lehramt-informatik

Hermine B
schlangaul *

September 1, 2021

Contents

1	Klas		3
	1.1	Vorlage Theorie-Teil	4
	1.2	Vorlage Aufgabensammlung	5
	1.3	Vorlage Aufgabe	6
2	Pak	ete	7
	2.1	aufgaben-einbinden.sty	8
	2.2	aufgaben-metadaten.sty	9
	2.3	automaten.sty	10
		2.3.1 Endlicher Automat	10
		2.3.2 Kellerautomat	12
		2.3.3 Turingmaschine	13
	2.4	basis.sty	16
	2.5	baum.sty	20
		2.5.1 Binärbaum	21
		2.5.2 AVL-Baum	22
		2.5.3 B-Baum	23
	2.6	checkbox.sty	24
	2.7	chomsky-normalform.sty	25
	2.8	cpm.sty	27
		2.8.1 Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle	28
	2.9	cyk-algorithmus.sty	30
	2.10	$oldsymbol{v}$	31
		2.10.1 Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:	31
		2.10.2 Reihenfolge	31
		2.10.3 Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)	31
		2.10.4 Adapter	32
		2.10.5 Beobachter (Observer)	34
		2.10.6 Dekorierer (Decorator)	36
		2.10.7 Einfache Fabrik (Simple Factory)	37
		2.10.8 Einzelstück (Singleton)	38
		2.10.9 Erbauer (Builder)	38
		2.10.10 Fabrikmethode (Factory Method)	40
		2.10.11 Kompositum (Composite)	41
		$2.10.12\mathrm{Modell\text{-}Pr\ddot{a}sentation\text{-}Steuerung}$ (Model-View-Controller)	42
		2.10.13 Zustand (State)	43
		er.sty	45
		formale-sprachen.sty	47
	2.13	formatierung.sty	50
		2.13.1 Schriftarten / Typographie	50
		2.13.2 Farben	50
		2.13.3 Überschriften	50

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

3	Inde	ex		108
	2.4(wpkaikuei.sty	•	107
		wpkalkuel.sty		
		wasserfall.sty		
		vollstaendige-induktion.sty		
		uml.sty		
		typographie.sty		
		tabelle.sty		100
		synthese-algorithmus.sty		90
		syntaxbaum.sty		94
		syntax.sty		93 94
		struktogramm.sty		93
		spalten.sty		92
		sortieren.sty		90
		rmodell.sty		89
		relationale-algebra.sty		88
		quicksort.sty		85
		pumping-lemma.sty		84
		pseudo.sty		83
		potenzmengen-konstruktion.sty		81
		normalformen.sty		79
		minimierung.sty		76
		mathe.sty		72 73
		master-theorem.sty		68
		makros.sty		64
		literatur.sty		63
		literatur-dummy.sty		62
		kopf-fusszeilen.sty		61
	2.20	kontrollflussgraph.sty	•	59
	2.19	komplexitaetstheorie.sty		57
		klassen-konfiguration-aufgabe.sty		56
		hanoi.sty		55
		graph.sty		53
		grafik.sty		52
		gantt.sty		51
		2.13.6 Header		50
		2.13.5 Kasten		50
		2.13.4 Listen		50

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-metadaten.sty

```
19 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
20 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-aufgaben-metadaten}[2020/07/07 Makros zum
21 Setzen der Aufgaben-Metadaten.]
22 \ExplSyntaxOn
\liAufgabenTitel Momentan eine dummy Makro das die Thematik enthält.
23 \def\liAufgabenTitel#1{
24 }
```

\liAufgabenMetadaten

Setzen der Aufgaben-Metadaten über eine plist bzw. über key-values.

Die Schlüssel-Werte-Paare sind in der Datei basis.sty definiert. In der Typescript-Datei .scripts/nodejs/src/aufgaben.ts gibt es ein entsprechendes Interface AufgabenMetadaten.

```
\liAufgabenMetadaten{
 Titel = {Aufgabe 2},
 Thematik = {Petri-Netz},
 Stichwoerter = {Feld (Array), Implementierung in Java}
 ZitatSchluessel = sosy:pu:4,
 ZitatBeschreibung = {Seite 11},
 BearbeitungsStand = OCR,
 Korrektheit = absolut korrekt,
 RelativerPfad = Staatsexamen/46116/2016/03/Thema-2/Teilaufgabe-1/Aufgabe-2.tex,
 ExamenNummer = 46116,
 ExamenJahr = 2016,
 ExamenMonat = 03,
 ExamenThemaNr = 2,
 ExamenTeilaufgabeNr = 1,
 ExamenAufgabeNr = 2,
25 \def\liAufgabenMetadaten#1{
    \_setze_variablen_zurueck:
28
29
    \tl_clear:N \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl
30
31
    \keys_set:nn { aufgabenmetadaten } {
32
33
34
    \_setze_relativen_pfad:
35
36
37
    \tl_if_empty:NTF \g_auf_titel_tl
38
39
       \msg_fatal:nn { aufgabenmetadaten } { kein-titel }
    }
40
    {
41
    }
42
43
    \_gib_examen_titel: {}
44
45
46
    \_gib_github_url:
47
    \section{\_gib_aufgaben_titel:}
48
49
50
    \bigskip
51 }
52 \ExplSyntaxOff
53
```

2.3 automaten.sty

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

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

2.3.1 Endlicher Automat

```
56 \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}
```



```
57 \RequirePackage{tikz}
```

- 58 \usetikzlibrary{arrows,automata,positioning}
- 59 \liLadePakete{mathe}
- 60 \directlua{
- automaten = require('lehramt-informatik-automaten')
- 62 }

 $\langle 1iAutomat | (automaten-name) | (zustaende=Z, alphabet=\Sigma, delta=\delta, ende=E, start=z_0) |$

- \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}: $A_{NEA} = (Z, \Sigma, \delta, E, z_0)$

```
63 \ExplSyntaxOn
```

```
64 \NewDocumentCommand {\liAutomat} { O{A} m } {
```

- \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
- \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
- 67\tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
- 68 \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
- \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}} 69
- 70 \tl_set:Nn \l_typ_tl {}

71

- \keys_define:nn { automat } { 72
- zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}}, 73
- alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}}, 74
- delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}}, 75
- ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},

```
77
                                                                                                                  start .code:n = {\tilde{1}}, start_tl {##1}},
                                                                                       78
                                                                                                                  dea .value_forbidden:n = true,
                                                                                                                  \label{lem:dea:code:n} \dea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{DEA}}}}},
                                                                                       79
                                                                                                                  nea .value_forbidden:n = true,
                                                                                       80
                                                                                                                 nea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{NEA}}}},
                                                                                       81
                                                                                       82
                                                                                       83
                                                                                                       \keys_set:nn { automat } { #2 }
                                                                                       84
                                                                                       85
                                                                                                      #1 \l_typ_tl = (
                                                                                       86
                                                                                       87
                                                                                                                  \l_zustaende_tl,
                                                                                                                  \l_alphabet_tl,
                                                                                       88
                                                                                                                  \l_delta_tl,
                                                                                       89
                                                                                                                  \l_ende_tl,
                                                                                       90
                                                                                                                  \label{local_start_tl} $$ \label{local_start_tl} $$ \end{substant_tl} $$ \end{substant} $$ \end{substant_tl} $$ 
                                                                                       91
                                                                                       92 )$
                                                                                       93 }
                                                                                       94 \ExplSyntaxOff
95 \def\liAutomatenKante#1#2#3#4{
                                                                                       96 \path (#1) edge[#4] node{#3} (#2);
                                                                                       98 \text{tikzset} 
                                                                                       99 li automat/.style={
                                                                                    100
                                                                                                                 ->,
                                                                                    101
                                                                                                                node distance=2cm
                                                                                    102 },
                                                                                    103 }
```

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\})
```

```
104 \ExplSyntaxOn
105 \NewDocumentCommand {\liKellerAutomat} { O{K} m } {
106
     \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
     \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
107
     \tl_set:Nn \l_kelleralphabet_tl {\Gamma}
108
     \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
109
110
     \t: Nn \l_start_tl \{z\sb\{0\}\}\
111
     \tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {\#}
112
     \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
113
     \keys_define:nn { kellerautomat } {
114
       zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},
115
       alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
116
       kelleralphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_kelleralphabet_tl {\liMenge{##1}}},
117
       delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
118
119
       start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
```

```
kellerboden .code:n = {\tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {##1}},
                       121
                               ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
                       122
                            }
                       123
                            \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
                       124
                       125
                            $#1 = (
                       126
                               \l_zustaende_tl,
                       127
                               \l_alphabet_tl,
                       128
                               \l_kelleralphabet_tl,
                       129
                               \l_delta_tl,
                       130
                       131
                               \l_start_tl,
                               \l_kellerboden_tl,
                       132
                       133
                               \l_ende_tl
                            )$
                       134
                       135 }
                       136 \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}
                       137 \ExplSyntaxOn
                       138 \def\liKellerUebergang#1{
                            \directlua{automaten.drucke_keller_uebergaenge('#1')}
                       141 \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
                       142 \NewDocumentCommand{\liKellerKante} { O{above} m m m } {
                       143
                            \path (#2) edge[#1] node{\liKellerUebergang{#4}} (#3);
                       144 }
                       145 \tikzset{
                           li keller knoten/.style={
                       146
                              text width=2cm,
                       147
                              align=center,
                       148
                       149
                              font=\footnotesize,
                       150
                           },
                            li kellerautomat/.style={
                       151
                       152
                              li automat,
                               every edge/.append style={
                       153
                                 every node/.style={
                       154
                                   li keller knoten
                       155
                       156
                       157
                       158
                       159 }
                      2.3.3 Turingmaschine
                       160 \RequirePackage{amssymb}
\liTuringLeerzeichen
                        П
                       161 \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\})
                                                          162 \ExplSyntaxOn
                                                          163 \NewDocumentCommand {\liTuringMaschine} { O{TM} m } {
                                                                      \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
                                                          164
                                                          165
                                                                      \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
                                                          166
                                                                      \tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\Gamma}
                                                                      \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
                                                                     \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
                                                           168
                                                           169
                                                                      \verb|\tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {\liTuringLeerzeichen}|
                                                          170
                                                                      \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
                                                          171
                                                                      \keys_define:nn { kellerautomat } {
                                                          172
                                                                           zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},
                                                          173
                                                                           alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
                                                          174
                                                          175
                                                                           bandalphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\liMenge{##1}}},
                                                           176
                                                                           delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
                                                                           start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
                                                           177
                                                                           leerzeichen .code:n = {\tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {##1}},
                                                           178
                                                          179
                                                                           ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
                                                           180
                                                          181
                                                                      \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
                                                          182
                                                          183
                                                                      \text{text}\{\#1\} = (
                                                          184
                                                                           \l_zustaende_tl,
                                                          185
                                                                           \l_alphabet_tl,
                                                          186
                                                                           \l_bandalphabet_tl,
                                                           187
                                                                           \l_delta_tl,
                                                           188
                                                           189
                                                                           \l_start_tl,
                                                           190
                                                                           \l_leerzeichen_tl,
                                                           191
                                                                           \l_ende_tl
                                                                     )$
                                                           192
                                                           193 }
                                                          194 \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)
                                                          195 \ExplSyntaxOn
                                                          196 \def\liTuringUebergangZelle#1{
                                                                     \directlua{tex.print(automaten.gib_einen_turing_uebergang('#1'))}
                                                           198 }
                                                          199 \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)
```

 $(\Box:\Box,R)$

```
200 \ExplSyntaxOn
                        201 \def\liTuringUebergaenge#1{
                        202 \directlua{automaten.drucke_turing_uebergaenge('#1')}
                        203 }
                        204 \texttt{ExplSyntaxOff}
                       \verb|\liTuringKante|| (tikz-optionen)|| \{\langle zustand-oder-lese\rangle\} \{\langle schreibe\rangle\} \{\langle richtung\rangle\}||
       \liTuringKante
                        Let-Abkürzung: \let\t=\liTuringKante
                        205 \NewDocumentCommand{\liTuringKante} { O{above} m m m } {
                             \path (#2) edge[#1] node{\liTuringUebergaenge{#4}} (#3);
                        207 }
\liTuringUeberfuehrung
                        208 \def\liTuringUeberfuehrung{
                             210 }
                        211 \tikzset{
                        212 li turingmaschine/.style={
                               li automat,
                        213
                               every edge/.append style={
                        214
                                 every node/.style={
                        215
                                   li keller knoten
                        216
                        217
                        218
                               }
                        219
                            }
                        220 }
                        221
```

2.4 basis.sty

```
222 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                     223 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-basis}[2020/11/27]
                     224 \RequirePackage{xparse}
                     225 \ExplSyntaxOn
    \liLadePakete
                     226 \NewDocumentCommand{\liLadePakete}{ m }
                          \clist_map_inline:nn { #1 } { \RequirePackage{lehramt-informatik-##1} }
                     229 }
\liLadeAllePakete
                     230 \def\liLadeAllePakete{
                         \liLadePakete{
                     231
                     232
                            aufgaben-einbinden,
                     233
                            automaten,
                     234
                            baum,
                     235
                            checkbox,
                     236
                            chomsky-normalform,
                     237
                            cpm,
                            cyk-algorithmus,
                     238
                     239
                            entwurfsmuster,
                     240
                            er,
                            formale-sprachen,
                     241
                     242
                            gantt,
                     243
                            grafik,
                     244
                            graph,
                     245
                            hanoi,
                     246
                            kontrollflussgraph,
                     247
                            makros,
                     248
                            master-theorem,
                     249
                            mathe,
                            minimierung,
                     250
                            normalformen,
                     251
                     252
                            petri,
                     253
                            potenzmengen-konstruktion,
                     254
                            pseudo,
                            quicksort,
                     255
                            relationale-algebra,
                     256
                     257
                            rmodell,
                     258
                            sortieren,
                     259
                            spalten,
                     260
                            struktogramm,
                            syntax,
                     261
                     262
                            syntaxbaum,
                     263
                            synthese-algorithmus,
                     264
                            tabelle.
                     265
                            typographie,
                     266
                            uml,
                     267
                            vollstaendige-induktion,
                     268
                            wasserfall,
                     269
                            wpkalkuel,
                     270 }
                     271 }
```

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

```
272 \clist_new:N \g_auf_schluessel_clist 273 \clist_set:Nn \g_auf_schluessel_clist {
```

```
titel,
274
275
     thematik,
276
     stichwoerter,
277
     zitat_schluessel,
278
     zitat_beschreibung,
279
     bearbeitungs_stand,
280
     korrektheit,
281
     %
282
283
     relativer_pfad,
284
     examen_nummer,
285
286
     examen_jahr,
287
     examen_monat,
288
     examen_thema_nr,
     examen_teilaufgabe_nr,
289
290
     examen_aufgabe_nr,
291 }
   Initialisierung der globalen Token-List-Variablen \g_auf_***_tl. auf steht für Auf-
292 \clist_map_inline: Nn \g_auf_schluessel_clist {
293
     \tl_new:c {g_auf_#1_tl}
294 }
   Funktion über alle globalen Token-List-Variablen zurückzusetzten.
295 \cs_new:Npn \_setze_variablen_zurueck: {
     \clist_map_inline:Nn \g_auf_schluessel_clist {
297
        \tl_clear:c {g_auf_##1_tl}
298
299 }
   Die einzelnen Schlüssel sind im Interface AufgabenMetadaten in der Typescript-Datei
.scripts/nodejs/src/aufgaben.ts erklärt.
300 \keys_define:nn { aufgabenmetadaten }
301 {
     Titel .tl_gset:N = \g_auf_titel_tl,
     Thematik .tl_gset:N = \g_auf_thematik_tl,
     Stichwoerter .tl_gset:N = \g_auf_stichwoerter_tl,
     \label{eq:continuous} \mbox{ZitatSchluessel .tl\_gset:} \mbox{$\mathbb{N}$ = $\g_auf\_zitat\_beschreibung\_tl},
305
     ZitatBeschreibung .tl_gset:N = \g_auf_zitat_schluessel_tl,
306
307
     \label{eq:local_bearbeitungs_stand_tl} BearbeitungsStand \ .tl_gset: \begin{subarray}{ll} $\mathbb{N} = \S_auf_bearbeitungs\_stand_tl, \end{subarray}
308
309
     Korrektheit .tl_gset:N = \g_auf_korrektheit_tl,
310
311
     RelativerPfad .tl_gset:N = \g_auf_relativer_pfad_tl,
312
     ExamenNummer .tl_gset:N = \g_auf_examen_nummer_tl,
313
314
     ExamenJahr .tl_gset:N = \g_auf_examen_jahr_tl,
315
     ExamenMonat .tl_gset:N = \g_auf_examen_monat_tl,
     316
     ExamenTeilaufgabeNr .tl_gset:N = \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl,
317
     318
319 }
320 \cs_gset:Npn \_setze_relativen_pfad: {
     \tl_if_empty:NTF \g_auf_relativer_pfad_tl
322
323
        \bool_if:nTF
324
          ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_nummer_tl &&
325
          ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_jahr_tl &&
326
327
          ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_monat_tl
       }
328
        {
329
```

```
\tl_gset:Nn \g_auf_relativer_pfad_tl {
330
331
            Staatsexamen /
332
            \g_auf_examen_nummer_tl /
333
            \g_auf_examen_jahr_tl /
334
            \g_auf_examen_monat_tl /
            \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} { Thema - \g_auf_examen_thema_nr_tl / }
335
            \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} { Teilaufgabe - \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl }
336
            \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} { Aufgabe - \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl }
337
338
       }
339
       {}
340
341
     }
342
     {}
343 }
344 \verb|\cs_gset:Npn \_gib_examen_titel: \{
     \cs_set:Nn \_trenner: { \, / \, }
345
     \bool_if:nTF
346
347
     {
348
       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_nummer_tl &&
349
       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_jahr_tl &&
350
       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_monat_tl &&
       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
351
     }
352
     {
353
       {
354
          \footnotesize
355
356
          \par
          \noindent
357
358
          Staatsexamen ~
          \g_auf_examen_nummer_tl \_trenner:
359
360
          \g_auf_examen_jahr_tl \_trenner:
361
362
          \tl_case:Nn \g_auf_examen_monat_tl
363
            { 03 } { Frühjahr }
364
            { 09 } { Herbst }
365
          } \ trenner:
366
367
          \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} {
368
            Thema ~ Nr. ~ \g_auf_examen_thema_nr_tl \_trenner:
369
370
371
          \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} {
372
            Teilaufgabe ~ Nr. ~ \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl \_trenner:
373
          \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} {
374
            Aufgabe ~ Nr. ~ \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
375
376
377
          \par
378
          \bigskip
       }
379
     }
380
381 }
382 \cs_new:Npn \_gib_github_url: {
     \tl_if_empty:NTF \g_auf_relativer_pfad_tl {} {
383
       Github :~\href{
384
          \LehramtInformatikGithubRawDomain /
385
          \LehramtInformatikGithubTexRepo /
386
387
          \LehramtInformatikGitBranch /
          \g_auf_relativer_pfad_tl
388
389
390
          \g_auf\_relativer\_pfad\_tl
       }
391
     }
392
```

```
393 }
394 \cs_new:Npn \_gib_aufgaben_titel: {
     \g_auf_titel_tl
395
396
     \tl_if_empty:NTF \g_auf_thematik_tl
397
398
     {}
399
     {
400
       \verb|\g_auf_thematik_tl||\\
401
      ]
402
403
     }
404 }
405 \mbox{\sc msg_new:nnn} { aufgabenmetadaten } { kein-titel }
     { Der~Schlüssel~ist~zwingend~notwendig }
  \def\LehramtInformatikRepository{/pfad/zum/repository}
407 \input /etc/lehramt-informatik.config.tex
  biblatex not working with lualatex and babel
408 % \RequirePackage{polyglossia}
409 % \setmainlanguage{german}
410
```

2.5 baum.sty

 $416 \verb|\usetikzlibrary{shapes.multipart}|$

```
411 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
412 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-baum}[2020/06/13 Zum Setzen von
413 Binär- und AVL-Bäumen. Hüll-Paket um TikZ and tikz-qtree.]
414 \RequirePackage{tikz}
für li binaer baum
415 \RequirePackage{tikz-qtree}
Für b baum
```

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}
```



```
417 \text{\tikzset}{}
    li binaer baum/.style={
418
       shorten <=2pt,
419
420
       shorten >=2pt,
421
       ->,
422
       every tree node/.style={
423
         minimum width=2em,
424
         draw,
425
         rectangle
426
       },
       blank/.style={
427
         draw=none
428
429
       edge from parent/.style={
430
431
          edge from parent path={(\tikzparentnode) -- (\tikzchildnode)}
432
433
       level distance=1cm,
434
       every label/.style={
435
436
         gray,
         font=\footnotesize,
437
         label position=0,
438
         label distance=0cm,
439
       }
440
441
     },
442 }
```

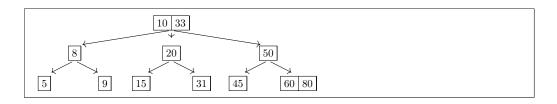
2.5.2 AVL-Baum

```
\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}
```



```
443 \verb|\tikzset{} \{
     li bbaum knoten/.style={
444
445
       rectangle split parts=10,
446
       rectangle split,
447
       rectangle split horizontal,
448
       rectangle split ignore empty parts,
449
       fill=white
450
     },
451
     li bbaum/.style={
452
       every node/.style={
453
454
         li bbaum knoten
455
       level 1/.style={
456
         level distance=12mm,
457
458
          sibling distance=25mm,
459
460
       every child/.style={
461
          shorten <= 2pt,
          shorten >= 6pt,
462
463
       },
464
       level 2/.style={
465
466
          level distance=9mm,
467
          sibling distance=15mm,
468
469
     }
470 }
471
```

2.6 checkbox.sty

- 472 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
- 473 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-checkbox}[2020/12/14 Zum Setzen von
- 474 Multiple-Choice-Fragen. Simulation von Kästchen zum ankreuzen]
- 475 \RequirePackage{amssymb}

\likichtig Angekreuztes Kästchen (nur innerhalb der itemize-Umgebung zu verwenden.

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

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

477 \def\liFalsch{\item[\$\square\$]}

478

2.7 chomsky-normalform.sty

```
479 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                         480 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-chomsky-normalform}[2021/03/26
                         481 Hilfsmakros zum Setzen des Algorithmus zum Erreichen der Chomsky-Normalform]
                         483 \ExplSyntaxOn
                         484
                         485 \liLadePakete{typographie}
                        Let-Abkürzung: \let\schritt=\liChomskyUeberschrift
\liChomskyUeberschrift
                         486 \def\liChomskyUeberschrift#1{
                         487
                              {
                         488
                                 \bfseries
                                 \sffamily
                         489
                                 \str_case:nn {#1} {
                         490
                                   {1} {Elimination~der~$\varepsilon$-Regeln}
                         491
                         492
                                   {2} {Elimination~von~Kettenregeln}
                                   {3} {Separation~von~Terminalzeichen}
                         493
                                   {4} {Elimination~von~mehrelementigen~Nonterminalketten}
                         494
                                }
                         495
                         496
                              }
                         497 }
                        Let-Abkürzung: \let\erklaerung=\liChomskyErklaerung
  \liChomskyErklaerung
                            Hoffmann Seite 180
                         498 \def\li@chomsky@erklaerung@texte#1{
                               \str_case:nn {#1} {
                                %
                         500
                                {1} {
                         501
                                   Alle~Regeln~der~Form~$A~\rightarrow~\varepsilon$~werden~eliminiert.~
                         502
                                   Die~Ersetzung~von~$A$~wird~durch~$\varepsilon$~in~allen~anderen~
                         503
                                  Regeln~vorweggenommen.
                         504
                         505
                                {2} {
                         506
                         507
                                   Jede~Produktion~der~Form~$A~\rightarrow~B$~mit~$A,~B~\in~S$~wird~
                                   als~Kettenregel~bezeichnet.~Diese~tragen~nicht~zur~Produktion~
                         509
                                   \verb|von-Terminalzeichen-bei-und-lassen-sich-ebenfalls-eliminieren.|
                                }
                         510
                                {3} {
                         511
                                   Jedes~Terminalzeichen~$\sigma$,~das~in~Kombination~mit~anderen~
                         512
                                   Symbolen~auftaucht,~wird~durch~ein~neues~Nonterminal~
                         513
                                   $$\sb{\sigma}$~ersetzt~und~die~Menge~der~Produktionen~durch~die~
                         514
                                   Regel~$S\sb{\sigma}~\rightarrow~\sigma$~ergänzt.
                         515
                                }
                         516
                                {4} {
                         517
                                   Alle~Produktionen~der~Form~
                         518
                                   A\rightarrow B\
                         519
                                   werden~in~die~Produktionen~
                         520
                         521
                                   $A~\rightarrow~
                         522
                                   A\sb{n-1}~B\sb{n},~A\sb{n-1}~\rightarrow~
                         523
                                   A\sb{n-2}~B\sb{n-1},~\dots,~
                                   A\sb{2}~\rightarrow~B\sb{1}~B\sb{2}$~zerteilt.~
                         524
                                   Nach~der~Ersetzung~sind~alle~längeren~Nonterminalketten~
                         525
                                   vollständig~heruntergebrochen~und~die~Chomsky-Normalform~erreicht.
                         526
                         527
                         528
                         529 }
                         530 \def\liChomskyErklaerung#1{
                         531
                              {
                         532
                                 \itshape
                         533
                                 \footnotesize
                                 \liParagraphMitLinien{\li@chomsky@erklaerung@texte{#1}}
                         534
                              }
                         535
```

536 }

\liChomskyUeberErklaerung

Let-Abkürzung: \let\schrittE=\liChomskyUeberErklaerung

 $537 \ensuremath{\mbox{\mbox{\sim}}} 11 ChomskyUeberErklaerung#1{\\ 538 \ensuremath{\mbox{\sim}}} 12 ChomskyUeberschrift{#1}\par$

539 \liChomskyErklaerung{#1}

540 }

 $541 \ExplSyntaxOff$

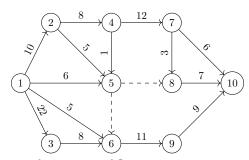
542

2.8 cpm.sty

```
543 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
544 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-cpm}[2020/09/03]
545 \RequirePackage{tikz}
546 \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}
```

```
547 \ExplSyntaxOn
548\ \mbox{NewDocumentCommand} \ \{ \ \mbox{liCpmEreignis} \ \} \ \{ \ \mbox{O} \ \} \ \mbox{m m m} \ \ \} \ \{ \ \mbox{O} \ \} \ \mbox{m m m} \ \ \} \ \{ \ \mbox{O} \ \} \ \mbox{m m m} \ \ \} \ \{ \ \mbox{O} \ \} \ \mbox{m m m} \ \mbox{m m} \ \mbox{m m} \ \mbox{m} \ \mbox{m m} \ \mbox{m} \mbox{m} \ \mbox{m} \ \mbox{m} \ \mbox{m} \ \mbox{m} \ \mbox{m} \mbox{m} \mbox{m} \ \mbox{m} \ \mbox{m} \ \mbox{m} \ \mbox{m} \ \mbox{m} \mbox{m} \ \mbox{m} \ \mbox{m} \ \mbox{m} \
                                      \tl_set:Nn \l_name_tl {}
549
550
                                      \keys_define:nn { cpmEreignis } {
551
552
                                                    name .code:n = {\tl_set:Nn \l_name_tl {##1}},
                                      }
553
554
                                      \keys_set:nn { cpmEreignis } { #1 }
555
556
                                      \tl_if_empty:NT \l_name_tl {
557
                                                       \tl_set:Nn \l_name_tl {#2}
558
                                      }
559
```

```
561
                                              \node[circle,draw] (\l_name_tl) at (#3,#4) {#2};
                                  562 }
                                  563 \ExplSyntaxOff
\liCpmVorgang
                                liCpmVORGANG\((.*)>(.*)\)\{(.*)\}
                                  564 \ExplSyntaxOn
                                  565 \NewDocumentCommand { \liCpmVorgang } { O{} m m m } {
                                             \tl_set:Nn \l_schein_tl {}
                                  567
                                              \tl_set:Nn \l_kritisch_tl {}
                                  568
                                              \keys_define:nn { cpmVorgang } {
                                  569
                                                  schein .code:n = {\tl_set:Nn \l_schein_tl {dashed}},
                                  570
                                                  kritisch .code:n = {\tl_set:Nn \l_kritisch_tl {thick}},
                                  571
                                  572
                                  573
                                  574
                                              \keys_set:nn { cpmVorgang } { #1 }
                                  575
                                              \path[->,\l_schein_tl,\l_kritisch_tl] (#2) edge node[auto,sloped] {#4} (#3);
                                  576
                                  577 }
                                  578 \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)}
                                  580 \def\liCpmVonZu#1(#2-#3){%
                                  581
                                             \ifmmode%
                                                   \liCpmVonZuOhneMathe{#1}(#2-#3)%
                                  582
                                  583
                                                  $\liCpmVonZuOhneMathe{#1}(#2-#3)$%
                                  585
                                              \fi%
                                  586 }
        \liCpmVon Let-Abkürzung: \let\v=\liCpmVon
                                        \liCpmVon{1}(2): 1_{(\to 2)}
                                  587 \def\liCpmVonOhneMathe#1(#2){#1_{\scriptscriptstyle(\rightarrow#2)}}
                                  588 \def\liCpmVon#1(#2){%
                                  589
                                             \ifmmode%
                                                   \liCpmVonOhneMathe{#1}(#2)%
                                  590
                                  591
                                  592
                                                  $\liCpmVonOhneMathe{#1}(#2)$%
                                  593
                                              \fi%
                                  594 }
          \liCpmZu Let-Abkürzung: \let\z=\liCpmZu
                                        \left(1\right) = \left(1\right) \cdot 1_{\left(\leftarrow 2\right)}
                                  595 \end{constraint} $$ \end{constraint} $$ \end{constraint} $$ \end{constraint} $$ \end{constraint} $$ \end{constraint} $$ $$ \end{constraint} $$ \end{constraint} $$ \end{constraint} $$ \end{constraint} $$ $$ \end{constraint} $$ \end{constrain
                                  596 \def\liCpmZu#1(#2){%
                                  597
                                              \ifmmode%
                                                   \liCpmZuOhneMathe{#1}(#2)%
                                  598
                                  599
                                   600
                                                  $\liCpmZuOhneMathe{#1}(#2)$%
```

601 \fi% 602}

\liCpmSpaetesterI

Spätester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann Let-Abkürzung: \let\SZ=\liCpmSpaetesterI

603 \def\liCpmSpaetesterI{\$SZ_i\$}

\liCpmFruehesterI

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

 $604 \ensuremath{$} fIiCpmFruehesterI{FZ_i$}$

605

2.9 cyk-algorithmus.sty

```
606 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                       607 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-cyk-algorithmus}[2021/06/18 Hilfsmakros
                       608 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
                       609 \def\liKurzeTabellenLinie#1{\\cline{1-#1}}
                      \Rightarrow abc \in L(Y)
    \liWortInSprache
                       610 \NewDocumentCommand{ \liWortInSprache } { m O(L(G)) } {
                       611 \bigskip
                       612 \noindent
                       613 $\Rightarrow #1 \in #2$
                       614 }
                      \Rightarrow abc \notin L(G)
\liWortNichtInSprache
                       615 \NewDocumentCommand{ \liwortNichtInSprache } { m O(L(G)) } { }
                       616 \bigskip
                       617 \noindent
                       618 $\Rightarrow #1 \notin #2$
                       619 }
                       620
```

2.10 entwurfsmuster.sty

- 621 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
- 622 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-entwurfsmuster}[2021/05/06
- 623 Hilfsmakros zum Setzen von Entwurfsmustern / Design Patterns]

2.10.1 Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:

