

# Die Bschlangaul-Sammlung

Hermine Bschlangaul and Friends\*

September 12, 2021

## Contents

<b>1</b>	<b>Klassen</b>	<b>4</b>
1.1	Vorlage Theorie-Teil . . . . .	5
1.2	Vorlage Aufgabensammlung . . . . .	6
1.3	Vorlage Aufgabe . . . . .	7
<b>2</b>	<b>Pakete</b>	<b>8</b>
2.1	abmessung.sty . . . . .	9
2.2	aufgaben-einbinden.sty . . . . .	10
2.3	aufgaben-metadaten.sty . . . . .	11
2.4	automaten.sty . . . . .	12
2.4.1	Endlicher Automat . . . . .	12
2.4.2	Kellerautomat . . . . .	14
2.4.3	Turingmaschine . . . . .	15
2.5	basis.sty . . . . .	18
2.5.1	IFs . . . . .	18
2.6	baum.sty . . . . .	23
2.6.1	Binärbaum . . . . .	24
2.6.2	AVL-Baum . . . . .	25
2.6.3	B-Baum . . . . .	26
2.7	checkbox.sty . . . . .	27
2.8	chomsky-normalform.sty . . . . .	28
2.8.1	Makro-Kürzel . . . . .	28
2.8.2	TeX-Markup-Grundgerüst . . . . .	28
2.8.3	Konkretes TeX-Markup-Beispiel . . . . .	28
2.9	cpm.sty . . . . .	31
2.9.1	Makro-Kürzel . . . . .	31
2.9.2	TeX-Markup-Beispiel: Graph . . . . .	31
2.9.3	TeX-Markup-Beispiel: Ergebnistabelle . . . . .	31
2.9.4	TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Frühester Zeitpunkt“ . . . . .	31
2.9.5	TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Spätester Zeitpunkt“ . . . . .	32
2.9.6	Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle . . . . .	33
2.10	cyk-algorithmus.sty . . . . .	35
2.10.1	Makro-Kürzel . . . . .	35
2.10.2	TeX-Markup-Beispiel . . . . .	35
2.11	entwurfsmuster.sty . . . . .	36
2.11.1	Namensschema der Entwurfsmuster-Makros: . . . . .	36
2.11.2	Reihenfolge . . . . .	36
2.11.3	Abstrakte Fabrik (Abstract Factory) . . . . .	36
2.11.4	Adapter . . . . .	38
2.11.5	Beobachter (Observer) . . . . .	39
2.11.6	Dekorierer (Decorator) . . . . .	41

---

\*E-mail: hermine.bschlangaul@gmx.net

2.11.7	Einfache Fabrik (Simple Factory)	42
2.11.8	Einzelstück (Singleton)	43
2.11.9	Erbauer (Builder)	44
2.11.10	Fabrikmethode (Factory Method)	45
2.11.11	Kompositum (Composite)	47
2.11.12	Modell-Präsentation-Steuerung (Model-View-Controller)	47
2.11.13	Stellvertreter (Proxy)	48
2.11.14	Zustand (State)	49
2.12	er.sty	51
2.12.1	Tex-Markup-Beispiel: Komplettes Diagramm	51
2.12.2	Tex-Markup-Beispiel: EER Enhanced Entity-Relation-Modell nach Elmasri/Navante	52
2.12.3	Makro-Kürzel	52
2.13	formale-sprachen.sty	54
2.14	formatierung.sty	57
2.14.1	Schriftarten / Typographie	57
2.14.2	Farben	57
2.14.3	Überschriften	57
2.14.4	Listen	57
2.14.5	Kasten	57
2.14.6	Header	57
2.14.7	Zeilenabstände	57
2.15	gantt.sty	59
2.16	grafik.sty	60
2.17	graph.sty	61
2.18	hanoi.sty	63
2.19	klassen-konfiguration-aufgabe.sty	64
2.20	klassen-konfiguration-examen.sty	66
2.21	komplexitaetstheorie.sty	69
2.21.1	Makro-Kürzel	69
2.22	kontrollflussgraph.sty	71
2.22.1	Makro-Kürzel	71
2.22.2	TeX-Markup-Beispiel	71
2.22.3	TikZ: pin	71
2.22.4	Umgebungen	72
2.22.5	Makros	73
2.23	kopf-fusszeilen.sty	74
2.24	literatur-dummy.sty	75
2.25	literatur.sty	76
2.26	makros.sty	77
2.26.1	Umgebungen, die Inhalte aus- und einblenden können	78
2.27	master-theorem.sty	82
2.27.1	Makro-Kürzel	82
2.28	mathe.sty	86
2.29	meta.sty	87
2.29.1	Einfache Makros (Low level)	87
2.29.2	Zusammengesetzte Makros (High level)	88
2.30	minimierung.sty	90
2.31	normalformen.sty	93
2.31.1	Makro-Kürzel	93
2.32	o-notation.sty	96
2.32.1	Makro-Kürzel	96
2.32.2	TeX-Markup-Beispiel: Funktionsgraphen mit pgfplots	96
2.33	petri.sty	97
2.33.1	Makro-Kürzel	97
2.34	potenzmengen-konstruktion.sty	99
2.35	pseudo.sty	101
2.36	pumping-lemma.sty	102

2.37	quicksort.sty	103
2.38	relationale-algebra.sty	106
2.39	rmodell.sty	107
2.39.1	Makro-Kürzel	107
2.40	sortieren.sty	108
2.41	spalten.sty	110
2.42	sql.sty	111
2.42.1	Latex-Markup-Beispiel	111
2.43	struktogramm.sty	112
2.44	syntax.sty	113
2.44.1	Makro-Kürzel	113
2.45	syntaxbaum.sty	116
2.46	synthese-algorithmus.sty	117
2.46.1	Makro-Kürzel	117
2.46.2	TeX-Markup Grundgerüst	117
2.46.3	TeX-Markup Linksreduktion	117
2.46.4	TeX-Markup Rechtsreduktion	117
2.46.5	TeX-Markup Relationen formen	118
2.47	tabelle.sty	121
2.48	typographie.sty	122
2.49	uml.sty	124
2.50	vollstaendige-induktion.sty	126
2.50.1	Makro-Kürzel	126
2.51	wasserfall.sty	128
2.52	wpkalkuel.sty	129
2.52.1	Makro-Kürzel	129

### 3 Index 130

# 1 Klassen

## 1.1 Vorlage Theorie-Teil

```
\documentclass{bschlangaul-theorie}

\begin{document}

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Theorie-Teil
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

\chapter{Thema des Theorie-Teils}

\literatur

\end{document}
```

## 1.2 Vorlage Aufgabensammlung

```
\documentclass{bschlangaul-theorie}
\liLadeAllePakete

\begin{document}
\liAufgabe{30_AUD/06_Graphen/20_Dijkstra/Aufgabe_Graph-A-I}
\liAufgabe{30_AUD/06_Graphen/20_Dijkstra/Aufgabe_Graph-M-A-P-R-N}
\liAufgabe{30_AUD/06_Graphen/20_Dijkstra/Aufgabe_Staedte-A-F}
\liExamensAufgabe{46114/2008/09/Thema-1/Aufgabe-2}
\liExamensAufgabe{46115/2013/03/Thema-2/Aufgabe-5}
\liExamensAufgabe{66112/2004/03/Thema-1/Aufgabe-5}
\liExamensAufgabe{66115/2013/09/Thema-2/Aufgabe-9}
\liExamensAufgabe{66115/2015/03/Thema-2/Aufgabe-7}
\liExamensAufgabe{66115/2016/03/Thema-2/Aufgabe-6}
\liExamensAufgabe{66115/2017/03/Thema-1/Aufgabe-1}
\liExamensAufgabe{66115/2018/03/Thema-2/Aufgabe-9}
\liExamensAufgabe{66115/2020/09/Thema-1/Teilaufgabe-2/Aufgabe-3}
\end{document}
```

### 1.3 Vorlage Aufgabe

```
\documentclass{bschlangaul-aufgabe}

\begin{document}
\liAufgabenTitel{}
\section{
\index{DB}
\footcite{examen:}
}

\end{document}
```

## 2 Pakete



## 2.1 abmessung.sty

```
1 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2 \ProvidesPackage{bschlangaul-baum}[2021/09/04 Einstellung der
3 Seitenabmessung mit Hilfe des geometry-Pakets.]
4 \RequirePackage{geometry}
5 \geometry{
6   a4paper,
7   margin=2cm,
8   includeheadfoot,
9   %showframe,
10  %showcrop,
11  %verbose=true,
12 }
13
```

## 2.2 aufgaben-einbinden.sty

```
14 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
15 \ProvidesPackage{bschlangaul-aufgaben-einbinden}[2020/06/13]

\liAufgabe Eine Aufgaben mit den Pfad relativ zu Wurzelverzeichnis dieses Repository einbinden.
16 \def\liAufgabe#1{
17   \input{\LehramtInformatikRepository/#1.tex}
18 }

\liExamensAufgabe Eine Examensaufgaben mit den Pfad relativ zu Staatsexamen einbinden, z. B.
\liExamensAufgabe{46116/2015/09/Thema-2/Teilaufgabe-1/Aufgabe-3}
19 \def\liExamensAufgabe#1{
20   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1.tex}
21 }

\liExamensAufgabeTTA
22 \def\liExamensAufgabeTTA #1 / #2 / #3 : Thema #4 Teilaufgabe #5 Aufgabe #6 {
23   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Thema-#4/Teilaufgabe-
      #5/Aufgabe-#6.tex}
24 }

\liExamensAufgabeTA
25 \def\liExamensAufgabeTA #1 / #2 / #3 : Thema #4 Aufgabe #5 {
26   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Thema-#4/Aufgabe-#5.tex}
27 }

\liExamensAufgabeA
28 \def\liExamensAufgabeA #1 / #2 / #3 : Aufgabe #4 {
29   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Aufgabe-#4.tex}
30 }

31
```

## 2.3 aufgaben-metadaten.sty

```

32 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
33 \ProvidesPackage{bschlangaul-aufgaben-metadaten}[2020/07/07 Makros zum
34 Setzen der Aufgaben-Metadaten.]

35 \ExplSyntaxOn

\liMetaSetze Setze die Metadaten einer Aufgabe.

36 \def\liMetaSetze#1{
37   \_setze_variablen_zurueck:
38
39   \tl_clear:N \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl
40
41   \keys_set:nn { aufgabenmetadaten } {
42     #1
43   }
44
45   \_setze_relativen_pfad:
46 }

\liAufgabenMetadaten Setzen der Aufgaben-Metadaten über eine plist bzw. über key-values.
    Die Schlüssel-Werte-Paare sind in der Datei basis.sty definiert. In der Typescript-
    Datei .scripts/nodejs/src/aufgaben.ts gibt es ein entsprechendes Interface AufgabenMetadaten.

\liAufgabenMetadaten{
  Titel = {Aufgabe 2},
  Thematik = {Petri-Netz},
  Stichwoerter = {Feld (Array), Implementierung in Java}
  ZitatSchluessel = sosy:pu:4,
  ZitatBeschreibung = {Seite 11},
  BearbeitungsStand = OCR,
  Korrektheit = absolut korrekt,
  RelativerPfad = Staatsexamen/46116/2016/03/Thema-2/Teilaufgabe-1/Aufgabe-2.tex,
  ExamenNummer = 46116,
  ExamenJahr = 2016,
  ExamenMonat = 03,
  ExamenThemaNr = 2,
  ExamenTeilaufgabeNr = 1,
  ExamenAufgabeNr = 2,
}

47 \def\liAufgabenMetadaten#1{
48   \liMetaSetze{#1}
49
50   \_gib_examen_titel: {}
51
52   \section{\_gib_aufgaben_titel:}
53 }

54 \ExplSyntaxOff

\liAufgabenTitel Momentan eine dummy Makro das die Thematik enthält.

55 \def\liAufgabenTitel#1{}

56

```

## 2.4 automaten.sty

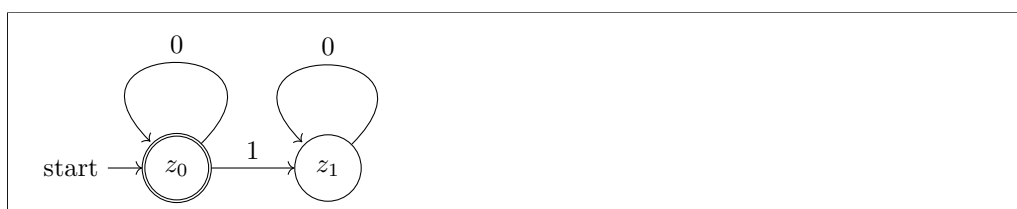
```
57 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
58 \ProvidesPackage{bschlangaul-automaten}[2021/02/14 Zum Setzen von Automaten]
```

### 2.4.1 Endlicher Automat

```
59 \liLadePakete{formale-sprachen}

\begin{tikzpicture}[li automat]
\node[state,initial,accepting] (0) {$z_0$};
\node[state,right of=0] (1) {$z_1$};

\path (0) edge[above] node{1} (1);
\path (0) edge[loop,above] node{0} (0);
\path (1) edge[loop,above] node{0} (1);
\end{tikzpicture}
```



```
60 \RequirePackage{tikz}
61 \usetikzlibrary{arrows,automata,positioning}
62 \liLadePakete{mathe}
63 \directlua{
64   automaten = require('bschlangaul-automaten')
65 }
```

`\liAutomat` `\liAutomat[ $\langle automaten-name \rangle$ ]{ $\langle zustaende=Z, alphabet=\Sigma, delta=\delta, ende=E, start=z_0 \rangle$ }`

- `\liAutomat{}`:  $A = (Z, \Sigma, \delta, E, z_0)$
- `\liAutomat[A_1]{}`:  $A_1 = (Z, \Sigma, \delta, E, z_0)$
- `\liAutomat{zustaende={z_0, z_1, z_2}}`:  $A = (\{z_0, z_1, z_2\}, \Sigma, \delta, E, z_0)$
- `\liAutomat{alphabet={a,b}}`:  $A = (Z, \{a, b\}, \delta, E, z_0)$
- `\liAutomat{delta=d}`:  $A = (Z, \Sigma, d, E, z_0)$
- `\liAutomat{ende={z_0, z_1, z_2}}`:  $A = (Z, \Sigma, \delta, \{z_0, z_1, z_2\}, z_0)$
- `\liAutomat{start=z_1}`:  $A = (Z, \Sigma, \delta, E, z_1)$
- `\liAutomat{dea}`:  $A_{DEA} = (Z, \Sigma, \delta, E, z_0)$
- `\liAutomat{nea}`:  $A_{NEA} = (Z, \Sigma, \delta, E, z_0)$

```
66 \ExplSyntaxOn
67 \NewDocumentCommand {\liAutomat} { 0{A} m } {
68   \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
69   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
70   \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
71   \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
72   \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
73   \tl_set:Nn \l_typ_tl {}
74
75   \keys_define:nn { automat } {
76     zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},
77     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
78     delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
79     ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
```

```

80     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
81     dea .value_forbidden:n = true,
82     dea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{DEA}}}},
83     nea .value_forbidden:n = true,
84     nea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{NEA}}}},
85   }
86
87   \keys_set:nn { automat } { #2 }
88
89   $ #1 \l_typ_tl = (
90     \l_zustaende_tl,
91     \l_alphabet_tl,
92     \l_delta_tl,
93     \l_ende_tl,
94     \l_start_tl
95   )$
96 }
97 \ExplSyntaxOff

```

`\liAutomatenKante` **Let-Abkürzung:** `\let\k=\liAutomatenKante`

```

98 \def\liAutomatenKante#1#2#3#4{
99   \path (#1) edge[#4] node{#3} (#2);
100 }

101 \tikzset{
102   li automat/.style={
103     ->,
104     node distance=2cm
105   },
106 }

```

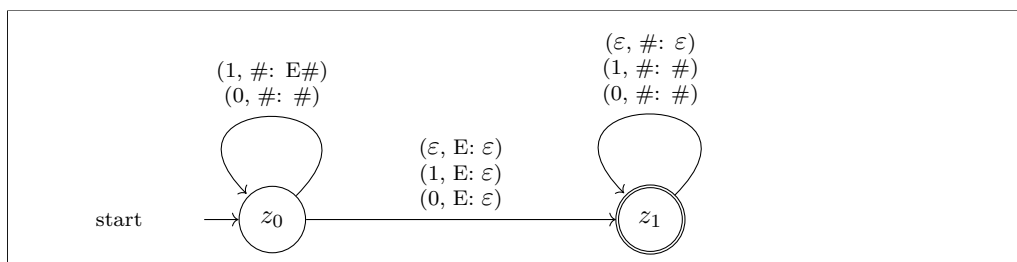
## 2.4.2 Kellerautomat

```
\begin{tikzpicture}[li kellerautomat,node distance=5cm]
\node[state,initial] (0) {\$z_0\$};
\node[state,right of=0,accepting] (1) {\$z_1\$};

\liKellerKante[above,loop]{0}{0}{
  1, KELLERBODEN, E KELLERBODEN;
  0, KELLERBODEN, KELLERBODEN;
}

\liKellerKante[above]{0}{1}{
  EPSILON, E, EPSILON;
  1, E, EPSILON;
  0, E, EPSILON;
}

\liKellerKante[above,loop]{1}{2}{
  EPSILON, KELLERBODEN, EPSILON;
  1, KELLERBODEN, KELLERBODEN;
  0, KELLERBODEN, KELLERBODEN;
}
\end{tikzpicture}
```



```
\liKellerAutomat \liKellerAutomat[⟨automaten-name⟩]
{⟨zustaende=Z,alphabet=Σ,kelleralphabet=Γ,delta=δ,start=z_0,kellerboden=#,ende=E⟩}

\liKellerAutomat{
  zustaende={z_0, z_1, z_2},
  alphabet={a, b, c},
  kelleralphabet={\#, A},
  ende={z_2},
}
```

$$K = (\{z_0, z_1, z_2\}, \{a, b, c\}, \{\#, A\}, \delta, z_0, \#, \{z_2\})$$

```
107 \ExplSyntaxOn
108 \NewDocumentCommand {\liKellerAutomat} { O{K} m } {
109   \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
110   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
111   \tl_set:Nn \l_kelleralphabet_tl {\Gamma}
112   \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
113   \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
114   \tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {\#}
115   \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
116
117   \keys_define:nn { kellerautomat } {
118     zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},
119     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
120     kelleralphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_kelleralphabet_tl {\liMenge{##1}}},
121     delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
122     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
```

```

123     kellerboden .code:n = {\tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {##1}},
124     ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
125   }
126
127   \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
128
129   $#1 = (
130     \l_zustaende_tl,
131     \l_alphabet_tl,
132     \l_kelleralphabet_tl,
133     \l_delta_tl,
134     \l_start_tl,
135     \l_kellerboden_tl,
136     \l_ende_tl
137   )$
138 }
139 \ExplSyntaxOff

```

**\liKellerUebergang** **Let-Abkürzung:** `\let\u=\liKellerUebergang`  
`\liKellerUebergang{a, KELLERBODEN, A; b KELLERBODEN, EPSILON}`

(a, #: A)  
(b, #:  $\varepsilon$ )

Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: `\((.*)`, `(.*)`, `(.*)\)` `\u{$1 $2 $3}`

```

140 \ExplSyntaxOn
141 \def\liKellerUebergang#1{
142   \directlua{automaten.drucke_keller_uebergaenge('#1')}
143 }
144 \ExplSyntaxOff

```

**\liKellerKante** `\liKellerKante[\tikz-optionen]{\langle von \rangle{\langle zu \rangle{\langle übergange \rangle`  
**Let-Abkürzung:** `\let\k=\liKellerKante`

```

145 \NewDocumentCommand{\liKellerKante} { 0{above} m m m } {
146   \path (#2) edge[#1] node{\liKellerUebergang{#4}} (#3);
147 }

148 \tikzset{
149   li keller knoten/.style={
150     text width=2cm,
151     align=center,
152     font=\footnotesize,
153   },
154   li kellerautomat/.style={
155     li automat,
156     every edge/.append style={
157       every node/.style={
158         li keller knoten
159       }
160     }
161   }
162 }

```

### 2.4.3 Turingmaschine

```
163 \RequirePackage{amssymb}
```

**\liTuringLeerzeichen**

□

```
164 \def\liTuringLeerzeichen{\Box}
```

```

\liTuringMaschine \liTuringMaschine[\langle automaten-name \rangle]
{\zustaende=Z,alphabet= $\Sigma$ ,bandalphabet= $\Gamma$ ,delta= $\delta$ ,start= $z_0$ ,leerzeichen= $\square$ ,ende=E)}

\liTuringMaschine{
  zustaende={z_0, z_1, z_2},
  alphabet={a, b, c},
  bandalphabet={\liTuringLeerzeichen, A},
  ende={z_2},
}

```

$TM = (\{z_0, z_1, z_2\}, \{a, b, c\}, \{\square, A\}, \delta, z_0, \square, \{z_2\})$
--

```

165 \ExplSyntaxOn
166 \NewDocumentCommand {\liTuringMaschine} { O{TM} m } {
167   \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
168   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
169   \tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\Gamma}
170   \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
171   \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
172   \tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {\liTuringLeerzeichen}
173   \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
174
175   \keys_define:nn { kellerautomat } {
176     zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},
177     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
178     bandalphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\liMenge{##1}}},
179     delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
180     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
181     leerzeichen .code:n = {\tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {##1}},
182     ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
183   }
184
185   \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
186
187   $\text{#1} = (
188     \l_zustaende_tl,
189     \l_alphabet_tl,
190     \l_bandalphabet_tl,
191     \l_delta_tl,
192     \l_start_tl,
193     \l_leerzeichen_tl,
194     \l_ende_tl
195   )$
196 }
197 \ExplSyntaxOff

```

**\liTuringUebergangZelle** Formatiert einen Zustandsübergang für eine Übergangstabelle.

**Let-Abkürzung:** `\let\t=\liTuringUebergangZelle`

`\liTuringUebergangZelle{z_1, LEER, R}:(z_1:  $\square$ , R) \liTuringUebergangZelle{z1, leer, l}:`  
`(z1:  $\square$ , L)`

```

198 \ExplSyntaxOn
199 \def\liTuringUebergangZelle#1{
200   \directlua{tex.print(automaten.gib_einen_turing_uebergang('#1'))}
201 }
202 \ExplSyntaxOff

```

**\liTuringUebergaenge** Nur in den TikZ-Grafiken zu verwenden. Setzt Zeilenumbrüche ans Ende. Nicht für die Tabelle geeignet.

**Let-Abkürzung:** `\let\t=\liTuringUebergaenge`

`(z1:  $\square$ , L)`

`( $\square$ :  $\square$ , R)`



```

203 \ExplSyntaxOn
204 \def\liTuringUebergaenge#1{
205   \directlua{automaten.drucke_turing_uebergaenge('#1')}
206 }
207 \ExplSyntaxOff

\liTuringKante \liTuringKante[\tikz-optionen]{\zustand-oder-lese}{\schreibe}{\richtung}
Let-Abkürzung: \let\t=\liTuringKante

208 \NewDocumentCommand{\liTuringKante} { 0{above} m m m } {
209   \path (#2) edge[#1] node{\liTuringUebergaenge{#4}} (#3);
210 }

\liTuringUeberfuehrung

211 \def\liTuringUeberfuehrung{
212    $\Delta : Z \times \Gamma \rightarrow Z \times \Gamma \times \{L, R, N\}$ 
213 }

214 \tikzset{
215   li turingmaschine/.style={
216     li automat,
217     every edge/.append style={
218       every node/.style={
219         li keller knoten
220       }
221     }
222   }
223 }
224

```

## 2.5 basis.sty

```
225 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
226 \ProvidesPackage{bschlangaul-basis}[2020/11/27]

227 \RequirePackage{xparse}

228 \ExplSyntaxOn
```

### 2.5.1 IFs

Wir weichen von dem üblichen Namensschema ab und beginnen das `if` mit einem Großbuchstaben und schreiben das letzte Worte komplett in Großbuchstaben, damit die `if`-Befehle schöner lesbar sind, z. B. `\ifLiADDITUM`, `\LiADDITUMtrue` und `\LiADDITUMfalse`.

```
\ifLiADDITUM
\LiADDITUMtrue 229 \newif\ifLiADDITUM
\LiADDITUMfalse 230 \LiADDITUMfalse

\ifLiEXKURS
\LiEXKURStrue 231 \newif\ifLiEXKURS
\LiEXKURSfalse 232 \LiEXKURStrue

\ifLiANTWORT
\LiANTWORTtrue 233 \newif\ifLiANTWORT
\LiANTWORTfalse 234 \LiANTWORTtrue

\liLadePakete

235 \NewDocumentCommand{\liLadePakete}{ m }
236 {
237   \clist_map_inline:nn { #1 } { \RequirePackage{bschlangaul-##1} }
238 }

\liLadeAllePakete

239 \def\liLadeAllePakete{
240   \liLadePakete{
241     aufgaben-einbinden,
242     automaten,
243     checkbox,
244     chomsky-normalform,
245     cpm,
246     cyk-algorithmus,
247     entwurfsmuster,
248     er,
249     formale-sprachen,
250     gantt,
251     grafik,
252     graph,
253     hanoi,
254     kontrollflussgraph,
255     komplexitaetstheorie,
256     makros,
257     master-theorem,
258     mathe,
259     minimierung,
260     normalformen,
261     petri,
262     potenzmengen-konstruktion,
263     pumping-lemma,
264     pseudo,
265     quicksort,
266     relationale-algebra,
267     rmodell,
268     sortieren,
269     spalten,
```

```

270     struktogramm,
271     sql,
272     syntax,
273     syntaxbaum,
274     synthese-algorithmus,
275     tabelle,
276     typographie,
277     uml,
278     vollstaendige-induktion,
279     wasserfall,
280     wpkalkuel,
281     %
282     baum, % am Schluss sonst Fehler: undefined command \edge
283 }
284 }

```

Definition einer Komma-getrennten-Liste mit deren Hilfe die vielen globalen Token-List-Variablen definiert werden können. Die einzelnen Schlüssel sind im Interface `AufgabenMetadaten` in der Typescript-Datei `.scripts/nodejs/src/aufgaben.ts` erklärt.

```

285 \clist_new:N \g_auf_schluessel_clist
286 \clist_set:Nn \g_auf_schluessel_clist {
287     titel,
288     thematik,
289     stichwoerter,
290     zitat_schluessel,
291     zitat_beschreibung,
292     %
293     bearbeitungs_stand,
294     korrektheit,
295     %
296     relativer_pfad,
297     identische_aufgabe,
298     %
299     examen_nummer,
300     examen_fach,
301     examen_jahr,
302     examen_monat,
303     examen_jahreszeit,
304     examen_thema_nr,
305     examen_teilaufgabe_nr,
306     examen_aufgabe_nr,
307 }

```

Initialisierung der globalen Token-List-Variablen `\g_auf_***_tl`. `auf` steht für Aufgabe.

```

308 \clist_map_inline:Nn \g_auf_schluessel_clist {
309     \tl_new:c {g_auf_#1_tl}
310 }

```

Funktion über alle globalen Token-List-Variablen zurückzusetzen.

```

311 \cs_new:Npn \setze_variablen_zurueck: {
312     \clist_map_inline:Nn \g_auf_schluessel_clist {
313         \tl_clear:c {g_auf_##1_tl}
314     }
315 }

```

Die einzelnen Schlüssel sind im Interface `AufgabenMetadaten` in der Typescript-Datei `.scripts/nodejs/src/aufgaben.ts` erklärt.

```

316 \keys_define:nn { aufgabenmetadaten }
317 {
318     Titel .tl_gset:N = \g_auf_titel_tl,
319     Thematik .tl_gset:N = \g_auf_thematik_tl,
320     Stichwoerter .tl_gset:N = \g_auf_stichwoerter_tl,

```

```

321 ZitatSchluessel .tl_gset:N = \g_auf_zitat_beschreibung_tl,
322 ZitatBeschreibung .tl_gset:N = \g_auf_zitat_schluessel_tl,
323 %
324 BearbeitungsStand .tl_gset:N = \g_auf_bearbeitungs_stand_tl,
325 Korrektheit .tl_gset:N = \g_auf_korrekttheit_tl,
326 %
327 RelativerPfad .tl_gset:N = \g_auf_relativer_pfad_tl,
328 IdentischeAufgabe .tl_gset:N = \g_auf_identische_aufgabe_tl,
329 %
330 ExamenNummer .tl_gset:N = \g_auf_examen_nummer_tl,
331 ExamenFach .tl_gset:N = \g_auf_examen_fach_tl,
332 ExamenJahr .tl_gset:N = \g_auf_examen_jahr_tl,
333 ExamenMonat .tl_gset:N = \g_auf_examen_monat_tl,
334 ExamenJahreszeit .tl_gset:N = \g_auf_examen_jahreszeit_tl,
335 ExamenThemaNr .tl_gset:N = \g_auf_examen_thema_nr_tl,
336 ExamenTeilaufgabeNr .tl_gset:N = \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl,
337 ExamenAufgabeNr .tl_gset:N = \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl,
338 }

339 \cs_gset:Npn \setze_relativen_pfad: {
340   \tl_if_empty:NTF \g_auf_relativer_pfad_tl
341   {
342     \bool_if:nTF
343     {
344       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_nummer_tl &&
345       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_jahr_tl &&
346       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_monat_tl
347     }
348     {
349       \tl_gset:Nn \g_auf_relativer_pfad_tl {
350         Staatsexamen /
351         \g_auf_examen_nummer_tl /
352         \g_auf_examen_jahr_tl /
353         \g_auf_examen_monat_tl /
354         \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} { Thema - \g_auf_examen_thema_nr_tl / }
355         \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} { Teilaufgabe - \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl / }
356         \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} { Aufgabe - \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl / }
357       }
358     }
359   {}
360 }
361 {}
362 }

363 \cs_set:Nn \_trenner: {
364   \, / \,
365 }

366 \cs_gset:Npn \_gib_jahreszeit_durch_monat: #1 {
367   % \str_case funktioniert nicht mit den Tokenlist variablen.
368   \tl_case:Nn { #1 }
369   {
370     { 3 } { Frühjahr }
371     { 03 } { Frühjahr }
372     { 9 } { Herbst }
373     { 09 } { Herbst }
374   }
375 }

Definiert auch in .scripts/nodejs/src/examen.ts funktioniert nicht

376 \cs_gset:Npn \_gib_examen_fach_durch_nummer: #1 {
377   \tl_case:Nn { #1 }
378   {
379     { 46110 } { Grundlagen der Informatik (nicht vertieft) }
380     { 46111 } { Programmentwicklung / Systemprogrammierung / Datenbanksysteme (nicht vertieft) }
381     { 46112 } { Grundlagen der Informatik (nicht vertieft) }

```

```

382 { 46113 } { Theoretische Informatik (nicht vertieft) }
383 { 46114 } { Algorithmen / Datenstrukturen / Programmiermethoden (nicht vertieft) }
384 { 46115 } { Theoretische Informatik / Algorithmen / Datenstrukturen (nicht vertieft) }
385 { 46116 } { Softwaretechnologie / Datenbanksysteme (nicht vertieft) }
386 { 46118 } { Fachdidaktik (Mittelschulen) }
387 { 46119 } { Fachdidaktik (Realschulen) }
388 { 46121 } { Fachdidaktik (berufliche Schulen) }
389 { 66110 } { Automatentheorie, Algorithmische Sprache (vertieft) }
390 { 66111 } { Betriebssysteme / Datenbanksysteme / Rechnerarchitektur (vertieft) }
391 { 66112 } { Automatentheorie / Komplexität / Algorithmen (vertieft) }
392 { 66113 } { Rechnerarchitektur / Datenbanken / Betriebssysteme (vertieft) }
393 { 66114 } { Datenbank- und Betriebssysteme (vertieft) }
394 { 66115 } { Theoretische Informatik / Algorithmen (vertieft) }
395 { 66116 } { Datenbanksysteme / Softwaretechnologie (vertieft) }
396 { 66118 } { Fachdidaktik (Gymnasium) }
397 }
398 }

```

Einzelprüfungsnummer / Jahr / Jahreszeit mit Trennzeichen

```

399 \cs_gset:Npn \_gib_einzelpruefung_trenner: {
400   Staatsexamen ~
401   \g_auf_examen_nummer_tl
402
403   \_trenner:
404
405   \g_auf_examen_jahr_tl
406
407   \_trenner:
408
409   \gib_jahreszeit_durch_monat: \g_auf_examen_monat_tl
410 }

```

Thema Nr.1 / Teilaufgabe Nr. 2 / Aufgabe 3

```

411 \cs_gset:Npn \_gib_aufgaben_pfad_trenner: {
412   \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} {
413     Thema ~ \g_auf_examen_thema_nr_tl \_trenner:
414   }
415   \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_telaufgabe_nr_tl {} {
416     Teilaufgabe ~ \g_auf_examen_telaufgabe_nr_tl \_trenner:
417   }
418   \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} {
419     Aufgabe ~ \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
420   }
421 }

422 \cs_gset:Npn \_gib_examen_titel: {
423   \cs_set:Nn \_trenner: { \, / \, }
424   \bool_if:nTF
425   {
426     ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_nummer_tl &&
427     ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_jahr_tl &&
428     ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_monat_tl &&
429     ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
430   }
431   {
432     {
433       \footnotesize
434       \par
435       \noindent
436       Staatsexamen ~
437       \g_auf_examen_nummer_tl \_trenner:
438       \g_auf_examen_jahr_tl \_trenner:
439
440       \tl_case:Nn \g_auf_examen_monat_tl
441       {

```

```

442     { 03 } { Frühjahr }
443     { 09 } { Herbst }
444 } \_trenner:
445
446 \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} {
447     Thema ~ Nr. ~ \g_auf_examen_thema_nr_tl \_trenner:
448 }
449 \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} {
450     Teilaufgabe ~ Nr. ~ \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl \_trenner:
451 }
452 \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} {
453     Aufgabe ~ Nr. ~ \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
454 }
455 \par
456 \bigskip
457 }
458 }
459 }
460 \cs_new:Npn \_gib_github_url: {
461     \LehramtInformatikGithubDomain /
462     \LehramtInformatikGithubTexRepo /
463     blob /
464     \LehramtInformatikGitBranch /
465     \g_auf_relativer_pfad_tl
466 }
467 \cs_new:Npn \_gib_github_url_href: {
468     \tl_if_empty:NTF \g_auf_relativer_pfad_tl {} {
469         \url{ \_gib_github_url: }
470     }
471 }
472 \cs_new:Npn \_gib_aufgaben_titel: {
473     \g_auf_titel_tl
474
475     \tl_if_empty:NTF \g_auf_thematik_tl
476     {}
477     {
478         \, ~ [
479             \g_auf_thematik_tl
480         ]
481     }
482 }
483 \msg_new:nnn { aufgabenmetadaten } { kein-titel }
484 { Der~Schlüssel~ist~zwingend~notwendig }
485 \def\LehramtInformatikRepository{/pfad/zum/repository}
486 \input /etc/lehramt-informatik.config.tex
487 biblatex not working with lualatex and babel
488 % \RequirePackage{polyglossia}
489 % \setmainlanguage{german}
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600

```

## 2.6 baum.sty

```
489 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
490 \ProvidesPackage{bschlangaul-baum}[2020/06/13 Zum Setzen von
491 Binär- und AVL-Bäumen. Hüll-Paket um TikZ and tikz-qtreet.]
492 \RequirePackage{tikz}

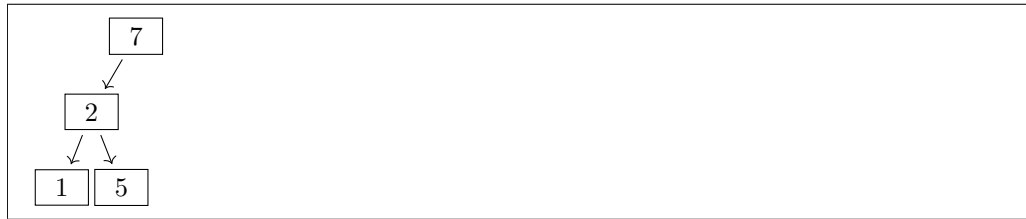
    für li binaer baum
493 \RequirePackage{tikz-qtreet}

    Für b baum
494 \usetikzlibrary{shapes.multipart}
```

### 2.6.1 Binärbaum

TikZ-Stil: li binaer baum: Knoten als Kreise, Kanten als Pfeile.

```
\begin{tikzpicture}[li binaer baum]
\Tree
[.7
  [.2
    [.1 ]
    [.5 ]
  ]
\edge[blank]; \node[blank]{};
]
\end{tikzpicture}
```



```
495 \tikzset{
496   li binaer baum/.style={
497     shorten <=2pt,
498     shorten >=2pt,
499     ->,
500     every tree node/.style={
501       minimum width=2em,
502       draw,
503       rectangle
504     },
505     blank/.style={
506       draw=none
507     },
508     edge from parent/.style={
509       draw,
510       edge from parent path={(\tikzparentnode) -- (\tikzchildnode)}
511     },
512     level distance=1cm,
513     every label/.style={
514       gray,
515       font=\footnotesize,
516       label position=0,
517       label distance=0cm,
518     }
519   },
520 }
```



### 2.6.2 AVL-Baum

```
\begin{tikzpicture}[li binaer baum]
\Tree
[.\node[label=-1]{5};
  [.\node[label=-1]{2};
    [.\node[label=0]{1}; ]
    \edge[blank]; \node[blank]{};
  ]
  [.\node[label=0]{7}; ]
]
\end{tikzpicture}
```

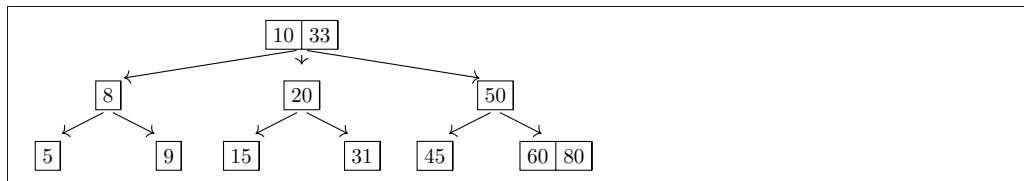


### 2.6.3 B-Baum

```

\begin{tikzpicture}[
  scale=0.8,
  transform shape,
  li bbaum,
  level 1/.style={level distance=10mm,sibling distance=32mm},
  level 2/.style={level distance=10mm,sibling distance=20mm},
]
\node {10 \nodepart{two} 33}
  child {node {8}
    child {node {5}}
    child {node {9}}
  }
  child {node {20}
    child {node {15}}
    child {node {31}}
  }
  child {node {50}
    child {node {45}}
    child {node {60 \nodepart{two} 80}}
  }
;
\end{tikzpicture}

