301 + P330 + P331	BEI VERSCHLUCKEN: Mund ausspülen. KEIN Erbrechen herbeiführen.
P302 + P334	BEI KONTAKT MIT DER HAUT: In kaltes Wasser tauchen/nassen Verband anlegen.
P302 + P350	BEI KONTAKT MIT DER HAUT: Behutsam mit viel Wasser und Seife waschen.
P302 + P352	BEI KONTAKT MIT DER HAUT: Mit viel Wasser und Seife waschen.
P303 + P361 + P353	BEI KONTAKT MIT DER HAUT (oder dem Haar): Alle beschmutzten, getränkten Kleidungsstücke sofort ausziehen. Haut mit Wasser abwaschen/duschen.
P304 + P340	BEI EINATMEN: An die frische Luft bringen und in einer Position ruhigstellen, die das Atmen erleichtert.
P304 + P341	BEI EINATMEN: Bei Atembeschwerden an die frische Luft bringen und in einer Position ruhigstellen, die das Atmen erleichtert.
P305 + P351 + P338	BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen.
P306 + P360	BEI KONTAKT MIT DER KLEIDUNG: Kontaminierte Kleidung und Haut sofort mit viel Wasser abwaschen und danach Kleidung ausziehen.
P307 + P311	BEI Exposition: GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen.
P308 + P313	BEI Exposition oder falls betroffen: Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P309 + P311	BEI Exposition oder Unwohlsein: GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen.
P332 + P313	Bei Hautreizung: Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P333 + P313	Bei Hautreizung oder -ausschlag: Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P335 + P334	Lose Partikel von der Haut abbürsten. In kaltes Wasser tauchen/nassen Verband anlegen.
P337 + P313	Bei anhaltender Augenreizung: Ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen.
P342 + P311	Bei Symptomen der Atemwege: GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen.
P370 + P376	Bei Brand: Undichtigkeit beseitigen, wenn gefahrlos möglich.
P370 + P378	Bei Brand: ... zum Löschen verwenden.
P370 + P380	Bei Brand: Umgebung räumen.

weiter auf der nächsten Seite

37. Liste aller Sätze

Nummer	Satz
P370 + P380 + P375	Bei Brand: Umgebung räumen. Wegen Explosionsgefahr Brand aus der Entfernung bekämpfen.
P371 + P380 + P375	Bei Großbrand und großen Mengen: Umgebung räumen. Wegen Explosionsgefahr Brand aus der Entfernung bekämpfen.
P401	... aufbewahren.
P402	An einem trockenen Ort aufbewahren.
P403	An einem gut belüfteten Ort aufbewahren.
P404	In einem geschlossenen Behälter aufbewahren.
P405	Unter Verschluss aufbewahren.
P406	In korrosionsbeständigem/... Behälter mit korrosionsbeständiger Auskleidung aufbewahren.
P407	Luftspalt zwischen Stapeln/Paletten lassen.
P410	Vor Sonnenbestrahlung schützen.
P411	Bei Temperaturen von nicht mehr als °C aufbewahren.
P412	Nicht Temperaturen von mehr als 50 °C aussetzen.
P413	Schüttgut in Mengen von mehr als kg bei Temperaturen von nicht mehr als °C aufbewahren.
P420	Von anderen Materialien entfernt aufbewahren.
P422	Inhalt in/unter ... aufbewahren.
P402 + P404	In einem geschlossenen Behälter an einem trockenen Ort aufbewahren.
P403 + P233	Behälter dicht verschlossen an einem gut belüfteten Ort aufbewahren.
P403 + P235	Kühl an einem gut belüfteten Ort aufbewahren.
P410 + P403	Vor Sonnenbestrahlung geschützt an einem gut belüfteten Ort aufbewahren.
P410 + P412	Vor Sonnenbestrahlung schützen und nicht Temperaturen von mehr als 50 °C aussetzen.
P411 + P235	Kühl und bei Temperaturen von nicht mehr als °C aufbewahren.
P501	Inhalt/Behälter ... zuführen.