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

2.10.2 Reihenfolge

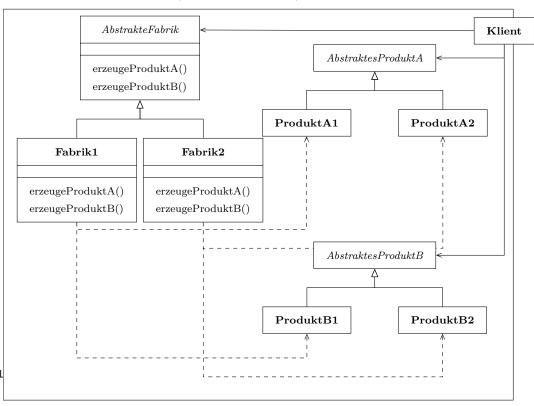
- 1. Uml: Uml-Klassendiagramm \liEntwurfsEinzelstueckUml
- 2. Akteure: Akteure, beteiligte Klassen \liEntwurfsEinzelstueckAkteure
- 3. Code: Allgemeines Code-Beispiel \liEntwurfsEinzelstueckCode
- 4. ohne: Ohne Suffix, Bündelung der einzelnen Makros eines Entwurfsmusters \liEntwurfsEinzelstueckAkteure
- $624 \verb|\RequirePackage{lehramt-informatik-uml}|$

\li@EntwurfsCodeAllgemein

Allgemeine Code-Beispiele zu den UML-Diagrammen und Stellvertretern

- 625 \RequirePackage{lehramt-informatik-syntax}
- 626 \def\li@EntwurfsCode#1#2{
- 627 \liJavaDatei{entwurfsmuster/#1/allgemein/#2}
- 628 }

2.10.3 Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)



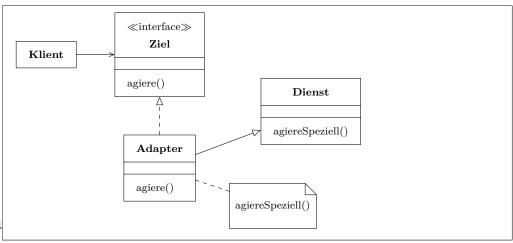
\liEntwurfsAbstrakteFabrikUml

```
629 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrikUml{
630 \begin{tikzpicture}
631 \umlclass[type=abstract]{AbstrakteFabrik}{}{
632 erzeugeProduktA()\\
633 erzeugeProduktB()\\
634 }
```

```
\umlclass[below left=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik1}{}{
                               636
                                         erzeugeProduktA() \\
                               637
                                         erzeugeProduktB()\\
                               638
                                       \umlclass[below right=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik2}{}{
                               639
                                         erzeugeProduktA() \\
                               640
                                         erzeugeProduktB() \\
                               641
                               642
                                       \umlVHVinherit{Fabrik1}{AbstrakteFabrik}
                               643
                                       \umlVHVinherit{Fabrik2}{AbstrakteFabrik}
                               644
                               645
                               646
                                       \umlsimpleclass[right=3cm of AbstrakteFabrik,type=abstract]{AbstraktesProduktA}
                                       \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA1}
                               647
                                       \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA2}
                               648
                                       \umlVHVinherit{ProduktA1}{AbstraktesProduktA}
                               649
                                       \umlVHVinherit{ProduktA2}{AbstraktesProduktA}
                               650
                               651
                                       \umlsimpleclass[above right=0cm and 1cm of AbstraktesProduktA]{Klient}
                               652
                               653
                                       \umlsimpleclass[below=4.5cm of AbstraktesProduktA,type=abstract]{AbstraktesProduktB}
                               654
                                       \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB1}
                               655
                                       \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB2}
                               656
                               657
                                       \umlVHVinherit{ProduktB1}{AbstraktesProduktB}
                                       \umlVHVinherit{ProduktB2}{AbstraktesProduktB}
                               658
                               659
                                       \umlVHVdep[arm1=-1.3cm,arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktA1}
                               660
                               661
                                       \umlVHVdep[arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktB1}
                               662
                                       \umlVHVdep[arm1=-1.8cm,arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktA2}
                               663
                                       \umlVHVdep[arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktB2}
                               664
                               665
                                       \umluniassoc[anchor2=25]{Klient}{AbstrakteFabrik}
                               666
                               667
                                       \umlVHuniassoc[arm1=-1cm]{Klient}{AbstraktesProduktA}
                                       \umlVHuniassoc{Klient}{AbstraktesProduktB}
                               668
                                     \end{tikzpicture}
                               669
                               670 }
iEntwurfsAbstrakteFabrikCode
                               671 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrikCode{
                                    \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Produkte}
                                    \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{AbstrakteFabrik}
                                    \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Klient}
                               674
                               675 }
 \liEntwurfsAbstrakteFabrik
                               676 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrik{
                                    \liEntwurfsAbstrakteFabrikUml
                                    \liEntwurfsAbstrakteFabrikCode
                               678
                               679 }
```

2.10.4 Adapter

635



\liEntwurfsAdapterUml

```
680 \def\liEntwurfsAdapterUml{
681
     \begin{tikzpicture}
682
       \umlsimpleclass[x=1,y=3]{Klient}{}{}
683
       \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Ziel}{}{agiere()}
       \umlclass[x=4,y=0]{Adapter}{}{agiere()}
684
       \umlclass[x=8,y=1.5]{Dienst}{}{agiereSpeziell()}
685
686
       \umlreal{Adapter}{Ziel}
687
       \umluniassoc{Klient}{Ziel}
688
689
       \umlinherit{Adapter}{Dienst}
690
       \umlnote[x=7,y=-1,width=2cm]{Adapter}{agiereSpeziell()}
691
     \end{tikzpicture}
692
693
     \footcite[so \annlich wie GoF]{\wiki:adapter}
694 }
```

\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.

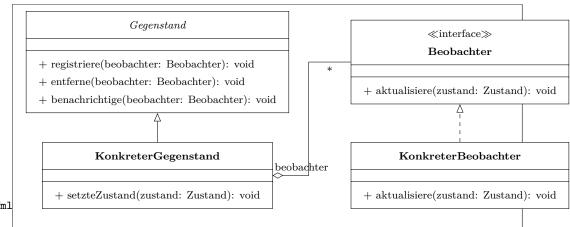
Dienst (Adaptee) Der Dienst bietet wiederzuverwendende Dienstleistungen mit fest definierter Schnittstelle an.

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

```
695 \def\liEntwurfsAdapterAkteure{
     \begin{description}
696
697
       \item[Ziel (Target)]
698
699
       Das Ziel definiert die Schnittstelle, die der Klient nutzen kann.
700
701
       \item[Klient (Client)]
702
703
704
       Der Klient nutzt Dienste über inkompatible Schnittstellen und greift
705
       dabei auf adaptierte Schnittstellen zurück.
706
707
       \item[Dienst (Adaptee)]
708
       Der Dienst bietet wiederzuverwendende Dienstleistungen mit fest
709
       definierter Schnittstelle an.
710
711
       \item[Adapter]
712
713
       Der Adapter adaptiert die Schnittstelle des Dienstes auf die
714
715
       Schnittstelle zum Klienten.\footcite{wiki:adapter}
```

```
717
                                \end{description}
                          718 }
\liEntwurfsAdapterCode
                          719 \def\liEntwurfsAdapterCode{
                          720
                               \li@EntwurfsCode{adapter}{Dienst}
                          721
                               \li@EntwurfsCode{adapter}{Ziel}
                               \li@EntwurfsCode{adapter}{Adapter}
                          723
                               \li@EntwurfsCode{adapter}{Klient}
                          724 }
    \liEntwurfsAdapter
                          725 \def\liEntwurfsAdapter{
                          726
                               \liEntwurfsAdapterUml
                          727
                               \liEntwurfsAdapterAkteure
                          728
                               \liEntwurfsAdapterCode
                          729 }
```

2.10.5 Beobachter (Observer)



\liEntwurfsBeobachterUml

```
730 \def\liEntwurfsBeobachterUml{
731
     \begin{tikzpicture}
       \umlclass[x=0,y=0,type=abstract]{Gegenstand}{}{
732
         + registriere(beobachter: Beobachter): void\\
733
         + entferne(beobachter: Beobachter): void\\
734
735
           benachrichtige(beobachter: Beobachter): void\\
736
       \umlclass[x=0,y=-3]{KonkreterGegenstand}{}{
737
         + setzteZustand(zustand: Zustand): void
738
       }
739
       \umlinherit{KonkreterGegenstand}{Gegenstand}
740
741
742
       \umlclass[x=8,y=0,type=interface]{Beobachter}{}{
         + aktualisiere(zustand: Zustand): void
743
744
745
       \umlclass[x=8,y=-3]{KonkreterBeobachter}{}{
746
         + aktualisiere(zustand: Zustand): void
       }
747
       \umlreal{KonkreterBeobachter}{Beobachter}
748
749
       \umlHVHaggreg[arg1=beobachter,pos1=0.8,mult2=*,pos2=2.5]
750
       {KonkreterGegenstand}{Beobachter}
751
752
     \end{tikzpicture}
753 }
```

\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.

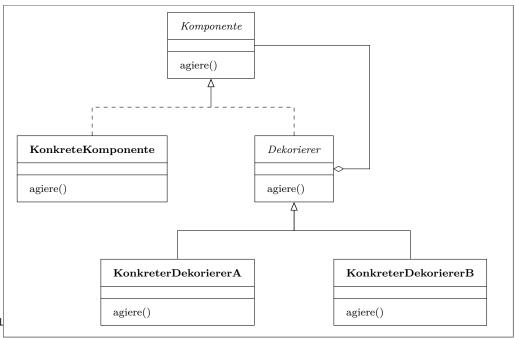
```
754 \def\liEntwurfsBeobachterAkteure{
755
     \begin{description}
       \item[Gegenstand / Subjekt (Subject / Observable)]
756
757
       Ein Subjekt (beobachtbares Objekt, auf Englisch publisher, also
758
       "Veröffentlicher", genannt) hat eine Liste von Beobachtern, ohne
759
       deren konkrete Typen zu kennen. Es bietet eine Schnittstelle zur An-
760
       und Abmeldung von Beobachtern und eine Schnittstelle zur
761
762
       Benachrichtigung von Beobachtern über Änderungen an.\footcite[Seite
       251]{gof}
763
764
       \item[Beobachter (Observer)]
765
766
       Die Beobachter (auf Englisch auch subscriber, also "Abonnent",
767
768
       genannt) definieren eine Aktualisierungsschnittstelle.
769
770
       \item[konkreter/s Gegenstand / Subjekt (ConcreteSubject / ConcreteObservable)]
771
       Ein konkretes Subjekt (konkretes, beobachtbares Objekt) speichert
772
773
       den relevanten Zustand und benachrichtigt alle Beobachter bei
       Zustandsänderungen über deren Aktualisierungsschnittstelle. Es
774
       verfügt über eine Schnittstelle zur Erfragung des aktuellen
775
       Zustands.
776
777
       \item[Konkrete Beobachter (ConcreteObserver)]
778
779
       Konkrete Beobachter verwalten die Referenz auf ein konkretes
780
       Subjekt, dessen Zustand sie beobachten und speichern und dessen
781
       Zustand konsistent ist. Sie implementieren eine
782
       Aktualisierungsschnittstelle unter Verwendung der
783
784
       Abfrageschnittstelle des konkreten Subjekts.
       \footcite{wiki:beobachter}
785
     \end{description}
786
787 }
788 \def\liEntwurfsBeobachterCode{
     \li@EntwurfsCode{beobachter}{Gegenstand}
789
```

```
788 \def\liEntwurfsBeobachterCode{
789 \li@EntwurfsCode{beobachter}{Gegenstand}
790 \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterGegenstand}
791 \li@EntwurfsCode{beobachter}{Beobachter}
792 \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterA}
793 \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterB}
```

```
794 \li@EntwurfsCode{beobachter}{Klient}
795 }
\liEntwurfsBeobachter

796 \def\liEntwurfsBeobachter{
797 \liEntwurfsBeobachterUml
798 \liEntwurfsBeobachterAkteure
799 \liEntwurfsBeobachterCode
800 }
```

2.10.6 Dekorierer (Decorator)



\liEntwurfsDekoriererUml

```
801 \def\liEntwurfsDekoriererUml{
     \begin{tikzpicture}
802
       \umlclass[type=abstract]{Komponente}{}{agiere()}
803
       \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Komponente]{KonkreteKomponente}{}{agiere()}
804
       \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Komponente,type=abstract]{Dekorierer}{}{agiere()}
805
806
807
       \umlVHVreal{KonkreteKomponente}{Komponente}
808
       \umlVHVreal{Dekorierer}{Komponente}
809
       \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererA}{}{agiere()}
810
       \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererB}{}{agiere()}
811
812
       \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererA}{Dekorierer}
813
       \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererB}{Dekorierer}
814
815
       \umlHVHaggreg[arm1=2cm]{Dekorierer}{Komponente}
816
       \footcite{wiki:dekorierer}
817
     \end{tikzpicture}
818
819 }
820 \def\liEntwurfsDekoriererCode{
     \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Komponente}
```

\liEntwurfsDekoriererCode

```
820 \def\liEntwurfsDekoriererCode{
821  \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Komponente}
822  \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreteKomponente}
823  \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Dekorierer}
824  \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererA}
825  \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererB}
826  \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Klient}
827 }
```

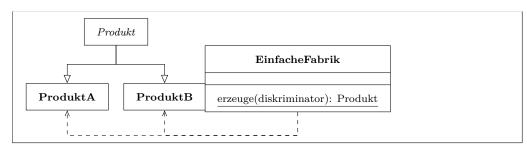
\liEntwurfsDekorierer

```
828 \def\liEntwurfsDekorierer{
829 \liEntwurfsDekoriererUml
830 \liEntwurfsDekoriererAkteure
831 \liEntwurfsDekoriererCode
832 }
```

2.10.7 Einfache Fabrik (Simple Factory)

\liEntwurfsEinfacheFabrikUml

Quelle: https://refactoring.guru/design-patterns/factory-comparison



```
833 \def\liEntwurfsEinfacheFabrikUml{
     \begin{tikzpicture}
835
       \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
       \umlsimpleclass[below left=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktA}
836
       \umlsimpleclass[below right=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktB}
837
       \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktA}
838
       \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktB}
839
       \umlclass[below right=0cm and 1.5cm of Produkt]{EinfacheFabrik}{
840
841
842
         \umlstatic{erzeuge(diskriminator): Produkt}\\
843
       \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktA}
       \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktB}
846
     \end{tikzpicture}
847 }
```

ntwurfsEinfacheFabrikAkteure

Quelle: frei überstetzt aus GoF

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

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

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

```
848 \def\liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure{
     \begin{description}
849
       \item[EinfacheFabrik]
850
851
       Eine Klasse mit einer Erzeugunsmethode, die über eine größere
852
       Bedingung verschiedene Objekt instanziert.
853
854
       \item[Produkt]
855
856
       Eine abstrakte Klasse, die von den konkreten Produkten geerbt wird.
857
858
       \item[KonkretesProdukt]
859
860
       Ein konkretes Produkt, das von der einfachen Fabrik erzeugt wird.
861
862
     \end{description}
863 }
```

\liEntwurfsEinfacheFabrik

```
864 \def\liEntwurfsEinfacheFabrik{
865 \liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure
866 \liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure
867 }
```

2.10.8 Einzelstück (Singleton)

\liEntwurfsEinzelstueckUml

Quelle nach der deutschen Wikipedia

```
Einzelstück

- instanz: Einzelstück

- Einzelstück()

+ gibInstanz(): Einzelstück
```

```
868 \def\liEntwurfsEinzelstueckUml{
869
     \begin{tikzpicture}
870
       \umlclass{Einzelstück}{
       \umlstatic{- instanz: Einzelstück}\\
871
872
       }{
       - Einzelstück()\\
873
       + gibInstanz(): Einzelstück
874
875
     \end{tikzpicture}
876
877 }
```

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.

```
878 \def\liEntwurfsEinzelstueckAkteure{
     \begin{description}
879
       \item[Einzelstück (Singleton)]
880
881
       stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten
882
       nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.
883
     \end{description}
884
885 }
886 \def\liEntwurfsEinzelstueckCode{
     \li@EntwurfsCode{einzelstueck}{Einzelstueck}
887
888 }
889 \def\liEntwurfsEinzelstueck{
     \liEntwurfsEinzelstueckUml
```

 $\label{lientwurfsEinzelstueck} $$ \lientwurfsEinzelstueck$

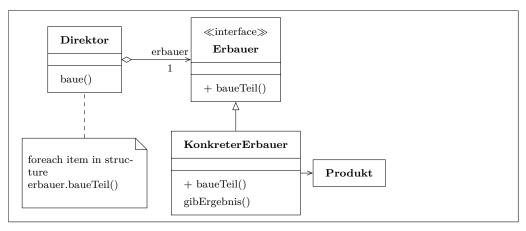
\liEntwurfsEinzelstueckCode

```
889 \def\liEntwurfsEinzelstueck{
890 \liEntwurfsEinzelstueckUml
891 \liEntwurfsEinzelstueckAkteure
892 \liEntwurfsEinzelstueckCode
893 }
```

2.10.9 Erbauer (Builder)

\liEntwurfsErbauerUml

Quelle nach der deutschen Wikipedia



```
894 \def\liEntwurfsErbauerUml{
     \begin{tikzpicture}
895
       \umlsimpleclass[x=7,y=0]{Produkt}{}{}
896
       \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Erbauer}{}{+ baueTeil()}
897
       \umlclass[x=4,y=0]{KonkreterErbauer}{}{
898
899
         + baueTeil()\\
         gibErgebnis()}
900
       \umlclass[x=0,y=3]{Direktor}{}{baue()}
901
902
       \umluniaggreg[arg2=erbauer,pos2=0.7,mult2=1]{Direktor}{Erbauer}
903
       \umluniassoc{KonkreterErbauer}{Produkt}
904
       \umlinherit{KonkreterErbauer}{Erbauer}
905
906
     \umlnote[x=0,y=0,width=3cm]{Direktor}{
907
       foreach item in structure\\
908
       erbauer.baueTeil()
909
910
     \end{tikzpicture}
911
912
     \footcite{wiki:erbauer}
913 }
```

\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.

```
914 \def\liEntwurfsErbauerAkteure{
915
     \begin{description}
916
       \item[Erbauer]
917
918
       Der Erbauer spezifiziert eine abstrakte Schnittstelle zur Erzeugung der
       Teile eines komplexen Objektes.
919
920
       \item[KonkreterErbauer]
921
922
       Der konkrete Erbauer erzeugt die Teile des komplexen Objekts durch
923
       Implementierung der Schnittstelle. Außerdem definiert und verwaltet er
```

```
die von ihm erzeugte Repräsentation des Produkts. Er bietet auch eine
926
       Schnittstelle zum Auslesen des Produkts.
927
       \item[Direktor]
928
929
       Der Direktor konstruiert ein komplexes Objekt unter Verwendung der
930
       Schnittstelle des Erbauers. Der Direktor arbeitet eng mit dem Erbauer
931
       zusammen: Er weiß, welche Baureihenfolge der Erbauer verträgt oder
932
       benötigt. Der Direktor entkoppelt somit den Konstruktionsablauf vom
933
934
       Klienten.
935
       \item[Produkt]
936
937
       Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.
938
       \footcite{wiki:erbauer}
939
     \end{description}
940
941 }
942 \def\liEntwurfsErbauer{
     \liEntwurfsErbauerUml
```

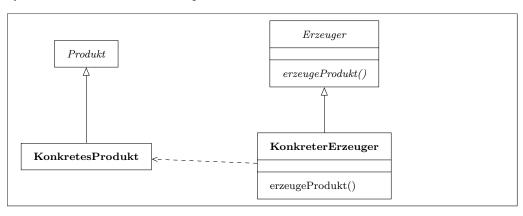
\liEntwurfsErbauer

```
944
     \liEntwurfsErbauerAkteure
945 }
```

2.10.10 Fabrikmethode (Factory Method)

\liEntwurfsFabrikmethodeUml

Quelle nach der deutschen Wikipedia



```
946 \ensuremath{\mbox{\sc Mef}\mbox{\sc LiEntwurfsFabrikmethodeUml}} \{
      \begin{tikzpicture}
947
        \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
948
        \umlsimpleclass[below=2cm of Produkt]{KonkretesProdukt}
949
        \umlinherit{KonkretesProdukt}{Produkt}
950
951
952
        \umlclass[type=abstract,right=4cm of Produkt]{Erzeuger}{}{
953
          \textit{erzeugeProdukt()}\\
954
        \umlclass[below=1.2cm of Erzeuger]{KonkreterErzeuger}{}{
955
        erzeugeProdukt()
956
        }
957
        \umlinherit{KonkreterErzeuger}{Erzeuger}
958
959
        \umldep{KonkreterErzeuger}{KonkretesProdukt}
960
961
      \end{tikzpicture}
962 }
```

Quelle: deutsche Wikipedia EntwurfsFabrikmethodeAkteure

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

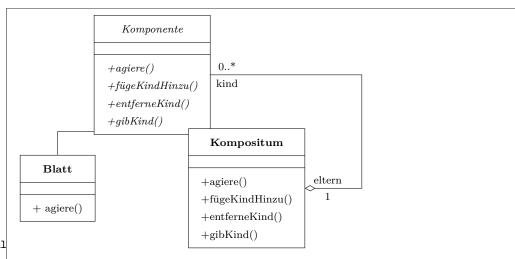
KonkretesProdukt KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.

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).

```
963 \def\liEntwurfsFabrikmethodeAkteure{
964
     \begin{description}
       \item[Produkt]
965
966
967
       Das Produkt ist der Basistyp (Klasse oder Schnittstelle) für das
968
       zu erzeugende Produkt.
969
970
       \item[KonkretesProdukt]
971
972
       KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.
973
974
       \item[Erzeuger]
975
976
       Der Erzeuger deklariert die Fabrikmethode, um ein solches Produkt
977
       zu erzeugen und kann eine Default-Implementierung beinhalten.
978
979
       \item[KonkreterErzeuger]
980
       KonkreterErzeuger überschreibt die Fabrikmethode, um die ihm
981
       entsprechenden konkreten Produkte zu erzeugen (z. B. indem er den
982
       Konstruktor einer konkreten Produkt-Klasse aufruft).
983
984
       \footcite{wiki:fabrikmethode}
985
986
     \end{description}
987 }
988 \def\liEntwurfsFabrikmethode{
     \liEntwurfsFabrikmethodeUml
     \liEntwurfsFabrikmethodeAkteure
990
991 }
```

2.10.11 Kompositum (Composite)



\liEntwurfsKompositumUml

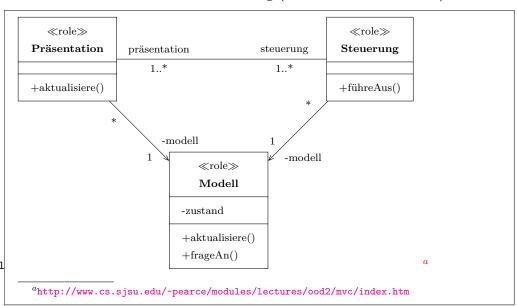
\liEntwurfsFabrikmethode

```
992 \def\liEntwurfsKompositumUml{
993
      \begin{tikzpicture}
994
        \umlclass[x=2.5,y=3,type=abstract]{Komponente}{}{
995
          \textit{+agiere()}\\
996
          \textit{+fügeKindHinzu()}\\
          \textit{+entferneKind()}\\
997
          \textit{+gibKind()}
998
999
        \umlclass[x=0]{Blatt}{}{+ agiere()}
1000
        \umlclass[x=5]{Kompositum}{}{
1001
          +agiere()\\
1002
1003
          +fügeKindHinzu()\\
          +entferneKind()\\
1004
1005
          +gibKind()
        }
1006
1007
        \umlVHVinherit{Kompositum}{Komponente}
1008
        \umlVHVinherit{Blatt}{Komponente}
1009
        \umlHVHaggreg[anchor1=east,arm1=1.5cm,arg1=eltern,mult1=1,arg2=kind,mult2=0..*,pos2=2.9,]
1010
1011
      \end{tikzpicture}
1012 }
```

\liEntwurfsFabrikmethode

```
1013 \def\liEntwurfsKompositum{
1014 \liEntwurfsKompositumUml
1015 \liEntwurfsKompositumAkteure
1016}
```

2.10.12 Modell-Präsentation-Steuerung (Model-View-Controller)



 ${\tt IodellPraesentationSteuerungUml}$

```
1017 \def\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml{
1018
     \begin{tikzpicture}
1019
       \umlclass[x=-4cm,type=role]{Präsentation}{}{+aktualisiere()}
       1020
1021
       \umlclass[y=-4cm,type=role]{Modell}{
         -zustand
1022
       }{
1023
         +aktualisiere()\\
1024
1025
         +frageAn()
1026
1027
       \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Präsentation}{Modell}
1028
       \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Steuerung}{Modell}
1029
```

```
1030 \umlassoc[arg1=präsentation,mult1=1..*,arg2=steuerung,mult2=1..*]{Präsentation}{Steuerung
1031 \end{tikzpicture}
1032 \liFussnoteUrl{http://www.cs.sjsu.edu/~pearce/modules/lectures/ood2/mvc/index.htm}
1033 }
```

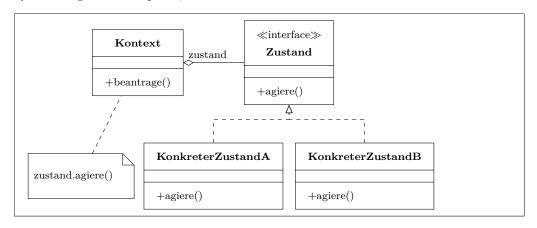
ModellPraesentationSteuerung

```
1034 \def\liEntwurfs{
1035 \liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml
1036 \liEntwurfsModellPraesentationSteuerungAkteure
1037 }
```

2.10.13 Zustand (State)

\liEntwurfsZustandUml

Quelle: Englische Wikipedia, so ähnlich wie in GoF



```
1038 \def\liEntwurfsZustandUml{
      \begin{tikzpicture}
1039
        \umlclass[x=-1,y=3]{Kontext}{}{+beantrage()}
1040
        \umlclass[x=3,y=3,type=interface]{Zustand}{}{+agiere()}
1041
1042
        \umlclass[x=1,y=0]{KonkreterZustandA}{}{+agiere()}
1043
        \umlclass[x=5,y=0]{KonkreterZustandB}{}{+agiere()}
1044
1045
        \umlVHVreal{KonkreterZustandA}{Zustand}
        \umlVHVreal{KonkreterZustandB}{Zustand}
1046
1047
        \umlaggreg[arg=zustand,pos=0.4]{Kontext}{Zustand}
1048
1049
        \umlnote[x=-2.5,y=0,width=2.5cm]{Kontext}{zustand.agiere()}
1050
      \end{tikzpicture}
1051
1052 }
```

\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.

```
1053 \def\liEntwurfsZustandAkteure{
1054 \begin{description}
1055 \item[Kontext (Context)]
1056
1057 definiert die clientseitige Schnittstelle und verwaltet die separaten
1058 Zustandsklassen.
1059
```

```
1060
                                \item[State (Zustand)]
                       1061
                                definiert eine einheitliche Schnittstelle aller Zustandsobjekte und
                      1062
                                {\tt implementiert} \ \ {\tt gegebenenfalls} \ \ {\tt ein} \ \ {\tt Standardverhalten}.
                      1063
                      1064
                                \item[KontreterZustand (ConcreteState)]
                      1065
                      1066
                      1067
                                {\tt implementiert\ das\ Verhalten,\ das\ mit\ dem\ Zustand\ des\ Kontextobjektes}
                      1068
                                verbunden ist.
                      1069
                             \end{description}
                       1070 }
\liEntwurfsZustand
                      1071 \def\liEntwurfsZustand{
                             \liEntwurfsZustandUml
                             \liEntwurfsZustandAkteure
                      1074 }
                      1075
```

2.11 er.sty

```
1076 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1077 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-er}[2020/06/13 Zum Setzen von
1078 ER-Diagrammen]
1079 \RequirePackage{tikz-er2}
1080 \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}
                                                            1081 \RequirePackage{soul}
                                                            1082 \RequirePackage{fontawesome}
                                                            Let-Abkürzungen
                                                            \let\a=\liErMpAttribute
                                                            \let\d=\liErDatenbankName
                                                            \let\e=\liErMpEntity
                                                            \let\r=\liErMpRelationship
                                                            1083 \ExplSyntaxOn
                       \liErEntity
                                                            1084 \def\liErEntity#1{\textbf{#1}}
      \liErRelationship
                                                            1085 \ensuremath{\mbox{liErRelationship#1{\ul{#1}}}}
              \liErAttribute
                                                            1086 \ensuremath{\mbox{\sc loss}} 1086 \ensuremath{\mbox{\sc loss}} 1186 \ensuremath{\mbox{\sc loss}} 1186
                 \verb|\lief| {\rm mp = marginpar}|
                                                            Let-Abkürzung: \let\e=\liErMpEntity
                                                            1087 \def\liErMpEntity#1{
                                                            1088
                                                                           \liErEntity{#1}
                                                            1089
                                                                           \marginpar{
                                                            1090
                                                                                  \liErEntity{\tiny\faSquareO{}~E:~#1}
                                                            1091
                                                            1092 }
\liErMpRelationship
                                                           Let-Abkürzung: \let\r=\liErMpRelationship
                                                            1093 \def\liErMpRelationship#1{
                                                            1094
                                                                           \liErRelationship{#1}
                                                            1095
                                                                            \marginpar{
                                                            1096
                                                                                  \liErRelationship{\tiny\faGg{}~R:~#1}
                                                            1097
                                                                           }
                                                            1098 }
                                                           Let-Abkürzung: \let\a=\liErMpAttribute
         \liErMpAttribute
                                                            1099 \def\liErMpAttribute#1{
                                                                          \liErAttribute{#1}
                                                            1100
                                                            1101
                                                                           \marginpar{
                                                                                  \label{lient} $$ \prod_{x\in A} \frac{1}{x^2} ... $$
                                                            1102
                                                            1103 }
                                                            1104 }
                                                           Let-Abkürzung: \let\d=\liErDatenbankName
   \liErDatenbankName
                                                                     datenbank name
                                                            1105 \def\liErDatenbankName#1{
                                                            1106
                                                                                   \footnotesize\texttt{(#1)}
                                                            1107
                                                            1108
                                                                            }
                                                            1109 }
                                                            1110 \ExplSyntaxOff
                                                            1111
```