```



```

521 \tikzset{
522   li bbaum knoten/.style={
523     rectangle split parts=10,
524     rectangle split,
525     rectangle split horizontal,
526     rectangle split ignore empty parts,
527     draw,
528     fill=white
529   },
530   li bbaum/.style={
531     every node/.style={
532       li bbaum knoten
533     },
534     level 1/.style={
535       level distance=12mm,
536       sibling distance=25mm,
537     },
538     every child/.style={
539       shorten <= 2pt,
540       shorten >= 6pt,
541       ->,
542     },
543     level 2/.style={
544       level distance=9mm,
545       sibling distance=15mm,
546     },
547   }
548 }
549

```

## 2.7 checkbox.sty

```
550 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
551 \ProvidesPackage{bschlangaul-checkbox}[2020/12/14 Zum Setzen von
552 Multiple-Choice-Fragen. Simulation von Kästchen zum ankreuzen]
553 \RequirePackage{amssymb}

\liRichtig Angekreuztes Kästchen (nur innerhalb der itemize-Umgebung zu verwenden.
554 \def\liRichtig{\item[$\boxtimes$]}

\liFalsch Nicht angekreuztes Kästchen (nur innerhalb der itemize-Umgebung zu verwenden.
555 \def\liFalsch{\item[$\square$]}

556
```

## 2.8 chomsky-normalform.sty

```
557 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
558 \ProvidesPackage{bschlangaul-chomsky-normalform}[2021/03/26
559 Hilfsmakros zum Setzen des Algorithmus zum Erreichen der Chomsky-Normalform]

560 \ExplSyntaxOn

561 \liLadePakete{typographie}
```

### 2.8.1 Makro-Kürzel

```
\let\erklaerung=\liChomskyErklaerung
\let\schritt=\liChomskyUeberschrift
\let\schrittE=\liChomskyUeberErklaerung
```

### 2.8.2 TeX-Markup-Grundgerüst

```
\let\schrittE=\liChomskyUeberErklaerung
\begin{enumerate}
\item \schrittE{1}
\item \schrittE{2}
\item \schrittE{3}
\item \schrittE{4}
\end{enumerate}
```

### 2.8.3 Konkretes TeX-Markup-Beispiel

```
\begin{enumerate}
\item \schrittE{1}

\liNichtsZuTun

\item \schrittE{2}

\begin{liProduktionsRegeln}
S -> d S e | a | U c T | S b U,
T -> d S e | a,
U -> d S e | a | U c T,
\end{liProduktionsRegeln}

\item \schrittE{3}

\begin{liProduktionsRegeln}
S -> D S E | a | U C T | S B U,
T -> D S E | a,
U -> D S E | a | U C T,
B -> b,
C -> c,
D -> d,
E -> e,
\end{liProduktionsRegeln}

\item \schrittE{4}
% S -> S S.1 | T2 S.2 | a | U S.3
% T -> T2 S.2 | a
% U -> T2 S.2 | a | U S.3
% T1 -> b
% T2 -> d
% T3 -> e
% T4 -> c
% S.1 -> T1 U
% S.2 -> S T3
% S.3 -> T4 T
```

```

\begin{liProduktionsRegeln}
S -> D S_E | a | U C_T | S B_U, % S -> S S.1 | T2 S.2 | a | U S.3
T -> D S_E | a, % T -> T2 S.2 | a
U -> D S_E | a | U C_T, % U -> T2 S.2 | a | U S.3
B -> b, % T1 -> b
C -> c, % T4 -> c
D -> d, % T2 -> d
E -> e, % T3 -> e
S_E -> S E, % S.2 -> S T3
C_T -> C T, % S.3 -> T4 T
B_U -> B U, % S.1 -> T1 U
\end{liProduktionsRegeln}
\end{enumerate}

```

\liChomskyUeberschrift **Let-Abkürzung:** \let\schritt=\liChomskyUeberschrift

```

562 \def\liChomskyUeberschrift#1{
563   {
564     \bfseries
565     \rmfamily
566     \str_case:nn {#1} {
567       {1} {Elimination-der- $\varepsilon$ -Regeln}
568       {2} {Elimination-von-Kettenregeln}
569       {3} {Separation-von-Terminalzeichen}
570       {4} {Elimination-von-mehrelementigen-Nonterminalketten}
571     }
572   }
573 }

```

\liChomskyErklaerung **Let-Abkürzung:** \let\erklaerung=\liChomskyErklaerung  
Hoffmann Seite 180

```

574 \def\liChomsky@erklaerung@texte#1{
575   \str_case:nn {#1} {
576     %
577     {1} {
578       Alle-Regeln-der-Form- $A \rightarrow \varepsilon$ -werden-eliminiert.~
579       Die-Ersetzung-von- $A$ -wird-durch- $\varepsilon$ -in-alen-anderen-
580       Regeln-vorweggenommen.
581     }
582     {2} {
583       Jede-Produktion-der-Form- $A \rightarrow B$ -mit- $A, B$ -in- $S$ -wird-
584       als-Kettenregel-bezeichnet.~Diese-tragen-nicht-zur-Produktion-
585       von-Terminalzeichen-bei-und-lassen-sich-ebenfalls-eliminieren.
586     }
587     {3} {
588       Jedes-Terminalzeichen- $\sigma$ ,~das-in-Kombination-mit-anderen-
589       Symbolen-auftaucht,~wird-durch-ein-neues-Nonterminal-
590        $S_{\sigma}$ -ersetzt-und-die-Menge-der-Produktionen-durch-die-
591       Regel- $S_{\sigma} \rightarrow \sigma$ -ergänzt.
592     }
593     {4} {
594       Alle-Produktionen-der-Form-
595        $A \rightarrow B_{\{1\}} B_{\{2\}} \dots B_{\{n\}}$ -
596       werden-in-die-Produktionen-
597        $A \rightarrow$ 
598        $A_{\{n-1\}} B_{\{n\}}, A_{\{n-1\}} \rightarrow$ 
599        $A_{\{n-2\}} B_{\{n-1\}}, \dots,$ 
600        $A_{\{2\}} \rightarrow B_{\{1\}} B_{\{2\}}$ -zerteilt.~
601       Nach-der-Ersetzung-sind-alles-längeren-Nonterminalketten-
602       vollständig-heruntergebrochen-und-die-Chomsky-Normalform-erreicht.
603     }
604   }

```

```

605 }
606 \def\liChomskyErklaerung#1{
607   {
608     \itshape
609     \footnotesize
610     \liParagraphMitLinien{\li@chomsky@erklaerung@texte{#1}}
611   }
612 }

```

\liChomskyUeberErklaerung **Let-Abkürzung:** \let\schrittE=\liChomskyUeberErklaerung

```

613 \def\liChomskyUeberErklaerung#1{
614   \liChomskyUeberschrift{#1}\par
615   \liChomskyErklaerung{#1}
616 }

```

```

617 \ExplSyntaxOff
618

```

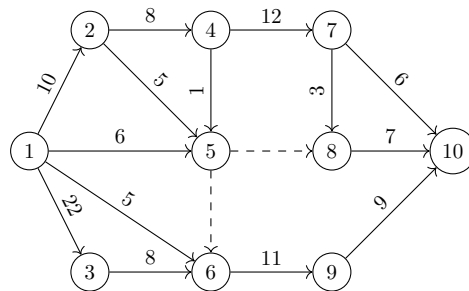
## 2.9 cpm.sty

```
619 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
620 \ProvidesPackage{bschlangaul-cpm}[2020/09/03]
621 \RequirePackage{tikz}
622 \liLadePakete{mathe,typographie}
```

### 2.9.1 Makro-Kürzel

```
\let\f=\footnotesize
\let\FZ=\liCpmFruehI
\let\SZ=\liCpmSpaetI
\let\v=\liCpmVon
\let\ vz=\liCpmVonZu
\let\z=\liCpmZu
```

### 2.9.2 TeX-Markup-Beispiel: Graph



```
\begin{tikzpicture}[scale=0.8,transform shape]
\liCpmEreignis{1}{0}{2}
\liCpmEreignis{2}{1}{4}
\liCpmEreignis{3}{1}{0}

\liCpmVorgang{1}{2}{10}
\liCpmVorgang{1}{3}{22}
\liCpmVorgang{1}{5}{6}

\liCpmVorgang[schein]{5}{6}{5}
\liCpmVorgang[schein]{5}{8}{5}
\end{tikzpicture}
```

### 2.9.3 TeX-Markup-Beispiel: Ergebnistabelle

```
\begin{tabular}{|l|l|l|l|l|l|l|l|}
\hline
\hline
i & a & b & c & d & e & f & g \\ \hline
FZ & 0 & 2 & 5 & 6 & 10 & 3 & 12 \\ \hline
SZ & 0 & 2 & 5 & 10 & 10 & 6 & 12 \\ \hline
GP & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 3 & 0 \\ \hline
\end{tabular}
```

### 2.9.4 TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Frühester Zeitpunkt“

```
\liCpmFruehErklaerung
\begin{tabular}{|l|l|r|}
\hline
\hline
i & Nebenrechnung & \FZ \\ \hline
1 & & 0 \\
2 & & 5 \\
3 & & 18
\end{tabular}
```

```

4      &                                     & 7    \\
5      &                                     & 19   \\
6      &                                     & 26   \\
7      & $\max(19_3, 22_4)$                 & 22   \\
8      & $\max(30_5, 30_6, 28_7)$ & 30   \\ \\hline
\end{tabular}

```

## 2.9.5 TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Spätester Zeitpunkt“

```

\liCpmSpaetErklaerung
% Absteigend nach i sortieren
\begin{tabular}{|l|l|r|}
\hline
i & Nebenrechnung & \SZ \\ \\hline
8   & siehe \FZ[8]   & 30 \\
7   &                & 24 \\
6   &                & 26 \\
5   &                & 19 \\
4   &                & 9  \\
3   & $\min(18_6, 23_7)$ & 18 \\
2   &                & 5  \\
1   & $\min(0_2, 0_3, 2_4)$ & 0  \\ \\hline
\end{tabular}

```

```

\liCpmEreignis \liCpmEreignis\{(.*)\}\{((.*),(.*))\} -> \liCpmEreignis{$1}{$2}{$3}

```

```

623 \ExplSyntaxOn
624 \NewDocumentCommand { \liCpmEreignis } { 0{} m m m } {
625   \tl_set:Nn \l_name_tl {}
626
627   \keys_define:nn { cpmEreignis } {
628     name .code:n = {\tl_set:Nn \l_name_tl {##1}},
629   }
630
631   \keys_set:nn { cpmEreignis } { #1 }
632
633   \tl_if_empty:NT \l_name_tl {
634     \tl_set:Nn \l_name_tl {#2}
635   }
636
637   \node[circle,draw] (\l_name_tl) at (#3,#4) {#2};
638 }
639 \ExplSyntaxOff

```

```

\liCpmVorgang \liCpmVORGANG\{((.*)>(.*))\}\{(.*)\}

```

```

640 \ExplSyntaxOn
641 \NewDocumentCommand { \liCpmVorgang } { 0{} m m m } {
642   \tl_set:Nn \l_schein_tl {}
643   \tl_set:Nn \l_kritisch_tl {}
644
645   \keys_define:nn { cpmVorgang } {
646     schein .code:n = {\tl_set:Nn \l_schein_tl {dashed}},
647     kritisch .code:n = {\tl_set:Nn \l_kritisch_tl {very~thick}},
648   }
649
650   \keys_set:nn { cpmVorgang } { #1 }
651
652   \path[->,\l_schein_tl,\l_kritisch_tl] (#2) edge node[auto,sloped] {#4} (#3);
653 }
654 \ExplSyntaxOff

```



## 2.9.6 Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle

```

\begin{tabular}{|1|1|1|1|1|1|1|1|1|1|}
\hline
$i$ & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & \\
\FZ & 0 & 5 & 18 & 7 & 19 & 26 & 22 & 30 & \\
\SZ & 0 & 5 & 18 & 9 & 19 & 26 & 24 & 30 & \\
GP & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 2 & 0 & \\
\end{tabular}

\liCpmVonZu Let-Abkürzung: \let\vz=\liCpmVonZu
\liCpmVonZu{1}(2-3):  $1_{(2 \rightarrow 3)}$ 
655 \def\liCpmVonZuOhneMathe#1(#2-#3){#1_{\scriptscriptstyle(#2\rightarrow#3)}}
656 \def\liCpmVonZu#1(#2-#3){%
657 \ifmmode%
658 \liCpmVonZuOhneMathe{#1}(#2-#3)%
659 \else%
660 $\liCpmVonZuOhneMathe{#1}(#2-#3)$%
661 \fi%
662 }

\liCpmVon Let-Abkürzung: \let\v=\liCpmVon
\liCpmVon{1}(2):  $1_{(\rightarrow 2)}$ 
663 \def\liCpmVonOhneMathe#1(#2){#1_{\scriptscriptstyle(\rightarrow#2)}}
664 \def\liCpmVon#1(#2){%
665 \ifmmode%
666 \liCpmVonOhneMathe{#1}(#2)%
667 \else%
668 $\liCpmVonOhneMathe{#1}(#2)$%
669 \fi%
670 }

\liCpmZu Let-Abkürzung: \let\z=\liCpmZu
\liCpmZu{1}(2):  $1_{(\leftarrow 2)}$ 
671 \def\liCpmZuOhneMathe#1(#2){#1_{\scriptscriptstyle(\leftarrow#2)}}
672 \def\liCpmZu#1(#2){%
673 \ifmmode%
674 \liCpmZuOhneMathe{#1}(#2)%
675 \else%
676 $\liCpmZuOhneMathe{#1}(#2)$%
677 \fi%
678 }

679 \ExplSyntaxOn

\liCpmSpaetI Spätester Zeitpunkt, zu dem Ereignis  $i$  eintreten kann
Let-Abkürzung: \let\SZ=\liCpmSpaetI
680 \NewDocumentCommand{ \liCpmSpaetI } { 0{i} } {
681 \ifmmode
682 SZ\sb{#1}
683 \else
684 $\SZ\sb{#1}$
685 \fi
686 }

\liCpmFruehI Frühester Zeitpunkt, zu dem Ereignis  $i$  eintreten kann.
Let-Abkürzung: \let\FZ=\liCpmFruehI
687 \NewDocumentCommand{ \liCpmFruehI } { 0{i} } {
688 \ifmmode
689 FZ\sb{#1}
690 \else
691 $\FZ\sb{#1}$

```

```

692 \fi
693 }

```

\liCpmFruehErklaerung

— Wir führen eine Vorwärtsterminierung durch und addieren die Dauern. Kann ein Ereignis über mehrere Vorgänge erreicht werden, wählen wir das Maximum aus. **Erläuterungen:**  $i$ : Ereignis  $i$ ;  $FZ_i$ : Frühester Zeitpunkt, zu dem Ereignis  $i$  eintreten kann. —

```

694 \def\liCpmFruehErklaerung{
695   \liParagraphMitLinien{
696     Wir~führen~eine~Vorwärtsterminierung~durch~
697     und~addieren~die~Dauern.~
698
699     Kann~ein~Ereignis~über~mehrere~Vorgänge~erreicht~
700     werden,~wählen~wir~das~Maximum~aus.~
701
702     \textbf{Erläuterungen:}~
703
704      $i$ :~
705     Ereignis~ $i$ ;~,
706
707     \liCpmFruehI{}:~
708     Frühester~Zeitpunkt,~zu~dem~Ereignis~ $i$ ~eintreten~kann
709     .
710   }
711 }

```

\liCpmSpaetErklaerung

— Wir führen eine Rückwärtsterminierung durch und subtrahieren die Dauern vom letzten Ereignis aus. Kann ein Ereignis über mehrere Vorgänge erreicht werden, wählen wir das Minimum aus. **Erläuterungen:**  $i$ : Ereignis  $i$ ;  $SZ_i$ : Spätester Zeitpunkt, zu dem Ereignis  $i$  eintreten kann. —

```

712 \def\liCpmSpaetErklaerung{
713   \liParagraphMitLinien{
714     Wir~führen~eine~Rückwärtsterminierung~durch~
715     und~subtrahieren~die~Dauern~vom~letzten~Ereignis~aus.~
716
717     Kann~ein~Ereignis~über~mehrere~Vorgänge~erreicht~
718     werden,~wählen~wir~das~Minimum~aus.~
719
720     \textbf{Erläuterungen:}~
721
722      $i$ :~
723     Ereignis~ $i$ ;~,
724
725     \liCpmSpaetI{}:~
726     Spätester~Zeitpunkt,~zu~dem~Ereignis~ $i$ ~eintreten~kann
727     .
728   }
729 }

730 \ExplSyntaxOff
731

```

## 2.10 cyk-algorithmus.sty

```
732 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
733 \ProvidesPackage{bschlangaul-cyk-algorithmus}[2021/06/18 Hilfsmakros
734 zum Setzen des CYK-Algorithmus]
```

### 2.10.1 Makro-Kürzel

```
\let\l=\liKurzeTabellenLinie
```

### 2.10.2 TeX-Markup-Beispiel

```
\begin{tabular}{|c|c|c|c|c|c|}
a      & c      & b      & c      & a      & b \\\hline\hline

$R_a$ & $R_c$ & $R_b$ & $R_c$ & $R_a$ & $R_b$ \l6
B      & A      & A      & B      & C      & \l5
S      & -      & S      & S      & \l4
-      & -      & -      & \l3
-      & -      & \l2
S \l1
\end{tabular}
\liWortInSprache{acbcab}
```

`\liKurzeTabellenLinie` **Let-Abkürzung:** `\let\l=\liKurzeTabellenLinie`

```
735 \def\liKurzeTabellenLinie#1{\ccline{1-#1}}
```

`\liWortInSprache` `\liWortInSprache{abc}:  $\Rightarrow abc \in L(G)$`

`\liWortInSprache{abc}[L(Z)]:  $\Rightarrow abc \in L(Z)$`

```
736 \NewDocumentCommand{ \liWortInSprache } { m O{L(G)} } {
737   \bigskip
738   \noindent
739   $\Rrightarrow$ #1 \in #2$
740 }
```

`\liWortNichtInSprache` `\liWortNichtInSprache{abc}:  $\Rightarrow abc \notin L(G)$`

`\liWortNichtInSprache{abc}[L(Z)]:  $\Rightarrow abc \notin L(Z)$`

```
741 \NewDocumentCommand{ \liWortNichtInSprache } { m O{L(G)} } {
742   \bigskip
743   \noindent
744   $\Rrightarrow$ #1 \notin #2$
745 }
```

```
746
```

## 2.11 entwurfsmuster.sty

```
747 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
748 \ProvidesPackage{bschlangaul-entwurfsmuster}[2021/05/06
749 Hilfsmakros zum Setzen von Entwurfsmustern / Design Patterns]
```

### 2.11.1 Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:

Präfix: \liEntwurfs + Name des Entwurfsmuster DeutscherName + Suffix: (Uml, Akteure, Code, ohne)

### 2.11.2 Reihenfolge

1. Beschreibung Kurze Beschreibung des Entwurfsmusters, z. B \liEntwurfsEinzelstueckBeschreibung
2. Uml: Uml-Klassendiagramm, z. B \liEntwurfsEinzelstueckUml
3. Akteure: Akteure, beteiligte Klassen, z. B \liEntwurfsEinzelstueckAkteure
4. Code: Allgemeines Code-Beispiel, z. B \liEntwurfsEinzelstueckCode
5. ohne: Ohne Suffix, Bündelung der einzelnen Makros eines Entwurfsmusters  
\liEntwurfsEinzelstueckAkteure

```
750 \RequirePackage{bschlangaul-uml}
```

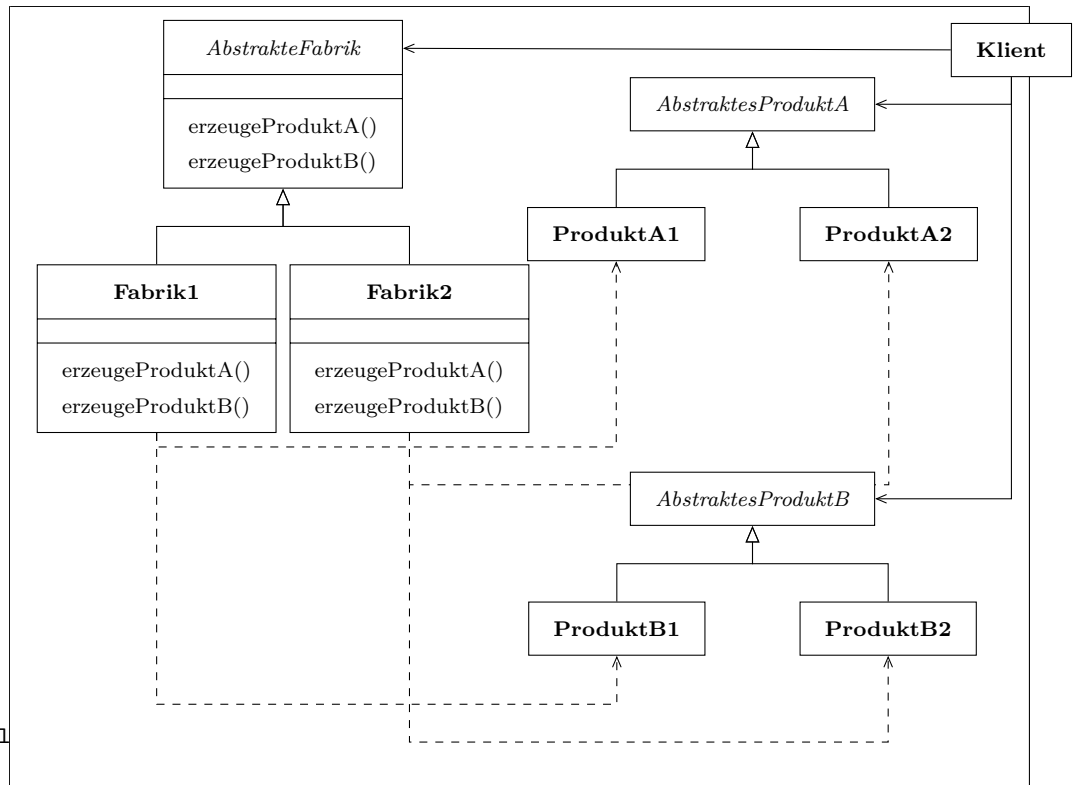
\li@EntwurfsCodeAllgemein Allgemeine Code-Beispiele zu den UML-Diagrammen und Stellvertretern

```
751 \RequirePackage{bschlangaul-syntax}
752 \def\li@EntwurfsCode#1#2{
753   \liJavaDatei{entwurfsmuster/#1/allgemein/#2}
754 }
```

### 2.11.3 Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)

sAbstrakteFabrikBeschreibung

```
755 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung{
756   Es wird eine Schnittstelle bereitgestellt, um \emph{Familien
757   verbundener oder abhängiger Objekte} zu erstellen, ohne die konkreten
758   Klassen zu spezifizieren.\footcite[Seite 25]{eilebrecht}
759 }
```



```

760 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrikUml{
761   \begin{tikzpicture}
762     \umlclass[type=abstract]{AbstrakteFabrik}{-}{-}{
763       erzeugeProduktA()\n
764       erzeugeProduktB()\n
765     }
766     \umlclass[below left=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik1}{-}{-}{
767       erzeugeProduktA()\n
768       erzeugeProduktB()\n
769     }
770     \umlclass[below right=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik2}{-}{-}{
771       erzeugeProduktA()\n
772       erzeugeProduktB()\n
773     }
774     \umlVHVinherit{Fabrik1}{AbstrakteFabrik}
775     \umlVHVinherit{Fabrik2}{AbstrakteFabrik}
776
777     \umlsimpleclass[right=3cm of AbstrakteFabrik,type=abstract]{AbstraktesProduktA}
778     \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA1}
779     \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA2}
780     \umlVHVinherit{ProduktA1}{AbstraktesProduktA}
781     \umlVHVinherit{ProduktA2}{AbstraktesProduktA}
782
783     \umlsimpleclass[above right=0cm and 1cm of AbstraktesProduktA]{Klient}
784
785     \umlsimpleclass[below=4.5cm of AbstraktesProduktA,type=abstract]{AbstraktesProduktB}
786     \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB1}
787     \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB2}
788     \umlVHVinherit{ProduktB1}{AbstraktesProduktB}
789     \umlVHVinherit{ProduktB2}{AbstraktesProduktB}
790
791     \umlVHVdep[arm1=-1.3cm,arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktA1}
792     \umlVHVdep[arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktB1}
793
794     \umlVHVdep[arm1=-1.8cm,arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktA2}
795     \umlVHVdep[arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktB2}
796

```

```

797 \umluniassoc[anchor2=25]{Klient}{AbstrakteFabrik}
798 \umlVHuniassoc[arm1=-1cm]{Klient}{AbstraktesProduktA}
799 \umlVHuniassoc{Klient}{AbstraktesProduktB}
800 \end{tikzpicture}
801 }

```

iEntwurfsAbstrakteFabrikCode

```

802 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrikCode{
803 \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Produkte}
804 \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{AbstrakteFabrik}
805 \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Klient}
806 }

```

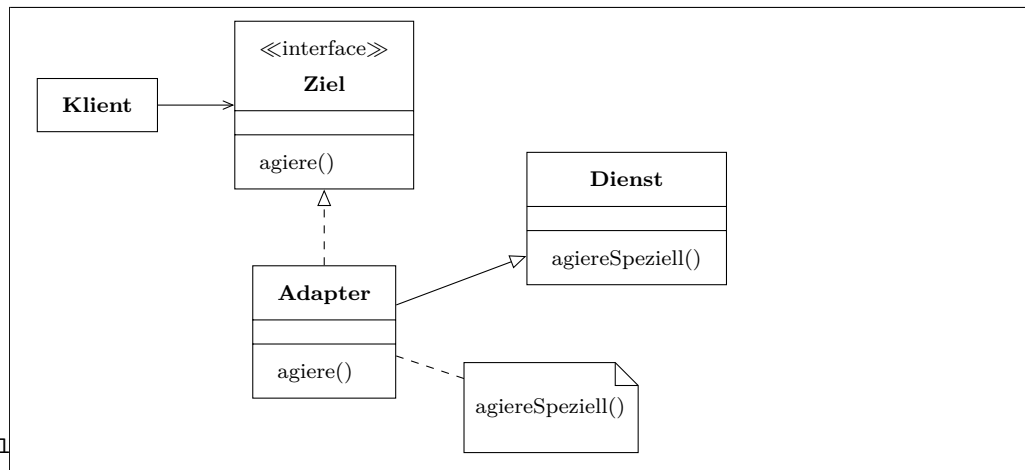
\liEntwurfsAbstrakteFabrik

```

807 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrik{
808 \liEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung
809
810 \liEntwurfsAbstrakteFabrikUml
811
812 \liEntwurfsAbstrakteFabrikCode
813 }

```

#### 2.11.4 Adapter



\liEntwurfsAdapterUml

```

814 \def\liEntwurfsAdapterUml{
815 \begin{tikzpicture}
816 \umlsimpleclass[x=1,y=3]{Klient}{}{}
817 \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Ziel}{}{agiere()}
818 \umlclass[x=4,y=0]{Adapter}{}{agiere()}
819 \umlclass[x=8,y=1.5]{Dienst}{}{agiereSpeziell()}
820
821 \umlreal{Adapter}{Ziel}
822 \umluniassoc{Klient}{Ziel}
823 \umlinherit{Adapter}{Dienst}
824
825 \umlnote[x=7,y=-1,width=2cm]{Adapter}{agiereSpeziell()}
826 \end{tikzpicture}
827 \footcite[so ähnlich wie GoF]{wiki:adapter}
828 }

```

\liEntwurfsAdapterAkteure

**Ziel (Target)** Das Ziel definiert die Schnittstelle, die der Klient nutzen kann.

**Klient (Client)** Der Klient nutzt Dienste über inkompatible Schnittstellen und greift dabei auf adaptierte Schnittstellen zurück.

**Dienst (Adaptee)** Der Dienst bietet wiederzuverwendende Dienstleistungen mit fest definierter Schnittstelle an.

**Adapter** Der Adapter adaptiert die Schnittstelle des Dienstes auf die Schnittstelle zum Klienten.

```

829 \def\liEntwurfsAdapterAkteure{
830   \begin{description}
831
832     \item[Ziel (Target)]
833
834     Das Ziel definiert die Schnittstelle, die der Klient nutzen kann.
835
836     \item[Klient (Client)]
837
838     Der Klient nutzt Dienste über inkompatible Schnittstellen und greift
839     dabei auf adaptierte Schnittstellen zurück.
840
841     \item[Dienst (Adaptee)]
842
843     Der Dienst bietet wiederzuverwendende Dienstleistungen mit fest
844     definierter Schnittstelle an.
845
846     \item[Adapter]
847
848     Der Adapter adaptiert die Schnittstelle des Dienstes auf die
849     Schnittstelle zum Klienten.\footcite{wiki:adapter}
850
851   \end{description}
852 }

```

\liEntwurfsAdapterCode

```

853 \def\liEntwurfsAdapterCode{
854   \li@EntwurfsCode{adapter}{Dienst}
855   \li@EntwurfsCode{adapter}{Ziel}
856   \li@EntwurfsCode{adapter}{Adapter}
857   \li@EntwurfsCode{adapter}{Klient}
858 }

```

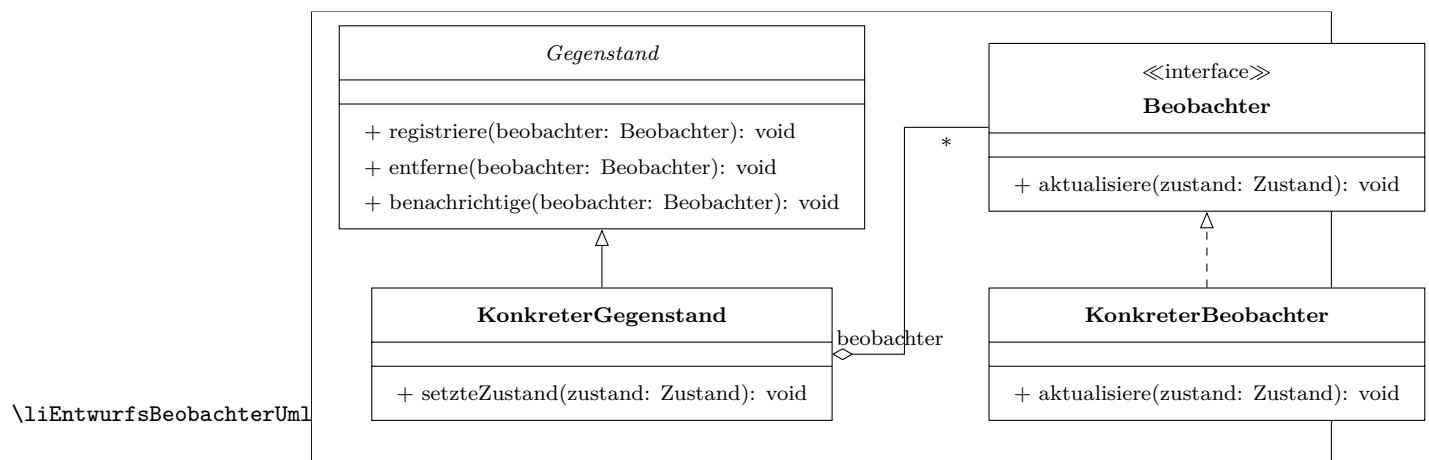
\liEntwurfsAdapter

```

859 \def\liEntwurfsAdapter{
860   \liEntwurfsAdapterUml
861   \liEntwurfsAdapterAkteure
862   \liEntwurfsAdapterCode
863 }

```

### 2.11.5 Beobachter (Observer)



```

864 \def\liEntwurfsBeobachterUml{
865   \begin{tikzpicture}
866     \umlclass[x=0,y=0,type=abstract]{Gegenstand}{}{

```

```

867     + registriere(beobachter: Beobachter): void\\
868     + entferne(beobachter: Beobachter): void\\
869     + benachrichtige(beobachter: Beobachter): void\\
870 }
871 \umlclass[x=0,y=-3]{KonkreterGegenstand}{-}{-}{
872     + setzeZustand(zustand: Zustand): void
873 }
874 \umlinherit{KonkreterGegenstand}{Gegenstand}
875
876 \umlclass[x=8,y=0,type=interface]{Beobachter}{-}{-}{
877     + aktualisiere(zustand: Zustand): void
878 }
879 \umlclass[x=8,y=-3]{KonkreterBeobachter}{-}{-}{
880     + aktualisiere(zustand: Zustand): void
881 }
882 \umlreal{KonkreterBeobachter}{Beobachter}
883
884 \umlHVHaggreg[arg1=beobachter,pos1=0.8,mult2=*,pos2=2.5]
885 {KonkreterGegenstand}{Beobachter}
886 \end{tikzpicture}
887 }

```

\liEntwurfsBeobachterAkteure

**Gegenstand / Subjekt (Subject / Observable)** Ein Subjekt (beobachtbares Objekt, auf Englisch publisher, also „Veröffentlicher“, genannt) hat eine Liste von Beobachtern, ohne deren konkrete Typen zu kennen. Es bietet eine Schnittstelle zur An- und Abmeldung von Beobachtern und eine Schnittstelle zur Benachrichtigung von Beobachtern über Änderungen an.

**Beobachter (Observer)** Die Beobachter (auf Englisch auch subscriber, also „Abonnent“, genannt) definieren eine Aktualisierungsschnittstelle.

**konkreter/s Gegenstand / Subjekt (ConcreteSubject / ConcreteObservable)**

Ein konkretes Subjekt (konkretes, beobachtbares Objekt) speichert den relevanten Zustand und benachrichtigt alle Beobachter bei Zustandsänderungen über deren Aktualisierungsschnittstelle. Es verfügt über eine Schnittstelle zur Erfragung des aktuellen Zustands.

**Konkrete Beobachter (ConcreteObserver)** Konkrete Beobachter verwalten die Referenz auf ein konkretes Subjekt, dessen Zustand sie beobachten und speichern und dessen Zustand konsistent ist. Sie implementieren eine Aktualisierungsschnittstelle unter Verwendung der Abfrageschnittstelle des konkreten Subjekts.

```

888 \def\liEntwurfsBeobachterAkteure{
889   \begin{description}
890     \item[Gegenstand / Subjekt (Subject / Observable)]
891
892     Ein Subjekt (beobachtbares Objekt, auf Englisch publisher, also
893     „Veröffentlicher“, genannt) hat eine Liste von Beobachtern, ohne
894     deren konkrete Typen zu kennen. Es bietet eine Schnittstelle zur An-
895     und Abmeldung von Beobachtern und eine Schnittstelle zur
896     Benachrichtigung von Beobachtern über Änderungen an.\footcite[Seite
897     251]{gof}
898
899     \item[Beobachter (Observer)]
900
901     Die Beobachter (auf Englisch auch subscriber, also „Abonnent“,
902     genannt) definieren eine Aktualisierungsschnittstelle.
903
904     \item[konkreter/s Gegenstand / Subjekt (ConcreteSubject / ConcreteObservable)]
905
906     Ein konkretes Subjekt (konkretes, beobachtbares Objekt) speichert
907     den relevanten Zustand und benachrichtigt alle Beobachter bei

```



```

908 Zustandsänderungen über deren Aktualisierungsschnittstelle. Es
909 verfügt über eine Schnittstelle zur Erfragung des aktuellen
910 Zustands.
911
912 \item[Konkrete Beobachter (ConcreteObserver)]
913
914 Konkrete Beobachter verwalten die Referenz auf ein konkretes
915 Subjekt, dessen Zustand sie beobachten und speichern und dessen
916 Zustand konsistent ist. Sie implementieren eine
917 Aktualisierungsschnittstelle unter Verwendung der
918 Abfrageschnittstelle des konkreten Subjekts.
919 \footcite{wiki:beobachter}
920 \end{description}
921 }

```

\liEntwurfsBeobachterCode

```

922 \def\liEntwurfsBeobachterCode{
923 \li@EntwurfsCode{beobachter}{Gegenstand}
924 \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterGegenstand}
925 \li@EntwurfsCode{beobachter}{Beobachter}
926 \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterA}
927 \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterB}
928 \li@EntwurfsCode{beobachter}{Klient}
929 }

```

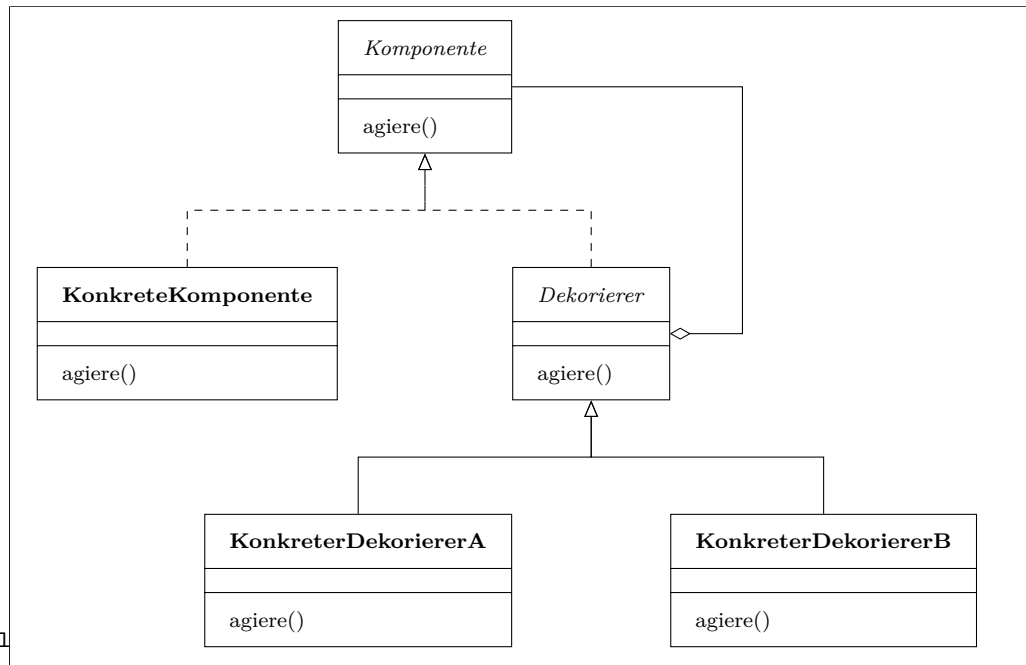
\liEntwurfsBeobachter

```

930 \def\liEntwurfsBeobachter{
931 \liEntwurfsBeobachterUml
932 \liEntwurfsBeobachterAkteure
933 \liEntwurfsBeobachterCode
934 }

```

## 2.11.6 Dekorierer (Decorator)



\liEntwurfsDekoriererUml

```

935 \def\liEntwurfsDekoriererUml{
936 \begin{tikzpicture}
937 \umlclass[type=abstract]{Komponente}{}{agiere()}
938 \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Komponente]{KonkreteKomponente}{}{agiere()}
939 \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Komponente,type=abstract]{Dekorierer}{}{agiere()}
940

```

```

941 \umlVHVreal{KonkreteKomponente}{Komponente}
942 \umlVHVreal{Dekorierer}{Komponente}
943
944 \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererA}{-}{agiere()}
945 \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererB}{-}{agiere()}
946
947 \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererA}{Dekorierer}
948 \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererB}{Dekorierer}
949
950 \umlHVHaggreg[arm1=2cm]{Dekorierer}{Komponente}
951 \footcite{wiki:dekorierer}
952 \end{tikzpicture}
953 }

```

\liEntwurfsDekoriererCode

```

954 \def\liEntwurfsDekoriererCode{
955 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Komponente}
956 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreteKomponente}
957 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Dekorierer}
958 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererA}
959 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererB}
960 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Klient}
961 }

```

\liEntwurfsDekorierer

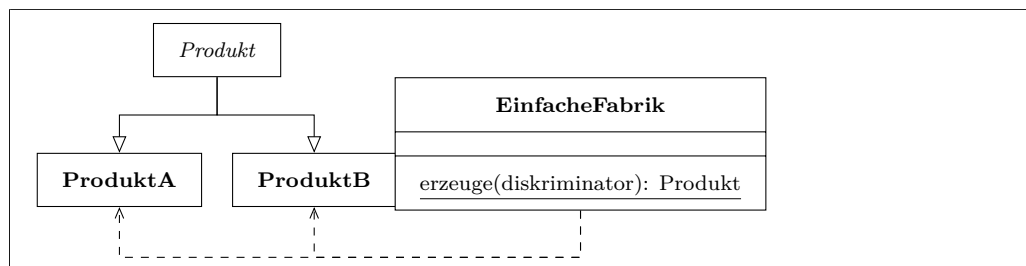
```

962 \def\liEntwurfsDekorierer{
963 \liEntwurfsDekoriererUml
964 \liEntwurfsDekoriererAkteure
965 \liEntwurfsDekoriererCode
966 }

```

### 2.11.7 Einfache Fabrik (Simple Factory)

\liEntwurfsEinfacheFabrikUml Quelle: <https://refactoring.guru/design-patterns/factory-comparison>



```

967 \def\liEntwurfsEinfacheFabrikUml{
968 \begin{tikzpicture}
969 \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
970 \umlsimpleclass[below left=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktA}
971 \umlsimpleclass[below right=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktB}
972 \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktA}
973 \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktB}
974 \umlclass[below right=0cm and 1.5cm of Produkt]{EinfacheFabrik}{
975 }{
976 \umlstatic{erzeuge(diskriminator): Produkt}}\
977 }
978 \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktA}
979 \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktB}
980 \end{tikzpicture}
981 }

```

ntwurfsEinfacheFabrikAkteure Quelle: frei überstetzt aus GoF

**EinfacheFabrik** Eine Klasse mit einer Erzeugungsmethode, die über eine größere Bedingung verschiedene Objekt instanziert.