Teil V.

Anhang

Übersicht über die Optionen und Anpassungsmöglichkeiten

Optionen

In der folgenden Tabelle werden alle Optionen aufgelistet, die CHEMMACROS bietet. Alle Optionen, die einem Modul angehören, können mit

`\chemsetup[<module>]{<options>}` oder

`\chemsetup{<module>/<options>}` gesetzt werden.

Manche Optionen können ohne Wert verwendet werden. Dann wird der unterstrichene Wert verwendet. Die Optionen der Module `chemformula` und `ghssystem` werden hier nicht extra aufgelistet.

Option	Modul	Werte	Default	
Paketoptionen:				
<code>bpchem</code>	<code>option</code>	<u>true</u> false	false	Seite 6
<code>circled</code>	<code>option</code>	formal <u>all</u> none	formal	Seite 6
<code>circletype</code>	<code>option</code>	chem math	chem	Seite 6
<code>cmversion</code>	<code>option</code>	1 2 bundle	bundle	Seite 6
<code>ghsystem</code>	<code>option</code>	<u>true</u> false	true	Seite 6
<code>iupac</code>	<code>option</code>	auto restricted strict	auto	Seite 6
<code>language</code>	<code>option</code>	<language>	english	Seite 6
<code>method</code>	<code>option</code>	chemformula mhchem	chemformula	Seite 6
<code>Nu</code>	<code>option</code>	chemmacros mathspec	chemmacros	Seite 6
<code>strict</code>	<code>option</code>	<u>true</u> false	false	Seite 6
<code>synchronize</code>	<code>option</code>	<u>true</u> false	false	Seite 6
<code>greek</code>	<code>option</code>	math textgreek <u>upgreek</u>	upgreek	Seite 6
<code>xspace</code>	<code>option</code>	<u>true</u> false	true	Seite 7
<code>\ba, \Nu:</code>				
<code>elpair</code>	<code>particle</code>	<u>dots</u> dash/false	false	Seite 11
IUPAC-Befehle:				
<code>break-space</code>	<code>iupac</code>	<dim>	.01em	Seite 13
<code>bridge-number</code>	<code>iupac</code>	sub super	sub	Seite 16
<code>cip-kern</code>	<code>iupac</code>	<dim>	.075em	Seite 15
<code>coord-use-hyphen</code>	<code>iupac</code>	<u>true</u> false	true	Seite 16
<code>hyphen-pre-space</code>	<code>iupac</code>	<dim>	.01em	Seite 13
<code>hyphen-post-space</code>	<code>iupac</code>	<dim>	-.03em	Seite 13
<code>\DeclareChemLatin:</code>				
<code>format</code>	<code>latin</code>	<anything>	<u>\itshape</u>	Seite 17
<code>\pch, \mch, \fpch, \fmch:</code>				
<code>append</code>	<code>charges</code>	<u>true</u> false	false	Seite 20
acid/base:				
<code>p-style</code>	<code>acid-base</code>	slanted italics <u>upright</u>	upright	Seite 19
<code>\ox:</code>				
<code>align</code>	<code>ox</code>	center right	center	Seite 21

