lehramt-informatik

Hermine B
schlangaul *

August 18, 2021

Contents

1	Klas	ssen 3
	1.1	Vorlage Theorie-Teil
	1.2	Vorlage Aufgabensammlung
	1.3	Vorlage Aufgabe
2	Pak	ete 7
	2.1	aufgaben-einbinden.sty
	2.2	aufgaben-titel.sty
	2.3	automaten.sty
		2.3.1 Endlicher Automat
		2.3.2 Kellerautomat
		2.3.3 Turingmaschine
	2.4	basis.sty
	2.5	baum.sty
		2.5.1 Binärbaum
		2.5.2 AVL-Baum
		2.5.3 B-Baum
	2.6	checkbox.sty
	2.7	chomsky-normalform.sty
	2.8	cpm.sty
		2.8.1 Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle
	2.9	cyk-algorithmus.sty
	2.10	entwurfsmuster.sty
		2.10.1 Abstrakte Fabrik
		2.10.2 Adapter
		2.10.3 Beobachter
		2.10.4 Dekorierer
		2.10.5 Einzelstück
		2.10.6 Erbauer
		2.10.7 Fabrikmethode
		2.10.8 Kompositum
		2.10.9 Modell-Präsentation-Steuerung
		2.10.10 Zustand
	2.11	er.sty
	2.12	formale-sprachen.sty
	2.13	formatierung.sty
		2.13.1 Schriftarten / Typographie
		2.13.2 Farben
		2.13.3 Überschriften
		2.13.4 Listen
		2.13.5 Kasten
		2.13.6 Header

^{*}E-mail: hermine.bschlangaul@gmx.net

3	Inde	ex 1	.02
	2.45	wpkalkuel.sty	101
			100
		vollstaendige-induktion.sty	99
		uml.sty	97
		typographie.sty	96
		tabelle.sty	95
		synthese-algorithmus.sty	92
		syntaxbaum.sty	91
		syntax.sty	89
		struktogramm.sty	88
		spalten.sty	87
		sortieren.sty	85
	2.33	rmodell.sty	84
	2.32	relationale-algebra.sty	83
	2.31	quicksort.sty	80
	2.30	pumping-lemma.sty	79
	2.29	pseudo.sty	78
		potenzmengen-konstruktion.sty	76
		petri.sty	74
		normalformen.sty	72
		minimierung.sty	69
		mathe.sty	68
		master-theorem.sty	64
		makros.sty	60
		literatur.sty	59
		literatur-dummy.sty	58
		kontrollflussgraph.sty	56
		komplexitaetstheorie.sty	54
		hanoi.sty	53
		graph.sty	51
		grafik.sty	50
	2 14	gantt.sty	49

1 Klassen

1.1 Vorlage Theorie-Teil

\documentclass{lehramt-informatik-haupt}			
\begin{document}			
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%			
\chapter{Thema des Theorie-Teils}			
\literatur			
\end{document}			

1.2 Vorlage Aufgabensammlung

\documentclass{lehramt-informatik-haupt} \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{lehramt-informatik-aufgabe}
\liLadePakete{}
\begin{document}
\liAufgabenTitel{}
\section{
\index{DB}
\footcite{examen:}
}
```

2 Pakete

2.1 aufgaben-einbinden.sty

```
1 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                        2 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-aufgaben-einbinden}[2020/06/13]
          \liaufgabe Eine Aufgaben mit den Pfad relativ zu Wurzelverzeichnis dieses Repository einbinden.
                        3 \def\liAufgabe#1{
                        4 \input{\LehramtInformatikRepository/#1.tex}
                        5 }
   \liExamensAufgabe
                     Eine Examensaufgaben mit den Pfad relativ zu Staatsexamen einbinden, z.
                      \liExamensAufgabe{46116/2015/09/Thema-2/Teilaufgabe-1/Aufgabe-3}
                        6 \def\liExamensAufgabe#1{
                        7 \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1.tex}
                        8 }
\liExamensAufgabeTTA
                        9 \def\liExamensAufgabeTTA #1 / #2 / #3 : Thema #4 Teilaufgabe #5 Aufgabe #6 \{
                       10 \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Thema-#4/Teilaufgabe-
                         #5/Aufgabe-#6.tex}
                       11 }
\liExamensAufgabeTA
                       12 \def\liExamensAufgabeTA #1 / #2 / #3 : Thema #4 Aufgabe #5 {
                           \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Thema-#4/Aufgabe-#5.tex}
                       14 }
  \liExamensAufgabeA
                       15 \def\liExamensAufgabeA #1 / #2 / #3 : Aufgabe #4 {
                           \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Aufgabe-#4.tex}
                       17 }
                       18
```

2.2 aufgaben-titel.sty

```
19 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
20 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-aufgaben-titel}[2020/07/07 Zum
21 Setzen von Aufgaben-Titel.]
22 \ExplSyntaxOn

\liAufgabenTitel Momentan eine dummy Makro das die Thematik enthält.
23 \def\liAufgabenTitel#1{
24 }
```

\liSetzeAufgabenTitel

Setzen des Titels über eine plist bzw über key-values. Das Makro sollte irgendwann einmal in \liAufgabenTitel umbenannt werden.

Die Schlüssel-Werte-Paare sind in der Datei basis.sty definiert.

```
\liSetzeAufgabenTitel{
 Titel = Aufgabe 2,
 Thematik = Petri-Netz,
 Fussnote = sosy:pu:4,
 FussnoteSeite = Seite 11,
 RelativerPfad = Staatsexamen/46116/2016/03/Thema-2/Teilaufgabe-1/Aufgabe-2.tex,
 ExamenNummer = 46116,
 ExamenJahr = 2016,
 ExamenMonat = 03,
 ExamenThemaNr = 2,
 ExamenTeilaufgabeNr = 1,
 ExamenAufgabeNr = 2,
25 \ensuremath{\mbox{\sc MufgabenTitel}\#1\{}
27
     \_setze_variablen_zurueck:
28
     \tl_clear:N \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl
29
30
31
     \keys_set:nn { aufgabentitel } {
32
33
34
     \_setze_relativen_pfad:
35
36
     \tl_if_empty:NTF \g_auf_titel_tl
37
38
     {
       \msg_fatal:nn { aufgabentitel } { kein-titel }
39
    }
40
41
     {
42
     }
43
     \_gib_examen_titel: {}
44
45
     \section{\_gib_aufgaben_titel:}
46
47
48
     \bigskip
49 }
50 \ExplSyntaxOff
```

2.3 automaten.sty

```
52 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
```

53 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-automaten}[2021/02/14 Zum Setzen von Automaten]

2.3.1 Endlicher Automat

```
54 \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}
```



```
55 \RequirePackage{tikz}
```

56 \usetikzlibrary{arrows,automata,positioning}

57 \liLadePakete{mathe}

58 \directlua{

59 automaten = require('lehramt-informatik-automaten')

60 }

 $\verb|\liAutomat| (automaten-name)| \{\langle zustaende=Z, alphabet=\Sigma, delta=\delta, ende=E, start=z_0\rangle\}| \}| \{\langle zustaende=Z, alphabet=\Sigma, delta=\delta, ende=E, start=z_0\rangle\}| \}| \}| \}|$

- \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{ende={z_0, z_1, z_2}}: $A = (Z, \Sigma, \delta, \{z_0, z_1, z_2\}, z_0)$
- $\left\{ \text{start=z_1} \right\}: A = (Z, \Sigma, \delta, E, z_1)$
- \liAutomat{dea}: $A_{DEA} = (Z, \Sigma, \delta, E, z_0)$
- \liAutomat{nea}: $A_{NEA} = (Z, \Sigma, \delta, E, z_0)$

```
61 \ExplSyntaxOn
```

```
62 \NewDocumentCommand {\liAutomat} { O(A) m } {
```

63 \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}

64 \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}

65 \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}

66 \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}

67 \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}

68 \tl_set:Nn \l_typ_tl {}

69

70 \keys_define:nn { automat } {

zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},

72 alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},

73 delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},

74 ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},

```
75
                                                                                                                  start .code:n = {\tilde{1}}, start_tl {##1}},
                                                                                        76
                                                                                                                  dea .value_forbidden:n = true,
                                                                                                                  \label{lem:dea:code:n} \dea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{DEA}}}}},
                                                                                        77
                                                                                                                  nea .value_forbidden:n = true,
                                                                                        78
                                                                                                                 nea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{NEA}}}},
                                                                                        79
                                                                                        80
                                                                                        81
                                                                                                        \keys_set:nn { automat } { #2 }
                                                                                        82
                                                                                        83
                                                                                                      #1 \l_typ_tl = (
                                                                                        84
                                                                                        85
                                                                                                                  \l_zustaende_tl,
                                                                                                                  \l_alphabet_tl,
                                                                                        86
                                                                                                                  \l_delta_tl,
                                                                                        87
                                                                                                                  \l_ende_tl,
                                                                                        88
                                                                                                                  \label{local_start_tl} $$ \label{local_start_tl} $$ \end{substant} $$ \cline{1.5em} $$ \c
                                                                                        89
                                                                                        90 )$
                                                                                        91 }
                                                                                        92 \texttt{ExplSyntaxOff}
93 \def\liAutomatenKante#1#2#3#4{
                                                                                        94 \path (#1) edge[#4] node{#3} (#2);
                                                                                        95 }
                                                                                        96 \text{tikzset}
                                                                                        97
                                                                                                     li automat/.style={
                                                                                        98
                                                                                        99
                                                                                                                node distance=2cm
                                                                                     100 },
                                                                                    101 }
```

2.3.2 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;
 O, KELLERBODEN, KELLERBODEN;
\liKellerKante[above]{0}{1}{
 EPSILON, E, EPSILON;
  1, E, EPSILON;
 O, E, EPSILON;
}
\liKellerKante[above,loop]{1}{2}{
 EPSILON, KELLERBODEN, EPSILON;
  1, KELLERBODEN, KELLERBODEN;
 O, KELLERBODEN, KELLERBODEN;
\end{tikzpicture}
```

```
(1, \#: E\#) \qquad (\xi, \#: \mathcal{E}) \\ (1, \#: \#) \qquad (0, \#: \#) \\ (0, \#: \#) \qquad (\varepsilon, E: \mathcal{E}) \\ (1, E: \mathcal{E}) \qquad (0, E: \mathcal{E}) \\ (0, E: \mathcal{E}) \qquad (z_1)
```

\liKellerAutomat

}

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

```
102 \ExplSyntaxOn
103 \NewDocumentCommand {\liKellerAutomat} { O{K} m } {
104
     \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
     \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
105
     \tl_set:Nn \l_kelleralphabet_tl {\Gamma}
106
     \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
107
108
     \t: Nn \l_start_tl \{z\sb\{0\}\}\
109
     \tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {\#}
110
     \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
111
     \keys_define:nn { kellerautomat } {
112
       zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},
113
       alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
114
       kelleralphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_kelleralphabet_tl {\liMenge{##1}}},
115
       delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
116
117
       start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
```

```
kellerboden .code:n = {\tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {##1}},
                       119
                               ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
                       120
                            }
                       121
                            \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
                       122
                       123
                            $#1 = (
                       124
                               \l_zustaende_tl,
                       125
                               \l_alphabet_tl,
                       126
                               \l_kelleralphabet_tl,
                       127
                               \l_delta_tl,
                       128
                       129
                               \l_start_tl,
                               \l_kellerboden_tl,
                       130
                       131
                               \l_ende_tl
                            )$
                       132
                       133 }
                       134 \ExplSyntaxOff
                     Let-Abkürzung: \let\u=\liKellerUebergang
\liKellerUebergang
                         \liKellerUebergang{a, KELLERBODEN, A; b KELLERBODEN, EPSILON}
                         (a, #: A)
                        (b, \#: \varepsilon)
                         Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: ((.*), (.*), (.*)) \u{$1 $2 $3}
                       135 \ExplSyntaxOn
                       136 \def\liKellerUebergang#1{
                            \directlua{automaten.drucke_keller_uebergaenge('#1')}
                       139 \ExplSyntaxOff
                     \label{likellerKante} $$ \left( \langle tikz\text{-}optionen \rangle \right) \left( \langle von \rangle \right) \left( \langle ubergange \rangle \right) $$
    \liKellerKante
                      Let-Abkürzung: \let\k=\liKellerKante
                       140 \NewDocumentCommand{\liKellerKante} { O{above} m m m } {
                       141
                            \path (#2) edge[#1] node{\liKellerUebergang{#4}} (#3);
                       142 }
                       143 \tikzset{
                           li keller knoten/.style={
                       144
                              text width=2cm,
                       145
                              align=center,
                       146
                       147
                              font=\footnotesize,
                       148
                           },
                       149
                            li kellerautomat/.style={
                       150
                              li automat,
                               every edge/.append style={
                       151
                                 every node/.style={
                       152
                                   li keller knoten
                       153
                       154
                       155
                              }
                       156
                            }
                       157 }
                      2.3.3 Turingmaschine
                       158 \RequirePackage{amssymb}
\liTuringLeerzeichen
                        П
```

 $159 \verb|\def\liTuringLeerzeichen{\Box}|$

```
\liTuringMaschine
                                                        \langle \text{liTuringMaschine}[\langle automaten-name \rangle]
                                                         \{\langle zustaende=Z, alphabet=\Sigma, bandalphabet=\Gamma, delta=\delta, start=z_0, leerzeichen=\square, ende=E\rangle\}
                                                           \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\}, \{\Box, A\}, \delta, z_0, \Box, \{z_2\})
                                                          160 \ExplSyntaxOn
                                                          161 \NewDocumentCommand {\liTuringMaschine} { O{TM} m } {
                                                                      \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
                                                          162
                                                          163
                                                                      \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
                                                                      \tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\Gamma}
                                                                     \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
                                                                     \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
                                                           166
                                                          167
                                                                      \verb|\tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {\liTuringLeerzeichen}|
                                                           168
                                                                      \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
                                                          169
                                                                      \keys_define:nn { kellerautomat } {
                                                           170
                                                                           zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},
                                                          171
                                                                           alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
                                                          172
                                                          173
                                                                           bandalphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\liMenge{##1}}},
                                                           174
                                                                           delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
                                                                           start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
                                                           175
                                                                           leerzeichen .code:n = {\tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {##1}},
                                                           176
                                                          177
                                                                           ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
                                                          178
                                                          179
                                                                      \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
                                                          180
                                                          181
                                                                      \text{text}\{\#1\} = (
                                                          182
                                                                           \l_zustaende_tl,
                                                          183
                                                                           \l_alphabet_tl,
                                                          184
                                                                           \l_bandalphabet_tl,
                                                           185
                                                                           \l_delta_tl,
                                                           186
                                                           187
                                                                           \l_start_tl,
                                                           188
                                                                           \l_leerzeichen_tl,
                                                           189
                                                                           \l_ende_tl
                                                                     )$
                                                           190
                                                           191 }
                                                          192 \ExplSyntaxOff
                                                         Formatiert einen Zustandsübergang für eine Übergangstabelle.
\liTuringUebergangZelle
                                                         Let-Abkürzung: \let\t=\liTuringUebergangZelle
                                                                \label{eq:linear_linear_linear_linear} $$\lim_{z \to \infty} (z_1; \, C_1; \, C_1; \, C_2; \, C_3; \, C_3; \, C_4; \, C_4;
                                                         (z_1: \Box, L)
                                                          193 \ExplSyntaxOn
                                                          194 \def\liTuringUebergangZelle#1{
                                                                   \directlua{tex.print(automaten.gib_einen_turing_uebergang('#1'))}
                                                           196 }
                                                          197 \ExplSyntaxOff
                                                         Nur in den TikZ-Grafiken zu verwenden. Setzt Zeilenumbrüche ans Ende. Nicht für die
      \liTuringUebergaenge
                                                         Tabelle geeignet.
                                                         Let-Abkürzung: \let\t=\liTuringUebergaenge
                                                         (z_1: \Box, L)
```

 $(\Box:\Box,R)$

```
198 \ExplSyntaxOn
                        199 \def\liTuringUebergaenge#1{
                        200 \directlua{automaten.drucke_turing_uebergaenge('#1')}
                        201 }
                        202 \texttt{ExplSyntaxOff}
                       \verb|\liTuringKante|| (tikz-optionen)|| \{\langle zustand-oder-lese\rangle\} \{\langle schreibe\rangle\} \{\langle richtung\rangle\}||
       \liTuringKante
                        Let-Abkürzung: \let\t=\liTuringKante
                        203 \NewDocumentCommand{\liTuringKante} { O{above} m m m } {
                             \path (#2) edge[#1] node{\liTuringUebergaenge{#4}} (#3);
                        205 }
\liTuringUeberfuehrung
                        206 \def\liTuringUeberfuehrung{
                             208 }
                        209 \tikzset{
                        210 li turingmaschine/.style={
                               li automat,
                        211
                               every edge/.append style={
                        212
                                 every node/.style={
                        213
                                   li keller knoten
                        214
                        215
                        216
                               }
                        217
                            }
                        218 }
                        219
```

2.4 basis.sty

```
220 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                    221 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-basis}[2020/11/27]
                    222 \RequirePackage{xparse}
                    223 \ExplSyntaxOn
    \liLadePakete
                    224 \NewDocumentCommand{\liLadePakete}{ m }
                          \clist_map_inline:nn { #1 } { \RequirePackage{lehramt-informatik-##1} }
                    227 }
\liLadeAllePakete
                    228 \def\liLadeAllePakete{
                    229 \liLadePakete{
                    230
                            aufgaben-einbinden,
                    231
                            automaten,
                    232
                            baum,
                    233
                            checkbox,
                    234
                            chomsky-normalform,
                    235
                            cyk-algorithmus,
                    236
                            entwurfsmuster,
                    237
                    238
                            er,
                            formale-sprachen,
                    239
                    240
                            gantt,
                    241
                            grafik,
                    242
                            graph,
                    243
                            hanoi,
                    244
                            kontrollflussgraph,
                    245
                            makros,
                    246
                            master-theorem,
                    247
                            mathe,
                            minimierung,
                    248
                            normalformen,
                    249
                            petri,
                    250
                    251
                            potenzmengen-konstruktion,
                    252
                            pseudo,
                    253
                            quicksort,
                    254
                            relationale-algebra,
                    255
                            rmodell,
                    256
                            sortieren,
                    257
                            spalten,
                    258
                            struktogramm,
                            syntax,
                    259
                    260
                            syntaxbaum,
                    261
                            synthese-algorithmus,
                    262
                            tabelle.
                    263
                            typographie,
                    264
                            uml,
                    265
                            vollstaendige-induktion,
                    266
                            wasserfall,
                            wpkalkuel,
                    267
                         }
                    268
                    269 }
                       Definition einer Komma-getrennten-Liste mit deren Hilfe die vielen globalen Token-
```

List-Variablen definiert werden können.

```
270 \clist_new:N \g_auf_schluessel_clist
271 \clist_set:Nn \g_auf_schluessel_clist {
272 titel,
273 thematik,
```

```
274
     fussnote,
275
     fussnote_seite,
276
      relativer_pfad,
277
      examen_nummer,
278
      examen_jahr,
279
      examen_monat,
280
      examen_thema_nr,
281
      examen teilaufgabe nr.
282
      examen_aufgabe_nr,
283 }
   Initialisierung der globalen Token-List-Variablen \g_auf_***_tl. auf steht für Auf-
gabe.
284 \clist_map_inline:Nn \g_auf_schluessel_clist {
      \tl_new:c {g_auf_#1_tl}
285
286 }
   Funktion über alle globalen Token-List-Variablen zurückzusetzten.
287 \cs_new:Npn \_setze_variablen_zurueck: {
      \clist_map_inline:Nn \g_auf_schluessel_clist {
        \tl_clear:c {g_auf_##1_tl}
289
290
291 }
292 \keys_define:nn { aufgabentitel }
293 {
294
     Titel .tl_gset:N = \g_auf_titel_tl,
295
     Thematik .tl_gset:N = \g_auf_thematik_tl,
     Fussnote .tl_gset:N = \g_auf_fussnote_tl,
296
     FussnoteSeite .tl_gset:N = \g_auf_fussnote_seite_tl,
297
     RelativerPfad .tl_gset:N = \g_auf_relativer_pfad_tl,
298
     ExamenNummer .tl_gset:N = \g_auf_examen_nummer_tl,
299
     ExamenJahr .tl_gset:N = \g_auf_examen_jahr_tl,
300
      ExamenMonat .tl_gset:N = \g_auf_examen_monat_tl,
301
302
      303
      ExamenTeilaufgabeNr .tl_gset:N = \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl,
304
      ExamenAufgabeNr .tl_gset:N = \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl,
305 }
{\tt 306 \cs\_gset:Npn \cs\_relativen\_pfad: \{}
      \tl_if_empty:NTF \g_auf_relativer_pfad_tl
307
308
      {
309
        \bool_if:nTF
310
311
          ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_nummer_tl &&
          ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_jahr_tl &&
313
          ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_monat_tl
        }
314
        {
315
          \tl_gset:Nn \g_auf_relativer_pfad_tl {
316
            Staatsexamen /
317
            \g_auf_examen_nummer_tl /
318
319
            \g_auf_examen_jahr_tl /
320
            \g_auf_examen_monat_tl /
            \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} { Thema - \g_auf_examen_thema_nr_tl / }
321
            \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} { Teilaufgabe - \g_auf_examen_te:
322
            \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} { Aufgabe - \g_auf_examen_aufgabe_nr_
323
324
        }
325
        {}
326
     }
327
      {}
328
329 }
330 \cs_gset:Npn \_gib_examen_titel: {
    \cs_set:Nn \_trenner: { \, / \, }
```

```
332
     \bool_if:nTF
333
334
       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_nummer_tl &&
335
       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_jahr_tl &&
       ! \t = \t \ \g_auf_examen_monat_tl &&
336
       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
337
     }
338
339
     {
340
       {
         \footnotesize
341
342
         \par
343
         \noindent
344
         Staatsexamen ~
345
         \g_auf_examen_nummer_tl \_trenner:
         \g_auf_examen_jahr_tl \_trenner:
346
347
         \tl_case:Nn \g_auf_examen_monat_tl
348
349
            { 03 } { Frühjahr }
350
            { 09 } { Herbst }
351
         } \_trenner:
352
353
354
         \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} {
355
           Thema ~ Nr. ~ \g_auf_examen_thema_nr_tl \_trenner:
356
         \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} {
357
           Teilaufgabe ~ Nr. ~ \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl \_trenner:
358
359
360
         \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} {
            Aufgabe ~ Nr. ~ \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
361
362
363
         \par
364
         \bigskip
       }
365
366
     }
367 }
368 \cs_new:Npn \_gib_github_url: {
369
     \tl_if_empty:NTF \g_auf_relativer_pfad_tl {} {
       Github :~\href{
370
371
         \LehramtInformatikGithubRawDomain /
372
         \LehramtInformatikGithubTexRepo /
373
         \LehramtInformatikGitBranch /
374
         \g_auf_relativer_pfad_tl
       }{
375
376
         \g_auf_relativer_pfad_tl
       }
377
     }
378
379 }
380 \cs_new:Npn \_gib_aufgaben_titel: {
     \g_auf_titel_tl
382
383
     \tl_if_empty:NTF \g_auf_thematik_tl
384
     {}
385
      \, ~ [
386
       \g_auf\_thematik\_tl
387
388
389
390 }
391 \msg_new:nnn { aufgabentitel } { kein-titel }
     { Der~Schlüssel~ist~zwingend~notwendig }
392
393 \ExplSyntaxOff
```

```
\def\LehramtInformatikRepository{/pfad/zum/repository}
```

 $394 \verb|\input|/etc/lehramt-informatik.config.tex|$

biblatex not working with lualatex and babel

 $395\ \%\ \ensuremath{\mbox{\tt NequirePackage}\{polyglossia\}}$

 $396 \ \% \ \texttt{\schmainlanguage\{german\}}$

397

2.5 baum.sty

```
398 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
399 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-baum}[2020/06/13 Zum Setzen von
400 Binär- und AVL-Bäumen. Hüll-Paket um TikZ and tikz-qtree.]
401 \RequirePackage{tikz}
für li binaer baum
402 \RequirePackage{tikz-qtree}
Für b baum
403 \usetikzlibrary{shapes.multipart}
```

2.5.1 Binärbaum

TikZ-Stil: 1i binaer baum: Knoten als Kreise, Kanten als Pfeile.

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



```
404 \verb+\tikzset{} \{
    li binaer baum/.style={
405
       shorten <=2pt,
406
407
       shorten >=2pt,
408
       ->,
409
       every tree node/.style={
410
         minimum width=2em,
411
         draw,
412
         rectangle
413
       },
       blank/.style={
414
         draw=none
415
416
       edge from parent/.style={
417
418
          edge from parent path={(\tikzparentnode) -- (\tikzchildnode)}
419
420
       level distance=1cm,
421
       every label/.style={
422
423
         gray,
         font=\footnotesize,
424
         label position=0,
425
         label distance=0cm,
426
427
       }
428
     },
429 }
```

2.5.2 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}
```



2.5.3 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}
```



```
430 \verb|\tikzset{} \{
     li bbaum knoten/.style={
431
432
       rectangle split parts=10,
433
       rectangle split,
434
       rectangle split horizontal,
435
       rectangle split ignore empty parts,
436
       fill=white
437
     },
438
     li bbaum/.style={
439
       every node/.style={
440
441
         li bbaum knoten
442
       level 1/.style={
443
         level distance=12mm,
444
445
          sibling distance=25mm,
446
447
       every child/.style={
448
          shorten <= 2pt,
          shorten >= 6pt,
449
450
       },
451
       level 2/.style={
452
453
         level distance=9mm,
454
          sibling distance=15mm,
455
456
     }
457 }
458
```

2.6 checkbox.sty

- 459 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
- 460 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-checkbox}[2020/12/14 Zum Setzen von
- 461 Multiple-Choice-Fragen. Simulation von Kästchen zum ankreuzen]
- 462 \RequirePackage{amssymb}

 $\verb|\label{thm:chtig}| Angekreuztes K \"{a}stchen (nur innerhalb der \verb|\label{thm:chtig}| temize-Umgebung zu verwenden.$

463 \def\liRichtig{\item[\$\boxtimes\$]}

\lifalsch Nicht angekreuztes Kästchen (nur innerhalb der itemize-Umgebung zu verwenden.