**Produkt** Eine abstrakte Klasse, die von den konkreten Produkten geerbt wird.

**KonkretesProdukt** Ein konkretes Produkt, das von der einfachen Fabrik erzeugt wird.

```

982 \def\liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure{
983   \begin{description}
984     \item[EinfacheFabrik]
985
986     Eine Klasse mit einer Erzeugungsmethode, die über eine größere
987     Bedingung verschiedene Objekt instanziert.
988
989     \item[Produkt]
990
991     Eine abstrakte Klasse, die von den konkreten Produkten geerbt wird.
992
993     \item[KonkretesProdukt]
994
995     Ein konkretes Produkt, das von der einfachen Fabrik erzeugt wird.
996   \end{description}
997 }
```

\liEntwurfsEinfacheFabrik

```

998 \def\liEntwurfsEinfacheFabrik{
999   \liEntwurfsEinfacheFabrikUml
1000   \liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure
1001 }
```

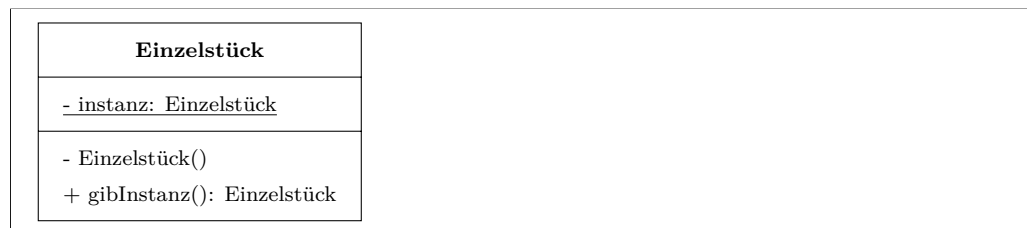
### 2.11.8 Einzelstück (Singleton)

urfsEinzelstueckBeschreibung

```

1002 \def\liEntwurfsEinzelstueckBeschreibung{
1003   Stellt sicher, dass nur \emph{genau eine Instanz einer Klasse} erzeugt
1004   wird.\footcite[Seite 38]{eilebrecht}
1005 }
1006
```

\liEntwurfsEinzelstueckUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

1007 \def\liEntwurfsEinzelstueckUml{
1008   \begin{tikzpicture}
1009     \umlclass{Einzelstück}{
1010       \umlstatic{- instanz: Einzelstück}\\
1011     }{
1012       - Einzelstück()\\
1013       + gibInstanz(): Einzelstück
1014     }
1015   \end{tikzpicture}
1016 }
```

iEntwurfsEinzelstueckAkteure Quelle: frei überstetzt aus GoF

**Einzelstück (Singleton)** stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.

```

1017 \def\liEntwurfsEinzelstueckAkteure{
1018   \begin{description}
1019     \item[Einzelstück (Singleton)]
1020
1021     stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten
1022     nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.
1023   \end{description}
1024 }

```

\liEntwurfsEinzelstueckCode

```

1025 \def\liEntwurfsEinzelstueckCode{
1026   \li@EntwurfsCode{einzelstueck}{Einzelstueck}
1027 }

```

\liEntwurfsEinzelstueck

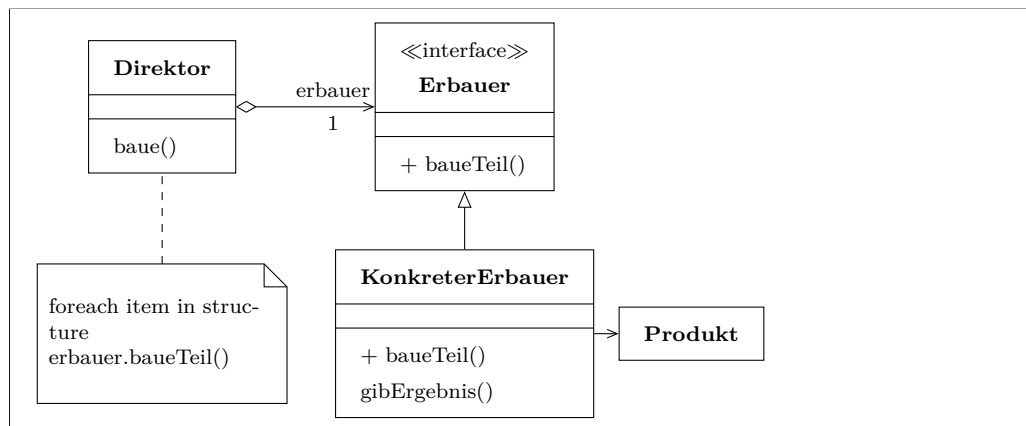
```

1028 \def\liEntwurfsEinzelstueck{
1029   \liEntwurfsEinzelstueckBeschreibung
1030
1031   \liEntwurfsEinzelstueckUml
1032
1033   \liEntwurfsEinzelstueckAkteure
1034
1035   \liEntwurfsEinzelstueckCode
1036 }

```

### 2.11.9 Erbauer (Builder)

\liEntwurfsErbauerUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

1037 \def\liEntwurfsErbauerUml{
1038   \begin{tikzpicture}
1039     \umlsimpleclass[x=7,y=0]{Produkt}{}{}
1040     \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Erbauer}{}{+ baueTeil()}
1041     \umlclass[x=4,y=0]{KonkreterErbauer}{}{
1042       + baueTeil()\n
1043       gibErgebnis()}
1044     \umlclass[x=0,y=3]{Direktor}{}{baue()}
1045
1046     \umluniagg[arg2=erbauer,pos2=0.7,mult2=1]{Direktor}{Erbauer}
1047     \umluniassoc{KonkreterErbauer}{Produkt}
1048     \umlinherit{KonkreterErbauer}{Erbauer}
1049
1050     \umlnote[x=0,y=0,width=3cm]{Direktor}{
1051       foreach item in structure\n
1052       erbauer.baueTeil()

```

```

1053 }
1054 \end{tikzpicture}
1055 \footcite{wiki:erbauer}
1056 }

```

\liEntwurfsErbauerAkteure Quelle: deutsche Wikipedia

**Erbauer** Der Erbauer spezifiziert eine abstrakte Schnittstelle zur Erzeugung der Teile eines komplexen Objektes.

**KonkreterErbauer** Der konkrete Erbauer erzeugt die Teile des komplexen Objekts durch Implementierung der Schnittstelle. Außerdem definiert und verwaltet er die von ihm erzeugte Repräsentation des Produkts. Er bietet auch eine Schnittstelle zum Auslesen des Produkts.

**Direktor** Der Direktor konstruiert ein komplexes Objekt unter Verwendung der Schnittstelle des Erbauers. Der Direktor arbeitet eng mit dem Erbauer zusammen: Er weiß, welche Baureihenfolge der Erbauer verträgt oder benötigt. Der Direktor entkoppelt somit den Konstruktionsablauf vom Klienten.

**Produkt** Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.

```

1057 \def\liEntwurfsErbauerAkteure{
1058   \begin{description}
1059     \item[Erbauer]
1060
1061     Der Erbauer spezifiziert eine abstrakte Schnittstelle zur Erzeugung der
1062     Teile eines komplexen Objektes.
1063
1064     \item[KonkreterErbauer]
1065
1066     Der konkrete Erbauer erzeugt die Teile des komplexen Objekts durch
1067     Implementierung der Schnittstelle. Außerdem definiert und verwaltet er
1068     die von ihm erzeugte Repräsentation des Produkts. Er bietet auch eine
1069     Schnittstelle zum Auslesen des Produkts.
1070
1071     \item[Direktor]
1072
1073     Der Direktor konstruiert ein komplexes Objekt unter Verwendung der
1074     Schnittstelle des Erbauers. Der Direktor arbeitet eng mit dem Erbauer
1075     zusammen: Er weiß, welche Baureihenfolge der Erbauer verträgt oder
1076     benötigt. Der Direktor entkoppelt somit den Konstruktionsablauf vom
1077     Klienten.
1078
1079     \item[Produkt]
1080
1081     Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.
1082     \footcite{wiki:erbauer}
1083   \end{description}
1084 }

```

\liEntwurfsErbauer

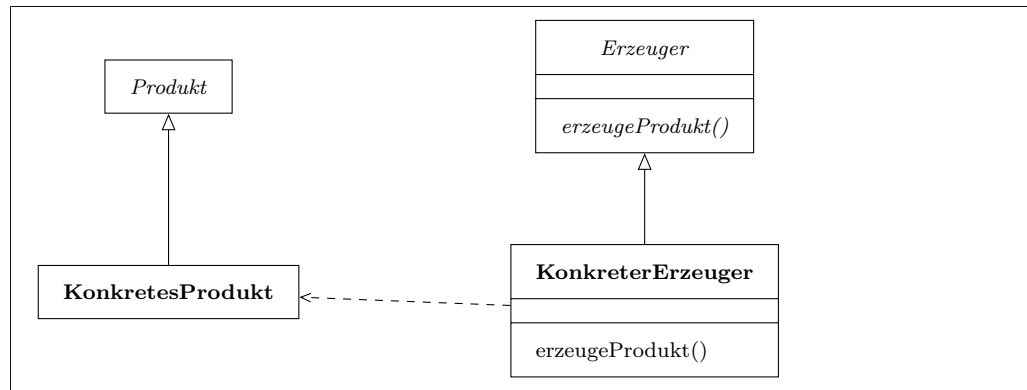
```

1085 \def\liEntwurfsErbauer{
1086   \liEntwurfsErbauerUml
1087   \liEntwurfsErbauerAkteure
1088 }

```

#### 2.11.10 Fabrikmethode (Factory Method)

\liEntwurfsFabrikmethodeUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

1089 \def\liEntwurfsFabrikmethodeUml{
1090   \begin{tikzpicture}
1091     \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
1092     \umlsimpleclass[below=2cm of Produkt]{KonkretesProdukt}
1093     \umlinherit{KonkretesProdukt}{Produkt}
1094
1095     \umlclass[type=abstract,right=4cm of Produkt]{Erzeuger}{\{
1096       \textit{erzeugeProdukt()}\}
1097   }
1098   \umlclass[below=1.2cm of Erzeuger]{KonkreterErzeuger}{\{
1099     erzeugeProdukt()
1100   }
1101   \umlinherit{KonkreterErzeuger}{Erzeuger}
1102
1103   \umldep{KonkreterErzeuger}{KonkretesProdukt}
1104   \end{tikzpicture}
1105 }

```

EntwurfsFabrikmethodeAkteure Quelle: deutsche Wikipedia

**Produkt** Das Produkt ist der Basistyp (Klasse oder Schnittstelle) für das zu erzeugende Produkt.

**KonkretesProdukt** KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.

**Erzeuger** Der Erzeuger deklariert die Fabrikmethode, um ein solches Produkt zu erzeugen und kann eine Default-Implementierung beinhalten.

**KonkreterErzeuger** KonkreterErzeuger überschreibt die Fabrikmethode, um die ihm entsprechenden konkreten Produkte zu erzeugen (z. B. indem er den Konstruktor einer konkreten Produkt-Klasse aufruft).

```

1106 \def\liEntwurfsFabrikmethodeAkteure{
1107   \begin{description}
1108     \item[Produkt]
1109
1110     Das Produkt ist der Basistyp (Klasse oder Schnittstelle) für das
1111     zu erzeugende Produkt.
1112
1113     \item[KonkretesProdukt]
1114
1115     KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.
1116
1117     \item[Erzeuger]
1118
1119     Der Erzeuger deklariert die Fabrikmethode, um ein solches Produkt
1120     zu erzeugen und kann eine Default-Implementierung beinhalten.
1121
1122     \item[KonkreterErzeuger]
1123

```

```

1124     KonkreterErzeuger überschreibt die Fabrikmethode, um die ihm
1125     entsprechenden konkreten Produkte zu erzeugen (z. B. indem er den
1126     Konstruktor einer konkreten Produkt-Klasse aufruft).
1127
1128     \footcite{wiki:fabrikmethode}
1129 \end{description}
1130 }

```

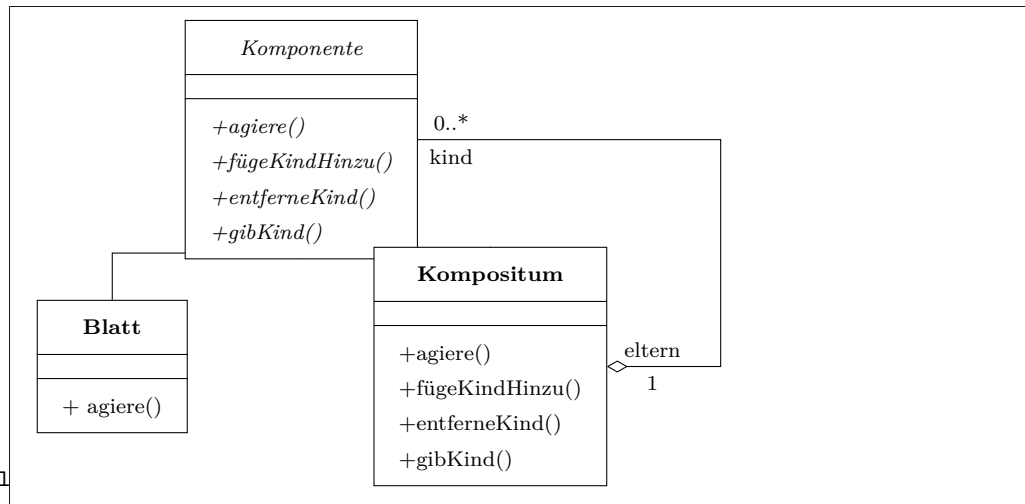
\liEntwurfsFabrikmethode

```

1131 \def\liEntwurfsFabrikmethode{
1132   \liEntwurfsFabrikmethodeUml
1133   \liEntwurfsFabrikmethodeAkteure
1134 }

```

### 2.11.11 Kompositum (Composite)



\liEntwurfsKompositumUml

```

1135 \def\liEntwurfsKompositumUml{
1136   \begin{tikzpicture}
1137     \umlclass[x=2.5,y=3,type=abstract]{Komponente}{-}{
1138       \textit{+agiere()}\
1139       \textit{+fügeKindHinzu()}\
1140       \textit{+entferneKind()}\
1141       \textit{+gibKind()}
1142     }
1143     \umlclass[x=0]{Blatt}{-}{+ agiere()}
1144     \umlclass[x=5]{Kompositum}{-}{
1145       +agiere()\
1146       +fügeKindHinzu()\
1147       +entferneKind()\
1148       +gibKind()
1149     }
1150
1151     \umlVHVinherit{Kompositum}{Komponente}
1152     \umlVHVinherit{Blatt}{Komponente}
1153     \umlHVVHaggreg[anchor1=east,arm1=1.5cm,arg1=eltern,mult1=1,arg2=kind,mult2=0..*,pos2=2.9,]
1154 \end{tikzpicture}
1155 }

```

\liEntwurfsFabrikmethode

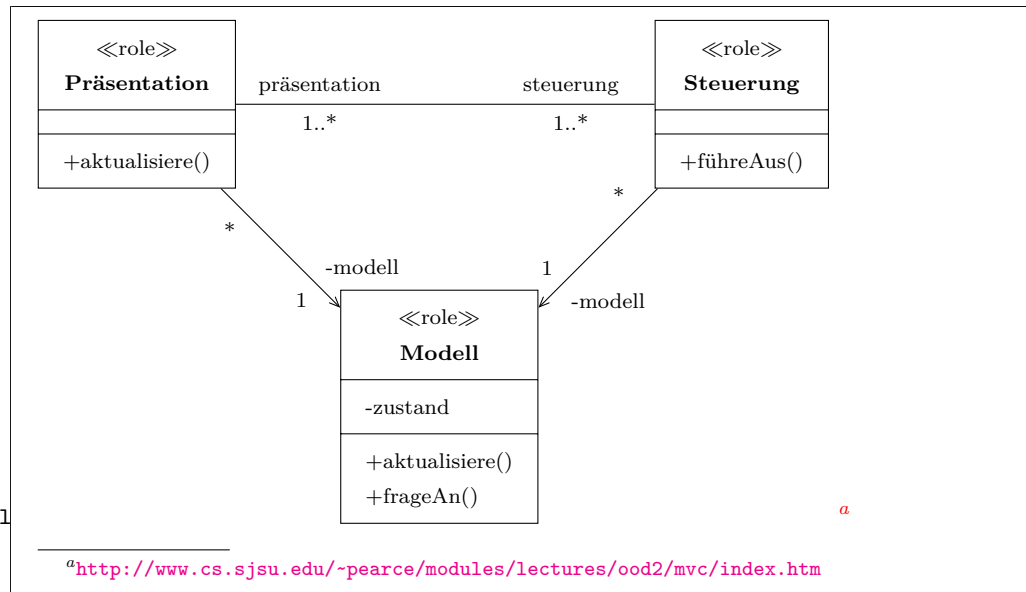
```

1156 \def\liEntwurfsKompositum{
1157   \liEntwurfsKompositumUml
1158   \liEntwurfsKompositumAkteure
1159 }

```

### 2.11.12 Modell-Präsentation-Steuerung (Model-View-Controller)

ModellPraesentationSteuerungUml



```

1160 \def\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml{
1161   \begin{tikzpicture}
1162     \umlclass[x=-4cm,type=role]{Präsentation}{+aktualisiere()}
1163     \umlclass[x=4cm,type=role]{Steuerung}{+führeAus()}
1164     \umlclass[y=-4cm,type=role]{Modell}{
1165       -zustand
1166     }{
1167       +aktualisiere()\
1168       +frageAn()
1169     }
1170
1171     \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Präsentation}{Modell}
1172     \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Steuerung}{Modell}
1173     \umlassoc[arg1=präsentation,mult1=1..*,arg2=steuerung,mult2=1..*]{Präsentation}{Steuerung}
1174   \end{tikzpicture}
1175   \liFussnoteUrl{http://www.cs.sjsu.edu/~pearce/modules/lectures/ood2/mvc/index.htm}
1176 }

```

ModellPraesentationSteuerung

```

1177 \def\liEntwurfs{
1178   \liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml
1179   \liEntwurfsModellPraesentationSteuerungAkteure
1180 }

```

### 2.11.13 Stellvertreter (Proxy)

\liEntwurfsStellvertreterUml

```

1181 \def\liEntwurfsStellvertreterUml{
1182   \begin{tikzpicture}
1183     \umlsimpleclass[x=-1,y=2]{Klient}
1184
1185     \umlclass[x=2,y=2]{Subjekt}{+ agiere()}
1186     \umlclass[x=0,y=-1]{KonkretesSubjekt}{+ agiere()}
1187     \umlclass[x=4,y=-1]{Stellvertreter}{+ agiere()}
1188
1189     \umlVHVinherit{KonkretesSubjekt}{Subjekt}
1190     \umlVHVinherit{Stellvertreter}{Subjekt}
1191     \umluniassoc{Stellvertreter}{KonkretesSubjekt}
1192     \umluniassoc{Klient}{Subjekt}
1193   \end{tikzpicture}
1194 }

```

\liEntwurfsStellvertreterCode



```

1195 \def\liEntwurfsStellvertreterCode{
1196   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Subjekt}
1197   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{KonkretesSubjekt}
1198   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Stellvertreter}
1199   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Klient}
1200 }

```

\liEntwurfsStellvertreter

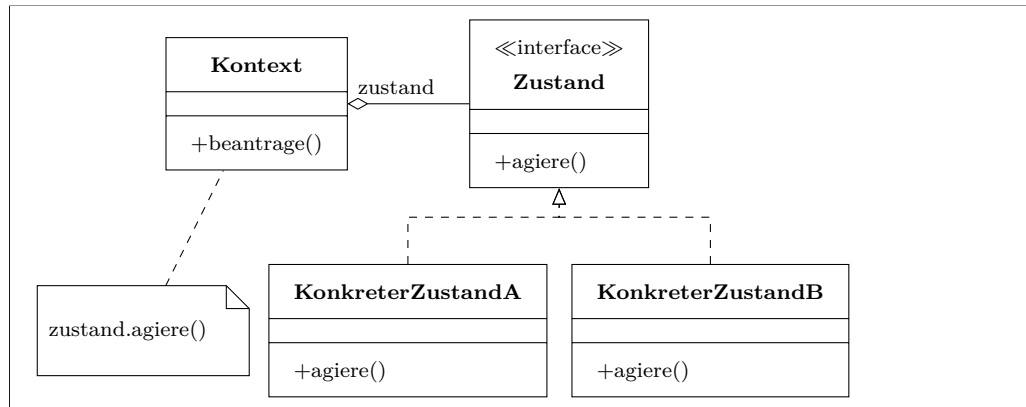
```

1201 \def\liEntwurfsStellvertreter{
1202   \liEntwurfsStellvertreterUml
1203   \liEntwurfsStellvertreterCode
1204 }

```

#### 2.11.14 Zustand (State)

\liEntwurfsZustandUml Quelle: Englische Wikipedia, so ähnlich wie in GoF



```

1205 \def\liEntwurfsZustandUml{
1206   \begin{tikzpicture}
1207     \umlclass[x=-1,y=3]{Kontext}{+beantrage()}
1208     \umlclass[x=3,y=3,type=interface]{Zustand}{+agiere()}
1209     \umlclass[x=1,y=0]{KonkreterZustandA}{+agiere()}
1210     \umlclass[x=5,y=0]{KonkreterZustandB}{+agiere()}
1211
1212     \umlVHVreal{KonkreterZustandA}{Zustand}
1213     \umlVHVreal{KonkreterZustandB}{Zustand}
1214
1215     \umlagg[arg=zustand,pos=0.4]{Kontext}{Zustand}
1216
1217     \umlnote[x=-2.5,y=0,width=2.5cm]{Kontext}{zustand.agiere()}
1218   \end{tikzpicture}
1219 }

```

\liEntwurfsZustandAkteure Quelle: Deutsche Wikipedia

**Kontext (Context)** definiert die clientseitige Schnittstelle und verwaltet die separaten Zustandsklassen.

**State (Zustand)** definiert eine einheitliche Schnittstelle aller Zustandsobjekte und implementiert gegebenenfalls ein Standardverhalten.

**KontreterZustand (ConcreteState)** implementiert das Verhalten, das mit dem Zustand des Kontextobjektes verbunden ist.

```

1220 \def\liEntwurfsZustandAkteure{
1221   \begin{description}
1222     \item[Kontext (Context)]
1223
1224     definiert die clientseitige Schnittstelle und verwaltet die separaten

```

```

1225 Zustandsklassen.
1226
1227 \item[State (Zustand)]
1228
1229 definiert eine einheitliche Schnittstelle aller Zustandsobjekte und
1230 implementiert gegebenenfalls ein Standardverhalten.
1231
1232 \item[KontreterZustand (ConcreteState)]
1233
1234 implementiert das Verhalten, das mit dem Zustand des Kontextobjektes
1235 verbunden ist.
1236 \end{description}
1237 }

```

\liEntwurfsZustandCode

```

1238 \def\liEntwurfsZustandCode{
1239 \li@EntwurfsCode{zustand}{Kontext}
1240 \li@EntwurfsCode{zustand}{Zustand}
1241 }

```

\liEntwurfsZustand

```

1242 \def\liEntwurfsZustand{
1243 \liEntwurfsZustandUml
1244 \liEntwurfsZustandAkteure
1245 \liEntwurfsZustandCode
1246 }

```

```

1247

```

## 2.12 er.sty

```
1248 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1249 \ProvidesPackage{bschlangaul-er}[2020/06/13 Zum Setzen von
1250 ER-Diagrammen]
```

```
1251 \RequirePackage{tikz-er2}
1252 \usetikzlibrary{positioning}
```

### 2.12.1 Tex-Markup-Beispiel: Komplettes Diagramm

```
\begin{tikzpicture}[er2,scale=0.7,transform shape]
% Person
\node[entity] (Person) {Person};
\node[attribute,right=1cm of Person] {\key{E-Mail}} edge (Person);
\node[multi attribute,above left=1cm of Person] {Vornamen} edge (Person);
\node[attribute,left=1cm of Person] {Nachnamen} edge (Person);
\node[attribute,above right=1cm of Person] {Geburtsdatum} edge (Person);

% Kunde
\node[entity,below left=1cm of Person] (Kunde) {Kunde};

% Händler
\node[entity,below right=1cm of Person] (Händler) {Händler};

\node[specialization,below=0.2cm of Person]{is-a}
  edge (Kunde) edge (Händler) edge (Person);

% Transaktion
\node[relationship,below=2cm of Person] (Transaktion) {Transaktion}
  edge node[auto]{1} (Kunde)
  edge node[auto]{1} (Händler);
\node[attribute,below=1cm of Transaktion] {Preis} edge (Transaktion);
\node[attribute,left=1cm of Transaktion,text width=2cm] {Abschlussdatum} edge (Transaktion);
\node[attribute,right=1cm of Transaktion] {Lieferadresse} edge (Transaktion);

% Zahlungsmittel
\node[entity,below=4cm of Händler] (Zahlungsmittel) {Zahlungsmittel}
  edge node[auto]{1} (Transaktion);
\node[attribute,right=1cm of Zahlungsmittel] {Inhaber} edge (Zahlungsmittel);

% Bankverbindung
\node[entity,below left=1cm and 0cm of Zahlungsmittel] (Bankverbindung) {Bankverbindung};
\node[attribute,below left=1cm of Bankverbindung] {\key{IBAN}} edge (Bankverbindung);

% Kreditkarte
\node[entity,below right=3cm and -2cm of Zahlungsmittel]
  (Kreditkarte) {Kreditkarte};

\node[attribute,below left=1cm of Kreditkarte]
  {\key{Nummer}} edge (Kreditkarte);

\node[attribute,below right=1cm of Kreditkarte,text width=2cm]
  {Ablaufdatum} edge (Kreditkarte);

\node[attribute,right=1cm of Kreditkarte]
  {Anbieter} edge (Kreditkarte);

\node[generalization,below=0.8cm of Zahlungsmittel]{is-a}
  edge (Zahlungsmittel) edge (Bankverbindung) edge (Kreditkarte);

% Produkt
\node[entity,below=4cm of Kunde] (Produkt) {Produkt}
  edge node[auto]{1} (Transaktion);
\node[attribute,left=1cm of Produkt] {\key{Bezeichnung}} edge (Produkt);
\node[attribute,below left=1cm of Produkt,text width=2cm] {Beschreibungstext} edge (Produkt);
```

```

\node[attribute,above left=1cm of Produkt] {Bewertung} edge (Produkt);
\end{tikzpicture}

```

### 2.12.2 Tex-Markup-Beispiel: EER Enhanced Entity-Relation-Modell nach Elmasri/Navante

```

\node[below=1cm of Forscher,circle,draw] (union) {u}
  edge (Sekretär) edge (Forscher) edge (Techniker);

\node[below=1cm of union,entity] (AktiveMitarbeiter) {Aktive Mitarbeiter}
  edge node {$\bigcup$} (union);

```

```
1253 \RequirePackage{soul}
```

```
1254 \RequirePackage{fontawesome}
```

### 2.12.3 Makro-Kürzel

```

\let\a=\liErMpAttribute
\let\d=\liErDatenbankName
\let\e=\liErMpEntity
\let\r=\liErMpRelationship

```

```
1255 \ExplSyntaxOn
```

```
\liErEntity
```

```
1256 \def\liErEntity#1{\textbf{#1}}
```

```
\liErRelationship
```

```
1257 \def\liErRelationship#1{\ul{#1}}
```

```
\liErAttribute
```

```
1258 \def\liErAttribute#1{\emph{#1}}
```

```
\liErMpEntity mp = marginpar
```

**Let-Abkürzung:** \let\e=\liErMpEntity

```

1259 \def\liErMpEntity#1{
1260   \liErEntity{#1}
1261   \marginpar{
1262     \liErEntity{\tiny\faSquareO{~E:~#1}
1263   }
1264 }

```

□

```
\liErMpRelationship Let-Abkürzung: \let\r=\liErMpRelationship
```

```

1265 \def\liErMpRelationship#1{
1266   \liErRelationship{#1}
1267   \marginpar{
1268     \liErRelationship{\tiny\faGg{~R:~#1}
1269   }
1270 }

```

```
\liErMpAttribute Let-Abkürzung: \let\a=\liErMpAttribute
```

```

1271 \def\liErMpAttribute#1{
1272   \liErAttribute{#1}
1273   \marginpar{
1274     \liErAttribute{\tiny\faCircleThin{~A:~#1}
1275   }
1276 }

```

```

\liErDatenbankName Let-Abkürzung: \let\d=\liErDatenbankName
                    datenbank name
1277 \def\liErDatenbankName#1{
1278   {
1279     \footnotesize\texttt{(#1)}
1280   }
1281 }

1282 \ExplSyntaxOff
1283

```

## 2.13 formale-sprachen.sty

```

1284 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1285 \ProvidesPackage{bschlangaul-formale-sprachen}[2021/02/21 Hilfsmakros
1286 zum Setzen von mathematischen Formeln bei dem Thema Formale Sprachen]

1287 \directlua{
1288   formale_sprachen = require('bschlangaul-formale-sprachen')
1289 }

1290 \RequirePackage{hyperref}

1291 \liLadePakete{mathe,typographie}

\liMenge   $\liMenge{a, b, c}$:  $\{a, b, c\}$ 
Let-Abkürzung: \let\m=\liMenge

1292 \def\liMengeOhneMathe#1{\{ #1 \}}
1293 \def\liMenge#1{%
1294   \ifmmode%
1295     \liMengeOhneMathe{#1}%
1296   \else%
1297     $\liMengeOhneMathe{#1}$%
1298   \fi%
1299 }

\liEpsilon \liEpsilon:  $\varepsilon$ 
Let-Abkürzung: \let\e=\liEpsilon

1300 \def\liEpsilon{$\varepsilon$}

\liPotenzmenge Umgeben mit geschweiften Klammern in einer Mathematik-Umgebung

1301 \def\erzeuge@tiefgestellt#1{\directlua{formale_sprachen.erzeuge_tiefgestellt('#1')}}
1302 \def\liPotenzmengeOhneMathe#1{\{ \erzeuge@tiefgestellt{#1} \}}
1303 \def\liPotenzmenge#1{$\liPotenzmengeOhneMathe{#1}$}

\liZustandsmenge \liZustandsmenge{z1, z2}:  $\{z_1, z_2\}$ 

1304 \let\liZustandsmengeOhneMathe=\liPotenzmengeOhneMathe
1305 \let\liZustandsmenge=\liPotenzmenge

\liUeberfuehrungsFunktion \liUeberfuehrungsFunktion{z0, a}:  $\delta(z_0, a)$ 
Let-Abkürzung: \let\d=\liUeberfuehrungsFunktion

1306 \def\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe#1{\delta(\erzeuge@tiefgestellt{#1})}
1307 \def\liUeberfuehrungsFunktion#1{
1308   \ifmmode
1309     \liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}
1310   \else
1311     $\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}$
1312   \fi
1313 }

\liAlphabet \liAlphabet{a, b} ( $\Sigma = \{a, b\}$ ):  $\Sigma = \{a, b\}$ 

1314 \def\liAlphabet#1{$\Sigma = \{ #1 \}$}

\liBandAlphabet \liBandAlphabet{\liTuringLeerzeichen}:  $\Gamma = \Sigma \cup \{\square\}$ 

1315 \def\liBandAlphabet#1{$\Gamma = \Sigma \cup \{ #1 \}$}

\liZustandsBuchstabe

1316 \def\liZustandsBuchstabe{z}

\liZustandsBuchstabeGross

1317 \def\liZustandsBuchstabeGross{Z}

```

```

\liZustandsmengeNr
1318 \def\zustandsnamens@liste#1#2{
1319   $
1320   \{
1321     \directlua{formale_sprachen.erzeuge_zustandsnamens_liste('#1', '#2')}
1322   \}
1323   $
1324 }
1325 \def\liZustandsmengeNr#1{\zustandsnamens@liste{\liZustandsBuchstabe}{#1}}

\liZustandsmengeNrGross
1326 \def\liZustandsmengeNrGross#1{\zustandsnamens@liste{\liZustandsBuchstabeGross}{#1}}

\liZustandsname \liZustandsname{1}: $z_1$
1327 \def\liZustandsname#1{\liZustandsBuchstabe_#1$}

\liZustandsnameGross \liZustandsnameGross{1}: $Z_1$
1328 \def\liZustandsnameGross#1{\liZustandsBuchstabeGross_#1$}

\liAbleitung \liAbleitung{S -> aB -> ab}:  $S \vdash aB \vdash ab$ 
1329 \def\liAbleitung#1{\directlua{formale_sprachen.formatiere_ableitung('#1')}}$}

liProduktionsRegeln \begin{liProduktionsRegeln}[P_1]
    S -> S A B | EPSILON,
    B A -> A B,
    A A -> a a,
    B B -> b b
\end{liProduktionsRegeln}

1330 \NewDocumentEnvironment { liProduktionsRegeln }
1331 { 0{P} +b }
1332 {
1333   \liGeschweifteKlammern{#1}
1334   {
1335     \begin{align*}
1336       \directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#2')}
1337     \end{align*}
1338   }{-0.2cm}{-1.5cm}
1339 } {}

\liProduktionen \liProduktionen{S -> A, A -> a}:  $\{S \rightarrow A, A \rightarrow a\}$ 
1340 \def\liProduktionen#1{
1341   \liMenge{\directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#1', true)}}
1342 }

\liZustandsnameTiefgestellt Automatisch tiefgestellte Nummerierung \z1
Let-Abkürzung: \let\z=\liZustandsnameTiefgestellt
1343 \def\liZustandsnameTiefgestellt#1{
1344   \ifmmode
1345     \liZustandsBuchstabe\sb{#1}
1346   \else
1347     $\liZustandsBuchstabe\sb{#1}$
1348   \fi
1349 }

1350 \ExplSyntaxOn

\liAusdruck \liAusdruck[L_2]{a_1,a_2,\dots,a_n}{n \in N}:  $L_2 = \{a_1, a_2, \dots, a_n \mid n \in N\}$ 
    Ohne „=:“: \liAusdruck[] {x}{y}:  $\{x \mid y\}$ 
    Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
    \$(.*) += +\\{ *(.*) ( *\\, *)?\\ ( *\\, *)?(.*) *\\}\\$
    \liAusdruck[$1]{$2}{$5}

```

```

1351 \NewDocumentCommand{ \liAusdruck } { O{L} m m } {
1352   $
1353   \tl_if_empty:nTF {#1} {} {#1 =}
1354   \{
1355     \, #2 \,
1356     |
1357     \, #3 \,
1358   \}$
1359 }
1360 \ExplSyntaxOff

\liFlaci   Link zur flaci.com Website: \liFlaci{Grxk1oczg}:
           Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte Automaten, Compiler und Interpreter)
           Ein Projekt der Hochschule Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz: flaci.com/Grxk1oczg

1361 \def\liFlaci#1{%
1362   \par
1363   {%
1364     \scriptsize
1365     Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte
1366     Automaten, Compiler und Interpreter) Ein Projekt der Hochschule
1367     Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz:
1368     \href{https://flaci.com/#1}{flaci.com/#1}%
1369   }%
1370   \par
1371 }

\liGrammatik \liGrammatik[\langle grammatik-name \rangle]{\langle variablen=V,alphabet=\Sigma,produktionen=P,start=S \rangle}
              \liGrammatik{variablen={}, alphabet={}}

              • \liGrammatik{}:  $G = (V, \Sigma, P, S)$ 
              • \liGrammatik[G_1]{}:  $G_1 = (V, \Sigma, P, S)$ 
              • \liGrammatik{variablen={S,A,B}}:  $G = (\{S, A, B\}, \Sigma, P, S)$ 
              • \liGrammatik{alphabet={a,b}}:  $G = (V, \{a, b\}, P, S)$ 
              • \liGrammatik{start=X}:  $G = (V, \Sigma, P, X)$ 

1372 \ExplSyntaxOn
1373 \NewDocumentCommand {\liGrammatik} { O{G} m } {
1374   \tl_set:Nn \l_variablen_tl {V}
1375   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
1376   \tl_set:Nn \l_produktionen_tl {P}
1377   \tl_set:Nn \l_start_tl {S}
1378
1379   \keys_define:nn { grammatik } {
1380     variablen .code:n = {\tl_set:Nn \l_variablen_tl {\liMenge{##1}}},
1381     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
1382     produktionen .code:n = {\tl_set:Nn \l_produktionen_tl {\liProduktionen{##1}}},
1383     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
1384   }
1385
1386   \keys_set:nn { grammatik } { #2 }
1387
1388   $#1 = (
1389     \l_variablen_tl,
1390     \l_alphabet_tl,
1391     \l_produktionen_tl,
1392     \l_start_tl
1393   )$
1394 }
1395 \ExplSyntaxOff
1396

```



## 2.14 formatierung.sty

```
1397 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1398 \ProvidesPackage{bschlangaul-formatierung}[2020/11/27]
```

### 2.14.1 Schriftarten / Typographie

The package mathpazo Loading this package changes the default roman font family to Adobe Palatino, and the virtual ‘mathpazo’ fonts will be used for math. These virtual fonts are made up basically from Palatino Italic, with the missing math symbols coming from the CM and Pazo math fonts.