Übersicht über die Optionen und Anpassungsmöglichkeiten

Option	Modul	Werte	Default	
<code>parse</code>	<code>ox</code>	<code>true false</code>	<code>true</code>	Seite 20
<code>roman</code>	<code>ox</code>	<code>true false</code>	<code>true</code>	Seite 20
<code>pos</code>	<code>ox</code>	<code>top super side</code>	<code>top</code>	Seite 20
<code>explicit-sign</code>	<code>ox</code>	<code>true false</code>	<code>false</code>	Seite 20
<code>decimal-marker</code>	<code>ox</code>	<code>comma point</code>	<code>point</code>	Seite 21
\OX, \redox:				
<code>dist</code>	<code>redox</code>	<code><dim></code>	<code>.6em</code>	Seite 24
<code>sep</code>	<code>redox</code>	<code><dim></code>	<code>.2em</code>	Seite 24
\Enthalpy, \Entropy, \Gibbs:				
<code>exponent</code>		<code><anything></code>	<code>\standardstate</code>	Seite 26
<code>delta</code>		<code><anything>/false</code>		Seite 26
<code>subscript</code>		<code>left right</code>		Seite 26
<code>unit</code>		<code><unit></code>		Seite 26
\DeclareChemState, \RenewChemState:				
<code>exponent</code>		<code><anything></code>	<code>\standardstate</code>	Seite 26
<code>delta</code>		<code><anything> false</code>		Seite 26
<code>subscript</code>		<code><anything></code>		Seite 26
<code>subscript-left</code>		<code>true false</code>		Seite 27
\State:				
<code>exponent</code>	<code>state</code>	<code><anything></code>	<code>\standardstate</code>	Seite 28
<code>delta</code>	<code>state</code>	<code><anything> false</code>		Seite 28
<code>subscript-left</code>	<code>state</code>	<code>true false</code>		Seite 28
\NMR, \begin{spectroscopy} \end{spectroscopy}:				
<code>unit</code>	<code>nmr</code>	<code><unit></code>	<code>\mega\hertz</code>	Seite 30
<code>nucleus</code>	<code>nmr</code>	<code>{<num>,<atom symbol>}</code>	<code>{1,H}</code>	Seite 30
<code>format</code>	<code>nmr</code>	<code><anything></code>		Seite 30
<code>pos-number</code>	<code>nmr</code>	<code>side/sub</code>	<code>side</code>	Seite 30
<code>coupling-unit</code>	<code>nmr</code>	<code><unit></code>	<code>\hertz</code>	Seite 30
<code>parse</code>	<code>nmr</code>	<code>true false</code>	<code>true</code>	Seite 30
<code>delta</code>	<code>nmr</code>	<code><anything></code>		Seite 30
<code>list</code>	<code>nmr</code>	<code>true false</code>	<code>false</code>	Seite 30
<code>list-setup</code>	<code>nmr</code>		siehe Text	Seite 30
<code>use-equal</code>	<code>nmr</code>	<code>true false</code>	<code>false</code>	Seite 30
\DeclareChemReaction:				
<code>star</code>		<code>true false</code>	<code>false</code>	Seite 36
<code>arg</code>		<code>true false</code>	<code>false</code>	Seite 36
<code>list-name</code>	<code>reaction</code>	<code><anything></code>	List of reactions	Seite 38
<code>list-entry</code>	<code>reaction</code>	<code><anything></code>	Reaction	Seite 38
\mhName:				
<code>align</code>	<code>mhName</code>	<code><alignment></code>	<code>\centering</code>	Seite 34
<code>format</code>	<code>mhName</code>	<code><commands></code>		Seite 34
<code>fontsize</code>	<code>mhName</code>	<code><fontsize></code>	<code>\tiny</code>	Seite 34
<code>width</code>	<code>mhName</code>	<code><dim></code>		Seite 34
phases:				
<code>pos</code>	<code>phases</code>	<code>side sub</code>	<code>side</code>	Seite 39
<code>space</code>	<code>phases</code>	<code><dim></code>	<code>.1333em</code>	Seite 39
\newman:				
<code>angle</code>	<code>newman</code>	<code><angle></code>	<code>0</code>	Seite 40
<code>scale</code>	<code>newman</code>	<code><factor></code>	<code>1</code>	Seite 40
<code>ring</code>	<code>newman</code>	<code><tikz></code>		Seite 41