 $464 \left[\frac{1}{1}Falsch{\left[\frac{1}{1}em[\frac{1}{1}em]} \right]}$

165

2.7 chomsky-normalform.sty

```
466 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                         467 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-chomsky-normalform}[2021/03/26
                         468 Hilfsmakros zum Setzen des Algorithmus zum Erreichen der Chomsky-Normalform]
                         470 \ExplSyntaxOn
                         471
                         472 \liLadePakete{typographie}
\liChomskyUeberschrift Let-Abkürzung: \let\schritt=\liChomskyUeberschrift
                         473 \def\liChomskyUeberschrift#1{
                         474
                         475
                                 \bfseries
                                 \sffamily
                         476
                                 \str_case:nn {#1} {
                         477
                                   {1} {Elimination~der~$\varepsilon$-Regeln}
                         478
                                   {2} {Elimination~von~Kettenregeln}
                         479
                                   {3} {Separation~von~Terminalzeichen}
                         480
                                   {4} {Elimination~von~mehrelementigen~Nonterminalketten}
                         481
                                }
                         482
                         483
                              }
                         484 }
                        Let-Abkürzung: \let\erklaerung=\liChomskyErklaerung
  \liChomskyErklaerung
                            Hoffmann Seite 180
                         485 \def\li@chomsky@erklaerung@texte#1{
                               \str_case:nn {#1} {
                                %
                         487
                                {1} {
                         488
                                   Alle~Regeln~der~Form~$A~\rightarrow~\varepsilon$~werden~eliminiert.~
                         489
                                   Die~Ersetzung~von~$A$~wird~durch~$\varepsilon$~in~allen~anderen~
                         490
                                  Regeln~vorweggenommen.
                         491
                         492
                         493
                                {2} {
                         494
                                   Jede~Produktion~der~Form~$A~\rightarrow~B$~mit~$A,~B~\in~S$~wird~
                         495
                                   als~Kettenregel~bezeichnet.~Diese~tragen~nicht~zur~Produktion~
                         496
                                   \verb|von-Terminalzeichen-bei-und-lassen-sich-ebenfalls-eliminieren.|
                                }
                         497
                                {3} {
                         498
                                   Jedes~Terminalzeichen~$\sigma$,~das~in~Kombination~mit~anderen~
                         499
                                   Symbolen~auftaucht,~wird~durch~ein~neues~Nonterminal~
                         500
                                   $$\sb{\sigma}$~ersetzt~und~die~Menge~der~Produktionen~durch~die~
                         501
                                   Regel~$S\sb{\sigma}~\rightarrow~\sigma$~ergänzt.
                         502
                                }
                         503
                                {4} {
                         504
                                   Alle~Produktionen~der~Form~
                         505
                                   A\rightarrow B\
                         506
                                   werden~in~die~Produktionen~
                         507
                         508
                                   $A~\rightarrow~
                         509
                                   A\sb{n-1}~B\sb{n},~A\sb{n-1}~\rightarrow~
                         510
                                   A\sb{n-2}~B\sb{n-1},~\dots,~
                                   A\sb{2}~\rightarrow~B\sb{1}~B\sb{2}$~zerteilt.~
                         511
                                   Nach~der~Ersetzung~sind~alle~längeren~Nonterminalketten~
                         512
                                   vollständig~heruntergebrochen~und~die~Chomsky-Normalform~erreicht.
                         513
                         514
                         515
                         516 }
                         517 \def\liChomskyErklaerung#1{
                         518
                              {
                         519
                                 \itshape
                         520
                                 \footnotesize
                                 \liParagraphMitLinien{\li@chomsky@erklaerung@texte{#1}}
                         521
                              }
                         522
```

523 }

$\verb|\liChomskyUeberErklaerung| Let-Abk\"{u}rzung: \verb|\liChomskyUeberErklaerung| | let-Abk\"{u}rzung: | let-Abk\"{u}rzung: | let-Abk\"{u}rzun$

 $524 \verb|\def\liChomskyUeberErklaerung#1{|}$

\liChomskyUeberschrift{#1}\par

\liChomskyErklaerung{#1} 526

527 }

528 \ExplSyntaxOff

529

2.8 cpm.sty

```
530 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
531 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-cpm}[2020/09/03]
532 \RequirePackage{tikz}
533 \liLadePakete{mathe}
```

Let-Abkürzungen

\let\f=\footnotesize
\let\FZ=\liCpmFruehesterI
\let\SZ=\liCpmSpaetesterI
\let\v=\liCpmVon
\let\vz=\liCpmVonZu
\let\z=\liCpmZu



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

```
\begin{tabular}{||1||1||1||1||1||}
\hline
$i$ & a & b & c & d & e & f & g \\hline\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 & \\hline
\end{tabular}
```

```
534 \ExplSyntaxOn
535 \NewDocumentCommand { \liCpmEreignis } { O{} m m m } {
     \tl_set:Nn \l_name_tl {}
536
537
     \keys_define:nn { cpmEreignis } {
538
539
       name .code:n = {\tl_set:Nn \l_name_tl {##1}},
     }
540
541
     \keys_set:nn { cpmEreignis } { #1 }
542
543
     \tl_if_empty:NT \l_name_tl {
544
       \tl_set:Nn \l_name_tl {#2}
545
546
     }
```

```
548
                                              \node[circle,draw] (\l_name_tl) at (#3,#4) {#2};
                                  549 }
                                  550 \ExplSyntaxOff
\liCpmVorgang
                                liCpmVORGANG\((.*)>(.*)\)\{(.*)\}
                                  551 \ExplSyntaxOn
                                  552 \NewDocumentCommand { \liCpmVorgang } { O{} m m m } {
                                             \tl_set:Nn \l_schein_tl {}
                                  554
                                              \tl_set:Nn \l_kritisch_tl {}
                                  555
                                              \keys_define:nn { cpmVorgang } {
                                  556
                                                  schein .code:n = {\tl_set:Nn \l_schein_tl {dashed}},
                                  557
                                                  kritisch .code:n = {\tl_set:Nn \l_kritisch_tl {thick}},
                                  558
                                  559
                                  560
                                  561
                                              \keys_set:nn { cpmVorgang } { #1 }
                                  562
                                              \path[->,\l_schein_tl,\l_kritisch_tl] (#2) edge node[auto,sloped] {#4} (#3);
                                  563
                                  564 }
                                  565 \ExplSyntaxOff
                                 2.8.1 Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle
                                   \begin{tabular}{|1||1|1|1|1|1|1|}
                                   \hline
                                   $i$ & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \\hline\hline
                                   \FZ & 0 & 5 & 18 & 7 & 19 & 26 & 22 & 30 \\hline
                                   \SZ & 0 & 5 & 18 & 9 & 19 & 26 & 24 & 30 \\hline
                                   GP & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 2 & 0 \\hline
                                   \end{tabular}
    \liCpmVonZu Let-Abkürzung: \let\vz=\liCpmVonZu
                                        \label{licpmVonZu} 1\ (2-3): 1_{(2\rightarrow 3)}
                                  567 \def\liCpmVonZu#1(#2-#3){%
                                  568
                                             \ifmmode%
                                                   \liCpmVonZuOhneMathe{#1}(#2-#3)%
                                  569
                                  570
                                                  $\liCpmVonZuOhneMathe{#1}(#2-#3)$%
                                  572
                                             \fi%
                                  573 }
        \liCpmVon Let-Abkürzung: \let\v=\liCpmVon
                                        \liCpmVon{1}(2): 1_{(\to 2)}
                                  574 \def\liCpmVonOhneMathe#1(#2){#1_{\scriptscriptstyle(\rightarrow#2)}}
                                  575 \def\liCpmVon#1(#2){%
                                  576
                                             \ifmmode%
                                                   \liCpmVonOhneMathe{#1}(#2)%
                                  577
                                  578
                                  579
                                                  $\liCpmVonOhneMathe{#1}(#2)$%
                                  580
                                              \fi%
                                  581 }
          \liCpmZu Let-Abkürzung: \let\z=\liCpmZu
                                        \left(1\right) = \left(1\right) \cdot 1_{\left(\leftarrow 2\right)}
                                  582 \end{array} $1_{\scriptscriptstyle(\eftarrow#2)} \end{array} $1_{\scriptscriptstyle(\eftarrow#2)} $1_{\scriptscripts
                                  583 \def\liCpmZu#1(#2){%
                                  584
                                             \ifmmode%
                                                   \liCpmZuOhneMathe{#1}(#2)%
                                  585
                                   587
                                                  $\liCpmZuOhneMathe{#1}(#2)$%
```

588 \fi% 589}

\liCpmSpaetesterI

590 \def\liCpmSpaetesterI{\$SZ_i\$}

\liCpmFruehesterI

Frühester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann. Let-Abkürzung: \let\FZ=\liCpmFruehesterI

 $591 \ensuremath{\mbox{\sc fill} \mbox{\sc fill}} \\$

592

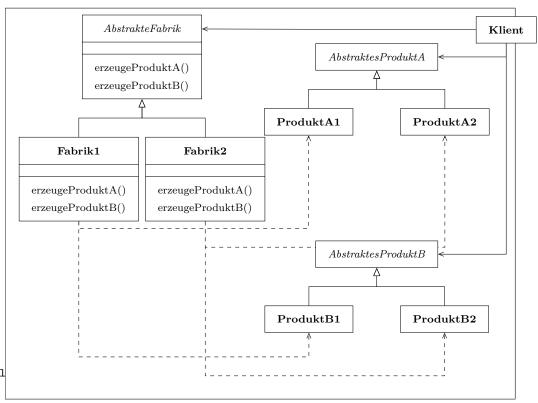
2.9 cyk-algorithmus.sty

```
593 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                       594 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-cyk-algorithmus}[2021/06/18 Hilfsmakros
                       595 zum Setzen des CYK-Algorithmus]
                       \begin{tabular}{|c|c|c|c|c|}
                                                             & b \\\hline\hline
                            & c
                                   & b
                                           & c & a
                       R_a & R_c & R_b & R_c & R_a & R_b \16
                             & A & A & B & C \15
                             & -
                                    & S
                                             & S \14
                                     & - \13
                             & -
                             & - \12
                       S \11
                       \end{tabular}
\liKurzeTabellenLinie Let-Abkürzung: \let\l=\liKurzeTabellenLinie
                       596 \def\liKurzeTabellenLinie#1{\\\cline{1-#1}}
                      \Rightarrow abc \in L(Y)
    \liWortInSprache
                       597 \NewDocumentCommand{ \liWortInSprache } { m O(L(G)) } {
                       598 \bigskip
                       599 \noindent
                       600 $\Rightarrow #1 \in #2$
                       601 }
                      \Rightarrow abc \notin L(G)
\liWortNichtInSprache
                       602 \NewDocumentCommand{ \liWortNichtInSprache } { m O{L(G)} } { }
                       603 \bigskip
                       604 \noindent
                            $\Rightarrow #1 \notin #2$
                       606 }
                       607
```

2.10 entwurfsmuster.sty

```
608 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
609 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-entwurfsmuster}[2021/05/06 Hilfsmakros
610 zum Setzen von Entwurfsmuster/Design Patterns]
611
612 \RequirePackage{lehramt-informatik-uml}
```

2.10.1 Abstrakte Fabrik

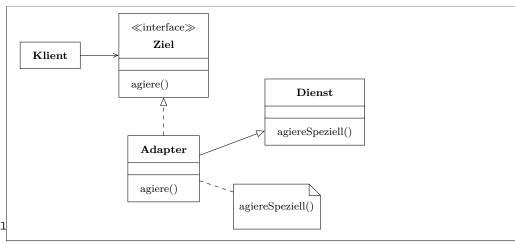


\liEntwurfsAbstrakteFabrikUml

```
613 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrikUml{
     \begin{tikzpicture}
615
       \umlclass[type=abstract]{AbstrakteFabrik}{}{
616
         erzeugeProduktA()\\
617
         erzeugeProduktB()\\
       }
618
       \umlclass[below left=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik1}{}{
619
         erzeugeProduktA() \\
620
         erzeugeProduktB()\\
621
622
       \umlclass[below right=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik2}{}{
623
624
         erzeugeProduktA() \\
         erzeugeProduktB() \\
625
626
627
       \umlVHVinherit{Fabrik1}{AbstrakteFabrik}
628
       \umlVHVinherit{Fabrik2}{AbstrakteFabrik}
629
       \umlsimpleclass[right=3cm of AbstrakteFabrik,type=abstract]{AbstraktesProduktA}
630
       \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA1}
631
       \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA2}
632
       \umlVHVinherit{ProduktA1}{AbstraktesProduktA}
633
       \umlVHVinherit{ProduktA2}{AbstraktesProduktA}
634
635
       \umlsimpleclass[above right=0cm and 1cm of AbstraktesProduktA]{Klient}
636
637
       \umlsimpleclass[below=4.5cm of AbstraktesProduktA,type=abstract]{AbstraktesProduktB}
638
       \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB1}
639
       \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB2}
640
```

```
\umlVHVinherit{ProduktB1}{AbstraktesProduktB}
641
642
       \umlVHVinherit{ProduktB2}{AbstraktesProduktB}
643
       \umlVHVdep[arm1=-1.3cm,arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktA1}
644
       \umlVHVdep[arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktB1}
645
646
       \umlVHVdep[arm1=-1.8cm,arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktA2}
647
       \umlVHVdep[arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktB2}
648
649
       \umluniassoc[anchor2=25]{Klient}{AbstrakteFabrik}
650
       \umlVHuniassoc[arm1=-1cm]{Klient}{AbstraktesProduktA}
651
652
       \umlVHuniassoc{Klient}{AbstraktesProduktB}
     \end{tikzpicture}
653
654 }
```

2.10.2 Adapter



\liEntwurfsAdapterUml

```
655 \verb|\def|\liEntwurfsAdapterUml| \{
     \begin{tikzpicture}
656
       \umlsimpleclass[x=1,y=3]{Klient}{}{
657
       \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Ziel}{}{agiere()}
658
       \umlclass[x=4,y=0]{Adapter}{}{agiere()}
659
       \umlclass[x=8,y=1.5]{Dienst}{}{agiereSpeziell()}
660
661
662
       \umlreal{Adapter}{Ziel}
       \umluniassoc{Klient}{Ziel}
663
       \umlinherit{Adapter}{Dienst}
664
665
       \umlnote[x=7,y=-1,width=2cm]{Adapter}{agiereSpeziell()}
666
     \end{tikzpicture}
667
     \footcite[so \annlich wie GoF]{wiki:adapter}
668
669 }
```

\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.

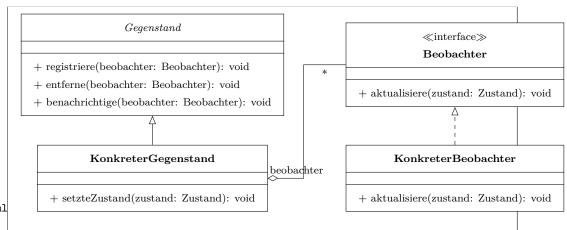
Dienst (Adaptee) Der Dienst bietet wiederzuverwendende Dienstleistungen mit fest definierter Schnittstelle an.

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

```
670 \def\liEntwurfsAdapterAkteure{
671 \begin{description}
672
673 \item[Ziel (Target)]
```

```
674
675
       Das Ziel definiert die Schnittstelle, die der Klient nutzen kann.
676
       \item[Klient (Client)]
677
678
       Der Klient nutzt Dienste über inkompatible Schnittstellen und greift
679
       dabei auf adaptierte Schnittstellen zurück.
680
681
       \item[Dienst (Adaptee)]
682
683
       Der Dienst bietet wiederzuverwendende Dienstleistungen mit fest
684
       definierter Schnittstelle an.
685
686
       \item[Adapter]
687
688
       Der Adapter adaptiert die Schnittstelle des Dienstes auf die
689
       Schnittstelle zum Klienten.\footcite{wiki:adapter}
690
691
     \end{description}
692
693 }
```

2.10.3 Beobachter



\liEntwurfsBeobachterUml

```
694 \def\liEntwurfsBeobachterUml{
695
     \begin{tikzpicture}
       \umlclass[x=0,y=0,type=abstract]{Gegenstand}{}{
696
         + registriere(beobachter: Beobachter): void/\
697
         + entferne(beobachter: Beobachter): void/\
698
         + benachrichtige(beobachter: Beobachter): void\\
699
       }
700
       \umlclass[x=0,y=-3]{KonkreterGegenstand}{}{
701
         + setzteZustand(zustand: Zustand): void
702
703
       \umlinherit{KonkreterGegenstand}{Gegenstand}
704
705
706
       \umlclass[x=8,y=0,type=interface]{Beobachter}{}{
         + aktualisiere(zustand: Zustand): void
707
708
       \umlclass[x=8,y=-3]{KonkreterBeobachter}{}{
709
         + aktualisiere(zustand: Zustand): void
710
711
       \umlreal{KonkreterBeobachter}{Beobachter}
712
713
       \umlHVHaggreg[arg1=beobachter,pos1=0.8,mult2=*,pos2=2.5]
714
       {KonkreterGegenstand}{Beobachter}
715
716
     \end{tikzpicture}
717 }
```

\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.

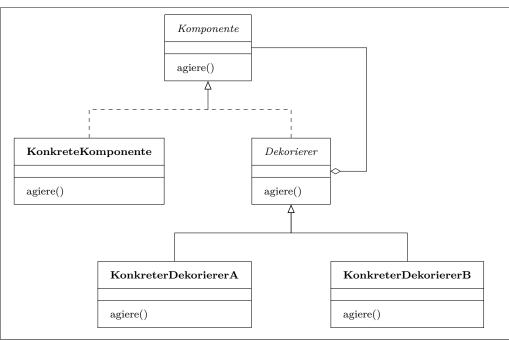
Beobachter (Observer) Die Beobachter (auf Englisch auch subscriber, also "Abonnent", genannt) definieren eine Aktualisierungsschnittstelle.

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.

```
718 \def\liEntwurfsBeobachterAkteure{
719
     \begin{description}
       \item[Gegenstand / Subjekt (Subject / Observable)]
720
721
       Ein Subjekt (beobachtbares Objekt, auf Englisch publisher, also
722
       "Veröffentlicher", genannt) hat eine Liste von Beobachtern, ohne
723
       deren konkrete Typen zu kennen. Es bietet eine Schnittstelle zur An-
724
725
       und Abmeldung von Beobachtern und eine Schnittstelle zur
       Benachrichtigung von Beobachtern über Änderungen an.\footcite[Seite
726
       251]{gof}
727
728
       \item[Beobachter (Observer)]
729
730
       Die Beobachter (auf Englisch auch subscriber, also "Abonnent",
731
       genannt) definieren eine Aktualisierungsschnittstelle.
732
733
       \item[konkreter/s Gegenstand / Subjekt (ConcreteSubject / ConcreteObservable)]
734
735
       Ein konkretes Subjekt (konkretes, beobachtbares Objekt) speichert
736
       den relevanten Zustand und benachrichtigt alle Beobachter bei
737
738
       Zustandsänderungen über deren Aktualisierungsschnittstelle. Es
739
       verfügt über eine Schnittstelle zur Erfragung des aktuellen
740
       Zustands.
741
742
       \item[Konkrete Beobachter (ConcreteObserver)]
743
       Konkrete Beobachter verwalten die Referenz auf ein konkretes
744
       Subjekt, dessen Zustand sie beobachten und speichern und dessen
745
       Zustand konsistent ist. Sie implementieren eine
746
747
       Aktualisierungsschnittstelle unter Verwendung der
       Abfrageschnittstelle des konkreten Subjekts.
748
       \footcite{wiki:beobachter}
749
750
     \end{description}
751 }
```

2.10.4 Dekorierer



\liEntwurfsDekoriererUml

```
752 \def\liEntwurfsDekoriererUml{
753
     \begin{tikzpicture}
       \umlclass[type=abstract]{Komponente}{}{agiere()}
754
       \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Komponente]{KonkreteKomponente}{}{agiere()}
755
756
       \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Komponente,type=abstract]{Dekorierer}{}{agiere()}
757
       \umlVHVreal{KonkreteKomponente}{Komponente}
758
       \umlVHVreal{Dekorierer}{Komponente}
759
760
       \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererA}{}{agiere()}
761
       \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererB}{}{agiere()}
762
763
764
       \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererA}{Dekorierer}
       \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererB}{Dekorierer}
765
766
       \umlHVHaggreg[arm1=2cm]{Dekorierer}{Komponente}
767
       \footcite{wiki:dekorierer}
768
     \end{tikzpicture}
769
770 }
```

2.10.5 Einzelstück

\liEntwurfsEinzelstueckUml

Quelle nach der deutschen Wikipedia

```
Einzelstück

- instanz: Einzelstück

- Einzelstück()

+ gibInstanz(): Einzelstück
```

```
771 \def\liEntwurfsEinzelstueckUml{
772
     \begin{tikzpicture}
       \umlclass{Einzelstück}{
773
       \umlstatic{- instanz: Einzelstück}\\
774
       }{
775
       - Einzelstück()\\
776
       + gibInstanz(): Einzelstück
777
778
779
     \end{tikzpicture}
```

780 }

iEntwurfsEinzelstueckAkteure

Quelle: frei überstetzt aus GoF

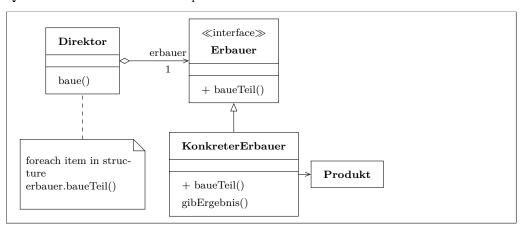
Einzelstück (Singleton) stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.

```
781 \def\liEntwurfsEinzelstueckAkteure{
782 \begin{description}
783 \item[Einzelstück (Singleton)]
784
785 stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten
786 nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.
787 \end{description}
788 }
```

2.10.6 Erbauer

\liEntwurfsErbauerUml

Quelle nach der deutschen Wikipedia



```
789 \def\liEntwurfsErbauerUml{
790
     \begin{tikzpicture}
791
       \umlsimpleclass[x=7,y=0]{Produkt}{}{}
       \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Erbauer}{}{+ baueTeil()}
792
793
       \umlclass[x=4,y=0]{KonkreterErbauer}{}{
         + baueTeil()\\
794
         gibErgebnis()}
795
       \umlclass[x=0,y=3]{Direktor}{}{baue()}
796
797
       \umluniaggreg[arg2=erbauer,pos2=0.7,mult2=1]{Direktor}{Erbauer}
798
799
       \umluniassoc{KonkreterErbauer}{Produkt}
800
       \umlinherit{KonkreterErbauer}{Erbauer}
801
     \umlnote[x=0,y=0,width=3cm]{Direktor}{
802
803
       foreach item in structure\\
       erbauer.baueTeil()
804
805
     \end{tikzpicture}
806
     \footcite{wiki:erbauer}
807
808 }
```

\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.

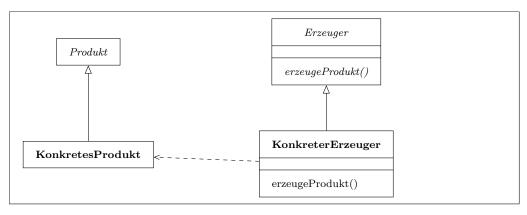
Produkt Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.

```
809 \def\liEntwurfsErbauerAkteure{
810
     \begin{description}
       \item[Erbauer]
811
812
       Der Erbauer spezifiziert eine abstrakte Schnittstelle zur Erzeugung der
813
       Teile eines komplexen Objektes.
814
815
       \item[KonkreterErbauer]
816
817
       Der konkrete Erbauer erzeugt die Teile des komplexen Objekts durch
818
       Implementierung der Schnittstelle. Außerdem definiert und verwaltet er
819
       die von ihm erzeugte Repräsentation des Produkts. Er bietet auch eine
820
       Schnittstelle zum Auslesen des Produkts.
821
822
       \item[Direktor]
823
824
       Der Direktor konstruiert ein komplexes Objekt unter Verwendung der
825
       Schnittstelle des Erbauers. Der Direktor arbeitet eng mit dem Erbauer
826
       zusammen: Er weiß, welche Baureihenfolge der Erbauer verträgt oder
827
828
       benötigt. Der Direktor entkoppelt somit den Konstruktionsablauf vom
       Klienten.
829
830
       \item[Produkt]
831
832
       Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.
833
       \footcite{wiki:erbauer}
834
835
     \end{description}
836 }
```

2.10.7 Fabrikmethode

\liEntwurfsFabrikmethodeUml

Quelle nach der deutschen Wikipedia



```
837 \def\liEntwurfsFabrikmethodeUml{
838 \begin{tikzpicture}
839 \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
840 \umlsimpleclass[below=2cm of Produkt]{KonkretesProdukt}
841 \umlinherit{KonkretesProdukt}{Produkt}
842
843 \umlclass[type=abstract,right=4cm of Produkt]{Erzeuger}{}{
844 \textit{erzeugeProdukt()}\\
```

```
845  }
846   \umlclass[below=1.2cm of Erzeuger]{KonkreterErzeuger}{}{
847    erzeugeProdukt()
848   }
849    \umlinherit{KonkreterErzeuger}{Erzeuger}
850
851    \umldep{KonkreterErzeuger}{KonkretesProdukt}
852   \end{tikzpicture}
853 }
```

EntwurfsFabrikmethodeAkteure

Quelle: deutsche Wikipedia

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

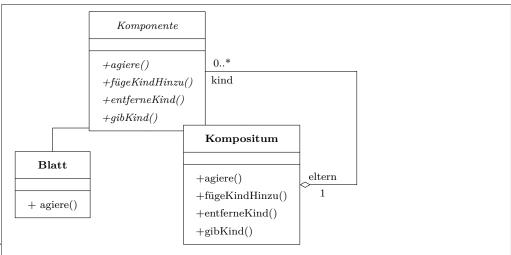
KonkretesProdukt KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.

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).

```
\def\liEntwurfsFabrikmethodeAkteure{
854
       \begin{description}
855
         \item[Produkt]
856
857
         Das Produkt ist der Basistyp (Klasse oder Schnittstelle) für das
858
859
         zu erzeugende Produkt.
860
         \item[KonkretesProdukt]
861
862
         KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.
863
864
         \item[Erzeuger]
865
866
         Der Erzeuger deklariert die Fabrikmethode, um ein solches Produkt
867
         zu erzeugen und kann eine Default-Implementierung beinhalten.
868
869
         \item[KonkreterErzeuger]
870
871
872
         KonkreterErzeuger überschreibt die Fabrikmethode, um die ihm
873
         entsprechenden konkreten Produkte zu erzeugen (z. B. indem er den
         Konstruktor einer konkreten Produkt-Klasse aufruft).
875
         \footcite{wiki:fabrikmethode}
876
       \end{description}
877
     }
878
879
```

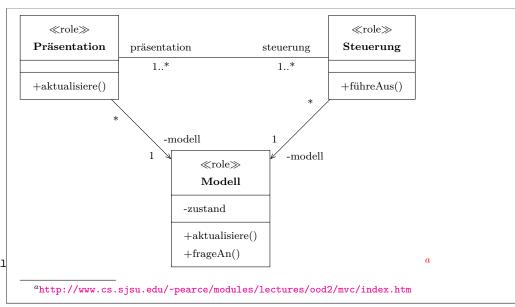
2.10.8 Kompositum



\liEntwurfsKompositumUml

```
880 \def\liEntwurfsKompositumUml{
881
     \begin{tikzpicture}
882
       \umlclass[x=2.5,y=3,type=abstract]{Komponente}{}{
883
         \textit{+agiere()}\\
884
         \textit{+fügeKindHinzu()}\\
         \textit{+entferneKind()}\\
885
         \textit{+gibKind()}
886
       }
887
       \umlclass[x=0]{Blatt}{}{+ agiere()}
888
       \umlclass[x=5]{Kompositum}{}{
889
         +agiere()\\
890
         +fügeKindHinzu()\\
891
         +entferneKind()\\
892
         +gibKind()
893
894
895
896
       \umlVHVinherit{Kompositum}{Komponente}
       \umlVHVinherit{Blatt}{Komponente}
897
       \umlHVHaggreg[anchor1=east,arm1=1.5cm,arg1=eltern,mult1=1,arg2=kind,mult2=0..*,pos2=2.9,]
898
     \end{tikzpicture}
899
900 }
```

2.10.9 Modell-Präsentation-Steuerung



 ${\tt IodellPraesentationSteuerungUml}$

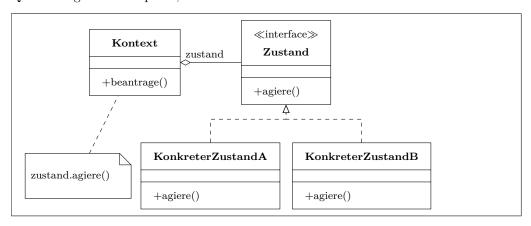
901 \def\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml{ 902 \begin{tikzpicture}

```
\umlclass[x=-4cm,type=role]{Präsentation}{}{+aktualisiere()}
903
       \umlclass[x=4cm,type=role]{Steuerung}{}{+führeAus()}
904
905
       \umlclass[y=-4cm,type=role]{Modell}{
906
         -zustand
907
       }{
         +aktualisiere()\\
908
         +frageAn()
909
910
911
       \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Präsentation}{Modell}
912
       \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Steuerung}{Modell}
913
       \umlassoc[arg1=präsentation,mult1=1..*,arg2=steuerung,mult2=1..*]{Präsentation}{Steuerung
914
915
     \end{tikzpicture}
     \liFussnoteUrl{http://www.cs.sjsu.edu/~pearce/modules/lectures/ood2/mvc/index.htm}
916
917 }
```

2.10.10 Zustand

\liEntwurfsZustandUml

Quelle: Englische Wikipedia, so ähnlich wie in GoF



```
918 \def\liEntwurfsZustandUml{
     \begin{tikzpicture}
919
920
       \umlclass[x=-1,y=3]{Kontext}{}{+beantrage()}
       \umlclass[x=3,y=3,type=interface]{Zustand}{}{+agiere()}
921
       \umlclass[x=1,y=0]{KonkreterZustandA}{}{+agiere()}
922
       \umlclass[x=5,y=0]{KonkreterZustandB}{}{+agiere()}
923
924
       \umlVHVreal{KonkreterZustandA}{Zustand}
925
       \umlVHVreal{KonkreterZustandB}{Zustand}
926
927
       \umlaggreg[arg=zustand,pos=0.4]{Kontext}{Zustand}
928
929
       \umlnote[x=-2.5,y=0,width=2.5cm]{Kontext}{zustand.agiere()}
930
     \end{tikzpicture}
931
932 }
```

\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.

```
933 \def\liEntwurfsZustandAkteure{
934 \begin{description}
935 \item[Kontext (Context)]
```

```
936
       definiert die clientseitige Schnittstelle und verwaltet die separaten
937
       Zustandsklassen.
938
939
       \item[State (Zustand)]
940
941
       definiert eine einheitliche Schnittstelle aller Zustandsobjekte und
942
943
       {\tt implementiert} \ \ {\tt gegebenenfalls} \ \ {\tt ein} \ \ {\tt Standardverhalten}.
944
       \item[KontreterZustand (ConcreteState)]
945
946
       implementiert das Verhalten, das mit dem Zustand des Kontextobjektes
947
       verbunden ist.
948
     \end{description}
949
950 }
951
```