```
1399 \RequirePackage{mathpazo}
1400 \RequirePackage[no-math]{fontspec}
1401 \setmainfont{texgyrepagella}
```

### 2.14.2 Farben

```
1402 \RequirePackage{xcolor}
1403 \definecolor{infogray}{rgb}{0.97,0.97,0.97}
```

### 2.14.3 Überschriften

```
1404 \RequirePackage{titlesec}
1405 \titleformat{\chapter}[display]{\bfseries}{\Opt}{\LARGE}
1406 \titlespacing{\chapter}{\Opt}{\Opt}{*1}
1407 \titleformat{\paragraph}[hang]{\normalsize\bfseries}{\theparagraph}{1em}{\}
1408 \setcounter{secnumdepth}{0}
```

### 2.14.4 Listen

```
1409 \RequirePackage{paralist}
1410 \renewcommand\labelitemi{-}
1411 \renewcommand\labelitemii{-}
1412 \renewcommand\labelitemiii{-}
1413 \renewcommand\labelitemiv{-}
1414 % Counter: enumi enumii enumiii enumiv
1415 % Styles: \arabic{counter} \alph{counter} \Alph{counter} \roman{counter} \Roman{counter}
1416 \renewcommand{\labelenumi}{(\alph{enumi})}
1417 \renewcommand{\labelenumii}{(\roman{enumii})}
```

### 2.14.5 Kasten

```
1418 \RequirePackage{mdframed}
1419 \mdfsetup{backgroundcolor=infogray}
```

liKasten

```
1420 \NewDocumentEnvironment { liKasten }{ } {
1421   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
1422 } {
1423   \end{mdframed}
1424 }
```

### 2.14.6 Header

```
1425 \RequirePackage{fancyhdr}
1426 \fancyhead[L,C,R]{\}
1427 \fancyfoot[L]{\}
1428 \fancyfoot[C]{\}
1429 \fancyfoot[R]{\thepage}
1430 \pagestyle{fancy}
1431 \renewcommand{\headrulewidth}{\Opt}
1432 \renewcommand{\footrulewidth}{\Opt}
```

### 2.14.7 Zeilenabstände

Werden kleinere Schriften verwendet, passt sich der Zeilenabstand nicht entsprechend an. Mit der Umgebung spacing funktioniert es dann.

```
1433 \RequirePackage{setspace}
```



## 2.15 gantt.sty

```

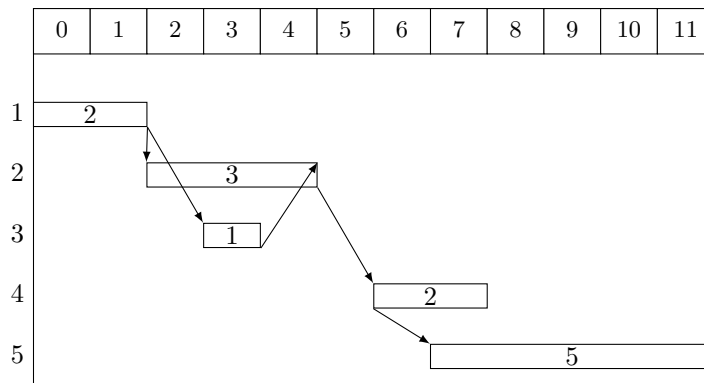
1435 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1436 \ProvidesPackage{bschlangaul-gantt}[2020/09/05]

\begin{ganttchart}[x unit=0.75cm, y unit chart=0.8cm]{0}{11}
\gantttitlelist{0,...,11}{1} \\
\ganttbar[name=1]{1}{0}{1} \\
\ganttbar[name=2]{2}{2}{4} \\
\ganttbar[name=3]{3}{3}{3} \\
\ganttbar[name=4]{4}{6}{7} \\
\ganttbar[name=5]{5}{7}{11}

\node at (1) {2};
\node at (2) {3};
\node at (3) {1};
\node at (4) {2};
\node at (5) {5};

\ganttlink[link type=f-f]{3}{2}
\ganttlink[link type=f-s]{1}{2}
\ganttlink[link type=f-s]{1}{3}
\ganttlink[link type=f-s]{2}{4}
\ganttlink[link type=s-s]{4}{5}
\end{ganttchart}

```



```

1437 \RequirePackage{tikz-uml}
1438 \RequirePackage{pgfgantt}
1439 \setganttlinklabel{f-s}{}
1440 \setganttlinklabel{s-s}{}
1441 \setganttlinklabel{f-f}{}
1442 \setganttlinklabel{s-f}{}

1443

```

## 2.16 grafik.sty

```
1444 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1445 \ProvidesPackage{bschlangaul-grafik}[2020/12/27 Lädt das Paket
1446 TikZ, um Grafiken zeichnen zu können und graphicx um Bilder laden zu können.]
1447 \ExplSyntaxOn
1448 \RequirePackage{tikz}
1449 \RequirePackage{graphicx}

\liGrafikLogoPfad

1450 \def\liGrafikLogoPfad#1{
1451   \LehramtInformatikRepository / .tex / Logo / #1
1452 }

\liGrafikCCLizenz

1453 \NewDocumentCommand{ \liGrafikCCLizenz } { 0{} } {
1454   \includegraphics[#1]{
1455     \liGrafikLogoPfad{CC-by-nc-sa.eps}
1456   }
1457 }

\liGrafikLogo

1458 \NewDocumentCommand{ \liGrafikLogo } { 0{} } {
1459   \includegraphics[#1]{
1460     \liGrafikLogoPfad{Logo_nur-Pfade.eps}
1461   }
1462 }

1463 \ExplSyntaxOff
1464
```

## 2.17 graph.sty

```

1465 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1466 \ProvidesPackage{bschlangaul-graph}[2020/06/09]
1467 \RequirePackage{tikz}

```

Für die die Adjazenzliste (`xrightarrow`)

```

1468 \RequirePackage{amsmath}

```

Für Adjazenz-Matrix

```

\[
\begin{blockarray}{ccccc}
& a & b & c & d & e \\
\begin{block}{c(ccccc)}
a & 0 & 1 & 0 & 4 & 0 \\
b & 0 & 0 & 0 & 1 & 3 \\
c & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
d & 4 & 1 & 1 & 0 & 2 \\
e & 0 & 0 & 0 & 0 & 0
\end{block}
\end{blockarray}
\]

```

$$\begin{array}{c}
 \\
 a \\
 b \\
 c \\
 d \\
 e
 \end{array}
 \begin{array}{ccccc}
 a & b & c & d & e \\
 \left( \begin{array}{ccccc}
 0 & 1 & 0 & 4 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 3 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 4 & 1 & 1 & 0 & 2 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0
 \end{array} \right)
 \end{array}$$

```

1469 \RequirePackage{blkarray}
1470 \usetikzlibrary{arrows.meta}

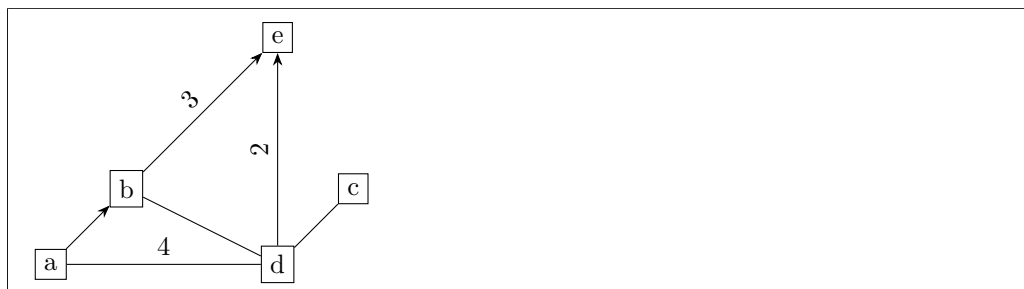
```

```

\begin{tikzpicture}[li graph]
\node (a) at (0,0) {a};
\node (b) at (1,1) {b};
\node (c) at (4,1) {c};
\node (d) at (3,0) {d};
\node (e) at (3,3) {e};

\path[->] (a) edge (b);
\path (b) edge (d);
\path[->] (b) edge node {3} (e);
\path (c) edge (d);
\path (d) edge node {4} (a);
\path[->] (d) edge node {2} (e);
\end{tikzpicture}

```



```

1471 \tikzset{
1472   li graph/.style={
1473     every node/.style={
1474       rectangle,
1475       draw,
1476     },
1477     every edge/.style={
1478       >={Stealth[black]},
1479       draw,
1480     },
1481     every edge/.append style={
1482       every node/.style={
1483         sloped,
1484         auto,
1485       }
1486     }
1487   },
1488   li markierung/.style={
1489     ultra thick,
1490   }
1491 }

```

**liGraphenFormat** Dummy-Umgebung, zum Parsen durch Java gedacht.

```

\begin{liGraphenFormat}
a: 0 0
b: 1 1
c: 4 1
d: 3 0
e: 2 2
a -> b
b -- d
b -> e: 3
c -- d
d -> e: 2
d -- a: 4
\end{liGraphenFormat}

```

```

1492 \NewDocumentEnvironment { liGraphenFormat }{ +b } {} {}

```

```

1493

```

## 2.18 hanoi.sty

```
1494 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1495 \ProvidesPackage{bschlangaul-hanoi}[2020/12/19 Paket zum Setzen
1496 von Hanoi-Grafiken]
```

Quelle: <https://kleinco.de/latex-snippets/7/tikz-towers-of-hanoi-illustration-for-lat>

```
1497 \RequirePackage{tikz}
1498 \RequirePackage{xcolor}

\liHanoi \liHanoi{anzahl-scheiben}{gewicht-scheibe/turm-nr,gewicht-scheibe/turm-nr},
z. B.: \liHanoi{4}{4/1,3/1,2/3,1/2}

1499 \def\li@mset #1[#2]=#3{%
1500 \expandafter\xdef\csname #1#2\endcsname{#3}
1501 }
1502 \def\li@mget #1[#2]{%
1503 \csname #1#2\endcsname
1504 }
1505 \def\li@minc #1[#2] += #3{%
1506 \pgfmathparse{\li@mget #1[#2] + #3}%
1507 \li@mset #1[#2] = \pgfmathresult
1508 }
1509
1510 \def\liHanoi#1#2{
1511   \edef\li@numdiscs{#1}
1512   \def\li@sequence{#2}
1513   \begin{tikzpicture}[line width=4mm,brown!40,line cap=round,xscale=3]
1514     % init colors
1515     \foreach[count=\j] \c in {red,green!80!black,blue,orange,violet,gray,yellow!80!black,purple!80!black}{
1516       \li@mset col[\j]=\c;
1517     }
1518     % draw poles and init pole counters
1519     \foreach \j in {1,2,3}{
1520       \li@mset pos[\j]=0
1521       \draw (\j,-.5) -- +(0, .5 + .5*\li@numdiscs);
1522     }
1523     % draw base
1524     \draw (.5,-.5) -- +(3,0);
1525     % draw discs
1526     \foreach[count=\k] \i/\j in \li@sequence{
1527       \draw[draw={\li@mget col[\i]}] (\j,\li@mget pos[\j]) +(-.4*\i/\li@numdiscs,0) -- +(.4*\i/\li@numdiscs,0);
1528       \li@minc pos[\j] += .5;
1529     }
1530   \end{tikzpicture}
1531 }
```

## 2.19 klassen-konfiguration-aufgabe.sty

```
1532 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1533 \ProvidesPackage{bschlangaul-klassen-konfiguration-aufgabe}[2021/09/01 Die
1534 Klasse Aufgabe konfigurieren, d. h. Laden von einigen Paketen, Registrierung von Hooks]
```

Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option clash

```
1535 \liLadePakete{
1536   formatierung,
1537   abmessung,
1538   literatur-dummy,
1539   makros,
1540   aufgaben-metadaten,
1541   kopf-fusszeilen,
1542   mathe,
1543   grafik,
1544   meta
1545 }
```

Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung

```
1546 \RequirePackage[ngerman]{babel}
```

In Aufgaben wollen wir das Additum sehen.

```
1547 \LiADDITUMtrue
1548 \ExplSyntaxOn

1549 \cs_gset:Npn \stichwoerter_formatiert: {
1550   \tl_if_empty:NTF \g_auf_stichwoerter_tl {} {
1551     \textbf{Stichwörter:} ~
1552     \g_auf_stichwoerter_tl
1553     \par
1554   }
1555 }

1556 \cs_gset:Npn \horizontale_linie: {
1557   \par
1558   \noindent
1559   \rule{\textwidth}{0.8pt}
1560   \par
1561 }

1562 \cs_gset:Npn \thematik_formatiert: {
1563   \tl_if_empty:NTF \g_auf_thematik_tl {} {
1564     \textit{
1565       ( \g_auf_thematik_tl )
1566     }
1567   }
1568 }
```

`\liAufgabenMetadaten`

```
1569 \def\liAufgabenMetadaten#1{
1570   \liMetaSetze{#1}
1571
1572   \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_nummer_tl {} {
1573     {
1574       \noindent
1575       \large
1576       \gib_einzelpruefung_trenner:
1577       \par\medskip
1578     }
1579   }

1580
1581   {
1582     \noindent
1583     \bfseries
1584     \Large
1585     \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_nummer_tl {
```



```

1586     \g_auf_titel_tl
1587   } {
1588     \_gib_aufgaben_pfad_trenner:
1589   }
1590 }
1591 \hfill \thematik_formatiert:
1592 \par
1593
1594 \medskip
1595
1596 \noindent
1597 {\footnotesize\stichwoerter_formatiert:}
1598
1599 \horizontale_linie:
1600
1601 \bigskip
1602
1603 \par
1604 % Keine Einrückung
1605 \@afterindentfalse
1606 \@afterheading
1607 }

1608 \AddToHook{enddocument}{
1609   \vfill
1610   {
1611
1612     \liLogoTextProjekt
1613     \bigskip
1614
1615     \liLogoTextCCLizenz
1616     \bigskip
1617
1618     \begin{spacing}{1}
1619       \tiny
1620       \noindent
1621       \liMetaHilfMit
1622
1623       \liMetaQuelltext
1624       \_gib_github_url_href:
1625     \end{spacing}
1626   }
1627 }

1628 \ExplSyntaxOff
1629

```

## 2.20 klassen-konfiguration-examen.sty

```
1630 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1631 \ProvidesPackage{bschlangaul-klassen-konfiguration-examen}[2021/09/04 Die
1632 Klasse examen konfigurieren, d. h. Laden von einigen Paketen, Registrierung von Hooks]
```

Lade die wichtigsten Pakete. Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option clash

```
1633 \liLadePakete{
1634   formatierung,
1635   literatur-dummy,
1636   makros,
1637   aufgaben-metadaten,
1638   abmessung,
1639   typographie,
1640   grafik,
1641   meta
1642 }
```

Formatierung für die Überschriften setzen.

```
1643 \RequirePackage{titlesec}
1644 \titleformat{\section}{\huge\filcenter\bfseries}{\thesection}{1em}{}
1645 \newcommand{\sectionbreak}{\clearpage}
1646 \setcounter{secnumdepth}{0}
1647 \liLadeAllePakete
```

Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung

```
1648 \RequirePackage[ngerman]{babel}
1649 \RequirePackage{standalone}
1650 \ExplSyntaxOn
```

`\liSetzeExamenThemaNr`

```
1651 \def\liSetzeExamenThemaNr#1{
1652   \tl_gset:Nn \g_auf_examen_thema_nr_tl { #1 }
1653   \section{Thema-Nr.~#1}
1654 }
```

`\liSetzeExamenTeilaufgabeNr`

```
1655 \def\liSetzeExamenTeilaufgabeNr#1{
1656   \tl_gset:Nn \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl { #1 }
1657   \subsection{Teilaufgabe-Nr.~#1}
1658 }
```

`\liBindeAufgabeEin`

```
1659 \def\liBindeAufgabeEin#1{
1660   \tl_gset:Nn \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl { #1 }
1661   \input{
1662     \LehramtInformatikRepository /
1663     Staatsexamen /
1664     \g_auf_examen_nummer_tl /
1665     \g_auf_examen_jahr_tl /
1666     \g_auf_examen_monat_tl /
1667     \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} {
1668       Thema - \g_auf_examen_thema_nr_tl /
1669     }
1670     \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} {
1671       Teilaufgabe - \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl /
1672     }
1673     Aufgabe - \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl .tex
1674   }
1675 }
```

`\liAufgabenMetadaten` Das Metadaten-Makro überschreiben

```
1676 \def\liAufgabenMetadaten#1{
1677   \liMetaSetze{#1}
1678   \subsubsection{\_gib_aufgaben_titel:}
1679 }
```

```

1680 \cs_new:Npn \titel_seite:
1681 {
1682   \pagestyle{empty}
1683   \begin{center}
1684     \large
1685     Erste~Staatsprüfung~für~ein~Lehramt~an~öffentlichen~Schulen \par
1686
1687     \vspace{0.5cm}
1688
1689     Fach~Informatik \par
1690
1691     \vfill
1692
1693     \liGrafikLogo[width=8cm]\par
1694     \bigskip
1695     Die~Bschlangaul-Sammlung \par
1696     {\footnotesize \liMetaHermineBschlangaulAndFriends} \par
1697
1698     \vfill
1699
1700     {
1701       \bfseries\Huge
1702
1703       \g_auf_examen_jahreszeit_tl \par
1704
1705       \g_auf_examen_jahr_tl \par
1706     }
1707
1708     \vspace{2cm}
1709
1710     {\LARGE \g_auf_examen_nummer_tl \par}
1711
1712     \vspace{0.5cm}
1713
1714     \g_auf_examen_fach_tl \par
1715
1716     \vspace{3cm}
1717
1718     Aufgabenstellungen~mit~Lösungsvorschlägen \par
1719
1720   \end{center}
1721
1722   \vfill
1723 }

1724 \cs_new:Npn \inhalts_verzeichnis: {
1725   % für den Abstand vor den section im Inhaltsverzeichnis
1726   % https://tex.stackexchange.com/questions/241445/how-to-control-spacing-in-toc-for-different-sections
1727   \setlength{\cftbeforesecskip}{1.5cm}
1728   \setlength{\cftbeforesubsecskip}{0.5cm}
1729   \renewcommand{\cftsubsecafterpnum}{\vspace{\cftbeforesubsecskip}}
1730   \setlength{\cftbeforesubsubsecskip}{0.1cm}
1731   \renewcommand{\contentsname}{Aufgabenübersicht}
1732   \tableofcontents
1733 }

1734 \setcounter{tocdepth}{4}
1735 \RequirePackage[titles]{tocloft}
1736 \AddToHook{begindocument}{
1737   \titel_seite:
1738
1739   \clearpage
1740
1741   \inhalts_verzeichnis:

```

```
1742
1743 \vfill
1744
1745 \liLogoTextProjekt
1746 \bigskip
1747
1748 \liLogoTextCCLizenz
1749 \bigskip
1750
1751 \clearpage
1752 }
1753 \ExplSyntaxOff
1754
```

## 2.21 komplexitaetstheorie.sty

```
1755 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1756 \ProvidesPackage{bschlangaul-komplexitaetstheorie}[2021/07/08 Zum
1757 Setzen von Karp's NP-vollständigen Problemen, Hilfsmakros für die
1758 Polynomialzeitreduktion.]
```

### 2.21.1 Makro-Kürzel

```
\let\n=\liProblemName
\let\r=\liPolynomiellReduzierbar
\let\b=\liProblemBeschreibung
```

```
1759 \liLadePakete{mathe}
```

Für das Makro `\liProblemBeschreibung{ }{ }` benötigt.

```
1760 \RequirePackage{mdframed}
```

```
\liStrich $L, \liStrich{L}$:  $L, L'$ 
```

```
1761 \def\liStrich#1{#1^{\prime}}
```

`\liProblemName` Zu Setzen von Problemnamen wie zum Beispiel SAT, COL, VERTEX COVER

**Let-Abkürzung:** `\let\n=\liProblemName`

`\liProblemName: SAT VERTEX COVER`

```
1762 \def\liProblemName#1{\texttt{\textsc{#1}}}
```

`\liProblemBeschreibung` Zu setzen von Problem-Beschreibungen:

```
\liProblemBeschreibung
```

```
{ }
```

```
{ }
```

```
{ }
```

#### CLIQUE

**Gegeben:** Ein ungerichteter Graph  $G = (V, E)$ , eine Zahl  $k \in \mathcal{N}$

**Frage:** Gibt es eine Menge  $S \subseteq V$  mit  $|S| = k$ , sodass für alle Knoten  $u \neq v \in V$  gilt, dass  $\{u, v\}$  eine Kante in  $E$  ist?

**Let-Abkürzung:** `\let\b=\liProblemBeschreibung`

```
1763 \def\liProblemBeschreibung#1#2#3{
1764   \begin{mdframed}[
1765     userdefinedwidth=9cm,
1766     align=center,
1767     backgroundcolor=white!0,
1768   ]
1769     \centerline{\large\liProblemName{#1}}
1770
1771     \medskip
1772
1773     \begin{description}
1774       \item[Gegeben:] #2
1775       \item[Frage:] #3
1776     \end{description}
1777   \end{mdframed}
1778 }
```

```

\liPolynomiellReduzierbar Let-Abkürzung: \let\r=\liPolynomiellReduzierbar

1779 \NewDocumentCommand{ \liPolynomiellReduzierbar } { m O{p} m } {
1780 \begin{displaymath}
1781   \liProblemName{#1}
1782   \preceq_{#2}
1783   \liProblemName{#3}
1784 \end{displaymath}
1785 }

\liProblemVertexCover

1786 \def\liProblemClique{%
1787 Das \textbf{Cliquesproblem} fragt nach der Existenz einer Clique der
1788 Mindestgröße  $n$  in einem gegebenen Graphen.
1789 \footcite[Seite 76]{theo:fs:4}
1790 Eine Clique ist eine Teilmenge von Knoten in einem ungerichteten
1791 Graphen, bei der \emph{jedes Knotenpaar durch eine Kante} verbunden ist.
1792 \footcite{wiki:cliquenproblem}
1793 }

\liProblemVertexCover

1794 \def\liProblemVertexCover{%
1795 %
1796 Das \textbf{Knotenüberdeckungsproblem} (\liProblemName{Vertex Cover})
1797 fragt, ob zu einem gegebenen einfachen Graphen und einer natürlichen
1798 Zahl  $k$  eine Knotenüberdeckung der Größe von höchstens  $k$  existiert.
1799 \footcite{wiki:knotenueberdeckung}
1800
1801 Das heißt, ob es eine aus maximal  $k$  Knoten bestehende Teilmenge  $U$ 
1802 der Knotenmenge gibt, so dass jede Kante des Graphen mit
1803 mindestens einem Knoten aus  $U$  verbunden ist.
1804 \footcite[Seite 78]{theo:fs:4}%
1805 }

\liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

1806 \def\liProblemSubsetSum{%
1807 Das \textbf{Teilsommenproblem} (\liProblemName{Subset Sum} oder
1808 \liProblemName{SSP}) ist ein spezielles Rucksackproblem.
1809 \footcite{wiki:teilsommenproblem}
1810 Gegeben sei eine Menge von ganzen Zahlen  $I = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ .
1811 Gesucht ist eine Untermenge, deren Elementsumme maximal, aber nicht
1812 größer als eine gegebene obere Schranke  $c$  ist.
1813 \footcite[Seite 74]{theo:fs:4}
1814 }

\liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

1815 \def\liProblemSat{%
1816 Das \textbf{Erfüllbarkeitsproblem der Aussagenlogik} \liProblemName{Sat}
1817 und \liProblemName{k-SAT} mit  $k \geq 3$ ,  $k \in \mathbb{N}$  (Satz von
1818 Cook) fragt, ob eine aussagenlogische Formel erfüllbar
1819 ist.\footcite{wiki:sat} Das Erfüllbarkeitsproblem der
1820 \emph{Aussagenlogik} ist in exponentieller Zeit in Abhängigkeit der
1821 Anzahl der Variablen mit Hilfe einer Wahrheitstabelle entscheidbar.
1822 Diese \emph{Wahrheitstabelle} kann nicht in polynomieller Zeit
1823 aufgestellt werden.
1824 \footcite[Seite 71]{theo:fs:4}
1825 }

1826

```

## 2.22 kontrollflussgraph.sty

1827 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

1828 \ProvidesPackage{bschlangaul-kontrollflussgraph}[2020/11/07]

### 2.22.1 Makro-Kürzel

```
\let\b=\liBedingung
\let\c=\liKontrollCode
\let\f=\liBedingungFalsch
\let\k=\liKontrollTextzeileKnoten
\let\p=\liKontrollKnotenPfad
\let\w=\liBedingungWahr
```

### 2.22.2 TeX-Markup-Beispiel

```
\begin{liKontrollflussgraph}[xscale=1,yscale=-1.6]
\node[knoten] at (0,0) (S) {S};

\node[pin=\c{boolean resultat = false;}] at (0,1) (2) {2};
\node[pin=\c{if (wort != null)}] at (0,2) (3) {3};
\node[pin=\c{int laenge = wort.length;}] at (1,3) (4) {4};
\node[pin=\c{if (laenge >= 2)}] at (1,4) (5) {5};
\node[pin=\c{resultat = true; int i = 0;}] at (2,5) (6) {6};
\node[pin=\c{for (i < laenge / 2;)}] at (2,6) (7) {7};
\node[pin=\c{char c1; char c2 ...}] at (3,7) (8) {8};
\node[pin=\c{if (Char...) }] at (2,8) (10) {10};
\node[pin=\c{resultat = false; break;}] at (2,9) (12) {12};
\node[pin=\c{if (laenge == 1)}] at (1,10) (17) {17};
\node[pin=\c{resultat = true;}] at (1,11) (18) {18};
\node[pin=180:\c{return resultat;}] at (-1,9) (22) {22};
\node[knoten] at (-1,10) (E) {E};

\path (S) -- (2);
\path (2) -- (3);
\path[wahr] (3) -- (4) \b{right}{wort != null};
\path[falsch] (3) -- (22) \b{left}{wort == null};
\path (4) -- (5);
\path[wahr] (5) -- (6) \b{right}{laenge >= 2};
\path[falsch] (5) -- (17) \b{left,rotate=70,pos=0.2}{laenge < 2};
\path (6) -- (7);
\path[wahr] (7) -- (8) \b{right}{i < laenge / 2};
\path[falsch] (7) -- (22) \b{left}{i >= laenge / 2};
\path (8) -- (10);
\path[wahr] (10) -- (12) \b{right}{c != c};
\path[falsch] (10) -- (7) \b{left,rotate=70,pos=0.8}{c == c};
\path (12) -- (22);
\path[wahr] (17) -- (18) \b{right}{laenge == 1};
\path[falsch] (17) -- (22) \b{right,rotate=-20,pos=0.99}{laenge != 1};
\path (18) -- (22);
\path (22) -- (E);
\end{liKontrollflussgraph}
```

### 2.22.3 TikZ: pin

Die Knoten erhalten sogenannte Pins, in denen Code-Ausschnitte der entsprechenden Anweisung zu sehen ist.

```
pin=[options]angle:text

\node[pin=\c{resultat = true;}] at (1,11) {18};
\node[pin=180:\c{return resultat;}] at (-1,9) {22};
\node[pin=[pin distance=3cm]\c{resultat = ...}]
```

```

1829 \RequirePackage{tikz}
1830 \usetikzlibrary{positioning}
1831 \tikzset{
1832   li kontrollfluss/.style={
1833     knoten/.style={
1834       circle,
1835       draw
1836     },
1837     usebox/.style={
1838       draw,
1839       rectangle,
1840       font=\scriptsize,
1841       anchor=west,
1842       align=left,
1843     },
1844     bedingung/.style={
1845       midway,
1846       draw=none,
1847       font=\scriptsize
1848     },
1849     knotenbeschriftung/.style={
1850       draw,
1851       rectangle,
1852       midway,
1853       font=\scriptsize
1854     },
1855     wahr/.style={
1856       thick
1857     },
1858     falsch/.style={
1859       dashed
1860     },
1861     every node/.style={
1862       circle,
1863       draw,
1864     },
1865     every edge/.append style={
1866       every node/.style={
1867         draw=none,
1868         bedingung,
1869       }
1870     },
1871     every path/.style={
1872       draw,
1873       ->,
1874     },
1875     every pin/.style={
1876       draw,
1877       dotted,
1878       rectangle,
1879       pin position=right
1880     },
1881     every pin edge/.style={
1882       dotted,
1883       arrows=-,
1884     }
1885   }
1886 }

```

#### 2.22.4 Umgebungen

liKontrollflussgraph

```

1887 \NewDocumentEnvironment { liKontrollflussgraph } { 0{} } {

```



```

1888 \begin{tikzpicture}[
1889     li kontrollfluss,
1890     #1
1891 ]
1892 } {
1893 \end{tikzpicture}
1894 }

```

## 2.22.5 Makros

`\liAnweisung`

```
1895 \def\liAnweisung#1(#2,#3){\node[knoten] at (#2,#3) (#1) {#1};}
```

`\liBedingung` **Let-Abkürzung:** `\let\b=\liBedingung`

```
1896 \def\liBedingung#1#2{\node[bedingung,#1]{\texttt{#2}}}
```

`\liBedingungWahr` **Let-Abkürzung:** `\let\w=\liBedingungWahr`

```
1897 \def\liBedingungWahr#1{\node[bedingung,#1]{\texttt{[true]}}}
```

`\liBedingungFalsch` **Let-Abkürzung:** `\let\f=\liBedingungFalsch`

```
1898 \def\liBedingungFalsch#1{\node[bedingung,#1]{\texttt{[false]}}}
```

`\liKontrollCode` **Let-Abkürzung:** `\let\c=\liKontrollCode`

```
1899 \def\liKontrollCode#1{{\tiny\texttt{\textcolor{gray}{#1}}}}
```

`\liKontrollTextzeileKnoten` **Let-Abkürzung:** `\let\k=\liKontrollTextzeileKnoten`

```
1900 \def\liKontrollTextzeileKnoten#1{\raisebox{-2pt}{\tikz[scale=0.5,transform shape] \node[draw
```

`\liKontrollKnotenPfad` **Let-Abkürzung:** `\let\p=\liKontrollKnotenPfad`

```

1901 \ExplSyntaxOn
1902 \NewDocumentCommand { \liKontrollKnotenPfad } { m }
1903 {
1904   \seq_set_split:Nnn \l_tmpa_seq { - } { #1 }
1905   \seq_set_map:NNn \l_tmpa_seq \l_tmpa_seq {\liKontrollTextzeileKnoten{##1}}
1906   \seq_use:Nn \l_tmpa_seq { ~~~~ }
1907 }
1908 \ExplSyntaxOff

```

```
1909
```

## 2.23 kopf-fusszeilen.sty

```
1910 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1911 \ProvidesPackage{bschlangaul-kopf-fusszeilen}[2021/08/20 Kopf-
1912 und Fußzeilen mit Hilfe des Pakets fancyhdr.]

1913 \ExplSyntaxOn

1914 \fancyhead{}
1915 \fancyhead[R0,LE]{\scriptsize\LehramtInformatikTitel}
1916 \fancyhead[L0,RE]{\scriptsize\today}
1917 \fancyfoot{}
1918 \fancyfoot[LE,R0]{\thepage}
1919 \fancyfoot[L0,CE]{\scriptsize\LehramtInformatikAutorName}
1920 \fancyfoot[CO,RE]{\scriptsize\LehramtInformatikAutorEmail}
1921 \renewcommand{\headrulewidth}{0.4pt}
1922 \renewcommand{\footrulewidth}{0.4pt}
1923 \setlength{\headwidth}{\textwidth}

1924 \ExplSyntaxOff

1925
```

## 2.24 literatur-dummy.sty

```
1926 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1927 \ProvidesPackage{bschlangaul-literatur-dummy}[2020/11/27]

\literatur

1928 \def\literatur{}

\footcite

1929 % \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}
1930 \NewDocumentCommand{ \footcite } { o m }{}

1931
```

## 2.25 literatur.sty

```
1932 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1933 \ProvidesPackage{bschlangaul-literatur}[2020/11/27]

1934 \RequirePackage{csquotes}
1935 \RequirePackage[
1936   bibencoding=utf8,
1937   citestyle=authortitle,
1938   backend=biber,
1939 ]{biblatex}
1940 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/10_DB.bib}
1941 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/20_OOMUP.bib}
1942 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/30_AUD.bib}
1943 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/40_SOSY.bib}
1944 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/60_FUMUP.bib}
1945 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/70_THEO.bib}
1946 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/80_DDI.bib}
1947 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Allgemein.bib}
1948 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Examen.bib}
1949 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Wikipedia.bib}
1950 % To allow footnotes in the heading
1951 \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}

\literatur

1952 \def\literatur{\printbibliography[heading=subbibliography]}

1953
```

## 2.26 makros.sty

```
1954 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1955 \ProvidesPackage{bschlangaul-makros}[2020/11/27 Eine Sammlung von
1956 häufig verwendeten Makros und Umgebungen, die thematisch zu keinem
1957 anderen Paket passen]
1958 \RequirePackage{hyperref}
1959 \RequirePackage{graphicx}
    Für die Umgebung liQuellen benötigt.
1960 \RequirePackage{paralist}
1961 \ExplSyntaxOn

\inhaltsverzeichnis
1962 \def\inhaltsverzeichnis {
1963   \begin{mdframed}
1964     \begin{group}
1965       \let\clearpage\relax
1966       \tableofcontents
1967     \end{group}
1968   \end{mdframed}
1969 }

\memph \mephm (\marginpar and \emph)
1970 \newcommand{\memph}[1]{\emph{#1}\marginpar{\tiny#1}}

\SLASH
1971 \newcommand\SLASH{\char`\\}

\liPseudoUeberschrift Text, der sich wie eine Überschrift verhält.
1972 \newcommand{\liPseudoUeberschrift}[1]{
1973   \bigskip
1974
1975   \par
1976   \noindent
1977   \textbf{#1}
1978
1979   \medskip
1980
1981   \par
1982   % Keine Einrückung
1983   \@afterindentfalse
1984   \@afterheading
1985 }

\liBeschriftung Ähnlich dem Makro \liPseudoUeberschrift{}. Am Ende des Textes wird ein Doppelpunktzeichen angehängt.
1986 \newcommand{\liBeschriftung}[1]{
1987   \par
1988   \noindent
1989   \medskip
1990   \textbf{#1}:
1991   \medskip
1992   \noindent
1993 }

\hinweis
1994 \def\hinweis#1{{\footnotesize#1}}

liProjektSprache \begin{liProjektSprache}{NameProjektSprache} \end{liProjektSprache}: Zum
Einbetten von projekteigenen Minisprachen/DSLs (Domain-specific language) (z. B. RelationenSchema).
Der Inhalt der Umgebung wird nicht von TeX kompiliert, sondern von dem Java-
Kommandozeilen-Programm didaktik.java verarbeitet.
1995 \NewDocumentEnvironment { liProjektSprache }{ o +b } {} {}
```

liEinbettung

```
1996 \NewDocumentEnvironment { liEinbettung }{ o +b } {#2} {}
```

### 2.26.1 Umgebungen, die Inhalte aus- und einblenden können

Die einfachste Möglichkeit, um den kompletten Inhalt einer Umgebung auszublenden ist die Verwendung `+b` in einer `xparse` erzeugten Umgebung. Manchmal funktioniert diese Methode nicht. In der Dokumentation von `xparse` steht, dass dieses Feature etwas experimentell ist.

Eine andere Methode verwendet das `exam`-Package. Die Inhalt wird in eine Box verschoben, die dann einfach ignoriert wird.

```
\NewDocumentEnvironment{ liAdditum } { o }
{
  \ifLiADDITUM
  \else
    % Alles in eine Box verschieben und die dann ignorieren.
    \setbox 0 \vbox
    \bgroup
    \fi

    \begin{frame}
  } {
    \end{frame}

    \ifLiADDITUM
    \else
      \egroup
    \fi
}
```

**liAntwort** Zum Setzen von Antworten. Sie werden mit einem Kasten umgeben. Könnten eventuell ausgeblendet werden, wenn man nur die Lösung sehen will.

```
1997 \NewDocumentEnvironment{ liAntwort } { O{standard} }
1998 {
1999   \ifLiANTWORT
2000   \else
2001     \setbox 0 \vbox
2002     \bgroup
2003     \fi
2004
2005   \str_case:nn {#1} {
2006     {standard} {
2007       \def\beschriftung{}
2008       \mdfsetup{backgroundcolor=gray!1}
2009     }
2010     {richtig} {
2011       \def\beschriftung{richtig}
2012       \mdfsetup{backgroundcolor=green!5,linecolor=green}
2013     }
2014     {falsch} {
2015       \def\beschriftung{falsch}
2016       \mdfsetup{backgroundcolor=red!3,linecolor=red}
2017     }
2018     {muster} {
2019       \def\beschriftung{Musterlösung}
2020       \mdfsetup{backgroundcolor=green!12,linecolor=green}
2021     }
2022   }
2023   \ifx\beschriftung\empty\else
2024     \noindent
2025     \textbf{\beschriftung{}}
  }
```

```

2026 \fi
2027 \begin{mdframed}[
2028   frametitle={\scriptsize\mdseries Lösungshinweise},
2029   innertopmargin=6pt,
2030   frametitleaboveskip=-12pt,
2031   frametitlealignment=\raggedright
2032 ]
2033 }
2034 {
2035   \end{mdframed}
2036   \ifLiANTWORT
2037   \else
2038     \egroup
2039   \fi
2040 }

```

**liAdditum** Zusätzliches Material bei Aufgaben, das zum Lösen der Aufgaben nicht unbedingt nötig ist, z. b. Hintergrundinformation, Test-Dateien, komplette Code-Dateien.

```

2041 \NewDocumentEnvironment{ liAdditum } { o }
2042 {
2043   \ifLiADDITUM
2044   \else
2045     \setbox 0 \vbox
2046     \bgroup
2047   \fi
2048
2049   \begin{mdframed}[backgroundcolor=yellow!5]
2050     \IfNoValueTF {#1}
2051     {
2052       \liPseudoUeberschrift{Additum}
2053     }
2054     {
2055       \liPseudoUeberschrift{Additum:~#1}
2056     }
2057   }
2058 {
2059   \end{mdframed}
2060
2061   \ifLiADDITUM
2062   \else
2063     \egroup
2064   \fi
2065 }

```

**liExkurs** \begin{liExkurs}[Linear rekursiv]  
 Die häufigste Rekursionsform ist die lineare Rekursion, bei der in jedem Fall der rekursiven Definition höchstens ein rekursiver Aufruf vorkommen darf.  
 \end{liExkurs}

#### **Exkurs: Linear rekursiv**

Die häufigste Rekursionsform ist die lineare Rekursion, bei der in jedem Fall der rekursiven Definition höchstens ein rekursiver Aufruf vorkommen darf.