Übersicht über die Optionen und Anpassungsmöglichkeiten

Option	Modul	Werte	Default	
<code>atoms</code>	<code>newman</code>	<code><tikz></code>		Seite 41
<code>back-atoms</code>	<code>newman</code>	<code><tikz></code>		Seite 41
<code>\orbital <type> = s p sp sp2 sp3:</code>				
<code>phase</code>	<code>orbital/<type></code>	<code>+ -</code>	<code>+</code>	Seite 42
<code>scale</code>	<code>orbital/<type></code>	<code><factor></code>	<code>1</code>	Seite 42
<code>color</code>	<code>orbital/<type></code>	<code><color></code>	<code>black</code>	Seite 42
<code>angle</code>	<code>orbital/<type></code>	<code><angle></code>	<code>90</code>	Seite 42
<code>half</code>	<code>orbital/p</code>	<code>true false</code>	<code>false</code>	Seite 42
<code>overlay</code>	<code>orbital</code>	<code>true false</code>	<code>false</code>	Seite 42
<code>opacity</code>	<code>ornital</code>	<code><num></code>	<code>1</code>	Seite 43

Anpassungsbefehle

Eine ganze Reihe von Befehlen wurde vorgestellt, mit denen die Möglichkeiten von CHEMMACROS erweitert werden können. Sie werden hier noch einmal aufgelistet.

- `\DeclareChemArrow` → Neuen Pfeil definieren, siehe Seite 59.
- `\RenewChemArrow` → Bestehende Pfeile verändern.
- `\DeclareChemBond` → Eine neue Bindung definieren, siehe Seite 50.
- `\RenewChemBond` → Eine Bindung umdefinieren.
- `\DeclareChemBondAlias` → Ein Alias zu einer existierenden Bindung definieren.
- `\DeclareChemIUPAC` → Neuen IUPAC-Befehl definieren, siehe Seite 16.
- `\RenewChemIUPAC` → IUPAC-Befehl umdefinieren.
- `\DeclareChemLatin` → Neue lateinische Ausdrücke definieren, siehe Seite 17.
- `\RenewChemLatin` → Lateinische Ausdrücke umdefinieren.
- `\DeclareChemNMR` → Neuen NMR-Befehl definieren, siehe Seite 29.
- `\RenewChemNMR` → NMR-Befehl umdefinieren.
- `\DeclareChemParticle` → Neues Teilchen definieren, siehe Seite 12.
- `\RenewChemParticle` → Teilchen umdefinieren.
- `\DeclareChemPhase` → Neuen Phasenbefehl definieren, siehe Seite 40.
- `\RenewChemPhase` → Phasenbefehl umdefinieren.
- `\DeclareChemReaction` → Neue Reaktionsumgebung definieren, siehe Seite 36.
- `\DeclareChemState` → Neue Zustandsgröße definieren, siehe Seite 27.
- `\RenewChemState` → Zustandsgröße umdefinieren.

Vorschläge und Bugreports

Feedback zu [CHEMMACROS](#), [CHEMFORMULA](#) und [GHSYSTEM](#) ist hochwillkommen! Wenn Sie Vorschläge haben, Ihnen Features fehlen oder Ihnen Bugs auffallen, zögern Sie nicht, mich zu kontaktieren. Wenn Sie irgendwelche Fehler finden, seien es chemische, falsche Dokumentation usw., wäre ich über eine kurze E-Mail⁴² dankbar.

Wenn Sie einen Bug finden, wäre es am besten, Sie schicken mir ein minimales Beispiel, mit dem ich den Bug reproduzieren kann. Sie können ihn auch als "Issue" auf <https://bitbucket.org/cgnieder/chemmacros/> melden.