2.11 er.sty

```
952 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
953 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-er}[2020/06/13 Zum Setzen von
954 ER-Diagrammen]
955 \RequirePackage{tikz-er2}
956 \usetikzlibrary{positioning}
\begin{tikzpicture}[er2,scale=0.7,transform shape]
\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);
\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}
                      957 \RequirePackage{soul}
                      958 \RequirePackage{fontawesome}
                     Let-Abkürzungen
                     \let\a=\liErMpAttribute
                     \let\d=\liErDatenbankName
                     \let\e=\liErMpEntity
                     \let\r=\liErMpRelationship
                      959 \ExplSyntaxOn
        \liErEntity
                      960 \def\liErEntity#1{\textbf{#1}}
  \liErRelationship
                      961 \ensuremath{\label{lierRelationship}{$41$}}
     \liErAttribute
                      962 \left| \frac{1}{ErAttribute#1{emph{#1}}} \right|
      \verb|\lief| {\tt mp = marginpar}|
                     Let-Abkürzung: \let\e=\liErMpEntity
                      963 \def\liErMpEntity#1{
                      964 \liErEntity{#1}
                      965
                           \marginpar{
                      966
                             \liErEntity{\tiny\faSquareO{}~E:~#1}
                      967
                      968 }
\liErMpRelationship Let-Abkürzung: \let\r=\liErMpRelationship
                      969 \def\liErMpRelationship#1{
                      970 \liErRelationship{#1}
                      971
                          \marginpar{
                      972
                              \liErRelationship{\tiny\faGg{}~R:~#1}
                      973 }
                      974 }
   \liErMpAttribute Let-Abkürzung: \let\a=\liErMpAttribute
                      975 \def\liErMpAttribute#1{
                      976 \liErAttribute{#1}
                      977
                          \marginpar{
                              \label{lient} $$ \prod_{x\in A} \frac{1}{x^2} ... $$
                      978
                      979 }
                      980 }
                     Let-Abkürzung: \let\d=\liErDatenbankName
 \liErDatenbankName
                         datenbank name
                      981 \def\liErDatenbankName#1{
                      982
                              \footnotesize\texttt{(#1)}
                      983
                           }
                      984
                      985 }
                      986 \ExplSyntaxOff
                      987
```

2.12 formale-sprachen.sty

```
988 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                                                          989 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-formale-sprachen}[2021/02/21 Hilfsmakros
                                                          990 zum Setzen von mathematischen Formeln bei dem Thema Formale Sprachen]
                                                          992 \directlua{
                                                          993 formale_sprachen = require('lehramt-informatik-formale-sprachen')
                                                          994 }
                                                          995
                                                          996 \RequirePackage{hyperref}
                                                          997 \RequirePackage{lehramt-informatik-mathe}
                                                        \lambda \in \{a, b, c\}
                                   \liMenge
                                                        Let-Abkürzung: \let\m=\liMenge
                                                          998 \def\liMengeOhneMathe#1{\{ #1 \}}
                                                          999 \def\liMenge#1{%
                                                         1000 \ifmmode%
                                                        1001 \label{limengeOhneMathe} 11001 \sim 1001 
                                                        1002 \else%
                                                        1003 $\liMengeOhneMathe{#1}$%
                                                        1004 \fi%
                                                        1005 }
                               \liEpsilon
                                                        \liEpsilon: \varepsilon
                                                        Let-Abkürzung: \let\e=\liEpsilon
                                                        1006 \def\liEpsilon{$\varepsilon$}
                                                        Umgeben mit geschweiften Klammern in einer Mathematik-Umgebung
                      \liPotenzmenge
                                                        1007 \def\erzeuge@tiefgestellt#1{\directlua{formale_sprachen.erzeuge_tiefgestellt('#1')}}
                                                        1008 \def\liPotenzmengeOhneMathe#1{\{ \erzeuge@tiefgestellt{#1} \}}
                                                        1009 \def\liPotenzmenge#1{$\liPotenzmengeOhneMathe{#1}$}
                  \liZustandsmenge
                                                        \left| z_1, z_2 \right| \leq \left| z_1, z_2 \right| 
                                                        1010 \verb|\lizustandsmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneM
                                                        1011 \let\liZustandsmenge=\liPotenzmenge
                                                        \liUeberfuehrungsFunktion{z0, a}: $\delta(z_0, a)$
\liUeberfuehrungsFunktion
                                                        Let-Abkürzung: \let\d=\liUeberfuehrungsFunktion
                                                        1012 \def\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe#1{\delta(\erzeuge@tiefgestellt{#1})}
                                                        1013 \def\liUeberfuehrungsFunktion#1{
                                                        1014 \ifmmode
                                                        1015 \liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}
                                                        1016 \else
                                                        1017 $\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}$
                                                        1018 \fi
                                                        1019 }
                                                        \liAlphabet
                                                        \Gamma \subseteq \Sigma \cup \{\Box\}
                     \liBandAlphabet
                                                        1021 \def\liBandAlphabet#1{\Gamma = \Sigma \setminus \{ #1 \}}
          \liZustandsBuchstabe
                                                        1022 \def\liZustandsBuchstabe{z}
\liZustandsBuchstabeGross
                                                        1023 \def\liZustandsBuchstabeGross{Z}
```

```
\liZustandsmengeNr
                                                                                                                                                                                                         1024 \ensuremath{\mbox{\sc 1}} 1024 \ensuremath{\mbox{\sc 1}
                                                                                                                                                                                                         1025
                                                                                                                                                                                                         1026
                                                                                                                                                                                                                                                                                \directlua{formale_sprachen.erzeuge_zustandsnamens_liste('#1', '#2')}
                                                                                                                                                                                                         1027
                                                                                                                                                                                                                                                                  17
                                                                                                                                                                                                         1028
                                                                                                                                                                                                         1029
                                                                                                                                                                                                         1030 }
                                                                                                                                                                                                         1031 \end{1} iZustandsmengeNr#1{\zustandsnamens@liste{\liZustandsBuchstabe}{\#1}} iN the continuous continuou
                            \liZustandsmengeNrGross
                                                                                                                                                                                                         1032 \end{small} 1032
                                                                                    \liZustandsname
                                                                                                                                                                                                         \liZustandsname{1}: $z_1$
                                                                                                                                                                                                         1033 \def\liZustandsname#1{$\liZustandsBuchstabe_#1$}
                                                                                                                                                                                                        \liZustandsnameGross{1}: $Z_1$
                                                \liZustandsnameGross
                                                                                                                                                                                                         1034 \end{smargross} \$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustandsBuchstabeGross\_\$1{\$}\izustan
                                                                                                                                                                                                        \left\{ S \rightarrow aB \rightarrow ab \right\}: S \vdash aB \vdash ab
                                                                                                        \liAbleitung
                                                                                                                                                                                                         1035 \ensuremath{\mbox{\mbox{$1$}}} 1035 \ensuremath{\mbox{\mbox{\mbox{$1$}}}} 1035 \ensuremath{\mbox{\mbox{\mbox{$1$}}}} 1035 \ensuremath{\mbox{\mbox{\mbox{$1$}}}} 1035 \ensuremath{\mbox{\mbox{\mbox{$1$}}}} 1035 \ensuremath{\mbox{\mbox{$1$}}} 
                                                                                                                                                                                                                \begin{liProduktionsRegeln}[P_1]
                                                      liProduktionsRegeln
                                                                                                                                                                                                                             S -> S A B | EPSILON,
                                                                                                                                                                                                                             B A -> A B,
                                                                                                                                                                                                                             A A -> a a,
                                                                                                                                                                                                                             B B -> b b
                                                                                                                                                                                                                 \end{liProduktionsRegeln}
                                                                                                                                                                                                         1036 \NewDocumentEnvironment { liProduktionsRegeln }
                                                                                                                                                                                                         1037 { O{P} +b }
                                                                                                                                                                                                         1038 {
                                                                                                                                                                                                         1039
                                                                                                                                                                                                                                                 \noindent
                                                                                                                                                                                                                                                 #1 = \{
                                                                                                                                                                                                         1040
                                                                                                                                                                                                                                                   \vspace{-0.2cm}
                                                                                                                                                                                                         1041
                                                                                                                                                                                                         1042
                                                                                                                                                                                                                                                \begin{align*}
                                                                                                                                                                                                           1043
                                                                                                                                                                                                                                                                  \directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#2')}
                                                                                                                                                                                                         1044
                                                                                                                                                                                                                                                   \end{align*}
                                                                                                                                                                                                         1045
                                                                                                                                                                                                                                                   \vspace{-1.5cm}
                                                                                                                                                                                                                                                   \begin{flushright}\}\end{flushright}
                                                                                                                                                                                                         1046
                                                                                                                                                                                                         1047 } {}
                                                                                    \liProduktionen \liProduktionen(S -> A, A -> a): \{S \to A, A \to a\}
                                                                                                                                                                                                         1048 \def\liProduktionen#1{
                                                                                                                                                                                                                                                \liMenge{\directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#1', true)}}
                                                                                                                                                                                                         1049
                                                                                                                                                                                                         1050 }
                                                                                                                                                                                                        Automatisch tiefgestellte Nummerierung \z1
\liZustandsnameTiefgestellt
                                                                                                                                                                                                         Let-Abkürzung: \let\z=\liZustandsnameTiefgestellt
                                                                                                                                                                                                         1051 \def\liZustandsnameTiefgestellt#1{
                                                                                                                                                                                                         1052
                                                                                                                                                                                                                                            \ifmmode
                                                                                                                                                                                                         1053
                                                                                                                                                                                                                                                                 \liZustandsBuchstabe\sb{#1}
                                                                                                                                                                                                         1054
                                                                                                                                                                                                         1055
                                                                                                                                                                                                                                                                 $\liZustandsBuchstabe\sb{#1}$
                                                                                                                                                                                                         1056
                                                                                                                                                                                                                                                 \fi
                                                                                                                                                                                                         1057 }
                                                                                                                                                                                                         1058 \ExplSyntaxOn
                                                                                                                                                                                                        \liAusdruck
                                                                                                                                                                                                                                 Ohne =: \liAusdruck[]{x}{y}: { x \mid y }
```

Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:

```
\$(.*) += +\\\{ *(.*?)( *\\, *)?\|( *\\, *)?(.*?) *\\\}\$
                \\liAusdruck[$1]{$2}{$5}
               1059 \NewDocumentCommand{ \liAusdruck } { O{L} m m } {
               1060
                      \tl_if_empty:nTF {#1} {} {#1 =}
               1061
               1062
                      }/
                       \, #2 \,
               1063
               1064
                       -1
                       \, #3 \,
               1065
               1066
                     \}$
               1067 }
               1068 \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
               1069 \def\liFlaci#1{%
                     \par
               1070
               1071
                     {%
               1072
                       \scriptsize
                       Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte
               1073
                       Automaten, Compiler und Interpreter) Ein Projekt der Hochschule
               1074
                       Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz:
               1075
               1076
                       \href{https://flaci.com/#1}{flaci.com/#1}%
                     }%
               1077
               1078
                     \par
               1079 }
              \langle Variablen=V, alphabet=\Sigma, produktionen=P, start=S \rangle
\liGrammatik
                  \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)
                  • \label{eq:continuous} \ \liGrammatik{alphabet={a,b}}: G = (V, \{a,b\}, P, S)
                  • \liGrammatik{start=X}: G = (V, \Sigma, P, X)
               1080 \ExplSyntaxOn
               1081 \NewDocumentCommand {\liGrammatik} { O{G} m } {
                     \tl_set:Nn \l_variablen_tl {V}
               1082
                     \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
               1083
                     \tl_set:Nn \l_produktionen_tl {P}
               1084
                     \tl_set:Nn \l_start_tl {S}
               1085
               1086
               1087
                     \keys_define:nn { grammatik } {
                       variablen .code:n = {\tl_set:Nn \l_variablen_tl {\liMenge{##1}}},
               1088
                       alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
               1089
               1090
                       produktionen .code:n = {\tl_set:Nn \l_produktionen_tl {\liProduktionen{##1}}},
               1091
                       start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
               1092
               1093
                     \keys_set:nn { grammatik } { #2 }
               1094
               1095
                     $#1 = (
               1096
                       \l_variablen_tl,
               1097
               1098
                       \l_alphabet_tl,
                       \l_produktionen_tl,
               1099
                       \l_start_tl
               1100
               1101
                     )$
```

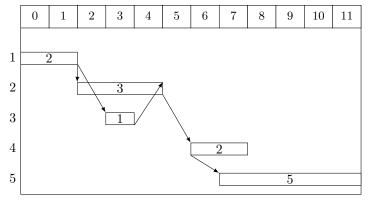
1102 }
1103 \ExplSyntaxOff

```
2.13 formatierung.sty
```

```
1105 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
          1106 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-formatierung}[2020/11/27]
          2.13.1 Schriftarten / Typographie
          1107 \RequirePackage{mathpazo}
          1108 \RequirePackage[no-math]{fontspec}
          1109 \setmainfont{texgyrepagella}
          1110 \setsansfont{QTAncientOlive}
          1111 \RequirePackage{sectsty}
          1112 \allsectionsfont{\fontspec{QTAncientOlive}}
          2.13.2 Farben
          1113 \RequirePackage{xcolor}
          1114 \definecolor{infogray}{rgb}{0.97,0.97,0.97}
          2.13.3 Überschriften
          1115 \RequirePackage{titlesec}
          1116 \titleformat{\chapter}[display]{\sffamily\bfseries}{}{Opt}{\LARGE}
          1117 \titlespacing{\chapter}{0pt}{0pt}{*1}
          1118 \titleformat{\paragraph}[hang]{\sffamily\normalsize\bfseries}{\theparagraph}{1em}{}
          1119 \setcounter{secnumdepth}{0}
          2.13.4 Listen
          1120 \RequirePackage{paralist}
          1121 \renewcommand\labelitemi{-}
          1122 \renewcommand\labelitemii{-}
          1123 \renewcommand\labelitemiii{-}
          1124 \renewcommand\labelitemiv{-}
          1125 % Counter: enumi enumii enumii enumiv
          1126 % Styles: \arabic{counter} \alph{counter} \roman{counter} \Roman{counter}
          1127 \renewcommand{\labelenumi}{(\alph{enumi})}
          1128 \renewcommand{\labelenumii}{(\roman{enumii})}
          2.13.5 Kasten
          1129 \verb|\RequirePackage{mdframed}|
          1130 \mdfsetup{backgroundcolor=infogray}
liKasten
          1131 \NewDocumentEnvironment { liKasten }{ } {
          1132 \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
          1133 } {
          1134
                \end{mdframed}
          1135 }
          2.13.6 Header
          1136 \RequirePackage{fancyhdr}
          1137 \fancyhead[L,C,R]{}
          1138 \fancyfoot[L]{}
          1139 \fancyfoot[C]{}
          1140 \fancyfoot[R] {\thepage}
          1141 \pagestyle{fancy}
          1142 \renewcommand{\headrulewidth}{0pt}
          1143 \renewcommand{\footrulewidth}{Opt}
          1144
```

2.14 gantt.sty

```
1145 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1146 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-gantt}[2020/09/05]
 \begin{ganttchart}[x unit=0.75cm, y unit chart=0.8cm]{0}{11}
 \gamma 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}
```



1147 \RequirePackage{tikz-uml}
1148 \RequirePackage{pgfgantt}
1149 \setganttlinklabel{f-s}{}
1150 \setganttlinklabel{s-s}{}
1151 \setganttlinklabel{f-f}{}
1152 \setganttlinklabel{s-f}{}

2.15 grafik.sty

```
1154 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1155 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-grafik}[2020/12/27 Lädt das Paket
1156 TikZ, um Grafiken zeichnen zu können.]
1157 \RequirePackage{tikz}
1158
```

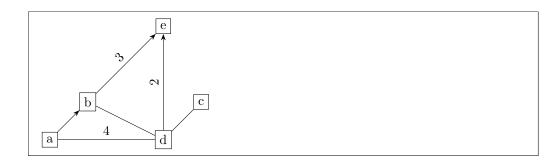
2.16 graph.sty

```
1159 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1160 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-graph}[2020/06/09]
1161 \RequirePackage{tikz}
   Für die die Adjazenzliste (xrightarrow)
1162 \RequirePackage{amsmath}
   Für Adjazenz-Matrix
\begin{blockarray}{cccccc}
    & a & b & c & d & e \\
 \begin{block}{c(cccc)}
 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 & O & O & O & O & O \\
 \end{block}
 \end{blockarray}
\]
```


${\tt 1164 \setminus usetikzlibrary\{arrows.meta\}}$

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



```
1165 \tikzset{
                       li graph/.style={
                 1166
                         every node/.style={
                 1167
                           rectangle,
                 1168
                 1169
                            draw,
                 1170
                         every edge/.style={
                 1171
                           >={Stealth[black]},
                 1172
                           draw,
                 1173
                 1174
                         every edge/.append style={
                 1175
                            every node/.style={
                 1176
                             sloped,
                 1177
                              auto,
                 1178
                           }
                 1179
                 1180
                 1181
                       },
                       li markierung/.style={
                 1182
                 1183
                         ultra thick,
                 1184
                 1185 }
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}
```

1186 \NewDocumentEnvironment { liGraphenFormat }{ +b } {} {}

1187

2.17 hanoi.sty

```
1188 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                         1189 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-hanoi}[2020/12/19 Paket zum Setzen
                         1190 von Hanoi-Grafiken]
                                  \operatorname{Quelle}: \mathtt{https://kleinco.de/latex-snippets/7/tikz-towers-of-hanoi-illustration-for-lated}
                         1191 \RequirePackage{tikz}
                         1192 \RequirePackage{xcolor}
                         \liHanoi{anzahl-scheiben}{gewicht-scheibe/turm-nr,gewicht-scheibe/turm-nr},
\liHanoi
                         z. B.: \left\{\frac{4}{4/1,3/1,2/3,1/2}\right\}
                         1193 \def\li@mset #1[#2]=#3{%
                         1194 \expandafter\xdef\csname #1#2\endcsname{#3}
                         1195 }
                         1196 \def\li@mget #1[#2]{%
                         1197 \csname #1#2\endcsname
                         1198 }
                         1199 \def\li@minc #1[#2]+=#3{%
                         1200 \pgfmathparse{\li@mget #1[#2]+#3}%
                         1201 \li@mset #1[#2]=\pgfmathresult
                         1202 }
                         1203
                         1204 \def\liHanoi#1#2{
                         1205
                                        \edef\li@numdiscs{#1}
                         1206
                                         \def\li@sequence{#2}
                                        \begin{tikzpicture}[line width=4mm,brown!40,line cap=round,xscale=3]
                         1207
                                              \% init colors
                         1208
                                              \foreach[count=\j] \c in {red,green!80!black,blue,orange,violet,gray,yellow!80!black,pur]
                         1209
                                              \left( \int_{0}^{\infty} c(j) = {c}; \right)
                         1210
                         1211
                                              \% draw poles and init pole counters
                                              foreach j in {1,2,3}{
                         1212
                                                   \left[ \int \left[ \int dx \right] dx \right] = 0
                         1213
                         1214
                                                   \draw (\j,-.5) -- +(0, .5 + .5*\li@numdiscs);
                         1215
                         1216
                                             % draw base
                                             draw (.5,-.5) -- +(3,0);
                         1217
                                             % draw discs
                         1218
                                              \foreach[count=\k] \i/\j in \li@sequence{
                         1219
                                                   \label{light} $$ \operatorname{ligmet\ col[\i]} (\j,\ligmet\ pos[\j]) +(-.4*\i/\ligmumdiscs,0) -- +(.4*\i) -- +(
                         1220
                                                   \left[ \right] += \{.5\}
                         1221
                         1222
                         1223
                                        \end{tikzpicture}
                         1224 }
                         1225
```

2.18 komplexitaetstheorie.sty

```
1226 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                       1227 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-komplexitaetstheorie}[2021/07/08 Zum
                       1228 Setzen von Karps NP-vollständigen Problemen, Hilfsmakros für die
                       1229 Polynomialzeitreduktion.]
                       Let-Abkürzungen
                       \let\n=\liProblemName
                       \let\r=\liPolynomiellReduzierbar
                       \let\b=\liProblemBeschreibung
                       1230 \liLadePakete{mathe}
                          Für das Makro \liProblemBeschreibung{}{} benötigt.
                       1231 \RequirePackage{mdframed}
            \liStrich
                       L, \left(L\right)
                       1232 \def\liStrich#1{#1^\prime}
                       Zu Setzen von Problemnamen wie zum Beispiel SAT, COL, VERTEX COVER
       \liProblemName
                       Let-Abkürzung: \let\n=\liProblemName
                          \liProblemName: SAT VERTEX COVER
                       1233 \def\liProblemName#1{\texttt{\textsc{#1}}}
                       Zu setzen von Problem-Beschreibungen:
\liProblemBeschreibung
                        \liProblemBeschreibung
                        {}
                        {}
                        {}
```

CLIQUE

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

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

Let-Abkürzung: \let\b=\liProblemBeschreibung

```
1234 \def\liProblemBeschreibung#1#2#3{
      \begin{mdframed}[
1236
        userdefinedwidth=9cm,
1237
        align=center,
1238
        backgroundcolor=white!0,
1239
        \centerline{\large\liProblemName{#1}}
1240
1241
        \medskip
1242
1243
        \begin{description}
1244
        \item[Gegeben:] #2
1245
        \item[Frage:] #3
1246
1247
        \end{description}
      \end{mdframed}
1248
1249 }
```

```
\liPolynomiellReduzierbar Let-Abkürzung: \let\r=\liPolynomiellReduzierbar
                             1250 \NewDocumentCommand{ \liPolynomiellReduzierbar } { m O{p} m } {
                             1251 \begin{displaymath}
                             1252 \liProblemName{#1}
                             1253 \preceq_{#2}
                             1254 \liProblemName{#3}
                             1255 \end{displaymath}
                             1256 }
    \liProblemVertexCover
                             1257 \def\liProblemClique{%
                             1258 Das \textbf{Cliquenproblem} fragt nach der Existenz einer Clique der
                             1259 Mindestgröße $n$ in einem gegebenen Graphen.
                             1260 \footcite[Seite 76]{theo:fs:4}
                             1261 Eine Clique ist eine Teilmenge von Knoten in einem ungerichteten
                             1262 Graphen, bei der \emph{jedes Knotenpaar durch eine Kante} verbunden ist.
                             1263 \footcite{wiki:cliquenproblem}
                             1264 }
    \liProblemVertexCover
                             1265 \def\liProblemVertexCover{%
                             1267 Das \textbf{Knotenüberdeckungsproblem} (\liProblemName{Vertex Cover})
                             1268 fragt, ob zu einem gegebenen einfachen Graphen und einer natürlichen
                             1269 Zahl $k$ eine Knotenüberdeckung der Größe von höchstens $k$ existiert.
                             1270 \footcite{wiki:knotenueberdeckung}
                             1272 Das heißt, ob es eine aus maximal $k$ Knoten bestehende Teilmenge $U$
                             1273 der Knotenmenge gibt, so dass jede Kante des Graphen mit
                             1274 mindestens einem Knoten aus $U$ verbunden ist.
                             1275 \footcite[Seite 78]{theo:fs:4}%
                             1276 }
      \liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem
                             1277 \def\liProblemSubsetSum{%
                             1278 \; \texttt{Das \ \ } \texttt{Teilsummenproblem} \; \; \texttt{(\ \ } \texttt{UiProblemName} \texttt{\{Subset Sum\}} \; \; \texttt{oder} \; \; \\
                             1279 \liProblemName{SSP}) ist ein spezielles Rucksackproblem.
                             1280 \footcite{wiki:teilsummenproblem}
                             1281 Gegeben sei eine Menge von ganzen Zahlen I = \{w_1, w_2, dots, w_n\}
                             1282 \}$. Gesucht ist eine Untermenge, deren Elementsumme maximal, aber nicht
                             1283 größer als eine gegebene obere Schranke $c$ ist.
                             1284 \footcite[Seite 74]{theo:fs:4}
                             1285 }
      \liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem
                             1286 \def\liProblemSat{%
                             1287 Das \textbf{Erfüllbarkeitsproblem der Aussagenlogik} \liProblemName{Sat}
                             1288 und \liProblemName{k-SAT} mit $k \geq 3$, $k \in \mathbb{N}$ (Satz von
                             1289 Cook) fragt, ob eine aussagenlogische Formel erfüllbar
                             1290 ist.\footcite{wiki:sat} Das Erfüllbarkeitsproblem der
                             1291 \emph{Aussagenlogik} ist in exponentieller Zeit in Abhängigkeit der
                             1292 \text{ Anzahl} der Variablen mit Hilfe einer Wahrheitstabelle entscheidbar.
                             1293 \; \texttt{Diese } \ \texttt{\bar{Wahrheitstabelle}} \; \texttt{\bar{kann nicht in polynomieller Zeit}}
                             1294 aufgestellt werden.
                             1295 \footcite[Seite 71]{theo:fs:4}
                             1296 }
                             1297
```

2.19 kontrollflussgraph.sty

```
1298 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1299 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-kontrollflussgraph}[2020/11/07]
1301 \usetikzlibrary{positioning}
1302 \tikzset{
      li kontrollfluss/.style={
1303
1304
        knoten/.style={
1305
          circle,
1306
          draw
1307
        },
        usebox/.style={
1308
          draw,
1309
          rectangle,
1310
          font=\scriptsize,
1311
          anchor=west,
1312
1313
          align=left,
        },
1314
        bedingung/.style={
1315
1316
          midway,
          draw=none,
1317
          font=\scriptsize
1318
1319
        knotenbeschriftung/.style={
1320
1321
          draw,
1322
          rectangle,
1323
          midway,
1324
          font=\scriptsize
1325
1326
        wahr/.style={
1327
          thick
        },
1328
        falsch/.style={
1329
          dashed
1330
1331
        every node/.style={
1332
1333
          circle,
1334
          draw,
1335
        every edge/.append style={
1336
          every node/.style={
1337
            draw=none,
1338
            bedingung,
1339
          }
1340
        },
1341
        every path/.style={
1342
          draw,
1343
1344
          ->,
1345
        },
        every pin/.style={
1346
1347
          draw,
1348
          dotted,
1349
          rectangle,
          pin position=right
1350
1351
        every pin edge/.style={
1352
          dotted,
1353
1354
          arrows=-,
1355
1356
1357 }
```

 ${\tt liKontrollflussgraph}$

```
1358 \NewDocumentEnvironment { liKontrollflussgraph } { O{} } {
                                                                       1359
                                                                                     \begin{tikzpicture}[
                                                                                          li kontrollfluss,
                                                                       1360
                                                                                           #1
                                                                       1361
                                                                       1362
                                                                       1363 } {
                                                                       1364 \end{tikzpicture}
                                                                       1365 }
                                   \liAnweisung
                                                                       1366 \det 1iAnweisung#1(#2,#3){node[knoten] at (#2,#3) (#1) {#1};}
                                   \liBedingung Let-Abkürzung: \let\b=\liBedingung
                                                                       1367 \def\liBedingung#1#2{node[bedingung,#1]{[\texttt{#2}]}}
                         \liBedingungWahr
                                                                      Let-Abkürzung: \let\bWahr=\liBedingungWahr
                                                                       1368 \def\liBedingungWahr#1{node[bedingung,#1]{\texttt{[true]}}}
                    \liBedingungFalsch Let-Abkürzung: \let\bFalsch=\liBedingungFalsch
                                                                       1369 \label{libedingungFalsch#1{node[bedingung,#1]{\texttexttt{[false]}}} \\
                            \liKontrollCode Let-Abkürzung: \let\c=\liKontrollCode
                                                                       1370 \def\liKontrollCode#1{{\tiny\texttt{\textcolor{gray}{#1}}}}
\liKontrollTextzeileKnoten Let-Abkürzung: \let\k=\liKontrollTextzeileKnoten
                                                                       1371 \end{finite} $$1371 \end{finite} $$1371
            \liKontrollKnotenPfad Let-Abkürzung: \let\p=\liKontrollKnotenPfad
                                                                       1372 \ExplSyntaxOn
                                                                       1373 \NewDocumentCommand { \liKontrollKnotenPfad }{ m }
                                                                       1374 {
                                                                                      \seq_set_split:Nnn \l_tmpa_seq { - } { #1 }
                                                                       1375
                                                                                      \seq_set_map:NNn \l_tmpa_seq \l_tmpa_seq {\liKontrollTextzeileKnoten{##1}}
                                                                       1376
                                                                                      \seq_use:Nn \l_tmpa_seq { ~~~~ }
                                                                       1377
                                                                       1378 }
                                                                       1379 \ExplSyntaxOff
                                                                       1380
```