2.12 formale-sprachen.sty

```
1112 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                                                       1113 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-formale-sprachen}[2021/02/21 Hilfsmakros
                                                       1114 zum Setzen von mathematischen Formeln bei dem Thema Formale Sprachen]
                                                       1115 \directlua{
                                                       1116 formale_sprachen = require('lehramt-informatik-formale-sprachen')
                                                       1117 }
                                                       1118 \RequirePackage{hyperref}
                                                       1119 \liLadePakete{mathe,typographie}
                                                       \lambda \in \{a, b, c\}
                                  \liMenge
                                                       Let-Abkürzung: \let\m=\liMenge
                                                       1120 \def\liMengeOhneMathe#1\{\ #1 \ \}
                                                       1121 \def\liMenge#1{%
                                                       1122 \ifmmode%
                                                       1123 \liMengeOhneMathe{#1}%
                                                       1124 \else%
                                                       1125 $\liMengeOhneMathe{#1}$%
                                                       1126 \fi%
                                                       1127 }
                               \liEpsilon \liEpsilon: arepsilon
                                                       Let-Abkürzung: \let\e=\liEpsilon
                                                       1128 \def\liEpsilon{$\varepsilon$}
                      \liPotenzmenge
                                                       Umgeben mit geschweiften Klammern in einer Mathematik-Umgebung
                                                       1129 \def\erzeuge@tiefgestellt#1{\directlua{formale_sprachen.erzeuge_tiefgestellt('#1')}}
                                                       1130 \def\liPotenzmengeOhneMathe#1{\{ \erzeuge@tiefgestellt{#1} \}}
                                                       1131 \def\liPotenzmenge#1{$\liPotenzmengeOhneMathe{#1}$}
                                                       liZustandsmenge{z1, z2}: {\{ z_1, z_2 \}}
                  \liZustandsmenge
                                                       1132 \let\liZustandsmengeOhneMathe=\liPotenzmengeOhneMathe
                                                       1133 \let\liZustandsmenge=\liPotenzmenge
                                                       \liUeberfuehrungsFunktion{z0, a}: $\delta(z_0, a)$
\liUeberfuehrungsFunktion
                                                       Let-Abkürzung: \let\d=\liUeberfuehrungsFunktion
                                                       1134 \end{area} $$134 \end{area} $$134
                                                       1135 \def\liUeberfuehrungsFunktion#1{
                                                       1136 \ifmmode
                                                       1137 \liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}
                                                       1138 \else
                                                       1139 $\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}$
                                                       1140 \fi
                                                       1141 }
                                                       \liAlphabet
                                                       1142 \left( \frac{1142}{h} \right) = \frac{1142}{h}
                                                      \Pi \subseteq \Gamma \subseteq \Gamma \subseteq \Gamma
                    \liBandAlphabet
                                                       1143 \def\liBandAlphabet#1{\ Gamma = \Sigma \cup \{ #1 \}$}
          \liZustandsBuchstabe
                                                       1144 \def\liZustandsBuchstabe{z}
\liZustandsBuchstabeGross
                                                       1145 \def\liZustandsBuchstabeGross{Z}
```

```
\liZustandsmengeNr
                                                               1146 \def\zustandsnamens@liste#1#2{
                                                               1147
                                                               1148
                                                                                     \directlua{formale_sprachen.erzeuge_zustandsnamens_liste('#1', '#2')}
                                                               1149
                                                                                 17
                                                               1150
                                                               1151
                                                                            $
                                                               1152 }
                                                               1153 \end{figure} 1153 \end{
         \liZustandsmengeNrGross
                                                               {\tt 1154 \ def\ liZustands menge Nr Gross \#1 \{\ vastands namens @ liste {\ liZustands Buch stabe Gross \} \#1}\}}
                                                               \liZustandsname{1}: $z_1$
                          \liZustandsname
                                                               1155 \def\liZustandsname#1{$\liZustandsBuchstabe_#1$}
                                                              \liZustandsnameGross{1}: $Z_1$
               \liZustandsnameGross
                                                               1156 \ensuremath{$\liZustandsBuchstabeGross\_\#1\$}
                                \liAbleitung \liAbleitung{S -> aB -> ab}: S \vdash aB \vdash ab
                                                               1157 \def\liAbleitung#1{$\directlua{formale_sprachen.formatiere_ableitung('#1')}$}
                 liProduktionsRegeln
                                                                 \begin{liProduktionsRegeln}[P_1]
                                                                     S -> S A B | EPSILON,
                                                                     B A \rightarrow A B,
                                                                     A A -> a a,
                                                                     B B -> b b
                                                                 \end{liProduktionsRegeln}
                                                               1158 \NewDocumentEnvironment { liProduktionsRegeln }
                                                               1159 { O{P} +b }
                                                               1160 {
                                                                           \liGeschweifteKlammern{#1}
                                                               1161
                                                               1162
                                                                          {
                                                               1163
                                                                                \begin{align*}
                                                               1164
                                                                                \directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#2')}
                                                               1165
                                                                                 \end{align*}
                                                                           \{-0.2cm\}\{-1.5cm\}
                                                               1166
                                                               1167 } {}
                          \liProduktionen \liProduktionen(S -> A, A -> a): \{S \to A, A \to a\}
                                                               1168 \def\liProduktionen#1{
                                                               1169
                                                                           \liMenge{\directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#1', true)}}
                                                               1170 }
\liZustandsnameTiefgestellt Automatisch tiefgestellte Nummerierung \z1
                                                               Let-Abkürzung: \let\z=\liZustandsnameTiefgestellt
                                                               1171 \def\liZustandsnameTiefgestellt#1{
                                                               1172
                                                                            \ifmmode
                                                                                 \liZustandsBuchstabe\sb{#1}
                                                               1173
                                                               1174
                                                               1175
                                                                                $\liZustandsBuchstabe\sb{#1}$
                                                               1176
                                                                            \fi
                                                               1177 }
                                                               1178 \ExplSyntaxOn
                                                              \left[L_2\right] \{a_1,a_2,\dots,a_n\} \{n \in \mathbb{N}\} 
                                   \liAusdruck
                                                                      Ohne "=": \left[ x \right] \{x\} \{y\}: \{x \mid y\}
                                                                      Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
                                                                  \$(.*) += +\\\{ *(.*?)( *\\, *)?\|( *\\, *)?(.*?) *\\\}\$
```

\\liAusdruck[\$1]{\$2}{\$5}

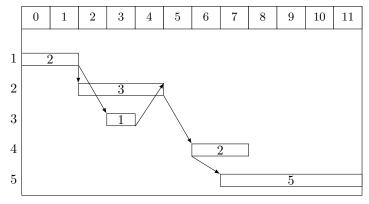
```
1179 \NewDocumentCommand{ \liAusdruck } { O{L} m m } {
1180
1181
       \tl_if_empty:nTF {#1} {} {#1 =}
1182
       \{
        \, #2 \,
1183
1184
        \, #3 \,
1185
      \}$
1186
1187 }
1188 \ExplSyntaxOff
Link zur flaci.com Website: \liFlaci{Grxk1oczg}:
   Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte Automaten, Compiler und Interpreter)
Ein Projekt der Hochschule Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz: flaci.com/Grxkloczg
1189 \def\liFlaci#1{%
1190
      \par
1191
      {%
1192
        \scriptsize
        Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte
1193
        Automaten, Compiler und Interpreter) Ein Projekt der Hochschule
1194
        Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz:
1195
        \href{https://flaci.com/#1}{flaci.com/#1}%
1196
      }%
1197
1198
      \par
1199 }
\lceil (qrammtik-name) \rceil \{ (variablen=V, alphabet=\Sigma, produktionen=P, start=S) \}
   \liGrammatik{variablen={}, alphabet={}}
   • \liGrammatik{}: G = (V, \Sigma, P, S)
   • \liGrammatik[G_1]{}: G_1 = (V, \Sigma, P, S)
   • \liGrammatik{variablen={S,A,B}}: G = (\{S,A,B\},\Sigma,P,S)
   • \liGrammatik{alphabet={a,b}}: G = (V, \{a, b\}, P, S)
   • \liGrammatik{start=X}: G = (V, \Sigma, P, X)
1200 \ExplSyntaxOn
1201 \NewDocumentCommand {\liGrammatik} { O{G} m } {
      \tl_set:Nn \l_variablen_tl {V}
1202
      \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
1203
      \tl_set:Nn \l_produktionen_tl {P}
1204
      \tl_set:Nn \l_start_tl {S}
1205
1206
1207
      \keys_define:nn { grammatik } {
        variablen .code:n = {\tl_set:Nn \l_variablen_tl {\liMenge{##1}}},
1208
        alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
1209
1210
        produktionen .code:n = {\tl_set:Nn \l_produktionen_tl {\liProduktionen{##1}}},
1211
        start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
1212
1213
      \keys_set:nn { grammatik } { #2 }
1214
1215
      $#1 = (
1216
1217
        \l_variablen_tl,
1218
        \l_alphabet_tl,
        \l_produktionen_tl,
1219
        \l_start_tl
1220
1221
      )$
1222 }
1223 \ExplSyntaxOff
1224
```

```
2.13 formatierung.sty
```

```
1225 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
         1226 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-formatierung}[2020/11/27]
         2.13.1 Schriftarten / Typographie
         1227 \RequirePackage{mathpazo}
         1228 \RequirePackage[no-math]{fontspec}
         1229 \setmainfont{texgyrepagella}
         1230 \setsansfont{QTAncientOlive}
         1231 \RequirePackage{sectsty}
         1232 \allsectionsfont{\fontspec{QTAncientOlive}}
         2.13.2 Farben
         1233 \RequirePackage{xcolor}
         1234 \definecolor{infogray}{rgb}{0.97,0.97,0.97}
         2.13.3 Überschriften
         1235 \RequirePackage{titlesec}
         1236 \titleformat{\chapter}[display]{\sffamily\bfseries}{}{Opt}{\LARGE}
         1237 \titlespacing{\chapter}{0pt}{0pt}{*1}
         1239 \setcounter{secnumdepth}{0}
         2.13.4 Listen
         1240 \RequirePackage{paralist}
         1241 \renewcommand\labelitemi{-}
         1242 \renewcommand\labelitemii{-}
         1243 \renewcommand\labelitemiii{-}
         1244 \renewcommand\labelitemiv{-}
         1245 % Counter: enumi enumii enumii enumiv
         1246 % Styles: \arabic{counter} \alph{counter} \roman{counter} \Roman{counter}
         1247 \renewcommand{\labelenumi}{(\alph{enumi})}
         1248 \renewcommand{\labelenumii}{(\roman{enumii})}
         2.13.5 Kasten
         1249 \verb|\RequirePackage{mdframed}|
         1250 \mdfsetup{backgroundcolor=infogray}
liKasten
         1251 \NewDocumentEnvironment { liKasten }{ } {
         1252 \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
         1253 } {
         1254
               \end{mdframed}
         1255 }
         2.13.6 Header
         1256 \RequirePackage{fancyhdr}
         1257 \fancyhead[L,C,R]{}
         1258 \fancyfoot[L]{}
         1259 \fancyfoot[C]{}
         1260 \fancyfoot[R] {\thepage}
         1261 \pagestyle{fancy}
         1262 \renewcommand{\headrulewidth}{0pt}
         1263 \renewcommand{\footrulewidth}{Opt}
         1264
```

2.14 gantt.sty

```
1265 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1266 \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}
```



1267 \RequirePackage{tikz-uml}
1268 \RequirePackage{pgfgantt}
1269 \setganttlinklabel{f-s}{}
1270 \setganttlinklabel{s-s}{}
1271 \setganttlinklabel{f-f}{}
1272 \setganttlinklabel{s-f}{}

1273

2.15 grafik.sty

```
1274 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1275 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-grafik}[2020/12/27 Lädt das Paket
1276 TikZ, um Grafiken zeichnen zu können.]
1277 \RequirePackage{tikz}
1278
```

2.16 graph.sty

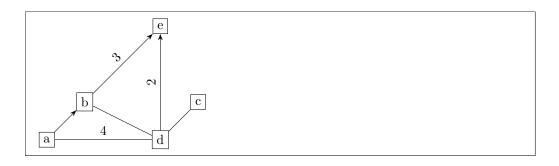
```
1279 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1280 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-graph}[2020/06/09]
1281 \RequirePackage{tikz}
   Für die die Adjazenzliste (xrightarrow)
1282 \RequirePackage{amsmath}
   Für Adjazenz-Matrix
\begin{blockarray}{cccccc}
    & a & b & c & d & e \\
 \begin{block}{c(cccc)}
 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}
\]
```

$1283 \verb|\RequirePackage{blkarray}|$

 $1284 \verb|\usetikzlibrary{arrows.meta}|$

```
\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}
```



```
1286
                         li graph/.style={
                            every node/.style={
                   1287
                              rectangle,
                   1288
                   1289
                              draw,
                   1290
                            every edge/.style={
                   1291
                   1292
                              >={Stealth[black]},
                   1293
                              draw,
                   1294
                            every edge/.append style={
                   1295
                              every node/.style={
                   1296
                                sloped,
                   1297
                                auto,
                   1298
                              }
                   1299
                   1300
                   1301
                         },
                         li markierung/.style={
                   1302
                   1303
                            ultra thick,
                   1304
                   1305 }
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}
                   1306 \mbox{\em NewDocumentEnvironment } \{ \mbox{\em liGraphenFormat } \{ \mbox{\em +b } \} \ \{ \} \ \{ \}
```

1285 tikzset

1307

2.17 hanoi.sty

```
1308 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                         1309 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-hanoi}[2020/12/19 Paket zum Setzen
                         1310 von Hanoi-Grafiken]
                                 Quelle: https://kleinco.de/latex-snippets/7/tikz-towers-of-hanoi-illustration-for-lat
                         1311 \RequirePackage{tikz}
                         1312 \RequirePackage{xcolor}
                         \liHanoi{anzahl-scheiben}{gewicht-scheibe/turm-nr,gewicht-scheibe/turm-nr},
\liHanoi
                         z. B.: \{4\}\{4/1,3/1,2/3,1/2\}
                         1313 \def\li@mset #1[#2]=#3{%
                         1314 \expandafter\xdef\csname #1#2\endcsname{#3}
                         1315 }
                         1316 \def\li@mget #1[#2]{%
                         1317 \csname #1#2\endcsname
                         1318 }
                         1319 \def\li@minc #1[#2]+=#3{%
                         1320 \pgfmathparse{\li@mget #1[#2]+#3}%
                         1321 \li@mset #1[#2]=\pgfmathresult
                         1322 }
                         1323
                         1324 \def\liHanoi#1#2{
                         1325
                                       \edef\li@numdiscs{#1}
                         1326
                                        \def\li@sequence{#2}
                                        \begin{tikzpicture}[line width=4mm,brown!40,line cap=round,xscale=3]
                         1327
                                             \% init colors
                         1328
                                             \foreach[count=\j] \c in {red,green!80!black,blue,orange,violet,gray,yellow!80!black,pur]
                         1329
                                             \left( \int_{0}^{\infty} c(j) = {c}; \right)
                         1330
                                             \% draw poles and init pole counters
                         1331
                                             foreach j in {1,2,3}{
                         1332
                                                  \left[ \int \left[ \int dx \right] dx \right] = 0
                         1333
                                                  \draw (\j,-.5) -- +(0, .5 + .5*\li@numdiscs);
                         1334
                         1335
                         1336
                                             % draw base
                                             draw (.5,-.5) -- +(3,0);
                         1337
                                             % draw discs
                         1338
                                             \foreach[count=\k] \i/\j in \li@sequence{
                         1339
                                                  \label{light} $$ \operatorname{ligmet\ col[\i]} (\j,\ligmet\ pos[\j]) +(-.4*\i/\ligmumdiscs,0) -- +(.4*\i) -- +(
                         1340
                                                  \left[ \right] += \{.5\}
                         1341
                         1342
                         1343
                                        \end{tikzpicture}
                         1344 }
                         1345
```

2.18 klassen-konfiguration-aufgabe.sty

```
1346 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1347 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-klassen-konfiguration-aufgabe}[2021/09/01 Die
1348 Klasse Aufgabe konfigurieren, d. h. Laden von einigen Paketen, Registierung von Hooks]
1349 \liLadePakete{mathe}
1350 \ExplSyntaxOn
1351 \AddToHook{enddocument}{
1352 Github \_gib_github_url:
1353 }
1354 \ExplSyntaxOff
```

2.19 komplexitaetstheorie.sty

1356 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

```
1357 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-komplexitaetstheorie}[2021/07/08 Zum
                       1358 Setzen von Karps NP-vollständigen Problemen, Hilfsmakros für die
                       1359 Polynomialzeitreduktion.]
                       Let-Abkürzungen
                       \let\n=\liProblemName
                       \let\r=\liPolynomiellReduzierbar
                       \let\b=\liProblemBeschreibung
                       1360 \liLadePakete{mathe}
                          Für das Makro \liProblemBeschreibung{}{}} benötigt.
                       1361 \RequirePackage{mdframed}
            \liStrich
                       L, \left(L\right)
                       1362 \left( \frac{1362}{1}\right)
                       Zu Setzen von Problemnamen wie zum Beispiel SAT, COL, VERTEX COVER
       \liProblemName
                       Let-Abkürzung: \let\n=\liProblemName
                          \liProblemName: SAT VERTEX COVER
                       1363 \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

```
1364 \def\liProblemBeschreibung#1#2#3{
      \begin{mdframed}[
1365
1366
        userdefinedwidth=9cm,
1367
        align=center,
1368
        backgroundcolor=white!0,
1369
        \centerline{\large\liProblemName{#1}}
1370
1371
        \medskip
1372
1373
        \begin{description}
1374
        \item[Gegeben:] #2
1375
1376
        \item[Frage:] #3
1377
        \end{description}
      \end{mdframed}
1378
1379 }
```

```
\liPolynomiellReduzierbar Let-Abkürzung: \let\r=\liPolynomiellReduzierbar
                                                     1380 \NewDocumentCommand{ \liPolynomiellReduzierbar } { m O{p} m } {
                                                     1381 \begin{displaymath}
                                                     1382 \liProblemName{#1}
                                                     1383 \preceq_{#2}
                                                     1384 \liProblemName{#3}
                                                     1385 \end{displaymath}
                                                     1386 }
        \liProblemVertexCover
                                                     1387 \def\liProblemClique{%
                                                     1388 Das \textbf{Cliquenproblem} fragt nach der Existenz einer Clique der
                                                     1389 Mindestgröße $n$ in einem gegebenen Graphen.
                                                     1390 \footcite[Seite 76]{theo:fs:4}
                                                     1391 Eine Clique ist eine Teilmenge von Knoten in einem ungerichteten
                                                     1392 Graphen, bei der \emph{jedes Knotenpaar durch eine Kante} verbunden ist.
                                                     1393 \footcite{wiki:cliquenproblem}
                                                     1394 }
        \liProblemVertexCover
                                                     1395 \def\liProblemVertexCover{%
                                                     1397 Das \textbf{Knotenüberdeckungsproblem} (\liProblemName{Vertex Cover})
                                                     1398 fragt, ob zu einem gegebenen einfachen Graphen und einer natürlichen
                                                     1399 Zahl $k$ eine Knotenüberdeckung der Größe von höchstens $k$ existiert.
                                                     1400 \footcite{wiki:knotenueberdeckung}
                                                     1402 Das heißt, ob es eine aus maximal $k$ Knoten bestehende Teilmenge $U$
                                                     1403 der Knotenmenge gibt, so dass jede Kante des Graphen mit
                                                     1404 mindestens einem Knoten aus $U$ verbunden ist.
                                                     1405 \footcite[Seite 78]{theo:fs:4}%
                                                     1406 }
           \liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem
                                                     1407 \def\liProblemSubsetSum{%
                                                     1408 \; \texttt{Das \ \ \ } \\ \texttt{Call Problem Name \{ Subset \; Sum \} \; oder} \\
                                                     1409 \library 
                                                     1410 \footcite{wiki:teilsummenproblem}
                                                     1411 Gegeben sei eine Menge von ganzen Zahlen I = \{w_1, w_2, dots, w_n\}
                                                     1412 \}$. Gesucht ist eine Untermenge, deren Elementsumme maximal, aber nicht
                                                     1413 größer als eine gegebene obere Schranke $c$ ist.
                                                     1414 \footcite[Seite 74] {theo:fs:4}
                                                     1415 }
           \liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem
                                                     1416 \def\liProblemSat{%
                                                     1417 Das \textbf{Erfüllbarkeitsproblem der Aussagenlogik} \liProblemName{Sat}
                                                     1418 und \liProblemName{k-SAT} mit $k \geq 3$, $k \in \mathbb{N}$ (Satz von
                                                     1419 Cook) fragt, ob eine aussagenlogische Formel erfüllbar
                                                     1420 ist.\footcite{wiki:sat} Das Erfüllbarkeitsproblem der
                                                     1421 \emph{Aussagenlogik} ist in exponentieller Zeit in Abhängigkeit der
                                                     1422 \; \mathrm{Anzahl} \; \mathrm{der} \; \mathrm{Variablen} \; \mathrm{mit} \; \mathrm{Hilfe} \; \mathrm{einer} \; \mathrm{Wahrheitstabelle} \; \mathrm{entscheidbar}.
                                                     1423 \; {\tt Diese \ \ } \{{\tt Wahrheitstabelle} \} \; {\tt kann \ nicht \ in \ polynomieller} \; {\tt Zeit}
                                                     1424 aufgestellt werden.
                                                     1425 \footcite[Seite 71]{theo:fs:4}
                                                     1426 }
                                                     1427
```

2.20 kontrollflussgraph.sty

```
1428 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1429 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-kontrollflussgraph}[2020/11/07]
1430 \verb|\RequirePackage{tikz}|
1431 \usetikzlibrary{positioning}
1432 \tikzset{
1433
      li kontrollfluss/.style={
1434
        knoten/.style={
1435
          circle,
1436
           draw
1437
        },
        usebox/.style={
1438
           draw,
1439
          rectangle,
1440
          font=\scriptsize,
1441
           anchor=west,
1442
           align=left,
1443
1444
        bedingung/.style={
1445
1446
          midway,
           draw=none,
1447
          font=\scriptsize
1448
1449
        knotenbeschriftung/.style={
1450
1451
          draw,
1452
          rectangle,
1453
          midway,
1454
          font=\scriptsize
1455
1456
        wahr/.style={
1457
          thick
        },
1458
        falsch/.style={
1459
          dashed
1460
1461
        every node/.style={
1462
1463
          circle,
1464
           draw,
1465
        every edge/.append style={
1466
           every node/.style={
1467
             draw=none,
1468
             bedingung,
1469
          }
1470
        },
1471
1472
        every path/.style={
          draw,
1473
1474
           ->,
1475
        },
        every pin/.style={
1476
1477
          draw,
1478
          dotted,
1479
          rectangle,
1480
          pin position=right
1481
        every pin edge/.style={
1482
          dotted,
1483
1484
           arrows=-,
1485
1486
1487 }
```

 ${\tt liKontrollflussgraph}$

```
1488 \NewDocumentEnvironment { liKontrollflussgraph } { O{} } {
                                                                       1489
                                                                                      \begin{tikzpicture}[
                                                                                           li kontrollfluss,
                                                                       1490
                                                                                            #1
                                                                       1491
                                                                       1492
                                                                       1493 } {
                                                                       1494 \end{tikzpicture}
                                                                       1495 }
                                   \liAnweisung
                                                                       1496 \det 14nweisung#1(#2,#3){node[knoten] at (#2,#3) (#1) {#1};}
                                   \liBedingung Let-Abkürzung: \let\b=\liBedingung
                                                                       1497 \def\liBedingung#1#2{node[bedingung,#1]{[\texttt{#2}]}}
                         \liBedingungWahr
                                                                      Let-Abkürzung: \let\bWahr=\liBedingungWahr
                                                                       1498 \def\liBedingungWahr#1{node[bedingung,#1]{\texttt{[true]}}}
                    \verb|\libedingungFalsch| Let-Abk\"{u}rzung: \verb|\libedingungFalsch||
                                                                       1499 \ensuremath{\mbox{\mbox{$1$}}} 1499 \ensuremath{\mbox{$1$}} 1499 \ensuremath{\mbox{\mbox{$1$}}} 1499 \ensuremath{\mbox{$1$}} 
                            \liKontrollCode Let-Abkürzung: \let\c=\liKontrollCode
                                                                       1500 \def\liKontrollCode#1{{\tiny\texttt{\textcolor{gray}{#1}}}}
\liKontrollTextzeileKnoten Let-Abkürzung: \let\k=\liKontrollTextzeileKnoten
                                                                       1501 \def\liKontrollTextzeileKnoten#1{\raisebox{-2pt}{\tikz[scale=0.5,transform shape] \node[draw]
            \verb|\lik| Let-Abk\"{u}rzung: \verb|\lik| p=\\| lik| notenPfad|
                                                                       1502 \ExplSyntaxOn
                                                                       1503 \NewDocumentCommand { \liKontrollKnotenPfad }{ m }
                                                                       1504 {
                                                                                       \seq_set_split:Nnn \l_tmpa_seq { - } { #1 }
                                                                       1505
                                                                                       \seq_set_map:NNn \l_tmpa_seq \l_tmpa_seq {\liKontrollTextzeileKnoten{##1}}
                                                                       1506
                                                                                      \seq_use:Nn \l_tmpa_seq { ~~~~ }
                                                                       1507
                                                                       1508 }
                                                                       1509 \ExplSyntaxOff
                                                                       1510
```

2.21 kopf-fusszeilen.sty

```
1511 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1512 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-kopf-fusszeilen}[2021/08/20 Kopf-
1513 und Fußzeilen mit Hilfe des Pakets fancyhdr.]
1514 \ExplSyntaxOn
1515 \fancyhead{}
1516 \fancyhead[RO,LE]{{\scriptsize\LehramtInformatikTitel}}
1517 \fancyhead[LO,RE]{{\scriptsize\today}}
1518 \fancyfoot{}
1519 \fancyfoot[LE,RO]{\thepage}
1520 \fancyfoot[LO,CE]{{\scriptsize\LehramtInformatikAutorName}}
1521 \fancyfoot[CO,RE]{{\scriptsize\LehramtInformatikAutorEmail}}
1522 \renewcommand{\headrulewidth}{0.4pt}
1523 \renewcommand{\footrulewidth}{0.4pt}
1524 \ExplSyntaxOff
```

2.22 literatur-dummy.sty

```
1526 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1527 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-literatur-dummy}[2020/11/27]
\literatur
1528 \def\literatur{}
\footcite

1529 % \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}
1530 \NewDocumentCommand{ \footcite } { o m }{}
```

2.23 literatur.sty

```
1532 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
            1533 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-literatur}[2020/11/27]
            1534 \RequirePackage{csquotes}
            1535 \RequirePackage[
            1536 bibencoding=utf8,
            1537
                 citestyle=authortitle,
            1538 backend=biber,
            1539 ]{biblatex}
            1540 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/10_DB.bib}
            1541 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/20_00MUP.bib}
            1542 \verb| Addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/30_AUD.bib}|
            1543 \verb| \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/40_SOSY.bib}|
            1544 \verb| \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/60_FUMUP.bib}|
            1545 \verb| \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/70_THEO.bib}|
            1546 \verb| \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/80_DDI.bib}|
            1547 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Allgemein.bib}
            1548 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Examen.bib}
            1549 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Wikipedia.bib}
            1550 % To allow footnotes in the heading
            1551 \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}
\literatur
            1552 \def\literatur{\printbibliography[heading=subbibliography]}
            1553
```

2.24 makros.sty

```
1554 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                       1555 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-makros}[2020/11/27 Eine Sammlung von
                       1556 häufig verwendeten Makros und Umgebungen, die thematisch zu keinem
                       1557 anderen Paket passen]
                       1558 \RequirePackage{hyperref}
                       1559 \RequirePackage{graphicx}
                           Für die Umgebung liQuellen benötigt.
                       1560 \RequirePackage{paralist}
 \inhaltsverzeichnis
                       1561 \def\inhaltsverzeichnis {
                       1562
                             \begin{mdframed}
                       1563
                                \begingroup
                                \let\clearpage\relax
                       1564
                                \tableofcontents
                       1565
                       1566
                                \endgroup
                       1567
                              \end{mdframed}
                       1568 }
               \memph \memph (\marginpar and \emph)
                       1569 \newcommand{\memph}[1]{\emph{#1}\marginpar{\tiny#1}}
               \SLASH
                       1570 \newcommand\SLASH{\char`\\}
\liPseudoUeberschrift Text, der sich wie eine Überschrift verhält.
                       1571 \newcommand{\liPseudoUeberschrift}[1]{
                       1572 \bigskip
                       1573 \noindent
                       1574 \text{textsf}{\text{textbf}{\#1}}
                       1575 \noindent
                       1576 }
      \liBeschriftung Ähnlich dem Makro \liPseudoUeberschrift{}. Am Ende des Textes wird ein Dop-
                       pelpunktzeichen angehängt.
                       1577 \newcommand{\liBeschriftung}[1]{
                       1578 \par
                       1579 \setminus noindent
                       1580 \medskip
                       1581 \textbf{#1}:
                       1582 \medskip
                       1583 \noindent
                       1584 }
             \hinweis
                       1585 \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.
                       1586 \NewDocumentEnvironment { liProjektSprache }{ o +b } {} {}
         liEinbettung
                       1587 \NewDocumentEnvironment { liEinbettung }{ 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.
                       1588 \RequirePackage{xparse}
                       1589 \ExplSyntaxOn
```

```
1590 \NewDocumentEnvironment{ liAntwort } { O{standard} }
           1591 {
           1592
                  \str_case:nn {#1} {
           1593
                    {standard} {
           1594
                      \def\beschriftung{}
                      \mdfsetup{backgroundcolor=gray!1,linecolor=gray}
           1595
                   }
           1596
                    {richtig} {
           1597
                      \def\beschriftung{richtig}
           1598
                      \mdfsetup{backgroundcolor=green!5,linecolor=green}
           1599
                    }
           1600
           1601
                    {falsch} {
                      \def\beschriftung{falsch}
           1602
                      \mdfsetup{backgroundcolor=red!3,linecolor=red}
           1603
                    }
           1604
                    {muster} {
           1605
                      \def\beschriftung{Musterlösung}
           1606
                      \mdfsetup{backgroundcolor=green!12,linecolor=green}
           1607
                    }
           1608
           1609
                  \ifx\beschriftung\empty\else
           1610
                  \noindent
           1611
           1612
                  \textbf{\beschriftung{}:}
           1613
                  \fi
                  \begin{mdframed}
           1614
           1615 }
           1616 {\end{mdframed}}
           Zusätzliches Material bei Aufgaben, das zum Lösen der Aufgaben nicht unbedingt nötig
liAdditum
           ist, z. b. Hintergrundinformation, Test-Dateien, komplette Code-Dateien.
           1617 \NewDocumentEnvironment{ liAdditum } { o }
           1618 {
           1619
                  \begin{mdframed}[backgroundcolor=yellow!5]
                 \IfNoValueTF {#1}
           1620
           1621
                  { \liPseudoUeberschrift{Additum} }
                 { \liPseudoUeberschrift{Additum:~#1} }
           1622
           1623 }
           1624 {\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.

```
1625 \NewDocumentEnvironment{ liExkurs }{o +b}{
1626
      \vspace{0.2cm}%
      \begin{mdframed}[
1627
        backgroundcolor=white,
1628
        bottomline=false,
1629
1630
        innermargin=1cm,
1631
        leftline=true,
1632
        linecolor=black,
        linewidth=0.1cm,
1633
1634
        outermargin=1cm,
        rightline=false,
1635
        topline=false,
1636
      ]
1637
```

```
1638
                    \footnotesize
              1639
                     \noindent%
                     \textbf{Exkurs:~#1}\par%
              1640
              1641
                     \noindent%
              1642
                    \end{mdframed}
              1643
                    \vspace{0.2cm}
              1644
              1645 }{}
   liQuellen https://tex.stackexchange.com/a/229004
                \begin{liQuellen}
                \item Quelle 1
                \item Quelle 2
                \end{liQuellen}
                 Weiterführende Literatur:
                    • Quelle 1
                    • Quelle 2
              1646 \cs_new:Npn \listen@punkt #1 {\item #1}
              1647 \NewDocumentEnvironment { liQuellen }{ +b }
              1648 {
                     \seq_clear_new:N \l_quellen
              1649
                     \ensuremath{\verb|seq_set_split:Nnn \l_quellen {\otem} {\#1}}
              1650
                     \seq_remove_all:Nn \l_quellen {}
              1651
                    \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
              1652
              1653
                    \footnotesize
              1654
                    \noindent
                    \textsf{\textbf{Weiterführende~Literatur:}}
              1655
              1656
                    \medskip
              1657
                    \begin{compactitem}
              1658
                    \seq_map_function:NN \l_quellen {\listen@punkt}
              1659
                    \end{compactitem}
                    \end{mdframed}
              1660
              1661
                    %
                     \makeatletter
              1662
                     \par\@afterindentfalse\@afterheading
              1663
                     \makeatother
              1664
              1665 } {}
liLernkartei
              1666 \NewDocumentEnvironment { liLernkartei }{ m +b }
              1667 {
                     \begin{mdframed}
              1668
              1669
                     \footnotesize
                     \noindent%
              1670
                     \textbf{Lernkarteikarte:~#1}\par%
              1671
                     \noindent%
              1672
              1673
                     #2
                     \end{mdframed}
              1674
              1675 } {}
              \begin{liDiagramm}{beschriftung}\end{liDiagramm}: Zu setzen einer Graphik bzw
  liDiagramm
              eines Diagramms.
              1676 \NewDocumentEnvironment { liDiagramm }{ m +b }
              1677 {
                     \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
              1678
                     \small
              1679
                     \noindent%
              1680
                     \textit{#1}:
              1681
               1682
                     \begin{center}
```

```
1683
                           #2
                    1684
                           \medskip
                           \end{center}
                    1685
                           \end{mdframed}
                    1686
                    1687 } {}
                    1688 \texttt{ExplSyntaxOff}
 \liFussnoteUrl
                   \label{liftussnoteUrl[} $$ \left( url \right) \leq \left( url \right) \right) = \label{liftussnoteUrl[} $$ \left( url \right) \leq \left( url \right) \right) .
                    Eine HTTP-URL als Fußnote setzen.
                    1690 \qquad \texttt{\url{#2}\IfNoValueTF{#1}{}} \ \ (\#1)} \\
                    1691 }
                    1692
                   \label{lik_exp} $$ \prod_{u \in Link_{v}} {\langle url \rangle}  \in Ext_{v} $$ iFussnoteLink_{usatzlicher_{v}} {\langle url \rangle}  
\liFussnoteLink
                    Einen Link, d. h. einen Link-Text und eine URL als Fußnote setzen.
                    1693 \NewDocumentCommand{\liFussnoteLink} { o m m } {
                    1694 \footnote{\href{#3}{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ (#1)}}
                    1695 }
              \zB
                    1696 \ensuremath{\mbox{def\zB{z.\,B.}}}
              \ZB
                    1697 \det ZB\{Z.\,B.\}
              \dh
                    1698 \left(dh\{d.\,h.\,\}\right)
                    1699
```