Vielen Dank an alle, die mir schon Feedback zukommen ließen, vor allem (in alphabetischer Reihenfolge):

- [Peter Cao](#)
- Christina Lüdigg
- Dr. Paul King
- Jonas Rivetti (Besonderen Dank für seine Übersetzung der H- und P-Sätze ins Italienische!)
- Christoph Schäfer
- Timo Stein

Quellen

- [Coh+08] E. Richard Cohan, Tomislav Cvitaš, Jeremy G. Frey, Bertil Holmström, Kozo Kuchitsu, Roberto Marquardt, Ian Mills, Franco Pavese, Martin Quack, Jürgen Stohner, Herbert L. Strauss, Michio Takami und Anders J Thor. *"Quantities, Symbols and Units in Physical Chemistry"*, *IUPAC Green Book*. 3rd Edition. 2nd Printing. IUPAC & RSC Publishing, Cambridge, 2008.
- [Con+05] Neil G. Connelly, Ture Damhus, Richard M. Hartshorn und Alan T. Hutton. *"Nomenclature of Inorganic Chemistry"*, *IUPAC Red Book*. IUPAC & RSC Publishing, Cambridge, 2005. ISBN: 0-85404-438-8.
- [Eur12] United Nations Economic Commission for Europe. *GHS Implementation*. 20. März 2012. URL: http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/implementation_e.html (besucht am 20. 03. 2012).
- [Theo8] The European Parliament and The Council of the European Union. *Regulation (EC) No 1272/2008 of the European Parliament and of the Council. on classification, labelling and packaging of substances and mixtures, amending and repealing Directives 67/548/EEC and 1999/45/EC, and amending Regulation (EC) No 1907/2006*. 16. Dez. 2008.

⁴² contact@mychemistry.eu

Index

Überschriften werden **fett**,
Pakete serifenlos, Befehle
`\braun`, Optionen **grün** und
Module (nur `CHEMMACROS`)
rot gesetzt.

Symbols

`\#` 30
`\-` 12 f.
`\[` 57
`\]` 57
`\^` 12 f.

A

`\a` 14
`\abinitio` 17
Absolute Konfiguration 16
acid-base
 p-style 19
`\AddRxnDesc` 38
adduct-space 52 f.
align 21, 34
angle 40, 42
ANHANG 82
`\anti` 15
append 20
`\aq` 39
arg 36
arrow-offset 58
arrow-ratio 58
arrow-yshift 58
`\atm` 18
`\atmosphere` 18
atoms 41

B

`\b` 14
`\ba` 10 f., 82
babel 71
back-atoms 41
Befehle für mhchem 33 f.
BEVOR ES LOS GEHT ...
 3–9
bm 3

`\bond` 9, 50
bond-length 51 f.
bond-offset 52
bond-style 9, 52
booktabs 72
bpchem 3, 6
`bpchem` 3, 6, 12
break-space 13
`\bridge` 9, 16
bridge-number 16

C

C-temperature 68
Cahn-Ingold-Prelog 15
`\cal` 18
`\calory` 18
`\centering` 83
`\ch` ... 44 f., 47, 49, 54–57,
 60 f., 63
charge-hshift ... 49, 51 f.
charge-style 51
charges
 append 20
`\Chemalpha` 6, 10, 12
`\Chembeta` 10, 12
`\ChemDelta` 11 f.
`\Chemdelta` 10
`\Chemepsilon` 10
`\Chemeta` 11
`chemfig` 11, 22
CHEMFORMULA . 44–65
`\Chemgamma` 10
`\Chemkappa` 11
CHEMMACROS ... 10–43
`\Chemmu` 11
`\Chemnu` 11
`\Chemomega` 11
`\Chempi` 11
`\Chemrho` 11
`\chemsetup` 7, 31, 45, 65, 82
`\Chemsigma` 11
`chemstyle` 10, 17 f.
`\cip` 15

cip-kern 9, 15
circled 6, 12, 36
circletype 6
`\cis` 15
cis/trans 15
`\cmc` 18
cmversion 6
color 42
compound-sep 58
cool 13, 15
coord-use-hyphen 16
coupling-unit 30