2.20 literatur-dummy.sty

```
1381 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1382 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-literatur-dummy}[2020/11/27]
\literatur
1383 \def\literatur{}

\footcite

1384 % \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}
1385 \NewDocumentCommand{ \footcite } { o m }{}

1386
```

2.21 literatur.sty

```
1387 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
            1388 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-literatur}[2020/11/27]
            1389 \RequirePackage{csquotes}
            1390 \RequirePackage[
            1391 bibencoding=utf8,
            1392 citestyle=authortitle,
            1393 backend=biber,
            1394 ]{biblatex}
            1395 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/10_DB.bib}
            1396 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/20_00MUP.bib}
            1397 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/30_AUD.bib}
            1398 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/40_SOSY.bib}
            1399 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/60_FUMUP.bib}
            1400 \verb| \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/70_THEO.bib}|
            1401 \verb| \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/80_DDI.bib}|
            1402 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Allgemein.bib}
            1403 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Examen.bib}
            1404 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Wikipedia.bib}
            1405 \% To allow footnotes in the heading
            1406 \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}
\literatur
            1407 \def\literatur{\printbibliography[heading=subbibliography]}
            1408
```

2.22 makros.sty

```
1409 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                       1410 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-makros}[2020/11/27 Eine Sammlung von
                       1411 häufig verwendeten Makros und Umgebungen, die thematisch zu keinem
                       1412 anderen Paket passen]
                       1413 \RequirePackage{hyperref}
                       1414 \RequirePackage{graphicx}
                           Für die Umgebung liQuellen benötigt.
                       1415 \RequirePackage{paralist}
 \inhaltsverzeichnis
                       1416 \def\inhaltsverzeichnis {
                       1417
                             \begin{mdframed}
                       1418
                               \begingroup
                               \let\clearpage\relax
                       1419
                               \tableofcontents
                       1420
                       1421
                               \endgroup
                       1422
                             \end{mdframed}
                       1423 }
               \memph \memph (\marginpar and \emph)
                       1424 \newcommand{\memph}[1]{\emph{#1}\marginpar{\tiny#1}}
               \SLASH
                       1425 \newcommand\SLASH{\char`\\}
\liPseudoUeberschrift Text, der sich wie eine Überschrift verhält.
                       1426 \mbox{ } \mbox{liPseudoUeberschrift}[1]{
                       1427 \bigskip
                       1428 \setminus noindent
                       1429 \texttt{\textsf{\textbf{#1}}}
                       1430 \noindent
                       1431 }
      \liBeschriftung Ähnlich dem Makro \liPseudoUeberschrift{}. Am Ende des Textes wird ein Dop-
                       pelpunktzeichen angehängt.
                       1432 \verb|\newcommand{\liBeschriftung}[1]{|}
                       1433 \par
                       1434 \setminus noindent
                       1435 \medskip
                       1436 \textbf{#1}:
                       1437 \medskip
                       1438 \noindent
                       1439 }
             \hinweis
                       1440 \def\hinweis#1{{\footnotesize[#1]}}
                       \begin{liProjektSprache}{NameProjektSprache} \end{liProjektSprache}: Zum
    liProjektSprache
                       Einbetten von projekteigenen Minisprachen/DSLs (Domain-specific language) (z. B. Re-
                       lationenSchema). Der Inhalt der Umgebung wird nicht von TeX kompiliert, sondern von
                       dem Java-Kommandozeilen-Programm didaktik. java verarbeitet.
                       1441 \NewDocumentEnvironment { liProjektSprache }{ o +b } {} {}
         liEinbettung
                       1442 \\ o +b \ {#2} {}
                       Zum Setzen von Antworten. Sie werden mit einem Kasten umgeben. Könnten eventuell
            liAntwort
                       ausgeblendet werden, wenn man nur die Lösung sehen will.
                       1443 \RequirePackage{xparse}
                       1444 \ExplSyntaxOn
```

```
1445 \NewDocumentEnvironment{ liAntwort } { O{standard} }
           1446 {
           1447
                  \str_case:nn {#1} {
           1448
                    {standard} {
           1449
                      \def\beschriftung{}
                      \mdfsetup{backgroundcolor=gray!5,linecolor=gray}
           1450
                   }
           1451
                    {richtig} {
           1452
                      \def\beschriftung{richtig}
           1453
                      \mdfsetup{backgroundcolor=green!5,linecolor=green}
           1454
                    }
           1455
           1456
                    {falsch} {
                      \def\beschriftung{falsch}
           1457
                      \mdfsetup{backgroundcolor=red!3,linecolor=red}
           1458
                   }
           1459
                    {muster} {
           1460
                      \def\beschriftung{Musterlösung}
           1461
                      \mdfsetup{backgroundcolor=green!12,linecolor=green}
           1462
                   }
           1463
           1464
                  \ifx\beschriftung\empty\else
           1465
           1466
           1467
                  \textbf{\beschriftung{}:}
           1468
                  \fi
                  \begin{mdframed}
           1469
           1470 }
           1471 {\end{mdframed}}
           Zusätzliches Material bei Aufgaben, das zum Lösen der Aufgaben nicht unbedingt nötig
liAdditum
           ist, z. b. Hintergrundinformation, Test-Dateien, komplette Code-Dateien.
           1472 \NewDocumentEnvironment{ liAdditum } { o }
           1473 {
           1474
                  \begin{mdframed}[backgroundcolor=yellow!5]
           1475
                 \IfNoValueTF {#1}
           1476
                 { \liPseudoUeberschrift{Additum} }
                  { \liPseudoUeberschrift{Additum:~#1} }
           1477
           1478 }
           1479 {\end{mdframed}}
            \begin{liExkurs}[Linear rekursiv]
liExkurs
            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.

```
1480 \NewDocumentEnvironment{ liExkurs }{o +b}{
1481
      \vspace{0.2cm}%
      \begin{mdframed}[
1482
        backgroundcolor=white,
1483
        bottomline=false,
1484
1485
        innermargin=1cm,
1486
        leftline=true,
1487
        linecolor=black,
        linewidth=0.1cm,
1488
        outermargin=1cm,
1489
        rightline=false,
1490
        topline=false,
1491
      ]
1492
```

```
1493
                    \footnotesize
              1494
                     \noindent%
                     \textbf{Exkurs:~#1}\par%
              1495
                    \noindent%
              1496
              1497
                    \end{mdframed}
              1498
              1499
                    \vspace{0.2cm}
              1500 }{}
   liQuellen https://tex.stackexchange.com/a/229004
               \begin{liQuellen}
               \item Quelle 1
               \item Quelle 2
               \end{liQuellen}
                 Weiterführende Literatur:
                    • Quelle 1
                    • Quelle 2
              1501 \cs_new:Npn \listen@punkt #1 {\item #1}
              1502 \NewDocumentEnvironment { liQuellen }{ +b }
              1503 {
                     \seq_clear_new:N \l_quellen
              1504
                     \ensuremath{\verb|seq_set_split:Nnn \l_quellen {\otem} {\#1}}
              1505
                     \seq_remove_all:Nn \l_quellen {}
              1506
                    \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
              1507
              1508
                    \footnotesize
              1509
                    \noindent
                   \textsf{\textbf{Weiterführende~Literatur:}}
              1510
              1511
                    \medskip
              1512 \begin{compactitem}
              1513
                   \seq_map_function:NN \l_quellen {\listen@punkt}
              1514
                    \end{compactitem}
                    \end{mdframed}
              1515
              1516
                    %
              1517
                     \makeatletter
              1518
                     \par\@afterindentfalse\@afterheading
                     \makeatother
              1519
              1520 } {}
liLernkartei
              1521 \NewDocumentEnvironment { liLernkartei }{ m +b }
              1522 {
              1523
                     \begin{mdframed}
                     \footnotesize
              1524
                     \noindent%
              1525
                     \textbf{Lernkarteikarte:~#1}\par%
              1526
              1527
                     \noindent%
              1528
                     #2
                    \end{mdframed}
              1529
              1530 } {}
              \begin{liDiagramm}{beschriftung}\end{liDiagramm}: Zu setzen einer Graphik bzw
  liDiagramm
              eines Diagramms.
              1531 \NewDocumentEnvironment { liDiagramm }{ m +b }
              1532 {
                     \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
              1533
                     \small
              1534
              1535
                     \noindent%
              1536
                     \textit{#1}:
              1537
                     \begin{center}
```

```
1538
                    #2
               1539
                     \medskip
                    \end{center}
               1540
               1541
                    \end{mdframed}
               1542 } {}
               1543 \ExplSyntaxOff
\label{lifussnoteUrl} $$  \limsnoteUrl[\langle zus\"{a}tzlicher-text\rangle] {\langle url\rangle} \leq Url[zus\"{a}tzlicher Text] {url}: 
               Eine HTTP-URL als Fußnote setzen.
               1544 \\\ ( o m ) {
               1545 \footnote{\url{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ (#1)}}
               1546 }
               1547
Einen Link, d. h. einen Link-Text und eine URL als Fußnote setzen.
               1548 \NewDocumentCommand{\liFussnoteLink} { o m m } {
               1549 \footnote{\href{#3}{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ (#1)}}
               1550 }
          \zB
               1551 \def\zB\{z.\,B.\}
          \ZB
               1552 \det ZB{Z.\,B.}
          \dh
               1553 \left(def\left(dh\left(d.\right),h.\right)\right)
               1554
```

2.23 master-theorem.sty

1555 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

```
1556 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-master-theorem} [2021/04/13]
                                                                Let-Abkürzungen
                                                                \let\0=\li0
                                                                \let\o=\liOmega
                                                                \left| \right| T = \left| \right|
                                                                \left| \right| t = \left| \right|
                                                                    \liMasterVariablenDeklaration
                                                                    {3} % a
                                                                    {3} % b
                                                                    {\mathcal{O}}(1) % f(n)
                                                                    \liMasterFallRechnung
                                                                   % 1. Fall
                                                                    {für \vert xarepsilon = 4$: \\
                                                                    f(n) = 5n^2 \ln (0{n^{\log_2 {8 - 4}}}) = (0{n^{\log_2 {4}}}) = (0{n^2})
                                                                   % 2. Fall
                                                                    \{f(n) = 5n^2 \setminus t\{n^{\langle 0_2 \{8\}\}} = t\{n^3\}\}
                                                                   % 3. Fall
                                                                    {f(n) = 5n^2 \setminus notin \setminus n^{\log_2 {8 + \vee arepsilon}}}
                                                                    \label{thm:condition} $$ \prod_{n=9T[n/3]}^2B5n^2$
                                                                    \liMasterVariablenDeklaration
                                                                    {} % a
                                                                    {} % b
                                                                    {} % f(n) ohne $mathe$
                                                                    \liMasterFallRechnung
                                                                   % 1. Fall
                                                                    {}
                                                                   % 2. Fall
                                                                    {}
                                                                   % 3. Fall
                                                                    {}
                                                                    \pi T(n) \in \mathbb{R}^2 \cdot \mathbb{R}
                                                                    \left(T[n]=9T[n/3]\right)^2
                                                                1557 \ExplSyntaxOn
                                                                1558 \RequirePackage{amsmath}
\liRundeKlammer
                                                                1559 \def\liRundeKlammer#1{
                                                                                      \negthinspace \left( #1 \right)
                                                                1561 }
                         \liTheta \liTheta{n^2}: \Theta(n^2)
                                                                1562 \ensuremath{$\backslash$} 1562 \ensuremath{$\backslash$
                                                                1563 \Theta \liRundeKlammer{#1}
                                                                1564 }
                                                                1565 \left| \frac{157}{1} \right|
                                                                1566 \ifmmode
                                                                                              \liThetaOhneMathe{#1}
                                                                1567
                                                                1568
                                                                1569
                                                                                              $\liThetaOhneMathe{#1}$
                                                                1570 \fi
                                                                1571 }
```

```
\liOmega \liOmega{n^2}: \Omega(n^2)
                          1572 \def\li0mega0hneMathe#1{}
                          1573 \Omega \liRundeKlammer{#1}
                          1574 }
                          1575 \ensuremath{\mbox{liOmega#1}}
                          1576 \ifmmode
                                  \liOmegaOhneMathe{#1}
                          1577
                                \else
                          1578
                          1579
                                  $\liOmegaOhneMathe{#1}$
                          1580 \fi
                          1581 }
                   \li0 \li0{n^2}: \mathcal{O}(n^2)
                          1582 \def\li00hneMathe#1{
                          1583 \mathcal{0} \liRundeKlammer{#1}
                          1584 }
                          1585 \def\liO#1{
                          1586 \ifmmode
                          1587
                                  \li00hneMathe{#1}
                          1588 \else
                                  $\li00hneMathe{#1}$
                          1589
                          1590 \fi
                          1591 }
                   \liT Let-Abkürzung: \let\T=\liT
                              \\liT{16}{2}: 16 \cdot T(\frac{n}{2}) \setminus \text{liT}{}{2}: T(\frac{n}{2})
                          1592 \def\liTOhneMathe#1#2{
                          1593 \tl_if_blank:nTF {#1}
                          1594
                               {}
                          1595 {#1 \cdot }
                          1596 T
                          1597
                                \liRundeKlammer{\frac{n}{#2}}
                          1598 }
                          1599 \left| 1T#1#2{ } \right|
                          1600 \ifmmode
                          1601
                                   \liTOhneMathe{#1}{#2}
                               \else
                          1602
                                   $\liTOhneMathe{#1}{#2}$
                          1603
                          1604 \fi
                          1605 }
                          \liRekursionsGleichung: T(n) = a \cdot T(\frac{n}{h}) + f(n)
\liRekursionsGleichung
                          1606 \def\liRekursionsGleichung{
                          1607 $T(n) = \liT{a}{b} + f(n)$
                          1608 }
                          \liBedingungEins: f(n) \in \mathcal{O}(n^{\log_b a - \varepsilon})
      \liBedingungEins
                          1609 \def\liBedingungEins{
                          1610 f(n) \in n^{\log b}a - \varepsilon}
                          1611 }
                          \label{eq:libedingungZwei:} f(n) \in \Theta(n^{\log_b a})
      \liBedingungZwei
                          1612 \def\liBedingungZwei{
                          $\ 1613 \ f(n) \in \liTheta\{n^{\log\sb{b}a}\}$
                          1614 }
      \liBedingungDrei \liBedingungDrei: f(n) \in \Omega(n^{\log_b a + \varepsilon})
                          1615 \def\liBedingungDrei{
                          1617 }
                          1618 \ExplSyntaxOff
```

```
\liMasterVariablen
                               1619 \def\liMasterVariablen{
                               1620
                                    \begin{displaymath}
                                    T(n) = \left\{i \right\} + f(n)
                               1621
                                    \end{displaymath}
                               1622
                               1623
                               1624
                                    \begin{itemize}
                               1625
                                    \int [x = x]
                               1626
                                    Anzahl der Unterprobleme in der Rekursion
                               1627
                               1628
                                    \item[$\textstyle{\frac{1}{b}} =$]
                               1629
                                    Teil des Originalproblems, welches wiederum durch alle Unterprobleme
                               1630
                                    repräsentiert wird
                               1631
                                    \\in [\$f(n) = \$]
                               1632
                                    Kosten (Aufwand, Nebenkosten), die durch die Division des Problems und
                               1633
                                    die Kombination der Teillösungen entstehen
                               1634
                                     \end{itemize}
                               1635
                               1636
                                     \footcite{wiki:master-theorem}
                                     \footcite[Seite 19-35 (PDF 11-24)]{aud:fs:2}
                               1637
                               1638 }
             \liMasterFaelle
                               1639 \def\liMasterFaelle{
                                    \begin{description}
                               1640
                                     \item[1. Fall:]
                               1641
                               1642
                                    T(n) \in \frac{n^{\langle n^{\langle b}a\rangle}}
                               1643
                                    \hfill falls \liBedingungEins
                               1644
                               1645
                                   für $\varepsilon > 0$
                               1646
                               1647
                                     \item[2. Fall:]
                                    T(n) \in \frac{n^{\langle \log sb\{b\}a\} \cdot \log n}}{n}
                               1648
                               1649
                                    \hfill falls \liBedingungZwei
                               1650
                               1651
                               1652
                                     \item[3. Fall:]
                                     T(n) \in T(n)
                               1653
                               1654
                               1655
                                     \hfill falls \liBedingungDrei
                               1656
                                    für $\varepsilon > 0$
                               1657
                                    und ebenfalls für ein c mit c wit c v d alle hinreichend großen c
                               1658
                                     a \cdot f(\text{f(n)}) \leq c \cdot f(n)
                               1659
                               1660
                                     \end{description}
                               1661 }
liMasterVariablenDeklaration
                               1662 \def\liMasterVariablenDeklaration#1#2#3{
                               1663
                                     \begin{description}
                                       \item[Allgemeine Rekursionsgleichung:] \strut
                               1664
                               1665
                               1666
                                       \liRekursionsGleichung
                               1667
                               1668
                                       \item[Anzahl der rekursiven Aufrufe ($a$):] \strut
                               1669
                                       #1
                               1670
                               1671
                               1672
                                       \item[Anteil Verkleinerung des Problems ($b$):] \strut
                               1673
                                       um \frac{1}{\#2} also $b = #2$
                               1674
                               1675
```

```
1677
                        1678
                                 $#3$
                        1679
                                 \item[Ergibt folgende Rekursionsgleichung:] \strut
                        1680
                        1681
                                 T(n) = \lim\{\#1\} \{\#2\} + \#3\}
                        1682
                               \end{description}
                        1683
                        1684 }
\liMasterFallRechnung
                        1685 \verb|\def|\liMasterFallRechnung#1#2#3{|}
                        1686
                               \begin{description}
                               \item[1. Fall:] \liBedingungEins:
                        1687
                        1688
                        1689
                        1690
                        1691
                               \item[2. Fall:] \liBedingungZwei:
                        1692
                        1693
                               #2
                        1694
                        1695
                               \item[3. Fall:] \liBedingungDrei:
                        1696
                        1697
                               \end{description}
                        1698
                        1699 }
      \liMasterExkurs
                        1700 \def\liMasterExkurs{
                               \begin{liExkurs}[Master-Theorem]
                        1701
                               \liMasterVariablen
                        1702
                        1703
                        1704
                               \noindent
                               Dann gilt:
                        1705
                        1706
                        1707
                               \liMasterFaelle
                        1708
                               \end{liExkurs}
                        1709 }
 \limasterWolframLink Link zu Wolframalpha (+ durch Prozent 2B ersetzen)
                        1710 \def\liMasterWolframLink#1{
                               Berechne die Rekursionsgleichung auf WolframAlpha:
                        1712
                               \href{https://www.wolframalpha.com/input/?i=#1}{WolframAlpha}
                        1713 }
                        1714
```

2.24 mathe.sty

```
1715 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1716 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-mathe}[2020/06/10]
1717
1718 % for example \ltimes \rtimes
1719 %\RequirePackage{amssymb}
1720 \RequirePackage{amsmath}
1721
1722 %%
1723 % \mlq \mrq
1724 %%
1725 \DeclareMathSymbol{\mlq}{\mathord}{operators}{^``}
1726 \DeclareMathSymbol{\mrq}{\mathord}{operators}{^`'}
1727
```

2.25 minimierung.sty

```
1728 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                  1729 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-mathe}[2021/03/13 Für den
                  1730 Minimierungsalgorithmus von einem NEA zu einem DEA]
                  1731 \liLadePakete{typographie}
                   \let\z=\liZustandsnameTiefgestellt
                   \let\f=\liFussnote
                   \let\l=\liLeereZelle
                   \let\erklaerung=\liMinimierungErklaerung
                   \begin{tabular}{|c||c|c|c|c|c|c|c|}
                   \hline
                   \z1 &
                           \z2 &
                           &
                   \z3 &
                           &
                                &
                                     & \l & \l & \l & \l & \l & \l \ \ hline
                   \z4 &
                           &
                                &
                                     &
                                           & \1 & \1 & \1 & \1 \ \ \1
                                                                    \\ \hline
                                                & \1 & \1 & \1 & \1
                   \z5 &
                           &
                                &
                                     &
                                           &
                                                                     \\ \hline
                                                     \z6 &
                           &
                                &
                                     &
                                           &
                                                &
                                                          & \1 & \1 \\ \hline
                   \z7 &
                           &
                                &
                                     &
                                           &
                                                &
                                                     &
                                                               & \l \\ \hline\hline
                                                   &
                   \z8 &
                           &
                                &
                                     &
                                          &
                                                &
                                                          &
                      & \z0 & \z1 & \z2 & \z3 & \z4 & \z5 & \z6 & \z7 & \z8 \\ \hline
                   \end{tabular}
                   \liFussnoten
                   \begin{liUebergangsTabelle}{0}{1}
                   \Z01 & \Z10 & \Z23
                   \Z05 & \Z15 & \Z25 \f2 \\
                   \Z15 & \Z05 & \Z35 \f2 \\
                   \Z23 & \Z44 & \Z55
                                      11
                   \Z24 & \Z44 & \Z55
                                      11
                   \Z34 & \Z44 & \Z55
                                      11
                   \verb|\end{liUebergangsTabelle}|
      \liFussnote
                  1732 \left[ \frac{x_{41}}{\$} \right]
                  1733 \def\li@fussnote@text#1#2{
                  1734 \liFussnote{#1}
                  1735
                       \quad
                  1736 {\footnotesize #2}
                  1737 }
\liFussnoteEinsText
                  1738 \def\liFussnoteEinsText{
                  1739 \li@fussnote@text{1}
                  1740 {Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.}
                  1741 }
\liFussnoteZweiText
                  1742 \def\liFussnoteZweiText{
                  1743 \li@fussnote@text{2}
                  1744
                       {Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.}
                  1745 }
\liFussnoteDreiText
                  1746 \def\liFussnoteDreiText{
                  1747 \li@fussnote@text{3}
```

```
{In weiteren Iterationen markierte Zustände.}
                                                                             1749 }
                      \liFussnoteVierText
                                                                             1750 \def\liFussnoteVierText{
                                                                                           \li@fussnote@text{4}
                                                                             1751
                                                                             1752
                                                                                            {...}
                                                                             1753 }
                                              \liFussnoten
                                                                                                   Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.
                                                                                       x_1
                                                                                                   Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.
                                                                                       x_2
                                                                                                   In weiteren Iterationen markierte Zustände.
                                                                                       x_3
                                                                             1754 \def\liFussnoten{
                                                                                            \bigskip
                                                                             1755
                                                                             1756
                                                                             1757
                                                                                             \noindent
                                                                                            \liFussnoteEinsText
                                                                             1758
                                                                             1759
                                                                                             \noindent
                                                                             1760
                                                                             1761
                                                                                             \liFussnoteZweiText
                                                                             1762
                                                                             1763
                                                                                             \noindent
                                                                             1764
                                                                                             \liFussnoteDreiText
                                                                             1765
                                                                             1766
                                                                                            \noindent
                                                                             1767
                                                                                            \liFussnoteVierText
                                                                             1768 }
                                      \liLeereZelle
                                                                             \liLeereZelle: ∅
                                                                             Let-Abkürzung: \let\l=\liLeereZelle
                                                                             1769 \def\liLeereZelle{$\emptyset$}
\liZustandsPaarVariablenName
                                                                             1770 \def\liZustandsPaarVariablenName{z}
                                 \liZustandsPaar
                                                                             1771 \def\liZustandsPaar#1#2{
                                                                             1772
                                                                                            $(
                                                                             1773
                                                                                                  \liZustandsPaarVariablenName_#1,
                                                                                                  \liZustandsPaarVariablenName_#2
                                                                             1774
                                                                                            )$
                                                                             1775
                                                                             1776 }
                      liUebergangsTabelle
                                                                             1777 \renewcommand{\arraystretch}{1.4}
                                                                             1778 \NewDocumentEnvironment{ liUebergangsTabelle } { m m } {
                                                                                            \liPseudoUeberschrift{\begin{align*} \Understand \Unde
                                                                             1779
                                                                             1780
                                                                                            \begin{center}
                                                                                            \begin{array}{l} \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \end{array}
                                                                             1781
                                                                                            \label{textbf} $$ \text{Zustandspaar}  \& \text{$$ \text{#1}  \& \text{$$ \text{#2}  \\ } $$
                                                                             1782
                                                                             1783 } {
                                                                                            \end{tabular}
                                                                             1784
                                                                                            \end{center}
                                                                             1785
                                                                             1786 }
iUeberschriftDreiecksTabelle \liUeberschriftDreiecksTabelle: Minimierungstabelle (Table filling)
                                                                             1787 \ExplSyntaxOn
                                                                             1788 \def\liUeberschriftDreiecksTabelle{
                                                                                            \liPseudoUeberschrift{Minimierungstabelle~(Table~filling)}
                                                                             1789
                                                                             1790 }
```

\liMinimierungErklaerung

Let-Abkürzung: \let\erklaerung=\liMinimierungErklaerung

```
1791 \def\liMinimierungErklaerung{
      %\footcite[Seite~19]{koenig}
1792
1793
      \liParagraphMitLinien{
1794
        Der~Minimierungs-Algorithmus~(auch~Table-Filling-Algorithmus~genannt)~
        trägt~in~seinem~Verlauf~eine~Markierung~in~alle~
1795
        diejenigen~Zellen~der~Tabelle~ein,~die~zueinander~nicht~äquivalente~
1796
        Zustände~bezeichnen.~Die~Markierung~,,$x\sb{n}$"~in~einer~Tabellenzelle~($i$,~
1797
1798
        $j$)~bedeutet~dabei,~dass~das~Zustandspaar~($i$,~$j$)~in~der~$k$-ten~
1799
        Iteration~des~Algorithmus~markiert~wurde~und~die~Zustände~$i$~und~$j$~
        somit~zueinander~($k~-~1$)-äquivalent,~aber~nicht~$k$-äquivalent~und~
1800
        somit~insbesondere~nicht~äquivalent~sind.~Bleibt~eine~Zelle~bis~zum~Ende~
1801
        unmarkiert,~sind~die~entsprechenden~Zustände~zueinander~äquivalent.
1802
1803
1804 }
1805 \ExplSyntaxOff
1806
```

2.26 normalformen.sty

```
1807 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                             1808 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-normalformen}[2020/12/10
                             1809 Hilfsmakros zum Setzen von Normalformen, Funktionalen Abhänigkeiten,
                             1810 Attributhülle]
                             1811 \liLadePakete{mathe}
                             1812 \directlua{
                             1813 helfer = require('lehramt-informatik-helfer')
                             1814 normalformen = require('lehramt-informatik-normalformen')
                             1815 }
                             Let-Abkürzungen
                             \let\ah=\liAttributHuelle
                             \let\ahL=\liAttributHuelleLinksReduktion
                             \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
                             \let\FA=\liFunktionaleAbhaengigkeiten
                             \let\m=\liAttributMenge
                             \let\r=\liRelation
                             1816 \def\liTeilen#1{
                             1817
                                   \directlua{tex.print(normalformen.teilen('#1'))}
                             1818 }
          \liAttributHuelle Let-Abkürzung: \let\ah=\liAttributHuelle
                                Regulärer Ausdruck zum Konvertieren AttrHülle\((.*)\) \\ah{$1}
                             1819 \def\liAttributHuelleOhneMathe#1{\text{AttrHülle}(#1)}
                             1820 \def\liAttributHuelle#1{
                             1821 \ifmmode
                             1822 \liAttributHuelleOhneMathe{#1}
                             1823 \else
                             1824 $\liAttributHuelleOhneMathe{#1}$
                             1825 \fi
                             1826 }
           \liAttributMenge Let-Abkürzung: \let\m=\liAttributMenge
                             1827 \def\liAttributMenge#1{\{ \textit{#1} \}}
                  liAHuelle
                             1828 \NewDocumentEnvironment{ liAHuelle } { +b } {
                                   \begingroup
                             1829
                             1830
                                   \footnotesize
                                  \begin{multline*}
                             1831
                                     #1
                             1832
                             1833
                                  \end{multline*}
                             1834
                                   \endgroup
                             1835 } { }
                             Nur innerhalb von liAHuelle zu verwenden bzw. multline
AttributHuelleLinksReduktion
                             Let-Abkürzung: \let\ahL=\liAttributHuelleLinksReduktion
                                \ahL{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
                             1836 \def\liAttributHuelleLinksReduktion#1#2#3{
                             1837
                                   \shoveleft{
                                     \liAttributHuelleOhneMathe{FA, \liAttributMenge{\liAttributMenge{#1} - \liAttributMenge{}
                             1838
                             1839
                                   } \\
                                   \shoveright{
                             1840
                                     \liAttributMenge{#3}
                             1841
                                   } \\
                             1842
                             1843 }
```