```

2066 \NewDocumentEnvironment{ liExkurs }{o +b}{
2067   \ifLiEXKURS
2068     \vspace{0.2cm}%
2069     \begin{mdframed}[
2070       backgroundColor=white,
2071       bottomline=false,
2072       innermargin=1cm,
2073       leftline=true,

```

```

2074     linecolor=black,
2075     linewidth=0.1cm,
2076     outermargin=1cm,
2077     rightline=false,
2078     topline=false,
2079 ]
2080 \footnotesize
2081 \noindent%
2082 \textbf{Exkurs:~#1}\par%
2083 \noindent%
2084 #2
2085 \end{mdframed}
2086 \vspace{0.2cm}
2087 \else
2088 \fi
2089 }{}

```

liQuellen <https://tex.stackexchange.com/a/229004>

```

\begin{liQuellen}
\item Quelle 1
\item Quelle 2
\end{liQuellen}

```

**Weiterführende Literatur:**

- Quelle 1
- Quelle 2

```

2090 \cs_new:Npn \listen@punkt #1 {\item #1}
2091 \NewDocumentEnvironment { liQuellen }{ +b }
2092 {
2093   \seq_clear_new:N \l_quellen
2094   \seq_set_split:Nnn \l_quellen {\item} {#1}
2095   \seq_remove_all:Nn \l_quellen {}
2096   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
2097     \footnotesize
2098     \noindent
2099     \textsf{\textbf{Weiterführende~Literatur:}}
2100     \medskip
2101     \begin{compactitem}
2102       \seq_map_function:NN \l_quellen {\listen@punkt}
2103     \end{compactitem}
2104   \end{mdframed}
2105   %
2106   \par
2107   \@afterindentfalse
2108   \@afterheading
2109 } {}

```

liLernkartei

```

2110 \NewDocumentEnvironment { liLernkartei }{ m +b }
2111 {
2112   \begin{mdframed}
2113     \footnotesize
2114     \noindent%
2115     \textbf{Lernkarteikarte:~#1}\par%
2116     \noindent%
2117     #2
2118   \end{mdframed}
2119 } {}

```

liDiagramm `\begin{liDiagramm}{beschriftung}\end{liDiagramm}`: Zu setzen einer Graphik bzw eines Diagramms.



```

2120 \NewDocumentEnvironment { liDiagramm }{ m +b }
2121 {
2122   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
2123   \small
2124   \noindent%
2125   \textit{#1}:
2126   \begin{center}
2127     #2
2128   \medskip
2129   \end{center}
2130   \end{mdframed}
2131 } {}

\liFussnoteUrl \liFussnoteUrl[\langle zusätzlicher-text \rangle]{\langle url \rangle} \liFussnoteUrl[zusätzlicher Text]{url}:
Eine HTTP-URL als Fußnote setzen.
2132 \NewDocumentCommand{\liFussnoteUrl} { o m } {
2133   \footnote{\url{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ ( #1 )}}
2134 }
2135

\liFussnoteLink \liFussnoteLink[\langle zusätzlicher-text \rangle]{\langle link-text \rangle}{\langle url \rangle} \liFussnoteLink[zusätzlicher Text]{text}
Einen Link, d. h. einen Link-Text und eine URL als Fußnote setzen.
2136 \NewDocumentCommand{\liFussnoteLink} { o m m } {
2137   \footnote{\href{#3}{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ ( #1 )}}
2138 }

\zB
2139 \def\zB{z.\.,B. }

\ZB
2140 \def\ZB{Z.\.,B. }

\dh
2141 \def\dh{d.\.,h. }

2142 \ExplSyntaxOff
2143

```

## 2.27 master-theorem.sty

2144 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2145 \ProvidesPackage{bschlangaul-master-theorem}[2021/04/13]

### 2.27.1 Makro-Kürzel

\let\O=\liO

\let\o=\liOmega

\let\T=\liT

\let\t=\liTheta

\liMasterVariablenDeklaration

{3} % a

{3} % b

{\mathcal{O}(1)} % f(n)

\liMasterFallRechnung

% 1. Fall

{für  $\varepsilon = 4$ : \}

$f(n) = 5n^2 \in \mathcal{O}(n^{\log_2 8 - 4}) = \mathcal{O}(n^{\log_2 4}) = \mathcal{O}(n^2)$

% 2. Fall

$f(n) = 5n^2 \notin \mathcal{T}(n^{\log_2 8}) = \mathcal{T}(n^3)$

% 3. Fall

$f(n) = 5n^2 \notin \mathcal{O}(n^{\log_2 8 + \varepsilon})$

\liMasterWolframLink{T[n]=9T[n/3]\%2B5n^2}

\liMasterVariablenDeklaration

{ } % a

{ } % b

{ } % f(n) ohne \$mathe\$

\liMasterFallRechnung

% 1. Fall

{ }

% 2. Fall

{ }

% 3. Fall

{ }

$\rightarrow T(n) \in \mathcal{T}(n^2 \cdot \log n)$

\liMasterWolframLink{T[n]=9T[n/3]\%2B5n^2}

2146 \ExplSyntaxOn

2147 \RequirePackage{amsmath}

\liRundeKlammer

2148 \def\liRundeKlammer#1{

2149 \negthinspace \left( #1 \right)

2150 }

\liTheta \liTheta{n^2}:  $\Theta(n^2)$

2151 \def\liThetaOhneMathe#1{

2152 \Theta \liRundeKlammer{#1}

2153 }

2154 \def\liTheta#1{

2155 \ifmmode

2156 \liThetaOhneMathe{#1}

2157 \else

2158 \$\liThetaOhneMathe{#1}\$

2159 \fi

2160 }

```

\liOmega \liOmega{n^2}:  $\Omega(n^2)$ 
2161 \def\liOmegaOhneMathe#1{
2162   \Omega \liRundeKlammer{#1}
2163 }
2164 \def\liOmega#1{
2165   \ifmmode
2166     \liOmegaOhneMathe{#1}
2167   \else
2168     $\liOmegaOhneMathe{#1}$
2169   \fi
2170 }

\liO \liO{n^2}:  $\mathcal{O}(n^2)$ 
2171 \def\liOOhneMathe#1{
2172   \mathcal{O} \liRundeKlammer{#1}
2173 }
2174 \def\liO#1{
2175   \ifmmode
2176     \liOOhneMathe{#1}
2177   \else
2178     $\liOOhneMathe{#1}$
2179   \fi
2180 }

\liT Let-Abkürzung: \let\T=\liT
      \liT{16}{2}:  $16 \cdot T\left(\frac{n}{2}\right)$  \liT{}{2}:  $T\left(\frac{n}{2}\right)$ 
2181 \def\liTOhneMathe#1#2{
2182   \tl_if_blank:nTF {#1}
2183   {}
2184   {#1 \cdot }
2185   T
2186   \liRundeKlammer{\frac{n}{#2}}
2187 }
2188 \def\liT#1#2{
2189   \ifmmode
2190     \liTOhneMathe{#1}{#2}
2191   \else
2192     $\liTOhneMathe{#1}{#2}$
2193   \fi
2194 }

\liRekursionsGleichung \liRekursionsGleichung:  $T(n) = a \cdot T\left(\frac{n}{b}\right) + f(n)$ 
2195 \def\liRekursionsGleichung{
2196   $T(n) = \liT{a}{b} + f(n)$
2197 }

\liBedingungEins \liBedingungEins:  $f(n) \in \mathcal{O}(n^{\log_b a - \varepsilon})$ 
2198 \def\liBedingungEins{
2199   $f(n) \in \liO{n^{\log\sb{b}a - \varepsilon}}$
2200 }

\liBedingungZwei \liBedingungZwei:  $f(n) \in \Theta(n^{\log_b a})$ 
2201 \def\liBedingungZwei{
2202   $f(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a}}$
2203 }

\liBedingungDrei \liBedingungDrei:  $f(n) \in \Omega(n^{\log_b a + \varepsilon})$ 
2204 \def\liBedingungDrei{
2205   $f(n) \in \liOmega{n^{\log\sb{b}a + \varepsilon}}$
2206 }

2207 \ExplSyntaxOff

```

\liMasterVariablen

```

2208 \def\liMasterVariablen{
2209   \begin{displaymath}
2210     T(n) = \liT{a}{b} + f(n)
2211   \end{displaymath}
2212
2213   \begin{itemize}
2214     \item[$a = $]
2215       Anzahl der rekursiven Aufrufe, Anzahl der Unterprobleme in der
2216       Rekursion
2217       ($a \geq 1$).
2218
2219     \item[$\textstyle{\frac{1}{b}} = $]
2220       Teil des Originalproblems, welches wiederum durch alle Unterprobleme
2221       repräsentiert wird, Anteil an der Verkleinerung des Problems ($b > 1$).
2222
2223     \item[$f(n) = $]
2224       Kosten (Aufwand, Nebenkosten), die durch die Division des Problems und
2225       die Kombination der Teillösungen entstehen. Eine von $T(n)$
2226       unabhängige und nicht negative Funktion.
2227   \end{itemize}
2228   \footcite{wiki:master-theorem}
2229   \footcite[Seite 19-35]{aud:fs:2}
2230 }
```

\liMasterFaelle

```

2231 \def\liMasterFaelle{
2232   \begin{description}
2233     \item[1. Fall:]
2234       $T(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a}}$
2235
2236       \hfill falls \liBedingungEins
2237       für $\varepsilon > 0$
2238
2239     \item[2. Fall:]
2240       $T(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a} \cdot \log n}$
2241
2242       \hfill falls \liBedingungZwei
2243
2244     \item[3. Fall:]
2245       $T(n) \in \liTheta{f(n)}$
2246
2247       \hfill falls \liBedingungDrei
2248       für $\varepsilon > 0$
2249       und ebenfalls für ein $c$ mit $0 < c < 1$ und alle hinreichend großen $n$
2250       gilt:
2251       $a \cdot f(\textstyle{\frac{n}{b}}) \leq c \cdot f(n)$
2252   \end{description}
2253 }
```

\liMasterVariablenDeklaration

```

2254 \def\liMasterVariablenDeklaration#1#2#3{
2255   \begin{description}
2256     \item[Allgemeine Rekursionsgleichung:] \strut
2257
2258     \liRekursionsGleichung
2259
2260     \item[Anzahl der rekursiven Aufrufe ($a$):] \strut
2261
2262     #1
2263
2264     \item[Anteil Verkleinerung des Problems ($b$):] \strut
2265   \end{description}
}
```

```

2266     um  $\frac{1}{b}$  also  $b = \frac{1}{a}$ 
2267
2268     \item[Laufzeit der rekursiven Funktion ( $f(n)$ ):] \strut
2269
2270      $\frac{1}{b}$ 
2271
2272     \item[Ergibt folgende Rekursionsgleichung:] \strut
2273
2274      $T(n) = T(\frac{n}{b}) + \frac{1}{b}$ 
2275 \end{description}
2276 }

\liMasterFallRechnung
2277 \def\liMasterFallRechnung#1#2#3{
2278   \begin{description}
2279     \item[1. Fall:] \liBedingungEins:
2280
2281     #1
2282
2283     \item[2. Fall:] \liBedingungZwei:
2284
2285     #2
2286
2287     \item[3. Fall:] \liBedingungDrei:
2288
2289     #3
2290   \end{description}
2291 }

\liMasterExkurs
2292 \def\liMasterExkurs{
2293   \begin{liExkurs}[Master-Theorem]
2294     \liMasterVariablen
2295
2296     \noindent
2297     Dann gilt:
2298
2299     \liMasterFaelle
2300   \end{liExkurs}
2301 }

\liMasterWolframLink Link zu Wolframalpha (+ durch Prozent 2B ersetzen)
2302 \def\liMasterWolframLink#1{
2303   Berechne die Rekursionsgleichung auf WolframAlpha:
2304   \href{https://www.wolframalpha.com/input/?i=#1}{WolframAlpha}
2305 }

2306

```

## 2.28 mathe.sty

```
2307 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2308 \ProvidesPackage{bschlangaul-mathe}[2020/06/10]
2309
2310 % for example \ltimes \rtimes
2311 %\RequirePackage{amssymb}
2312 \RequirePackage{amsmath}
2313
2314 %%
2315 % \mlq \mrq
2316 %%
2317 \DeclareMathSymbol{\mlq}{\mathord}{operators}{``}
2318 \DeclareMathSymbol{\mrq}{\mathord}{operators}{`}
2319
```

## 2.29 meta.sty

```
2320 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2321 \ProvidesPackage{bschlangaul-klassen-meta}[2021/09/10 Sammlung
2322 von Textschnipseln, die das Projekt beschreiben]
```

```
2323 \ExplSyntaxOn
```

```
2324 \liLadePakete{grafik}
```

### 2.29.1 Einfache Makros (Low level)

```
\liMetaBschlangaulSammlung
```

```
2325 \def\liMetaBschlangaulSammlung{
2326   Die~Bschlangaul-Sammlung
2327 }
```

```
HermineBschlangaulAndFriends
```

```
2328 \def\liMetaHermineBschlangaulAndFriends{
2329   Hermine~Bschlangaul~and~Friends
2330 }
```

```
\liMetaUeberDasProjekt
```

```
2331 \def\liMetaUeberDasProjekt{
2332   Eine~freie~Aufgabensammlung~mit~Lösungen~
2333   von~Studierenden~für~Studierende~
2334   zur~Vorbereitung~auf~die~1.~Staatsexamensprüfungen~
2335   des~Lehramts~Informatik~in~Bayern.
2336 }
```

```
\liMetaCCLink
```

```
2337 \def\liMetaCCLink{
2338   Diese~Materialsammlung~unterliegt~den~Bestimmungen~der~
2339   \href{
2340     https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.de
2341   }
2342   {
2343     Creative~Commons~Namensnennung~Nicht~kommerziell~Share~Alike~4.0~
2344     International~Lizenz
2345   }.
2346 }
```

```
\liMetaEmail
```

```
2347 \def\liMetaEmail{
2348   hermine.bschlangaul@gmx.net
2349 }
```

```
\liMetaEmailLink
```

```
2350 \def\liMetaEmailLink{
2351   \href{
2352     mailto:\liMetaEmail
2353   }{
2354     \liMetaEmail
2355   }
2356 }
```

```
\liMetaHilfMit
```

```
2357 \def\liMetaHilfMit{
2358   Hilf~mit!~
2359
2360   Die~Hermine~schafft~das~nicht~alleine!~
2361
2362   Das~ist~ein~Community-Projekt.~
2363
2364   Verbesserungsvorschläge,~Fehlerkorrekturen,~weitere~Lösungen~sind~
```

```

2365 herzlich-willkommen---egal~wie---per~Pull-Request~oder~per~E-Mail~an~
2366 \liMetaEmailLink.
2367 }

```

\liMetaHilfMit

```

2368 \def\liMetaQuelltext{
2369   Der~\TeX-Quelltext~dieses~Dokuments~kann~unter~folgender~
2370   URL~aufgerufen~werden:~
2371 }

```

## 2.29.2 Zusammengesetzte Makros (High level)

Plaziert zwei Minipages nebeneinander. Die erste Umgebung ist für eine Logo gedacht, die zweite für einen Text

```

2372 \cs_new:Npn \logo_dann_text:nn #1 #2 {
2373   \begin{center}
2374     \begin{minipage}[c]{5.5cm}
2375       #1
2376     \end{minipage}
2377
2378     \begin{minipage}[c]{10cm}
2379       #2
2380     \end{minipage}
2381   \end{center}
2382 }

```

\liLogoTextProjekt

```

2383 \def\liLogoTextProjekt
2384 {
2385   \logo_dann_text:nn
2386   {
2387     \liGrafikLogo[width=5cm]
2388   }
2389   {
2390     {
2391       \bfseries
2392       \liMetaBschlangaulSammlung
2393     }
2394     \par
2395
2396     \liMetaHermineBschlangaulAndFriends
2397     \par
2398
2399     \medskip
2400
2401     \begin{spacing}{1}
2402       \footnotesize
2403       \liMetaUeberDasProjekt
2404     \end{spacing}
2405   }
2406 }

```

\liLogoTextCCLizenz

```

2407 \def\liLogoTextCCLizenz
2408 {
2409   \logo_dann_text:nn
2410   {
2411     \centerline{\liGrafikCCLizenz[width=3cm]}
2412   }
2413   {
2414     \begin{spacing}{1}
2415       \scriptsize
2416       \liMetaCCLink

```



```
2417     \end{spacing}  
2418   }  
2419 }  
  
2420 \ExplSyntaxOff  
2421
```

### 2.30 minimierung.sty

```

2422 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2423 \ProvidesPackage{bschlangaul-mathe}[2021/03/13 Für den
2424 Minimierungsalgorithmus von einem NEA zu einem DEA]
2425 \liLadePakete{typographie}

\let\z=\liZustandsnameTiefgestellt
\let\f=\liFussnote
\let\l=\liLeereZelle
\let\Z=\liZustandsPaar
\let\erkl= \liMinimierungErklaerung

\begin{tabular}{|c||c|c|c|c|c|c|c|c|c|}
\hline
\z0 & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l \\
\z1 & & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l \\
\z2 & & & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l \\
\z3 & & & & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l \\
\z4 & & & & & \l & \l & \l & \l & \l & \l \\
\z5 & & & & & & \l & \l & \l & \l & \l \\
\z6 & & & & & & & \l & \l & \l & \l \\
\z7 & & & & & & & & \l & \l & \l \\
\z8 & & & & & & & & & \l & \l \\
& \z0 & \z1 & \z2 & \z3 & \z4 & \z5 & \z6 & \z7 & \z8 & \l
\end{tabular}

\liFussnoten

\begin{liUebergangsTabelle}{0}{1}
\Z01 & \Z10 & \Z23 & \l \\
\Z05 & \Z15 & \Z25 & \f2 \l \\
\Z15 & \Z05 & \Z35 & \f2 \l \\
\Z23 & \Z44 & \Z55 & \l \\
\Z24 & \Z44 & \Z55 & \l \\
\Z34 & \Z44 & \Z55 & \l
\end{liUebergangsTabelle}

2426 \def\liFussnote#1{$x_{\#1}$}

2427 \def\li@fussnote@text#1#2{
2428 \liFussnote{#1}
2429 \quad
2430 {\footnotesize #2}
2431 }

2432 \def\liFussnoteEinsText{
2433 \li@fussnote@text{1}
2434 {Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.}
2435 }

2436 \def\liFussnoteZweiText{
2437 \li@fussnote@text{2}
2438 {Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.}
2439 }

2440 \def\liFussnoteDreiText{
2441 \li@fussnote@text{3}

```

```

2442 {In weiteren Iterationen markierte Zustände.}
2443 }

\liFussnoteVierText
2444 \def\liFussnoteVierText{
2445   \li@fussnote@text{4}
2446   {...}
2447 }

\liFussnoten


|       |                                                                      |
|-------|----------------------------------------------------------------------|
| $x_1$ | Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.          |
| $x_2$ | Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt. |
| $x_3$ | In weiteren Iterationen markierte Zustände.                          |
| $x_4$ | ...                                                                  |



2448 \def\liFussnoten{
2449   \bigskip
2450
2451   \noindent
2452   \liFussnoteEinsText
2453
2454   \noindent
2455   \liFussnoteZweiText
2456
2457   \noindent
2458   \liFussnoteDreiText
2459
2460   \noindent
2461   \liFussnoteVierText
2462 }

\liLeereZelle \liLeereZelle:  $\emptyset$ 
Let-Abkürzung: \let\l=\liLeereZelle
2463 \def\liLeereZelle{\$\emptyset\$}

\liZustandsPaarVariablenName
2464 \def\liZustandsPaarVariablenName{z}

\liZustandsPaar
2465 \def\liZustandsPaar#1#2{
2466   $(
2467     \liZustandsPaarVariablenName_#1,
2468     \liZustandsPaarVariablenName_#2
2469   )$
2470 }

liUebergangsTabelle
2471 \renewcommand{\arraystretch}{1.4}
2472 \NewDocumentEnvironment{ liUebergangsTabelle } { m m } {
2473   \liPseudoUeberschrift{Übergangstabelle}
2474   \begin{center}
2475     \begin{tabular}{r|l|l}
2476       \textbf{Zustandspaar} & \textbf{\#1} & \textbf{\#2} \\ \hline
2477     \end{tabular}
2478   \end{center}
2479   \end{center}
2480 }

liUeberschriftDreiecksTabelle \liUeberschriftDreiecksTabelle:

Minimierungstabelle (Table filling)
2481 \ExplSyntaxOn

```

```

2482 \def\liUeberschriftDreiecksTabelle{
2483   \liPseudoUeberschrift{Minimierungstabelle~(Table~filling)}
2484 }

```

**\liMinimierungErklaerung** **Let-Abkürzung:** \let\verklaerung=\liMinimierungErklaerung

— Der Minimierungs-Algorithmus (auch Table-Filling-Algorithmus genannt) trägt in seinem Verlauf eine Markierung in alle diejenigen Zellen der Tabelle ein, die zueinander nicht äquivalente Zustände bezeichnen. Die Markierung „ $x_n$ “ in einer Tabellenzelle  $(i, j)$  bedeutet dabei, dass das Zustandspaar  $(i, j)$  in der  $k$ -ten Iteration des Algorithmus markiert wurde und die Zustände  $i$  und  $j$  somit zueinander  $(k - 1)$ -äquivalent, aber nicht  $k$ -äquivalent und somit insbesondere nicht äquivalent sind. Bleibt eine Zelle bis zum Ende unmarkiert, sind die entsprechenden Zustände zueinander äquivalent. —

```

2485 \def\liMinimierungErklaerung{
2486   %\footcite[Seite~19]{koenig}
2487   \liParagraphMitLinien{
2488     Der~Minimierungs-Algorithmus~(auch~Table-Filling-Algorithmus-genannt)~
2489     trägt~in~seinem~Verlauf~eine~Markierung~in~alle~
2490     diejenigen~Zellen~der~Tabelle~ein,~die~zueinander~nicht~äquivalente~
2491     Zustände~bezeichnen.~Die~Markierung~„ $x_{\sb{n}}$ “~in~einer~Tabellenzelle~( $i$ ,~
2492      $j$ )~bedeutet~dabei,~dass~das~Zustandspaar~( $i$ ,~ $j$ )~in~der~ $k$ -ten~
2493     Iteration~des~Algorithmus~markiert~wurde~und~die~Zustände~ $i$ ~und~ $j$ ~
2494     somit~zueinander~( $k-1$ )-äquivalent,~aber~nicht~ $k$ -äquivalent~und~
2495     somit~insbesondere~nicht~äquivalent~sind.~Bleibt~eine~Zelle~bis~zum~Ende~
2496     unmarkiert,~sind~die~entsprechenden~Zustände~zueinander~äquivalent.
2497   }
2498 }
2499 \ExplSyntaxOff

```

2500

## 2.31 normalformen.sty

```
2501 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2502 \ProvidesPackage{bschlangaul-normalformen}[2020/12/10]
2503 Hilfsmakros zum Setzen von Normalformen, Funktionalen Abhängigkeiten,
2504 Attributhülle]
```

Mathe für textit tex etc, typographie für geschweifte Klammer

```
2505 \liLadePakete{mathe,typographie}
2506 \directlua{
2507   helfer = require('bschlangaul-helfer')
2508   normalformen = require('bschlangaul-normalformen')
2509 }
```

### 2.31.1 Makro-Kürzel

```
\let\ah=\liAttributHuelle
\let\ahL=\liLinksReduktion
\let\ahl=\liLinksReduktionInline
\let\ahr=\liRechtsReduktionInline
\let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
\let\FA=\liFunktionaleAbhaengigkeiten
\let\m=\liAttributMenge
\let\r=\liRelation
\let\u=\underline
```

```
2510 \def\liTeilen#1{
2511   \directlua{tex.print(normalformen.teilen('#1'))}
2512 }
```

```
\liAttributHuelle Let-Abkürzung: \let\ah=\liAttributHuelle
                  \ah{F, \m{A, B}} AttrHülle( $F, \{A, B\}$ ) Regulärer Ausdruck zum Konvertieren
                  AttrHülle((.)*\)\ \ah{$1}
2513 \def\liAttributHuelleOhneMathe#1{\text{AttrHülle}(\#1)}
2514 \def\liAttributHuelle#1{
2515   \ifmmode
2516     \liAttributHuelleOhneMathe{\#1}
2517   \else
2518     $\liAttributHuelleOhneMathe{\#1}$
2519   \fi
2520 }
```

```
\liAttributMenge Let-Abkürzung: \let\m=\liAttributMenge
2521 \def\liAttributMenge#1{\{ \textit{\#1} \}}
```

liAHuelle

```
2522 \NewDocumentEnvironment{ liAHuelle } { +b } {
2523   \begingroup
2524   \footnotesize
2525   \begin{multline*}
2526     \#1
2527   \end{multline*}
2528   \endgroup
2529 } { }
```

```
\liLinksReduktion Nur innerhalb von liAHuelle zu verwenden bzw. multline
Let-Abkürzung: \let\ahL=\liLinksReduktion
                  \ahL{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
2530 \def\liLinksReduktion#1#2#3{
2531   \shoveleft{
2532     \liAttributHuelleOhneMathe{FA,
2533       \liAttributMenge{\#1 \string\ #2}} =
2534   } \\\
```

```

2535 \shoveright{
2536 \liAttributMenge{#3}
2537 } \\\
2538 }

```

```

\liLinksReduktionInline Let-Abkürzung: \let\ahL=\liLinksReduktionInline
\ahL{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
\ahL{A, E}{E}{A, E, F, B, \textbf{D}}: AttrHülle( $F, \{A, E \setminus E\}$ ) =  $\{A, E, F, B, D\}$ 
2539 \def\liLinksReduktionInline#1#2#3{%
2540 {%
2541 \footnotesize%
2542 $\liAttributHuelleOhneMathe{F,
2543 \liAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
2544 \liAttributMenge{#3}$
2545 }
2546 }

```

```

\liLinksReduktionInline Let-Abkürzung: \let\ahr=\liLinksReduktionInline
\ahr{gelöschte FA}{neue FA ohne rechts Attribut}{gegebene Attribute}{Ergebnis}
2547 \def\liRechtsReduktionInline#1#2#3#4{%
2548 {%
2549 \footnotesize%
2550 $\liAttributHuelleOhneMathe{
2551 F \setminus
2552 \liFunktionaleAbhaengigkeit{#1}
2553 \def\tmp{#2}\ifx\tmp\empty
2554 \else
2555 \cup \liFunktionaleAbhaengigkeit{#2}
2556 \fi
2557 ,
2558 \liAttributMenge{#3}
2559 } =
2560 \liAttributMenge{#4}$
2561 }
2562 }

```

```

\liFunktionaleAbhaengigkeit Let-Abkürzung: \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
\fa{A, B -> C, D}:  $\{A, B\} \rightarrow \{C, D\}$  Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
\$(.*?) \\\rightarrow (.*)\$ \fa{$1 -> $2}
2563 \def\liFunktionaleAbhaengigkeit#1{%
2564 \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeit('#1', false)}%
2565 }

```

```

\liFunktionaleAbhaengigkeiten \FA[F]{
M -> M;
M -> N;
V -> T, P, PN;
P -> PN;
}

```

$$F = \left\{ \begin{array}{l} \{M\} \rightarrow \{M\}, \\ \{M\} \rightarrow \{N\}, \\ \{V\} \rightarrow \{T, P, PN\}, \\ \{P\} \rightarrow \{PN\}, \end{array} \right\}$$

```

Let-Abkürzung: \let\FA=\liFunktionaleAbhaengigkeiten
Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \item \$(.*) \\\rightarrow (.*)\$ \fa{(.*) \\\rightarrow
$1 -> $2;

```

```

2566 \NewDocumentCommand {\liFunktionaleAbhaengigkeiten} { O{FA} m } {
2567   \liGeschweifteKlammern
2568   {#1}
2569   {
2570     \begin{align*}
2571       \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeiten('#2')}
2572     \end{align*}
2573   }
2574   {-0.5cm}
2575   {-1.7cm}
2576 }

\liRelation Let-Abkürzung: \let\r=\liRelation
      \r[R3]{\u{A}, B, C}:  $R_3(\underline{A}, B, C)$  Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
      \$(R.*)\((.*)\)\$ \liRelation[$1]{$2}

2577 \NewDocumentCommand {\liRelation} { O{R} m } {
2578   $\directlua{
2579     local name = helper.konvertiere_tiefgestellt('#1')
2580     tex.print(name)
2581   }$(\textit{\, #2\,})
2582 }

2583

```

## 2.32 o-notation.sty

2584 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]  
2585 \ProvidesPackage{bschlangaul-o-notation}[2021/09/08]

### 2.32.1 Makro-Kürzel

\let\O=\liONotationO

### 2.32.2 TeX-Markup-Beispiel: Funktionsgraphen mit pgfplots

```
\begin{tikzpicture}
  \begin{axis}[
    xlabel=$n$,
    legend entries={\f a, \f b, \f c, \f d, \f e},
    ymax=500,
    xmin=0,
    xmax=7,
    legend pos=north west,
    domain=0:7
  ]
    \addplot{sqrt(x^5) + (4 * x) - 5};
    \addplot{log2(log2(x))};
    \addplot{2^x};
    \addplot{x^2 * log10(x) + (2 * x)};
    \addplot{4^x / (log2(x))};
  \end{axis}
\end{tikzpicture}
```

2586 \ExplSyntaxOn

2587 \RequirePackage{amssymb}

2588 \RequirePackage{pgfplots}

Für echte Teilmenge \subsetneq:  $\subsetneq$

2589 \RequirePackage{amssymb}

\liRundeKlammer

```
2590 \def\liRundeKlammer#1{
2591   \negthinspace \left( #1 \right)
2592 }
```

\liONotationO  $\mathcal{O}(n^2)$

```
2593 \cs_new:Npn \o_notation_O:n #1 {
2594   \mathcal{O} \liRundeKlammer{#1}
2595 }
2596 \def\liONotationO#1{
2597   \ifmmode
2598     \o_notation_O:n { #1 }
2599   \else
2600     $ \o_notation_O:n { #1 } $
2601   \fi
2602 }
```

2603



## 2.33 petri.sty

2604 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]  
 2605 \ProvidesPackage{bschlangaul-petri}[2020/12/03]

### 2.33.1 Makro-Kürzel

\let\t=\liPetriTransitionsName  
 \let\tp=\liPetriTransPfeile  
 \let\k=\liPetriErreichKnotenDrei

2606 \RequirePackage{tikz}  
 2607 \usetikzlibrary{petri,arrows.meta}

Für die Darstellungsmatrix

2608 \RequirePackage{blkarray}

```
\def\TmpA#1{
  \liPetriSetzeSchluessel%
  \pgfkeys{/petri/.cd,#1}%
  \begin{tikzpicture}[li petri]
    \node at (-0.25,-0.25) {};
    \node at (\TmpX,\TmpY) {};

    \begin{scope}[transform canvas={scale=\TmpScale},x=2cm,y=2cm,]
      \node[place,tokens=\TmpPlaceOne,label=$p_1$] at (0,1) (p1) {};
      \node[place,tokens=\TmpPlaceTwo,label=$p_2$] at (2,2) (p2) {};
      \node[place,tokens=\TmpPlaceThree,label=east:$p_3$] at (2,0) (p3) {};

      \node[transition,label=east:$t_1$, \TmpTransitionOne] at (2,1) {}
        edge[pre] (p2)
        edge[post] (p3);
      \node[transition,label=$t_2$, \TmpTransitionTwo] at (1,1.5) {}
        edge[pre] (p1)
        edge[post] (p2);
      \node[transition,label=$t_3$, \TmpTransitionThree] at (1,0.5) {}
        edge[pre] (p3)
        edge[post] (p1);
      \node[transition,label=$t_4$, \TmpTransitionFour] at (1,1) {}
        edge[pre] (p2)
        edge[pre] (p3)
        edge[post] (p1);
    \end{scope}
  \end{tikzpicture}
}
```

\liPetriSetzeSchluessel

```
2609 \def\liPetriSetzeSchluessel{%
2610   \def\TmpTransitionOne{}%
2611   \def\TmpTransitionTwo{}%
2612   \def\TmpTransitionThree{}%
2613   \def\TmpTransitionFour{}%
2614   \def\TmpTransitionFive{}%
2615   \def\TmpTransitionSix{}%
2616   \def\TmpTransitionSeven{}%
2617   \def\TmpTransitionEight{}%
2618   \def\TmpTransitionNine{}%
2619   \def\TmpTransitionTen{}%
2620   \pgfkeys{/petri/.cd,
2621     p1/.store in=\TmpPlaceOne,p1/.default=0,p1,
2622     p2/.store in=\TmpPlaceTwo,p2/.default=0,p2,
2623     p3/.store in=\TmpPlaceThree,p3/.default=0,p3,
2624     p4/.store in=\TmpPlaceFour,p4/.default=0,p4,
```

```

2625 p5/.store in=\TmpPlaceFive,p5/.default=0,p5,
2626 p6/.store in=\TmpPlaceSix,p6/.default=0,p6,
2627 p7/.store in=\TmpPlaceSeven,p7/.default=0,p7,
2628 p8/.store in=\TmpPlaceEight,p8/.default=0,p8,
2629 p9/.store in=\TmpPlaceNine,p9/.default=0,p9,
2630 p10/.store in=\TmpPlaceTen,p10/.default=0,p10,
2631 t1/.store in=\TmpTransitionOne,t1/.default=activated,
2632 t2/.store in=\TmpTransitionTwo,t2/.default=activated,
2633 t3/.store in=\TmpTransitionThree,t3/.default=activated,
2634 t4/.store in=\TmpTransitionFour,t4/.default=activated,
2635 t5/.store in=\TmpTransitionFive,t5/.default=activated,
2636 t6/.store in=\TmpTransitionSix,t6/.default=activated,
2637 t7/.store in=\TmpTransitionSeven,t7/.default=activated,
2638 t8/.store in=\TmpTransitionEight,t8/.default=activated,
2639 t9/.store in=\TmpTransitionNine,t9/.default=activated,
2640 t10/.store in=\TmpTransitionTen,t10/.default=activated,
2641 scale/.store in=\TmpScale,scale/.default=0.5,
2642 x/.store in=\TmpX,x/.default=5,
2643 y/.store in=\TmpY,y/.default=5,
2644 }%
2645 }

```

```

2646 \tikzset{
2647   li petri/.style={
2648     activated/.style={
2649       very thick
2650     },
2651     inhibitor/.style={
2652       {Circle[open,length=2mm,fill=white]}-
2653     }
2654   }
2655 }

```

**\liPetriTransitionsName** **Let-Abkürzung:** \let\t=\liPetriTransitionsName  
 \t\_(\d+)\\$ \t\$1

```

2656 \def\liPetriTransitionsNameOhneMathe#1{t\sb{#1}}
2657 \def\liPetriTransitionsName#1{
2658   \ifmmode
2659     \liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}
2660   \else
2661     $\liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}$
2662   \fi
2663 }

```

**\liPetriErreichTransition** **Let-Abkürzung:** \let\t=\liPetriErreichTransition

```

2664 \NewDocumentCommand{ \liPetriErreichTransition } { m m m O{} O{} } {
2665   \draw[->] (#1) edge[#4] node[pos=0.5,auto,sloped,#5]{t\sb{#3}$} (#2);
2666 }

```

**\liPetriErreichKnotenDrei** **Let-Abkürzung:** \let\k=\liPetriErreichKnotenDrei

```

2667 \def\liPetriErreichKnotenDrei#1#2#3{(#1,#2,#3)}

```

**\liPetriTransPfeile** **Let-Abkürzung:** \let\tp=\liPetriTransPfeile

```

2668 \def\liPetriTransPfeile#1{ $\rightarrow \hspace{0.4cm} \liPetriTransitionsName{#1} \hspace{0.3cm}
2669 }

```

## 2.34 potenzmengen-konstruktion.sty

```
2670 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2671 \ProvidesPackage{bschlangaul-potenzmengen-konstruktion}[2021/02/21 Hilfsmakros
2672 einzusetzen bei der Potenzmengen-Konstruktion (Potenzmengen-Algorithmus)]
```

```
2673 \liLadePakete{formale-sprachen}
2674 \ExplSyntaxOn
```

```
\def\z#1{
  \liZustandsMengenSammlungNr{#1}{
    {
      {0} {0}
      {1} {0,1}
      {2} {0,2}
      {3} {0,1,3}
      {4} {0,2,3}
      {5} {0,3}
    }
  }
}
\let\s=\liZustandsnameGross

\begin{tabular}{l|l|l}
Zustandsmenge & Eingabe $a$ & Eingabe $b$ \\ \hline
\z0 & \z0 & \z1 \\
\z1 & \z2 & \z1 \\
\z2 & \z0 & \z3 \\
\z3 & \z4 & \z3 \\
\z4 & \z5 & \z3 \\
\z5 & \z5 & \z3 \\
\end{tabular}
```

```
\liZustandsMengenSammlung \liZustandsMengenSammlung{nummer}{latex3 str_case:nn}
```

```
\def\z#1{
  \liZustandsMengenSammlung{#1}{
    {
      {0} {z0}
      {1} {z0, z1}
      {2} {z0, z1, z2}
      {3} {z0, z2}
      {4} {z0, z1, z2, z3}
      {5} {z0, z3}
      {6} {z0, z2, z3}
      {7} {z0, z1, z3}
    }
  }
}
```

```
2675 \def\liZustandsMengenSammlung#1#2{
2676   \liZustandsnameGross{#1}
2677   {
2678     \footnotesize
2679     \liPotenzmenge{
2680       \str_case:nn {#1} {#2
2681       }
2682     }
2683 }
```

```
\liZustandsMengenSammlungNr
```

```
2684 \def\liZustandsMengenSammlungNr#1#2{
2685   \liZustandsnameGross{#1}
2686   {
```

```
2687     \footnotesize
2688     \liZustandsmengeNr{
2689         \str_case:nn {#1} #2
2690     }
2691 }
2692 }