D

`\D` 13, 15
`\d` 14
`\data` 29 ff.
`\data*` 29
decimal-marker ... 21, 46
`\DeclareChemArrow` 59, 84
`\DeclareChemBond` . 50, 84
`\DeclareChemBondAlias` ..
 51, 84
`\DeclareChemIUPAC` . 16 f.,
 84
`\DeclareChemLatin` 17, 82,
 84
`\DeclareChemNMR` .. 29, 31,
 84
`\DeclareChemParticle` 12,
 84
`\DeclareChemPhase` 40, 84
`\DeclareChemReaction` ...
 36 f., 83 f.
`\DeclareChemState` ... 27,
 83 f.
`\delm` 22
`\delp` 22
delta 26 ff., 30
dist 24
dots 68

E

`\E` 13, 15

INDEX

- effect** 67
Einheiten 18
`\El` 10
`\el` 10
elpair 11
`\Enthalpy` 26, 83
`\Entropy` 26, 83
environ 3
experimental (Umg.) 8, 29
explicit-sign 20 f.
exponent 26 ff.
exposure 67
- F**
- F-temperature** 68
`\fdelm` 22
`\fdelp` 22
fill-in 67
Fischer 15
`\fmch` 19, 82
`\fminus` 10
font-family 62
font-series 62
font-shape 62
font-spec 62
fontsize 34
fontspec 62
format 17, 30, 34, 61
Format und Schrift .. 61 ff.
`\fpch` 19, 82
`\fplus` 6, 10
frac-style 46 f.
`\fscrm` 22
`\fscrp` 22
`\fsscrm` 22
`\fsscrp` 22
- G**
- `\g` 14
`\gas` 39
**Gefahren- und
 Sicherheitssätze** .
 66 ff.
german 8, 38, 71
Geschützter Input ... 55 f.
 math 55
- text 55
ghs 6
`\ghs` 66
`\ghs*` 66
`\ghslistall` 72
`\ghspic` 69
GHSYSTEM 65–81
 Aufruf 66
 kombinierte Sätze . 68
 Platzhalter 66
 Sätze mit Lücken .. 67
ghsystem 6
`\Gibbs` 26, 83
graphicx 3
greek 6, 8, 11
- H**
- `\H` 14
half 42
`\hapto` 9, 16
`\hertz` 83
hide 66
`\Hpl` 10
`\HtO` 10
`\Hyd` 10
hyphen-post-space ... 13
hyphen-pre-space 13
- I**
- ifpdf** 3
includegraphics 69
`\insitu` 17
Installation 5
`\intertext` 36
`\invacuo` 17
Ionenladungen 19 f.
iupac 6, 13 f., 17
iupac
 break-space 13
 bridge-number 16
 cip-kern 15
 coord-use-hyphen 16
 hyphen-post-space ..
 13
 hyphen-pre-space 13
`\iupac` 12 f., 15
- IUPAC-Namen** 12–17
 Cahn-Ingold-Prelog 15
 cis/trans 15
 eigene 16
Fischer 15
 griechische
 Buchstaben ... 14
 Heteroatome 14
 ortho/meta/para .. 15
 tert 15
 vordefiniert 14
 zusammen/entgegen .
 15
IUPAC Namen
 syn/anti 15
- J**
- `\J` 30
- K**
- `\k` 14
`\Ka` 18
`\Kb` 18
kg-mass 68
`\Kw` 18
- L**
- `\L` 13, 15
l3kernel 3
l3packages 3
label-offset 58
label-style 58
Laden des Bundles 5
language ... 6, 8, 18, 39, 71
Lateinische Ausdrücke 17
latin
 format 17
`\latin` 17
lbs-mass 68
list 30
list-entry 38
list-name 38
list-setup 30
Liste aller Sätze ... 72–81
`\listofreactions` 37
longtable 3, 72
`\lqd` 8, 39