```
\liFunktionaleAbhaengigkeit Let-Abkürzung: \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
                                 \liFunktionaleAbhaengigkeit{A, B -> C, D} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
                              \$(.*?) \\rightarrow (.*?)\$ \\fa{$1 -> $2}
                             1844 \def\liFunktionaleAbhaengigkeit#1{%
                             1845 \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeit('#1')}%
                             1846 }
liFunktionaleAbhaengigkeiten
                              \liFunktionaleAbhaengigkeiten[F]{
                                M \rightarrow M;
                                M \rightarrow N;
                                V -> T, P, PN;
                                P \rightarrow PN;
                              }
                             Let-Abkürzung: \let\FA=\liFunktionaleAbhaengigkeiten
                                 Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \\item \$(.*) \\rightarrow (.*)\$\$(.*) \\rightarrow
                             $1 -> $2;
                             1847 \NewDocumentCommand {\liFunktionaleAbhaengigkeiten} { O(FA) m } {
                                   \par
                             1848
                             1849
                                   \noindent
                                   #1 $= \{$
                             1850
                             1851
                                   \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeiten('#2')}
                             1852
                             1853
                                   \n
                             1854
                             1855 }
                \liRelation Let-Abkürzung: \let\r=\liRelation
                                R_3(A, B, C)
                             Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \sl(0.*)\((.*)\) \\liRelation[$1]{$2}
                             1856 \NewDocumentCommand {\liRelation} { O{R} m } {
                                   $\directlua{
                             1857
                                     local name = helfer.konvertiere_tiefgestellt('#1')
                             1858
                             1859
                                     tex.print(name)
                             1860
                                   }$(\textit{\,#2\,})
                             1861 }
```

2.27 petri.sty

\liPetriSetzeSchluessel

```
1863 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1864 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-petri}[2020/12/03]
Let-Abkürzungen
\let\t=\liPetriTransitionsName
\let\tp=\liPetriTransPfeile
\let\k=\liPetriErreichKnotenDrei
1865 \RequirePackage{tikz}
1866 \usetikzlibrary{petri,arrows.meta}
   Für die Darstellungsmatrix
1867 \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}
}
1868 \def\liPetriSetzeSchluessel{%
      \def\TmpTransitionOne{}%
1869
      \def\TmpTransitionTwo{}%
1870
1871
      \def\TmpTransitionThree{}%
1872
      \def\TmpTransitionFour{}%
      \def\TmpTransitionFive{}%
1873
      \def\TmpTransitionSix{}%
1874
1875
      \def\TmpTransitionSeven{}%
      \def\TmpTransitionEight{}%
1876
1877
      \def\TmpTransitionNine{}%
1878
      \def\TmpTransitionTen{}%
      \pgfkeys{/petri/.cd,
1879
        p1/.store in=\TmpPlaceOne,p1/.default=0,p1,
1880
1881
        p2/.store in=\TmpPlaceTwo,p2/.default=0,p2,
1882
        p3/.store in=\TmpPlaceThree,p3/.default=0,p3,
        p4/.store in=\TmpPlaceFour,p4/.default=0,p4,
1883
        p5/.store in=\TmpPlaceFive,p5/.default=0,p5,
1884
```

```
p6/.store in=\TmpPlaceSix,p6/.default=0,p6,
                           1886
                                   p7/.store in=\TmpPlaceSeven,p7/.default=0,p7,
                           1887
                                   p8/.store in=\TmpPlaceEight,p8/.default=0,p8,
                                   p9/.store in=\TmpPlaceNine,p9/.default=0,p9,
                           1888
                                   p10/.store in=\TmpPlaceTen,p10/.default=0,p10,
                           1889
                                   t1/.store in=\TmpTransitionOne,t1/.default=activated,
                           1890
                                   t2/.store in=\TmpTransitionTwo,t2/.default=activated,
                           1891
                           1892
                                   t3/.store in=\TmpTransitionThree,t3/.default=activated,
                                   t4/.store in=\TmpTransitionFour,t4/.default=activated,
                           1893
                                   t5/.store in=\TmpTransitionFive,t5/.default=activated,
                           1894
                                   t6/.store in=\TmpTransitionSix,t6/.default=activated,
                           1895
                           1896
                                   t7/.store in=\TmpTransitionSeven,t7/.default=activated,
                                   t8/.store in=\TmpTransitionEight,t8/.default=activated,
                           1897
                                   t9/.store in=\TmpTransitionNine,t9/.default=activated,
                           1898
                                   t10/.store in=\TmpTransitionTen,t10/.default=activated,
                           1899
                                   scale/.store in=\TmpScale,scale/.default=0.5,
                           1900
                                   x/.store in=\TmpX,x/.default=5,
                           1901
                                   y/.store in=\TmpY,y/.default=5,
                           1902
                           1903
                                 }%
                           1904 }
                           1905 \tikzset{
                                 li petri/.style={
                           1906
                                   activated/.style={
                           1907
                           1908
                                     very thick
                           1909
                                   inhibitor/.style={
                           1910
                                     {Circle[open,length=2mm,fill=white]}-
                           1911
                           1912
                           1913
                                 }
                           1914 }
                           Let-Abkürzung: \let\t=\liPetriTransitionsName
  \liPetriTransitionsName
                               \$t_(\d+)\$ \t$1
                           1915 \def\liPetriTransitionsNameOhneMathe#1{t\sb{#1}}
                           1916 \def\liPetriTransitionsName#1{
                           1917
                                 \ifmmode
                                   \liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}
                           1918
                           1919
                                   $\liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}$
                           1920
                           1921
                                 \fi
                           1922 }
                           Let-Abkürzung: \let\t=\liPetriErreichTransition
\liPetriErreichTransition
                           1923 \NewDocumentCommand{ \liPetriErreichTransition } { m m m 0{} 0{} } {
                           1924 \draw[->] (#1) edge[#4] node[pos=0.5,auto,sloped,#5]{$t\sb{#3}$} (#2);
                           1925 }
\liPetriErreichKnotenDrei Let-Abkürzung: \let\k=\liPetriErreichKnotenDrei
                           1926 \def\liPetriErreichKnotenDrei#1#2#3{(#1,#2,#3)}
      \liPetriTransPfeile Let-Abkürzung: \let\tp=\liPetriTransPfeile
                           1927 \def\liPetriTransPfeile#1{$\rightarrow \hspace{0.4cm} \liPetriTransitionsName{#1} \hspace{0...
                           1928
```

2.28 potenzmengen-konstruktion.sty

```
1929 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                               1930 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-potenzmengen-konstruktion}[2021/02/21 Hilfsmakros
                               1931 einzusetzen bei der Potenzmengen-Konstruktion (Potenzmengen-Algorithmus)]
                               1932 \liLadePakete{formale-sprachen}
                               1933 \ExplSyntaxOn
                                \left| def \right| 
                                  \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}{1|1|1}
                                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{nummer}{latex3 str_case:nn}
  \liZustandsMengenSammlung
                                  \left| def \right| 
                                    \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}
                                    }
                                  }
                               1934 \verb|\def\liZustandsMengenSammlung#1#2{|}
                                     \liZustandsnameGross{#1}
                               1935
                                     {
                               1936
                               1937
                                       \footnotesize
                                       \liPotenzmenge{
                               1938
                               1939
                                         \str_case:nn {#1} #2
                               1940
                               1941
                               1942 }
\liZustandsMengenSammlungNr
                               1943 \def\liZustandsMengenSammlungNr#1#2{
                                     \liZustandsnameGross{#1}
                                     {
                               1945
```

```
1946 \footnotesize
1947 \liZustandsmengeNr{
1948 \str_case:nn {#1} #2
1949 }
1950 }
1951 }

1952 \ExplSyntaxOff
```

2.29 pseudo.sty

```
1954 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1955 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-pseudo}[2020/12/30 Paket zum Setzen
1956 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 $(V, E' \cup \lbrace e\rbrace)$ keinen Kreis enthält}{
     $E'\leftarrow E'\cup \lbrace e\rbrace $\;
  }
}
 \KwResult{$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

```
Data: 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 do

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\ then
E' \leftarrow E' \cup \{e\};
end
end
Result: M = (V, E') ist ein minimaler Spannbaum von G.
```

1957 \RequirePackage[german,boxruled]{algorithm2e}

2.30 pumping-lemma.sty

```
1959 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                       1960 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-pumping-lemma}[2021/08/11 Enthält die
                       1961 Definitionen für das Pumping-Lemma in der Regulären Sprache und
                       1962 in der Kontextfreien Sprache]
   \liPumpingRegulaer
                       1963 \def\liPumpingRegulaer{%
                             Es sei $L$ eine reguläre Sprache. Dann gibt es eine Zahl $j$, sodass für
                       1964
                             alle Wörter $\omega \in L$ mit $|\omega| \geq j$ (jedes Wort $\omega$ in
                       1965
                             $L$ mit Mindestlänge $j$) jeweils eine Zerlegung $\omega = uvw$
                       1966
                             existiert, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
                       1967
                       1968
                       1969
                             \begin{enumerate}
                       1970
                             \item $|v| \geq 1$
                       1971
                             (Das Wort $v$ ist nicht leer.)
                       1972
                       1973
                             \item $|uv| \leq j$
                       1974
                              (Die beiden Wörter $u$ und $v$ haben zusammen höchstens die Länge $j$.)
                       1975
                             \item Für alle $i = 0, 1, 2, \dots$ gilt $uv^iw \in L$
                       1976
                             (Für jede natürliche Zahl (mit $0$) $i$ ist das Wort $uv^{i}w$ in der
                       1977
                       1978
                             Sprache $L$)
                             \end{enumerate}
                       1979
                       1980
                             Die kleinste Zahl $j$, die diese Eigenschaften erfüllt, wird
                             Pumping-Zahl der Sprache $L$ genannt.\footcite{wiki:pumping-lemma}
                       1983 }
\liPumpingKontextfrei
                       1984 \def\liPumpingKontextfrei{\%
                             Es sei $L$ eine kontextfreie Sprache. Dann gibt es eine Zahl $j$, sodass
                             sich alle Wörter \infty \in L mit |\omega | \neq j zerlegen lassen in
                             $\omega = uvwxy$, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
                       1987
                       1988
                       1989
                             \begin{enumerate}
                       1990
                             \item $|vx| \geq 1$
                       1991
                             (Die Wörter $v$ und $x$ sind nicht leer.)
                       1992
                             \star \ \item \|vwx\| \leq j
                       1993
                              (Die Wörter $v$, $w$ und $x$ haben zusammen höchstens die Länge $j$.)
                       1994
                       1995
                             \item Für alle $i \in \mathbb{N}_0$ gilt $u v^i w x^i y \in L$ (Für jede
                       1996
                             natürliche Zahl (mit $0$) $i$ ist das Wort $u v^i w x^i y$ in der
                       1997
                             Sprache $L$)
                       1998
                       1999
                              \end{enumerate}
                       2000 }
                       2001
```

2.31 quicksort.sty

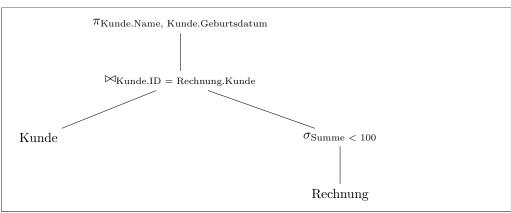
```
2002 % https://tex.stackexchange.com/a/142634
2003 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2004 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-quicksort}[2020/06/12]
2006 %-----
2007 % USAGE:
2008 % \QSinitialize{comma, separated, numerical, values}
2009 % \loop
2010 \% \QSpivotStep
2011 % \ifnum\value{pivotcount}>0
2012 %
       \QSsortStep
2013 % \repeat
2014 %-----
2015
2016 % xintfrac does not load xinttools, this must be done explicitely if needed as here.
2017 \RequirePackage{xintfrac, xinttools}
2018
2019 \RequirePackage{tikz}
2020
2021 %-----
2022 % FIRST PART: TikZ styles and macros for the actual drawing
2023 \newcounter{cellcount}% used for coordinates of the node
2024 \newcounter{pivotcount}% when it will remain at zero, will signal the sort is finished.
2026 % Styles defined by Tom Bombaldi. (modified: all share the same size)
2027 % (re-modified \bf -> \bfseries due to extremely annoying warnings from
2028 % KOMA-script which are truly a pain and do not make any sense regarding \bf:
2029 % if I want to use \bf, and know what I am doing, why should I get HARASSED
2030\;\text{\%} by police of LaTeX good conduct ? )
2031 \tikzset{1/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=lime!70!gray},
           o/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=olive!50},
2032
2033
           r/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black,
2034 \% this is the "b" style as used in the image below
            b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black,
2036 % nicer:
2037
           b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=white, text=magenta
2038
           g/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=gray, text=white, :
2039
2040~\% NOTE the b style was originally the same as the r(aised) style apart from
2041~\% not being raised, but I find it nicer with a somewhat different
2042 % specification. I have not updated the images though.
2043
2044~\% How the nodes are drawn depending on whether on the left of the pivot value
2045~\% or on the right, or is a pivot value, or a raised pivot during selection phase.
2047 \def\DecoLEFT #1{%
2048
      \xintFor* ##1 in {#1} \do
       {\stepcounter{cellcount}\node[o] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2049
2050 }
2051
2052 \def\DecoINERT #1{%
      \xintFor* ##1 in {#1} \do
2053
      \label{locality} $$ {\cellcount}\in[g] $ at (\arabic{cellcount},0) $$ {\#1};}% $$
2054
2055 }
2056
2057 \def\DecoRIGHT #1{%
      \xintFor* ##1 in {#1} \do
2058
      \label{locality} $$ \operatorname{cellcount} \in [1] $ at (\arabic{cellcount},0) {\##1};}% $
2059
2060 }
2061
2062 \def\DecoLEFTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
       \xintFor* ##1 in {#1} \do
```

```
{\stepcounter{cellcount}%
2064
2065
                  \xintifForLast {\node[r]}{\node[o]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2066 }
2067
2068 \def\DecoINERTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
                \xintFor* ##1 in {#1} \do
2069
                {\stepcounter{cellcount}%
2070
                  \mbox{xintifForLast } {\node[b]}{\node[g]} at (\arabic{cellcount},0) {$\#$1};}%
2071
2072 }
2074 \def\DecoRIGHTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
                \xintFor* ##1 in {#1} \do
2075
                {\stepcounter{cellcount}%
2076
                  \xintifForLast {\node[r]}{\node[l]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2077
2078 }
2079
2080 %-----
2081 % SECOND PART: the actual sorting routines.
2082
2083 \def\QS@sort@a #1{\expandafter \QS@sort@b \expandafter {\xintLength {#1}}{#1}}
2084 \ensuremath{\mbox{def}\mbox{\sc qs}} \ensuremath{\mbox{\sc qs}} \ens
                                               \expandafter\QS@sort@empty
2085
2086
                                         \or\expandafter\QS@sort@single
2087
                                      \else\expandafter\QS@sort@c
2088
                                      \fi
2089 }%
2090 \def\QS@sort@empty #1{}
2091 \def\QS@sort@single #1{\QSIr {#1}}
2093 % This step is to pick the last as pivot.
2094 \def\QS@sort@c #1%
            {\operatorname{QS@sort@d}}_{1}_{1}_{1}_{1}}
2096
2097 % Here \QSLr, \QSIr, \QSr have been let to \relax.
2098 % The trick with \xintApplyUnbraced is that for example when selecting
2099 % the elements smaller than pivot, if we had been using \xintApply we
2100\;\text{\%} would have had at the minimum an empty brace pair. Thus we use the
2101 \% "unbraced" variant, but then the \QS@select@smaller has added in
2102 \% anticipation a level of braces.
2103 \def\QS@sort@d #1#2{%
2104
              \QSLr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@smaller {#1}}{#2}}%
2105
              \QSIr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@equal
2106
              \QSRr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@greater {#1}}{#2}}%
2107 }%
2108 \def\QS@select@smaller #1#2{\xintifLt {#2}{#1}{{#2}}{ }}% space will stop a f-
       expansion
2109 \def\QS@select@equal #1#2{\xintifEq {#2}{\#1}{{#2}}{ }}% space will stop a f-
      expansion
2110 \def\QS@select@greater #1#2{\xintifGt \{#2\}_{\#1}_{\#2}_{\}} space will stop a f-
      expansion
2111
2112 %
2113 % NOTE 1: thus, each comparison with the pivot is done three (!) times.
2115 % NOTE 2: we may well end up with \QSLr {<empty>} situations. This is handled
2116 % silently by the \times the \times and also when \QSLr becomes \QSC sort\QSC , the
2117 % latter must handle correctly an empty argument.
2118
2119 %-----
2120 % THIRD PART: the main macros \QSpivotStep, \QSsortStep and \QSinitialize.
2121
2122 % This draws all with suitable highlighting for the newly chosen pivots
2123 % (which will be shown raised)
```

```
2124 \def\QSpivotStep {\let\QSLr\DecoLEFTwithPivot
2125
                     \let\QSIr\DecoINERT
2126
                     \let\QSIrr\DecoINERT
                     \let\QSRr\DecoRIGHTwithPivot
2127
2128 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}%
                \setcounter{cellcount}{0}\setcounter{pivotcount}{0}%
2129
2130
                \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2131 }
2132
2133 % This sorts and then draws, showing where the pivot chosen in the previous
2134 % step go. Next time they will have become "inert". If pivotcount is still at
2135 % zero on exit from \QSpivotStep, then this is the signal to stop before
2136 % executing \QSsortStep.
2137 \def\QSsortStep {\def\QSLr {\noexpand\QS@sort@a}%
                      \def\QSRr {\noexpand\QS@sort@a}%
2138
                      \def\QSIr {\noexpand\QSIrr}%
2139
                      \let\QSIrr\relax
2140
                         \edef\QS@list{\QS@list}%
2141
                     \let\QSLr\relax
2142
                     \let\QSRr\relax
2143
2144
                     \let\QSIr\relax
2145
                         \edef\QS@list{\QS@list}%
2146
                     \let\QSLr\DecoLEFT
                     \let\QSIr\DecoINERTwithPivot
2147
                     \let\QSIrr\DecoINERT
2148
                     \let\QSRr\DecoRIGHT
2149
2150 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}}%
                \setcounter{cellcount}{0}%
2151
2152
                \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2153 }
2154
2155 \def\QSinitialize #1{%
        \% first, we convert the comma separated values into a list of braced items
        \mbox{\ensuremath{\mbox{\%}}} we use an \edef, and anyhow many \edef's will be used later
2157
        \edef\QS@list {\noexpand\QSRr {\xintCSVtoList {#1}}}%
2158
        \let\QSRr\DecoRIGHT
2159
        \% The \QSRr marker mutated to draw the last element as
2160
        \% pivot and the earlier ones with the suitable style.
2161
2162
2163
        % The list of marked braced items \QS@list is used both for drawing
2164
        % (as here) and for doing the exchange of elements during sort.
2165
        \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}\setcounter{cellcount}{0}%
2166
                     \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2167 }
2168
```

2.32 relationale-algebra.sty

```
2169 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2170 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-relationale-algebra} [2020/12/11]
2171 \RequirePackage{amsmath}
2172 \RequirePackage{amssymb}
   Zum Zeichen 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) {$\sigma_{\text{Summe < 100}}$}</pre>
     edge (theta join);
   \node[below=of sigma rechnung]
     {Rechnung}
     edge(sigma rechnung);
 \end{tikzpicture}
```



2.33 rmodell.sty

```
2182 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                          2183 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-rmodell} [2020/09/01
                          2184 Makros und Umgebungen zum Setzen des Relationenmodells beim Thema
                          2185 Datenbanken.]
                          2186 \RequirePackage{soul}
                          Let-Abkürzungen
                          \let\a=\liAttribut
                          \let\f=\liFremd
                          \let\p=\liPrimaer
                          \let\r=\liRelationMenge
              \liPrimaer \liPrimaer{text}: Unterstreichung für den Primärschlüssel
                          2187 \def = maer#1{ul{#1}}
                \liFremd \liFremd{text}: Überstreichung für den Fremdschlüssel
                          2188 \end{1}{{\tt setul}{-0.9em}{}}\ul{\#1}}}
                          \begin{liRmodell} \end{liRmodell}: Kleinere Schrift und Schreibmaschinenschrift.
               liRmodell
                          2189 \def\li@Rmodell@Schrift{\footnotesize\ttfamily}
                          2190 \ExplSyntaxOn
                          2191 \NewDocumentEnvironment { liRmodell }
                          2192 { +b }
                          2193 {
                          2194
                                \medskip
                          2195
                                {
                          2196
                                  \linespread{2}
                                  \setlength{\parindent}{Opt}
                          2197
                                  \li@Rmodell@Schrift#1
                          2198
                          2199
                                }
                          2200
                                \medskip
                          2201 } {}
                          2202 \ExplSyntaxOff
        \liRelationMenge
                          Let-Abkürzung: \let\r=\liRelationMenge
                             \liRelationMenge{name}{attribut, attribut}: Umhüllen der Attribute mit geschweiften
                          und dann eckigen Klammern.
                          2203 \def\liRelationMenge#1#2{
                          2204 \setminus noindent
                          2205 #1 : \{[ #2 ]\}
                          2206 \par
                          2207 }
             \liAttribut Let-Abkürzung: \let\a=\liAttribut
                             \liAttribut{text}: Gleiche Schrift wie Umgebung liRmodell
                          2208 \def\liAttribut#1{{\li@Rmodell@Schrift#1}}
                          Dummy-Umgebung, zum Parsen durch Java gedacht.
liRelationenSchemaFormat
                           \begin{liRelationenSchemaFormat}
                           Springer(Startnummer*, Nachname, Vorname, Geburtsdatum, Körpergröße)
                           Sprung(SID*, Beschreibung, Schwierigkeit)
                           springt(SID[Sprung], Startnummer[Springer], Durchgang)
                           \end{liRelationenSchemaFormat}
                          2209 \NewDocumentEnvironment { liRelationenSchemaFormat }{ +b } {} {}
                          2210
```

2.34 sortieren.sty

```
2211 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2212 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-sortieren}[2020/06/10 Schaubilder
2213 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} :
   \liSortierPfeil{one}{two}
   \liSortierPfeil{two}{three}
   \liSortierPfeil(two){three}
   \liSortierPfeilUnten{three}{one}
}
```

```
2214 \RequirePackage{tikz}
2215 \usetikzlibrary{shapes.multipart,positioning}
```

\liVertauschen

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

```
2216 \def\liVertauschen#1{
2217  \directlua{
2218    local sortieren = require('lehramt-informatik-sortieren')
2219    sortieren('#1')
2220  }
2221 }
```

\liSortierPfeil

```
2222 \def\liSortierPfeil#1#2{
2223 \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 north) -- ++(0,0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 north);
2224 }
```

\liSortierPfeilUnten

```
2225 \def\liSortierPfeilUnten#1#2{
2226 \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 south) -- ++(0,-0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 south)
2227 }
```

\liSortierMarkierung

```
2228 \def\liSortierMarkierung#1#2{\node[
2229 draw,
2230 very thick,
2231 fit=(reihe.#1) (reihe.#2),
2232 inner sep=Opt
2233] {};
2234 }
2235 \tikzset{
2236 li sortierung zahlenreihe/.style={
2237
        draw,
2238
        thin,
        font=\large,
        rectangle split horizontal,
2240
2241
        rectangle split,
2242 }
2243 }
```

```
2244 % https://tex.stackexchange.com/a/140895
2245 \RequirePackage{forest,xstring}
2246 \usetikzlibrary{calc}
2247
2248 \makeatletter
2249 \pgfmathdeclarefunction{strrepeat}{2}{%
      \begingroup\pgfmathint{#2}\pgfmath@count\pgfmathresult
2251
        \let\pgfmathresult\pgfutil@empty
        \pgfutil@loop\ifnum\pgfmath@count>0\relax
2252
          \expandafter\def\expandafter\pgfmathresult\expandafter{\pgfmathresult#1}%
2253
2254
          \advance\pgfmath@count-1\relax
2255
        \pgfutil@repeat\pgfmath@smuggleone\pgfmathresult\endgroup}
2256 \makeatother
2257
2258 \def\myNodes{}
2259
2260 \ExplSyntaxOn
2261 \newcommand*\sortList[1]{%
      \clist_sort:Nn#1{\int_compare:nNnTF{##1}>{##2}\sort_return_swapped:\sort_return_same:}}
2263 \ExplSyntaxOff
2264
2265 \setminus forestset{}
      sort/.code={%
2266
        \pgfmathparse{level()>\forestSortLevel}%
2267
        \ifnum\pgfmathresult=0
2268
          \StrSubstitute{\forestov{content}}{ }{,}[\myList]%
2269
          \sortList\myList
2270
          \StrSubstitute{\myList}{,}{ }[\myList]%
2271
          \pgfmathparse{strrepeat("1",level())}%
2272
          \xappto\myNodes{\noexpand\node at ($(\forestov{name}|-m)!-1!(\forestov{name})$)
2273
            (m\forestov{name}) {\myList}}%
2274
          \pgfmathparse{level()==\forestSortLevel}%
2275
2276
          \ifnum\pgfmathresult=1
            \forestOget{\forestov{@first}}{name}\forestFirst
2277
2278
            \forestOget{\forestov{@last}}{name}\forestLast
            \xappto\myNodes{{[<-]edge (\forestOv{\forestov{@first}}{name})
2279
              \ifx\forestFirst\forestLast\else edge (\forestOv{\forestov{@last}}{name})\fi}}%
2280
          \fi
2281
          \ifnum\forestov{@parent}=0\else
2282
2283
            \xappto\myNodes{edge (m\forestOv{\forestov{@parent}}{name})}%
2284
2285
          \gappto\myNodes{;}%
2286
        fi}
2287
2288 \forestset{sort level/.code=%
      \pgfmathparse{#1}\let\forestSortLevel\pgfmathresult
2289
      \pgfmathparse{strrepeat("1",\forestSortLevel+1)}\let\forestOnes\pgfmathresult}
2290
2291
```

2.35 spalten.sty

```
2292 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2293 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-spalten}[2020/12/07 Lädt das Paket
2294 "multicol", damit mehrspaltiger Satz mit Hilfe der Umgebung "multicols" 2295 realisiert werden kann.]
2296 \RequirePackage{multicol}
```

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

2297 \def\liSpaltenUmbruch{\vfill\strut\columnbreak}

2.36 struktogramm.sty

2299 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2300 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-struktogramm}[2021/01/31 Lädt das
2301 Paket struktex zum Setzen von Struktogrammen]
2302 \RequirePackage{struktex}
2303

2.37 syntax.sty

```
2304 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2305 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-syntax}[2020/06/10 Ein Hüll-Paket um
2306 `minted`, das sich um die Syntax-Hervorhebung des Java-Codes kümmert.]
2307 \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.