2693 \ExplSyntaxOff
2694
```

## 2.35 pseudo.sty

```

2695 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2696 \ProvidesPackage{bschlangaul-pseudo}[2020/12/30 Paket zum Setzen
2697 von Pseudo-Code, Hüll-Paket um algorithm2e]

\begin{algorithm}[H]
\KwData{$G = (V, E, w)$: ein zusammenhängender, ungerichteter,
kantengewichteter Graph kruskal(G)}
$E' \leftarrow \emptyset$;
$L \leftarrow E$;
Sortiere die Kanten in $L$ aufsteigend nach ihrem Kantengewicht.;
\While{$L \neq \emptyset$}{
  wähle eine Kante $e \in L$ mit kleinstem Kantengewicht;
  entferne die Kante $e$ aus $L$;
  \If{der Graph $(V, E' \cup \{e\})$ keinen Kreis enthält}{
    $E' \leftarrow E' \cup \{e\}$;
  }
}
\KwResult{$M = (V, E')$ ist ein minimaler Spannbaum von $G$.}
\caption{Minimaler Spannbaum nach Kruskal\footcite{wiki:kruskal}}
\end{algorithm}

```

Algorithmus 1: Minimaler Spannbaum nach Kruskal
---

<p><b>Data:</b> <math>G = (V, E, w)</math>: ein zusammenhängender, ungerichteter, kantengewichteter Graph kruskal(<math>G</math>)</p> <p><math>E' \leftarrow \emptyset</math>;  <math>L \leftarrow E</math>;  Sortiere die Kanten in <math>L</math> aufsteigend nach ihrem Kantengewicht.;</p> <p><b>while</b> <math>L \neq \emptyset</math> <b>do</b></p> <div style="margin-left: 20px;"> wähle eine Kante <math>e \in L</math> mit kleinstem Kantengewicht;  entferne die Kante <math>e</math> aus <math>L</math>;  <b>if</b> der Graph <math>(V, E' \cup \{e\})</math> keinen Kreis enthält <b>then</b>  <div style="margin-left: 20px;"><math>E' \leftarrow E' \cup \{e\}</math>;</div> <b>end</b> </div> <p><b>end</b></p> <p><b>Result:</b> <math>M = (V, E')</math> ist ein minimaler Spannbaum von <math>G</math>.</p>
---

```

2698 \RequirePackage[german,boxruled]{algorithm2e}

```

```

2699

```

## 2.36 pumping-lemma.sty

2700 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]  
 2701 \ProvidesPackage{bschlangaul-pumping-lemma}[2021/08/11 Enthält die  
 2702 Definitionen für das Pumping-Lemma in der Regulären Sprache und  
 2703 in der Kontextfreien Sprache]

\liPumpingRegulaer

```
2704 \def\liPumpingRegulaer{%
2705   Es sei  $L$  eine reguläre Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass für
2706   alle Wörter  $\omega$  in  $L$  mit  $|\omega| \geq j$  (jedes Wort  $\omega$  in
2707    $L$  mit Mindestlänge  $j$ ) jeweils eine Zerlegung  $\omega = uvw$ 
2708   existiert, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
2709
2710   \begin{enumerate}
2711     \item  $|v| \geq 1$ 
2712     (Das Wort  $v$  ist nicht leer.)
2713
2714     \item  $|uv| \leq j$ 
2715     (Die beiden Wörter  $u$  und  $v$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
2716
2717     \item Für alle  $i = 0, 1, 2, \dots$  gilt  $uv^i w$  in  $L$ 
2718     (Für jede natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^i w$  in der
2719     Sprache  $L$ )
2720   \end{enumerate}
2721
2722   Die kleinste Zahl  $j$ , die diese Eigenschaften erfüllt, wird
2723   Pumping-Zahl der Sprache  $L$  genannt.\footcite{wiki:pumping-lemma}
2724 }
```

\liPumpingKontextfrei

```
2725 \def\liPumpingKontextfrei{%
2726   Es sei  $L$  eine kontextfreie Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass
2727   sich alle Wörter  $\omega$  in  $L$  mit  $|\omega| \geq j$  zerlegen lassen in
2728    $\omega = uvwxy$ , sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
2729
2730   \begin{enumerate}
2731     \item  $|vx| \geq 1$ 
2732     (Die Wörter  $v$  und  $x$  sind nicht leer.)
2733
2734     \item  $|vwx| \leq j$ 
2735     (Die Wörter  $v$ ,  $w$  und  $x$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
2736
2737     \item Für alle  $i$  in  $\mathbb{N}_0$  gilt  $uv^iwx^iy$  in  $L$  (Für jede
2738     natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^iwx^iy$  in der
2739     Sprache  $L$ )
2740   \end{enumerate}
2741 }
```

2742

## 2.37 quicksort.sty

```

2743 % https://tex.stackexchange.com/a/142634
2744 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2745 \ProvidesPackage{bschlangaul-quicksort}[2020/06/12]
2746
2747 %-----
2748 % USAGE:
2749 % \QSinitialize{comma, separated, numerical, values}
2750 % \loop
2751 % \QSpivotStep
2752 % \ifnum\value{pivotcount}>0
2753 %   \QSSortStep
2754 % \repeat
2755 %-----
2756
2757 % xintfrac does not load xinttools, this must be done explicitly if needed as here.
2758 \RequirePackage{xintfrac, xinttools}
2759
2760 \RequirePackage{tikz}
2761
2762 %-----
2763 % FIRST PART: TikZ styles and macros for the actual drawing
2764 \newcounter{cellcount}% used for coordinates of the node
2765 \newcounter{pivotcount}% when it will remain at zero, will signal the sort is finished.
2766
2767 % Styles defined by Tom Bombaldi. (modified: all share the same size)
2768 % (re-modified \bf -> \bfseries due to extremely annoying warnings from
2769 % KOMA-script which are truly a pain and do not make any sense regarding \bf:
2770 % if I want to use \bf, and know what I am doing, why should I get HARASSED
2771 % by police of LaTeX good conduct ? )
2772 \tikzset{l/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=lime!70!gray},
2773          o/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=olive!50},
2774          r/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black, text=white},
2775 % this is the "b" style as used in the image below
2776          b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black, text=white},
2777 % nicer:
2778          b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=white, text=magenta},
2779          g/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=gray, text=white, text=white},
2780
2781 % NOTE the b style was originally the same as the r(aised) style apart from
2782 % not being raised, but I find it nicer with a somewhat different
2783 % specification. I have not updated the images though.
2784
2785 % How the nodes are drawn depending on whether on the left of the pivot value
2786 % or on the right, or is a pivot value, or a raised pivot during selection phase.
2787
2788 \def\DecoLEFT #1{%
2789   \xintFor* ##1 in {#1} \do
2790     {\stepcounter{cellcount}\node[o] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2791 }
2792
2793 \def\DecoINERT #1{%
2794   \xintFor* ##1 in {#1} \do
2795     {\stepcounter{cellcount}\node[g] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2796 }
2797
2798 \def\DecoRIGHT #1{%
2799   \xintFor* ##1 in {#1} \do
2800     {\stepcounter{cellcount}\node[l] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2801 }
2802
2803 \def\DecoLEFTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
2804   \xintFor* ##1 in {#1} \do

```

```

2805     {\stepcounter{cellcount}}%
2806     \xintifForLast {\node[r]}\node[o]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2807 }
2808
2809 \def\DecoINERTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
2810     \xintFor* ##1 in {#1} \do
2811     {\stepcounter{cellcount}}%
2812     \xintifForLast {\node[b]}\node[g]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2813 }
2814
2815 \def\DecoRIGHTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
2816     \xintFor* ##1 in {#1} \do
2817     {\stepcounter{cellcount}}%
2818     \xintifForLast {\node[r]}\node[l]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2819 }
2820
2821 %-----
2822 % SECOND PART: the actual sorting routines.
2823
2824 \def\QS@sort@a #1{\expandafter \QS@sort@b \expandafter {\xintLength {#1}}{#1}}
2825 \def\QS@sort@b #1{\ifcase #1
2826     \expandafter\QS@sort@empty
2827     \or\expandafter\QS@sort@single
2828     \else\expandafter\QS@sort@c
2829     \fi
2830 }%
2831 \def\QS@sort@empty #1{}
2832 \def\QS@sort@single #1{\QSIr {#1}}
2833
2834 % This step is to pick the last as pivot.
2835 \def\QS@sort@c #1%
2836     {\expandafter\QS@sort@d\expandafter {\romannumeral0\xintnthelt {-1}{#1}}{#1}}%
2837
2838 % Here \QSLr, \QSIr, \QSR have been let to \relax.
2839 % The trick with \xintApplyUnbraced is that for example when selecting
2840 % the elements smaller than pivot, if we had been using \xintApply we
2841 % would have had at the minimum an empty brace pair. Thus we use the
2842 % "unbraced" variant, but then the \QS@select@smaller has added in
2843 % anticipation a level of braces.
2844 \def\QS@sort@d #1#2{%
2845     \QSLr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@smaller {#1}}{#2}}%
2846     \QSIr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@equal {#1}}{#2}}%
2847     \QSRr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@greater {#1}}{#2}}%
2848 }%
2849 \def\QS@select@smaller #1#2{\xintifLt {#2}{#1}{{#2}}{ }}% space will stop a f-
    expansion
2850 \def\QS@select@equal #1#2{\xintifEq {#2}{#1}{{#2}}{ }}% space will stop a f-
    expansion
2851 \def\QS@select@greater #1#2{\xintifGt {#2}{#1}{{#2}}{ }}% space will stop a f-
    expansion
2852
2853 %
2854 % NOTE 1: thus, each comparison with the pivot is done three (!) times.
2855 %
2856 % NOTE 2: we may well end up with \QSLr {<empty>} situations. This is handled
2857 % silently by the \xintFor loops, and also when \QSLr becomes \QS@sort@a, the
2858 % latter must handle correctly an empty argument.
2859
2860 %-----
2861 % THIRD PART: the main macros \QSpivotStep, \QSsortStep and \QSinitialize.
2862
2863 % This draws all with suitable highlighting for the newly chosen pivots
2864 % (which will be shown raised)

```



```

2865 \def\QSpivotStep {\let\QSLr\DecoLEFTwithPivot
2866             \let\QSIr\DecoINERT
2867             \let\QSIrr\DecoINERT
2868             \let\QSRr\DecoRIGHTwithPivot
2869 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}}%
2870             \setcounter{cellcount}{0}\setcounter{pivotcount}{0}%
2871             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2872 }
2873
2874 % This sorts and then draws, showing where the pivot chosen in the previous
2875 % step go. Next time they will have become "inert". If pivotcount is still at
2876 % zero on exit from \QSpivotStep, then this is the signal to stop before
2877 % executing \QSsortStep.
2878 \def\QSsortStep {\def\QSLr {\noexpand\QS@sort@a}%
2879             \def\QSRr {\noexpand\QS@sort@a}%
2880             \def\QSIr {\noexpand\QSIrr}%
2881             \let\QSIrr\relax
2882             \edef\QS@list{\QS@list}%
2883             \let\QSLr\relax
2884             \let\QSRr\relax
2885             \let\QSIr\relax
2886             \edef\QS@list{\QS@list}%
2887             \let\QSLr\DecoLEFT
2888             \let\QSIr\DecoINERTwithPivot
2889             \let\QSIrr\DecoINERT
2890             \let\QSRr\DecoRIGHT
2891 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}}%
2892             \setcounter{cellcount}{0}%
2893             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2894 }
2895
2896 \def\QSinitialize #1{%
2897     % first, we convert the comma separated values into a list of braced items
2898     % we use an \edef, and anyhow many \edef's will be used later
2899     \edef\QS@list {\noexpand\QSRr {\xintCSVtoList {#1}}}%
2900     \let\QSRr\DecoRIGHT
2901     % The \QSRr marker mutated to draw the last element as
2902     % pivot and the earlier ones with the suitable style.
2903     %
2904     % The list of marked braced items \QS@list is used both for drawing
2905     % (as here) and for doing the exchange of elements during sort.
2906     \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}}\setcounter{cellcount}{0}%
2907             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2908 }
2909

```

## 2.38 relationale-algebra.sty

```

2910 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2911 \ProvidesPackage{bschlangaul-relationale-algebra}[2020/12/11]
2912 \RequirePackage{amsmath}
2913 \RequirePackage{amssymb}

    Zum Zeichnen von Operatorenbäumen verwenden wir TikZ
\begin{tikzpicture}
    \node
        (pi) {\pi_{\text{Kunde.Name, Kunde.Geburtsdatum}}};

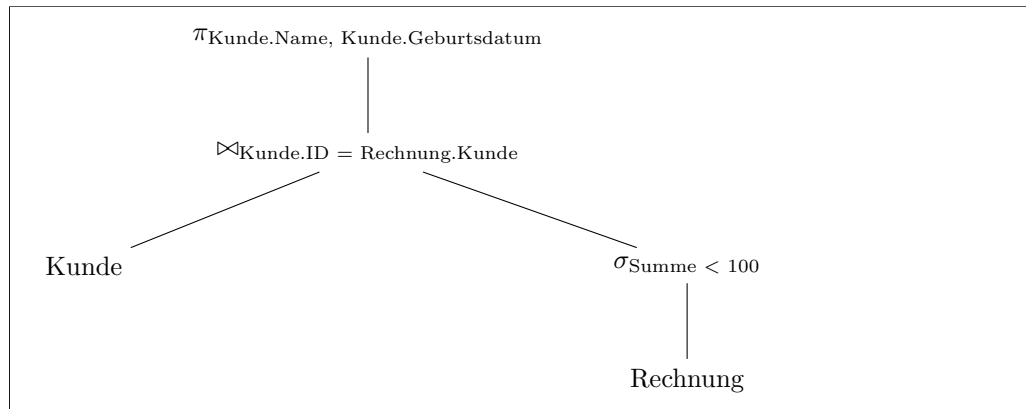
    \node[below=of pi]
        (theta join) {\bowtie_{\text{Kunde.ID = Rechnung.Kunde}}};
        edge (pi);

    \node[below left=of theta join]
        {Kunde}
        edge(theta join);

    \node[below right=of theta join]
        (sigma rechnung) {\sigma_{\text{Summe < 100}}};
        edge (theta join);

    \node[below=of sigma rechnung]
        {Rechnung}
        edge(sigma rechnung);
\end{tikzpicture}

```



```

2914 \RequirePackage{tikz}
2915 \usetikzlibrary{positioning}

    Privates Makros, das zwei Querstriche erzeugt.
2916 \def\o@join{\setbox0=\hbox{\bowtie}}%
2917 \rule[-.02ex]{.25em}{.4pt}\llap{\rule[\ht0]{.25em}{.4pt}}%
2918 }

\leftouterjoin A \leftouterjoin B: A ⋈ B
2919 \def\leftouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie}}

\rightouterjoin A \rightouterjoin B: A ⋉ B
2920 \def\rightouterjoin{\mathbin{\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}

\fullouterjoin A \fullouterjoin B: A ⋈⋉ B
2921 \def\fullouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}
2922

```

## 2.39 rmodell.sty

```
2923 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2924 \ProvidesPackage{bschlangaul-rmodell}[2020/09/01]
2925 Makros und Umgebungen zum Setzen des Relationenmodells beim Thema
2926 Datenbanken.]
2927 \RequirePackage{soul}
```

### 2.39.1 Makro-Kürzel

```
\let\a=\liAttribut
\let\f=\liFremd
\let\p=\liPrimaer
\let\r=\liRelationMenge
```

```
\liPrimaer \liPrimaer{text}: Unterstreichung für den Primärschlüssel
2928 \def\liPrimaer#1{\ul{#1}}
```

```
\liFremd \liFremd{text}: Überstreichung für den Fremdschlüssel
2929 \def\liFremd#1{{\setul{-0.9em}{}\ul{#1}}}
```

```
liRmodell \begin{liRmodell} \end{liRmodell}: Kleinere Schrift und Schreibmaschinenschrift.
2930 \def\li@Rmodell@Schrift{\footnotesize\ttfamily}
2931 \ExplSyntaxOn
2932 \NewDocumentEnvironment { liRmodell }
2933 { +b }
2934 {
2935   \medskip
2936   {
2937     \linespread{2}
2938     \setlength{\parindent}{0pt}
2939     \li@Rmodell@Schrift#1
2940   }
2941   \medskip
2942 } {}
2943 \ExplSyntaxOff
```

```
\liRelationMenge Let-Abkürzung: \let\r=\liRelationMenge
\liRelationMenge{name}{attribut, attribut}: Umhüllen der Attribute mit geschweiften
und dann eckigen Klammern.
2944 \def\liRelationMenge#1#2{
2945   \noindent
2946   #1 : \[ #2 ]\}
2947   \par
2948 }
```

```
\liAttribut Let-Abkürzung: \let\a=\liAttribut
\liAttribut{text}: Gleiche Schrift wie Umgebung liRmodell
2949 \def\liAttribut#1{{\li@Rmodell@Schrift#1}}
```

```
liRelationenSchemaFormat Dummy-Umgebung, zum Parsen durch Java gedacht.
```

```
\begin{liRelationenSchemaFormat}
Springer(Startnummer*, Nachname, Vorname, Geburtsdatum, Körpergröße)
Sprung(SID*, Beschreibung, Schwierigkeit)
springt(SID[Sprung], Startnummer[Springer], Durchgang)
\end{liRelationenSchemaFormat}
```

```
2950 \NewDocumentEnvironment { liRelationenSchemaFormat }{ +b } {} {}
```

```
2951
```

## 2.40 sortieren.sty

2952 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]  
 2953 \ProvidesPackage{bschlangaul-sortieren}[2020/06/10 Schaubilder  
 2954 für händisches Sortieren bzw. einen Schreibtischlauf setzen]

```
\tikz[
  rectangle split parts=5,
]{
  \node[li sortierung zahlenreihe] (reihe) {\nodepart{one} 2 \nodepart{two} 1 \nodepart{three} 3 \nodepart{four} 4 \nodepart{five} 5}
  \liSortierPfeil{one}{two}
  \liSortierPfeil{two}{three}
  \liSortierMarkierung{two split south}{three split north}
  \liSortierPfeilUnten{three}{one}
}
```



2955 \RequirePackage{tikz}  
 2956 \usetikzlibrary{shapes.multipart,positioning}

\liVertauschen \liVertauschen{1 2 >4 <3 5}: Setze ein Schaubild mit Hilfe von TikZ. < und > werden dazu verwendet, um den Vertauschprozess zu visualisieren.

```
2957 \def\liVertauschen#1{
2958   \directlua{
2959     local sortieren = require('bschlangaul-sortieren')
2960     sortieren('#1')
2961   }
2962 }
```

\liSortierPfeil

```
2963 \def\liSortierPfeil#1#2{
2964   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 north) -- ++(0,0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 north);
2965 }
```

\liSortierPfeilUnten

```
2966 \def\liSortierPfeilUnten#1#2{
2967   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 south) -- ++(0,-0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 south);
2968 }
```

\liSortierMarkierung

```
2969 \def\liSortierMarkierung#1#2{\node[
2970   draw,
2971   very thick,
2972   fit=(reihe.#1) (reihe.#2),
2973   inner sep=0pt
2974 ] {}
2975 }

2976 \tikzset{
2977   li sortierung zahlenreihe/.style={
2978     draw,
2979     thin,
2980     font=\large,
2981     rectangle split horizontal,
2982     rectangle split,
2983   }
2984 }
```

```

2985 % https://tex.stackexchange.com/a/140895
2986 \RequirePackage{forest,xstring}
2987 \usetikzlibrary{calc}
2988
2989 \makeatletter
2990 \pgfmathdeclarefunction{strrepeat}{2}{%
2991   \begingroup\pgfmathint{#2}\pgfmath@count\pgfmathresult
2992   \let\pgfmathresult\pgfutil@empty
2993   \pgfutil@loop\ifnum\pgfmath@count>0\relax
2994     \expandafter\def\expandafter\pgfmathresult\expandafter{\pgfmathresult#1}%
2995     \advance\pgfmath@count-1\relax
2996   \pgfutil@repeat\pgfmath@smuggleone\pgfmathresult\endgroup}
2997 \makeatother
2998
2999 \def\myNodes{}
3000
3001 \ExplSyntaxOn
3002 \newcommand*\sortList[1]{%
3003   \clist_sort:Nn#1{\int_compare:nNnTF{##1}>{##2}\sort_return_swapped:\sort_return_same:}}
3004 \ExplSyntaxOff
3005
3006 \forestset{
3007   sort/.code={%
3008     \pgfmathparse{level()>\forestSortLevel}%
3009     \ifnum\pgfmathresult=0
3010       \StrSubstitute{\forestov{content}}{ }{,}[\myList]%
3011       \sortList\myList
3012       \StrSubstitute{\myList}{,}{ }[\myList]%
3013       \pgfmathparse{strrepeat("1",level())}%
3014       \xappto\myNodes{\noexpand\node at ({\forestov{name}}|-m)!-1!({\forestov{name}}$)
3015         (m\forestov{name}) {\myList}}%
3016       \pgfmathparse{level()=\forestSortLevel}%
3017       \ifnum\pgfmathresult=1
3018         \forestOget{\forestov{@first}}{name}\forestFirst
3019         \forestOget{\forestov{@last}}{name}\forestLast
3020         \xappto\myNodes{{[<-]edge (\forestOv{\forestov{@first}}{name})
3021           \ifx\forestFirst\forestLast\else edge (\forestOv{\forestov{@last}}{name})\fi}}%
3022       \fi
3023       \ifnum\forestov{@parent}=0\else
3024         \xappto\myNodes{edge (m\forestOv{\forestov{@parent}}{name})}%
3025       \fi
3026       \gappto\myNodes{;}%
3027     \fi}}
3028
3029 \forestset{sort level/.code=%
3030   \pgfmathparse{#1}\let\forestSortLevel\pgfmathresult
3031   \pgfmathparse{strrepeat("1",\forestSortLevel+1)}\let\forestOnes\pgfmathresult}
3032

```

## 2.41 spalten.sty

```
3033 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3034 \ProvidesPackage{bschlangaul-spalten}[2020/12/07 Lädt das Paket
3035 „multicol“, damit mehrspaltiger Satz mit Hilfe der Umgebung „multicols“
3036 realisiert werden kann.]
3037 \RequirePackage{multicol}
```

`\liSpaltenUmbruch` `\liSpaltenUmbruch`: Spezieller Spaltenumbruch, der den Inhalt mit Hilfe von `\vfill\strut` nach oben schiebt.

```
3038 \def\liSpaltenUmbruch{\vfill\strut\columnbreak}
```

```
3039
```

## 2.42 sql.sty

3040 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

3041 \ProvidesPackage{bschlangaul-tabelle}[2021/09/02 Zu Setzen von SQL]

### 2.42.1 Latex-Markup-Beispiel

```
\begin{liAdditum}[Übungsdatenbank]
% Datenbankname: Personalverwaltung
\begin{minted}{sql}
CREATE TABLE Abteilung(
  AbteilungsID INTEGER PRIMARY KEY,
  Bezeichnung VARCHAR(30)
);

CREATE TABLE Mitarbeiter(
  MitarbeiterID INTEGER PRIMARY KEY,
  Vorname VARCHAR(30),
  Vorgesetzter INTEGER REFERENCES Mitarbeiter(MitarbeiterID),
  Telefonnummer VARCHAR(50),
  Gehalt DOUBLE PRECISION
);

INSERT INTO Abteilung VALUES
  (1, 'Buchhaltung');

INSERT INTO Mitarbeiter
  (MitarbeiterID, Vorname, Nachname, Vorgesetzter, AbteilungsID, Telefonnummer, Gehalt)
VALUES
  (1, 'Hans', 'Meier', 11, 4, '023/13432', 2335),
  (2, 'Fred', 'Wolitz', 11, 2, '0233/413432', 1233);
\end{minted}
\index{SQL mit Übungsdatenbank}
\end{liAdditum}
```

3042 \liLadePakete{syntax}

3043 \RequirePackage{fancyvrb}

3044 \DefineVerbatimEnvironment{liSqlErgebnis}{Verbatim}

3045 {fontsize=\footnotesize}

3046

## 2.43 struktogramm.sty

```
3047 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3048 \ProvidesPackage{bschlangaul-struktogramm}[2021/01/31 Lädt das
3049 Paket struktex zum Setzen von Struktogrammen]
3050 \RequirePackage{struktex}
3051
```



## 2.44 syntax.sty

```

3052 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3053 \ProvidesPackage{bschlangaul-syntax}[2020/06/10 Ein Hüll-Paket um
3054 `minted`, das sich um die Syntax-Hervorhebung des Java-Codes kümmert.]
3055 \RequirePackage{xparse}

```

Um das Paket `minted` benutzen zu können, muss `pygmentize` installiert sein. Außerdem müssen die TeX-Dateien mit der Kommandozeilen-Option `--shell-escape` kompiliert werden.

### 2.44.1 Makro-Kürzel

```

\let\j=\liJavaCode
\let\s=\liSqlCode

```

```

3056 \ExplSyntaxOn
3057 \directlua{
3058   syntax = require('bschlangaul-syntax')
3059   syntax.importiere_konfiguration('tex_repo_lokaler_pfad', '\LehramtInformatikRepository')
3060   syntax.importiere_konfiguration('github_domain', '\LehramtInformatikGithubDomain')
3061   syntax.importiere_konfiguration('github_raw_domain', '\LehramtInformatikGithubRawDomain')
3062   syntax.importiere_konfiguration('github_tex_repo', '\LehramtInformatikGithubTexRepo')
3063   syntax.importiere_konfiguration('github_code_repo', '\LehramtInformatikGithubCodeRepo')
3064   syntax.importiere_konfiguration('git_branch', '\LehramtInformatikGitBranch')
3065 }
3066 \RequirePackage{hyperref}
3067 \RequirePackage{minted}
3068 % pygmentize -L styles
3069 \usemintedstyle{colorful}
3070 %\BeforeBeginEnvironment{minted}{\begin{mdframed}}
3071 %\AfterEndEnvironment{minted}{\end{mdframed}}
3072 %\setminted{breaklines=true,linenos}
3073 \setminted{
3074   breaklines=true,
3075   linenos=false,
3076   fontsize=\footnotesize,
3077 }

```

**liJavaAngabe** Eine Umgebung für Java-Code, ohne Zeilennummer und etwas eingerückt um den Java-Code in Angaben / Aufgabestellungen zu setzen.

```

3078 \newminted[liJavaAngabe]{java}{
3079   xleftmargin=1cm
3080 }

```

**\liJavaCode** Im Zeilenfluss einen kurzen Java-Code-Ausschnitt setzen. Es werden automatische Zeilenumbrüche gemacht.

**Let-Abkürzung:** `\let\j=\liJavaCode`

```

3081 \def\liJavaCode#1{
3082   \,
3083   \textcolor{blue}{
3084     \mintinline[
3085       fontsize=\normalsize,
3086       breakanywhere % https://github.com/gpoore/minted/issues/31#issuecomment-
458640242
3087     ]{java}|#1|
3088   }
3089   \,
3090 }

```

**\liLatexCode** Im Zeilenfluss einen kurzen L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Code-Ausschnitt setzen.

```

3091 \def\liLatexCode#1{\mintinline{latex}|#1|}

```

```

3092 \def\li@GithubLink#1#2{
3093   \begin{flushright}
3094     \tiny
3095     Code-Beispiel~auf~Github~ansehen:~
3096     \href{#1}{\nolinkurl{#2}}
3097   \end{flushright}
3098 }

\liJavaDatei Eine komplette Java-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/main/java/org/bschlangaul
liegt.
3099 \NewDocumentCommand{\liJavaDatei}{ O{firstline=3} m }{
3100   \inputminted[#1]{java}{
3101     \directlua{
3102       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', false)
3103     }
3104   }
3105   \li@GithubLink
3106   {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', false)}}
3107   {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', false)}}
3108 }

\liJavaTestDatei Eine komplette Java-Test-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/test/java/org/bschlangaul
liegt.
3109 \NewDocumentCommand{\liJavaTestDatei}{ O{firstline=3} m }{
3110   \inputminted[#1]{java}{
3111     \directlua{
3112       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', true)
3113     }
3114   }
3115   \li@GithubLink
3116   {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', true)}}
3117   {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', true)}}
3118 }

\liJavaExamen \liJavaExamen{66116}{2015}{03}{Kunde} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \liJavaDatei([
\liJavaExamen$1{$2}{$3}{$4}{$5}
3119 \NewDocumentCommand{\liJavaExamen}{ O{firstline=3} m m m m }{
3120   \inputminted[#1]{java}{
3121     \directlua{
3122       syntax.drucke_absoluten_examens_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')
3123     }
3124   }
3125   \li@GithubLink
3126   {\directlua{syntax.drucke_github_examens_url('#2', '#3', '#4', '#5')}}
3127   {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
3128 }
3129 }

\liAssemblerCode
3130 \def\liAssemblerCode#1{\mintinline{asm}|#1|}

\liAssemblerDatei \liAssemblerDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Assembler-Datei.
3131 \NewDocumentCommand{\liAssemblerDatei}{ m }{
3132   \inputminted{asm}{#1}
3133 }

\liMinispracheDatei \liMinispracheDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Minisprachen-Datei
(Hochsprache für die Minimaschine von Albert Wiedemann).
3134 \NewDocumentCommand{\liMinispracheDatei}{ m }{
3135   \inputminted{componentpascal}{#1}
3136 }

```

```

\liHaskellCode \liHaskellCode{haskell}: Zum Setzen von Haskell-Code.
3137 \def\liHaskellCode#1{\mintinline{haskell}|#1|}

\liHaskellDatei \liHaskellDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Haskell-Datei.
3138 \NewDocumentCommand{\liHaskellDatei}{ m }{
3139   \inputminted{haskell}{#1}
3140 }

3141 \ExplSyntaxOff

\liSqlCode \liHaskellCode{sql}: Zum Setzen von SQL-Code.
Let-Abkürzung: \let\s=\liSqlCode
3142 \def\liSqlCode#1{\mintinline{sql}|#1|}

3143

```

## 2.45 syntaxbaum.sty

```
3144 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3145 \ProvidesPackage{bschlangaul-syntaxbaum}[2021/02/14 Zum Setzen von
3146 Syntaxbäumen mit Hilfe des Pakets tikz-qtree]
3147 \RequirePackage{tikz-qtree}
3148
3149 \tikzset{li parsetree/.style={
3150     every internal node/.style={
3151         draw,circle
3152     },
3153     every leaf node/.style={
3154         draw,rectangle
3155     },
3156 }
3157 }
3158
```

## 2.46 synthese-algorithmus.sty

```
3159 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3160 \ProvidesPackage{bschlangaul-synthese-algorithmus}[2021/03/19
3161 Hilfsmakros zum Setzen des Synthese-Algorithmuses zur Umformung einer
3162 Relation in die 3. Normalform]

3163 \liLadePakete{normalformen,mathe,typographie}
3164 \ExplSyntaxOn
```

### 2.46.1 Makro-Kürzel

```
\let\schrittE=\liSyntheseUeberErklaerung
```

### 2.46.2 TeX-Markup Grundgerüst

```
\let\schrittE=\liSyntheseUeberErklaerung
\begin{enumerate}
\item \schrittE{1}

\begin{enumerate}
\item \schrittE{1-1}
\item \schrittE{1-2}
\item \schrittE{1-3}
\item \schrittE{1-4}
\end{enumerate}

\item \schrittE{2}
\item \schrittE{3}
\item \schrittE{4}
\end{enumerate}
```

### 2.46.3 TeX-Markup Linksreduktion

```
\let\ahl=\liLinksReduktionInline
\let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
\let\m=\liAttributMenge
\let\b=\textbf

\liPseudoUeberschrift{\fa{C, E -> D, X}}

 $\mathbf{D, X} \in \mathbf{ahl}\{C, E\}\{E\}\{A, C, B, \mathbf{D, X}\} \setminus$ 
 $\mathbf{D, X} \notin \mathbf{ahl}\{C, E\}\{C\}\{E, F\}$ 

\liPseudoUeberschrift{\fa{C, E -> F}}

 $F \notin \mathbf{ahl}\{C, E\}\{E\}\{A, C, B\} \setminus$ 
 $F \in \mathbf{ahl}\{C, E\}\{C\}\{E, \mathbf{F}\}$ 
```

### 2.46.4 TeX-Markup Rechtsreduktion

```
\let\ahr=\liRechtsReduktionInline
\let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit

\liPseudoUeberschrift{F}

 $F \in \mathbf{ahr}\{E -> F, X\}\{E -> F\}\{E, \mathbf{F}\}$ 

\liPseudoUeberschrift{A}

 $A \notin \mathbf{ahr}\{B -> A\}\{B\}\{B\} \setminus$ 
 $A \in \mathbf{ahr}\{C -> A\}\{C\}\{\mathbf{A}, B, C\}$ 
```

## 2.46.5 TeX-Markup Relationen formen

```
\let\r=\liRelation
\let\u=\underline

\r[R1]{\u{A, D}, E}\
\r[R2]{\u{B, C}, A, E}\
\r[R3]{\u{D}, B}
```

### 1. Kanonische Überdeckung

— Die kanonische Überdeckung - also die kleinst mögliche noch äquivalente Menge von funktionalen Abhängigkeiten kann in vier Schritten erreicht werden. —

#### (a) Linksreduktion

— Führe für jede funktionale Abhängigkeit  $\alpha \rightarrow \beta \in F$  die Linksreduktion durch, überprüfe also für alle  $A \in \alpha$ , ob  $A$  überflüssig ist, d. h. ob  $\beta \subseteq \text{AttrHülle}(F, \alpha - A)$ .

#### (b) Rechtsreduktion

— Führe für jede (verbliebene) funktionale Abhängigkeit  $\alpha \rightarrow \beta$  die Rechtsreduktion durch, überprüfe also für alle  $B \in \beta$ , ob  $B \in \text{AttrHülle}(F - (\alpha \rightarrow \beta) \cup (\alpha \rightarrow (\beta - B)), \alpha)$  gilt. In diesem Fall ist  $B$  auf der rechten Seite überflüssig und kann eliminiert werden, d. h.  $\alpha \rightarrow \beta$  wird durch  $\alpha \rightarrow (\beta - B)$  ersetzt. —

#### (c) Löschen leerer Klauseln

— Entferne die funktionalen Abhängigkeiten der Form  $\alpha \rightarrow \emptyset$ , die im 2. Schritt möglicherweise entstanden sind. —

#### (d) Vereinigung

— Fasse mittels der Vereinigungsregel funktionale Abhängigkeiten der Form  $\alpha \rightarrow \beta_1, \dots, \alpha \rightarrow \beta_n$ , so dass  $\alpha \rightarrow \beta_1 \cup \dots \cup \beta_n$  verbleibt. —

### 2. Relationsschemata formen

— Erzeuge für jede funktionale Abhängigkeit  $\alpha \rightarrow \beta \in F_c$  ein Relationenschema  $\mathcal{R}_\alpha := \alpha \cup \beta$ . —

### 3. Schlüssel hinzufügen

— Falls eines der in Schritt 2. erzeugten Schemata  $\mathcal{R}_\alpha$  einen Schlüsselkandidaten von  $\mathcal{R}$  bezüglich  $F_c$  enthält, sind wir fertig, sonst wähle einen Schlüsselkandidaten  $\mathcal{K} \subseteq \mathcal{R}$  aus und definiere folgendes zusätzliche Schema:  $\mathcal{R}_\mathcal{K} := \mathcal{K}$  und  $\mathcal{F}_\mathcal{K} := \emptyset$  —

### 4. Entfernung überflüssiger Teilschemata

— Eliminiere diejenigen Schemata  $\mathcal{R}_\alpha$ , die in einem anderen Relationenschema  $\mathcal{R}_{\alpha'}$  enthalten sind, d. h.  $\mathcal{R}_\alpha \subseteq \mathcal{R}_{\alpha'}$ . —

\liSyntheseUeberschrift **Let-Abkürzung:** \let\schritt=\liSyntheseUeberschrift

```
3165 \def\liSyntheseUeberschrift#1{
3166   {
3167     \bfseries
3168     \rmfamily
3169     \str_case:nn {#1} {
3170       {1} {Kanonische-Überdeckung}
3171       {1-1} {Linksreduktion}
3172       {1-2} {Rechtsreduktion}
3173       {1-3} {Löschen-leerer-Klauseln}
3174       {1-4} {Vereinigung}
3175       {2} {Relationsschemata-formen}
3176       {3} {Schlüssel-hinzufügen}
3177       {4} {Entfernung-überflüssiger-Teilschemata}
3178     }
```

```

3179 }
3180 }

\liSyntheseErklaerung Let-Abkürzung: \let\erklaerung=\liSyntheseErklaerung
3181 \def\li@synthese@erklaerung@texte#1{
3182   \str_case:nn {#1} {
3183     {1} {
3184       Die~kanonische~Überdeckung~---also~die~kleinst~mögliche~noch~
3185       äquivalente~Menge~von~funktionalen~Abhängigkeiten~kann~in~vier~
3186       Schritten~erreicht~werden.
3187     }
3188     {1-1} {
3189       Führe~für~jede~funktionale~Anhängigkeit~
3190        $\alpha \rightarrow \beta$ ~die~Linksreduktion~durch,~
3191       überprüfe~also~für~alle~
3192        $A \in \alpha$ ,~ob~ $A$ ~überflüssig~ist,~d.h.~ob~
3193        $\beta \subseteqq \text{liAttributHuelle}\{F, \alpha \cup A\}$ .
3194     }
3195     {1-2} {
3196       Führe~für~jede~(verbliebene)~funktionale~Abhängigkeit~ $\alpha \rightarrow \beta$ ~die~Rechtsreduktion~durch,~überprüfe~also~für~
3197       alle~ $B \in \beta$ ,~ob~ $B \in \text{liAttributHuelle}\{F \cup (\alpha \rightarrow \beta) \cup (\alpha \rightarrow B)\}$ ,~
3198        $\alpha$ ~gilt.~In~diesem~Fall~ist~ $B$ ~auf~der~rechten~Seite~
3199       überflüssig~und~kann~eliminiert~werden,~d.h.~ $\alpha \rightarrow \beta$ ~wird~durch~ $\alpha \rightarrow (\beta \cup B)$ ~
3200       ersetzt.
3201     }
3202     {1-3} {
3203       Entferne~die~funktionalen~Abhängigkeiten~der~Form~ $\alpha \rightarrow \emptyset$ ,~die~im~2.~Schritt~möglicherweise~
3204       entstanden~sind.
3205     }
3206     {1-4} {
3207       Fasse~mittels~der~Vereinigungsregel~funktionale~Abhängigkeiten~
3208       der~Form~ $\alpha \rightarrow \beta_{\{1\}}, \dots, \alpha \rightarrow \beta_{\{n\}}$ ,~so~dass~ $\alpha \rightarrow \beta_{\{1\}} \cup \dots \cup \beta_{\{n\}}$ ~
3209       verbleibt.
3210     }
3211     % Kemper Seite 197
3212     {2} {
3213       Erzeuge~für~jede~funktionale~Abhängigkeit~ $\alpha \rightarrow \beta$ ~in~ $F$ ~ein~Relationenschema~ $\mathcal{R}_{\alpha}$ ~
3214        $:= \alpha \cup \beta$ .
3215     }
3216     {3} {
3217       Falls~eines~der~in~Schritt~2.~erzeugten~Schemata~ $\mathcal{R}_{\alpha}$ ~
3218       einen~Schlüsselkandidaten~von~ $\mathcal{R}$ ~bezüglich~ $F$ ~
3219       enthält,~sind~wir~fertig,~sonst~wähle~einen~Schlüsselkandidaten~
3220        $\mathcal{K} \subseteqq \mathcal{R}$ ~aus~und~definiere~folgendes~
3221       zusätzliche~Schema:~ $\mathcal{R}_{\mathcal{K}} := \mathcal{K}$ ~
3222       und~ $\mathcal{F}_{\mathcal{K}} := \emptyset$ 
3223     }
3224     {4} {
3225       Eliminiere~diejenigen~Schemata~ $\mathcal{R}_{\alpha}$ ,~die~in~einem~
3226       anderen~Relationenschema~ $\mathcal{R}_{\alpha'}$ ~enthalten~sind,~d.h.~
3227        $\mathcal{R}_{\alpha} \subseteqq \mathcal{R}_{\alpha'}$ .
3228     }
3229   }
3230 }
3231 \def\liSyntheseErklaerung#1{
3232 {
3233   \itshape
3234   \footnotesize

```

```

3241     \liParagraphMitLinien{\li@synthese@erklaerung@texte{#1}}
3242   }
3243 }

```

\liSyntheseUeberErklaerung **Let-Abkürzung:** \let\schrittE=\liSyntheseUeberErklaerung

```

3244 \def\liSyntheseUeberErklaerung#1{
3245   \liSyntheseUeberschrift{#1}\par
3246   \liSyntheseErklaerung{#1}
3247 }

```

```

3248 \ExplSyntaxOff
3249

```



## 2.47 tabelle.sty

```
3250 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3251 \ProvidesPackage{bschlangaul-tabelle}[2020/12/05 Lädt das Paket tabluarx]
3252 \RequirePackage{tabularx}
3253
```

## 2.48 typographie.sty

```
3254 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3255 \ProvidesPackage{bschlangaul-typographie}[2021/03/20 Typographische Makros,
3256 die das Erscheinungsbild verändern. Die Schriftdefinition sind in
3257 formatierung.sty definiert.]
```

```
3258 \ExplSyntaxOn
```

Mit dem Packet wasysym gab es Unverträglichkeiten, deshalb verwenden wir fontawesome.