2.25 master-theorem.sty

1700 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

```
1701 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-master-theorem} [2021/04/13]
                  Let-Abkürzungen
                  \left| \cdot \right| = \left| \cdot \right|
                  \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
                  1702 \ExplSyntaxOn
                  1703 \RequirePackage{amsmath}
\liRundeKlammer
                  1704 \def\liRundeKlammer#1{
                         \negthinspace \left( #1 \right)
                  1706 }
       \liTheta \liTheta{n^2}: \Theta(n^2)
                  1707 \def = 0
                  1708 \Theta \liRundeKlammer{#1}
                  1709 }
                  1710 \left\langle def \right\rangle 1710
                  1711 \ifmmode
                           \liThetaOhneMathe{#1}
                  1712
                  1713
                  1714
                           $\liThetaOhneMathe{#1}$
                  1715 \fi
                  1716 }
```

```
1717 \def\liOmegaOhneMathe#1{
                           1718 \Omega \liRundeKlammer{#1}
                           1719 }
                           1720 \left( i0mega#1{
                           1721 \ifmmode
                                   \liOmegaOhneMathe{#1}
                           1722
                           1723
                                 \else
                           1724
                                   $\liOmegaOhneMathe{#1}$
                           1725
                                 \fi
                           1726 }
                    \li0 \li0{n^2}: \mathcal{O}(n^2)
                           1727 \def\li00hneMathe#1{
                           1728 \mathcal{0} \liRundeKlammer{#1}
                           1729 }
                           1730 \def\liO#1{
                           1731 \ifmmode
                           1732
                                   \li00hneMathe{#1}
                           1733 \else
                                   $\li00hneMathe{#1}$
                           1734
                           1735 \fi
                           1736 }
                    \liT Let-Abkürzung: \let\T=\liT
                               \\liT{16}{2}: 16 \cdot T(\frac{n}{2}) \setminus \text{liT}{}{2}: T(\frac{n}{2})
                           1737 \def\liTOhneMathe#1#2{
                           1738 \tl_if_blank:nTF {#1}
                           1739 {}
                           1740 {#1 \cdot }
                           1741 T
                           1742 \left\{ \frac{n}{42} \right\}
                           1743 }
                           1744 \def\liT#1#2{
                           1745 \ifmmode
                           1746
                                    \liTOhneMathe{#1}{#2}
                           1747
                                 \else
                                   $\liT0hneMathe{#1}{#2}$
                           1748
                           1749 \fi
                           1750 }
\liRekursionsGleichung \liRekursionsGleichung: T(n) = a \cdot T(\frac{n}{h}) + f(n)
                           1751 \def\liRekursionsGleichung{
                           1752 T(n) = \lim\{a\}\{b\} + f(n)
                           1753 }
      \liBedingungEins \liBedingungEins: f(n) \in \mathcal{O}(n^{\log_b a - \varepsilon})
                           1754 \def\liBedingungEins{
                           1755 f(n) \in \frac{n^{\frac{n}{n}}}{n} - \frac{1}{n}
                           1756 }
      \verb|\libedingungZwei| | \verb|\libedingungZwei|: f(n) \in \Theta\left(n^{\log_b a}\right)
                           1757 \def\liBedingungZwei{
                           1758 f(n) \in \frac{n^{{\log sb{b}a}}}
                           1759 }
      \liBedingungDrei \liBedingungDrei: f(n) \in \Omega(n^{\log_b a + \varepsilon})
                           1760 \def\liBedingungDrei{
                           $\ \frac{1761} $f(n) \in \liOmega{n^{\log\sb{b}a} + \varepsilon}}$
                           1762 }
                           1763 \ExplSyntaxOff
```

\liOmega \liOmega{n^2}: $\Omega(n^2)$

```
\liMasterVariablen
                               1764 \def \sim {1iMasterVariablen} 
                               1765
                                     \begin{displaymath}
                                     T(n) = \left\{i \right\} + f(n)
                               1766
                                     \end{displaymath}
                               1767
                               1768
                               1769
                                     \begin{itemize}
                               1770
                                     \star [\$a = \$]
                               1771
                                     Anzahl der Unterprobleme in der Rekursion
                               1772
                               1773
                                     \item[$\textstyle{\frac{1}{b}} =$]
                               1774
                                     Teil des Originalproblems, welches wiederum durch alle Unterprobleme
                               1775
                                     repräsentiert wird
                               1776
                                     \\item[$f(n) = $]
                               1777
                                     Kosten (Aufwand, Nebenkosten), die durch die Division des Problems und
                               1778
                                     die Kombination der Teillösungen entstehen
                               1779
                                     \end{itemize}
                               1780
                                     \footcite{wiki:master-theorem}
                               1781
                                     \footcite[Seite 19-35 (PDF 11-24)]{aud:fs:2}
                               1782
                               1783 }
             \liMasterFaelle
                               1784 \def\liMasterFaelle{
                                     \begin{description}
                               1785
                                     \item[1. Fall:]
                               1786
                               1787
                                     T(n) \in \frac{n^{\langle n^{\langle b}a\rangle}}
                               1788
                                     \hfill falls \liBedingungEins
                               1789
                               1790
                                    für $\varepsilon > 0$
                               1791
                               1792
                                     \item[2. Fall:]
                                     T(n) \in \frac{n^{\langle \log sb\{b\}a\} \cdot \log n}}{n}
                               1793
                               1794
                                     \hfill falls \liBedingungZwei
                               1795
                               1796
                               1797
                                     \item[3. Fall:]
                                     T(n) \in \mathcal{f}(n)
                               1798
                               1799
                                     \hfill falls \liBedingungDrei
                               1800
                               1801
                                     für $\varepsilon > 0$
                               1802
                                     und ebenfalls für ein c mit c wit c v d alle hinreichend großen c
                               1803
                                     a \cdot f(\text{f(n)}) \leq c \cdot f(n)
                               1804
                               1805
                                     \end{description}
                               1806 }
liMasterVariablenDeklaration
                               1807 \def\liMasterVariablenDeklaration#1#2#3{
                               1808
                                     \begin{description}
                                       \item[Allgemeine Rekursionsgleichung:] \strut
                               1809
                               1810
                                       \liRekursionsGleichung
                               1811
                               1812
                               1813
                                       \item[Anzahl der rekursiven Aufrufe ($a$):] \strut
                               1814
                                       #1
                               1815
                               1816
                               1817
                                       \item[Anteil Verkleinerung des Problems ($b$):] \strut
                               1818
                                       um \frac{1}{\#2} also $b = #2$
                               1819
                               1820
                                       \item[Laufzeit der rekursiven Funktion ($f(n)$):] \strut
```

1821

```
1822
                        1823
                                 $#3$
                        1824
                                 \item[Ergibt folgende Rekursionsgleichung:] \strut
                        1825
                        1826
                                 T(n) = \lim\{\#1\} \{\#2\} + \#3\}
                        1827
                               \end{description}
                        1828
                        1829 }
\liMasterFallRechnung
                        1830 \verb|\def|\liMasterFallRechnung#1#2#3{|}
                        1831
                               \begin{description}
                               \item[1. Fall:] \liBedingungEins:
                        1832
                        1833
                        1834
                        1835
                        1836
                               \item[2. Fall:] \liBedingungZwei:
                        1837
                        1838
                               #2
                        1839
                        1840
                               \item[3. Fall:] \liBedingungDrei:
                        1841
                        1842
                               \end{description}
                        1843
                        1844 }
      \liMasterExkurs
                        1845 \def \simeq Exkurs{
                               \begin{liExkurs}[Master-Theorem]
                        1846
                               \liMasterVariablen
                        1847
                        1848
                               \noindent
                        1849
                               Dann gilt:
                        1850
                        1851
                        1852
                               \liMasterFaelle
                        1853
                               \end{liExkurs}
                        1854 }
 \limasterWolframLink Link zu Wolframalpha (+ durch Prozent 2B ersetzen)
                        1855 \def\liMasterWolframLink#1{
                               Berechne die Rekursionsgleichung auf WolframAlpha:
                        1857
                               \href{https://www.wolframalpha.com/input/?i=#1}{WolframAlpha}
                        1858 }
                        1859
```

2.26 mathe.sty

```
1860 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1861 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-mathe}[2020/06/10]
1862
1863 % for example \ltimes \rtimes
1864 %\RequirePackage{amssymb}
1865 \RequirePackage{amsmath}
1866
1867 %%
1868 % \mlq \mrq
1869 %%
1870 \DeclareMathSymbol{\mlq}{\mathord}{operators}{``}
1871 \DeclareMathSymbol{\mrq}{\mathord}{operators}{`'}
1872
```

2.27 minimierung.sty

```
1873 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                  1874 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-mathe}[2021/03/13 Für den
                  1875 Minimierungsalgorithmus von einem NEA zu einem DEA]
                  1876 \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
                                                      & \l & \l & \l \\ \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
                  1877 \left\{ \frac{1}{x_{41}} \right\}
                  1878 \def\li@fussnote@text#1#2{
                  1879 \liFussnote{#1}
                  1880
                       \quad
                       {\footnotesize #2}
                  1881
                  1882 }
\liFussnoteEinsText
                  1883 \def\liFussnoteEinsText{
                  1884 \li@fussnote@text{1}
                       {Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.}
                  1885
                  1886 }
\liFussnoteZweiText
                  1887 \def\liFussnoteZweiText{
                       \li@fussnote@text{2}
                  1889
                       {Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.}
                  1890 }
\liFussnoteDreiText
                  1891 \def\liFussnoteDreiText{
                  1892 \li@fussnote@text{3}
```

```
{In weiteren Iterationen markierte Zustände.}
                                                                                     1894 }
                        \liFussnoteVierText
                                                                                     1895 \def\liFussnoteVierText{
                                                                                                     \li@fussnote@text{4}
                                                                                     1896
                                                                                     1897
                                                                                                      {...}
                                                                                     1898 }
                                                   \liFussnoten
                                                                                                             Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.
                                                                                               x_1
                                                                                               x_2
                                                                                                             Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.
                                                                                                             In weiteren Iterationen markierte Zustände.
                                                                                               x_3
                                                                                     1899 \def\liFussnoten{
                                                                                                     \bigskip
                                                                                     1900
                                                                                     1901
                                                                                     1902
                                                                                                      \noindent
                                                                                                      \liFussnoteEinsText
                                                                                     1903
                                                                                     1904
                                                                                     1905
                                                                                                      \noindent
                                                                                     1906
                                                                                                      \liFussnoteZweiText
                                                                                     1907
                                                                                     1908
                                                                                                      \noindent
                                                                                     1909
                                                                                                      \liFussnoteDreiText
                                                                                     1910
                                                                                     1911
                                                                                                      \noindent
                                                                                                      \liFussnoteVierText
                                                                                     1912
                                                                                     1913 }
                                          \liLeereZelle
                                                                                    \liLeereZelle: ∅
                                                                                     Let-Abkürzung: \let\l=\liLeereZelle
                                                                                     1914 \def\liLeereZelle{$\emptyset$}
\liZustandsPaarVariablenName
                                                                                     1915 \def\liZustandsPaarVariablenName{z}
                                    \liZustandsPaar
                                                                                     1916 \def\liZustandsPaar#1#2{
                                                                                     1917
                                                                                                     $(
                                                                                     1918
                                                                                                            \liZustandsPaarVariablenName_#1,
                                                                                                            \liZustandsPaarVariablenName_#2
                                                                                     1919
                                                                                                     )$
                                                                                     1920
                                                                                     1921 }
                        liUebergangsTabelle
                                                                                     1922 \renewcommand{\arraystretch}{1.4}
                                                                                     1923 \NewDocumentEnvironment{ liUebergangsTabelle } { m m } {
                                                                                                     \liPseudoUeberschrift{\begin{align*} \dipseudotelle}
                                                                                     1924
                                                                                     1925
                                                                                                      \begin{center}
                                                                                                      \begin{array}{ll} \begin{array}{ll} & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ 
                                                                                     1926
                                                                                                      \textbf{Zustandspaar} \& \textbf{#1} \& \textbf{#2} \textbf{2} \textbf{mine}
                                                                                     1927
                                                                                     1928 } {
                                                                                                      \end{tabular}
                                                                                     1929
                                                                                                      \end{center}
                                                                                     1930
                                                                                     1931 }
                                                                                    \liUeberschriftDreiecksTabelle: Minimierungstabelle (Table filling)
iUeberschriftDreiecksTabelle
                                                                                     1932 \ExplSyntaxOn
                                                                                     1933 \def\liUeberschriftDreiecksTabelle{
                                                                                                     \liPseudoUeberschrift{Minimierungstabelle~(Table~filling)}
                                                                                     1934
```

1935 }

\liMinimierungErklaerung

Let-Abkürzung: \let\erklaerung=\liMinimierungErklaerung

```
1936 \def\liMinimierungErklaerung{
      %\footcite[Seite~19]{koenig}
1937
1938
      \liParagraphMitLinien{
1939
        Der~Minimierungs-Algorithmus~(auch~Table-Filling-Algorithmus~genannt)~
        trägt~in~seinem~Verlauf~eine~Markierung~in~alle~
1940
        diejenigen~Zellen~der~Tabelle~ein,~die~zueinander~nicht~äquivalente~
1941
        Zustände~bezeichnen.~Die~Markierung~,,$x\sb{n}$"~in~einer~Tabellenzelle~($i$,~
1942
1943
        $j$)~bedeutet~dabei,~dass~das~Zustandspaar~($i$,~$j$)~in~der~$k$-ten~
1944
        Iteration~des~Algorithmus~markiert~wurde~und~die~Zustände~$i$~und~$j$~
        somit~zueinander~($k~-~1$)-äquivalent,~aber~nicht~$k$-äquivalent~und~
1945
        somit~insbesondere~nicht~äquivalent~sind.~Bleibt~eine~Zelle~bis~zum~Ende~
1946
        unmarkiert,~sind~die~entsprechenden~Zustände~zueinander~äquivalent.
1947
1948
1949 }
1950 \ExplSyntaxOff
1951
```

2.28 normalformen.sty

```
1952 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                  1953 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-normalformen}[2020/12/10
                  1954 Hilfsmakros zum Setzen von Normalformen, Funktionalen Abhänigkeiten,
                  1955 Attributhüllel
                     Mathe für textit tex etc, typographie für geschweifte Klammer
                  1956 \liLadePakete{mathe,typographie}
                  1957 \neq 1957
                  1958 helfer = require('lehramt-informatik-helfer')
                  1959 normalformen = require('lehramt-informatik-normalformen')
                  1960 }
                  Let-Abkürzungen
                  \let\ah=\liAttributHuelle
                  \let\ahL=\liLinksReduktion
                  \let\ahl=\liLinksReduktionInline
                  \let\ahr=\liRechtsReduktionInline
                  \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
                  \let\FA=\liFunktionaleAbhaengigkeiten
                  \let\m=\liAttributMenge
                  \let\r=\liRelation
                  \let\u=\underline
                  1961 \def\liTeilen#1{
                  1962 \directlua{tex.print(normalformen.teilen('#1'))}
                  1963 }
\liAttributHuelle Let-Abkürzung: \let\ah=\liAttributHuelle
                     \arrangle AttrHülle(F, \{A, B\}) Regulärer Ausdruck zum Konvertieren
                  AttrHülle((.*)) \  \  
                  1964 \def\liAttributHuelleOhneMathe#1{\text{AttrHülle}(#1)}
                  1965 \def\liAttributHuelle#1{
                  1966 \ifmmode
                  1967 \liAttributHuelleOhneMathe{#1}
                  1968 \else
                       $\liAttributHuelleOhneMathe{#1}$
                  1970 \fi
                  1971 }
\liAttributMenge Let-Abkürzung: \let\m=\liAttributMenge
                  1972 \def\liAttributMenge#1{\{ \textit{#1} \}}
       liAHuelle
                  1973 \NewDocumentEnvironment{ liAHuelle } { +b } {
                       \begingroup
                  1974
                        \footnotesize
                  1975
                  1976
                       \begin{multline*}
                  1977
                          #1
                        \end{multline*}
                  1978
                  1979
                        \endgroup
                  1980 } { }
                  Nur innerhalb von liAHuelle zu verwenden bzw. multline
\liLinksReduktion
                  Let-Abkürzung: \let\ahL=\liLinksReduktion
                     \ahL{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
                  1981 \def\liLinksReduktion#1#2#3{
                       \shoveleft{
                  1982
                          \liAttributHuelleOhneMathe{FA,
                  1983
                  1984
                          \liAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
                  1985
                          } \\
```

```
\shoveright{
                              1987
                                     \liAttributMenge{#3}
                             1988
                                   } \\
                             1989 }
                             Let-Abkürzung: \let\ahL=\liLinksReduktionInline
    \liLinksReduktionInline
                                 \ahl{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
                             1990 \def\liLinksReduktionInline#1#2#3{%
                             1991
                             1992
                                      \footnotesize%
                             1993
                                     $\liAttributHuelleOhneMathe{F,
                             1994
                                     \liAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
                             1995
                                      \liAttributMenge{#3}$
                                   }
                             1996
                             1997 }
                             Let-Abkürzung: \let\ahr=\liLinksReduktionInline
    \liLinksReduktionInline
                                 \ahr{gelöschte FA}{neue FA ohne rechts Attribut}{gegebene Attribute}{Ergebnis}
                             1998 \def\liRechtsReduktionInline#1#2#3#4{%
                                   {%
                             1999
                                      \footnotesize%
                             2000
                                     $\liAttributHuelleOhneMathe{
                             2001
                                       F \setminus
                             2002
                                       \liFunktionaleAbhaengigkeit{#1}
                             2003
                                       \def\tmp{#2}\tmp\empty
                             2004
                             2005
                                       \else
                                          \cup \liFunktionaleAbhaengigkeit{#2}
                             2006
                             2007
                                       \fi
                             2008
                             2009
                                       \liAttributMenge{#3}
                             2010
                                     } =
                             2011
                                     \liAttributMenge{#4}$
                             2012
                             2013 }
\liFunktionaleAbhaengigkeit
                             Let-Abkürzung: \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
                                 \fa{A, B -> C, D}: \{A, B\} \rightarrow \{C, D\} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
                             \$(.*?) \\rightarrow (.*?)\$ \\fa{$1 -> $2}
                             2014 \def\liFunktionaleAbhaengigkeit#1{%
                                   \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeit('#1', false)}%
                             2016 }
liFunktionaleAbhaengigkeiten
                              FA[F]{
                                M \rightarrow M;
                                M -> N;
                                V \rightarrow T, P, PN;
                                P \rightarrow PN;
                              }
                               F = \{
                                                            \{M\} \rightarrow \{M\},\
                                                            \{M\} \rightarrow \{N\},\
                                                            \{V\} \rightarrow \{T, P, PN\},\
```

Let-Abkürzung: \let\FA=\liFunktionaleAbhaengigkeiten

Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \\item \\$(.*) \\rightarrow (.*)\\$\\$(.*) \\rightarrow \$1 -> \$2;

 $\{P\} \rightarrow \{PN\},\$

```
2017 \NewDocumentCommand {\liFunktionaleAbhaengigkeiten} { O{FA} m } {
            2018
                  \liGeschweifteKlammern
                  {#1}
            2019
            2020
                    \begin{align*}
            2021
                    \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeiten('#2')}
            2022
                    \ensuremath{\mbox{end}\{\mbox{align}*\}}
            2023
            2024
            2025
                  \{-0.5cm\}
            2026
                  \{-1.7cm\}
            2027 }
\r[R3]{\u{A}, B, C}: R_3(\underline{A}, B, C) Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
            \sl(R.*)\((.*)\)\ \\liRelation[$1]{$2}
            2028 \NewDocumentCommand {\liRelation} { O(R) m } {
                 $\directlua{
            2029
                    local name = helfer.konvertiere_tiefgestellt('#1')
            2030
            2031
                    tex.print(name)
            2032 }$(\textit{\,#2\,})
            2033 }
            2034
```

2.29 petri.sty

\liPetriSetzeSchluessel

```
2035 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2036 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-petri}[2020/12/03]
Let-Abkürzungen
\let\t=\liPetriTransitionsName
\let\tp=\liPetriTransPfeile
\let\k=\liPetriErreichKnotenDrei
2037 \RequirePackage{tikz}
2038 \usetikzlibrary{petri,arrows.meta}
   Für die Darstellungsmatrix
2039 \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}
}
2040 \def\liPetriSetzeSchluessel{%
      \def\TmpTransitionOne{}%
2041
2042
      \def\TmpTransitionTwo{}%
2043
      \def\TmpTransitionThree{}%
2044
      \def\TmpTransitionFour{}%
      \def\TmpTransitionFive{}%
2045
      \def\TmpTransitionSix{}%
2046
2047
      \def\TmpTransitionSeven{}%
      \def\TmpTransitionEight{}%
2048
2049
      \def\TmpTransitionNine{}%
2050
      \def\TmpTransitionTen{}%
      \pgfkeys{/petri/.cd,
2051
        p1/.store in=\TmpPlaceOne,p1/.default=0,p1,
2052
2053
        p2/.store in=\TmpPlaceTwo,p2/.default=0,p2,
2054
        p3/.store in=\TmpPlaceThree,p3/.default=0,p3,
        p4/.store in=\TmpPlaceFour,p4/.default=0,p4,
2055
        p5/.store in=\TmpPlaceFive,p5/.default=0,p5,
2056
```

```
2057
                                    p6/.store in=\TmpPlaceSix,p6/.default=0,p6,
                           2058
                                    p7/.store in=\TmpPlaceSeven,p7/.default=0,p7,
                           2059
                                   p8/.store in=\TmpPlaceEight,p8/.default=0,p8,
                                   p9/.store in=\TmpPlaceNine,p9/.default=0,p9,
                           2060
                                   p10/.store in=\TmpPlaceTen,p10/.default=0,p10,
                           2061
                                    t1/.store in=\TmpTransitionOne,t1/.default=activated,
                           2062
                           2063
                                    t2/.store in=\TmpTransitionTwo,t2/.default=activated,
                           2064
                                    t3/.store in=\TmpTransitionThree,t3/.default=activated,
                                    t4/.store in=\TmpTransitionFour,t4/.default=activated,
                           2065
                                    t5/.store in=\TmpTransitionFive,t5/.default=activated,
                           2066
                           2067
                                    t6/.store in=\TmpTransitionSix,t6/.default=activated,
                           2068
                                    t7/.store in=\TmpTransitionSeven,t7/.default=activated,
                                    t8/.store in=\TmpTransitionEight,t8/.default=activated,
                           2069
                                    t9/.store in=\TmpTransitionNine,t9/.default=activated,
                           2070
                                    t10/.store in=\TmpTransitionTen,t10/.default=activated,
                           2071
                                    scale/.store in=\TmpScale,scale/.default=0.5,
                           2072
                           2073
                                    x/.store in=\TmpX,x/.default=5,
                           2074
                                   y/.store in=\TmpY,y/.default=5,
                           2075
                                 }%
                           2076 }
                           2077 \tikzset{
                                 li petri/.style={
                           2078
                                    activated/.style={
                           2079
                           2080
                                      very thick
                           2081
                                    inhibitor/.style={
                           2082
                                      {Circle[open,length=2mm,fill=white]}-
                           2083
                           2084
                           2085
                                 }
                           2086 }
                           Let-Abkürzung: \let\t=\liPetriTransitionsName
  \liPetriTransitionsName
                               \$t_(\d+)\$ \t$1
                           2087 \def\liPetriTransitionsNameOhneMathe#1\{t\sb\{#1\}\}
                           2088 \def\liPetriTransitionsName#1{
                           2089
                                 \ifmmode
                                    \liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}
                           2090
                           2091
                                    $\liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}$
                           2092
                           2093
                                 \fi
                           2094 }
                           Let-Abk\"{u}rzung: \verb|\let|t=\liPetriErreichTransition|
\liPetriErreichTransition
                           2095 \NewDocumentCommand{ \liPetriErreichTransition } { m m m 0{} 0{} } {
                           2096 \draw[->] (#1) edge[#4] node[pos=0.5,auto,sloped,#5]{$t\sb{#3}$} (#2);
                           2097 }
                          Let-Abkürzung: \let\k=\liPetriErreichKnotenDrei
\liPetriErreichKnotenDrei
                           2098 \def\liPetriErreichKnotenDrei#1#2#3{(#1,#2,#3)}
      \liPetriTransPfeile Let-Abkürzung: \let\tp=\liPetriTransPfeile
                           2099 \def\liPetriTransPfeile#1{$\rightarrow \hspace{0.4cm} \liPetriTransitionsName{#1} \hspace{0...
                           2100
```

2.30 potenzmengen-konstruktion.sty

```
2101 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                               2102 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-potenzmengen-konstruktion}[2021/02/21 Hilfsmakros
                               2103 einzusetzen bei der Potenzmengen-Konstruktion (Potenzmengen-Algorithmus)]
                               2104 \liLadePakete{formale-sprachen}
                               2105 \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}
                                    }
                                  }
                               2106 \verb|\def\liZustandsMengenSammlung#1#2{|}
                                     \liZustandsnameGross{#1}
                               2107
                               2108
                                     {
                               2109
                                        \footnotesize
                               2110
                                        \liPotenzmenge{
                               2111
                                          \str_case:nn {#1} #2
                               2112
                               2113
                                     }
                               2114 }
\liZustandsMengenSammlungNr
                               2115 \def\liZustandsMengenSammlungNr#1#2{
                                     \liZustandsnameGross{#1}
                                     {
                               2117
```

```
2118 \footnotesize
2119 \liZustandsmengeNr{
2120 \str_case:nn {#1} #2
2121 }
2122 }
2123 }
2124 \ExplSyntaxOff
2125
```

2.31 pseudo.sty

```
2126 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2127 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-pseudo}[2020/12/30 Paket zum Setzen
2128 von Pseudo-Code, Hüll-Paket um algorithm2e]
 \begin{algorithm}[H]
 \label{eq:continuous} $$ KwData $G = (V,E,w)$: ein zusammenhängender, ungerichteter, $$
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}
```

${\bf Algorithmus~1:}~{\rm Minimaler~Spannbaum~nach~Kruskal}$

```
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.
```

2129 \RequirePackage[german,boxruled]{algorithm2e}

2.32 pumping-lemma.sty

```
2131 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                       2132 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-pumping-lemma}[2021/08/11 Enthält die
                       2133 Definitionen für das Pumping-Lemma in der Regulären Sprache und
                       2134 in der Kontextfreien Sprache]
   \liPumpingRegulaer
                       2135 \def\liPumpingRegulaer{%
                             Es sei $L$ eine reguläre Sprache. Dann gibt es eine Zahl $j$, sodass für
                             alle Wörter $\omega \in L$ mit $|\omega| \geq j$ (jedes Wort $\omega$ in
                       2137
                             $L$ mit Mindestlänge $j$) jeweils eine Zerlegung $\omega = uvw$
                       2138
                       2139
                             existiert, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
                       2140
                       2141
                             \begin{enumerate}
                       2142
                             \int  |v| \leq 1
                       2143
                             (Das Wort $v$ ist nicht leer.)
                       2144
                       2145
                             \item $|uv| \leq j$
                       2146
                             (Die beiden Wörter $u$ und $v$ haben zusammen höchstens die Länge $j$.)
                       2147
                             \item Für alle $i = 0, 1, 2, \dots$ gilt $uv^iw \in L$
                       2148
                             (Für jede natürliche Zahl (mit $0$) $i$ ist das Wort $uv^{i}w$ in der
                       2149
                             Sprache $L$)
                       2150
                             \end{enumerate}
                       2151
                       2152
                            Die kleinste Zahl $j$, die diese Eigenschaften erfüllt, wird
                             Pumping-Zahl der Sprache $L$ genannt.\footcite{wiki:pumping-lemma}
                       2155 }
\liPumpingKontextfrei
                       2156 \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:
                       2159
                       2160
                       2161
                             \begin{enumerate}
                       2162
                             \item $|vx| \geq 1$
                       2163
                             (Die Wörter $v$ und $x$ sind nicht leer.)
                       2164
                             \star \ \item \|vwx\| \leq j
                       2165
                             (Die Wörter $v$, $w$ und $x$ haben zusammen höchstens die Länge $j$.)
                       2166
                       2167
                       2168
                             \item Für alle $i \in \mathbb{N}_O$ gilt $u v^i w x^i y \in L$ (Für jede
                             natürliche Zahl (mit $0$) $i$ ist das Wort $u v^i w x^i y$ in der
                       2169
                             Sprache $L$)
                       2170
                       2171
                             \end{enumerate}
                       2172 }
                       2173
```