```
Let-Abkürzungen
```

\liJavaCode

\liJavaDatei

\li@GithubLink

```
\let\j=\liJavaCode
              \let\s=\liSqlCode
              2308 \ExplSyntaxOn
              2309 \directlua{
              2310 syntax = require('lehramt-informatik-syntax')
                    syntax.importiere_konfiguration('tex_repo_lokaler_pfad', '\LehramtInformatikRepository')
                    syntax.importiere_konfiguration('github_domain', '\LehramtInformatikGithubDomain')
                    syntax.importiere_konfiguration('github_raw_domain', '\LehramtInformatikGithubRawDomain')
                    syntax.importiere_konfiguration('github_tex_repo', '\LehramtInformatikGithubTexRepo')
              2314
                    {\tt syntax.importiere\_konfiguration('github\_code\_repo', '\LehramtInformatikGithubCodeRepo')}
              2316
                    syntax.importiere_konfiguration('git_branch', '\LehramtInformatikGitBranch')
              2317 }
              2318 \RequirePackage{hyperref}
              2319 \RequirePackage{minted}
              2320 \% pygmentize -L styles
              2321 \verb|\usemintedstyle{colorful}|
              2322 %\BeforeBeginEnvironment{minted}{\begin{mdframed}}
              2323 %\AfterEndEnvironment{minted}{\end{mdframed}}
              2324 %\setminted{breaklines=true,linenos}
              2325 \setminus setminted{
              2326 breaklines=true,
              2327
                    linenos,
              2328
                    fontsize=\footnotesize,
              2329 }
              Im Zeilenfluss einen kurzen Java-Code-Ausschnitt setzen.
              Let-Abkürzung: \let\j=\liJavaCode
              2330 \def\liJavaCode#1{\,\mintinline{java}|#1|\,}
\lilatexCode Im Zeilenfluss einen kurzen LATFX-Code-Ausschnitt setzen.
              2331 \def\liLatexCode#1{\mintinline{latex}|#1|}
              2332 \def = 0
              2333
                    \begin{flushright}
              2334
                      \tinv
              2335
                      Code-Beispiel~auf~Github~ansehen:~
                      \href{#1}{\nolinkurl{#2}}
              2336
                    \end{flushright}
              2337
              2338 }
              Eine komplette Java-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/main/java/org/bschlangaul
              2339 \NewDocumentCommand{\liJavaDatei}{ O{firstline=3} m }{
                    \inputminted[#1]{java}{
              2340
              2341
                      \directlua{
              2342
                        syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', false)
              2343
              2344
```

```
{\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', false)}}
                      2347
                              {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', false)}}
                      2348 }
                      Eine komplette Java-Test-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/test/java/org/bschlangaul
   \liJavaTestDatei
                      liegt.
                      2349 \NewDocumentCommand{\liJavaTestDatei}{ O{firstline=3} m }{
                      2350
                            \inputminted[#1]{java}{
                      2351
                              \directlua{
                      2352
                                syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', true)
                      2353
                      2354
                      2355
                            \li@GithubLink
                      2356
                              {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', true)}}
                      2357
                              {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', true)}}
                      2358 }
      \liJavaExamen
                      \liJavaExamen{66116}{2015}{03}{Kunde} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \\liJavaDatei(\[...]
                      \\liJavaExamen$1{$2}{$3}{$4}{$5}
                      2359 \NewDocumentCommand{\liJavaExamen}{ O{firstline=3} m m m }{
                            \inputminted[#1]{java}{
                      2361
                              \directlua{
                      2362
                                syntax.drucke_absoluten_examens_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')
                      2363
                            }
                      2364
                      2365
                            \li@GithubLink
                      2366
                            \label{lem:continuity} $$ \left( \frac{syntax.drucke\_github\_examens\_url('#2', '#3', '#4', '#5')} \right) $$
                      2367
                            {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
                      2368
                      2369 }
   \liAssemblerCode
                      2370 \def\liAssemblerCode#1{\mintinline{asm}|#1|}
                     \liAssemblerDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Assembler-Datei.
  \liAssemblerDatei
                      2371 \NewDocumentCommand{\liAssemblerDatei}{ m }{
                            \inputminted{asm}{#1}
                      2373 }
                      \liMinispracheDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Minisprachen-Datei
\liMinispracheDatei
                      (Hochsprache für die Minimaschine von Albert Wiedemann).
                      2374 \NewDocumentCommand{\liMinispracheDatei}{ m }{
                      2375 \inputminted{componentpascal}{#1}
                      2376 }
     \liHaskellCode
                      \liHaskellCode{haskell}: Zum Setzen von Haskell-Code.
                      2377 \def \liHaskellCode#1{\mintinline{haskell}|#1|}
                     \liHaskellDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Haskell-Datei.
    \liHaskellDatei
                      2378 \NewDocumentCommand{\liHaskellDatei}{ m }{
                      2379
                            \inputminted{haskell}{#1}
                      2380 }
                      2381 \ExplSyntaxOff
                      \liHaskellCode{sql}: Zum Setzen von SQL-Code.
         \liSqlCode
                      Let-Abkürzung: \let\s=\liSqlCode
                      2382 \end{area} $$2382 \end{area} \end{area} \end{area} $$1{\mintinline{sql}|\#1|}
```

2.38 syntaxbaum.sty

```
2384 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2385 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-syntaxbaum}[2021/02/14 Zum Setzen von
2386 Syntaxbäumen mit Hilfe des Pakets tikz-qtree]
2388
2389 \tikzset{li parsetree/.style={
       every internal node/.style={
2390
         draw,circle
2391
2392
       every leaf node/.style={
2393
2394
         draw, rectangle
2395
     }
2396
2397 }
2398
```

2.39 synthese-algorithmus.sty

```
2399 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2400 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-synthese-algorithmus} [2021/03/19
2401 Hilfsmakros zum Setzen des Synthese-Algroithmuses zur Umformung einer
2402 Relation in die 3. Normalform]
2403 \ \verb|\like| like Pakete \{normal formen, mathe, typographie\}
2404 \ExplSyntaxOn
 \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}
```

1. Kanonische Überdeckung

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

(a) Linksreduktion

— Führe für jede funktionale Anhängigkeit $\alpha \to \beta \in F$ die Linksreduktion durch, überprüfe also für alle $A \in \alpha$, ob A überflüssig ist, d. h. ob $\beta \subseteq AttrH\"ulle(F, \alpha - A)$.

(b) Rechtsreduktion

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

(c) Löschen leerer Klauseln

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

(d) Vereinigung

— Fasse mittels der Vereinigungsregel funktionale Abhängigkeiten der Form $\alpha \to \beta_1, \ldots, \alpha \to \beta_n$, so dass $\alpha \to \beta_1 \cup \cdots \cup \beta_n$ verbleibt.

2. Relationsschemata formen

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

3. Schlüssel hinzufügen

4. Entfernung überflüssiger Teilschemata

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

```
	ext{liSyntheseUeberschrift} Let-Abk\ddot{	ext{urzung:}} \let\schritt=\liSyntheseUeberschrift
                        2405 \def\liSyntheseUeberschrift#1{
                        2406
                                \bfseries
                        2407
                        2408
                                \sffamily
                        2409
                                \str_case:nn {#1} {
                                  {1} {Kanonische~Überdeckung}
                        2410
                                  {1-1} {Linksreduktion}
                        2411
                                  {1-2} {Rechtsreduktion}
                        2412
                                  {1-3} {Löschen~leerer~Klauseln}
                        2413
                        2414
                                  {1-4} {Vereinigung}
                        2415
                                  {2} {Relationsschemata~formen}
                                  {3} {Schlüssel~hinzufügen}
                        2416
                                  {4} {Entfernung~überflüssiger~Teilschemata}
                        2417
                        2418
                                }
                        2419
                              }
                        2420 }
                        Let-Abkürzung: \let\erklaerung=\liSyntheseErklaerung
 \liSyntheseErklaerung
                        2421 \def\li@synthese@erklaerung@texte#1{
                        2422
                              \str_case:nn {#1} {
                        2423
                                {1} {
                                  Die~kanonische~Überdeckung~-~also~die~kleinst~mögliche~noch~
                        2424
                                  äquivalente~Menge~von~funktionalen~Abhängigkeiten~kann~in~vier~
                        2425
                        2426
                                  Schritten~erreicht~werden.
                                }
                        2427
                        2428
                                \{1-1\}
                                  Führe~für~jede~funktionale~Anhängigkeit~
                        2429
                                  $\alpha~\rightarrow~\beta~\in~F$~die~Linksreduktion~durch,~
                        2430
                                  überprüfe~also~für~alle~
                        2431
                                  $A~\in~\alpha$,~ob~$A$~überflüssig~ist,~d.~h.~ob~
                        2432
                        2433
                                  $\beta~\subseteq~\liAttributHuelle{F,~\alpha~-~A}.$
                        2434
                        2435
                                {1-2} {
                        2436
                                  Führe~für~jede~(verbliebene)~funktionale~Abhängigkeit~$\alpha~
                        2437
                                  \rightarrow~\beta$~die~Rechtsreduktion~durch,~überprüfe~also~für~
                        2438
                                  alle~$B~\in~\beta$,~ob~$B~\in~\liAttributHuelle{F~-~(\alpha~
                                  \rightarrow~\beta)~\cup~(\alpha~\rightarrow~(\beta~-~B)),~
                        2439
                                  \alpha}$~gilt.~In~diesem~Fall~ist~B~auf~der~rechten~Seite~
                        2440
                                  überflüssig~und~kann~eleminiert~werden,~\dh~$\alpha~
                        2441
                                  \rightarrow~\beta$~wird~durch~$\alpha~\rightarrow~(\beta~-~B)$~
                        2442
                        2443
                                  ersetzt.
                                }
                        2444
                        2445
                                  Entferne~die~funktionalen~Abhängigkeiten~der~Form~$\alpha~
                        2446
                                  \rightarrow~\emptyset$,~die~im~2.~Schritt~möglicherweise~
                        2447
                        2448
                                  entstanden~sind.
                        2449
                                }
                        2450
                                \{1-4\} {
                        2451
                                  Fasse~mittels~der~Vereinigungsregel~funktionale~Abhängigkeiten~
                                  der~Form~$\alpha~\rightarrow~\beta\sb{1},~\dots,~\alpha~\rightarrow~
                        2452
                                  2453
                                  \beta\sb{n}$~verbleibt.
                        2454
                        2455
                                % Kemper Seite 197
                        2456
                        2457
                                  Erzeuge~für~jede~funktionale~Abhängigkeit~$\alpha~\rightarrow~
                        2458
                        2459
                                  2460
                                  :=~\alpha~\cup~\beta$.
                                }
                        2461
                                {3} {
                        2462
                        2463
                                  Falls~eines~der~in~Schritt~2.~erzeugten~Schemata~$R\sb{\alpha}$
                                  einen~Schlüsselkandidaten~von~$\mathcal{R}$$~bezüglich~$F\sb{c}$$
                        2464
```

```
2465
                                     enthält,~sind~wir~fertig,~sonst~wähle~einen~Schlüsselkandidaten~
                           2466
                                     $\mathcal{K}~\subseteq~\mathcal{R}$~aus~und~definiere~folgendes~
                                     \verb|zus| \verb| athcal{R} \verb| sh{\mathcal{K}}| - = \mathsf{K} \\
                           2467
                                     2468
                                   }
                           2469
                                   {4} {
                           2470
                                     Eliminiere~diejenigen~Schemata~$R\sb{\alpha}$,~die~in~einem~
                           2471
                                     anderen~Relationenschema~$R\sb{\alpha'}$~enthalten~sind,~d.~h.~
                           2472
                                     R\sb{\alpha'}\s.
                           2473
                           2474
                           2475
                                 }
                           2476 }
                           2477 \verb|\def\liSyntheseErklaerung#1{|}
                           2478
                           2479
                                   \itshape
                           2480
                                   \footnotesize
                           2481
                                   \verb|\liParagraphMitLinien{\liQsyntheseQerklaerungQtexte{#1}}|
                           2482
                           2483 }
                           Let-Abkürzung: \let\schrittE=\liSyntheseUeberErklaerung
\liSyntheseUeberErklaerung
                           2484 \verb|\def|| liSyntheseUeberErklaerung#1{|}
                                 \liSyntheseUeberschrift{#1}\par
                           2486
                                 \liSyntheseErklaerung{#1}
                           2487 }
                           2488 \ExplSyntaxOff
                           2489
```

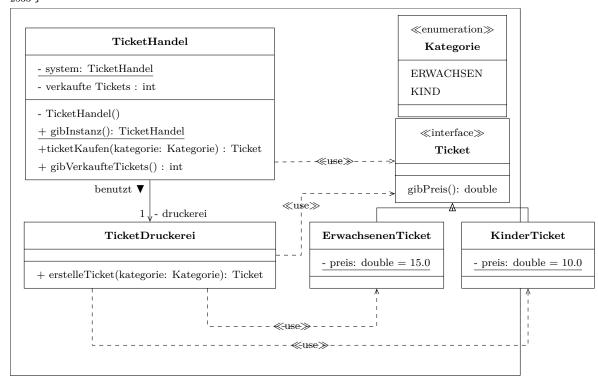
2.40 tabelle.sty

2.41 typographie.sty

```
2494 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                         2495 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-typographie}[2021/03/20 Typographische Makros,
                         2496 die das Erscheinungsbild verändern. Die Schriftdefinition sind in
                         2497 formatierung.sty definiert.]
                         2498 \ExplSyntaxOn
                            Mit dem Packet wasysym gab es Unverträglichkeiten, deshalb verwenden wir fontawe-
                         2499 \RequirePackage{fontawesome}
                        \liErledigt: У
          \liErledigt
                         2500 \left| \text{let} \right| 
       \liNichtsZuTun \liNichtsZuTun: ♥ Nichts zu tun
                         2501 \ensuremath{\texttt{NichtsZuTun}} \ensuremath{\texttt{CheckSquareO}}\ensuremath{\texttt{Nichts~zu~tun}}
                        \liParagraphMitLinien{Lorem ipsum...}:
\liParagraphMitLinien
                         — Lorem ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor
                         sit, ipsum dolor sit -
                         2502 \def\liParagraphMitLinien#1{
                         2503
                               \noindent
                               \vrule height 2pt depth -1.6pt width 0.4cm
                         2504
                         2505
                               \enspace
                         2506
                               #1
                               \enspace
                         2507
                               \leaders\vrule height 2pt depth -1.6pt \hfill \null
                        2508
                         2509
                               \mbox{medskip}
                         2510
                         2511 }
                         2512 \ExplSyntaxOff
                         2513
```

2.42 uml.sty

```
2514 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2515 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-uml}[2020/06/13 Ein Hüll-Paket um
2516 `tikz-uml', das einige Design-Einstellungen vornimmt und manche
2517 Erweiterung bereitstellt]
2518 \RequirePackage{tikz-uml}
2519 \RequirePackage{tikz-uml-activity}
2520 % Not compatible with wasysym
2521 %\RequirePackage{mathabx}
2522 \RequirePackage{wasysym}
2523 \usetikzlibrary{positioning}
2524 \tikzumlset{
2525
     fill class=white!0,
     font=\footnotesize,
2527
     fill object=white!0,
     fill note=white!0,
2529
     fill state=white!0,
2530
     % Use case
2531 fill usecase=white!0,
2532 fill system=white!0,
2533 }
```



\liUmlLeserichtung

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

```
2534 \NewDocumentCommand{ \liUmlLeserichtung } { O{dir=right} m } {
2535
      \def\@liDirLeft{}
2536
      \def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}
2537
      \pgfkeys{/lese/dir/.is choice}
      \pgfkeys{/lese/dir/up/.code={\def\@liDirRight{ \UParrow}}}
2538
      \pgfkeys{/lese/dir/down/.code={\def\@liDirRight{ \DOWNarrow}}}
2539
      \pgfkeys{/lese/dir/left/.code={\def\@liDirRight{}\def\@liDirLeft{\LEFTarrow }}}
2540
2541
      \pgfkeys{/lese/dir/right/.code={\def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}}}
2542
2543
      \def\@liPos{above}
2544
      \pgfkeys{/lese/pos/.code={\def\@liPos{##1}}}
2545
```

```
2546 \def\@liDistance{0cm}
2547 \pgfkeys{/lese/distance/.code={\def\@liDistance{##1}}}
2548
2549 \pgfkeys{/lese/.cd,#1}
2550
2551 \node[\@liPos = \@liDistance of #2-middle] {
2552 \@liDirLeft{\footnotesize#2}\@liDirRight
2553 };
2554 }
2555
```

2.43 vollstaendige-induktion.sty

```
2556 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                                                                      2557 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-vollstaendige-induktion}[2021/07/01
                                                                      2558 Hilfsmakros zum Setzen der Vollständigen Induktion, vor allem die
                                                                      2559 Überschriften für die einzelnen Schritte]
                                                                               Lade häufig benötigte Pakete
                                                                      2560 \RequirePackage{lehramt-informatik-typographie}
                                                                      2561 \RequirePackage{lehramt-informatik-mathe}
                                                                      2562 \RequirePackage{lehramt-informatik-syntax}
                                                                      2563 \ExplSyntaxOn
                  \liInduktionAnfang
                                                                      2564 \ensuremath{\mbox{\sc loss}}\xspace 12564 \ensuremath{\mbox{\sc l
                                                                      2565
                                                                                      \liPseudoUeberschrift{Induktionsanfang}
                                                                      2566
                                                                      2567
                                                                                      \%\ https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe\_f\"ur\_Nicht-Freaks:\_Vollst\"andige\_Induktion
                                                                      2568
                                                                                      \liParagraphMitLinien{
                                                                      2569
                                                                                           Beweise, ~dass~$A(1)$~eine~wahre~Aussage~ist.
                                                                      2570
                                                                      2571 }
\liInduktionVoraussetzung
                                                                      2572 \def\liInduktionVoraussetzung{
                                                                                      \liPseudoUeberschrift{Induktionsvoraussetzung}
                                                                      2574
                                                                      2575
                                                                                      % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
                                                                      2576
                                                                                      \liParagraphMitLinien{
                                                                      2577
                                                                                           Die~Aussage~$A(k)$~ist~wahr~für~ein~beliebiges~$k \in \mathbb{N}$.
                                                                      2578
                                                                      2579 }
               \liInduktionSchritt
                                                                      2580 \def\liInduktionSchritt{
                                                                                      \liPseudoUeberschrift{Induktionsschritt}
                                                                      2582
                                                                      2583
                                                                                      % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
                                                                      2584
                                                                                      \liParagraphMitLinien{
                                                                                           Beweise, ~dass~wenn~$A(n=k)$~wahr~ist,~
                                                                      2585
                                                                                           auch~$A(n=k+1)$~wahr~sein~muss.
                                                                      2586
                                                                      2587
                                                                      2588 }
                                                                      2589 \ExplSyntaxOff
                                                                      2590
```

2.44 wasserfall.sty

```
2591 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2592 \verb|\ProvidesPackage{lehramt-informatik-wasserfall}| [2020/06/10]|
2593 \RequirePackage{tikz}
2594 \tikzset{wasserfall/.style={
2595 >=stealth,
2596 node distance = 2mm and -8mm,
2597 start chain = A going below right,
2598
     every node/.style = {
       draw,
2599
2600
       text width=24mm,
2601
       minimum height=12mm,
2602
       align=center,
2603
        inner sep=1mm,
       fill=white,
2604
     drop shadow={fill=black},
2605
       on chain=A
2606
2607 },
2608 }}
2609 \usetikzlibrary{chains,positioning,shadows}
```

2.45 wpkalkuel.sty

```
2611 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                 2612 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-wpkalkuel}[2020/06/13]
                 Let-Abkürzungen
                 \let\wp=\liWpKalkuel
                 \let\equivalent=\liWpEquivalent
                 \let\erklaerung=\liWpErklaerung
                 2613 \RequirePackage{amsmath}
                 2614 \ExplSyntaxOn
                Let-Abkürzung: \let\wp=\liWpKalkuel
  \liWpKalkuel
                 2616
                      \text{wp}(\texttt{\scriptsize"#1"},\thinspace #2)
                 2617 }
                 2618 \left| \frac{11}{4} \right|
                 2619
                       \ifmmode
                         \liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}
                 2620
                 2621
                 2622
                         $\liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}$
                 2623
                       \fi
                 2624 }
      \MatheEnv
                 2625 \left(MatheEnv#1{}\right)
                       \medskip
                 2626
                 2627
                 2628
                       \hspace{1em}#1
                 2629
                 2630
                       \medskip
                 2631 }
        \Mathe
                 2632 \left\ \frac{1}{2} \right.
                 2633 \MatheEnv{$#1$}
                 2634 }
\liWpEquivalent Let-Abkürzung: \let\equivalent=\liWpEquivalent
                 2635 \def\liWpEquivalent#1{
                       \MatheEnv{$\equiv$\hspace{1em}$#1$}
                 2637 }
                 Let-Abkürzung: \let\erklaerung=\liWpErklaerung
\liWpErklaerung
                 2638 \newlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}
                 2639 \def\liWpErklaerung#1{
                      \setlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}{\leftskip}
                 2640
                 2641
                       \setlength{\leftskip}{0.5cm}
                 2642
                 2643
                       \par
                 2644
                       \noindent
                 2645
                 2646
                         \scriptsize
                 2647
                         #1
                 2648
                       }
                 2649
                 2650
                       \setlength{\leftskip}{\@Skip@Erklaerung@Reset}
                 2651
                 2652 }
```