```
3259 \RequirePackage{fontawesome}
```

`\liErledigt` `\liErledigt:` ✓

```
3260 \let\liErledigt=\faCheckSquareO
```

`\liNichtsZuTun` `\liNichtsZuTun:` ∅ Nichts zu tun

```
3261 \def\liNichtsZuTun{\$\emptyset$~Nichts~zu~tun}
```

`\liParagraphMitLinien` `\liParagraphMitLinien{Lorem ipsum...}:`

— Lorem ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor sit —

```
3262 \def\liParagraphMitLinien#1{
3263   \noindent
3264   \vrule height 2pt depth -1.6pt width 0.4cm
3265   \enspace
3266   #1
3267   \enspace
3268   \leaders\vrule height 2pt depth -1.6pt \hfill \null
3269   \par
3270   \medskip
3271 }
```

`\liGeschweifteKlammern` Große geschweifte Klammer mit Istgleich-Zeichen.

$\text{Variable} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Inhalt} \end{array} \right\}$
---

```
3272 \def\liGeschweifteKlammern#1#2#3#4{
3273   \par
3274   \medskip
3275   \noindent
3276   #1 \, $= \Bigl\{ \$
3277   \vspace{#3}
3278   #2
3279   \vspace{#4}
3280   \begin{flushright} \$ \Bigr\} \$ \end{flushright}
3281   \par
3282 }
```

`\liTypoUeberschrift`

```
3283 \def\liTypoUeberschrift#1{
3284   {
3285     \bfseries\rmfamily
3286     #1
3287   }
3288 }
```

\liTypoUeberGross

```
3289 \def\liTypoUeberGross#1{
3290   {
3291     \huge
3292     \liTypoUeberschrift{#1}
3293   }
3294 }
```

\liTypoUeberGross

```
3295 \def\liTypoUeberGROSS#1{
3296   {
3297     \Huge
3298     \liTypoUeberschrift{#1}
3299   }
3300 }
```

3301 \ExplSyntaxOff

3302

## 2.49 uml.sty

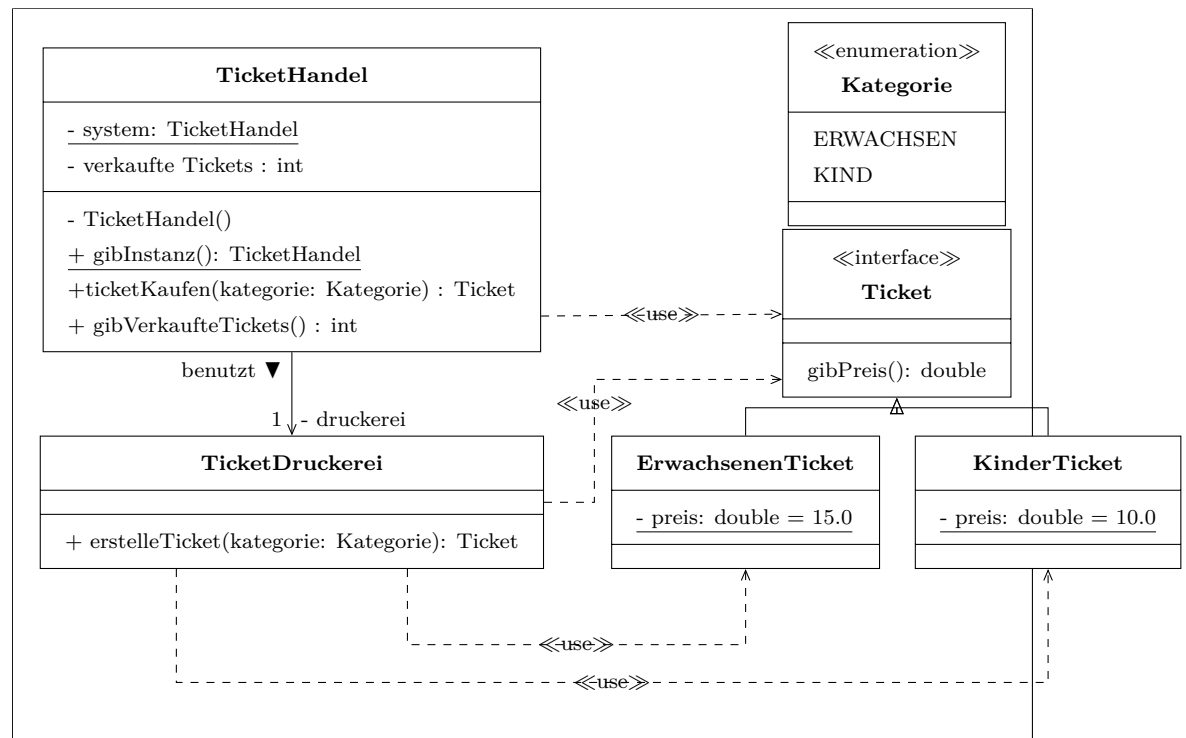
```

3303 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3304 \ProvidesPackage{bschlangaul-uml}[2020/06/13 Ein Hüll-Paket um
3305 `tikz-uml', das einige Design-Einstellungen vornimmt und manche
3306 Erweiterung bereitstellt]

3307 \RequirePackage{tikz-uml}
3308 \RequirePackage{tikz-uml-activity}
3309 % Not compatible with wasysym
3310 %\RequirePackage{mathabx}
3311 \RequirePackage{wasysym}
3312 \usetikzlibrary{positioning}

3313 \tikzumlset{
3314   fill class=white!0,
3315   font=\footnotesize,
3316   fill object=white!0,
3317   fill note=white!0,
3318   fill state=white!0,
3319   % Use case
3320   fill usecase=white!0,
3321   fill system=white!0,
3322 }

```



```

\liUmlLeserichtung \umluniassoc[arg1=,mult2=1,arg2=- druckerei,name=benutzt]{TicketHandel}{TicketDruckerei}
\liUmlLeserichtung[pos=below left,dir=down,distance=0cm]{benutzt}

```

```

3323 \NewDocumentCommand{ \liUmlLeserichtung } { 0{dir=right} m } {
3324   \def\@liDirLeft{}
3325   \def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}
3326   \pgfkeys{/lese/dir/.is choice}
3327   \pgfkeys{/lese/dir/up/.code={\def\@liDirRight{ \UParrow}}}
3328   \pgfkeys{/lese/dir/down/.code={\def\@liDirRight{ \DOWNarrow}}}
3329   \pgfkeys{/lese/dir/left/.code={\def\@liDirRight{}\def\@liDirLeft{\LEFTarrow }}}
3330   \pgfkeys{/lese/dir/right/.code={\def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}}}
3331
3332   \def\@liPos{above}
3333   \pgfkeys{/lese/pos/.code={\def\@liPos{##1}}}
3334

```

```

3335 \def\@liDistance{0cm}
3336 \pgfkeys{/lese/distance/.code={\def\@liDistance{##1}}}}
3337
3338 \pgfkeys{/lese/.cd,#1}
3339
3340 \node[\@liPos = \@liDistance of #2-middle] {
3341   \@liDirLeft{\footnotesize#2}\@liDirRight
3342 };
3343 }
3344

```

## 2.50 vollstaendige-induktion.sty

3345 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]  
 3346 \ProvidesPackage{bschlangaul-vollstaendige-induktion}[2021/07/01  
 3347 Hilfsmakros zum Setzen der Vollständigen Induktion, vor allem die  
 3348 Überschriften für die einzelnen Schritte]

### 2.50.1 Makro-Kürzel

\let\m=\liInduktionMarkierung  
 \let\e=\liInduktionErklaerung

```
\begin{align*}
C_{n+1}
&= \frac{
  \{(4 \cdot (\text{m}\{n + 1\} - 1) + 2) \cdot \text{cn}(\text{m}\{n + 1\} - 1)\}
  \{\text{m}\{n + 1\} + 1\}
}{
  \{(4\text{m}\{n\} + 2) \cdot \text{cn}(\text{m}\{n\})\}
  \{\text{m}\{n + 2\}\}
}
&\text{\e{Java nach Mathe}}\\
\%
&= \frac{
  \{(4n + 2) \cdot \text{m}\{(2n)!\}\}
  \{(n + 2) \cdot \text{m}\{(n + 1)! \cdot n!\}\}
}{
  \{(4n + 2) \cdot \text{m}\{(2n)!\} \cdot \text{m}\{(n + 1)!\}\}
  \{(n + 2) \cdot \text{m}\{(n + 1)! \cdot n! \cdot \text{m}\{(n + 1)!\}\}
}
&\text{\e{\$(n + 1)\$ multipliziert}}\\
\%
&= \frac{
  \{(4n + 2) \cdot \text{m}\{(n + 1) \cdot (2n)!\}\}
  \{(n + 2) \cdot \text{m}\{(n + 1)! \cdot n! \cdot \text{m}\{(n + 1)!\}\}
}{
  \{(4n + 2) \cdot \text{m}\{(n + 1) \cdot (2n)!\}\}
  \{(n + 2) \cdot \text{m}\{(n + 1)! \cdot n! \cdot \text{m}\{(n + 1) \cdot (2n)!\}\}
}
&\text{\e{umsortiert}}\\
\%
&= \frac{
  \{\text{m}\{(2(n + 1))!\}\}
  \{\text{m}\{(n + 2)! \cdot (n + 1)!\}\}
}{
  \{(2(\text{m}\{n + 1\}))!\}
  \{((\text{m}\{n + 1\}) + 1)! \cdot (\text{m}\{n + 1\})!\}
}
&\text{\e{\$(n + 1)\$ verdeutlicht}}\\
\end{align*}
```

Lade häufig benötigte Pakete

3349 \RequirePackage{bschlangaul-typographie}  
 3350 \RequirePackage{bschlangaul-mathe}  
 3351 \RequirePackage{bschlangaul-syntax}  
 3352 \ExplSyntaxOn

\liInduktionMarkierung Hilfsmakro um Teile von mathematischen Formeln markieren zu können.

**Let-Abkürzung:** \let\m=\liInduktionMarkierung

3353 \def\liInduktionMarkierung#1{\textcolor{violet}{#1}}

\liInduktionErklaerung Gedacht für die rechte Spalte in der align-Umgebung. Das text-Makro ist dann nicht mehr nötig.

**Let-Abkürzung:** \let\e=\liInduktionErklaerung

```
3354 \def\liInduktionErklaerung#1{\scriptsize\text{#1}}
```

\liInduktionAnfang

```
3355 \def\liInduktionAnfang{
```

```
3356   \liPseudoUeberschrift{Induktionsanfang}
```

```
3357
```

```
3358   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe\_für\_Nicht-Freaks:\_Vollständige\_Induktion
```

```
3359   \liParagraphMitLinien{
```

```
3360     Beweise,~dass~ $A(1)$ ~eine~wahre~Aussage~ist.
```

```
3361   }
```

```
3362 }
```

\liInduktionVoraussetzung

```
3363 \def\liInduktionVoraussetzung{
```

```
3364   \liPseudoUeberschrift{Induktionsvoraussetzung}
```

```
3365
```

```
3366   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe\_für\_Nicht-Freaks:\_Vollständige\_Induktion
```

```
3367   \liParagraphMitLinien{
```

```
3368     Die~Aussage~ $A(k)$ ~ist~wahr~für~ein~beliebiges~ $k \in \mathbb{N}$ ~.
```

```
3369   }
```

```
3370 }
```

\liInduktionSchritt

```
3371 \def\liInduktionSchritt{
```

```
3372   \liPseudoUeberschrift{Induktionsschritt}
```

```
3373
```

```
3374   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe\_für\_Nicht-Freaks:\_Vollständige\_Induktion
```

```
3375   \liParagraphMitLinien{
```

```
3376     Beweise,~dass~wenn~ $A(n=k)$ ~wahr~ist,~
```

```
3377     auch~ $A(n=k+1)$ ~wahr~sein~muss.
```

```
3378   }
```

```
3379 }
```

```
3380 \ExplSyntaxOff
```

```
3381
```

## 2.51 wasserfall.sty

```
3382 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3383 \ProvidesPackage{bschlangaul-wasserfall}[2020/06/10]
3384 \RequirePackage{tikz}
3385 \tikzset{wasserfall/.style={
3386   >=stealth,
3387   node distance = 2mm and -8mm,
3388   start chain = A going below right,
3389   every node/.style = {
3390     draw,
3391     text width=24mm,
3392     minimum height=12mm,
3393     align=center,
3394     inner sep=1mm,
3395     fill=white,
3396     drop shadow={fill=black},
3397     on chain=A
3398   },
3399 }}
3400 \usetikzlibrary{chains,positioning,shadows}
3401
```



## 2.52 wpkalkuel.sty

```
3402 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3403 \ProvidesPackage{bschlangaul-wpkalkuel}[2020/06/13]
```

### 2.52.1 Makro-Kürzel

```
\let\wp=\liWpKalkuel
\let\equivalent=\liWpEquivalent
\let\erklaerung=\liWpErklaerung
```

```
3404 \RequirePackage{amsmath}
3405 \ExplSyntaxOn
```

**\liWpKalkuel Let-Abkürzung:** `\let\wp=\liWpKalkuel`

```
3406 \def\liWpKalkuelOhneMathe#1#2{
3407   \text{wp}(\texttt{\scriptsize"#1"},\thinspace #2)
3408 }
3409 \def\liWpKalkuel#1#2{
3410   \ifmmode
3411     \liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}
3412   \else
3413     $\liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}$
3414   \fi
3415 }
```

**\MatheEnv**

```
3416 \def\MatheEnv#1{
3417   \medskip
3418
3419   \hspace{1em}#1
3420
3421   \medskip
3422 }
```

**\Mathe**

```
3423 \def\Mathe#1{
3424   \MatheEnv{#1$}
3425 }
```

**\liWpEquivalent Let-Abkürzung:** `\let\equivalent=\liWpEquivalent`

```
3426 \def\liWpEquivalent#1{
3427   \MatheEnv{$\equiv$\hspace{1em}$#1$}
3428 }
```

**\liWpErklaerung Let-Abkürzung:** `\let\erklaerung=\liWpErklaerung`

```
3429 \newlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}
3430 \def\liWpErklaerung#1{
3431   \setlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}{\leftskip}
3432   \setlength{\leftskip}{0.5cm}
3433
3434   \par
3435   \noindent
3436   {
3437     \scriptsize
3438     #1
3439   }
3440   \par
3441
3442   \setlength{\leftskip}{\@Skip@Erklaerung@Reset}
3443 }
```

\liWpErklaerungVerzweigung

```

3444 \def\liWpErklaerungVerzweigung{
3445   $\liWpKalkuelOhneMathe{if~\{-b~\}~then~\{-a1~\}~else~\{-a2~\}}{Q}
3446   \equiv
3447   (b \land \liWpKalkuelOhneMathe{a1}{Q})
3448   \lor
3449   (\neg b \land \liWpKalkuelOhneMathe{a2}{Q})$
3450 }