INDEX

- M**
- `\m` 14
 - `math-space` 56
 - Mathematik-Umgebungen**
 - 63
 - `mathspec` 6, 10
 - `mathtools` 3, 35
 - `\mch` 19, 36, 49, 82
 - `\mech` 23
 - `\mega` 83
 - `\meta` 13, 15
 - `method` 3, 6, 12, 33, 36
 - `mhchem` 3 f., 6, 12, 30, 33 f., 37, 44, 56
 - `mhName`
 - `align` 34
 - `fontsize` 34
 - `format` 34
 - `width` 34
 - `\mhName` 34, 83
 - `\Molar` 18
 - `\moLar` 18
 - `\molar` 18
 - `\MolMass` 18
- N**
- `\N` 14
 - `\n` 14
 - `name-format` 60
 - `name-width` 60
 - Neues** 8 f.
 - `newman`
 - `angle` 40
 - `atoms` 41
 - `back-atoms` 41
 - `ring` 41
 - `scale` 40
 - `\newman` 40, 83
 - Newman-Projektionen** .. 40 f.
 - `ngerman` 8
 - `nicefrac` 3, 47
 - `\NMR` 6, 28–31, 83
 - `nmr`
 - `coupling-unit` ... 30
 - `delta` 30
 - `format` 30
 - `list` 30
 - `list-setup` 30
 - `nucleus` 30
 - `parse` 30
 - `pos-number` 30
 - `unit` 30
 - `use-equal` 30
 - `nmr (Umg.)` 30
 - `\NMR*` 28
 - `\normal` 18
 - `\ntr` 10
 - `Nu` 6, 10
 - `\Nu` 6, 10 f., 82
 - `\Nuc` 10
 - `nucleus` 30
- O**
- `\O` 14
 - `opacity` 43
 - option**
 - `bpchem` 6
 - `circled` 6
 - `circletype` 6
 - `cmversion` 6
 - `german` 38, 71
 - `ghsystem` 6
 - `greek` 6, 11
 - `iupac` 6, 13, 17
 - `language` 6
 - `method` 6, 33
 - `Nu` 6, 10
 - `strict` 6
 - `synchronize` 6
 - `xspace` 7
 - orbital**
 - `angle` 42
 - `color` 42
 - `half` 42
 - `opacity` 43
 - `overlay` 42
 - `phase` 42
 - `scale` 42
 - `\orbital` 41, 84
 - Orbitale** 41 ff.
 - `organs` 67
- `\ortho` 15
- `ortho/meta/para` 15
- `overlay` 42
- `\OX` 23, 83
- ox**
- `align` 21
 - `decimal-marker` ... 21
 - `explicit-sign` .. 20 f.
 - `parse` 20
 - `pos` 20 f.
 - `roman` 20
- `\ox` 4, 20, 22, 82
- `\ox*` 4, 21
- Oxidationszahlen** ... 20 f.
- P**
- `\P` 14
 - `\p` 18
 - `p-style` 19
 - Paketoptionen** 5 ff.
 - `\para` 15
 - `parse` 20, 30
 - Partiellladungen** 22
 - particle**
 - `elpair` 11
 - `\pch` 19, 82
 - Pfeile** 56–60
 - Anpassung 58
 - Beschriftung 57
 - Typen 56
 - bearbeiten 59
 - `\pH` 18
 - `phase` 42
 - `\phase` 40
 - Phasen** 39 f.
 - eigene 40
 - Grundlagen 39
 - phases**
 - `pos` 39
 - `space` 39
 - `pic-type` 71
 - Piktogramme** 68–71
 - `\pKa` 8, 18
 - `\pKb` 18
 - `plus-space` 54
 - `\pOH` 18