```
2653 \def\liWpErklaerungVerzweigung{
2654  $\liWpKalkuelOhneMathe{if~\{~b~\}~then~\{~a1~\}~else~\{~a2~\}}{Q}}
2655  \equiv
2656  (b \land \liWpKalkuelOhneMathe{a1}{Q})
2657  \lor
2658  (\neg b \land \liWpKalkuelOhneMathe{a2}{Q})$
2659 }
2660 \ExplSyntaxOff
2661
```

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	\alpha 2430, 2432, 2433,	\bowtie
\# 109	2436, 2438, 2439,	2175, 2178, 2179, 2180
\ , 331, 386,	2440, 2441, 2442,	\Box 159
1063, 1065, 1551,	2446, 2452, 2453,	\boxtimes 463
1552, 1553, 1860, 2330	2458, 2459, 2460,	
\@Skip@Erklaerung@Reset	2463, 2471, 2472, 2473	C
2638, 2640, 2651	\arabic 1126, 2049, 2054,	\c 1209, 1210
\Qafterheading 1518	2059, 2065, 2071, 2077	\cdot 1595, 1648, 1659
\@afterindentfalse . 1518	\arraystretch 1777	\centerline
\@liDirLeft 2535, 2540, 2552		1240, 2128, 2150, 2165
\@liDirRight 2536, 2538,	В	\chapter 1116, 1117
2539, 2540, 2541, 2552	\BeforeBeginEnvironment	\char 1425
\@liDistance	2322	\clearpage 1419
2546, 2547, 2551	\begin 614, 656, 671,	\cline 596 \clist 226, 270,
\@liPos 2543, 2544, 2551	695, 719, 753, 772,	271, 284, 288, 2262
\\ 596, 616,	782, 790, 810, 838,	\columnbreak 2297
617, 620, 621, 624, 625, 697, 698, 699,	855, 881, 902, 919,	\cs 287, 306, 330,
774, 776, 794, 803,	934, 1042, 1046,	331, 368, 380, 1501
844, 883, 884, 885,	1132, 1207, 1235,	\csname 1194, 1197
890, 891, 892, 908,	1244, 1251, 1359,	\cup 1021, 2439, 2453, 2460
1425, 1782, 1839, 1842	1417, 1469, 1474,	(64) 1621, 2166, 2166
1120, 1102, 1000, 1012	1482, 1507, 1512,	
\f 207, 998, 1008.		\mathbf{D}
\\\ \cdot \. \cdot \. \cdot 207, 998, 1008, \\\ \cdot 1020, \cdot 1021, \cdot 1026. \\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\	1523, 1533, 1537,	
1020, 1021, 1026,	1523, 1533, 1537, 1620, 1624, 1640,	D \DeclareMathSymbol 1725, 1726
	1523, 1533, 1537, 1620, 1624, 1640, 1663, 1686, 1701,	\DeclareMathSymbol
1020, 1021, 1026, 1040, 1062, 1281,	1523, 1533, 1537, 1620, 1624, 1640, 1663, 1686, 1701, 1780, 1781, 1831,	\DeclareMathSymbol 1725, 1726
1020, 1021, 1026, 1040, 1062, 1281, 1827, 1850, 2205, 2654	1523, 1533, 1537, 1620, 1624, 1640, 1663, 1686, 1701, 1780, 1781, 1831, 1969, 1989, 2130,	\DeclareMathSymbol 1725, 1726 \DecoINERT
1020, 1021, 1026, 1040, 1062, 1281, 1827, 1850, 2205, 2654 \} 207, 998, 1008,	1523, 1533, 1537, 1620, 1624, 1640, 1663, 1686, 1701, 1780, 1781, 1831, 1969, 1989, 2130, 2152, 2166, 2322, 2333	\DeclareMathSymbol 1725, 1726 \DecoINERT 2052, 2125, 2126, 2148
1020, 1021, 1026, 1040, 1062, 1281, 1827, 1850, 2205, 2654 \} 207, 998, 1008, 1020, 1021, 1028,	1523, 1533, 1537, 1620, 1624, 1640, 1663, 1686, 1701, 1780, 1781, 1831, 1969, 1989, 2130, 2152, 2166, 2322, 2333 \begingroup 1418, 1829, 2250	\DecolareMathSymbol 1725, 1726 \DecolNERT 2052, 2125, 2126, 2148 \DecolNERTwithPivot
1020, 1021, 1026, 1040, 1062, 1281, 1827, 1850, 2205, 2654 \} 207, 998, 1008, 1020, 1021, 1028, 1046, 1066, 1282,	1523, 1533, 1537, 1620, 1624, 1640, 1663, 1686, 1701, 1780, 1781, 1831, 1969, 1989, 2130, 2152, 2166, 2322, 2333 \begingroup 1418, 1829, 2250 \beschriftung	\DecolareMathSymbol 1725, 1726 \DecoINERT 2052, 2125, 2126, 2148 \DecoINERTwithPivot 2068, 2147 \DecoLEFT 2047, 2146 \DecoLEFTwithPivot
1020, 1021, 1026, 1040, 1062, 1281, 1827, 1850, 2205, 2654 \} 207, 998, 1008, 1020, 1021, 1028, 1046, 1066, 1282, 1827, 1854, 2205, 2654	1523, 1533, 1537, 1620, 1624, 1640, 1663, 1686, 1701, 1780, 1781, 1831, 1969, 1989, 2130, 2152, 2166, 2322, 2333 \begingroup 1418, 1829, 2250 \beschriftung 1449, 1453,	\DecolareMathSymbol
1020, 1021, 1026, 1040, 1062, 1281, 1827, 1850, 2205, 2654 \} 207, 998, 1008, 1020, 1021, 1028, 1046, 1066, 1282, 1827, 1854, 2205, 2654 _ 27, 35, 44, 46, 287, 306,	1523, 1533, 1537, 1620, 1624, 1640, 1663, 1686, 1701, 1780, 1781, 1831, 1969, 1989, 2130, 2152, 2166, 2322, 2333 \begingroup 1418, 1829, 2250 \beschriftung	\DecolareMathSymbol 1725, 1726 \DecoINERT 2052, 2125, 2126, 2148 \DecoINERTwithPivot 2068, 2147 \DecoLEFT 2047, 2146 \DecoLEFTwithPivot
1020, 1021, 1026, 1040, 1062, 1281, 1827, 1850, 2205, 2654 \} 207, 998, 1008, 1020, 1021, 1028, 1046, 1066, 1282, 1827, 1854, 2205, 2654 _ 27, 35, 44, 46, 287, 306, 330, 331, 345, 346, 352, 355, 358, 368, 380	1523, 1533, 1537, 1620, 1624, 1640, 1663, 1686, 1701, 1780, 1781, 1831, 1969, 1989, 2130, 2152, 2166, 2322, 2333 \begingroup 1418, 1829, 2250 \beschriftung 1449, 1453, 1457, 1461, 1465, 1467 \beta 2430,	\DecoIneMathSymbol 1725, 1726 \DecoINERT 2052, 2125, 2126, 2148 \DecoINERTwithPivot 2068, 2147 \DecoLEFT 2047, 2146 \DecoLEFTwithPivot 2062, 2124 \DecoRIGHT 2057, 2149, 2159 \DecoRIGHTwithPivot
1020, 1021, 1026, 1040, 1062, 1281, 1827, 1850, 2205, 2654 \} 207, 998, 1008, 1020, 1021, 1028, 1046, 1066, 1282, 1827, 1854, 2205, 2654 _ 27, 35, 44, 46, 287, 306, 330, 331, 345, 346, 352, 355, 358, 368, 380	1523, 1533, 1537, 1620, 1624, 1640, 1663, 1686, 1701, 1780, 1781, 1831, 1969, 1989, 2130, 2152, 2166, 2322, 2333 \begingroup 1418, 1829, 2250 \beschriftung	\DecolareMathSymbol
$\begin{array}{c} 1020,\ 1021,\ 1026,\\ 1040,\ 1062,\ 1281,\\ 1827,\ 1850,\ 2205,\ 2654\\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ $	1523, 1533, 1537, 1620, 1624, 1640, 1663, 1686, 1701, 1780, 1781, 1831, 1969, 1989, 2130, 2152, 2166, 2322, 2333 \begingroup 1418, 1829, 2250 \beschriftung 1449, 1453, 1457, 1461, 1465, 1467 \beta 2430, 2433, 2437, 2438, 2439, 2442, 2452,	\DecoIneMathSymbol 1725, 1726 \DecoINERT 2052, 2125, 2126, 2148 \DecoINERTwithPivot 2068, 2147 \DecoLEFT 2047, 2146 \DecoLEFTwithPivot 2062, 2124 \DecoRIGHT 2057, 2149, 2159 \DecoRIGHTwithPivot 2074, 2127 \definecolor 1114
$\begin{array}{c} 1020,\ 1021,\ 1026,\\ 1040,\ 1062,\ 1281,\\ 1827,\ 1850,\ 2205,\ 2654\\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ $	1523, 1533, 1537, 1620, 1624, 1640, 1663, 1686, 1701, 1780, 1781, 1831, 1969, 1989, 2130, 2152, 2166, 2322, 2333 \begingroup 1418, 1829, 2250 \beschriftung 1449, 1453, 1457, 1461, 1465, 1467 \beta 2430, 2433, 2437, 2438, 2439, 2442, 2452, 2453, 2454, 2459, 2460	\DecolareMathSymbol
$\begin{array}{c} 1020,\ 1021,\ 1026,\\ 1040,\ 1062,\ 1281,\\ 1827,\ 1850,\ 2205,\ 2654\\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ $	1523, 1533, 1537, 1620, 1624, 1640, 1663, 1686, 1701, 1780, 1781, 1831, 1969, 1989, 2130, 2152, 2166, 2322, 2333 \begingroup 1418, 1829, 2250 \beschriftung 1449, 1453, 1457, 1461, 1465, 1467 \beta 2430, 2433, 2437, 2438, 2439, 2442, 2452, 2453, 2454, 2459, 2460 \bf 2027, 2028, 2029	\DecolareMathSymbol
$\begin{array}{c} 1020,\ 1021,\ 1026,\\ 1040,\ 1062,\ 1281,\\ 1827,\ 1850,\ 2205,\ 2654\\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ $	1523, 1533, 1537, 1620, 1624, 1640, 1663, 1686, 1701, 1780, 1781, 1831, 1969, 1989, 2130, 2152, 2166, 2322, 2333 \begingroup 1418, 1829, 2250 \beschriftung 1449, 1453, 1457, 1461, 1465, 1467 \beta 2430, 2433, 2437, 2438, 2439, 2442, 2452, 2453, 2454, 2459, 2460 \bf 2027, 2028, 2029 \bfseries 475, 1116,	\DecolareMathSymbol
$\begin{array}{c} 1020,\ 1021,\ 1026,\\ 1040,\ 1062,\ 1281,\\ 1827,\ 1850,\ 2205,\ 2654\\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ $	1523, 1533, 1537, 1620, 1624, 1640, 1663, 1686, 1701, 1780, 1781, 1831, 1969, 1989, 2130, 2152, 2166, 2322, 2333 \tegingroup 1418, 1829, 2250 \teschriftung 1449, 1453, 1457, 1461, 1465, 1467 \text{beta} 2430, 2433, 2437, 2438, 2439, 2442, 2452, 2453, 2454, 2459, 2460 \text{bf} 2027, 2028, 2029 \text{bfseries} 475, 1116, 1118, 2027, 2033,	\DecolareMathSymbol
$\begin{array}{c} 1020,\ 1021,\ 1026,\\ 1040,\ 1062,\ 1281,\\ 1827,\ 1850,\ 2205,\ 2654\\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ $	1523, 1533, 1537, 1620, 1624, 1640, 1663, 1686, 1701, 1780, 1781, 1831, 1969, 1989, 2130, 2152, 2166, 2322, 2333 \begingroup 1418, 1829, 2250 \beschriftung 1449, 1453, 1457, 1461, 1465, 1467 \beta 2430, 2433, 2437, 2438, 2439, 2442, 2452, 2453, 2454, 2459, 2460 \bf 2027, 2028, 2029 \bfseries 475, 1116, 1118, 2027, 2033, 2035, 2037, 2038, 2407	\DecolareMathSymbol
$\begin{array}{c} 1020,\ 1021,\ 1026,\\ 1040,\ 1062,\ 1281,\\ 1827,\ 1850,\ 2205,\ 2654\\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ $	1523, 1533, 1537, 1620, 1624, 1640, 1663, 1686, 1701, 1780, 1781, 1831, 1969, 1989, 2130, 2152, 2166, 2322, 2333 \begingroup 1418, 1829, 2250 \beschriftung 1449, 1453, 1457, 1461, 1465, 1467 \beta 2430, 2433, 2437, 2438, 2439, 2442, 2452, 2453, 2454, 2459, 2460 \bf 2027, 2028, 2029 \bfseries 475, 1116, 1118, 2027, 2033, 2035, 2037, 2038, 2407 \bigskip 48, 364,	\DecolareMathSymbol
$\begin{array}{c} 1020,\ 1021,\ 1026,\\ 1040,\ 1062,\ 1281,\\ 1827,\ 1850,\ 2205,\ 2654\\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ $	1523, 1533, 1537, 1620, 1624, 1640, 1663, 1686, 1701, 1780, 1781, 1831, 1969, 1989, 2130, 2152, 2166, 2322, 2333 \begingroup 1418, 1829, 2250 \beschriftung 1449, 1453, 1457, 1461, 1465, 1467 \beta 2430, 2433, 2437, 2438, 2439, 2442, 2452, 2453, 2454, 2459, 2460 \bf 2027, 2028, 2029 \bfseries 475, 1116, 1118, 2027, 2033, 2035, 2037, 2038, 2407	\DecolareMathSymbol

0000 0041 0046	\	\ C 77
2309, 2341, 2346, 2347, 2351, 2356,	\erzeuge@tiefgestellt 1007, 1008, 1012	\fullouterjoin 2180
2357, 2361, 2367, 2368	\expandafter	${f G}$
\do 2048, 2053,	1194, 2083, 2085,	\g 29, 37,
2058, 2063, 2069, 2075	2086, 2087, 2095, 2253	270, 271, 284, 288,
\dots 506 , 510 ,	\ExplSyntaxOff $.50, 92,$	294, 295, 296, 297,
1281, 1976, 2452, 2453	134, 139, 192, 197,	298, 299, 300, 301,
\DOWNarrow 2539	202, 393, 528, 550,	302, 303, 304, 307,
\draw 1214, 1217,	565, 986, 1068, 1103, 1379, 1543,	311, 312, 313, 316, 318, 319, 320, 321,
1220, 1924, 2223, 2226	1618, 1805, 1952,	322, 323, 334, 335,
${f E}$	2202, 2263, 2381,	336, 337, 345, 346,
\edef 1205,	2488, 2512, 2589, 2660	348, 354, 355, 357,
2141, 2145, 2157, 2158	\ExplSyntaxOn $\frac{22}{61}$,	358, 360, 361, 369,
\else 570, 578, 586, 1002,	102, 135, 160, 193,	374, 376, 381, 383, 387
1016, 1054, 1465,	198, 223, 470, 534,	\Gamma . 106, 164, 207, 1021
1568, 1578, 1588,	551, 959, 1058,	\gappto 2285
1602, 1823, 1919,	1080, 1372, 1444,	\geq 1288,
2087, 2280, 2282, 2621	1557, 1787, 1933, 2190, 2260, 2308,	1965, 1970, 1986, 1990
\emph 962,	2404, 2498, 2563, 2614	н
1262, 1291, 1293, 1424 \empty 1465	2101, 2100, 2000, 2014	\hbox 2175
\emptyset 1769, 2447, 2468	${f F}$	$\verb \headrulewidth 1142 $
\end 653, 667, 692,	\faCheckSquareO 2500, 2501	\hfill 1644, 1650, 1655, 2508
716, 750, 769, 779,	\faCircleThin 978	\hinweis <u>1440</u>
787, 806, 835, 852,	\faGg 972	\hline 1782
877, 899, 915, 931,	\fancyfoot 1138, 1139, 1140	\href 370,
949, 1044, 1046,	\fancyhead 1137 \faSquareO 966	1076, 1549, 1712, 2336 \hspace 1927, 2628, 2636
1134, 1223, 1247,	\fi 572, 580, 588,	\ht 2176
1248, 1255, 1364,	1004, 1018, 1056,	(220 2110
$1422, 1471, 1479, \\ 1498, 1514, 1515,$	1468, 1570, 1580,	I
1529, 1540, 1541,	1590, 1604, 1825,	\i 1219, 1220
1622, 1635, 1660,	1921, 2088, 2280,	\ifcase 2084
1683, 1698, 1708,	2281, 2284, 2286, 2623	\ifmmode 568, 576, 584,
1784, 1785, 1833,	\fontspec 1112	1000, 1014, 1052,
1979, 1999, 2130,	\footcite	1566, 1576, 1586, 1600, 1821, 1917, 2619
2152, 2166, 2323, 2337	768, 807, 834, 876,	\IfNoValueTF
\endcsname 1194, 1197	1260, 1263, 1270,	1475, 1545, 1549
\endgroup 1421, 1834, 2255 \enspace 2505, 2507	1275, 1280, 1284,	\ifnum 2011,
environments:	1290, 1295, 1384,	$2252,\ 2268,\ 2276,\ 2282$
liAdditum 1472	1636, 1637, 1792, 1982	\ifx 1465, 2280
liAHuelle 1828	\footnote 1545, 1549	\in 494, 600,
liAntwort <u>1443</u>	\footnotesize 147,	1288, 1610, 1613,
liDiagramm \dots 1531	341, 424, 520, 983, 1440, 1493, 1508,	1616, 1642, 1648, 1653, 1965, 1976,
liEinbettung $\underline{1442}$	1524, 1736, 1830,	1986, 1996, 2430,
liExkurs <u>1480</u>	1937, 1946, 2189,	2432, 2438, 2459, 2577
liGraphenFormat . $\underline{1186}$	2328, 2480, 2526, 2552	\inhaltsverzeichnis 1416
liKasten $\underline{1131}$	\footrulewidth 1143	\input . 4, 7, 10, 13, 16, 394
liKontrollflussgraph	\foreach . 1209, 1212, 1219	\inputminted 2340 , 2350 ,
1:1 orphortoi 1521	\forestFirst 2277, 2280	2360, 2372, 2375, 2379
liLernkartei <u>1521</u> liProduktionsRegeln	\forestLast 2278, 2280	\int 2262
	\forestOget 2277, 2278 \forestOnes 2290	\item 463,
liProjektSprache 1441	\forestOv 2279, 2280, 2283	464, 673, 677, 682, 687, 720, 729, 734,
liQuellen \dots 1501	\forestov . 2269, 2273,	742, 783, 811, 816,
liRelationenSchemaFormat		823, 831, 856, 861,
<u>2209</u>	2279, 2280, 2282, 2283	865, 870, 935, 940,
liRmodell $\underline{2189}$	\forestset 2265, 2288	945, 1245, 1246,
liUebergangsTabelle	\forestSortLevel	1501, 1505, 1625,
	2267, 2275, 2289, 2290	1628, 1632, 1641,
\equiv 2636, 2655	\frac 1597, 1628, 1659, 1674	1647, 1652, 1664,