2.33 quicksort.sty

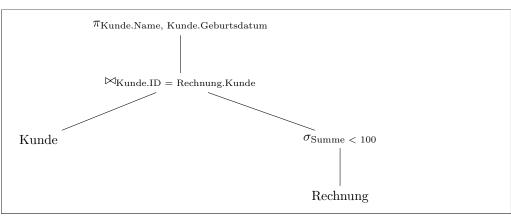
```
2174 % https://tex.stackexchange.com/a/142634
2175 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2176 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-quicksort}[2020/06/12]
2178 %-----
2179 % USAGE:
2180 % \QSinitialize{comma, separated, numerical, values}
2181 % \loop
2182 % \QSpivotStep
2183 % \ifnum\value{pivotcount}>0
2184 %
      \QSsortStep
2185 % \repeat
2186 %-----
2187
2188 % xintfrac does not load xinttools, this must be done explicitely if needed as here.
2189 \RequirePackage{xintfrac, xinttools}
2190
2191 \RequirePackage{tikz}
2192
2193 %-----
2194 % FIRST PART: TikZ styles and macros for the actual drawing
2195 \newcounter{cellcount}% used for coordinates of the node
2196 \newcounter{pivotcount}% when it will remain at zero, will signal the sort is finished.
2198 % Styles defined by Tom Bombaldi. (modified: all share the same size)
2199 % (re-modified \bf -> \bfseries due to extremely annoying warnings from
2200 % KOMA-script which are truly a pain and do not make any sense regarding \bf:
2201 % if I want to use \bf, and know what I am doing, why should I get HARASSED
2202\;\mbox{\ensuremath{\%}} by police of LaTeX good conduct ? )
2203 \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},
2204
2205
           r/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black,
2206 % 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,
2208 % nicer:
2209
           b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=white, text=magenta
2210
           g/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=gray, text=white, :
2211
2212 % NOTE the b style was originally the same as the r(aised) style apart from
2213 % not being raised, but I find it nicer with a somewhat different
2214 % specification. I have not updated the images though.
2215
2216~\% How the nodes are drawn depending on whether on the left of the pivot value
2217 % or on the right, or is a pivot value, or a raised pivot during selection phase.
2219 \def\DecoLEFT #1{%
2220
      \xintFor* ##1 in {#1} \do
       {\stepcounter{cellcount}\node[o] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2221
2222 }
2223
2224 \def\DecoINERT #1{%
      \xintFor* ##1 in {#1} \do
2225
      {\stepcounter{cellcount}\node[g] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2226
2227 }
2229 \def\DecoRIGHT #1{%
      \xintFor* ##1 in {#1} \do
2230
      \label{locality} $$ \operatorname{cellcount} \in [1] $ at (\arabic{cellcount},0) {\#$1};}% $$
2231
2232 }
2233
2234 \def\DecoLEFTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
       \xintFor* ##1 in {#1} \do
```

```
{\stepcounter{cellcount}%
2236
2237
          \xintifForLast {\node[r]}{\node[o]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2238 }
2239
2240 \def\DecoINERTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
         \xintFor* ##1 in {#1} \do
2241
         {\stepcounter{cellcount}%
2242
2243
          \xintifForLast {\node[b]}{\node[g]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2244 }
2245
2246 \def\DecoRIGHTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
         \xintFor* ##1 in {#1} \do
2247
2248
         {\stepcounter{cellcount}%
          \xintifForLast {\node[r]}{\node[l]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2249
2250 }
2251
2253\ \mbox{\ensuremath{\%}} SECOND PART: the actual sorting routines.
2254
2255 \def\QS@sort@a #1{\expandafter \QS@sort@b \expandafter {\xintLength {#1}}{#1}}
2256 \def\QS@sort@b #1{\ifcase #1}
                          \expandafter\QS@sort@empty
2257
2258
                       \or\expandafter\QS@sort@single
2259
                     \else\expandafter\QS@sort@c
2260
                     \fi
2261 }%
2262 \def\QS@sort@empty #1{}
2263 \def\QS@sort@single #1{\QSIr {#1}}
2265 \% This step is to pick the last as pivot.
2266 \def\QS@sort@c #1%
       {\operatorname{QS@sort@d}}_{1}_{1}_{1}_{1}}
2268
2269 % Here \QSLr, \QSIr, \QSr have been let to \relax.
2270 % The trick with \xintApplyUnbraced is that for example when selecting
2271 % the elements smaller than pivot, if we had been using \xintApply we
2272\ \% would have had at the minimum an empty brace pair. Thus we use the
2273\% "unbraced" variant, but then the \QS@select@smaller has added in
2274 \% anticipation a level of braces.
2275 \def\QS@sort@d #1#2{%
2276
        \QSLr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@smaller {#1}}{#2}}%
        \QSIr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@equal
        \QSRr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@greater {#1}}{#2}}%
2279 }%
2280 \def\QS@select@smaller #1#2{\xintifLt \{#2\}{\#2}}{ }}% space will stop a f-
    expansion
2281 \def\QS@select@equal #1#2{\xintifEq {#2}{\#1}{{\#2}}{ }}% space will stop a f-
   expansion
2282 \def\QS@select@greater #1#2{\xintifGt \{#2\}_{\#1}_{\#2}_{\}} space will stop a f-
   expansion
2283
2284 %
2285 % NOTE 1: thus, each comparison with the pivot is done three (!) times.
2287 \% NOTE 2: we may well end up with \QSLr {<empty>} situations. This is handled
2288 % silently by the \pi loops, and also when \QSLr becomes \QSC sort\QSC , the
2289 % latter must handle correctly an empty argument.
2290
2291 %-----
2292 % THIRD PART: the main macros \QSpivotStep, \QSsortStep and \QSinitialize.
2294 % This draws all with suitable highlighting for the newly chosen pivots
2295 % (which will be shown raised)
```

```
2296 \def\QSpivotStep {\let\QSLr\DecoLEFTwithPivot
2297
                     \let\QSIr\DecoINERT
2298
                     \let\QSIrr\DecoINERT
                     \let\QSRr\DecoRIGHTwithPivot
2299
2300 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}}%
                \setcounter{cellcount}{0}\setcounter{pivotcount}{0}%
2301
2302
                \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2303 }
2304
2305 \% This sorts and then draws, showing where the pivot chosen in the previous
2306 % step go. Next time they will have become "inert". If pivotcount is still at
2307 % zero on exit from \QSpivotStep, then this is the signal to stop before
2308 % executing \QSsortStep.
2309 \def\QSsortStep {\def\QSLr {\noexpand\QS@sort@a}%
2310
                      \def\QSRr {\noexpand\QS@sort@a}%
                      \def\QSIr {\noexpand\QSIrr}%
2311
2312
                      \let\QSIrr\relax
2313
                         \edef\QS@list{\QS@list}%
                     \let\QSLr\relax
2314
                     \let\QSRr\relax
2315
2316
                     \let\QSIr\relax
2317
                         \edef\QS@list{\QS@list}%
2318
                     \let\QSLr\DecoLEFT
                     \let\QSIr\DecoINERTwithPivot
2319
                     \let\QSIrr\DecoINERT
2320
                     \let\QSRr\DecoRIGHT
2321
2322 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}}%
2323
                \setcounter{cellcount}{0}%
2324
                \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2325 }
2326
2327 \def\QSinitialize #1{%
2328
        \% 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
2329
        \edef\QS@list {\noexpand\QSRr {\xintCSVtoList {#1}}}%
2330
        \let\QSRr\DecoRIGHT
2331
        \% The \QSRr marker mutated to draw the last element as
2332
        \% pivot and the earlier ones with the suitable style.
2333
2334
2335
        % The list of marked braced items \QS@list is used both for drawing
2336
        % (as here) and for doing the exchange of elements during sort.
2337
        \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}\setcounter{cellcount}{0}%
2338
                     \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2339 }
2340
```

2.34 relationale-algebra.sty

```
2341 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2342 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-relationale-algebra} [2020/12/11]
2343 \RequirePackage{amsmath}
2344 \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}
```



2.35 rmodell.sty

```
2354 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                           2355 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-rmodell} [2020/09/01
                           2356 Makros und Umgebungen zum Setzen des Relationenmodells beim Thema
                           2357 Datenbanken.]
                           2358 \RequirePackage{soul}
                           Let-Abkürzungen
                           \let\a=\liAttribut
                           \let\f=\liFremd
                           \let\p=\liPrimaer
                           \let\r=\liRelationMenge
              \liPrimaer \liPrimaer{text}: Unterstreichung für den Primärschlüssel
                           2359 \left\lceil \frac{41}{1} \right\rceil
                \liFremd \liFremd{text}: Überstreichung für den Fremdschlüssel
                           2360 \end{1}{\text{setul}}{-0.9em}{\text{ul}}{\text{#1}}}
                          \begin{liRmodell} \end{liRmodell}: Kleinere Schrift und Schreibmaschinenschrift.
               liRmodell
                           2361 \def\li@Rmodell@Schrift{\footnotesize\ttfamily}
                           2362 \ExplSyntaxOn
                           2363 \NewDocumentEnvironment { liRmodell }
                           2364 { +b }
                           2365 {
                           2366
                                 \medskip
                           2367
                                {
                           2368
                                   \linespread{2}
                           2369
                                   \setlength{\parindent}{0pt}
                                   \li@Rmodell@Schrift#1
                           2370
                           2371
                                }
                                \medskip
                           2372
                           2373 } {}
                           2374 \ExplSyntaxOff
                          Let-Abkürzung: \let\r=\liRelationMenge
        \liRelationMenge
                              \liRelationMenge{name}{attribut, attribut}: Umhüllen der Attribute mit geschweiften
                           und dann eckigen Klammern.
                           2375 \def\liRelationMenge#1#2{
                           2376 \setminus noindent
                           2377 #1 : \{[ #2 ]\}
                           2378 \par
                           2379 }
             \liAttribut Let-Abkürzung: \let\a=\liAttribut
                              \liAttribut{text}: Gleiche Schrift wie Umgebung liRmodell
                           2380 \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}
                           2381 \NewDocumentEnvironment { liRelationenSchemaFormat }{ +b } {} {}
                           2382
```

2.36 sortieren.sty

```
2383 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2384 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-sortieren}[2020/06/10 Schaubilder
2385 für händisches Sortieren bzw. einen Schreibtischlauf setzen]
\tikz[
    rectangle split parts=5,
]{
    \node[li sortierung zahlenreihe] (reihe) {\nodepart{one} 2 \nodepart{two} 1 \nodepart{three}} 3 \\lisortierPfeil{one}{two}
    \lisortierPfeil{two}{three}
    \lisortierPfeil{two}{three}
    \lisortierPfeilUnten{three}{one}
}
```

```
2386 \RequirePackage{tikz}
2387 \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.

```
2388 \def\liVertauschen#1{
2389 \directlua{
2390 local sortieren = require('lehramt-informatik-sortieren')
2391 sortieren('#1')
2392 }
2393 }
```

\liSortierPfeil

```
2394 \def\liSortierPfeil#1#2{
2395 \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 north) -- ++(0,0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 north);
2396 }
```

\liSortierPfeilUnten

```
2397 \def\liSortierPfeilUnten#1#2{
2398 \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 south) -- ++(0,-0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 south)
2399 }
```

\liSortierMarkierung

```
2400 \def\liSortierMarkierung#1#2{\node[
2401 draw,
2402
     very thick,
2403 fit=(reihe.#1) (reihe.#2),
2404
     inner sep=0pt
2405] {};
2406 }
2407 \text{\tikzset}{}
2408 li sortierung zahlenreihe/.style={
2409
        draw,
2410
        thin,
        font=\large,
2411
        rectangle split horizontal,
2412
2413
        rectangle split,
2414 }
2415 }
```

```
2416 % https://tex.stackexchange.com/a/140895
2417 \RequirePackage{forest,xstring}
2418 \usetikzlibrary{calc}
2419
2420 \mbox{ \mbox{$\backslash$}} makeatletter
2421 \pgfmathdeclarefunction{strrepeat}{2}{%
      \begingroup\pgfmathint{#2}\pgfmath@count\pgfmathresult
        \let\pgfmathresult\pgfutil@empty
2423
        \pgfutil@loop\ifnum\pgfmath@count>0\relax
2424
          \expandafter\def\expandafter\pgfmathresult\expandafter{\pgfmathresult#1}%
2425
2426
          \advance\pgfmath@count-1\relax
2427
        \pgfutil@repeat\pgfmath@smuggleone\pgfmathresult\endgroup}
2428 \makeatother
2429
2430 \def\myNodes{}
2431
2432 \ExplSyntaxOn
2433 \newcommand*\sortList[1]{%
      \clist_sort:Nn#1{\int_compare:nNnTF{##1}>{##2}\sort_return_swapped:\sort_return_same:}}
2435 \ExplSyntaxOff
2436
2437 \forestset{
      sort/.code={%
2438
        \pgfmathparse{level()>\forestSortLevel}%
2439
        \ifnum\pgfmathresult=0
2440
          \StrSubstitute{\forestov{content}}{ }{,}[\myList]%
2441
2442
          \sortList\myList
          \StrSubstitute{\myList}{,}{ }[\myList]%
2443
          \pgfmathparse{strrepeat("1",level())}%
2444
          \xappto\myNodes{\noexpand\node at ($(\forestov{name}|-m)!-1!(\forestov{name})$)
2445
            (m\forestov{name}) {\myList}}%
2446
          \pgfmathparse{level()==\forestSortLevel}%
2447
2448
          \ifnum\pgfmathresult=1
            \forestOget{\forestov{@first}}{name}\forestFirst
2449
2450
            \forestOget{\forestov{@last}}{name}\forestLast
            \xappto\myNodes{{[<-]edge (\forestOv{\forestov{@first}}{name})
2451
              \ifx\forestFirst\forestLast\else edge (\forestOv{\forestov{@last}}{name})\fi}}%
2452
          \fi
2453
          \ifnum\forestov{@parent}=0\else
2454
            \xappto\myNodes{edge (m\forestOv{\forestov{@parent}}{name})}%
2455
2456
          \gappto\myNodes{;}%
2458
        fi}
2459
2460 \forestset{sort level/.code=%
      \pgfmathparse{#1}\let\forestSortLevel\pgfmathresult
2461
      \pgfmathparse{strrepeat("1",\forestSortLevel+1)}\let\forestOnes\pgfmathresult}
2462
2463
```

2.37 spalten.sty

```
2464 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2465 \ensuremath{\mbox{\sc ProvidesPackage{lehramt-informatik-spalten}[2020/12/07\ \mbox{\sc L\"{a}dt}\ \ das\ \ Paket}}
2466 "multicol", damit mehrspaltiger Satz mit Hilfe der Umgebung "multicols" 2467 realisiert werden kann.]
2468 \RequirePackage{multicol}
```

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

 $2469 \verb|\def|\liSpaltenUmbruch{\tt vfill\strut\columnbreak}|$

2.38 struktogramm.sty

```
2471 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2472 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-struktogramm}[2021/01/31 Lädt das
2473 Paket struktex zum Setzen von Struktogrammen]
2474 \RequirePackage{struktex}
2475
```

2.39 syntax.sty

```
2476 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2477 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-syntax}[2020/06/10 Ein Hüll-Paket um
2478 `minted`, das sich um die Syntax-Hervorhebung des Java-Codes kümmert.]
2479 \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
              2480 \ExplSyntaxOn
              2481 \directlua{
                    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')
              2485
              2486
                    syntax.importiere_konfiguration('github_tex_repo', '\LehramtInformatikGithubTexRepo')
                    {\tt syntax.importiere\_konfiguration('github\_code\_repo', '\LehramtInformatikGithubCodeRepo')}
              2487
              2488
                    syntax.importiere_konfiguration('git_branch', '\LehramtInformatikGitBranch')
              2489 }
              2490 \RequirePackage{hyperref}
              2491 \RequirePackage{minted}
              2492 \% pygmentize -L styles
              2493 \usemintedstyle{colorful}
              2494 %\BeforeBeginEnvironment{minted}{\begin{mdframed}}
              2495 %\AfterEndEnvironment{minted}{\end{mdframed}}
              2496 %\setminted{breaklines=true,linenos}
              2497 \setminus setminted{
              2498 breaklines=true,
              2499
                   linenos,
                    fontsize=\footnotesize,
              2501 }
              Im Zeilenfluss einen kurzen Java-Code-Ausschnitt setzen.
              Let-Abkürzung: \let\j=\liJavaCode
              2502 \def \simeq 1{\,\mintinline{java}|#1|\,}
\lilatexCode Im Zeilenfluss einen kurzen LATFX-Code-Ausschnitt setzen.
              2503 \def\liLatexCode#1{\mintinline{latex}|#1|}
              2504 \def\li@GithubLink#1#2{
              2505
                    \begin{flushright}
              2506
                      Code-Beispiel~auf~Github~ansehen:~
              2507
                       \href{#1}{\nolinkurl{#2}}
              2508
                    \end{flushright}
              2509
              2510 }
              Eine komplette Java-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/main/java/org/bschlangaul
              2511 \NewDocumentCommand{\liJavaDatei}{ O{firstline=3} m }{
                    \inputminted[#1]{java}{
              2512
              2513
                      \directlua{
              2514
                         syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', false)
              2515
              2516
```

```
{\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', false)}}
                                           2519
                                                            {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', false)}}
                                           2520 }
                                           Eine komplette Java-Test-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/test/java/org/bschlangaul
      \liJavaTestDatei
                                           2521 \NewDocumentCommand{\liJavaTestDatei}{ O{firstline=3} m }{
                                           2522
                                                       \inputminted[#1]{java}{
                                           2523
                                                            \directlua{
                                           2524
                                                                syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', true)
                                           2525
                                           2526
                                           2527
                                                       \li@GithubLink
                                           2528
                                                            {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', true)}}
                                                           {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', true)}}
                                           2529
                                           2530 }
            \liJavaExamen
                                           \liJavaExamen{66116}{2015}{03}{Kunde} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \\liJavaDatei(\[...]
                                           \\liJavaExamen$1{$2}{$3}{$4}{$5}
                                           2531 \NewDocumentCommand{\liJavaExamen}{ O{firstline=3} m m m }{
                                                       \inputminted[#1]{java}{
                                           2533
                                                            \directlua{
                                           2534
                                                                syntax.drucke_absoluten_examens_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')
                                           2535
                                                       }
                                           2536
                                           2537
                                                       \li@GithubLink
                                           2538
                                                       \label{lem:continuity} $$ \left( \frac{syntax.drucke\_github\_examens\_url('#2', '#3', '#4', '#5')} \right) $$
                                           2539
                                                       {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
                                           2540
                                           2541 }
      \liAssemblerCode
                                           2542 \def \leq 2542 \def \leq 1{\min\{asm\}} | #1| 
                                          \liAssemblerDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Assembler-Datei.
    \liAssemblerDatei
                                           2543 \NewDocumentCommand{\liAssemblerDatei}{ m }{
                                                      \inputminted{asm}{#1}
                                           2545 }
                                           \liMinispracheDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Minisprachen-Datei
\liMinispracheDatei
                                           (Hochsprache für die Minimaschine von Albert Wiedemann).
                                           2546 \NewDocumentCommand{\liMinispracheDatei}{ m }{
                                           2547 \inputminted{componentpascal}{\#1}
                                           2548 }
          \liHaskellCode
                                           \liHaskellCode{haskell}: Zum Setzen von Haskell-Code.
                                           2549 \ensuremath{\mbox{\mbox{$1$}\mbox{$1$}} \ensuremath{\mbox{\mbox{$1$}}\mbox{$1$}} \ensuremath{\mbox{$1$}\mbox{$1$}} \ensuremath{\mbox{$1$}\mbox{$1$}} \ensuremath{\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1
                                          \liHaskellDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Haskell-Datei.
        \liHaskellDatei
                                           2550 \NewDocumentCommand{\liHaskellDatei}{ m }{
                                           2551
                                                       \inputminted{haskell}{#1}
                                           2552 }
                                           2553 \ExplSyntaxOff
                                           \liHaskellCode{sql}: Zum Setzen von SQL-Code.
                   \liSqlCode
                                           Let-Abkürzung: \let\s=\liSqlCode
                                           2554 \ensuremath{\mbox{\code}\#1{\rm liSqlCode}\#1{\rm line}\{sql\}\#1|}
```

2.40 syntaxbaum.sty

```
2556 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2557 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-syntaxbaum}[2021/02/14 Zum Setzen von
2558 Syntaxbäumen mit Hilfe des Pakets tikz-qtree]
2559 \ \texttt{RequirePackage\{tikz-qtree\}}
2560
2561 \tikzset{li parsetree/.style={
        every internal node/.style={
2562
          draw,circle
2563
2564
        every leaf node/.style={
2565
2566
          draw, rectangle
2567
      }
2568
2569 }
2570
```

2.41 synthese-algorithmus.sty

```
2571 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2572 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-synthese-algorithmus}[2021/03/19
2573 Hilfsmakros zum Setzen des Synthese-Algroithmuses zur Umformung einer
2574 Relation in die 3. Normalform]
2575 \liLadePakete{normalformen,mathe,typographie}
2576 \ExplSyntaxOn
```

Let-Abkürzungen

\let\schrittE=\liSyntheseUeberErklaerung

```
\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

(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. $R_{\alpha} \subseteq R_{\alpha'}$.

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

```
2577 \def\liSyntheseUeberschrift#1{
2578
2579
        \bfseries
        \sffamily
2580
2581
        \str_case:nn {#1} {
2582
          {1} {Kanonische~Überdeckung}
2583
          {1-1} {Linksreduktion}
2584
          {1-2} {Rechtsreduktion}
2585
          {1-3} {Löschen~leerer~Klauseln}
          {1-4} {Vereinigung}
2586
          {2} {Relationsschemata~formen}
2587
          {3} {Schlüssel~hinzufügen}
2588
          {4} {Entfernung~überflüssiger~Teilschemata}
2589
2590
2591
      }
2592 }
```

\liSyntheseErklaerung

Let-Abkürzung: \let\erklaerung=\liSyntheseErklaerung

```
2593 \def\li@synthese@erklaerung@texte#1{
2594
             \str_case:nn {#1} {
2595
                 {1} {
2596
                      Die~kanonische~Überdeckung~-~also~die~kleinst~mögliche~noch~
2597
                      äquivalente~Menge~von~funktionalen~Abhängigkeiten~kann~in~vier~
2598
                      Schritten~erreicht~werden.
2599
                 {1-1} {
2600
                      Führe~für~jede~funktionale~Anhängigkeit~
2601
                      $\alpha~\rightarrow~\beta~\in~F$~die~Linksreduktion~durch,~
2602
2603
                      überprüfe~also~für~alle~
2604
                      $A~\in~\alpha$,~ob~$A$~überflüssig~ist,~d.~h.~ob~
2605
                      $\beta~\subseteq~\liAttributHuelle{F,~\alpha~-~A}.$
2606
                 {1-2} {
2607
2608
                      Führe~für~jede~(verbliebene)~funktionale~Abhängigkeit~$\alpha~
2609
                      \rightarrow~\beta$~die~Rechtsreduktion~durch,~"uberpr\u00fcfer~also~f\u00fcr-
2610
                      alle~\$B~\in~\beta\$,~ob~\$B~\in~\liAttributHuelle\{F~-~(\alpha~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\beta~\bet
2611
                      \rightarrow~\beta)~\cup~(\alpha~\rightarrow~(\beta~-~B)),~
                      \alpha}$~gilt.~In~diesem~Fall~ist~B~auf~der~rechten~Seite~
2612
                      überflüssig~und~kann~eleminiert~werden,~\dh~$\alpha~
2613
                      \rightarrow~\beta$~wird~durch~$\alpha~\rightarrow~(\beta~-~B)$~
2614
2615
                      ersetzt.
2616
                 {1-3} {
2617
                      Entferne~die~funktionalen~Abhängigkeiten~der~Form~$\alpha~
2618
2619
                      \rightarrow~\emptyset$,~die~im~2.~Schritt~möglicherweise~
2620
                      entstanden~sind.
                 }
2621
                 \{1-4\} {
2622
2623
                      Fasse~mittels~der~Vereinigungsregel~funktionale~Abhängigkeiten~
                      der~Form~$\alpha~\rightarrow~\beta\sb{1},~\dots,~\alpha~\rightarrow~
2624
                      2625
2626
                      \beta\sb{n}$~verbleibt.
                 }
2627
                 % Kemper Seite 197
2628
2629
                 {2} {
2630
                      Erzeuge~für~jede~funktionale~Abhängigkeit~$\alpha~\rightarrow~
2631
```

```
2632
                                 :=~\alpha~\cup~\beta$.
                          }
2633
                          {3} {
2634
                                 Falls\@gray=\encomn{2.5cm} $$Falls\@gray=\encomn{2.5cm} $$\encomn{2.5cm} $$Falls\@gray=\encomn{2.5cm} $$Alpha} $$
2635
                                 2636
                                 enthält,~sind~wir~fertig,~sonst~wähle~einen~Schlüsselkandidaten~
2637
2638
                                 \mathbf{K}^{\kappa}_{\kappa}\
                                 \verb|zus| \verb| attraction| attraction| \verb| attraction| att
2639
                                 \verb| und-\$\mathbb{K}|^*:=^\mathbb{K}}^{\mathbb{K}}^{\mathbb{K}}^{\mathbb{K}}
2640
2641
2642
                           {4} {
                                 Eliminiere~diejenigen~Schemata~$R\sb{\alpha}$,~die~in~einem~
2643
                                 anderen \verb|~Relationenschema~$R\sb{\alpha'}$ \verb|~enthalten~sind, \verb|~d.~h.~| |
2644
                                 R\sb{\alpha}^-\subseteq^R\sb{\alpha'}\.
2645
2646
                   }
2647
2648 }
2649 \verb|\def|\liSyntheseErklaerung#1{|}
2650
                  {
2651
                           \itshape
2652
                           \footnotesize
2653
                           \liParagraphMitLinien{\li@synthese@erklaerung@texte{#1}}
                   }
2654
2655 }
Let-Abkürzung: \let\schrittE=\liSyntheseUeberErklaerung
2656 \def\liSyntheseUeberErklaerung#1{
2657
                    \liSyntheseUeberschrift{#1}\par
2658
                    \liSyntheseErklaerung{#1}
2659 }
2660 \ExplSyntaxOff
2661
```

\liSyntheseUeberErklaerung

2.42 tabelle.sty

2662 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2663 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-tabelle}[2020/12/05 Lädt das Paket tabluarx]
2664 \RequirePackage{tabularx}
2665

2.43 typographie.sty

2691

2692

2693 2694 }

2696

\par

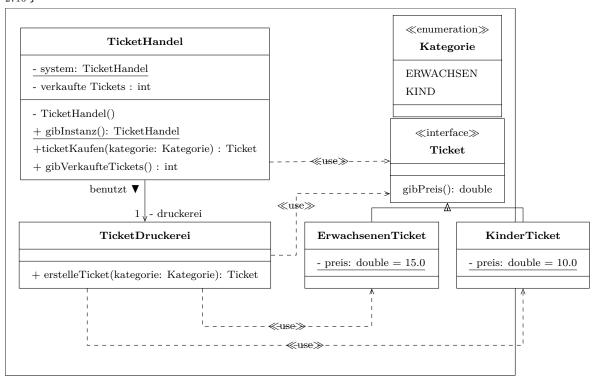
2695 \ExplSyntaxOff

```
2666 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                         2667 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-typographie}[2021/03/20 Typographische Makros,
                         2668 die das Erscheinungsbild verändern. Die Schriftdefinition sind in
                         2669 formatierung.sty definiert.]
                         2670 \ExplSyntaxOn
                            Mit dem Packet wasysym gab es Unverträglichkeiten, deshalb verwenden wir fontawe-
                         2671 \RequirePackage{fontawesome}
                        \liErledigt: У
           \liErledigt
                         2672 \let\liErledigt=\faCheckSquareO
        \liNichtsZuTun \liNichtsZuTun: ∅ Nichts zu tun
                         2673 \def\liNichtsZuTun{$\emptyset$~Nichts~zu~tun}
 \liParagraphMitLinien
                        \liParagraphMitLinien{Lorem ipsum...}:
                         — Lorem ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor
                         sit, ipsum dolor sit -
                         2674 \def\liParagraphMitLinien#1{
                         2675
                               \noindent
                         2676
                               \vrule height 2pt depth -1.6pt width 0.4cm
                         2677
                               \enspace
                         2678
                         2679
                               \enspace
                               \leaders\vrule height 2pt depth -1.6pt \hfill \null
                         2680
                         2681
                               \medskip
                         2682
                         2683 }
                        Große geschweifte Klammer mit Istgleich-Zeichen.
\liGeschweifteKlammern
                           Variable = 
                                                                Inhalt
                         2684 \def\liGeschweifteKlammern#1#2#3#4{
                               \par
                         2686
                               \medskip
                         2687
                               \noindent
                               #1 \, $= \Bigl\{$
                         2688
                               \vspace{#3}
                         2689
                               #2
                         2690
                               \vspace{#4}
```

\begin{flushright}\$\Bigr\}\$\end{flushright}

2.44 uml.sty

```
2697 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2698 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-uml}[2020/06/13 Ein Hüll-Paket um
2699 `tikz-uml', das einige Design-Einstellungen vornimmt und manche
2700 Erweiterung bereitstellt]
2701 \RequirePackage{tikz-uml}
2702 \RequirePackage{tikz-uml-activity}
2703 % Not compatible with wasysym
2704 %\RequirePackage{mathabx}
2705 \RequirePackage{wasysym}
2706 \usetikzlibrary{positioning}
2707 \tikzumlset{
2708 fill class=white!0,
     font=\footnotesize,
     fill object=white!0,
     fill note=white!0,
2712
     fill state=white!0,
2713
     % Use case
2714 fill usecase=white!0,
2715 fill system=white!0,
2716 }
```



\liUmlLeserichtung

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

```
2717 \NewDocumentCommand{ \liUmlLeserichtung } { O{dir=right} m } {
2718
      \def\@liDirLeft{}
2719
      \def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}
2720
      \pgfkeys{/lese/dir/.is choice}
      \pgfkeys{/lese/dir/up/.code={\def\@liDirRight{ \UParrow}}}
2721
      \pgfkeys{/lese/dir/down/.code={\def\@liDirRight{ \DOWNarrow}}}
2722
      \pgfkeys{/lese/dir/left/.code={\def\@liDirRight{}\def\@liDirLeft{\LEFTarrow }}}
2723
2724
      \pgfkeys{/lese/dir/right/.code={\def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}}}
2725
2726
      \def\@liPos{above}
2727
      \pgfkeys{/lese/pos/.code={\def\@liPos{##1}}}
2728
```

```
2729 \def\@liDistance{0cm}
2730 \pgfkeys{/lese/distance/.code={\def\@liDistance{##1}}}
2731
2732 \pgfkeys{/lese/.cd,#1}
2733
2734 \node[\@liPos = \@liDistance of #2-middle] {
2735 \@liDirLeft{\footnotesize#2}\@liDirRight
2736 };
2737 }
```

2.45 vollstaendige-induktion.sty

```
2739 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2740 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-vollstaendige-induktion}[2021/07/01
2741 Hilfsmakros zum Setzen der Vollständigen Induktion, vor allem die
2742 Überschriften für die einzelnen Schritte]
Let-Abkürzungen
\let\m=\liInduktionMarkierung
\let\e=\liInduktionErklaerung
 \begin{align*}
 C_{n+1}
 \& = \frac
     {(4 \cdot (m{n + 1} - 1) + 2) \cdot (m{n + 1} - 1)}
     {n + 1} + 1
 & \e{Java nach Mathe}\\
 \& = \frac
     {m{n + 2}}
 & \e{addiert, subtrahiert}\\
 \& = \frac
     {(4n + 2) \setminus cdot \setminus m{(2n)!}}
     & \e{für cn(n) Formel eingesetzt}\\
 & = \frac{1}{2}
     {(4n + 2) \setminus cdot (2n)! \setminus m{\setminus cdot (n + 1)}}
     {(n + 2) \cdot (n + 1)! \cdot n! \m{\cdot (n + 1)}}
 & \{(n + 1)\} multipliziert} \\
 %
 \& = \frac
     {(4n + 2) \cdot m\{(n + 1) \cdot (2n)!}}
     {(n + 2) \cdot (n + 1)! \cdot (n + 1) \cdot (n + 1)}
 & \e{umsortiert} \\
 & = \frac{1}{2}
     \{m\{(2(n + 1))!\}\}
     {m\{(n + 2)! \setminus cdot (n + 1)!\}}
 & \e{Hilfsgleichungen verwendet}\\
 %
 & = \frac
     \{(2(\mbox{$n + 1$}))!\}
     {((\mbox{$\mathbb{N}$} + 1)) + 1)! \cdot (\mbox{$\mathbb{N}$} + 1)!}
 & \{(n + 1)\}\ verdeutlicht\}\
 \end{align*}
   Lade häufig benötigte Pakete
2743 \RequirePackage{lehramt-informatik-typographie}
2744 \RequirePackage{lehramt-informatik-mathe}
2745 \RequirePackage{lehramt-informatik-syntax}
2746 \ExplSyntaxOn
Hilfsmakro um Teile von mathematischen Formeln markieren zu können.
Let-Abkürzung: \let\m=\liInduktionMarkierung
2747 \def\liInduktionMarkierung#1{\textcolor{violet}{#1}}
```

\liInduktionMarkierung

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

```
Let-Abkürzung: \let\e=\liInduktionErklaerung
                                                                                  2748 \def\liInduktionErklaerung#1{\scriptsize\text{#1}}
                     \liInduktionAnfang
                                                                                  2749 \def\liInduktionAnfang{
                                                                                                   \liPseudoUeberschrift{Induktionsanfang}
                                                                                  2750
                                                                                  2751
                                                                                                   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
                                                                                  2752
                                                                                                   \liParagraphMitLinien{
                                                                                 2753
                                                                                  2754
                                                                                                         Beweise, -dass-$A(1)-eine-wahre-Aussage-ist.
                                                                                  2755
                                                                                                   }
                                                                                  2756 }
\liInduktionVoraussetzung
                                                                                  2757 \def\liInduktionVoraussetzung{
                                                                                                   \liPseudoUeberschrift{Induktionsvoraussetzung}
                                                                                  2758
                                                                                 2759
                                                                                                   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
                                                                                  2760
                                                                                  2761
                                                                                                   \liParagraphMitLinien{
                                                                                  2762
                                                                                                         \label{linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_linear_
                                                                                  2763
                                                                                  2764 }
                 \liInduktionSchritt
                                                                                  2765 \def\liInduktionSchritt{
                                                                                  2766
                                                                                                   \liPseudoUeberschrift{Induktionsschritt}
                                                                                  2767
                                                                                                   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
                                                                                  2768
                                                                                  2769
                                                                                                   \liParagraphMitLinien{
                                                                                  2770
                                                                                                         Beweise, ~dass~wenn~$A(n=k)$~wahr~ist,~
                                                                                  2771
                                                                                                          auch~$A(n=k+1)$~wahr~sein~muss.
                                                                                                  }
                                                                                  2772
                                                                                  2773 }
                                                                                  2774 \ExplSyntaxOff
                                                                                  2775
```

2.46 wasserfall.sty

```
2776 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2777 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-wasserfall}[2020/06/10]
2778 \RequirePackage{tikz}
2779 \tikzset{wasserfall/.style={
2780 >=stealth,
2781 \, node distance = 2mm and -8mm,
2782 start chain = A going below right,
2783 every node/.style = {
      draw,
2784
2785
     text width=24mm,
2786
     minimum height=12mm,
2787
     align=center,
2788
     inner sep=1mm,
     fill=white,
2789
     drop shadow={fill=black},
2790
     on chain=A
2791
2792 },
2793 }}
2794 \usetikzlibrary{chains,positioning,shadows}
```