3451 \ExplSyntaxOff
3452

```

### 3 Index

Numbers written in *italic* refer to the page where the corresponding entry is described; numbers underlined refer to the code line of the definition; numbers in *roman* refer to the code lines where the entry is used.

Symbols		
\#	114	\sqcup 2533, 2543
\,	364, 423, 478, 705, 723, 1355, 1357, 2139, 2140, 2141, 2581, 3082, 3089, 3276	
\@Skip@Erklaerung@Reset	3429, 3431, 3442	
\@afterheading	1606, 1984, 2108	
\@afterindentfalse	1605, 1983, 2107	
\@liDirLeft	3324, 3329, 3341	
\@liDirRight	3325, 3327, 3328, 3329, 3330, 3341	
\@liDistance	3335, 3336, 3340	
\@liPos	3332, 3333, 3340	
\\	735, 763, 764, 767, 768, 771, 772, 867, 868, 869, 976, 1010, 1012, 1042, 1051, 1096, 1138, 1139, 1140, 1145, 1146, 1147, 1167, 1971, 2476, 2534, 2537	
\{	212, 1292, 1302, 1314, 1315, 1320, 1354, 1810, 2521, 2946, 3276, 3445	
\}	212, 1292, 1302, 1314, 1315, 1322, 1358, 1811, 2521, 2946, 3280, 3445	
\_	37, 45, 50, 52, 311, 339, 363, 366, 376, 399, 403, 407, 409, 411, 413, 416, 422, 423, 437, 438, 444, 447, 450, 460, 467, 469, 472, 1576, 1588, 1624, 1678	
		\addbibresource 1940, 1941, 1942, 1943, 1944, 1945, 1946, 1947, 1948, 1949
		\AddToHook 1608, 1736
		\advance 2995
		\AfterEndEnvironment 3071
		\Alph 1415
		\alph 1415, 1416
		\alpha 3190, 3192, 3193, 3196, 3198, 3199, 3200, 3201, 3202, 3206, 3212, 3213, 3218, 3219, 3220, 3223, 3231, 3232, 3233
		\arabic 1415, 2790, 2795, 2800, 2806, 2812, 2818
		\arraystretch 2471
		<b>B</b>
		\BeforeBeginEnvironment 3070
		\begin 761, 815, 830, 865, 889, 936, 968, 983, 1008, 1018, 1038, 1058, 1090, 1107, 1136, 1161, 1182, 1206, 1221, 1335, 1421, 1513, 1618, 1683, 1764, 1773, 1780, 1888, 1963, 2027, 2049, 2069, 2096, 2101, 2112, 2122, 2126, 2209, 2213, 2232, 2255, 2278, 2293, 2373, 2374, 2378, 2401, 2414, 2474, 2475, 2525, 2570, 2710,
		2730, 2871, 2893, 2907, 3070, 3093, 3280
		\begingroup 1964, 2523, 2991
		\beschriftung 2007, 2011, 2015, 2019, 2023, 2025
		\beta 3190, 3193, 3197, 3198, 3199, 3202, 3212, 3213, 3214, 3219, 3220
		\bf 2768, 2769, 2770
		\bfseries 564, 1405, 1407, 1583, 1644, 1701, 2391, 2768, 2774, 2776, 2778, 2779, 3167, 3285
		\bgroup 2002, 2046
		\Bigl 3276
		\Bigr 3280
		\bigskip 456, 737, 742, 1601, 1613, 1616, 1694, 1746, 1749, 1973, 2449
		\bool 342, 424
		\bowtie 2916, 2919, 2920, 2921
		\Box 164
		\boxtimes 554
		<b>C</b>
		\c 1515, 1516
		\cdot 2184, 2240, 2251
		\centerline 1769, 2411, 2869, 2891, 2906
		\cftbeforesecskip 1727
		\cftbeforesubsecskip 1728, 1729
		\cftbeforesubsubsecskip 1730
		\cftsubsecafterpnum 1729
		\chapter 1405, 1406
		\char 1971
		\clearpage 1645, 1739, 1751, 1965

<code>\cline</code> .....	735	<code>\emph</code> ..	756, 1003, 1258,	2943, 3004, 3141,
<code>\clist</code> .....	237, 285,		1791, 1820, 1822, 1970	3248, 3301, 3380, 3451
	286, 308, 312, 3003	<code>\empty</code> .....	2023, 2553	<code>\ExplSyntaxOn</code> .....
<code>\columnbreak</code> .....	3038	<code>\emptyset</code> .....		35, 66, 107,
<code>\contentsname</code> .....	1731		2463, 3207, 3228, 3261	140, 165, 198, 203,
<code>\cs</code> .....	311, 339,	<code>\end</code>	800, 826, 851, 886,	228, 560, 623, 640,
	363, 366, 376, 399,		920, 952, 980, 996,	679, 1255, 1350,
	411, 422, 423, 460,		1015, 1023, 1054,	1372, 1447, 1548,
	467, 472, 1549,		1083, 1104, 1129,	1650, 1901, 1913,
	1556, 1562, 1680,		1154, 1174, 1193,	1961, 2146, 2323,
	1724, 2090, 2372, 2593		1218, 1236, 1337,	2481, 2586, 2674,
<code>\csname</code> .....	1500, 1503		1423, 1529, 1625,	2931, 3001, 3056,
<code>\cup</code> .....	1315,		1720, 1776, 1777,	3164, 3258, 3352, 3405
	2555, 3199, 3213, 3220		1784, 1893, 1968,	
			2035, 2059, 2085,	<b>F</b>
<b>D</b>			2103, 2104, 2118,	<code>\faCheckSquare0</code> ....
<code>\DeclareMathSymbol</code> ..			2129, 2130, 2211,	3260
	2317, 2318		2227, 2252, 2275,	<code>\faCircleThin</code> .....
<code>\DecoINERT</code> .....			2290, 2300, 2376,	1274
	2793, 2866, 2867, 2889		2380, 2381, 2404,	<code>\faGg</code> .....
<code>\DecoINERTwithPivot</code> .			2417, 2478, 2479,	1268
	2809, 2888		2527, 2572, 2720,	<code>\fancyfoot</code> .....
<code>\DecoLEFT</code> .....	2788, 2887		2740, 2871, 2893,	1427, 1428, 1429,
<code>\DecoLEFTwithPivot</code> ..			2907, 3071, 3097, 3280	1917, 1918, 1919, 1920
	2803, 2865	<code>\endcsname</code> ....	1500, 1503	<code>\fancyhead</code> .....
<code>\DecoRIGHT</code> .....	2798, 2890, 2900	<code>\endgroup</code> .....	1967, 2528, 2996	1426, 1914, 1915, 1916
<code>\DecoRIGHTwithPivot</code> .		<code>\enspace</code> .....	3265, 3267	<code>\faSquare0</code> .....
	2815, 2868	environments:		1262
<code>\definecolor</code> .....	1403	<code>liAdditum</code> .....	2041	<code>\fi</code> ....
<code>\DefineVerbatimEnvironment</code>		<code>liAHuelle</code> .....	2522	661, 669, 677,
	3044	<code>liAntwort</code> .....	1997	685, 692, 1298,
<code>\delta</code> .....	70, 112, 170, 212, 1306	<code>liDiagramm</code> .....	2120	1312, 1348, 2003,
<code>\dh</code> .....	2141, 3201	<code>liEinbettung</code> ....	1996	2026, 2039, 2047,
<code>\directlua</code> .....		<code>liExkurs</code> .....	2066	2064, 2088, 2159,
	63, 142, 200, 205,	<code>liGraphenFormat</code> .	1492	2169, 2179, 2193,
	1287, 1301, 1321,	<code>liJavaAngabe</code> ....	3078	2519, 2556, 2601,
	1329, 1336, 1341,	<code>liKasten</code> .....	1420	2662, 2829, 3021,
	2506, 2511, 2564,	<code>liKontrollflussgraph</code>		3022, 3025, 3027, 3414
	2571, 2578, 2958,		1887	<code>\filcenter</code> .....
	3057, 3101, 3106,	<code>liLernkartei</code> ....	2110	1644
	3107, 3111, 3116,	<code>liProduktionsRegeln</code>		<code>\footcite</code> .....
	3117, 3121, 3127, 3128		1330	758, 827, 849, 896,
<code>\do</code> .....	2789, 2794,	<code>liProjektSprache</code> .....	1995	919, 951, 1004,
	2799, 2804, 2810, 2816	<code>liQuellen</code> .....	2090	1055, 1082, 1128,
<code>\dots</code> .....	595, 599,	<code>liRelationenSchemaFormat</code>		1789, 1792, 1799,
	1810, 2717, 3212, 3213		2950	1804, 1809, 1813,
<code>\DOWNarrow</code> .....	3328	<code>liRmodell</code> .....	2930	1819, 1824, 1929,
<code>\draw</code> .....	1520, 1523,	<code>liUebergangsTabelle</code>		2228, 2229, 2486, 2723
	1526, 2665, 2964, 2967		2471	<code>\footnote</code> .....
		<code>\equiv</code> .....	3427, 3446	2133, 2137
<b>E</b>		<code>\erzeuge@tiefgestellt</code>		<code>\footnotesize</code> .....
<code>\edef</code> .....	1511,		1301, 1302, 1306	152, 433,
	2882, 2886, 2898, 2899	<code>\expandafter</code> .....		515, 609, 1279,
<code>\edge</code> .....	282		1500, 2824, 2826,	1597, 1696, 1994,
<code>\egroup</code> .....	2038, 2063		2827, 2828, 2836, 2994	2080, 2097, 2113,
<code>\else</code> .....	659, 667, 675, 683,	<code>\ExplSyntaxOff</code> ...	54,	2402, 2430, 2524,
	690, 1296, 1310,		97, 139, 144, 197,	2541, 2549, 2678,
	1346, 2000, 2023,		202, 207, 617, 639,	2687, 2930, 3045,
	2037, 2044, 2062,		654, 730, 1282,	3076, 3240, 3315, 3341
	2087, 2157, 2167,		1360, 1395, 1463,	<code>\footrulewidth</code> .
	2177, 2191, 2517,		1628, 1753, 1908,	1432, 1922
	2554, 2599, 2660,		1924, 2142, 2207,	<code>\foreach</code> .
	2828, 3021, 3023, 3412		2420, 2499, 2693,	1515, 1518, 1525
				<code>\forestFirst</code> ..
				3018, 3021
				<code>\forestLast</code> ...
				3019, 3021
				<code>\forestOget</code> ...
				3018, 3019
				<code>\forestOnes</code> .....
				3031
				<code>\forestOv</code> .....
				3020, 3021, 3024
				<code>\forestov</code> .
				3010, 3014,
				3015, 3018, 3019,
				3020, 3021, 3023, 3024
				<code>\forestset</code> ....
				3006, 3029
				<code>\forestSortLevel</code> ....
				3008, 3016, 3030, 3031

<code>\frac</code>	2186, 2219, 2251, 2266	<code>\ifnum</code>	2752, 1374, 1375, 1376,
<code>\fullouterjoin</code>	2921		1377, 1380, 1381,
<b>G</b>		<code>\ifx</code>	2023, 2553, 3021
<code>\g</code>	39, 285, 286, 308,	<code>\in</code>	583, 739, 1390, 1391, 1392,
	312, 318, 319, 320,		1817, 2199, 2202, 1904, 1905, 1906,
	321, 322, 324, 325,		2205, 2234, 2240, 2093, 2094, 2095, 2102
	327, 328, 330, 331,		2245, 2706, 2717,
	332, 333, 334, 335,		2727, 2737, 3190,
	336, 337, 340, 344,	<code>\includegraphics</code>	3192, 3198, 3219, 3368
	345, 346, 349, 351,		
	352, 353, 354, 355,		
	356, 401, 405, 409,	<code>\inhalts</code>	1724, 1741
	412, 413, 415, 416,	<code>\inhaltsverzeichnis</code>	1962
	418, 419, 426, 427,	<code>\input</code>	17, 20, 1374, 1375, 1376,
	428, 429, 437, 438,		23, 26, 29, 485, 1661
	440, 446, 447, 449,	<code>\inputminted</code>	3100, 3110,
	450, 452, 453, 465,		3120, 3132, 3135, 3139
	468, 473, 475, 479,	<code>\int</code>	3003
	1550, 1552, 1563,	<code>\item</code>	554, 555, 832, 836,
	1565, 1572, 1585,		841, 846, 890, 899,
	1586, 1652, 1656,		904, 912, 984, 989,
	1660, 1664, 1665,		993, 1019, 1059,
	1666, 1667, 1668,		1064, 1071, 1079,
	1670, 1671, 1673,		1108, 1113, 1117,
	1703, 1705, 1710, 1714		1122, 1222, 1227,
<code>\Gamma</code>	111, 169, 212, 1315		1232, 1774, 1775,
<code>\gappto</code>	3026		2090, 2094, 2214,
<code>\geometry</code>	5		2219, 2223, 2233,
<code>\geq</code>	1817, 2217,		2239, 2244, 2256,
	2706, 2711, 2727, 2731		2260, 2264, 2268,
<b>H</b>			2272, 2279, 2283,
<code>\hbox</code>	2916		2287, 2711, 2714,
<code>\headrulewidth</code>	1431, 1921		2717, 2731, 2734, 2737
<code>\headwidth</code>	1923	<code>\itshape</code>	608, 3239
<code>\hfill</code>	1591,	<b>J</b>	
	2236, 2242, 2247, 3268	<code>\j</code>	1515, 1516, 1518, 1519,
<code>\hinweis</code>	1994		1520, 1525, 1526, 1527
<code>\hline</code>	2476	<b>K</b>	
<code>\horizontale</code>	1556, 1599	<code>\k</code>	1525
<code>\href</code>	1368, 2137,	<code>\keys</code>	41, 75,
	2304, 2339, 2351, 3096		87, 117, 127, 175,
<code>\hspace</code>	2668, 3419, 3427		185, 316, 627, 631,
<code>\ht</code>	2917		645, 650, 1379, 1386
<code>\Huge</code>	1701, 3297	<b>L</b>	
<code>\huge</code>	1644, 3291	<code>\l</code>	68, 69, 70, 71,
<b>I</b>			72, 73, 76, 77, 78,
<code>\i</code>	1525, 1526		79, 80, 82, 84, 89,
<code>\ifcase</code>	2825		90, 91, 92, 93, 94,
<code>\ifLiADDITUM</code>	229, 2043, 2061		109, 110, 111, 112,
			113, 114, 115, 118,
<code>\ifLiANTWORT</code>	233, 1999, 2036		119, 120, 121, 122,
			123, 124, 130, 131,
<code>\ifLiEXKURS</code>	231, 2067		132, 133, 134, 135,
<code>\ifmmode</code>	657, 665, 673,		136, 167, 168, 169,
	681, 688, 1294,		170, 171, 172, 173,
	1308, 1344, 2155,		176, 177, 178, 179,
	2165, 2175, 2189,		180, 181, 182, 188,
	2515, 2597, 2658, 3410		189, 190, 191, 192,
<code>\IfNoValueTF</code>	2050, 2133, 2137		193, 194, 625, 628,
			633, 634, 637, 642,
			643, 646, 647, 652,
			1374, 1375, 1376,
			1382, 1383, 1389,
			1904, 1905, 1906,
			2093, 2094, 2095, 2102
		<code>\labelenumi</code>	1416
		<code>\labelenumii</code>	1417
		<code>\labelitemi</code>	1410
		<code>\labelitemii</code>	1411
		<code>\labelitemiii</code>	1412
		<code>\labelitemiv</code>	1413
		<code>\land</code>	3447, 3449
		<code>\LARGE</code>	1405, 1710
		<code>\Large</code>	1584
		<code>\large</code>	1575, 1684, 1769, 2980
		<code>\leaders</code>	3268
		<code>\left</code>	2149, 2591
		<code>\LEFTarrow</code>	3329
		<code>\leftarrow</code>	671
		<code>\leftouterjoin</code>	2919
		<code>\leftskip</code>	3431, 3432, 3442
		<code>\LehramtInformatikAutorEmail</code>	1920
		<code>\LehramtInformatikAutorName</code>	1919
		<code>\LehramtInformatikGitBranch</code>	464, 3064
		<code>\LehramtInformatikGithubCodeRepo</code>	3063
		<code>\LehramtInformatikGithubDomain</code>	461, 3060
		<code>\LehramtInformatikGithubRawDomain</code>	3061
		<code>\LehramtInformatikGithubTexRepo</code>	462, 3062
		<code>\LehramtInformatikRepository</code>	17, 20, 23, 26, 29,
			1451, 1662, 1940,
			1941, 1942, 1943,
			1944, 1945, 1946,
			1947, 1948, 1949, 3059
		<code>\LehramtInformatikTitel</code>	1915
		<code>\leq</code>	2251, 2714, 2734
		<code>\let</code>	1304,
			1305, 1965, 2865,
			2866, 2867, 2868,
			2881, 2883, 2884,
			2885, 2887, 2888,
			2889, 2890, 2900,
			2992, 3030, 3031, 3260
		<code>\li@chomsky@erklaerung@texte</code>	574, 610
		<code>\li@EntwurfsCode</code>	752, 803, 804, 805,
			854, 855, 856, 857,
			923, 924, 925, 926,
			927, 928, 955, 956,
			957, 958, 959, 960,
			1026, 1196, 1197,
			1198, 1199, 1239, 1240

\li@EntwurfsCodeAllgemein	\liChomskyUeberErklaerung	\liEntwurfsEinzelstueckBeschreibung
..... <a href="#">751</a>	..... <a href="#">613</a>	..... <a href="#">1002</a> , <a href="#">1029</a>
\li@fussnote@text <a href="#">2427</a> ,	\liChomskyUeberschrift	\liEntwurfsEinzelstueckCode
<a href="#">2433</a> , <a href="#">2437</a> , <a href="#">2441</a> , <a href="#">2445</a>	..... <a href="#">562</a> , <a href="#">614</a>	..... <a href="#">1025</a> , <a href="#">1035</a>
\li@GithubLink .....	\liCpmEreignis .....	\liEntwurfsEinzelstueckUml
<a href="#">3092</a> , <a href="#">3105</a> , <a href="#">3115</a> , <a href="#">3126</a>	<a href="#">623</a>	..... <a href="#">1007</a> , <a href="#">1031</a>
\li@mget . <a href="#">1502</a> , <a href="#">1506</a> , <a href="#">1526</a>	\liCpmFruehErklaerung <a href="#">694</a>	\liEntwurfsErbauer . <a href="#">1085</a>
\li@minc .....	\liCpmFruehI ... <a href="#">687</a> , <a href="#">707</a>	\liEntwurfsErbauerAkteure
<a href="#">1505</a> , <a href="#">1527</a>	\liCpmSpaetErklaerung <a href="#">712</a>	..... <a href="#">1057</a> , <a href="#">1087</a>
\li@mset .....	\liCpmSpaetI ... <a href="#">680</a> , <a href="#">725</a>	\liEntwurfsErbauerUml
<a href="#">1499</a> , <a href="#">1507</a> , <a href="#">1516</a> , <a href="#">1519</a>	\liCpmVon .....	..... <a href="#">1037</a> , <a href="#">1086</a>
\li@numdiscs .....	\liCpmVonOhneMathe ..	\liEntwurfsFabrikmethode
... <a href="#">1511</a> , <a href="#">1520</a> , <a href="#">1526</a>	..... <a href="#">663</a> , <a href="#">666</a> , <a href="#">668</a>	..... <a href="#">1131</a> , <a href="#">1156</a>
\li@Rmodell@Schrift .	\liCpmVonZu .....	\liEntwurfsFabrikmethodeAkteure
... <a href="#">2930</a> , <a href="#">2939</a> , <a href="#">2949</a>	<a href="#">655</a>	..... <a href="#">1106</a> , <a href="#">1133</a>
\li@sequence .. <a href="#">1512</a> , <a href="#">1525</a>	\liCpmVonZuOhneMathe	\liEntwurfsFabrikmethodeUml
\li@synthese@erklaerung@text	..... <a href="#">655</a> , <a href="#">658</a> , <a href="#">660</a>	..... <a href="#">1089</a> , <a href="#">1132</a>
..... <a href="#">3181</a> , <a href="#">3241</a>	\liCpmVorgang .....	\liEntwurfsKompositum
\liAbleitung .....	<a href="#">640</a>	..... <a href="#">1156</a>
<a href="#">1329</a>	\liCpmZu .....	\liEntwurfsKompositumAkteure
liAdditum (environment)	<a href="#">671</a> , <a href="#">674</a> , <a href="#">676</a>	..... <a href="#">1158</a>
..... <a href="#">2041</a>	liDiagramm (environ-	\liEntwurfsKompositumUml
\LiADDITUMfalse .....	ment) .....	..... <a href="#">1135</a> , <a href="#">1157</a>
<a href="#">229</a>	<a href="#">2120</a>	\liEntwurfsModellPraesentationSteuerung
\LiADDITUMtrue . <a href="#">229</a> , <a href="#">1547</a>	liEinbettung (environ-	..... <a href="#">1177</a>
liAHuelle (environment)	ment) .....	\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungAk
..... <a href="#">2522</a>	<a href="#">1996</a>	..... <a href="#">1179</a>
\liAlphabet .....	\liEntwurfs .....	\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUm
<a href="#">1314</a>	<a href="#">1177</a>	..... <a href="#">1160</a> , <a href="#">1178</a>
liAntwort (environment)	\liEntwurfsAbstrakteFabrik	\liEntwurfsStellvertreter
..... <a href="#">1997</a>	..... <a href="#">807</a>	..... <a href="#">1201</a>
\LiANTWORTfalse .....	\liEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung	\liEntwurfsStellvertreterCode
<a href="#">233</a>	..... <a href="#">755</a> , <a href="#">808</a>	..... <a href="#">1195</a> , <a href="#">1203</a>
\LiANTWORTtrue .....	\liEntwurfsAbstrakteFabrikCode	\liEntwurfsStellvertreterUml
<a href="#">233</a>	..... <a href="#">802</a> , <a href="#">812</a>	..... <a href="#">1181</a> , <a href="#">1202</a>
\liAnweisung .....	\liEntwurfsAbstrakteFabrikUml	\liEntwurfsZustand . <a href="#">1242</a>
<a href="#">1895</a>	..... <a href="#">760</a> , <a href="#">810</a>	\liEntwurfsZustandAkteure
\liAssemblerCode ... <a href="#">3130</a>	\liEntwurfsAdapter .. <a href="#">859</a>	..... <a href="#">1220</a> , <a href="#">1244</a>
\liAssemblerDatei .. <a href="#">3131</a>	\liEntwurfsAdapterAkteure	\liEntwurfsZustandCode
\liAttribut .....	..... <a href="#">829</a> , <a href="#">861</a>	..... <a href="#">1238</a> , <a href="#">1245</a>
<a href="#">2949</a>	\liEntwurfsAdapterCode	\liEntwurfsZustandUml
\liAttributHuelle ...	..... <a href="#">853</a> , <a href="#">862</a>	..... <a href="#">1205</a> , <a href="#">1243</a>
... <a href="#">2513</a> , <a href="#">3193</a> , <a href="#">3198</a>	\liEntwurfsAdapterUml	\liEpsilon .....
\liAttributHuelleOhneMathe	..... <a href="#">814</a> , <a href="#">860</a>	..... <a href="#">1258</a> , <a href="#">1272</a> , <a href="#">1274</a>
..... <a href="#">2513</a> , <a href="#">2516</a> ,	\liEntwurfsBeobachter <a href="#">930</a>	\liErDatenbankName . <a href="#">1277</a>
<a href="#">2518</a> , <a href="#">2532</a> , <a href="#">2542</a> , <a href="#">2550</a>	\liEntwurfsBeobachterAkteure	\liErEntity <a href="#">1256</a> , <a href="#">1260</a> , <a href="#">1262</a>
\liAttributMenge ....	..... <a href="#">888</a> , <a href="#">932</a>	\liErledigt .....
<a href="#">2521</a> , <a href="#">2533</a> , <a href="#">2536</a> ,	\liEntwurfsBeobachterCode	..... <a href="#">1271</a>
<a href="#">2543</a> , <a href="#">2544</a> , <a href="#">2558</a> , <a href="#">2560</a>	..... <a href="#">922</a> , <a href="#">933</a>	\liErMpAttribute ... <a href="#">1277</a>
\liAufgabe .....	\liEntwurfsBeobachterUml	\liErDatenbankName . <a href="#">1277</a>
<a href="#">16</a>	..... <a href="#">864</a> , <a href="#">931</a>	\liErEntity <a href="#">1256</a> , <a href="#">1260</a> , <a href="#">1262</a>
\liAufgabenMetadaten	\liEntwurfsDekorierer <a href="#">962</a>	\liErledigt .....
..... <a href="#">47</a> , <a href="#">1569</a> , <a href="#">1676</a>	\liEntwurfsDekoriererAkteure	..... <a href="#">3260</a>
\liAufgabenTitel .....	..... <a href="#">964</a>	\liErMpAttribute ... <a href="#">1271</a>
<a href="#">55</a>	\liEntwurfsDekoriererCode	\liErMpEntity .....
\liAusdruck .....	..... <a href="#">954</a> , <a href="#">965</a>	<a href="#">1259</a>
<a href="#">1351</a>	\liEntwurfsDekoriererUml	\liErMpRelationship <a href="#">1265</a>
\liAutomat .....	..... <a href="#">935</a> , <a href="#">963</a>	\liErRelationship ...
<a href="#">66</a>	\liEntwurfsEinfacheFabrik	..... <a href="#">1257</a> , <a href="#">1266</a> , <a href="#">1268</a>
\liAutomatenKante .... <a href="#">98</a>	..... <a href="#">998</a>	\liExamensAufgabe .... <a href="#">19</a>
\liBandAlphabet .... <a href="#">1315</a>	\liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure	\liExamensAufgabeA ... <a href="#">28</a>
\liBedingung .....	..... <a href="#">982</a> , <a href="#">1000</a>	\liExamensAufgabeTA .. <a href="#">25</a>
<a href="#">1896</a>	\liEntwurfsEinfacheFabrikUml	\liExamensAufgabeTTA . <a href="#">22</a>
\liBedingungDrei ....	..... <a href="#">967</a> , <a href="#">999</a>	liExkurs (environment) <a href="#">2066</a>
... <a href="#">2204</a> , <a href="#">2247</a> , <a href="#">2287</a>	\liEntwurfsEinzelstueck	\LiEXKURSfalse .....
\liBedingungEins ....	..... <a href="#">1028</a>	<a href="#">231</a>
... <a href="#">2198</a> , <a href="#">2236</a> , <a href="#">2279</a>	\liEntwurfsEinzelstueckAkteure	\LiEXKURStrue .....
\liBedingungFalsch . <a href="#">1898</a>	..... <a href="#">1017</a> , <a href="#">1033</a>	<a href="#">231</a>
\liBedingungWahr ... <a href="#">1897</a>		\liFalsch .....
\liBedingungZwei ....		<a href="#">555</a>
... <a href="#">2201</a> , <a href="#">2242</a> , <a href="#">2283</a>		\liFlaci .....
\liBeschriftung .... <a href="#">1986</a>		<a href="#">1361</a>
\liBindeAufgabeEin . <a href="#">1659</a>		\liFremd .....
\liChomskyErklaerung		<a href="#">2929</a>
..... <a href="#">574</a> , <a href="#">615</a>		

<code>\liFunktionaleAbhaengigkeit</code>	1759, 2324, 2425, ... 2552, 2555, 2563	<code>\liPetriErreichTransition</code>	2664
<code>\liFunktionaleAbhaengigkeiten</code>	2566	<code>\liPetriSetzeSchluessel</code>	2609
<code>\liFussnote</code>	2426, 2428	<code>\liPetriTransitionsName</code>	2656, 2668
<code>\liFussnoteDreiText</code>	2440, 2458	<code>\liPetriTransitionsNameOhneMathe</code>	2656, 2659, 2661
<code>\liFussnoteEinsText</code>	2432, 2452	<code>\liPetriTransPfeile</code>	2668
<code>\liFussnoteLink</code>	2136	<code>\liPolynomiellReduzierbar</code>	1779
<code>\liFussnoten</code>	2448	<code>\liPotenzmenge</code>	1301, 1305, 2679
<code>\liFussnoteUrl</code>	1175, 2132	<code>\liPotenzmengeOhneMathe</code>	1302, 1303, 1304
<code>\liFussnoteVierText</code>	2444, 2461	<code>\liPrimaer</code>	2928
<code>\liFussnoteZweiText</code>	2436, 2455	<code>\liProblemBeschreibung</code>	1763
<code>\liGeschweifteKlammern</code>	1333, 2567, 3272	<code>\liProblemClique</code>	1786
<code>\liGrafikCCLizenz</code>	1453, 2411	<code>\liProblemName</code>	1762, 1769, 1781, 1783, 1796, 1807, 1808, 1816, 1817
<code>\liGrafikLogo</code>	1458, 1693, 2387	<code>\liProblemSat</code>	1815
<code>\liGrafikLogoPfad</code>	1450, 1455, 1460	<code>\liProblemSubsetSum</code>	1806, 1815
<code>\liGrammatik</code>	1372	<code>\liProblemVertexCover</code>	1786, 1794
<code>liGraphenFormat</code> (environment)	1492	<code>\liProduktionen</code>	1340, 1382
<code>\liHanoi</code>	1499	<code>liProduktionsRegeln</code> (environment)	1330
<code>\liHaskellCode</code>	3137	<code>liProjektSprache</code> (environment)	1995
<code>\liHaskellDatei</code>	3138	<code>\liPseudoUeberschrift</code>	1972,
<code>\liInduktionAnfang</code>	3355	<code>\liPumpingKontextfrei</code>	2052, 2055, 2473, 2483, 3356, 3364, 3372
<code>\liInduktionErklaerung</code>	3354	<code>\liPumpingRegulaer</code>	2704
<code>\liInduktionMarkierung</code>	3353	<code>liQuellen</code> (environment)	2090
<code>\liInduktionSchritt</code>	3371	<code>\liRechtsReduktionInline</code>	2547
<code>\liInduktionVoraussetzung</code>	3363	<code>\liRekursionsGleichung</code>	2195, 2258
<code>liJavaAngabe</code> (environment)	3078	<code>\liRelation</code>	2577
<code>\liJavaCode</code>	3081	<code>liRelationenSchemaFormat</code> (environment)	2950
<code>\liJavaDatei</code>	753, 3099	<code>\liRelationMenge</code>	2944
<code>\liJavaExamen</code>	3119	<code>\liRichtig</code>	554
<code>\liJavaTestDatei</code>	3109	<code>liRmodell</code> (environment)	2930
<code>liKasten</code> (environment)	1420	<code>\liRundeKlammer</code>	2148, 2152, 2162, 2172, 2186, 2590, 2594
<code>\liKellerAutomat</code>	107	<code>\liSetzeExamenTeilaufgabeNr</code>	1655
<code>\liKellerKante</code>	145	<code>\liSetzeExamenThemaNr</code>	1651
<code>\liKellerUebergang</code>	140, 146	<code>\liSortierMarkierung</code>	2969
<code>\liKontrollCode</code>	1899	<code>\liSortierPfeil</code>	2963
<code>liKontrollflussgraph</code> (environment)	1887	<code>\liSortierPfeilUnten</code>	2966
<code>\liKontrollKnotenPfad</code>	1901		
<code>\liKontrollTextzeileKnoten</code>	1900, 1905		
<code>\liKurzeTabellenLinie</code>	735		
<code>\liLadeAllePakete</code>	239, 1647		
<code>\liLadePakete</code>	59, 62, 235, 240, 561, 622, 1291, 1535, 1633,		
<code>\liLatexCode</code>	3091		
<code>\liLeereZelle</code>	2463		
<code>liLernkartei</code> (environment)	2110		
<code>\liLinksReduktion</code>	2530		
<code>\liLinksReduktionInline</code>	2539, 2547		
<code>\liLogoTextCCLizenz</code>	1615, 1748, 2407		
<code>\liLogoTextProjekt</code>	1612, 1745, 2383		
<code>\liMasterExkurs</code>	2292		
<code>\liMasterFaelle</code>	2231, 2299		
<code>\liMasterFallRechnung</code>	2277		
<code>\liMasterVariablen</code>	2208, 2294		
<code>\liMasterVariablenDeklaration</code>	2254		
<code>\liMasterWolframLink</code>	2302		
<code>\liMenge</code>	76, 77, 79, 118, 119, 120, 124, 176, 177, 178, 182, 1292, 1341, 1380, 1381		
<code>\liMengeOhneMathe</code>	1292, 1295, 1297		
<code>\liMetaBsclangaulSammlung</code>	2325, 2392		
<code>\liMetaCCLink</code>	2337, 2416		
<code>\liMetaEmail</code>	2347, 2352, 2354		
<code>\liMetaEmailLink</code>	2350, 2366		
<code>\liMetaHermineBsclangaulAndFriends</code>	1696, 2328, 2396		
<code>\liMetaHilfMit</code>	1621, 2357, 2368		
<code>\liMetaQuelltext</code>	1623, 2368		
<code>\liMetaSetze</code>	36, 48, 1570, 1677		
<code>\liMetaUeberDasProjekt</code>	2331, 2403		
<code>\liMinimierungErklaerung</code>	2485		
<code>\liMinispracheDatei</code>	3134		
<code>\linespread</code>	2937		
<code>\liNichtsZuTun</code>	3261		
<code>\liO</code>	2171, 2199		
<code>\liOmega</code>	2161, 2205		
<code>\liOmegaOhneMathe</code>	2161, 2166, 2168		
<code>\liONotationO</code>	2593		
<code>\liOOhneMathe</code>	2171, 2176, 2178		
<code>\liParagraphMitLinien</code>	610, 695, 713, 2487, 3241, 3262, 3359, 3367, 3375		
<code>\liPetriErreichKnotenDrei</code>	2667		



<code>\liSpaltenUmbruch</code> .. 3038	<code>\liZustandsmengeNrGross</code> .. 1532, 1630, 1755,
<code>\liSqlCode</code> ..... 3142	..... 1827, 1910, 1926,
<code>\listen@punkt</code> .. 2090, 2102	<code>\liZustandsMengenSammlung</code> .. 1932, 1954, 2144,
<code>\liStrich</code> ..... 1761	..... 2307, 2320, 2422,
<code>\liSyntheseErklaerung</code> .. 3181, 3246	<code>\liZustandsMengenSammlungNr</code> .. 2501, 2584, 2604,
<code>\liSyntheseUeberErklaerung</code> .. 3244	..... 2670, 2695, 2700,
<code>\liSyntheseUeberschrift</code> .. 3165, 3245	<code>\liZustandsmengeOhneMathe</code> .. 2744, 2910, 2923,
<code>\liT</code> 2181, 2196, 2210, 2274	..... 2952, 3033, 3040,
<code>\liTeilen</code> ..... 2510	<code>\liZustandsname</code> .... 1327
<code>\literatur</code> .... 1928, 1952	<code>\liZustandsnameGross</code> .. 3047, 3052, 3144,
<code>\liTheta</code> ..... 2151,	... 3159, 3250, 3254,
2202, 2234, 2240, 2245	... 1328, 2676, 2685
<code>\liThetaOhneMathe</code> ...	<code>\liZustandsnameTiefgestellt</code> .. 3449
... 2151, 2156, 2158	..... 1343
<code>\liTOhneMathe</code> ..... 2181, 2190, 2192	<code>\liZustandsPaar</code> .... 2465
<code>\liTuringKante</code> ..... 208	<code>\liZustandsPaarVariablenName</code> .. 2464, 2467, 2468
<code>\liTuringLeerzeichen</code> .. 164, 172	<code>\llap</code> ..... 2917
<code>\liTuringMaschine</code> ... 165	<code>\log</code> ..... 2199,
<code>\liTuringUeberfuehrung</code> .. 211	2202, 2205, 2234, 2240
<code>\liTuringUebergaenge</code> .. 203, 209	<code>\logo</code> .... 2372, 2385, 2409
<code>\liTuringUebergangZelle</code> .. 198	<code>\loop</code> ..... 2750
<code>\liTypoUeberGROSS</code> .. 3295	<code>\lor</code> ..... 3448
<code>\liTypoUeberGross</code> ...	<code>\ltimes</code> ..... 2310
..... 3289, 3295	
<code>\liTypoUeberschrift</code> .	<b>M</b>
... 3283, 3292, 3298	<code>\makeatletter</code> ..... 2989
<code>\liUeberfuehrungsFunktion</code> .. 1306	<code>\makeatother</code> ..... 2997
<code>\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe</code> .. 1306, 1309, 1311	<code>\marginpar</code> ..... 1261, 1267, 1273, 1970
<code>liUebergangsTabelle</code> .. 2471	<code>\mathbb</code> .. 1817, 2737, 3368
(environment)	<code>\mathbin</code> . 2919, 2920, 2921
<code>\liUeberschriftDreiecksTabelle</code> .. 2481	<code>\mathcal</code> ..... 2172, 2594, 3219,
..... 2399, 2935, 2941,	3224, 3226, 3227, 3228
<code>\liUmlLeserichtung</code> . 3323	<code>\Mathe</code> ..... 3423
<code>\liVertauschen</code> ..... 2957	<code>\MatheEnv</code> 3416, 3424, 3427
<code>\liWortInSprache</code> .... 736	<code>\mathord</code> ..... 2317, 2318
<code>\liWortNichtInSprache</code> 741	<code>\mathsf</code> ..... 1419,
<code>\liWpEquivalent</code> .... 3426	2008, 2012, 2016, 2020
<code>\liWpErklaerung</code> .... 3429	<code>\mdseries</code> ..... 2028
<code>\liWpErklaerungVerzweigung</code> .. 3444	<code>\medskip</code> .. 1577, 1594,
<code>\liWpKalkuel</code> ..... 3406	1771, 1979, 1989,
<code>\liWpKalkuelOhneMathe</code> .. 3406, 3411,	1991, 2100, 2128,
3413, 3445, 3447, 3449	2370, 3274, 3417, 3421
<code>\liZustandsBuchstabe</code> .. 1316,	<code>\memph</code> ..... 1970
1325, 1327, 1345, 1347	<code>\mintinline</code> .... 3084,
<code>\liZustandsBuchstabeGross</code> .. 1317, 1326, 1328	3091, 3130, 3137, 3142
<code>\liZustandsmenge</code> ... 1304	<code>\mkern</code> ... 2919, 2920, 2921
<code>\liZustandsmengeNr</code> .. 1318, 2688	<code>\mlq</code> ..... 2315, 2317
	<code>\mrq</code> ..... 2315, 2318
	<code>\msg</code> ..... 483
	<code>\myList</code> ..... 3010, 3011, 3012, 3015
	<code>\myNodes</code> ..... 2999,
	3014, 3020, 3024, 3026
	<b>N</b>
	<code>\NeedsTeXFormat</code> ..... 1, 14, 32, 57, 225,
	489, 550, 557, 619,
	732, 747, 1248,
	1284, 1397, 1435,
	1444, 1465, 1494,
	<b>P</b>
	<code>\pagestyle</code> .... 1430, 1682
	<code>\neg</code> ..... 3449
	<code>\negthinspace</code> .. 2149, 2591
	<code>\newcounter</code> ... 2764, 2765
	<code>\NewDocumentCommand</code> .
	67, 108, 145, 166,
	208, 235, 624, 641,
	680, 687, 736, 741,
	1351, 1373, 1453,
	1458, 1779, 1902,
	1930, 2132, 2136,
	2566, 2577, 2664,
	3099, 3109, 3119,
	3131, 3134, 3138, 3323
	<code>\NewDocumentEnvironment</code> .. 1330, 1420, 1492,
	1887, 1995, 1996,
	1997, 2041, 2066,
	2091, 2110, 2120,
	2472, 2522, 2932, 2950
	<code>\newif</code> ..... 229, 231, 233
	<code>\newlength</code> ..... 3429
	<code>\newminted</code> ..... 3078
	<code>\node</code> ..... 637, 1895,
	1900, 2790, 2795,
	2800, 2806, 2812,
	2818, 2969, 3014, 3340
	<code>\noexpand</code> ..... 2878,
	2879, 2880, 2899, 3014
	<code>\noindent</code> ... 435, 738,
	743, 1558, 1574,
	1582, 1596, 1620,
	1976, 1988, 1992,
	2024, 2081, 2083,
	2098, 2114, 2116,
	2124, 2296, 2451,
	2454, 2457, 2460,
	2945, 3263, 3275, 3435
	<code>\nolinkurl</code> ..... 3096
	<code>\normalsize</code> ... 1407, 3085
	<code>\notin</code> ..... 744
	<code>\null</code> ..... 3268
	<b>O</b>
	<code>\o</code> ..... 2593, 2598, 2600
	<code>\o@join</code> ..... 2916, 2919, 2920, 2921
	<code>\Omega</code> ..... 2162
	<code>\omega</code> 2706, 2707, 2727, 2728
	<code>\or</code> ..... 2827

<code>\par</code> . . . . . 434, 455, 614, 1362, 1370, 1553, 1557, 1560, 1577, 1592, 1603, 1685, 1689, 1693, 1695, 1696, 1703, 1705, 1710, 1714, 1718, 1975, 1981, 1987, 2082, 2106, 2115, 2394, 2397, 2869, 2891, 2906, 2947, 3245, 3269, 3273, 3281, 3434, 3440	<code>\QS@select@smaller</code> . . ... 2842, 2845, 2849 <code>\QS@sort@a</code> . . . . . 2824, 2857, 2878, 2879 <code>\QS@sort@b</code> . . . . 2824, 2825 <code>\QS@sort@cc</code> . . . . 2828, 2835 <code>\QS@sort@d</code> . . . . 2836, 2844 <code>\QS@sort@empty</code> . 2826, 2831 <code>\QS@sort@single</code> 2827, 2832 <code>\QSinitialize</code> . . . . . ... 2749, 2861, 2896 <code>\QSIr</code> . 2832, 2838, 2846, 2866, 2880, 2885, 2888 <code>\QSirr</code> 2867, 2880, 2881, 2889 <code>\QSLr</code> . . . . . 2838, 2845, 2856, 2857, 2865, 2878, 2883, 2887 <code>\QSpivotStep</code> . . . . . 2751, 2861, 2865, 2876 <code>\QSR</code> . . . . . 2838 <code>\QSRr</code> . . . . . 2847, 2868, 2879, 2884, 2890, 2899, 2900, 2901 <code>\QSSortStep</code> . . . . . 2753, 2861, 2877, 2878 <code>\quad</code> . . . . . 2429	3310, 3311, 3349, 3350, 3351, 3384, 3404 <code>\right</code> . . . . . 2149, 2591 <code>\RIGHTarrow</code> . . . 3325, 3330 <code>\rightarrow</code> . . . . 739, 744 <code>\rightarrow</code> . . . . 212, 578, 583, 591, 595, 597, 598, 600, 655, 663, 2668, 3190, 3197, 3199, 3202, 3207, 3212, 3213, 3218 <code>\rightarrowouterjoin</code> . . . . <u>2920</u> <code>\rmfamily</code> . . . . . 565, 1526, 3168, 3285 <code>\Roman</code> . . . . . 1415 <code>\roman</code> . . . . . 1415, 1417 <code>\romannumeral</code> . . . . 2836 <code>\rtimes</code> . . . . . 2310 <code>\rule</code> . . . . . 1559, 2869, 2891, 2906, 2917
<code>\paragraph</code> . . . . . 1407 <code>\parindent</code> . . . . . 2938 <code>\path</code> . . . . 99, 146, 209, 652 <code>\pgfkeys</code> . . 2620, 3326, 3327, 3328, 3329, 3330, 3333, 3336, 3338 <code>\pgfmath@count</code> . . . . . ... 2991, 2993, 2995 <code>\pgfmath@smuggleone</code> 2996 <code>\pgfmathdeclarefunction</code> ... 2990 <code>\pgfmathint</code> . . . . . 2991 <code>\pgfmathparse</code> . . . . . ... 1506, 3008, 3013, 3016, 3030, 3031 <code>\pgfmathresult</code> . . . . . ... 1507, 2991, 2992, 2994, 2996, 3009, 3017, 3030, 3031 <code>\pgfutil@empty</code> . . . . 2992 <code>\pgfutil@loop</code> . . . . 2993 <code>\pgfutil@repeat</code> . . . . 2996 <code>\preceq</code> . . . . . 1782 <code>\prime</code> . . . . . 1761 <code>\printbibliography</code> . 1952 <code>\ProvidesPackage</code> . . . . 2, 15, 33, 58, 226, 490, 551, 558, 620, 733, 748, 1249, 1285, 1398, 1436, 1445, 1466, 1495, 1533, 1631, 1756, 1828, 1911, 1927, 1933, 1955, 2145, 2308, 2321, 2423, 2502, 2585, 2605, 2671, 2696, 2701, 2745, 2911, 2924, 2953, 3034, 3041, 3048, 3053, 3145, 3160, 3251, 3255, 3304, 3346, 3383, 3403	<code>\R</code> <code>\raggedright</code> . . . . . 2031 <code>\raisebox</code> . . . . . 1900 <code>\relax</code> . . . . . 1965, 2838, 2881, 2883, 2884, 2885, 2993, 2995 <code>\renewcommand</code> . . . . . 1410, 1411, 1412, 1413, 1416, 1417, 1431, 1432, 1729, 1731, 1921, 1922, 2471 <code>\repeat</code> . . . . . 2754 <code>\RequirePackage</code> . . . . ... 4, 60, 163, 227, 237, 486, 492, 493, 553, 621, 750, 751, 1251, 1253, 1254, 1290, 1399, 1400, 1402, 1404, 1409, 1418, 1425, 1433, 1437, 1438, 1448, 1449, 1467, 1468, 1469, 1497, 1498, 1546, 1643, 1648, 1649, 1735, 1760, 1829, 1929, 1934, 1935, 1951, 1958, 1959, 1960, 2147, 2311, 2312, 2587, 2588, 2589, 2606, 2608, 2698, 2758, 2760, 2912, 2913, 2914, 2927, 2955, 2986, 3037, 3043, 3050, 3055, 3066, 3067, 3147, 3252, 3259, 3307, 3308,	<code>\sb</code> . . . . . 72, 82, 84, 113, 171, 590, 591, 595, 598, 599, 600, 682, 684, 689, 691, 1345, 1347, 2199, 2202, 2205, 2234, 2240, 2491, 2656, 2665, 3212, 3213, 3214, 3219, 3223, 3224, 3227, 3228, 3231, 3232, 3233 <code>\scriptscriptstyle</code> . . ... 655, 663, 671 <code>\scriptsize</code> . . . . . 1364, 1840, 1847, 1853, 1915, 1916, 1919, 1920, 2028, 2415, 3354, 3407, 3437 <code>\section</code> . . . 52, 1644, 1653 <code>\sectionbreak</code> . . . . 1645 <code>\seq</code> . 1904, 1905, 1906, 2093, 2094, 2095, 2102 <code>\setbox</code> . . 2001, 2045, 2916 <code>\setcounter</code> 1408, 1646, 1734, 2870, 2892, 2906 <code>\setganttlinklabel</code> . . 1439, 1440, 1441, 1442 <code>\setlength</code> . . . . 1727, 1728, 1730, 1923, 2938, 3431, 3432, 3442 <code>\setmainfont</code> . . . . . 1401 <code>\setmainlanguage</code> . . . 487 <code>\setminted</code> . . . 3072, 3073 <code>\setminus</code> . . . . . 2551 <code>\setul</code> . . . . . 2929 <code>\shoveleft</code> . . . . . 2531 <code>\shoveright</code> . . . . . 2535 <code>\Sigma</code> . . . . . 69, 110, 168, 1314, 1315, 1375 <code>\sigma</code> . . . . . 588, 590, 591 <code>\SLASH</code> . . . . . <u>1971</u> <code>\small</code> . . . . . <u>212e</u>



<code>\sort</code> . . . . .	3003	110, 111, 112, 113,	818, 819, 866, 871,
<code>\sortList</code> . . . . .	3002, 3011	114, 115, 118, 119,	876, 879, 937, 938,
<code>\square</code> . . . . .	555	120, 121, 122, 123,	939, 944, 945, 974,
<code>\stepcounter</code> 2790, 2795,		124, 167, 168, 169,	1009, 1040, 1041,
2800, 2803, 2805,		170, 171, 172, 173,	1044, 1095, 1098,
2809, 2811, 2815, 2817		176, 177, 178, 179,	1137, 1143, 1144,
<code>\stichwoerter</code> . .	1549, 1597	180, 181, 182, 309,	1162, 1163, 1164,
<code>\str</code> 367, 566, 575, 2005,		313, 340, 344, 345,	1185, 1186, 1187,
2680, 2689, 3169, 3182		346, 349, 354, 355,	1207, 1208, 1209, 1210
<code>\string</code> . . . . .	2533, 2543	356, 368, 377, 412,	<code>\umlddep</code> . . . . .
<code>\StrSubstitute</code> .	3010, 3012	415, 418, 426, 427,	<code>\umlHVHagggreg</code> . . . . .
<code>\strut</code> . . . . .	2256, 2260,	428, 429, 440, 446,	. . . . . 884, 950, 1153
2264, 2268, 2272, 3038		449, 452, 468, 475,	<code>\umlinherit</code> . . . . .
<code>\subsection</code> . . . . .	1657	625, 628, 633, 634,	. . . . . 823,
<code>\subseteq</code> 3193, 3226, 3233		642, 643, 646, 647,	874, 1048, 1093, 1101
<code>\subsubsection</code> . . . . .	1678	1353, 1374, 1375,	<code>\umlnote</code> . . 825, 1050, 1217
		1376, 1377, 1380,	<code>\umlreal</code> . . . . .
		1381, 1382, 1383,	. . . . . 821, 882
		1550, 1563, 1572,	<code>\umlsimpleclass</code> . . . . .
		1585, 1652, 1656,	. . . . . 777, 778, 779,
		1660, 1667, 1670, 2182	783, 785, 786, 787,
			816, 969, 970, 971,
			1039, 1091, 1092, 1183
			<code>\umlstatic</code> . . . . .
			. . . . . 976, 1010
			<code>\umluniagggreg</code> . . . . .
			. . . . . 1046
			<code>\umluniassoc</code> . . . . .
			. . . . . 797, 822, 1047,
			1171, 1172, 1191, 1192
			<code>\umlVHuniassoc</code> . . 798, 799
			<code>\umlVHVdep</code> . . . . .
			. . . . . 791,
			792, 794, 795, 978, 979
			<code>\umlVHVinherit</code> 774, 775,
			780, 781, 788, 789,
			947, 948, 972, 973,
			1151, 1152, 1189, 1190
			<code>\umlVHVreal</code> . . . . .
			. . . . . 941, 942, 1212, 1213
			<code>\UParrow</code> . . . . .
			. . . . . 3327
			<code>\url</code> . . . . .
			. . . . . 469, 2133
			<code>\usemintedstyle</code> . . . . .
			. . . . . 3069
			<code>\usetikzlibrary</code> . . 61,
			494, 1252, 1470,
			1830, 2607, 2915,
			2956, 2987, 3312, 3400
			<b>V</b>
			<code>\value</code> . . . . .
			. . . . . 2752
			<code>\varepsilon</code> . . . . .
			. . . . . 567,
			578, 579, 1300,
			2199, 2205, 2237, 2248
			<code>\vbox</code> . . . . .
			. . . . . 2001, 2045
			<code>\vfill</code> . . . . .
			. . . . . 1609, 1691,
			1698, 1722, 1743, 3038
			<code>\vrule</code> . . . . .
			. . . . . 3264, 3268
			<code>\vspace</code> . . . . .
			. . . . . 1687, 1708,
			1712, 1716, 1729,
			2068, 2086, 3277, 3279
			<b>X</b>
			<code>\xappto</code> . . 3014, 3020, 3024
			<code>\xdef</code> . . . . .
			. . . . . 1500
			<code>\xintApply</code> . . . . .
			. . . . . 2840
			<code>\xintApplyUnbraced</code> . .
			. . . . . 2839, 2845, 2846, 2847
			<code>\xintCSVtoList</code> . . . . .
			. . . . . 2899
			<b>X</b>
			<code>\xappto</code> . . 3014, 3020, 3024
			<code>\xdef</code> . . . . .
			. . . . . 1500
			<code>\xintApply</code> . . . . .
			. . . . . 2840
			<code>\xintApplyUnbraced</code> . .
			. . . . . 2839, 2845, 2846, 2847
			<code>\xintCSVtoList</code> . . . . .
			. . . . . 2899
			<b>X</b>
			<code>\xappto</code> . . 3014, 3020, 3024
			<code>\xdef</code> . . . . .
			. . . . . 1500
			<code>\xintApply</code> . . . . .
			. . . . . 2840
			<code>\xintApplyUnbraced</code> . .
			. . . . . 2839, 2845, 2846, 2847
			<code>\xintCSVtoList</code> . . . . .
			. . . . . 2899
			<b>X</b>
			<code>\xappto</code> . . 3014, 3020, 3024
			<code>\xdef</code> . . . . .
			. . . . . 1500
			<code>\xintApply</code> . . . . .
			. . . . . 2840
			<code>\xintApplyUnbraced</code> . .
			. . . . . 2839, 2845, 2846, 2847
			<code>\xintCSVtoList</code> . . . . .
			. . . . . 2899
			<b>X</b>
			<code>\xappto</code> . . 3014, 3020, 3024
			<code>\xdef</code> . . . . .
			. . . . . 1500
			<code>\xintApply</code> . . . . .
			. . . . . 2840
			<code>\xintApplyUnbraced</code> . .
			. . . . . 2839, 2845, 2846, 2847
			<code>\xintCSVtoList</code> . . . . .
			. . . . . 2899
			<b>X</b>
			<code>\xappto</code> . . 3014, 3020, 3024
			<code>\xdef</code> . . . . .
			. . . . . 1500
			<code>\xintApply</code> . . . . .
			. . . . . 2840
			<code>\xintApplyUnbraced</code> . .
			. . . . . 2839, 2845, 2846, 2847
			<code>\xintCSVtoList</code> . . . . .
			. . . . . 2899
			<b>X</b>
			<code>\xappto</code> . . 3014, 3020, 3024
			<code>\xdef</code> . . . . .
			. . . . . 1500
			<code>\xintApply</code> . . . . .
			. . . . . 2840
			<code>\xintApplyUnbraced</code> . .
			. . . . . 2839, 2845, 2846, 2847
			<code>\xintCSVtoList</code> . . . . .
			. . . . . 2899
			<b>X</b>
			<code>\xappto</code> . . 3014, 3020, 3024
			<code>\xdef</code> . . . . .
			. . . . . 1500
			<code>\xintApply</code> . . . . .
			. . . . . 2840
			<code>\xintApplyUnbraced</code> . .
			. . . . . 2839, 2845, 2846, 2847
			<code>\xintCSVtoList</code> . . . . .
			. . . . . 2899
			<b>X</b>
			<code>\xappto</code> . . 3014, 3020, 3024
			<code>\xdef</code> . . . . .
			. . . . . 1500
			<code>\xintApply</code> . . . . .
			. . . . . 2840
			<code>\xintApplyUnbraced</code> . .
			. . . . . 2839, 2845, 2846, 2847
			<code>\xintCSVtoList</code> . . . . .
			. . . . . 2899
			<b>X</b>
			<code>\xappto</code> . . 3014, 3020, 3024
			<code>\xdef</code> . . . . .
			. . . . . 1500
			<code>\xintApply</code> . . . . .
			. . . . . 2840
			<code>\xintApplyUnbraced</code> . .
			. . . . . 2839, 2845, 2846, 2847
			<code>\xintCSVtoList</code> . . . . .
			. . . . . 2899
			<b>X</b>
			<code>\xappto</code> . . 3014, 3020, 3024
			<code>\xdef</code> . . . . .
			. . . . . 1500
			<code>\xintApply</code> . . . . .
			. . . . . 2840
			<code>\xintApplyUnbraced</code> . .
			. . . . . 2839, 2845, 2846, 2847
			<code>\xintCSVtoList</code> . . . . .
			. . . . . 2899
			<b>X</b>
			<code>\xappto</code> . . 3014, 3020, 3024
			<code>\xdef</code> . . . . .
			. . . . . 1500
			<code>\xintApply</code> . . . . .
			. . . . . 2840
			<code>\xintApplyUnbraced</code> . .
			. . . . . 2839, 2845, 2846, 2847
			<code>\xintCSVtoList</code> . . . . .
			. . . . . 2899
			<b>X</b>
			<code>\xappto</code> . . 3014, 3020, 3024
			<code>\xdef</code> . . . . .
			. . . . . 1500
			<code>\xintApply</code> . . . . .
			. . . . . 2840
			<code>\xintApplyUnbraced</code> . .
			. . . . . 2839, 2845, 2846, 2847
			<code>\xintCSVtoList</code> . . . . .
			. . . . . 2899
			<b>X</b>
			<code>\xappto</code> . . 3014, 3020, 3024
			<code>\xdef</code> . . . . .
			. . . . . 1500
			<code>\xintApply</code> . . . . .
			. . . . . 2840
			<code>\xintApplyUnbraced</code> . .
			. . . . . 2839, 2845, 2846, 2847
			<code>\xintCSVtoList</code> . . . . .
			. . . . . 2899
			<b>X</b>
			<code>\xappto</code> . . 3014, 3020, 3024
			<code>\xdef</code> . . . . .
			. . . . . 1500
			<code>\xintApply</code> . . . . .
			. . . . . 2840
			<code>\xintApplyUnbraced</code> . .
			. . . . . 2839, 2845, 2846, 2847
			<code>\xintCSVtoList</code> . . . . .
			. . . . . 2899
			<b>X</b>
			<code>\xappto</code> . . 3014, 3020, 3024
			<code>\xdef</code> . . . . .
			. . . . . 1500
			<code>\xintApply</code> . . . . .
			. . . . . 2840
			<code>\xintApplyUnbraced</code> . .
			. . . . . 2839, 2845, 2846, 2847
			<code>\xintCSVtoList</code> . . . . .
			. . . . . 2899
			<b>X</b>
			<code>\xappto</code> . . 3014, 3020, 3024
			<code>\xdef</code> . . . . .
			. . . . . 1500
			<code>\xintApply</code> . . . . .
			. . . . . 2840
			<code>\xintApplyUnbraced</code> . .
			. . . . . 2839, 2845, 2846, 2847
			<code>\xintCSVtoList</code> . . . . .
			. . . . . 2899
			<b>X</b>
			<code>\xappto</code> . . 3014, 3020, 3024
			<code>\xdef</code> . . . . .
			. . . . . 1500
			<code>\xintApply</code> . . . . .
			. . . . . 2840
			<code>\xintApplyUnbraced</code> . .
			. . . . . 2839, 2845, 2846, 2847
			<code>\xintCSVtoList</code> . . . . .
			. . . . . 2899
			<b>X</b>
			<code>\xappto</code> . . 3014, 3020, 3024
			<code>\xdef</code> . . . . .
			. . . . . 1500
			<code>\xintApply</code> . . . . .
			. . . . . 2840
			<code>\xintApplyUnbraced</code> . .
			. . . . . 2839, 2845, 2846, 2847
			<code>\xintCSVtoList</code> . . . . .
			. . . . . 2899
			<b>X</b>
			<code>\xappto</code> . . 3014, 3020, 3024
			<code>\xdef</code> . . . . .
			. . . . . 1500
			<code>\xintApply</code> . . . . .
			. . . . . 2840
			<code>\xintApplyUnbraced</code> . .
			. . . . . 2839, 2845, 2846, 2847
			<code>\xintCSVtoList</code> . . . . .
			. . . . . 2899
			<b>X</b>
			<code>\xappto</code> . . 3014, 3020, 3024
			<code>\xdef</code> . . . . .
			. . . . . 1500
			<code>\xintApply</code> . . . . .
			. . . . . 2840
			<code>\xintApplyUnbraced</code> . .
			. . . . . 2839, 2845, 2846, 2847
			<code>\xintCSVtoList</code> . . . . .
			. . . . . 2899
			<b>X</b>
			<code>\xappto</code> . . 3014, 3020, 3024
			<code>\xdef</code> . . . . .
			. . . . . 1500
			<code>\xintApply</code> . . . . .
			. . . . . 2840
			<code>\xintApplyUnbraced</code> . .
			. . . . . 2839, 2845, 2846, 2847
			<code>\xintCSVtoList</code> . . . . .
			. . . . . 2899
			<b>X</b>
			<code>\xappto</code> . . 3014, 3020, 3024
			<code>\xdef</code> . . . . .
			. . . . . 1500
			<code>\xintApply</code> . . . . .
			. . . . . 2840
			<code>\xintApplyUnbraced</code> . .
			. . . . . 2839, 2845, 2846, 2847
			<code>\xintCSVtoList</code> . . . . .
			. . . . . 2899

\xintFor .....	... 2806, 2812, 2818	<b>Z</b>
2789, 2794, 2799,	\xintifGt ..... 2851	\ZB ..... <u>2140</u>
2804, 2810, 2816, 2857	\xintifLt ..... 2849	\zB ..... <u>2139</u>
\xintifEq ..... 2850	\xintLength ..... 2824	\zustandsnamens@liste
\xintifForLast .....	\xintnthelt ..... 2836	... 1318, 1325, 1326