```
1668, 1672, 1676,
                           \LehramtInformatikGithubTexR\p\overline{\phi}BedingungEins ....
      1680, 1687, 1691,
                                 ... <u>1609</u>, 1644, 1687
      1695, 1970, 1973,
                           \LehramtInformatikRepository\LiBedingungFalsch . 1369
      1976, 1990, 1993, 1996
                                                      \liBedingungWahr ... <u>1368</u>
                                 . . . . . . . . . . . 4,
\itshape ..... 519, 2479
                                 7, 10, 13, 16, 1395,
                                                      \liBedingungZwei ....
                                 1396, 1397, 1398,
                                                            ... <u>1612</u>, 1650, 1691
           J
                                 1399, 1400, 1401,
                                                      \liBeschriftung .... \underline{1432}
\j 1209, 1210, 1212, 1213,
                                 1402, 1403, 1404, 2311
                                                      \liChomskyErklaerung
      1214, 1219, 1220, 1221
                           \leq
                                .... 1659, 1973, 1993
                                                            \let
                                 \dots \dots 1010,
                                                      \liChomskyUeberErklaerung
           \mathbf{K}
                                 1011, 1419, 2124,
                                                            . . . . . . . . . . . . . . . .
\k ..... 1219
                                 2125, 2126, 2127,
                                                      \liChomskyUeberschrift
\keys \dots 31, 70,
                                 2140, 2142, 2143,
                                                            82, 112, 122, 170,
                                 2144, 2146, 2147,
                                                      \liCpmEreignis ..... 534
      180, 292, 538, 542,
                                 2148, 2149, 2159,
                                                      \liCpmFruehesterI ...
      556, 561, 1087, 1094
                                 2251, 2289, 2290, 2500
                                                      \label{licpmSpace} \
                           \verb|\liQchomskyQerklaerung@texte| liCpmVon ..... \underline{574}
                                 \liCpmVonOhneMathe ..
\1 .... 63, 64, 65, 66,
                           \li@fussnote@text 1733,
                                                            \dots 574, 577, 579
      67, 68, 71, 72, 73,
                                 1739, 1743, 1747, 1751
                                                      \liCpmVonZu ..... <u>566</u>
      74, 75, 77, 79, 84,
                           \li@GithubLink .....
                                                      \liCpmVonZuOhneMathe
      85, 86, 87, 88, 89,
                                 2332, 2345, 2355, 2366
                                                            ..... 566, 569, 571
      104, 105, 106, 107,
                           \li@mget . 1196, 1200, 1220
                                                      \liCpmVorgang ..... 551
      108, 109, 110, 113,
                                                      \liCpmZu .....
                           \li@minc ..... 1199, 1221
      114, 115, 116, 117,
                                                      \liCpmZuOhneMathe ...
                           \li@mset ......
      118, 119, 125, 126,
                                                            ..... 582, 585, 587
                                 1193, 1201, 1210, 1213
      127, 128, 129, 130,
                                                                   (environ-
                                                      liDiagramm
                           \li@numdiscs .....
      131, 162, 163, 164,
                                                           ment) . . . . . . . <u>1531</u>
                                 ... 1205, 1214, 1220
      165, 166, 167, 168,
                                                      liEinbettung (environ-
      171, 172, 173, 174,
                           \li@Rmodell@Schrift .
                                                            ment) . . . . . . . . 1442
                                 ... 2189, 2198, 2208
      175, 176, 177, 183,
                                                      \liEntwurfsAbstrakteFabrikUml
                           \li@sequence .. 1206, 1219
      184, 185, 186, 187,
                                                            613
      188, 189, 536, 539,
                           \li@synthese@erklaerung@texte
                                                      \liEntwurfsAdapterAkteure
      544, 545, 548, 553,
                                 \dots \dots 2421, 2481
                                                            . . . . . . . . . . . . 670
      554, 557, 558, 563,
                           \liAbleitung ..... 1035
                                                      \liEntwurfsAdapterUml 655
      1082, 1083, 1084,
                           liAdditum (environment)
                                                      \liEntwurfsBeobachterAkteure
      1085, 1088, 1089,
                                 1472
                                                            1090, 1091, 1097,
                           liAHuelle (environment)
                                                      \liEntwurfsBeobachterUml
      1098, 1099, 1100,
                                 ..... <u>1828</u>
                                                            . . . . . . . . . . . . . 694
      1375, 1376, 1377,
                           \liAlphabet ..... <u>1020</u>
                                                      \liEntwurfsDekoriererUml
      1504, 1505, 1506, 1513
                           liAntwort (environment)
                                                            \labelenumi ..... 1127
                                 ..... <u>1443</u>
                                                      \liEntwurfsEinzelstueckAkteure
\labelenumii ..... 1128
                           \liAnweisung ..... \underline{1366}
                                                            \labelitemi ..... 1121
                           \ liAssemblerCode ... 2370
                                                      \liEntwurfsEinzelstueckUml
\labelitemii ..... 1122
                           \label{limits} \ liAssemblerDatei .. \frac{2371}{}
                                                            \labelitemiii ..... 1123
                           \liAttribut ..... <u>2208</u>
                                                      \liEntwurfsErbauerAkteure
\labelitemiv ..... 1124
                           \liAttributHuelle ...
                                                            \land ..... 2656, 2658
                                 ... <u>1819</u>, 2433, 2438
                                                      \liEntwurfsErbauerUml 789
\LARGE .... 1116
                           	ext{$\label{linksReduktion}$}
\large ..... 1240, 2239
                                 . . . . . . . . . . . . . . . 1836
                                                            854
\leaders ..... 2508
                           \liAttributHuelleOhneMathe
                                                      \liEntwurfsFabrikmethodeUml
\left ..... 1560
                                 1819, 1822, 1824, 1838
                                                            \LEFTarrow ..... 2540
                           \liAttributMenge ....
                                                      \liEntwurfsKompositumUml
\leftarrow ..... 582
                                 ... 1827, 1838, 1841
                                                            . . . . . . . . . . . . . . . . . 880
\leftouterjoin .... 2178
                           \liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUm
\leftskip 2640, 2641, 2651
                           \liAufgabenTitel .... 23
                                                            . . . . . . . . . . . . . . . 901
\LehramtInformatikGitBranch
                           \liAusdruck ..... <u>1059</u>
      ..... 373, 2316
                                                      \liEntwurfsZustandAkteure
\LehramtInformatikGithubCodeRejAutomat ...... 61
                                                            \liEntwurfsZustandUml 918
\LehramtInformatikGithubDoma\hiBandAlphabet .... 1021
                                                      \liEpsilon ..... <u>1006</u>
      \liErAttribute .....
\LehramtInformatikGithubRawD\ninedingungDrei ....
                                                            ... 962, 976, 978
      \ldots \ldots 371,\,2313
                                 ... <u>1615</u>, 1655, 1695
                                                      \liErDatenbankName .. 981
```

\liErEntity . <u>960</u> , 964, 966	$\label{lilatexCode} \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \$	\liProduktionen $\underline{1048}$, $\underline{1090}$
\liErledigt $\dots 2500$	\liLeereZelle $\underline{1769}$	liProduktionsRegeln
\liErMpAttribute 975	liLernkartei (environ-	$(environment)$ $\underline{1036}$
\liErMpEntity 963	ment) 1521	liProjektSprache (envi-
\liErMpRelationship . 969	$\label{limits} \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \$	$ronment) \dots 1441$
\liErRelationship	$\label{limasterFaelle} \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \$	\liPseudoUeberschrift
	\liMasterFallRechnung	1426
$\label{lientermodel} \$ \lientermodelia \lie		$1476, 1477, \overline{1779},$
\liExamensAufgabeA 15	\liMasterVariablen	1789, 2565, 2573, 2581
\liExamensAufgabeTA 12		\liPumpingKontextfrei
\liExamensAufgabeTTA 9	\liMasterVariablenDeklarati	1 0
liExkurs (environment) 1480		\liPumpingRegulaer . 1963
\liFalsch 464	\liMasterWolframLink 1710	liQuellen (environment)
\liFlaci 1069	\liMenge 71, 72, 74,	
\liFremd 2188	113, 114, 115, 119,	\liRekursionsGleichung
\liFunktionaleAbhaengigkeit		
	998, 1049, 1088, 1089	\liRelation 1856
\liFunktionaleAbhaengigkeit		
	998, 1001, 1003	liRelationenSchemaFormat
\liFussnote \ldots \frac{1847}{1732}, \frac{1732}{1734}	\liMinimierungErklaerung	$ \begin{array}{c} \text{(environment)} & \underline{2209} \\ \text{(environment)} & \underline{9203} \end{array} $
	1791	\liRelationMenge 2203
\liFussnoteDreiText .		\liRichtig <u>463</u>
	\liminispracheDatei 2374	liRmodell (environment)
\liFussnoteEinsText .	\linespread 2196	<u>2189</u>
	\linichtsZuTun <u>2501</u>	\liRundeKlammer . $\underline{1559}$,
\liFussnoteLink \frac{1548}{1548}	\lio \ldots \frac{1582}{150}, \frac{1610}{150}	1563, 1573, 1583, 1597
\liFussnoten <u>1754</u>	\liOmega <u>1572</u> , 1616	$\label{lisetzeAufgabenTitel} 1.25$
\liFussnoteUrl . 916 , 1544	\liOmegaOhneMathe	\liSortierMarkierung 2228
\liFussnoteVierText .	\dots 1572, 1577, 1579	\liSortierPfeil 2222
1750, 1767	\li00hneMathe	\liSortierPfeilUnten 2225
\liFussnoteZweiText .	1582, 1587, 1589	\liSpaltenUmbruch 2297
1742, 1761	$\label{liparagraph} \$	\liSqlCode 2382
\liGrammatik $\underline{1080}$. 521, 1793, 2481,	\listen@punkt 1501, 1513
liGraphenFormat (envi-	2502, 2568, 2576, 2584	
ronment) \dots $\underline{1186}$	\liPetriErreichKnotenDrei	\listrich <u>1232</u>
\liHanoi <u>1193</u>	<u>1926</u>	\liSyntheseErklaerung
$\label{likelihoode} \$ \limitsis \limitsis \frac{2377}{2377}	\liPetriErreichTransition	2421, 2486
\liHaskellDatei 2378	1923	\liSyntheseUeberErklaerung
\liInduktionAnfang . 2564	\liPetriSetzeSchluessel	
\liInduktionSchritt 2580	1868	\liSyntheseUeberschrift
\liInduktionVoraussetzung	\liPetriTransitionsName	2405, 2485
$\dots \dots $	1915 1927	\liT <u>1592</u> , 1607, 1621, 1682
\liJavaCode 2330	\liPetriTransitionsNameOhne	Malherilen 1816
\liJavaDatei 2339	1915, 1918, 1920	\literatur <u>1383</u> , <u>1407</u>
\liJavaExamen 2359	\liPetriTransPfeile 1927	\liTheta \dots 1562 ,
\liJavaTestDatei 2349	\liPolynomiellReduzierbar	1613, 1642, 1648, 1653
liKasten (environment) 1131		\liThetaOhneMathe
\liKellerAutomat 102	\liPotenzmenge	1562, 1567, 1569
\likellerKante 102	<u>1007</u> , 1011, 1938	\liTOhneMathe
		1592, 1601, 1603
\liKellerUebergang	\liPotenzmengeOhneMathe	\liTuringKante 203
	1008, 1009, 1010	\liTuringLeerzeichen
\liKontrollCode 1370	\liPrimaer 2187	
liKontrollflussgraph	\liProblemBeschreibung	
$ \begin{array}{cc} \text{(environment)} & \underline{1358} \\ \text{(environment)} & \underline{1358} \end{array} $		\liTuringMaschine 160
\liKontrollKnotenPfad	\liProblemClique 1257	\liTuringUeberfuehrung
	\liProblemName	
\liKontrollTextzeileKnoten	$\dots \frac{1233}{1234}$, 1240,	\liTuringUebergaenge
1371, 1376	1252, 1254, 1267,	
\liKurzeTabellenLinie 596	1278, 1279, 1287, 1288	\liTuringUebergangZelle
$\label{likelihood} \$ $\$ $\$ $\$ $\$ $\$ $\$ $\$ $\$ $\$	\liProblemSat 1286	193
\liLadePakete	\liProblemSubsetSum .	\liVeberfuehrungsFunktion
$54, 57, \underline{224}, 229,$	$\dots $ 1277 , 1286	<u>1012</u>
472, 533, 1230,	\liProblemVertexCover	\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe
1731, 1811, 1932, 2403	$\dots \dots 1257, 1265$	\dots 1012, 1015, 1017
	 -	•

liUebergangsTabelle	1511, 1539, 2194,	\normalsize 1118
$ \text{(environment)} \underline{1777} $	2200, 2510, 2626, 2630	\notin 605
\liUeberschriftDreiecksTabe	_	\null 2508
	\mintinline 2330,	
\liUmlLeserichtung . 2534	2331, 2370, 2377, 2382	0
\liVertauschen $\underline{2216}$	\mkern 2178, 2179, 2180	\o@join
\liWortInSprache 597	\mlq 1723, 1725	2175, 2178, 2179, 2180
\liWortNichtInSprache 602	\mrq 1723, 1726	\Omega 1573
\liWpEquivalent 2635	\msg 39, 391	\omega 1965, 1966, 1986, 1987
\liWpErklaerung 2638	\myList	\or 2086
\liWpErklaerungVerzweigung	2269, 2270, 2271, 2274	
	$\mbox{myNodes}$ 2258 ,	P
\liWpKalkuel 2615	2273, 2279, 2283, 2285	\pagestyle 1141
\liWpKalkuelOhneMathe		\par 342, 363, 525, 1070,
2615, 2620,	${f N}$	1078, 1433, 1495,
2622, 2654, 2656, 2658	\NeedsTeXFormat	1518, 1526, 1848,
\liZustandsBuchstabe	1, 19, 52,	1851, 1853, 2128,
1022,	220, 398, 459, 466,	2150, 2165, 2206,
1031, 1033, 1053, 1055	530, 593, 608, 952,	2485, 2509, 2643, 2649
	988, 1105, 1145,	\paragraph 1118
\liZustandsBuchstabeGross	1154, 1159, 1188,	\parindent 2197
1023, 1032, 1034	1226, 1298, 1381,	\path 94, 141, 204, 563
\liZustandsmenge \frac{1010}{1000}	1387, 1409, 1555,	\pgfkeys 1879, 2537,
\liZustandsmengeNr	1715, 1728, 1807,	2538, 2539, 2540,
1024, 1947	1863, 1929, 1954,	2541, 2544, 2547, 2549
\liZustandsmengeNrGross	1959, 2003, 2169,	\pgfmath@count
	2182, 2211, 2292,	2250, 2252, 2254
\liZustandsMengenSammlung	2299, 2304, 2384,	
<u>1934</u>		\pgfmath@smuggleone 2255
\liZustandsMengenSammlungNr	2399, 2490, 2494,	\pgfmathdeclarefunction
	2514, 2556, 2591, 2611	
\liZustandsmengeOhneMathe	\neg 2658	\pgfmathint 2250
1010	\negthinspace 1560	\pgfmathparse
\liZustandsname 1033	\newcounter 2023, 2024	$\dots 1200, 2267,$
\liZustandsname 1033	\newCounter 2023, 2024 \NewDocumentCommand .	$2272,\ 2275,\ 2289,\ 2290$
\liZustandsnameGross		
\liZustandsnameGross <u>1034</u> , 1935, 1944	\NewDocumentCommand . 62, 103, 140, 161, 203, 224, 535, 552.	$2272,\ 2275,\ 2289,\ 2290$
\liZustandsnameGross 1034, 1935, 1944 \liZustandsnameTiefgestellt	\NewDocumentCommand . 62, 103, 140, 161, 203, 224, 535, 552.	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult
\liZustandsnameGross \frac{1034}{1035}, \frac{1944}{1935} \liZustandsnameTiefgestellt \frac{1051}{1051}	\NewDocumentCommand . 62, 103, 140, 161, 203, 224, 535, 552, 597, 602, 1059, 1081, 1250, 1373,	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult 1201, 2250,
\liZustandsnameGross \(\frac{1034}{1035}\), \(\frac{1944}{195}\) \liZustandsnameTiefgestellt	\NewDocumentCommand . 62, 103, 140, 161, 203, 224, 535, 552, 597, 602, 1059, 1081, 1250, 1373, 1385, 1544, 1548,	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult 1201, 2250, 2251, 2253, 2255,
\liZustandsnameGross \frac{1034}{1935}, \frac{1944}{1935} \liZustandsnameTiefgestellt	\NewDocumentCommand . 62, 103, 140, 161, 203, 224, 535, 552, 597, 602, 1059, 1081, 1250, 1373, 1385, 1544, 1548,	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult 1201, 2250, 2251, 2253, 2255, 2268, 2276, 2289, 2290
\liZustandsnameGross \(\frac{1034}{1935}\), \(1944\) \liZustandsnameTiefgestellt	\NewDocumentCommand . 62, 103, 140, 161, 203, 224, 535, 552, 597, 602, 1059, 1081, 1250, 1373, 1385, 1544, 1548,	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult 1201, 2250, 2251, 2253, 2255, 2268, 2276, 2289, 2290 \pgfutil@empty 2251 \pgfutil@loop 2252
\liZustandsnameGross \(\frac{1034}{1935}\), \(1944\) \liZustandsnameTiefgestellt	\NewDocumentCommand . 62, 103, 140, 161, 203, 224, 535, 552, 597, 602, 1059, 1081, 1250, 1373, 1385, 1544, 1548, e 1847, 1856, 1923,	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult 1201, 2250, 2251, 2253, 2255, 2268, 2276, 2289, 2290 \pgfutil@empty 2251 \pgfutil@loop 2252 \pgfutil@repeat 2255
\liZustandsnameGross \(\frac{1034}{1034}, \text{ 1935}, \text{ 1944} \\ \liZustandsnameTiefgestellt \\	\NewDocumentCommand . 62, 103, 140, 161, 203, 224, 535, 552, 597, 602, 1059, 1081, 1250, 1373, 1385, 1544, 1548, e 1847, 1856, 1923, 2339, 2349, 2359,	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult 1201, 2250, 2251, 2253, 2255, 2268, 2276, 2289, 2290 \pgfutil@empty 2251 \pgfutil@loop 2252 \pgfutil@repeat 2255 \preceq 1253
\liZustandsnameGross \[\times \frac{1034}{1935}, 1944 \] \liZustandsnameTiefgestellt \[\times \times \frac{1051}{1771} \] \liZustandsPaar \times \frac{1771}{1773}, 1774 \] \liZustandsPaarVariablenNam \[\times \frac{1770}{1773}, 1774 \] \liap \times \frac{1610}{1610}, \[\times \frac{1610}{1616}, 1642, 1648 \]	$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult 1201, 2250, 2251, 2253, 2255, 2268, 2276, 2289, 2290 \pgfutil@empty 2251 \pgfutil@loop 2252 \pgfutil@repeat 2255 \preceq 1253 \prime 1232
\liZustandsnameGross \[\times \frac{1034}{1935}, 1944 \\ \liZustandsnameTiefgestellt \\ \times \times \frac{1051}{1771} \\ \liZustandsPaar \times \frac{1771}{1773}, 1774 \\ \liap \times \frac{1770}{1610}, \frac{1610}{1610}, \frac{1613}{1616}, 1642, 1648 \\ \loop \times \frac{2009}{2009} \]	$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult 1201, 2250, 2251, 2253, 2255, 2268, 2276, 2289, 2290 \pgfutil@empty 2251 \pgfutil@loop 2252 \pgfutil@repeat 2255 \preceq 1253 \prime 1232 \printbibliography . 1407
\liZustandsnameGross \[\times \frac{1034}{1935}, 1944 \] \liZustandsnameTiefgestellt \[\times \times \frac{1051}{1771} \] \liZustandsPaarVariablenNam \[\times \frac{1770}{1773}, 1774 \] \liap \times \times \frac{1770}{1610}, \frac{1610}{1612}, \frac{1610}{1642}, 1648 \]	$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult 1201, 2250, 2251, 2253, 2255, 2268, 2276, 2289, 2290 \pgfutil@empty 2251 \pgfutil@loop 2252 \pgfutil@repeat 2255 \preceq 1253 \prime 1232 \printbibliography 1407 \ProvidesPackage
\liZustandsnameGross \[\times \frac{1034}{1935}, 1944 \\ \liZustandsnameTiefgestellt \\ \times \times \frac{1051}{1771} \\ \liZustandsPaar \times \frac{1771}{1773}, 1774 \\ \liap \times \frac{1770}{1610}, \frac{1610}{1610}, \frac{1613}{1616}, 1642, 1648 \\ \loop \times \frac{2009}{2009} \]	$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult 1201, 2250, 2251, 2253, 2255, 2268, 2276, 2289, 2290 \pgfutil@empty 2251 \pgfutil@loop 2252 \pgfutil@repeat 2255 \preceq 1253 \prime 1232 \printbibliography 1407 \ProvidesPackage 2, 20, 53,
\liZustandsnameGross \frac{1034}{1935}, 1944 \liZustandsnameTiefgestellt	$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult 1201, 2250, 2251, 2253, 2255, 2268, 2276, 2289, 2290 \pgfutil@empty 2251 \pgfutil@loop 2252 \pgfutil@repeat 2255 \preceq 1253 \prime 1232 \printbibliography 1407 \ProvidesPackage 2, 20, 53, 221, 399, 460, 467,
\liZustandsnameGross \frac{1034}{1935}, \frac{1944}{1935} \liZustandsnameTiefgestellt	$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult 1201, 2250, 2251, 2253, 2255, 2268, 2276, 2289, 2290 \pgfutil@empty 2251 \pgfutil@loop 2252 \pgfutil@repeat 2255 \preceq 1253 \prime 1232 \printbibliography 1407 \ProvidesPackage 2, 20, 53, 221, 399, 460, 467, 531, 594, 609, 953,
\liZustandsnameGross \frac{1034}{1935}, 1944 \liZustandsnameTiefgestellt	$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult 1201, 2250, 2251, 2253, 2255, 2268, 2276, 2289, 2290 \pgfutil@empty 2251 \pgfutil@loop 2252 \pgfutil@repeat 2255 \preceq 1253 \prime 1232 \printbibliography 1407 \ProvidesPackage 2, 20, 53, 221, 399, 460, 467, 531, 594, 609, 953, 989, 1106, 1146,
\liZustandsnameGross \[\times \frac{1034}{1935}, 1944 \\ \liZustandsnameTiefgestellt \\ \times \frac{1051}{1771} \\ \liZustandsPaar \times \frac{1771}{1773}, 1774 \\ \liap \times \frac{1610}{1610}, \\ \times \frac{1610}{16142}, 1648 \\ \loop \times \frac{2657}{1718} \\ \limes \frac{1610}{1773}, \\ \times \frac{1710}{1773}, \\ \times \frac{1613}{1616}, \\ \times \frac{1648}{1642}, \\ \times \frac{1648}{1718} \\ \times \frac{1718}{1718} \\ \times \frac{1718}{1718} \\ \times \frac{1718}{1718} \\ \times \frac{1718}{1717} \\ \times \frac{1718}{1718} \\ \times \frac{1717}{1773} \\ \times \frac{1717}{1773} \\ \times \frac{1717}{1773} \\ \times \frac{1718}{1773} \\ \times \frac{1717}{1773} \\ \times \frac{1718}{1773} \\ \times \frac{1717}{1773} \\ \times	\NewDocumentCommand . 62, 103, 140, 161, 203, 224, 535, 552, 597, 602, 1059, 1081, 1250, 1373, 1385, 1544, 1548, e 1847, 1856, 1923, 2339, 2349, 2359, 2371, 2374, 2378, 2534 \NewDocumentEnvironment 1036, 1131, 1186, 1358, 1441, 1442, 1445, 1472, 1480, 1502, 1521, 1531, 1778, 1828, 2191, 2209 \newlength 2638 \node 548, 1366,	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult 1201, 2250, 2251, 2253, 2255, 2268, 2276, 2289, 2290 \pgfutil@empty 2251 \pgfutil@loop 2252 \pgfutil@repeat 2255 \preceq 1253 \prime 1232 \printbibliography . 1407 \ProvidesPackage 2, 20, 53, 221, 399, 460, 467, 531, 594, 609, 953, 989, 1106, 1146, 1155, 1160, 1189,
\liZustandsnameGross \[\times \frac{1034}{1935}, 1944 \\ \liZustandsnameTiefgestellt \\ \times \frac{1051}{1771} \\ \liZustandsPaar \times \frac{1771}{1773}, 1774 \\ \liap \times \frac{1610}{1610}, \\ \times \frac{1610}{1616}, \\ \times \frac{1610}{1616}, \\ \times \frac{1610}{16173}, \\ \limes \frac{1610}{1618}, \\ \times 161	\NewDocumentCommand . 62, 103, 140, 161, 203, 224, 535, 552, 597, 602, 1059, 1081, 1250, 1373, 1385, 1544, 1548, e 1847, 1856, 1923, 2339, 2349, 2359, 2371, 2374, 2378, 2534 \NewDocumentEnvironment 1036, 1131, 1186, 1358, 1441, 1442, 1445, 1472, 1480, 1502, 1521, 1531, 1778, 1828, 2191, 2209 \newlength 2638 \node	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult
\liZustandsnameGross \[\tag{1034}, 1935, 1944 \\ \liZustandsnameTiefgestellt \\ \tag{1051} \\ \liZustandsPaar \tag{1771} \\ \liZustandsPaarVariablenNam \\ \tag{1770}, 1773, 1774 \\ \liap \tag{1610}, \\ \tag{1613}, 1616, 1642, 1648 \\ \loop \tag{1610}, \\ \tag{2657} \\ \ltimes \tag{1718} \\ \makeatletter \tag{1517}, 2248 \\ \makeatother \tag{1519}, 2256 \\ \marginpar \tag{1519}, 2256 \\ \marginpar \tag{1520}, \tag{1520}	$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult
\liZustandsnameGross \[\tag{1034}, 1935, 1944 \\ \liZustandsnameTiefgestellt \\ \tag{1051} \\ \liZustandsPaar \tag{1771} \\ \liZustandsPaarVariablenNam \\ \tag{1770}, 1773, 1774 \\ \lap \tag{1610}, \tag{1610}, \\ \tag{1613}, 1616, 1642, 1648 \\ \loop \tag{2009} \\ \lor \tag{2657} \\ \limes \tag{1718} \\ \makeatletter \tag{1517}, 2248 \\ \makeatother \tag{1519}, 2256 \\ \marginpar \tag{2009}, 971, 977, 1424 \\ \tag{1424}	$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult
\liZustandsnameGross \[\text{1034}, 1935, 1944 \\ \liZustandsnameTiefgestellt \\ \text{1051} \\ \liZustandsPaar \text{1771} \\ \liZustandsPaarVariablenNam \\ \text{1770}, 1773, 1774 \\ \liap \text{1610}, \text{1610}, \\ \text{1613}, 1616, 1642, 1648 \\ \loop \text{1609} \text{2009} \\ \lor \text{2657} \\ \limbs{1times} \text{1718} \\ \makeatletter \text{1517}, 2248 \\ \makeatother \text{1519}, 2256 \\ \marginpar \text{1288}, 1996, 2577 \\ \mathbolombolombolombolombolombolombolombolo	$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult
\liZustandsnameGross \\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult
\liZustandsnameGross \\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult 1201, 2250, 2251, 2253, 2255, 2268, 2276, 2289, 2290 \pgfutil@empty 2251 \pgfutil@loop 2252 \pgfutil@repeat 2255 \preceq 1253 \prime 1232 \printbibliography . 1407 \ProvidesPackage 221, 399, 460, 467, 531, 594, 609, 953, 989, 1106, 1146, 1155, 1160, 1189, 1227, 1299, 1382, 1388, 1410, 1556, 1716, 1729, 1808, 1864, 1930, 1955, 1960, 2004, 2170, 2183, 2212, 2293,
\liZustandsnameGross \\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	\NewDocumentCommand . 62, 103, 140, 161, 203, 224, 535, 552, 597, 602, 1059, 1081, 1250, 1373, 1385, 1544, 1548, e 1847, 1856, 1923, 2339, 2349, 2359, 2371, 2374, 2378, 2534 \NewDocumentEnvironment 1036, 1131, 1186, 1358, 1441, 1442, 1445, 1472, 1480, 1502, 1521, 1531, 1778, 1828, 2191, 2209 \newlength 2638 \node	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult 1201, 2250, 2251, 2253, 2255, 2268, 2276, 2289, 2290 \pgfutil@empty 2251 \pgfutil@loop 2252 \pgfutil@repeat 2255 \preceq 1253 \prime 1232 \printbibliography . 1407 \ProvidesPackage 221, 399, 460, 467, 531, 594, 609, 953, 989, 1106, 1146, 1155, 1160, 1189, 1227, 1299, 1382, 1388, 1410, 1556, 1716, 1729, 1808, 1864, 1930, 1955, 1960, 2004, 2170, 2183, 2212, 2293, 2300, 2305, 2385,
\liZustandsnameGross \\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	\NewDocumentCommand . 62, 103, 140, 161, 203, 224, 535, 552, 597, 602, 1059, 1081, 1250, 1373, 1385, 1544, 1548, e 1847, 1856, 1923, 2339, 2349, 2359, 2371, 2374, 2378, 2534 \NewDocumentEnvironment 1036, 1131, 1186, 1358, 1441, 1442, 1445, 1472, 1480, 1502, 1521, 1531, 1778, 1828, 2191, 2209 \newlength	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult 1201, 2250, 2251, 2253, 2255, 2268, 2276, 2289, 2290 \pgfutil@empty 2251 \pgfutil@loop 2252 \pgfutil@repeat 2255 \preceq 1253 \prime 1232 \printbibliography . 1407 \ProvidesPackage 2, 20, 53, 221, 399, 460, 467, 531, 594, 609, 953, 989, 1106, 1146, 1155, 1160, 1189, 1227, 1299, 1382, 1388, 1410, 1556, 1716, 1729, 1808, 1864, 1930, 1955, 1960, 2004, 2170, 2183, 2212, 2293, 2300, 2305, 2385, 2400, 2491, 2495,
\liZustandsnameGross \\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult 1201, 2250, 2251, 2253, 2255, 2268, 2276, 2289, 2290 \pgfutil@empty 2251 \pgfutil@loop 2252 \pgfutil@repeat 2255 \preceq 1253 \prime 1232 \printbibliography . 1407 \ProvidesPackage 221, 399, 460, 467, 531, 594, 609, 953, 989, 1106, 1146, 1155, 1160, 1189, 1227, 1299, 1382, 1388, 1410, 1556, 1716, 1729, 1808, 1864, 1930, 1955, 1960, 2004, 2170, 2183, 2212, 2293, 2300, 2305, 2385,
\liZustandsnameGross \\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	\NewDocumentCommand . 62, 103, 140, 161, 203, 224, 535, 552, 597, 602, 1059, 1081, 1250, 1373, 1385, 1544, 1548, e 1847, 1856, 1923, 2339, 2349, 2359, 2371, 2374, 2378, 2534 \NewDocumentEnvironment 1036, 1131, 1186, 1358, 1441, 1442, 1445, 1472, 1480, 1502, 1521, 1531, 1778, 1828, 2191, 2209 \newlength 2638 \node 548, 1366, 1371, 2049, 2054, 2059, 2065, 2071, 2077, 2228, 2273, 2551 \noexpand 2138, 2139, 2158, 2273 \noindent 343, 599, 604, 1039, 1428, 1430, 1434, 1438, 1466, 1494, 1496, 1509, 1525, 1527, 1535,	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult 1201, 2250, 2251, 2253, 2255, 2268, 2276, 2289, 2290 \pgfutil@empty 2251 \pgfutil@loop 2252 \pgfutil@repeat 2255 \preceq 1253 \prime 1232 \printbibliography . 1407 \ProvidesPackage 2, 20, 53, 221, 399, 460, 467, 531, 594, 609, 953, 989, 1106, 1146, 1155, 1160, 1189, 1227, 1299, 1382, 1388, 1410, 1556, 1716, 1729, 1808, 1864, 1930, 1955, 1960, 2004, 2170, 2183, 2212, 2293, 2300, 2305, 2385, 2400, 2491, 2495, 2515, 2557, 2592, 2612
\lizustandsnameGross \qquad \lizustandsnameGross \qquad \lizustandsnameTiefgestellt \qquad \lizustandsPaar \qquad \lizustandsPaar \qquad \lizustandsPaarVariablenNam \qquad \lizustandsPaarVariablenNam \qquad \lizustandsPaarVariablenNam \qquad \lizustandsPaarVariablenNam \qquad \lizeustandsPaarVariablenNam \qquad \qquad \lizeustandsPaarVariablenNam \qquad \qqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqq	\NewDocumentCommand . 62, 103, 140, 161, 203, 224, 535, 552, 597, 602, 1059, 1081, 1250, 1373, 1385, 1544, 1548, e 1847, 1856, 1923, 2339, 2349, 2359, 2371, 2374, 2378, 2534 \NewDocumentEnvironment 1036, 1131, 1186, 1358, 1441, 1442, 1445, 1472, 1480, 1502, 1521, 1531, 1778, 1828, 2191, 2209 \newlength 2638 \node 548, 1366, 1371, 2049, 2054, 2059, 2065, 2071, 2077, 2228, 2273, 2551 \noexpand 2137, 2138, 2139, 2158, 2273 \noindent 343, 599, 604, 1039, 1428, 1430, 1434, 1438, 1466, 1494, 1496, 1509, 1525, 1527, 1535, 1704, 1757, 1760,	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult 1201, 2250, 2251, 2253, 2255, 2268, 2276, 2289, 2290 \pgfutil@empty 2251 \pgfutil@loop 2252 \pgfutil@repeat 2255 \preceq 1253 \prime 1232 \printbibliography . 1407 \ProvidesPackage 2, 20, 53, 221, 399, 460, 467, 531, 594, 609, 953, 989, 1106, 1146, 1155, 1160, 1189, 1227, 1299, 1382, 1388, 1410, 1556, 1716, 1729, 1808, 1864, 1930, 1955, 1960, 2004, 2170, 2183, 2212, 2293, 2300, 2305, 2385, 2400, 2491, 2495, 2515, 2557, 2592, 2612
\liZustandsnameGross \\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	\NewDocumentCommand . 62, 103, 140, 161, 203, 224, 535, 552, 597, 602, 1059, 1081, 1250, 1373, 1385, 1544, 1548, e 1847, 1856, 1923, 2339, 2349, 2359, 2371, 2374, 2378, 2534 \NewDocumentEnvironment 1036, 1131, 1186, 1358, 1441, 1442, 1445, 1472, 1480, 1502, 1521, 1531, 1778, 1828, 2191, 2209 \newlength 2638 \node 548, 1366, 1371, 2049, 2054, 2059, 2065, 2071, 2077, 2228, 2273, 2551 \noexpand 2138, 2139, 2158, 2273 \noindent 343, 599, 604, 1039, 1428, 1430, 1434, 1438, 1466, 1494, 1496, 1509, 1525, 1527, 1535, 1704, 1757, 1760, 1763, 1766, 1849,	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult 1201, 2250, 2251, 2253, 2255, 2268, 2276, 2289, 2290 \pgfutil@empty 2251 \pgfutil@loop 2252 \pgfutil@repeat 2255 \preceq 1253 \prime 1232 \printbibliography . 1407 \ProvidesPackage 2, 20, 53, 221, 399, 460, 467, 531, 594, 609, 953, 989, 1106, 1146, 1155, 1160, 1189, 1227, 1299, 1382, 1388, 1410, 1556, 1716, 1729, 1808, 1864, 1930, 1955, 1960, 2004, 2170, 2183, 2212, 2293, 2300, 2305, 2385, 2400, 2491, 2495, 2515, 2557, 2592, 2612
\liZustandsnameGross \qquad \liZustandsnameTiefgestellt \qquad \liZustandsnameTiefgestellt \qquad \liZustandsPaar \qquad \liZustandsPaar \qquad \liZustandsPaarVariablenNam \qquad \qquad \liZustands \qquad \qquad \liZustands \qquad \qqquad \qqquad \qqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqqq	$\begin{array}{llllllllllllllllllllllllllllllllllll$	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult 1201, 2250, 2251, 2253, 2255, 2268, 2276, 2289, 2290 \pgfutil@empty 2251 \pgfutil@loop 2252 \pgfutil@repeat 2255 \preceq 1253 \prime 1232 \printbibliography . 1407 \ProvidesPackage 2, 20, 53, 221, 399, 460, 467, 531, 594, 609, 953, 989, 1106, 1146, 1155, 1160, 1189, 1227, 1299, 1382, 1388, 1410, 1556, 1716, 1729, 1808, 1864, 1930, 1955, 1960, 2004, 2170, 2183, 2212, 2293, 2300, 2305, 2385, 2400, 2491, 2495, 2515, 2557, 2592, 2612 Q \QS@list Q
\liZustandsnameGross \\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	\NewDocumentCommand . 62, 103, 140, 161, 203, 224, 535, 552, 597, 602, 1059, 1081, 1250, 1373, 1385, 1544, 1548, e 1847, 1856, 1923, 2339, 2349, 2359, 2371, 2374, 2378, 2534 \NewDocumentEnvironment 1036, 1131, 1186, 1358, 1441, 1442, 1445, 1472, 1480, 1502, 1521, 1531, 1778, 1828, 2191, 2209 \newlength 2638 \node 548, 1366, 1371, 2049, 2054, 2059, 2065, 2071, 2077, 2228, 2273, 2551 \noexpand 2138, 2139, 2158, 2273 \noindent 343, 599, 604, 1039, 1428, 1430, 1434, 1438, 1466, 1494, 1496, 1509, 1525, 1527, 1535, 1704, 1757, 1760, 1763, 1766, 1849,	2272, 2275, 2289, 2290 \pgfmathresult 1201, 2250, 2251, 2253, 2255, 2268, 2276, 2289, 2290 \pgfutil@empty 2251 \pgfutil@loop 2252 \pgfutil@repeat 2255 \preceq 1253 \prime 1232 \printbibliography . 1407 \ProvidesPackage 2, 20, 53, 221, 399, 460, 467, 531, 594, 609, 953, 989, 1106, 1146, 1155, 1160, 1189, 1227, 1299, 1382, 1388, 1410, 1556, 1716, 1729, 1808, 1864, 1930, 1955, 1960, 2004, 2170, 2183, 2212, 2293, 2300, 2305, 2385, 2400, 2491, 2495, 2515, 2557, 2592, 2612

\QS@select@equal	\right 1560	\strut 1664, 1668,
	\RIGHTarrow 2536, 2541	1672, 1676, 1680, 2297
\QS@select@greater	\Rightarrow 600, 605	\subseteq 2433, 2466, 2473
	$\rightarrow \dots 207,$	m.
\QS@select@smaller	489, 494, 502, 506,	T
2101, 2104, 2108	508, 509, 511, 566,	\tableofcontents 1420
\QS@sort@a	574, 1927, 2430,	\text 77, 79, 182, 1819, 2616
2083, 2116, 2137, 2138	2437, 2439, 2442,	\textbf 960, 1258,
\QS@sort@b 2083, 2084	2447, 2452, 2453, 2458	1267, 1278, 1287,
\QS@sort@c 2087, 2094	\rightouterjoin 2179	1429, 1436, 1467,
\QS@sort@d 2095, 2103	\Roman 1126	1495, 1510, 1526, 1782
\QS@sort@empty . 2085, 2090	\roman 1126, 1128	\textcolor 1370
\QS@sort@single 2086, 2091	\romannumeral 2095	\textit
\QSinitialize	\rtimes 1718	844, 883, 884, 885,
$\dots 2008, 2120, 2155$	\rule 2128, 2150, 2165, 2176	886, 1536, 1827, 1860
\QSIr . 2091, 2097, 2105,		\textsc 1233
2125, 2139, 2144, 2147	${f S}$	\textsf 1429, 1510
\QSIrr 2126, 2139, 2140, 2148	\sb 67, 77,	\textstyle \dots 1628 , 1659
\QSLr 2097,	79, 108, 166, 501,	\texttt $983, 1233, 1367,$
2104, 2115, 2116,	502, 506, 509, 510,	1368, 1369, 1370, 2616
2124, 2137, 2142, 2146	511, 1053, 1055,	\thepage 1140
\QSpivotStep	1610, 1613, 1616,	\theparagraph 1118
2010, 2120, 2124, 2135	1642, 1648, 1797,	\Theta 1563
\QSr 2097	$1915, \ 1924, \ 2452,$	\thinspace 2616
\QSRr 2106,	2453, 2454, 2459,	\tikz 1371
2127, 2138, 2143,	2463, 2464, 2467,	tikz: bbaum 23
2149, 2158, 2159, 2160	2468, 2471, 2472, 2473	tikz: li binaer baum 21
\QSsortStep	\scriptscriptstyle	\tikzchildnode 419
2012, 2120, 2136, 2137	566, 574, 582	\tikzparentnode 419
1735	\scriptsize 1072 , 1311 ,	\tikzset 96,
-	1318, 1324, 2616, 2646	143, 209, 404, 430,
${f R}$	\section 46	1165, 1302, 1905,
\raisebox 1371	\seq . 1375, 1376, 1377,	2031, 2235, 2389, 2594
\relax 1419,	1504, 1505, 1506, 1513	\tikzumlset 2524
2097, 2140, 2142,	\setbox 2175	\times 207
2143, 2144, 2252, 2254	\setcounter	\tiny $966, 972,$
\renewcommand	1119, 2129, 2151, 2165	978, 1370, 1424, 2334
$\dots 1121, 1122,$	\setganttlinklabel	\titleformat 1116, 1118
1123, 1124, 1127,	1149, 1150, 1151, 1152	\titlespacing 1117
1128, 1142, 1143, 1777	\setlength	\t1 . 29, 37, 63, 64, 65,
\repeat 2013	2197, 2640, 2641, 2651	66, 67, 68, 71, 72,
\RequirePackage 55, 158,	\setmainfont 1109	73, 74, 75, 77, 79,
222, 226, 395, 401,	\setmainlanguage 396	104, 105, 106, 107,
402, 462, 532, 612,	\setminted 2324, 2325	108, 109, 110, 113,
955, 957, 958, 996,	\setsansfont 1110	114, 115, 116, 117,
997, 1107, 1108,	\setul 2188	118, 119, 162, 163,
1111, 1113, 1115,	\sffamily $\dots 476$,	164, 165, 166, 167,
1120, 1129, 1136,	1116, 1118, 1220, 2408	168, 171, 172, 173,
1147, 1148, 1157,	\shoveleft 1837	174, 175, 176, 177,
1161, 1162, 1163,	\shoveright 1840	285, 289, 307, 311,
1191, 1192, 1231,	$\Sigma \dots 64, 105,$	312, 313, 316, 321,
1300, 1384, 1389,	163, 1020, 1021, 1083	322, 323, 334, 335,
1390, 1406, 1413,	\sigma \dots 499, 501, 502	336, 337, 348, 354,
1414, 1415, 1443,	\SLASH <u>1425</u>	357, 360, 369, 383,
1558, 1719, 1720,	\small 1534	536, 539, 544, 545,
1865, 1867, 1957,	\sort 2262	553, 554, 557, 558,
2017, 2019, 2171,	\sortList 2261, 2270	1061, 1082, 1083,
2172, 2173, 2186,	\square 464	1084, 1085, 1088,
2214, 2245, 2296,	\stepcounter 2049, 2054,	1089, 1090, 1091, 1593
2302, 2307, 2318,	2059, 2062, 2064,	\TmpPlaceEight 1887
2319, 2387, 2492,	2068, 2070, 2074, 2076	\TmpPlaceFive 1884
2499, 2518, 2519,	\str 477, 486, 1447,	\TmpPlaceFour 1883
2521, 2522, 2560,	1939,1948,2409,2422	\TmpPlaceNine 1888
2561, 2562, 2593, 2613	\StrSubstitute . $2269, 2271$	\TmpPlaceOne 1880

1876, 1897 \tag{TmpTransitionFive \tag{1873}, 1894	754, 755, 756, 761, 762, 773, 792, 793, 796, 843, 846, 882, 888, 889, 903, 904, 905, 920, 921, 922, 923 umldep	\value
\text{TmpTransitionNine} \text{\text{TmpTransitionNine} \text{\text{\text{TmpTransitionNine} \text{\text{\text{\text{\$1898}\$}}} \text{\text{TmpTransitionOne} \text{\text{\text{\$1890}\$}} \text{\text{TmpTransitionSeven} \text{\text{\text{\$1896}\$}} \text{\text{\text{\$1895}\$}} \text{\text{TmpTransitionSix} \text{\text{\$1874, 1895}} \text{\text{TmpTransitionTen} \text{\text{\$1878, 1899}\$} \text{\text{\text{\$1871, 1892}\$}} \text{\text{TmpTransitionThree} \text{\text{\$1871, 1892}\$} \text{\text{\$1870, 1891}\$} \text{\text{\$1mpX\$ \text{\$1870, 1891}\$}} \text{\text{\$1mpY\$ \text{\$1902\$}}} \text{\text{\$1mpY\$ \text{\$1902\$}}} \text{\text{\$1mpY\$ \text{\$1902\$}}} \text{\text{\$1870, 1899}} \text{\text{\$1870, 1899}} \text{\text{\$1870, 1899}} \text{\text{\$1890, 1891}} \text{\text{\$1mpY\$ \text{\$1902\$}}} \text{\text{\$1mpY\$ \text{\$1902\$}}} \text{\text{\$1870, 1891}} \text{\text{\$1mpY\$ \text{\$1902\$}}} \text{\text{\$1890, 1891}} \text{\text{\$1890, 1891}}} \text{\text{\$180, 1891}} \text{\text{\$180, 1891}} \text{\text{\$180, 1891}} \text{\text{\$180, 1891}}} \text{\text{\$180, 1891}} \text{\text{\$180, 1891}}} \text{\text{\$180, 1891}} \text{\text{\$180, 1891}}} \text{\text{\$180, 1891}}} \text{\text{\$180, 1891}}} \text{\text{\$180, 1891}} \text{\text{\$180, 1891}}} \text{\text{\$180, 1891}}} \text{\text{\$180, 1891}} \text{\text{\$180, 1891}}} \text{\text{\$180, 1891}} \text{\text{\$180, 1891}}} \text{\text{\$180, 1891}} \text{\text{\$180, 1891}}} \text{\text{\$180, 1891}}} \text{\text{\$180, 1891}} \text{\text{\$180, 1891}}} \text{\text{\$180, 1891}}} \text{\text{\$180, 1891}}} \text{\text{\$180, 1891}}} \text{\text{\$180, 1891}} \text{\text{\$180, 1891}}} \text{\text{\$180, 1891}} \text{\text{\$180, 1891}}} \text{\text{\$180, 1891}}} \text{\text{\$180, 1891}}} \text{\text{\$180, 1891}}} \text{\text{\$180, 1891}}	umlnote 666, 802, 930 umlreal 662, 712 umlsimpleclass 630, 631, 632, 636, 638, 639, 640, 657, 791, 839, 840 umlstatic 774 umluniaggreg 798 umluniassoc 650, 663, 799, 912, 913 umlVHuniassoc 651, 652 umlVHVdep 644, 645, 647, 648 umlVHVinherit 627, 628, 633, 634, 641, 642, 764, 765, 896, 897 umlVHVreal 758, 759, 925, 926 UParrow 2538 url 2545 usemintedstyle 2321 usetikzlibrary 56, 403, 956, 1164, 1301, 1866, 2174,	X \xappto