2.47 wpkalkuel.sty

```
2796 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                  2797 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-wpkalkuel}[2020/06/13]
                  Let-Abkürzungen
                  \let\wp=\liWpKalkuel
                  \let\equivalent=\liWpEquivalent
                  \let\erklaerung=\liWpErklaerung
                  2798 \RequirePackage{amsmath}
                  2799 \ExplSyntaxOn
                 Let-Abkürzung: \let\wp=\liWpKalkuel
   \liWpKalkuel
                  2800 \ensuremath{\tt def\liWpKalkuelOhneMathe\#1\#2\{}
                  2801
                        \text{wp}(\texttt{\scriptsize"#1"},\thinspace #2)
                  2802 }
                  2803 \def\liWpKalkuel#1#2{
                  2804
                        \ifmmode
                          \liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}
                  2805
                  2806
                  2807
                          $\liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}$
                  2808
                        \fi
                  2809 }
      \MatheEnv
                  2810 \def\MatheEnv#1{
                  2811
                        \medskip
                  2812
                  2813
                        \hspace{1em}#1
                  2814
                  2815
                        \medskip
                  2816 }
         \Mathe
                  2817 \left( \frac{Mathe#1}{} \right)
                  2818 \MatheEnv{$#1$}
                  2819 }
\liWpEquivalent Let-Abkürzung: \let\equivalent=\liWpEquivalent
                  2820 \def\liWpEquivalent#1{
                        \MatheEnv{$\equiv$\hspace{1em}$#1$}
                  2822 }
                 Let-Abkürzung: \let\erklaerung=\liWpErklaerung
\liWpErklaerung
                  2823 \newlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}
                  2824 \def \sim 11 \WpErklaerung #1{
                        \setlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}{\leftskip}
                  2825
                  2826
                        \setlength{\leftskip}{0.5cm}
                  2827
                  2828
                        \par
                  2829
                        \noindent
                  2830
                  2831
                          \scriptsize
                  2832
                          #1
                  2833
                        }
                  2834
                  2835
                        \setlength{\leftskip}{\@Skip@Erklaerung@Reset}
                  2836
                  2837 }
```

```
2838 \def\liWpErklaerungVerzweigung{
2839    $\liWpKalkuelOhneMathe{if~\{~b~\}~then~\{~a1~\}~else~\{~a2~\}}{Q}}
2840    \equiv
2841    (b \land \liWpKalkuelOhneMathe{a1}{Q})
2842    \lor
2843    (\neg b \land \liWpKalkuelOhneMathe{a2}{Q})$
2844 }

2845 \ExplSyntaxOff
2846
```

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	\AddToHook 1351	\bfseries 488, 1236,
\#111	\advance 2426	1238, 2199, 2205,
345, 400, 1183,	\AfterEndEnvironment 2495	2207, 2209, 2210, 2579
1185, 1696, 1697,	\allsectionsfont 1232	\Bigl 2688
1698, 2032, 2502, 2688	\Alph 1246	\Bigr 2692
\@Skip@Erklaerung@Reset	\alph 1246, 1247	\bigskip 50, 378,
2823, 2825, 2836	\alpha 2602, 2604, 2605,	611, 616, 1572, 1900
\@afterheading 1663	2608, 2610, 2611,	\bool 323, 346
\@afterindentfalse . 1663	2612, 2613, 2614,	\bowtie
\@liDirLeft 2718, 2723, 2735	2618, 2624, 2625,	2347, 2350, 2351, 2352
\@liDirRight 2719, 2721,	2630, 2631, 2632,	\Box 161
2722, 2723, 2724, 2735	2635, 2643, 2644, 2645	\boxtimes 476
\@liDistance	\arabic 1246, 2221, 2226,	(20110211102 111111111111111111111111111
2729, 2730, 2734	2231, 2237, 2243, 2249	${f C}$
\@liPos 2726, 2727, 2734	\arraystretch 1922	\c 1329, 1330
\\		\cdot 1740, 1793, 1804
632, 633, 636, 637,	В	\centerline
640, 641, 733, 734,	\BeforeBeginEnvironment	1370, 2300, 2322, 2337
735, 842, 871, 873,		\chapter 1236, 1237
899, 908, 953, 995,	\begin 630, 681, 696,	\char 1570
996, 997, 1002,	731, 755, 802, 834,	\clearpage 1564
1003, 1004, 1024,	849, 869, 879, 895,	\cline 609
1570, 1927, 1985, 1988	915, 947, 964, 993,	\clist 228, 272,
\{ 209, 1120,	1018, 1039, 1054,	273, 292, 296, 2434
1130, 1142, 1143,	1163, 1252, 1327,	\columnbreak 2469
1148, 1182, 1411,	1365, 1374, 1381,	\cs $295, 320, 344,$
1972, 2377, 2688, 2839	1489, 1562, 1614,	345, 382, 394, 1646
\} 209, 1120,	1619, 1627, 1652,	\csname 1314, 1317
1130, 1142, 1143,	1657, 1668, 1678,	\cup 1143,
1150, 1186, 1412,	1682, 1765, 1769,	2006, 2611, 2625, 2632
1972, 2377, 2692, 2839	1785, 1808, 1831,	
\ 27, 35, 44, 46, 48,	1846, 1925, 1926,	D
295, 320, 344, 345,	1976, 2021, 2141,	\DeclareMathSymbol
359, 360, 366, 369,	2161, 2302, 2324,	1870, 1871
372, 382, 394, 1352	2338, 2494, 2505, 2692	\DecoINERT
	\begingroup 1563, 1974, 2422	2224, 2297, 2298, 2320
	\beschriftung	\DecoINERTwithPivot .
\□	$\dots 1594, 1598,$	$\dots \dots 2240, 2319$
	1602, 1606, 1610, 1612	\DecoLEFT 2219, 2318
\mathbf{A}	\beta $\frac{2602}{}$	\DecoLEFTwithPivot
\addbibresource	2605, 2609, 2610,	
1540, 1541, 1542,	2611, 2614, 2624,	\DecoRIGHT 2229, 2321, 2331
1543, 1544, 1545,	2625, 2626, 2631, 2632	\DecoRIGHTwithPivot .
1546, 1547, 1548, 1549	\bf 2199, 2200, 2201	2246, 2299

\definecolor 1234	liLernkartei 1666	1975, 1992, 2000,
\delta 67, 109, 167, 209, 1134	liProduktionsRegeln	2109, 2118, 2361,
\dh <u>1698</u> , 2613		2500, 2652, 2709, 2735
\directlua	liProjektSprache 1586	\footrulewidth . 1263, 1523
	<u> </u>	
60, 139, 197, 202,	liQuellen $\underline{1646}$	\foreach . 1329, 1332, 1339
1115, 1129, 1149,	liRelationenSchemaFormat	t \forestFirst 2449 , 2452
1157, 1164, 1169,		\forestLast 2450, 2452
1957, 1962, 2015,	liRmodell \dots 2361	\forest0get 2449, 2450
2022, 2029, 2389,	liUebergangsTabelle	\forestOnes 2462
2481, 2513, 2518,		·
		\forest0v 2451, 2452, 2455
2519, 2523, 2528,	\equiv 2821, 2840	$\verb \forestov . 2441, 2445,$
2529, 2533, 2539, 2540	\erzeuge@tiefgestellt	2446, 2449, 2450,
\do 2220, 2225,	1129, 1130, 1134	2451, 2452, 2454, 2455
2230, 2235, 2241, 2247	\expandafter	\forestset 2437, 2460
\dots 519, 523,	1314, 2255, 2257,	\forestSortLevel
1411, 2148, 2624, 2625	2258, 2259, 2267, 2425	2439, 2447, 2461, 2462
\DOWNarrow 2722	\ExplSyntaxOff	\frac 1742, 1773, 1804, 1819
$\texttt{\draw} \ \ldots \ 1334, \ 1337,$. 52, 94, 136, 141,	\fullouterjoin 2352
1340, 2096, 2395, 2398	194, 199, 204, 541,	
	563, 578, 1110,	${f G}$
${f E}$	1188, 1223, 1354,	
\edef 1325,		
	1509, 1524, 1688,	296, 302, 303, 304,
2313, 2317, 2329, 2330	1763, 1950, 2124,	305, 306, 308, 309,
\else 583, 591,	2374, 2435, 2553,	311, 313, 314, 315,
599, 1124, 1138,	2660, 2695, 2774, 2845	316, 317, 318, 321,
1174, 1610, 1713,	\ExplSyntaxOn 22,	325, 326, 327, 330,
1723, 1733, 1747,	- ·	
	63, 104, 137, 162,	332, 333, 334, 335,
1968, 2005, 2091,	195, 200, 225, 483,	336, 337, 348, 349,
2259, 2452, 2454, 2806	547, 564, 1083,	350, 351, 359, 360,
\emph 1086,	1178, 1200, 1350,	362, 368, 369, 371,
1392, 1421, 1423, 1569	1502, 1514, 1589,	372, 374, 375, 383,
\empty 1610, 2004	1702, 1932, 2105,	388, 390, 395, 397, 401
\emptyset	2362, 2432, 2480,	\Gamma . 108, 166, 209, 1143
1914, 2619, 2640, 2673	2362, 2432, 2480, 2576, 2670, 2746, 2799	\gappto 2457
1914, 2619, 2640, 2673 \end 669, 692, 717, 752,	2576, 2670, 2746, 2799	
1914, 2619, 2640, 2673		\gappto 2457
1914, 2619, 2640, 2673 \end 669, 692, 717, 752,	2576, 2670, 2746, 2799 F	\gappto 2457 \geq 1418,
1914, 2619, 2640, 2673 \end 669, 692, 717, 752, 786, 818, 846, 862, 876, 884, 911, 940,	$2576, 2670, 2746, 2799$ \mathbf{F} \faCheckSquare0 2672	\gappto
1914, 2619, 2640, 2673 \end 669, 692, 717, 752, 786, 818, 846, 862, 876, 884, 911, 940, 961, 986, 1011,	2576, 2670, 2746, 2799 F \faCheckSquare0 2672 \faCircleThin 1102	\gappto 2457 \geq 1418,
1914, 2619, 2640, 2673 \text{\text{end}} 669, 692, 717, 752, 786, 818, 846, 862, 876, 884, 911, 940, 961, 986, 1011, 1031, 1051, 1069,	2576, 2670, 2746, 2799 F \faCheckSquare0 2672 \faCircleThin 1102 \faGg 1096	\gappto
$\begin{array}{c} 1914,2619,2640,2673 \\ \verb \end & 669,692,717,752,\\ 786,818,846,862,\\ 876,884,911,940,\\ 961,986,1011,\\ 1031,1051,1069,\\ 1165,1254,1343,\\ \end{array}$	### Page 1999	\gappto
1914, 2619, 2640, 2673 \(\)end 669, 692, 717, 752, 786, 818, 846, 862, 876, 884, 911, 940, 961, 986, 1011, 1031, 1051, 1069, 1165, 1254, 1343, 1377, 1378, 1385,	F \faCheckSquare0 2672 \faCircleThin 1102 \faGg 1096 \fancyfoot 1258, 1259, 1260,	\gappto
$\begin{array}{c} 1914,2619,2640,2673 \\ \verb \end & 669,692,717,752,\\ 786,818,846,862,\\ 876,884,911,940,\\ 961,986,1011,\\ 1031,1051,1069,\\ 1165,1254,1343,\\ \end{array}$	### Page 1999	\gappto
1914, 2619, 2640, 2673 \(\)end 669, 692, 717, 752, 786, 818, 846, 862, 876, 884, 911, 940, 961, 986, 1011, 1031, 1051, 1069, 1165, 1254, 1343, 1377, 1378, 1385,	F \faCheckSquare0 2672 \faCircleThin 1102 \faGg 1096 \fancyfoot 1258, 1259, 1260,	\gappto 2457 \geq 1418,
$\begin{array}{c} 1914,2619,2640,2673 \\ \mbox{\begin{tabular}{c} } & 669,692,717,752,\\ 786,818,846,862,\\ 876,884,911,940,\\ 961,986,1011,\\ 1031,1051,1069,\\ 1165,1254,1343,\\ 1377,1378,1385,\\ 1494,1567,1616,\\ 1624,1643,1659,\\ \end{array}$	F \faCheckSquare0 2672 \faCircleThin 1102 \faGg 1096 \fancyfoot 1258, 1259, 1260, 1518, 1519, 1520, 1521 \fancyhead	\gappto 2457 \geq 1418,
$\begin{array}{llllllllllllllllllllllllllllllllllll$	F \faCheckSquare0 2672 \faCircleThin 1102 \faGg 1096 \fancyfoot 1258, 1259, 1260,	\gappto 2457 \geq 1418,
$\begin{array}{lll} & 1914,2619,2640,2673 \\ \mbox{\begin{tabular}{ll} 669,692,717,752,\\ 786,818,846,862,\\ 876,884,911,940,\\ 961,986,1011,\\ 1031,1051,1069,\\ 1165,1254,1343,\\ 1377,1378,1385,\\ 1494,1567,1616,\\ 1624,1643,1659,\\ 1660,1674,1685,\\ 1686,1767,1780,\\ \end{array}}$	F \faCheckSquare0 2672 \faCircleThin 1102 \faGg 1096 \fancyfoot 1258, 1259, 1260,	\gappto 2457 \geq 1418,
$\begin{array}{lll} & 1914,2619,2640,2673 \\ \mbox{\begin{tabular}{ll} 669,692,717,752,\\ 786,818,846,862,\\ 876,884,911,940,\\ 961,986,1011,\\ 1031,1051,1069,\\ 1165,1254,1343,\\ 1377,1378,1385,\\ 1494,1567,1616,\\ 1624,1643,1659,\\ 1660,1674,1685,\\ 1686,1767,1780,\\ 1805,1828,1843,\\ \end{array}}$	F \faCheckSquare0 2672 \faCircleThin 1102 \faGg 1096 \fancyfoot 1258, 1259, 1260,	\gappto 2457 \geq 1418,
$\begin{array}{lll} & 1914,2619,2640,2673 \\ \mbox{\begin{tabular}{ll} 669,692,717,752,\\ 786,818,846,862,\\ 876,884,911,940,\\ 961,986,1011,\\ 1031,1051,1069,\\ 1165,1254,1343,\\ 1377,1378,1385,\\ 1494,1567,1616,\\ 1624,1643,1659,\\ 1660,1674,1685,\\ 1686,1767,1780,\\ 1805,1828,1843,\\ 1853,1929,1930,\\ \end{array}$	F \faCheckSquare0 2672 \faCircleThin 1102 \faGg 1096 \fancyfoot 1258, 1259, 1260, 1518, 1519, 1520, 1521 \fancyhead 1257, 1515, 1516, 1517 \faSquare0 1090 \fi 585, 593, 601, 1126, 1140, 1176, 1613,	\gappto 2457 \geq 1418,
$\begin{array}{llll} & 1914,2619,2640,2673 \\ & 669,692,717,752,\\ & 786,818,846,862,\\ & 876,884,911,940,\\ & 961,986,1011,\\ & 1031,1051,1069,\\ & 1165,1254,1343,\\ & 1377,1378,1385,\\ & 1494,1567,1616,\\ & 1624,1643,1659,\\ & 1660,1674,1685,\\ & 1686,1767,1780,\\ & 1805,1828,1843,\\ & 1853,1929,1930,\\ & 1978,2023,2151,\\ \end{array}$	F \faCheckSquare0 2672 \faCircleThin 1102 \faGg 1096 \fancyfoot 1258, 1259, 1260, 1518, 1519, 1520, 1521 \fancyhead 1257, 1515, 1516, 1517 \faSquare0 1090 \fi 585, 593, 601, 1126, 1140, 1176, 1613, 1715, 1725, 1735,	\gappto 2457 \geq 1418,
$\begin{array}{lll} & 1914,2619,2640,2673 \\ \mbox{\begin{tabular}{ll} 669,692,717,752,\\ 786,818,846,862,\\ 876,884,911,940,\\ 961,986,1011,\\ 1031,1051,1069,\\ 1165,1254,1343,\\ 1377,1378,1385,\\ 1494,1567,1616,\\ 1624,1643,1659,\\ 1660,1674,1685,\\ 1686,1767,1780,\\ 1805,1828,1843,\\ 1853,1929,1930,\\ \end{array}$	F \faCheckSquare0 2672 \faCircleThin 1102 \faGg 1096 \fancyfoot 1258, 1259, 1260, 1518, 1519, 1520, 1521 \fancyhead 1257, 1515, 1516, 1517 \faSquare0 1090 \fi 585, 593, 601, 1126, 1140, 1176, 1613,	\gappto 2457 \geq 1418,
$\begin{array}{llll} & 1914,2619,2640,2673 \\ & 669,692,717,752,\\ & 786,818,846,862,\\ & 876,884,911,940,\\ & 961,986,1011,\\ & 1031,1051,1069,\\ & 1165,1254,1343,\\ & 1377,1378,1385,\\ & 1494,1567,1616,\\ & 1624,1643,1659,\\ & 1660,1674,1685,\\ & 1686,1767,1780,\\ & 1805,1828,1843,\\ & 1853,1929,1930,\\ & 1978,2023,2151,\\ & 2171,2302,2324,\\ \end{array}$	F \faCheckSquare0 2672 \faCircleThin 1102 \faGg 1096 \fancyfoot 1258, 1259, 1260,	\gappto 2457 \geq 1418,
$\begin{array}{llll} & 1914,2619,2640,2673 \\ & 669,692,717,752,\\ & 786,818,846,862,\\ & 876,884,911,940,\\ & 961,986,1011,\\ & 1031,1051,1069,\\ & 1165,1254,1343,\\ & 1377,1378,1385,\\ & 1494,1567,1616,\\ & 1624,1643,1659,\\ & 1660,1674,1685,\\ & 1686,1767,1780,\\ & 1805,1828,1843,\\ & 1853,1929,1930,\\ & 1978,2023,2151,\\ & 2171,2302,2324,\\ & 2338,2495,2509,2692 \end{array}$	F \faCheckSquare0 2672 \faCircleThin 1102 \faGg 1096 \fancyfoot 1258, 1259, 1260, 1518, 1519, 1520, 1521 \fancyhead 1257, 1515, 1516, 1517 \faSquare0 1090 \fi 585, 593, 601, 1126, 1140, 1176, 1613, 1715, 1725, 1735, 1749, 1970, 2007, 2093, 2260, 2452,	\gappto 2457 \geq 1418,
$\begin{array}{llll} & 1914,2619,2640,2673 \\ \verb \end & 669,692,717,752,\\ & 786,818,846,862,\\ & 876,884,911,940,\\ & 961,986,1011,\\ & 1031,1051,1069,\\ & 1165,1254,1343,\\ & 1377,1378,1385,\\ & 1494,1567,1616,\\ & 1624,1643,1659,\\ & 1660,1674,1685,\\ & 1686,1767,1780,\\ & 1805,1828,1843,\\ & 1853,1929,1930,\\ & 1978,2023,2151,\\ & 2171,2302,2324,\\ & 2338,2495,2509,2692\\ \verb \endcsname & \dots 1314,1317\\ \end{array}$	F \faCheckSquare0 2672 \faCircleThin 1102 \faGg 1096 \fancyfoot 1258, 1259, 1260, 1518, 1519, 1520, 1521 \fancyhead 1090 \fi 585, 593, 601, 1126, 1140, 1176, 1613, 1715, 1725, 1735, 1749, 1970, 2007, 2093, 2260, 2452, 2453, 2456, 2458, 2808	\gappto 2457 \geq 1418,
1914, 2619, 2640, 2673 \end 669, 692, 717, 752, 786, 818, 846, 862, 876, 884, 911, 940, 961, 986, 1011, 1031, 1051, 1069, 1165, 1254, 1343, 1377, 1378, 1385, 1494, 1567, 1616, 1624, 1643, 1659, 1660, 1674, 1685, 1686, 1767, 1780, 1805, 1828, 1843, 1853, 1929, 1930, 1978, 2023, 2151, 2171, 2302, 2324, 2338, 2495, 2509, 2692 \endcsname 1314, 1317 \endgroup 1566, 1979, 2427	F \faCheckSquare0 2672 \faCircleThin 1102 \faGg 1096 \fancyfoot 1258, 1259, 1260,	\gappto 2457 \geq 1418,
1914, 2619, 2640, 2673 \end 669, 692, 717, 752, 786, 818, 846, 862, 876, 884, 911, 940, 961, 986, 1011, 1031, 1051, 1069, 1165, 1254, 1343, 1377, 1378, 1385, 1494, 1567, 1616, 1624, 1643, 1659, 1660, 1674, 1685, 1686, 1767, 1780, 1805, 1828, 1843, 1853, 1929, 1930, 1978, 2023, 2151, 2171, 2302, 2324, 2338, 2495, 2509, 2692 \endcsname 1314, 1317 \endgroup 1566, 1979, 2427 \enspace 2677, 2679	F \faCheckSquare0 \cdots 2672 \faCircleThin \cdots 1102 \faGg \cdots 1096 \fancyfoot \cdots 1258, 1259, 1260, \square5 1518, 1519, 1520, 1521 \fancyhead \cdots 1257, 1515, 1516, 1517 \faSquare0 \cdots 1090 \fi \square5 85, \square5 93, \square5 601, 1126, \square5 1749, \square5 1735, \s	\gappto 2457 \geq 1418,
1914, 2619, 2640, 2673 \end 669, 692, 717, 752, 786, 818, 846, 862, 876, 884, 911, 940, 961, 986, 1011, 1031, 1051, 1069, 1165, 1254, 1343, 1377, 1378, 1385, 1494, 1567, 1616, 1624, 1643, 1659, 1660, 1674, 1685, 1686, 1767, 1780, 1805, 1828, 1843, 1853, 1929, 1930, 1978, 2023, 2151, 2171, 2302, 2324, 2338, 2495, 2509, 2692 \endcsname 1314, 1317 \endgroup 1566, 1979, 2427 \enspace 2677, 2679 environments:	F \faCheckSquare0 2672 \faCircleThin 1102 \faGg 1096 \fancyfoot 1258, 1259, 1260, 1518, 1519, 1520, 1521 \fancyhead 1090 \fi 585, 593, 601, 1126, 1140, 1176, 1613, 1715, 1725, 1735, 1749, 1970, 2007, 2093, 2260, 2452, 2453, 2456, 2458, 2808 \fontspec 1232 \footcite 693, 715, 762, 785,	\gappto 2457 \geq 1418,
1914, 2619, 2640, 2673 \end 669, 692, 717, 752, 786, 818, 846, 862, 876, 884, 911, 940, 961, 986, 1011, 1031, 1051, 1069, 1165, 1254, 1343, 1377, 1378, 1385, 1494, 1567, 1616, 1624, 1643, 1659, 1660, 1674, 1685, 1686, 1767, 1780, 1805, 1828, 1843, 1853, 1929, 1930, 1978, 2023, 2151, 2171, 2302, 2324, 2338, 2495, 2509, 2692 \endcsname 1314, 1317 \endgroup 1566, 1979, 2427 \enspace 2677, 2679	F \faCheckSquare0 \cdots 2672 \faCircleThin \cdots 1102 \faGg \cdots 1096 \fancyfoot \cdots 1258, 1259, 1260, \square5 1518, 1519, 1520, 1521 \fancyhead \cdots 1257, 1515, 1516, 1517 \faSquare0 \cdots 1090 \fi \square5 85, \square5 93, \square5 601, 1126, \square5 1749, \square5 1735, \s	\gappto 2457 \geq 1418,
1914, 2619, 2640, 2673 \end 669, 692, 717, 752, 786, 818, 846, 862, 876, 884, 911, 940, 961, 986, 1011, 1031, 1051, 1069, 1165, 1254, 1343, 1377, 1378, 1385, 1494, 1567, 1616, 1624, 1643, 1659, 1660, 1674, 1685, 1686, 1767, 1780, 1805, 1828, 1843, 1853, 1929, 1930, 1978, 2023, 2151, 2171, 2302, 2324, 2338, 2495, 2509, 2692 \endcsname 1314, 1317 \endgroup 1566, 1979, 2427 \enspace 2677, 2679 environments:	F \faCheckSquare0 2672 \faCircleThin 1102 \faGg 1096 \fancyfoot 1258, 1259, 1260, 1518, 1519, 1520, 1521 \fancyhead 1090 \fi 585, 593, 601, 1126, 1140, 1176, 1613, 1715, 1725, 1735, 1749, 1970, 2007, 2093, 2260, 2452, 2453, 2456, 2458, 2808 \fontspec 1232 \footcite 693, 715, 762, 785,	\gappto 2457 \geq 1418,
1914, 2619, 2640, 2673 \end 669, 692, 717, 752, 786, 818, 846, 862, 876, 884, 911, 940, 961, 986, 1011, 1031, 1051, 1069, 1165, 1254, 1343, 1377, 1378, 1385, 1494, 1567, 1616, 1624, 1643, 1659, 1660, 1674, 1685, 1686, 1767, 1780, 1805, 1828, 1843, 1853, 1929, 1930, 1978, 2023, 2151, 2171, 2302, 2324, 2338, 2495, 2509, 2692 \endcsname 1314, 1317 \endgroup 1566, 1979, 2427 \enspace 2677, 2679 environments: 1iAdditum 1617	$ F \\ \begin{array}{ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	\gappto 2457 \geq 1418,
1914, 2619, 2640, 2673 \end 669, 692, 717, 752, 786, 818, 846, 862, 876, 884, 911, 940, 961, 986, 1011, 1031, 1051, 1069, 1165, 1254, 1343, 1377, 1378, 1385, 1494, 1567, 1616, 1624, 1643, 1659, 1660, 1674, 1685, 1686, 1767, 1780, 1805, 1828, 1843, 1853, 1929, 1930, 1978, 2023, 2151, 2171, 2302, 2324, 2338, 2495, 2509, 2692 \endcsname 1314, 1317 \endgroup 1566, 1979, 2427 \enspace 2677, 2679 environments: liAdditum 1617 liAHuelle 1973 liAntwort 1588	F \faCheckSquare0 2672 \faCircleThin 1102 \faGg 1096 \fancyfoot 1258, 1259, 1260, 1518, 1519, 1520, 1521 \fancyhead 1090 \fi 585, 593, 601, 1126, 1140, 1176, 1613, 1715, 1725, 1735, 1749, 1970, 2007, 2093, 2260, 2452, 2453, 2456, 2458, 2808 \fontspec 1232 \footcite 693, 715, 762, 785, 817, 912, 939, 985, 1390, 1393, 1400, 1405, 1410, 1414,	\gappto 2457 \geq 1418,
1914, 2619, 2640, 2673 \end 669, 692, 717, 752, 786, 818, 846, 862, 876, 884, 911, 940, 961, 986, 1011, 1031, 1051, 1069, 1165, 1254, 1343, 1377, 1378, 1385, 1494, 1567, 1616, 1624, 1643, 1659, 1660, 1674, 1685, 1686, 1767, 1780, 1805, 1828, 1843, 1853, 1929, 1930, 1978, 2023, 2151, 2171, 2302, 2324, 2338, 2495, 2509, 2692 \endcsname 1314, 1317 \endgroup 1566, 1979, 2427 \enspace 2677, 2679 environments: liAdditum 1617 liAHuelle 1973 liAntwort 1588 liDiagramm 1676	$ F \\ \begin{array}{ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	\gappto 2457 \geq 1418,
1914, 2619, 2640, 2673 \end 669, 692, 717, 752, 786, 818, 846, 862, 876, 884, 911, 940, 961, 986, 1011, 1031, 1051, 1069, 1165, 1254, 1343, 1377, 1378, 1385, 1494, 1567, 1616, 1624, 1643, 1659, 1660, 1674, 1685, 1686, 1767, 1780, 1805, 1828, 1843, 1853, 1929, 1930, 1978, 2023, 2151, 2171, 2302, 2324, 2338, 2495, 2509, 2692 \endcsname 1314, 1317 \endgroup 1566, 1979, 2427 \enspace 2677, 2679 environments: 1iAdditum 1617 1iAHuelle 1973 1iAntwort 1588 1iDiagramm 1656 1iEinbettung 1587	$ F \\ \begin{array}{ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	\gappto 2457 \geq 1418,
1914, 2619, 2640, 2673 \end 669, 692, 717, 752, 786, 818, 846, 862, 876, 884, 911, 940, 961, 986, 1011, 1031, 1051, 1069, 1165, 1254, 1343, 1377, 1378, 1385, 1494, 1567, 1616, 1624, 1643, 1659, 1660, 1674, 1685, 1686, 1767, 1780, 1805, 1828, 1843, 1853, 1929, 1930, 1978, 2023, 2151, 2171, 2302, 2324, 2338, 2495, 2509, 2692 \endcsname 1314, 1317 \endgroup 1566, 1979, 2427 \enspace 2677, 2679 environments: liAdditum 1617 liAHuelle 1973 liAntwort 1588 liDiagramm 1657 liExkurs 1625	$ F \\ \begin{array}{ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	\gappto 2457 \geq 1418,
1914, 2619, 2640, 2673 \end 669, 692, 717, 752, 786, 818, 846, 862, 876, 884, 911, 940, 961, 986, 1011, 1031, 1051, 1069, 1165, 1254, 1343, 1377, 1378, 1385, 1494, 1567, 1616, 1624, 1643, 1659, 1660, 1674, 1685, 1686, 1767, 1780, 1805, 1828, 1843, 1853, 1929, 1930, 1978, 2023, 2151, 2171, 2302, 2324, 2338, 2495, 2509, 2692 \endcsname 1314, 1317 \endgroup 1566, 1979, 2427 \enspace 2677, 2679 environments: liAdditum 1617 liAHuelle 1973 liAntwort 1588 liDiagramm 1666 liEinbettung 1587 liExkurs 1625 liGraphenFormat 1306	$ F \\ \begin{array}{ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	\gappto 2457 \geq 1418,
1914, 2619, 2640, 2673 \end 669, 692, 717, 752, 786, 818, 846, 862, 876, 884, 911, 940, 961, 986, 1011, 1031, 1051, 1069, 1165, 1254, 1343, 1377, 1378, 1385, 1494, 1567, 1616, 1624, 1643, 1659, 1660, 1674, 1685, 1686, 1767, 1780, 1805, 1828, 1843, 1853, 1929, 1930, 1978, 2023, 2151, 2171, 2302, 2324, 2338, 2495, 2509, 2692 \endcsname 1314, 1317 \endgroup 1566, 1979, 2427 \enspace 2677, 2679 environments: liAdditum 1617 liAHuelle 1973 liAntwort 1588 liDiagramm 1657 liExkurs 1625	$ F \\ \begin{array}{ccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	\gappto 2457 \geq 1418,
1914, 2619, 2640, 2673 \end 669, 692, 717, 752, 786, 818, 846, 862, 876, 884, 911, 940, 961, 986, 1011, 1031, 1051, 1069, 1165, 1254, 1343, 1377, 1378, 1385, 1494, 1567, 1616, 1624, 1643, 1659, 1660, 1674, 1685, 1686, 1767, 1780, 1805, 1828, 1843, 1853, 1929, 1930, 1978, 2023, 2151, 2171, 2302, 2324, 2338, 2495, 2509, 2692 \endcsname 1314, 1317 \endgroup 1566, 1979, 2427 \enspace 2677, 2679 environments: liAdditum 1617 liAHuelle 1973 liAntwort 1588 liDiagramm 1666 liEinbettung 1587 liExkurs 1625 liGraphenFormat 1306	F \faCheckSquare0 2672 \faCircleThin 1102 \faGg 1096 \fancyfoot 1258, 1259, 1260,	\gappto 2457 \geq 1418,
1914, 2619, 2640, 2673 \end 669, 692, 717, 752, 786, 818, 846, 862, 876, 884, 911, 940, 961, 986, 1011, 1031, 1051, 1069, 1165, 1254, 1343, 1377, 1378, 1385, 1494, 1567, 1616, 1624, 1643, 1659, 1660, 1674, 1685, 1686, 1767, 1780, 1805, 1828, 1843, 1853, 1929, 1930, 1978, 2023, 2151, 2171, 2302, 2324, 2338, 2495, 2509, 2692 \endcsname 1314, 1317 \endgroup 1566, 1979, 2427 \enspace 2677, 2679 environments: 1iAdditum 1617 1iAHuelle 1973 1iAntwort 1588 1iDiagramm 1676 1iEinbettung 1587 1iExkurs 1625 1iGraphenFormat 1306 1iKasten 1251	F \faCheckSquare0 2672 \faCircleThin 1102 \faGg 1096 \fancyfoot 1258, 1259, 1260,	\gappto 2457 \geq 1418,