INDEX

polyglossia 71
 pos 20 f., 39
 \pos 30
 pos-number 30
 \prt 10

R
 \R 13, 15
 \Rad 11
 radical-hshift 9, 52
 radical-radius 52
 radical-space 9, 52
 radical-style 52
 radical-vshift 9, 52
 \Rconf 16
 reaction
 list-entry 38
 list-name 38
 reaction (Umg.) 8, 34
 reaction* (Umg.) 35
 \reactionlistname ... 38
 reactions (Umg.) 34
 reactions* (Umg.) 35
Reaktionsmechanismen ..
 23
Reaktionsumgebungen ..
 34–38
 redox
 dist 24
 sep 24
 \redox 23, 83
Redoxreaktionen ... 23 ff.
 \RenewChemArrow .. 59, 84
 \RenewChemBond ... 50, 84
 \RenewChemIUPAC .. 17, 84
 \RenewChemLatin .. 17, 84
 \RenewChemNMR 29, 84
 \RenewChemParticle .. 12,
 40, 84
 \RenewChemPhase .. 40, 84
 \RenewChemState . 27, 83 f.
 \renewtagform 35
 ring 41
 roman 20

S
 \S 13, 15
Säure/Base 18 f.
 scale 40, 42, 69
 \Sconf 16
 \scrm 22
 \scrip 22
 sep 24
Setup 7
 \Sf 14
 \ShowChemArrow 59
 \ShowChemBond 51
 \sin 8
 siunitx 3, 18, 26, 28 ff.
 \sld 8, 39
 space 39, 66
 spectroscopy (Umg.) .. 83
Spektroskopie 28–33
Spezielle Input-Typen ...
 54 f.
 Optionen Input ... 54
 Single-Token Input 54
Spracheinstellung 7 f.
 \standardstate ... 10, 83
 star 36
 \State 28, 83
state
 delta 28
 exponent 28
 subscript-left .. 28
Stereodeskriptoren und
 Nomenklatur ...
 14 ff.
Stöchiometrische
 Faktoren .. 45 ff.
 nicefrac 47
 space 47
 xfrac 46
 stoich-paren-parse 9, 46
 stoich-space 46 f.
 strict 6, 12, 17, 40
 subscript 26 f.
 subscript-left 27 f.
 subscript-style 51
 subscript-vshift .. 51, 53
 substance 67

Summenformeln .. 47–53
 Addukte 47
 Anpassung 51
 Befehle 48
 Bindungen 50
 Länge 53
 Hochstellungen ... 48
 Ladungsbefehle . 49
 Verhalten 49
 Ladungen 48
 Verschiebung ... 52
 Tiefstellungen 48
 Verschiebung ... 53
 \syn 15
 synchronize 6

T
 table-caption 72
 table-caption-short . 72
 table-foot-rule 72
 table-head-number ... 72
 table-head-rule 72
 table-head-text 72
 table-label 72
 table-last-foot-rule 72
 table-next-page 72
 table-row-sep 72
 table-rules 72
 table-top-head-rule . 72
 tabu 3
Teilchen, Ionen und
 Symbole ... 10 ff.
 eigene 12
 vordefiniert 10
 \ter 8
 tert 15
 \tert 15
 text 68
 textgreek 6, 11, 14
Text unter Formeln . 60 f.
 Anpassung 60
 syntax 60
Thermodynamik ... 26 ff.
 TikZ 3, 16, 23 f., 40 ff., 51 f.,
 56, 59
 tikz 3

INDEX

- `\tiny` 83
`\torr` 18
`\trans` 13, 15
`\transitionstatesymbol`
 10
- U**
Übersicht über die
 Optionen
 (chemmacros) ...
 82 ff.
- Umgebungen
 experimental .. 8, 29
- nmr 30
 reaction 8, 34
 reaction* 35
 reactions 34
 reactions* 35
 spectroscopy 83
- `unit` 26, 30
`upgreek` 8
`upgreek` 6, 11, 14
`use-equal` 29 f.
- V**
`\val` 30
- W**
`\w` 14
`\water` 10
`width` 34
- X**
`xfrac` 21, 46
`xspace` 3, 7
`xspace` 3
- Z**
`\Z` 15
zusammen/entgegen ... 15