2158, 2168, 2602,	\labelitemiv 1244	\li@synthese@erklaerung@texte
2604, 2610, 2631, 2762	\land 2841, 2843	2593, 2653
\inhaltsverzeichnis 1561	\LARGE 1236	\liAbleitung 1157
\input . 4, 7, 10, 13, 16, 407	\large 1370, 2411	liAdditum (environment)
\inputminted 2512, 2522,	\leaders 2680	
2532, 2544, 2547, 2551	\left 1705	liAHuelle (environment)
\int 2434	\LEFTarrow 2723	
\item 476,		\liAlphabet 1142
477, 698, 702, 707,	\leftarrow 595	<u> </u>
	\leftouterjoin $\underline{2350}$	liAntwort (environment)
712, 756, 765, 770,	\leftskip 2825, 2826, 2836	
778, 850, 855, 859,	\LehramtInformatikAutorEmai	1\liAnweisung \dots 1496
880, 916, 921, 928,	1521	\liAssemblerCode 2542
936, 965, 970, 974,	\LehramtInformatikAutorName	$_{2}$ \liAssemblerDatei 2543
979, 1055, 1060,		\liAttribut <u>2380</u>
1065, 1375, 1376,	\LehramtInformatikGitBranch	\liAttributHuelle
1646, 1650, 1770,	387, 2488	1964, 2605, 2610
1773, 1777, 1786,	\I ahramtInformatileCithubCod	le RepA ttributHuelleOhneMathe
1792, 1797, 1809,		1964, 1967,
1813, 1817, 1821,		1000 1000 1000 0001
1825, 1832, 1836,	\LehramtInformatikGithubDom	
1840, 2142, 2145,	2484	\liAttributMenge
2148, 2162, 2165, 2168	$\LehramtInformatikGithubRaw$	$\frac{1972}{1984}$, $\frac{1987}{1984}$,
		1994, 1995, 2009, 2011
\itshape 532, 2651	\LehramtInformatikGithubTex	$_{ m R}$ þ $_{ m b}$ Aufgabe $_{ m 3}$
-		$\$ \liAufgabenMetadaten . 25
J	\LehramtInformatikRepositor	y \liAufgabenTitel 23
\j 1329, 1330, 1332, 1333,	4,	\liAusdruck 1179
1334, 1339, 1340, 1341	7, 10, 13, 16, 1540,	\liAutomat
	1541, 1542, 1543,	\liAutomatenKante 95
\mathbf{K}		\liBandAlphabet 1143
\k 1339	1544, 1545, 1546,	=
\keys $\dots 31, 72,$	1547, 1548, 1549, 2483	\liBedingung <u>1497</u>
84, 114, 124, 172,	\LehramtInformatikTitel	\liBedingungDrei
182, 300, 551, 555,	$\dots \dots $	<u>1760</u> , 1800, 1840
569, 574, 1207, 1214	$\ensuremath{\text{leq}}$ $1804, 2145, 2165$	\liBedingungEins
	\let 1132,	1754, 1789, 1832
${f L}$	1133, 1564, 2296,	\liBedingungFalsch . $\underline{1499}$
\1 65, 66, 67, 68,	2297, 2298, 2299,	\liBedingungWahr $\underline{1498}$
69, 70, 73, 74, 75,	2312, 2314, 2315,	\liBedingungZwei
	2316, 2318, 2319,	1757, 1795, 1836
76, 77, 79, 81, 86,	2320, 2321, 2331,	\liBeschriftung 1577
87, 88, 89, 90, 91,	2423, 2461, 2462, 2672	\liChomskyErklaerung
106, 107, 108, 109,	\li@chomsky@erklaerung@text	-
110, 111, 112, 115,	, c	\liChomskyUeberErklaerung
116, 117, 118, 119,		
120, 121, 127, 128,	\li@EntwurfsCode	
129, 130, 131, 132,	626, 672, 673, 674,	\liChomskyUeberschrift
133, 164, 165, 166,	720, 721, 722, 723,	
167, 168, 169, 170,	789, 790, 791, 792,	\liCpmEreignis <u>547</u>
173, 174, 175, 176,	793, 794, 821, 822,	$\label{licpmFruehesterI} \dots \underline{604}$
177, 178, 179, 185,	823, 824, 825, 826, 887	$\label{licpmSpaetesterI} \ldots \underline{603}$
186, 187, 188, 189,	\li@EntwurfsCodeAllgemein	\liCpmVon <u>587</u>
190, 191, 549, 552,		\liCpmVonOhneMathe
557, 558, 561, 566,	\li@fussnote@text 1878,	587, 590, 592
567, 570, 571, 576,	1884, 1888, 1892, 1896	\liCpmVonZu <u>579</u>
1202, 1203, 1204,	\li@GithubLink	\liCpmVonZuOhneMathe
	2504, 2517, 2527, 2538	579, 582, 584
1205, 1208, 1209,	\li@mget . 1316, 1320, 1340	
1210, 1211, 1217,	_	\liCpmVorgang <u>564</u>
1218, 1219, 1220,	\li@minc 1319, 1341	\liCpmZu <u>595</u>
1505, 1506, 1507,	\li@mset	\liCpmZuOhneMathe
1649, 1650, 1651, 1658	1313, 1321, 1330, 1333	595, 598, 600
\labelenumi 1247	\li@numdiscs	liDiagramm (environ-
\labelenumii 1248	1325, 1334, 1340	ment) 1676
$\label{labelitemi} \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \$	\li@Rmodell@Schrift .	liEinbettung (environ-
$\label{labelitemii} 1242$	$\dots 2361, 2370, 2380$	ment) 1587
$\label{labelitemiii} 1243$	\li@sequence 1326, 1339	\liEntwurfs 1034
	-	

\liEntrurfa\hatraktoFahrik	\liEntuurfaModollDroogontot	i han Stead a horn throat a + 104
$\frac{1161118405114816740118}{116118405114816740118}$	\liEntwurfsModellPraesentat	\liKellerKante \ldots \frac{104}{12}
\liEntwurfsAbstrakteFabrikC		\liKellerUebergang
	\liEntwurfsZustandAkteure	
\liEntwurfsAbstrakteFabrikU		\liKontrollCode 1500
	\liEntwurfsZustandUml	liKontrollflussgraph
\liEntwurfsAdapter 725	1038, 1072	(environment) 1488
\liEntwurfsAdapterAkteure	\liEpsilon <u>1128</u>	\liKontrollKnotenPfad
	\liErAttribute	
\liEntwurfsAdapterCode	$\dots \underline{1086}, 1100, 1102$	\liKontrollTextzeileKnoten
	$\label{lierDatenbankName}$. $\underline{1105}$	1501, 1506
\liEntwurfsAdapterUml	\liErEntity 1084 , 1088 , 1090	\liKurzeTabellenLinie 609
680, 726	\liErledigt <u>2672</u>	$\label{likelihood} \$ liLadeAllePakete $\frac{230}{}$
\liEntwurfsBeobachter 796	\liErMpAttribute $\underline{1099}$	$\label{liladePakete} \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \$
\liEntwurfsBeobachterAkteur	$_{e}$ \liErMpEntity 1087	226, 231, 485, 546,
	\liErMpRelationship 1093	1119, 1349, 1360,
\liEntwurfsBeobachterCode	\liErRelationship	1876, 1956, 2104, 2575
	$\dots \underline{1085}, 1094, 1096$	$\label{lilatexCode} \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \$
\liEntwurfsBeobachterUml	\liExamensAufgabe 6	\liLeereZelle <u>1914</u>
$730, 797$	\liExamensAufgabeA 15	liLernkartei (environ-
\liEntwurfsDekorierer 828	\liExamensAufgabeTA 12	ment) $\frac{1666}{1000}$
\liEntwurfsDekoriererAkteur	$e^{\text{liExamensAufgabeTTA}}$. g	\liLinksReduktion <u>1981</u>
	TIEXKUIS (environment) 1020	\liLinksReduktionInline
\liEntwurfsDekoriererCode	\liFalsch 477	
820, 831	\liFlaci <u>1189</u>	\liMasterExkurs <u>1845</u>
\liEntwurfsDekoriererUml	\liFremd <u>2360</u>	\liMasterFaelle <u>1784</u> , 1852
801, 829	\liFunktionaleAbhaengigkeit	
\liEntwurfsEinfacheFabrik	2003, 2006, <u>2014</u>	
	\liFunktionaleAbhaengigkeit	
\liEntwurfsEinfacheFabrikAk	teure $\frac{2017}{1870}$	
	\liFussnote \ldots \frac{1877}{1879}.	\liMasterVariablenDeklaration
\liEntwurfsEinfacheFabrikUm	1	1807
	\liFussnoteEinsText .	\limaster woll rame in \(\frac{1835}{1} \)
\liEntwurfsEinzelstueck	1883, 1903	115, 116, 117, 121,
	1000	173, 174, 175, 179,
\liEntwurfsEinzelstueckAkte	VI Fusspoten 1899	1120, 1169, 1208, 1209
	\liFussnoteUrl . 1032, 1689	\liMengeOhneMathe
\liEntwurfsEinzelstueckCode	\liFussnoteVierText .	1120, 1123, 1125
		\liMinimierungErklaerung
\liEntwurfsEinzelstueckUml	\liFussnoteZweiText .	
	1887, 1906	\liMinispracheDatei 2546
\liEntwurfsErbauer <u>942</u>	\liGeschweifteKlammern	\linespread $\frac{\overline{2368}}{2368}$
\liEntwurfsErbauerAkteure	1161, 2018, <u>2684</u>	\liNichtsZuTun 2673
$\dots \dots \dots 914, 944$	\liGrammatik <u>1200</u>	\lio
\liEntwurfsErbauerUml	liGraphenFormat (envi-	\liOmega <u>1717</u> , <u>1761</u>
	ronment) \dots $\underline{1306}$	\liOmegaOhneMathe
\liEntwurfsFabrikmethode	\liHanoi <u>1313</u>	\dots 1717, 1722, 1724
	\liHaskellCode $\underline{2549}$	\li00hneMathe
\liEntwurfsFabrikmethodeAkt		\dots 1727, 1732, 1734
	$\label{limit} \$ liInduktionAnfang . $\frac{2749}{}$	\liParagraphMitLinien
\liEntwurfsFabrikmethodeUml		. 534, 1938, 2653,
<u>946,</u> 989		2674, 2753, 2761, 2769
\liEntwurfsKompositum	\liInduktionMarkierung	\liPetriErreichKnotenDrei
1013		
\liEntwurfsKompositumAkteur		\liPetriErreichTransition
	\liInduktionVoraussetzung	
\liEntwurfsKompositumUml		\liPetriSetzeSchluessel
\liEntwurfsModellPraesentat	<u> </u>	\liPetriTransitionsName
	\liJavaExamen <u>2531</u>	
\liEntwurfsModellPraesentat	<u>-</u>	\liPetriTransitionsNameOhneMathe
1036	liKasten (environment) 1251	2087, 2090, 2092

\liPetriTransPfeile 2099	\liTheta $\dots $ 1707 ,	\loop 2181
\liPolynomiellReduzierbar	1758, 1787, 1793, 1798	\lor 2842
1380	\liThetaOhneMathe	\ltimes 1863
\liPotenzmenge	\dots 1707, 1712, 1714	
<u>1129</u> , 1133, 2110	\liTOhneMathe	${f M}$
	1737, 1746, 1748	\makeatletter 1662, 2420
\liPotenzmengeOhneMathe	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	\makeatother 1664, 2428
1130, 1131, 1132	\liTuringKante 205	
\liPrimaer $\underline{2359}$	\liTuringLeerzeichen	\marginpar
\liProblemBeschreibung	161, 169	1089, 1095, 1101, 1569
	\liTuringMaschine $\underline{162}$	\mathbb 1418, 2168, 2762
\liProblemClique 1387	\liTuringUeberfuehrung	\mathbin . 2350, 2351, 2352
\liProblemName		\mathcal 1728, 2631,
$\dots \frac{1363}{1370}$	\liTuringUebergaenge	2636, 2638, 2639, 2640
1382, 1384, 1397,	200, 206	\Mathe <u>2817</u>
1408, 1409, 1417, 1418	\liTuringUebergangZelle	\MatheEnv <u>2810</u> , 2818, 2821
\liProblemSat 1416		\mathord 1870, 1871
		\mdfsetup 1250,
\liProblemSubsetSum .	\liVeberfuehrungsFunktion	1595, 1599, 1603, 1607
$ \underbrace{1407}_{1}, \underbrace{1416}_{1} $	<u>1134</u>	
\liProblemVertexCover	\liUeberfuehrungsFunktionOh	neWatherp 1572,
1387, 1395	1134, 1137, 1139	1580, 1582, 1656,
\liProduktionen 1168 , 1210	liUebergangsTabelle	1684, 2366, 2372,
liProduktionsRegeln	(environment) 1922	2682, 2686, 2811, 2815
$(environment)$ $\frac{1158}{}$	\liUeberschriftDreiecksTabe	1\memph 1569
liProjektSprache (envi-	1932	\mintinline \dots 2502,
ronment) <u>1586</u>	\liUmlLeserichtung . 2717	2503, 2542, 2549, 2554
\liPseudoUeberschrift	_	\mkern 2350, 2351, 2352
	\liVertauschen 2388	\mlq 1868, 1870
	\liWortInSprache 610	\mrq 1868, 1871
1621, 1622, 1924,	\liWortNichtInSprache 615	\msg
1934, 2750, 2758, 2766	\liWpEquivalent $\frac{2820}{}$	\myList
\liPumpingKontextfrei	\liWpErklaerung 2823	
2156	\liWpErklaerungVerzweigung	2441, 2442, 2443, 2446
$\label{lipumpingRegulaer} \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \$		\myNodes 2430,
liQuellen (environment)	\liWpKalkuel 2800	2445, 2451, 2455, 2457
	\liWpKalkuelOhneMathe	
\liRechtsReduktionInline	2800, 2805,	\mathbf{N}
	2807, 2839, 2841, 2843	\NeedsTeXFormat . $1, 19,$
\liRekursionsGleichung		54, 222, 411, 472,
•	\liZustandsBuchstabe	479, 543, 606, 621,
	<u>1144,</u>	1076 1110 1005
\liRelation 2028	1100 1100 1100 1100	1076, 1112, 1225,
	1153, 1155, 1173, 1175	
${\tt liRelationenSchemaFormat}$	1153, 1155, 1173, 1175 \liZustandsBuchstabeGross	1265, 1274, 1279,
		1265, 1274, 1279, 1308, 1346, 1356,
${\tt liRelationenSchemaFormat}$	\liZustandsBuchstabeGross	1265, 1274, 1279, 1308, 1346, 1356, 1428, 1511, 1526,
$\begin{array}{c} {\tt liRelationenSchemaFormat} \\ {\tt (environment)} & {\tt \underline{2381}} \end{array}$	$\label{eq:lizer} $$ \label{eq:lizer} $$ \label{eq:lizer} $$ \dots $$ \frac{1145}{5}, 1154, 1156 $$$	1265, 1274, 1279, 1308, 1346, 1356, 1428, 1511, 1526, 1532, 1554, 1700,
$\begin{array}{cc} {\tt liRelationenSchemaFormat} \\ & ({\tt environment}) & {\tt \frac{2381}{2375}} \\ {\tt liRelationMenge} & \dots & {\tt \frac{2375}{2375}} \\ \end{array}$	$\label{eq:linear_constraints} $$ 1145, 1154, 1156 $$ 1iZustandsmenge $$ 1132 $$ 1iZustandsmengeNr $$$	1265, 1274, 1279, 1308, 1346, 1356, 1428, 1511, 1526, 1532, 1554, 1700, 1860, 1873, 1952,
$\begin{array}{c} \text{liRelationenSchemaFormat} \\ \text{ (environment)} \underline{2381} \\ \text{liRelationMenge} \dots \underline{2375} \\ \text{liRichtig} \dots \dots \underline{476} \\ \text{liRmodell (environment)} \end{array}$	$\label{eq:linear_constraints} $$ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ $	1265, 1274, 1279, 1308, 1346, 1356, 1428, 1511, 1526, 1532, 1554, 1700, 1860, 1873, 1952, 2035, 2101, 2126,
$\begin{array}{c} \text{liRelationenSchemaFormat} \\ & \text{(environment)} \underline{2381} \\ \text{liRelationMenge} \dots \underline{2375} \\ \text{liRichtig} \dots \dots \underline{476} \\ \text{liRmodell (environment)} \\ & \dots \dots \dots \underline{2361} \\ \end{array}$	$\label{eq:linear_constraints} $$ 112 u stands Buch stabe Gross $$ 1145, 1154, 1156 $$ 112 u stands menge Nr $	1265, 1274, 1279, 1308, 1346, 1356, 1428, 1511, 1526, 1532, 1554, 1700, 1860, 1873, 1952, 2035, 2101, 2126, 2131, 2175, 2341,
$\begin{array}{c} \text{liRelationenSchemaFormat} \\ & (\text{environment}) \underline{2381} \\ \text{liRelationMenge} \underline{2375} \\ \text{liRichtig} \underline{476} \\ \text{liRmodell (environment)} \\ \underline{2361} \\ \text{liRundeKlammer} . \underline{1704}, \end{array}$	$\label{eq:linear_constraints} $$ \lim_{ \begin{subarray}{l} 112 \text{ustandsmenge} & 1132 \\ 112 \text{ustandsmengeNr} & 1132 \\ 112 \text{ustandsmengeNr} & 1146, 2119 \\ 112 \text{ustandsmengeNrGross} & 1154 \\ $$$	1265, 1274, 1279, 1308, 1346, 1356, 1428, 1511, 1526, 1532, 1554, 1700, 1860, 1873, 1952, 2035, 2101, 2126, 2131, 2175, 2341, 2354, 2383, 2464,
$\begin{array}{c} \text{liRelationenSchemaFormat} \\ & (\text{environment}) \underline{2381} \\ \text{liRelationMenge} \underline{2375} \\ \text{liRichtig} \underline{476} \\ \text{liRmodell (environment)} \\ \underline{2361} \\ \text{liRundeKlammer} . \underline{1704}, \\ 1708, 1718, 1728, 1742 \\ \end{array}$	$\label{eq:lizustandsBuchstabeGross} \underbrace{1145, 1154, 1156}_{\lizustandsmenge} \underbrace{1132}_{\lizustandsmengeNr} \underbrace{1146, 2119}_{\lizustandsmengeNrGross} \underbrace{1154}_{\lizustandsMengenSammlung}$	1265, 1274, 1279, 1308, 1346, 1356, 1428, 1511, 1526, 1532, 1554, 1700, 1860, 1873, 1952, 2035, 2101, 2126, 2131, 2175, 2341, 2354, 2383, 2464, 2471, 2476, 2556,
$\begin{array}{c} \text{liRelationenSchemaFormat} \\ & (\text{environment}) \underline{2381} \\ \text{liRelationMenge} \underline{2375} \\ \text{liRichtig} \underline{476} \\ \text{liRmodell (environment)} \\ \underline{2361} \\ \text{liRundeKlammer} . \underline{1704}, \\ 1708, 1718, 1728, 1742 \\ \text{liSortierMarkierung} \underline{2400} \\ \end{array}$	$\begin{tabular}{ll} $$ \lizustandsBuchstabeGross & & 1145, 1154, 1156 \\ \lizustandsmenge & & 1132 \\ \lizustandsmengeNr & & 1146, 2119 \\ \lizustandsmengeNrGross & & 1154 \\ \lizustandsMengenSammlung & & 2106 \\ \end{tabular}$	1265, 1274, 1279, 1308, 1346, 1356, 1428, 1511, 1526, 1532, 1554, 1700, 1860, 1873, 1952, 2035, 2101, 2126, 2131, 2175, 2341, 2354, 2383, 2464, 2471, 2476, 2556, 2571, 2662, 2666,
$\begin{array}{c} \text{liRelationenSchemaFormat} \\ & (\text{environment}) & \underline{2381} \\ \text{liRelationMenge} & . & \underline{2375} \\ \text{liRichtig} & . & \underline{476} \\ \text{liRmodell (environment)} \\ & . & . & . & \underline{2361} \\ \text{liRundeKlammer} & . & \underline{1704}, \\ & 1708, 1718, 1728, 1742 \\ \text{liSortierMarkierung} & \underline{2400} \\ \text{liSortierPfeil} & . & . & \underline{2394} \\ \end{array}$	$\label{eq:lizustandsBuchstabeGross} $1.145, 1154, 1156$ \\ \label{eq:lizustandsmenge} 1.132 \\ \label{eq:lizustandsmengeNr} 1.132 \\ \label{eq:lizustandsmengeNrGross} $1.146, 2119$ \\ \label{eq:lizustandsmengeNrGross} 1.154 \\ \label{eq:lizustandsMengenSammlung} 1.120 \\ \label{eq:lizustandsMengenSammlungNr} 1.1	1265, 1274, 1279, 1308, 1346, 1356, 1428, 1511, 1526, 1532, 1554, 1700, 1860, 1873, 1952, 2035, 2101, 2126, 2131, 2175, 2341, 2354, 2383, 2464, 2471, 2476, 2556, 2571, 2662, 2666, 2697, 2739, 2776, 2796
$\begin{array}{c} \text{liRelationenSchemaFormat} \\ & (\text{environment}) \\ & 2381 \\ \text{liRelationMenge} \\ & \\ & \frac{2375}{1} \\ \text{liRichtig} \\ & \\ & \\ & \\ & \frac{2361}{1} \\ \text{liRundeKlammer} \\ & \\ & \frac{1704}{1708}, 1718, 1728, 1742 \\ \text{liSortierMarkierung} \\ & \frac{2400}{11} \\ \text{liSortierPfeil} \\ & \\ & \frac{2394}{11} \\ \end{array}$	\liZustandsBuchstabeGross \frac{1145}{1154}, \frac{1156}{1152} \liZustandsmenge \frac{1132}{1132} \liZustandsmengeNr \frac{1146}{2119} \liZustandsmengeNrGross \frac{1154}{112} \liZustandsMengenSammlung \frac{2106}{2115}	1265, 1274, 1279, 1308, 1346, 1356, 1428, 1511, 1526, 1532, 1554, 1700, 1860, 1873, 1952, 2035, 2101, 2126, 2131, 2175, 2341, 2354, 2383, 2464, 2471, 2476, 2556, 2571, 2662, 2666,
$\begin{array}{c} \text{liRelationenSchemaFormat} \\ & (\text{environment}) \\ & 2381 \\ \text{liRelationMenge} \\ & \\ & \frac{2375}{1} \\ \text{liRichtig} \\ & \\ & \frac{476}{1} \\ \text{liRmodell (environment)} \\ & \\ & \\ & \frac{2361}{1} \\ \text{liRundeKlammer} \\ & \\ & \frac{1704}{1}, \\ & 1708, 1718, 1728, 1742 \\ \text{liSortierMarkierung} \\ & \frac{2400}{1} \\ \text{liSortierPfeil} \\ & \\ & \frac{2394}{1} \\ \text{liSortierPfeilUnten} \\ & \frac{2397}{2} \\ \text{liSpaltenUmbruch} \\ & \\ & \frac{2469}{2} \\ \end{array}$	$\label{eq:lizustandsBuchstabeGross} $1.145, 1154, 1156$ \\ \label{eq:lizustandsmenge} 1.132 \\ \label{eq:lizustandsmengeNr} 1.132 \\ \label{eq:lizustandsmengeNrGross} $1.146, 2119$ \\ \label{eq:lizustandsmengeNrGross} 1.154 \\ \label{eq:lizustandsMengenSammlung} 1.120 \\ \label{eq:lizustandsMengenSammlungNr} 1.1	1265, 1274, 1279, 1308, 1346, 1356, 1428, 1511, 1526, 1532, 1554, 1700, 1860, 1873, 1952, 2035, 2101, 2126, 2131, 2175, 2341, 2354, 2383, 2464, 2471, 2476, 2556, 2571, 2662, 2666, 2697, 2739, 2776, 2796
$\begin{array}{llllllllllllllllllllllllllllllllllll$	\liZustandsBuchstabeGross \frac{1145}{1154}, \frac{1156}{1152} \liZustandsmenge \frac{1132}{1132} \liZustandsmengeNr \frac{1146}{2119} \liZustandsmengeNrGross \frac{1154}{112} \liZustandsMengenSammlung \frac{2106}{2115}	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$
$\begin{array}{c} \text{liRelationenSchemaFormat} \\ & (\text{environment}) \\ & 2381 \\ \text{liRelationMenge} \\ & \\ & \frac{2375}{1} \\ \text{liRichtig} \\ & \\ & \frac{476}{1} \\ \text{liRmodell (environment)} \\ & \\ & \\ & \frac{2361}{1} \\ \text{liRundeKlammer} \\ & \\ & \frac{1704}{1}, \\ & 1708, 1718, 1728, 1742 \\ \text{liSortierMarkierung} \\ & \frac{2400}{1} \\ \text{liSortierPfeil} \\ & \\ & \frac{2394}{1} \\ \text{liSortierPfeilUnten} \\ & \frac{2397}{2} \\ \text{liSpaltenUmbruch} \\ & \\ & \frac{2469}{2} \\ \end{array}$	$\begin{tabular}{ll} $\langle 112 u s t and s B u ch s t abe Gross &$	1265, 1274, 1279, 1308, 1346, 1356, 1428, 1511, 1526, 1532, 1554, 1700, 1860, 1873, 1952, 2035, 2101, 2126, 2131, 2175, 2341, 2354, 2383, 2464, 2471, 2476, 2556, 2571, 2662, 2666, 2697, 2739, 2776, 2796 \neg \ldots \cdots \cd
$\begin{array}{llllllllllllllllllllllllllllllllllll$	\liZustandsBuchstabeGross \frac{1145}{1154}, 1154, 1156} \liZustandsmenge \frac{1132}{112ustandsmengeNr} \frac{1146}{112ustandsmengeNrGross} \frac{1154}{112ustandsMengenSammlung} \frac{2106}{112ustandsMengenSammlungNr} \frac{2115}{112ustandsmengeOhneMathe} \frac{1132}{1132}	1265, 1274, 1279, 1308, 1346, 1356, 1428, 1511, 1526, 1532, 1554, 1700, 1860, 1873, 1952, 2035, 2101, 2126, 2131, 2175, 2341, 2354, 2383, 2464, 2471, 2476, 2556, 2571, 2662, 2666, 2697, 2739, 2776, 2796 \neg \ldots 2843 \negthinspace \ldots 1705 \newcounter \ldots 2195, 2196 \NewDocumentCommand \ldots
$\begin{array}{c} \text{liRelationenSchemaFormat} \\ & (\text{environment}) & \underline{2381} \\ \text{liRelationMenge} & & \underline{2375} \\ \text{liRichtig} & & & \underline{476} \\ \text{liRmodell} & (\text{environment}) \\ & & & \underline{2361} \\ \text{liRundeKlammer} & & \underline{1704}, \\ & 1708, 1718, 1728, 1742 \\ \text{liSortierMarkierung} & \underline{2400} \\ \text{liSortierPfeil} & & \underline{2394} \\ \text{liSortierPfeilUnten} & \underline{2397} \\ \text{liSpaltenUmbruch} & & \underline{2469} \\ \text{liSqlCode} & & & \underline{2554} \\ \text{listen@punkt} & & 1646, 1658 \\ \end{array}$	\liZustandsBuchstabeGross \(\frac{1145}{1154}, \frac{1156}{1154}, \frac{1132}{1132} \) \liZustandsmengeNr \(\frac{1146}{1154}, \frac{2119}{1154} \) \liZustandsmengeNrGross \(\frac{1154}{1154} \) \liZustandsMengenSammlung \(\frac{2106}{1152} \) \liZustandsMengenSammlungNr \(\frac{2115}{1152} \) \liZustandsmengeOhneMathe \(\frac{1132}{1152} \) \liZustandsname \(\frac{1155}{1155} \)	1265, 1274, 1279, 1308, 1346, 1356, 1428, 1511, 1526, 1532, 1554, 1700, 1860, 1873, 1952, 2035, 2101, 2126, 2131, 2175, 2341, 2354, 2383, 2464, 2471, 2476, 2556, 2571, 2662, 2666, 2697, 2739, 2776, 2796 \neg \ldots \ldots 2843 \negthinspace \ldots 1705 \newcounter \ldots 2195, 2196 \NewDocumentCommand \ldots 64, 105, 142, 163,
$\begin{array}{c} \text{liRelationenSchemaFormat} \\ & (\text{environment}) \underline{2381} \\ \text{liRelationMenge} \underline{2375} \\ \text{liRichtig} \underline{476} \\ \text{liRmodell} (\text{environment}) \\ \underline{2361} \\ \text{liRundeKlammer} \underline{1704}, \\ 1708, 1718, 1728, 1742 \\ \text{liSortierMarkierung} \underline{2400} \\ \text{liSortierPfeil} \underline{2394} \\ \text{liSortierPfeilUnten} \underline{2397} \\ \text{liSpaltenUmbruch} \underline{2469} \\ \text{liSqlCode} \underline{2554} \\ \text{listen@punkt} 1646, 1658} \\ \text{liStrich} \underline{1362} \\ \text{liSyntheseErklaerung} \end{array}$	\liZustandsBuchstabeGross \(\frac{1145}{1154}, \text{ 1156} \) \liZustandsmenge \(\frac{1132}{1132} \) \liZustandsmengeNr \(\frac{1146}{119} \) \liZustandsmengeNrGross \(\frac{1154}{1154} \) \liZustandsMengenSammlung \(\frac{2106}{1152} \) \liZustandsMengenSammlungNr \(\frac{2115}{1152} \) \liZustandsmengeOhneMathe \(\frac{1132}{1155} \) \liZustandsnameGross \(\frac{1156}{2107}, \frac{2116}{2116} \)	1265, 1274, 1279, 1308, 1346, 1356, 1428, 1511, 1526, 1532, 1554, 1700, 1860, 1873, 1952, 2035, 2101, 2126, 2131, 2175, 2341, 2354, 2383, 2464, 2471, 2476, 2556, 2571, 2662, 2666, 2697, 2739, 2776, 2796 \neg \cdots \cdots 2843 \negthinspace \cdots 2195, 2196 \NewDocumentCommand \cdot 64, 105, 142, 163, 205, 226, 548, 565,
liRelationenSchemaFormat (environment) 2381 liRelationMenge 2375 liRichtig 476 liRmodell (environment) 2361 liRundeKlammer 1704, 1708, 1718, 1728, 1742 liSortierMarkierung 2400 liSortierPfeil 2394 liSortierPfeilUnten 2397 liSpaltenUmbruch 2469 liSqlCode 2554 listen@punkt 1646, 1658 liStrich 1362 liSyntheseErklaerung 2593, 2658	\liZustandsBuchstabeGross \(\frac{1145}{1154}, \text{ 1156} \) \liZustandsmenge \(\cdot \cdot \frac{1132}{112} \) \liZustandsmengeNr \(\cdot \cdot \cdot \frac{1146}{112} \) \liZustandsmengeNrGross \(\cdot \cdot \frac{1154}{112} \) \liZustandsMengenSammlung \(\cdot	$\begin{array}{c} 1265,\ 1274,\ 1279,\\ 1308,\ 1346,\ 1356,\\ 1428,\ 1511,\ 1526,\\ 1532,\ 1554,\ 1700,\\ 1860,\ 1873,\ 1952,\\ 2035,\ 2101,\ 2126,\\ 2131,\ 2175,\ 2341,\\ 2354,\ 2383,\ 2464,\\ 2471,\ 2476,\ 2556,\\ 2571,\ 2662,\ 2666,\\ 2697,\ 2739,\ 2776,\ 2796\\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ $
liRelationenSchemaFormat (environment) 2381 (liRelationMenge 2375 (liRichtig 476 liRmodell (environment)	\liZustandsBuchstabeGross \frac{1145}{1154}, \frac{1156}{1154}, \frac{1132}{1152} \liZustandsmengeNr \frac{1146}{1154}, \frac{2119}{1152} \liZustandsmengeNrGross \frac{1154}{1152} \liZustandsMengenSammlung \frac{2106}{1152} \liZustandsMengenSammlungNr \frac{2115}{1152} \liZustandsmengeOhneMathe \frac{1132}{1152} \liZustandsnameGross \frac{1156}{2107}, \frac{2116}{2116} \liZustandsnameTiefgestellt \frac{1171}{1171}	$\begin{array}{c} 1265,\ 1274,\ 1279,\\ 1308,\ 1346,\ 1356,\\ 1428,\ 1511,\ 1526,\\ 1532,\ 1554,\ 1700,\\ 1860,\ 1873,\ 1952,\\ 2035,\ 2101,\ 2126,\\ 2131,\ 2175,\ 2341,\\ 2354,\ 2383,\ 2464,\\ 2471,\ 2476,\ 2556,\\ 2571,\ 2662,\ 2666,\\ 2697,\ 2739,\ 2776,\ 2796\\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ $
liRelationenSchemaFormat (environment) 2381 \liRelationMenge 2375 \liRelationMenge 2375 \liRelationMenge 2361 liRmodell (environment) 2361 \liRundeKlammer . 1704,	\liZustandsBuchstabeGross \frac{1145}{1154}, \frac{1156}{1154} \liZustandsmenge \frac{1132}{112} \liZustandsmengeNr \frac{1146}{119} \liZustandsmengeNrGross \frac{1154}{1154} \liZustandsMengenSammlung \frac{2106}{1152} \liZustandsMengenSammlungNr \frac{2115}{1152} \liZustandsmengeOhneMathe \frac{1132}{1152} \liZustandsnameGross \frac{1156}{1152}, \frac{2107}{2116} \liZustandsnameTiefgestellt \frac{1171}{1152} \liZustandsPaar \frac{1916}{1916}	$\begin{array}{c} 1265,\ 1274,\ 1279,\\ 1308,\ 1346,\ 1356,\\ 1428,\ 1511,\ 1526,\\ 1532,\ 1554,\ 1700,\\ 1860,\ 1873,\ 1952,\\ 2035,\ 2101,\ 2126,\\ 2131,\ 2175,\ 2341,\\ 2354,\ 2383,\ 2464,\\ 2471,\ 2476,\ 2556,\\ 2571,\ 2662,\ 2666,\\ 2697,\ 2739,\ 2776,\ 2796\\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ $
1iRelationenSchemaFormat	\liZustandsBuchstabeGross \frac{1145}{1154}, \frac{1156}{1154}, \frac{1132}{1152} \liZustandsmenge \tau. \frac{1132}{1152} \liZustandsmengeNr \tau. \tau. \frac{1146}{1154}, \frac{2119}{1154} \liZustandsMengenSammlung \tau. \tau. \frac{2106}{106} \liZustandsMengenSammlungNr \tau. \tau. \frac{2115}{1152} \liZustandsMengenSammlungNr \tau. \tau. \frac{2115}{1152} \liZustandsmengeOhneMathe \tau. \tau. \tau. \frac{1155}{1155} \liZustandsname \tau. \frac{1155}{1156}, \frac{2107}{2116} \liZustandsnameTiefgestellt \tau. \tau. \tau. \frac{1171}{1152} \liZustandsPaar \tau. \frac{1916}{1916} \liZustandsPaarVariablenNam	1265, 1274, 1279, 1308, 1346, 1356, 1428, 1511, 1526, 1532, 1554, 1700, 1860, 1873, 1952, 2035, 2101, 2126, 2131, 2175, 2341, 2354, 2383, 2464, 2471, 2476, 2556, 2571, 2662, 2666, 2697, 2739, 2776, 2796 \neg \cdots \cdots 2843 \negthinspace \cdots 1705 \newcounter \cdots 2195, 2196 \NewDocumentCommand \cdot 64, 105, 142, 163, 205, 226, 548, 565, 610, 615, 1179, 1201, 1380, 1503, 1530, 1689, 1693, e 2017, 2028, 2095,
liRelationenSchemaFormat (environment) 2381 (liRelationMenge 2375 (liRelationMenge 2375 (liRichtig 476 liRmodell (environment) 2361 (liRundeKlammer . 1704, 1708, 1718, 1728, 1742 (liSortierMarkierung 2400 (liSortierPfeil 2394 (liSortierPfeil 2397 (liSpaltenUmbruch 2469 (liSqlCode 2554 (listen@punkt 1646, 1658 (liStrich 1362 (liSyntheseErklaerung 2593, 2658 (liSyntheseUeberErklaerung 2656 (liSyntheseUeberschrift 2577, 2657	\liZustandsBuchstabeGross \frac{1145}{1154}, \frac{1156}{1154}, \frac{1132}{1152} \liZustandsmenge \frac{1132}{1152} \liZustandsmengeNr \frac{1146}{1154}, \frac{2119}{1154} \liZustandsmengeNrGross \frac{1154}{1154} \liZustandsMengenSammlung \frac{2106}{1152} \liZustandsMengenSammlungNr \frac{2115}{1152} \liZustandsmengeOhneMathe \frac{1132}{1155} \liZustandsname \frac{1155}{1155} \liZustandsnameGross \frac{1156}{1152}, \frac{2107}{2116} \liZustandsnameTiefgestellt \frac{1171}{1916} \liZustandsPaar \frac{1916}{1916} \liZustandsPaarVariablenNam \frac{1915}{1918}, \frac{1918}{1919}	1265, 1274, 1279, 1308, 1346, 1356, 1428, 1511, 1526, 1532, 1554, 1700, 1860, 1873, 1952, 2035, 2101, 2126, 2131, 2175, 2341, 2354, 2383, 2464, 2471, 2476, 2556, 2571, 2662, 2666, 2697, 2739, 2776, 2796 \neg \cdots \cdots 2843 \negthinspace \cdots 1705 \newcounter \cdots 2195, 2196 \NewDocumentCommand \cdot 64, 105, 142, 163, 205, 226, 548, 565, 610, 615, 1179, 1201, 1380, 1503, 1530, 1689, 1693, e 2017, 2028, 2095, 2511, 2521, 2531,
liRelationenSchemaFormat (environment) 2381 (liRelationMenge 2375 (liRichtig 476 liRmodell (environment) 2361 (liRundeKlammer . 1704, 1708, 1718, 1728, 1742 (liSortierMarkierung 2400 (liSortierPfeil 2394 (liSortierPfeil 2397 (liSpaltenUmbruch 2469 (liSqlCode 2554 (listen@punkt 1646, 1658 (liStrich 1362 (liSyntheseErklaerung 2593, 2658 (liSyntheseUeberErklaerung 2656 (liSyntheseUeberschrift 2577, 2657 (liT 1737, 1752, 1766, 1827	\liZustandsBuchstabeGross 1145, 1154, 1156 \liZustandsmenge 1132 \liZustandsmengeNr 1146, 2119 \liZustandsmengeNrGross 1154 \liZustandsMengeNsammlung 2106 \liZustandsMengenSammlungNr 2115 \liZustandsMengenSammlungNr 1132 \liZustandsmengeOhneMathe 1132 \liZustandsnameGross 1156, 2107, 2116 \liZustandsnameTiefgestellt 1171 \liZustandsPaar 1916 \liZustandsPaarVariablenNam 1915, 1918, 1919 \liap 2348	1265, 1274, 1279, 1308, 1346, 1356, 1428, 1511, 1526, 1532, 1554, 1700, 1860, 1873, 1952, 2035, 2101, 2126, 2131, 2175, 2341, 2354, 2383, 2464, 2471, 2476, 2556, 2571, 2662, 2666, 2697, 2739, 2776, 2796 \neg \cdots \cdots \cdots 297, 2739, 2776, 2796 \neg \cdots \cdots 295, 2196 \newcounter \cdots 2195, 2
liRelationenSchemaFormat (environment) 2381 (liRelationMenge 2375 (liRelationMenge 2375 (liRichtig 476 liRmodell (environment) 2361 (liRundeKlammer . 1704, 1708, 1718, 1728, 1742 (liSortierMarkierung 2400 (liSortierPfeil 2394 (liSortierPfeil 2397 (liSpaltenUmbruch 2469 (liSqlCode 2554 (listen@punkt 1646, 1658 (liStrich 1362 (liSyntheseErklaerung 2593, 2658 (liSyntheseUeberErklaerung 2656 (liSyntheseUeberschrift 2577, 2657	\liZustandsBuchstabeGross \frac{1145}{1154}, \frac{1156}{1154}, \frac{1132}{1152} \liZustandsmenge \frac{1132}{1152} \liZustandsmengeNr \frac{1146}{1154}, \frac{2119}{1154} \liZustandsmengeNrGross \frac{1154}{1154} \liZustandsMengenSammlung \frac{2106}{1152} \liZustandsMengenSammlungNr \frac{2115}{1152} \liZustandsmengeOhneMathe \frac{1132}{1155} \liZustandsname \frac{1155}{1155} \liZustandsnameGross \frac{1156}{1152}, \frac{2107}{2116} \liZustandsnameTiefgestellt \frac{1171}{1916} \liZustandsPaar \frac{1916}{1916} \liZustandsPaarVariablenNam \frac{1915}{1918}, \frac{1918}{1919}	1265, 1274, 1279, 1308, 1346, 1356, 1428, 1511, 1526, 1532, 1554, 1700, 1860, 1873, 1952, 2035, 2101, 2126, 2131, 2175, 2341, 2354, 2383, 2464, 2471, 2476, 2556, 2571, 2662, 2666, 2697, 2739, 2776, 2796 \neg \cdot \cdot \cdot 2843 \negthinspace \cdot \cdot 1705 \newcounter \cdot 2195, 2196 \NewDocumentCommand \cdot 64, 105, 142, 163, 205, 226, 548, 565, 610, 615, 1179, 1201, 1380, 1503, 1530, 1689, 1693, e 2017, 2028, 2095, 2511, 2521, 2531,

1488, 1586, 1587,	\ProvidesPackage $2, 20,$	475, 545, 624, 625,
1590, 1617, 1625,	55, 223, 412, 473,	1079, 1081, 1082,
1647, 1666, 1676,	480, 544, 607, 622,	1118, 1227, 1228,
1923, 1973, 2363, 2381	1077, 1113, 1226,	1231, 1233, 1235,
	1266, 1275, 1280,	1240, 1249, 1256,
\newlength 2823		
\node 561, 1496,	1309, 1347, 1357,	1267, 1268, 1277,
1501, 2221, 2226,	1429, 1512, 1527,	1281, 1282, 1283,
2231, 2237, 2243,	1533, 1555, 1701,	1311, 1312, 1361,
2249, 2400, 2445, 2734	1861, 1874, 1953,	1430, 1529, 1534,
\noexpand 2309 ,	2036, 2102, 2127,	1535, 1551, 1558,
2310, 2311, 2330, 2445	2132, 2176, 2342,	1559, 1560, 1588,
\noindent 357,	2355, 2384, 2465,	1703, 1864, 1865,
612, 617, 1573,	2472, 2477, 2557,	2037, 2039, 2129,
1575, 1579, 1583,	2572, 2663, 2667,	2189, 2191, 2343,
1611, 1639, 1641,	2698, 2740, 2777, 2797	2344, 2345, 2358,
1654, 1670, 1672,	0	2386, 2417, 2468,
1680, 1849, 1902,	Q	2474, 2479, 2490,
1905, 1908, 1911,	\QS@list	2491, 2559, 2664,
2376, 2675, 2687, 2829	2302, 2313, 2317,	2671, 2701, 2702,
\nolinkurl 2508	2324, 2330, 2335, 2338	2704, 2705, 2743,
\normalsize 1238	\QS@select@equal	2744, 2745, 2778, 2798
\notin 618	2277, 2281	\right 1705
\null 2680	\QS@select@greater	\RIGHTarrow 2719, 2724
\mu11 2000		\Rightarrow 613, 618
O		
	\QS@select@smaller	\rightarrow 209,
\o@join	2273, 2276, 2280	502, 507, 515, 519,
2347, 2350, 2351, 2352	\QS@sort@a	521, 522, 524, 579,
\Omega 1718	2255, 2288, 2309, 2310	587, 2099, 2602,
\omega 2137, 2138, 2158, 2159	\QS@sort@b 2255, 2256	2609, 2611, 2614,
\or 2258	\QS@sort@c 2259, 2266	2619, 2624, 2625, 2630
	\QS@sort@d 2267, 2275	\rightouterjoin 2351
P	\QS@sort@empty . 2257, 2262	\Roman 1246
\pagestyle 1261	\QS@sort@single 2258, 2263	\roman 1246, 1248
1 0 0	(42020100211610 1100)	
\par 356, 377, 538.	\NSinitialize	
\par 356, 377, 538,	\QSinitialize	\romannumeral 2267
1190, 1198, 1578,	2180, 2292, 2327	\romannumeral 2267 \rtimes 1863
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671,	2180, 2292, 2327 \QSIr . 2263, 2269, 2277,	\romannumeral 2267
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337,	2180, 2292, 2327 \QSIr . 2263, 2269, 2277, 2297, 2311, 2316, 2319	\romannumeral 2267 \rtimes 1863 \rule 2300, 2322, 2337, 2348
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681,	2180, 2292, 2327 \QSIr . 2263, 2269, 2277, 2297, 2311, 2316, 2319 \QSIrr 2298, 2311, 2312, 2320	\romannumeral 2267 \rtimes 1863 \rule 2300, 2322, 2337, 2348
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834	\QSIr . 2180, 2292, 2327 \QSIr . 2263, 2269, 2277, 2297, 2311, 2316, 2319 \QSIrr 2298, 2311, 2312, 2320 \QSLr 2269,	\romannumeral 2267 \rtimes 1863 \rule 2300, 2322, 2337, 2348 S \sb 69, 79,
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681,	2180, 2292, 2327 \QSIr . 2263, 2269, 2277, 2297, 2311, 2316, 2319 \QSIrr 2298, 2311, 2312, 2320	\romannumeral 2267 \rtimes 1863 \rule 2300, 2322, 2337, 2348
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834	\QSIr \ 2263, 2269, 2277, \qSIr \ 2297, 2311, 2316, 2319 \\QSIrr \ 2298, 2311, 2312, 2320 \\QSLr \ \ \ 2276, \ 2287, \ 2288,	\romannumeral
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834 \paragraph 1238 \parindent	\QSIr \ 2263, 2269, 2277, \qSIr \ 2297, 2311, 2316, 2319 \\QSIrr \ 2298, 2311, 2312, 2320 \\QSIr \ \ 2276, \ 2287, \ 2288, \ 2296, 2309, 2314, 2318	\romannumeral
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834 \paragraph	2180, 2292, 2327 \QSIr . 2263, 2269, 2277, 2297, 2311, 2316, 2319 \QSIrr 2298, 2311, 2312, 2320 \QSLr 2269, 2276, 2287, 2288, 2296, 2309, 2314, 2318 \QSpivotStep	\romannumeral
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834 \paragraph 2369 \path 96, 143, 206, 576 \pgfkeys 2051, 2720,	\QSIr \ 2263, 2269, 2277, \\ 2297, 2311, 2316, 2319 \\ QSIrr \ 2298, 2311, 2312, 2320 \\ QSIr \ \ 2276, \ 2287, \ 2288, \\ 2296, 2309, 2314, 2318 \\ QSpivotStep \ \ 2182, 2292, 2296, 2307	\romannumeral 2267 \rtimes 1863 \rule 2300, 2322, 2337, 2348
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834 \paragraph 1238 \parindent 2369 \path 96, 143, 206, 576 \pgfkeys 2051, 2720, 2721, 2722, 2723,	\QSIr \ 2263, 2269, 2277, \\ 2297, 2311, 2316, 2319 \\QSIrr \ 2298, 2311, 2312, 2320 \\QSIr \ \ 2276, \ 2287, \ 2288, \\ 2296, 2309, 2314, 2318 \\QSpivotStep \ \ 2182, 2292, 2296, 2307 \\QSr \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	\romannumeral 2267 \rtimes 1863 \rule 2300, 2322, 2337, 2348 S \sb 69, 79, 81, 110, 168, 514, 515, 519, 522, 523, 524, 1173, 1175, 1755, 1758, 1761, 1787, 1793, 1942,
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834 \paragraph 2369 \path 96, 143, 206, 576 \pgfkeys 2051, 2720, 2721, 2722, 2723, 2724, 2727, 2730, 2732	\QSIr \ 2263, 2269, 2277, \\ 2297, 2311, 2316, 2319 \\ QSIrr \ 2298, 2311, 2312, 2320 \\ QSIr \ \ 2276, \ 2287, \ 2288, \\ 2296, 2309, 2314, 2318 \\ QSpivotStep \ \ 2182, 2292, 2296, 2307 \\ QSr \ \ \ 2269 \\ QSRr \ \ \ 2278, \\ \ 2278, \\ \ \ \ 2287, \ 2287, \\ 2388, \\ 2296, 2309, 2314, 2318 \\ \ \ \ \ \ 2388, \\ 2396, 2307, \\ \ \ 2388, \\ 2388, \\ 2389, \\ 2389, \\ 2389, \\ 2389, \\ 2389, \\ 2388, \\ 2389, \\ 2389, \\ 2389, \\ 2388, \\ 2389, \\ 2389, \\ 2389, \\ 2388, \\ 2389, \\ 2389, \\ 2389, \\ 2388, \\ 2389, \\ 2389, \\ 2389, \\ 2388, \\ 2389, \\ 2389, \\ 2388, \\ 2389, \\	\romannumeral 2267 \rtimes 1863 \rule 2300, 2322, 2337, 2348
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834 \paragraph \cdots 1238 \parindent \cdots 2369 \path \cdots 96, 143, 206, 576 \pgfkeys \cdot 2051, 2720, 2721, 2722, 2723, 2724, 2727, 2730, 2732 \pgfmath@count \cdots \cdots	\QSIr \ 2263, 2269, 2277, \ 2297, 2311, 2316, 2319 \\QSIrr \ 2298, 2311, 2312, 2320 \\QSIr \ \ 2269, 2288, \ 2296, 2309, 2314, 2318 \\QSpivotStep \ \ 2182, 2292, 2296, 2307 \\QSr \ \ 2269 \\QSRr \ \ 2278, \ 2299, 2310, 2315,	\romannumeral 2267 \rtimes 1863 \rule 2300, 2322, 2337, 2348
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834 \paragraph 2369 \path 96, 143, 206, 576 \pgfkeys 2051, 2720, 2721, 2722, 2723, 2724, 2727, 2730, 2732 \pgfmath@count	\QSIr \ 2263, 2269, 2277, \ 2297, 2311, 2316, 2319 \ \QSIrr \ 2298, 2311, 2312, 2320 \ \QSIr \ 2296, 2287, \ 2288, \ 2296, 2309, 2314, 2318 \ \QSpivotStep \ 2182, 2292, 2296, 2307 \ \QSr \ \ 2299, 2310, 2315, \ 2321, 2330, 2331, 2332	\romannumeral 2267 \rtimes 1863 \rule 2300, 2322, 2337, 2348
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834 \paragraph 2369 \path 96, 143, 206, 576 \pgfkeys . 2051, 2720, 2721, 2722, 2723, 2724, 2727, 2730, 2732 \pgfmath@count	2180, 2292, 2327 \QSIr . 2263, 2269, 2277,	\romannumeral 2267 \rtimes 1863 \rule 2300, 2322, 2337, 2348
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834 \paragraph	\QSIr \ 2263, 2269, 2277, \ 2297, 2311, 2316, 2319 \ \QSIrr \ 2298, 2311, 2312, 2320 \ \QSIr \ 2296, 2287, \ 2288, \ 2296, 2309, 2314, 2318 \ \QSpivotStep \ 2182, 2292, 2296, 2307 \ \QSr \ \ 2299, 2310, 2315, \ 2321, 2330, 2331, 2332	\romannumeral 2267 \rtimes 1863 \rule 2300, 2322, 2337, 2348
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834 \paragraph 2369 \path 96, 143, 206, 576 \pgfkeys . 2051, 2720, 2721, 2722, 2723, 2724, 2727, 2730, 2732 \pgfmath@count	2180, 2292, 2327 \QSIr . 2263, 2269, 2277,	\romannumeral 2267 \rtimes 1863 \rule 2300, 2322, 2337, 2348
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834 \paragraph	\QSIr \ 2263, 2269, 2277, \ 2297, 2311, 2316, 2319 \\QSIrr \ 2298, 2311, 2312, 2320 \\QSIr \ \ 2269, \ 2276, \ 2287, \ 2288, \ 2296, 2309, 2314, 2318 \\QSpivotStep \ \ 2269 \\QSRr \ \ 2278, \ 2299, \ 2310, \ 2315, \ 2321, 2330, 2331, 2332 \\QSsortStep \ \ 2184, 2292, 2308, 2309	\romannumeral 2267 \rtimes 1863 \rule 2300, 2322, 2337, 2348 S \sb 69, 79,
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834 \text{paragraph}	\QSIr \ 2263, 2269, 2277, \ 2297, 2311, 2316, 2319 \\QSIrr \ 2298, 2311, 2312, 2320 \\QSIr \ \ 2269, \ 2276, \ 2287, \ 2288, \ 2296, 2309, 2314, 2318 \\QSpivotStep \ \ 2269 \\QSRr \ \ 2278, \ 2299, \ 2310, \ 2315, \ 2321, 2330, 2331, 2332 \\QSsortStep \ \ 2184, 2292, 2308, 2309	\romannumeral 2267 \rtimes 1863 \rule 2300, 2322, 2337, 2348 S \sb 69, 79,
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834 \paragraph 2369 \path 96, 143, 206, 576 \pgfkeys 2051, 2720, 2721, 2722, 2723, 2724, 2727, 2730, 2732 \pgfmath@count 2422, 2424, 2426 \pgfmath@smuggleone 2427 \pgfmathdeclarefunction 2421 \pgfmathint 2422 \pgfmathparse	\QSIr \ 2263, 2269, 2277, \ 2297, 2311, 2316, 2319 \ \QSIrr \ 2298, 2311, 2312, 2320 \ \QSIr \ \ 2266, \ 2276, \ 2287, \ 2288, \ 2296, 2309, 2314, 2318 \ \QSpivotStep \ \ 2269 \ \QSRr \ \ 2269 \ \QSRr \ \ 2278, \ 2269 \ \QSRr \ \ 2278, \ 2315, \ 2321, 2330, 2331, 2332 \ \QSsortStep \ \ 2184, 2292, 2308, 2309 \ \ \ 1880	\romannumeral
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834 \paragraph 2369 \path 96, 143, 206, 576 \pgfkeys 2051, 2720, 2721, 2722, 2723, 2724, 2727, 2730, 2732 \pgfmath@count 2422, 2424, 2426 \pgfmathdeclarefunction 2421 \pgfmathint 2422 \pgfmathparse 1320, 2439,	\QSIr \ 2263, 2269, 2277, 2297, 2311, 2316, 2319 \QSIrr \ 2298, 2311, 2312, 2320 \QSLr \ 2269, 2276, 2287, 2288, 2296, 2309, 2314, 2318 \QSpivotStep \	\romannumeral
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834 \paragraph 1238 \parindent 2369 \path 96, 143, 206, 576 \pgfkeys 2051, 2720, 2721, 2722, 2723, 2724, 2727, 2730, 2732 \pgfmath@count 2422, 2424, 2426 \pgfmathdeclarefunction 2421 \pgfmathint 2422 \pgfmathparse 1320, 2439, 2444, 2447, 2461, 2462	\QSIr \ 2263, 2269, 2277, 2297, 2311, 2316, 2319 \QSIrr \ 2298, 2311, 2312, 2320 \QSLr \ 2269, 2276, 2287, 2288, 2296, 2309, 2314, 2318 \QSpivotStep \	$\begin{tabular}{ l l l l l l l l l l l l l l l l l l l$
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834 \paragraph 1238 \parindent 2369 \path 96, 143, 206, 576 \pgfkeys 2051, 2720, 2721, 2722, 2723, 2724, 2727, 2730, 2732 \pgfmath@count 2422, 2424, 2426 \pgfmathdeclarefunction 2421 \pgfmathint 2421 \pgfmathparse 1320, 2439, 2444, 2447, 2461, 2462 \pgfmathresult	\QSIr \ 2263, 2269, 2277, 2297, 2311, 2316, 2319 \QSIrr \ 2298, 2311, 2312, 2320 \QSIr \ 2276, 2287, 2288, 2296, 2309, 2314, 2318 \QSpivotStep \ 2182, 2292, 2296, 2307 \QSr \ 2278, 2299, 2310, 2315, 2321, 2330, 2331, 2332 \QSsortStep \ 2184, 2292, 2308, 2309 \ R \ \R\$ \raisebox \ R \raisebox \ 1501 \relax \ 2269, 2312, 2314,	\romannumeral
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834 \paragraph 2369 \path 96, 143, 206, 576 \pgfkeys 2051, 2720, 2721, 2722, 2723, 2724, 2727, 2730, 2732 \pgfmath@count 2422, 2424, 2426 \pgfmathdeclarefunction 2421 \pgfmathint 2422 \pgfmathparse 1320, 2439, 2444, 2447, 2461, 2462 \pgfmathresult	2180, 2292, 2327 \QSIr . 2263, 2269, 2277,	\romannumeral
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834 \paragraph 1238 \parindent 2369 \path 96, 143, 206, 576 \pgfkeys 2051, 2720, 2721, 2722, 2723, 2724, 2727, 2730, 2732 \pgfmath@count 2422, 2424, 2426 \pgfmathdeclarefunction 2421 \pgfmathint 2422 \pgfmathparse 1320, 2439, 2444, 2447, 2461, 2462 \pgfmathresult 1321, 2422, 2423, 2425, 2427,	2180, 2292, 2327 \QSIr . 2263, 2269, 2277,	\romannumeral
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834 \paragraph 1238 \parindent 2369 \path 96, 143, 206, 576 \pgfkeys . 2051, 2720, 2721, 2722, 2723, 2724, 2727, 2730, 2732 \pgfmath@count 2422, 2424, 2426 \pgfmath@smuggleone 2427 \pgfmathdeclarefunction	2180, 2292, 2327 \QSIr . 2263, 2269, 2277,	\romannumeral
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834 \paragraph	2180, 2292, 2327 \QSIr . 2263, 2269, 2277,	\romannumeral
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834 \paragraph	2180, 2292, 2327 \QSIr . 2263, 2269, 2277,	\romannumeral \ \ 2267 \rtimes \ \ 1863 \rule \ 2300, \ 2322, \ 2337, \ 2348 \rule \ 2300, \ 2322, \ 2337, \ 2348 \rule \ 2300, \ 2322, \ 2337, \ 2348 \rule \ S \rule \ \ 69, \ 79, \ 81, \ 110, \ 168, \ 514, \ 515, \ 519, \ 522, \ 523, \ 524, \ 1173, \ 1175, \ 1755, \ 1758, \ 1761, \ 1787, \ 1793, \ 1942, \ 2087, \ 2096, \ 2624, \ 2625, \ 2626, \ 2631, \ 2635, \ 2636, \ 2639, \ 2640, \ 2643, \ 2644, \ 2645 \rangle
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834 \paragraph	\tag{299, 2327} \QSIr \tag{2263, 2269, 2277, 2297, 2311, 2316, 2319} \QSIrr \tag{2298, 2311, 2312, 2320} \QSIrr \tag{2298, 2311, 2312, 2320} \QSIrr \tag{2276, 2287, 2288, 2296, 2309, 2314, 2318} \QSpivotStep \tag{2182, 2292, 2296, 2307} \QSr \tag{287 \tag{2292, 2296, 2307}} \QSr \tag{2278, 2269} \QSRr \tag{2310, 2315, 2321, 2330, 2331, 2332} \QSsortStep \tag{2292, 2308, 2309} \tag{2184, 2292, 2308, 2309} \tag{2186, 2424, 2426} \renewcommand \tag{2186, 2312, 2314, 2315, 2316, 2424, 2426} \renewcommand \tag{2187, 2316, 2424, 2426} \renewcommand \tag{2187, 1248, 1262, 1263, 1522, 1523, 1922} \repeat \tag{2185}	\romannumeral
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834 \paragraph 2369 \path 96, 143, 206, 576 \pgfkeys 2051, 2720, 2721, 2722, 2723, 2724, 2727, 2730, 2732 \pgfmath@count 2422, 2424, 2426 \pgfmath@smuggleone 2427 \pgfmathdeclarefunction 2421 \pgfmathint 2422 \pgfmathparse 1320, 2439, 2444, 2447, 2461, 2462 \pgfmathresult 1321, 2422, 2423, 2425, 2427, 2440, 2448, 2461, 2462 \pgfutil@empty 2423 \pgfutil@loop 2424 \pgfutil@repeat 2427 \preceq 1383	\tag{299, 2327} \QSIr \tag{2263, 2269, 2277, 2297, 2311, 2316, 2319} \QSIrr \tag{2298, 2311, 2312, 2320} \QSIrr \tag{2298, 2311, 2312, 2320} \QSIrr \tag{2276, 2287, 2288, 2296, 2309, 2314, 2318} \QSpivotStep \tag{2182, 2292, 2296, 2307} \QSr \tag{287 \tag{2292, 2296, 2307}} \QSr \tag{2278, 2269} \QSRr \tag{2310, 2315, 2321, 2330, 2331, 2332} \QSsortStep \tag{2184, 2292, 2308, 2309} \tag{2184, 2292, 2308, 2314, 2244, 2426} \tag{2185, 2316, 2424, 2426} \tag{2186, 1243, 1244, 1247, 1248, 1262, 1263, 1522, 1523, 1922} \tag{2186, 1522, 1523, 1922} \tag{2186, 1522, 1523, 1922} \tag{2186, 1263, 1522, 1523, 1922} \tag{2186, 1263, 1522, 1523, 1922} \tag{2186, 1263, 1262, 1263, 1262, 1263, 1522, 1523, 1922} \tag{2186, 1262, 1263, 1522, 1523, 1922} \tag{2186, 2312, 2314, 2316, 2326} \tag{2186, 2312, 2314, 2326} \tag{2312, 2314, 2326} \t	\romannumeral
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834 \paragraph	\tag{299, 2327} \QSIr \tag{2263, 2269, 2277, 2297, 2311, 2316, 2319} \QSIrr \tag{2298, 2311, 2312, 2320} \QSIrr \tag{2298, 2311, 2312, 2320} \QSIrr \tag{2276, 2287, 2288, 2296, 2309, 2314, 2318} \QSpivotStep \tag{2182, 2292, 2296, 2307} \QSr \tag{287 \tag{2292, 2296, 2307}} \QSr \tag{2278, 2269} \QSRr \tag{2310, 2315, 2321, 2330, 2331, 2332} \QSsortStep \tag{2292, 2308, 2309} \tag{2184, 2292, 2308, 2309} \tag{2186, 2424, 2426} \renewcommand \tag{2186, 2312, 2314, 2315, 2316, 2424, 2426} \renewcommand \tag{2187, 2316, 2424, 2426} \renewcommand \tag{2187, 1248, 1262, 1263, 1522, 1523, 1922} \repeat \tag{2185}	\romannumeral
1190, 1198, 1578, 1640, 1663, 1671, 2300, 2322, 2337, 2378, 2657, 2681, 2685, 2693, 2828, 2834 \paragraph 2369 \path 96, 143, 206, 576 \pgfkeys 2051, 2720, 2721, 2722, 2723, 2724, 2727, 2730, 2732 \pgfmath@count 2422, 2424, 2426 \pgfmath@smuggleone 2427 \pgfmathdeclarefunction 2421 \pgfmathint 2422 \pgfmathparse 1320, 2439, 2444, 2447, 2461, 2462 \pgfmathresult 1321, 2422, 2423, 2425, 2427, 2440, 2448, 2461, 2462 \pgfutil@empty 2423 \pgfutil@loop 2424 \pgfutil@repeat 2427 \preceq 1383	\tag{299, 2327} \QSIr \tag{2263, 2269, 2277, 2297, 2311, 2316, 2319} \QSIrr \tag{2298, 2311, 2312, 2320} \QSIrr \tag{2298, 2311, 2312, 2320} \QSIrr \tag{2276, 2287, 2288, 2296, 2309, 2314, 2318} \QSpivotStep \tag{2182, 2292, 2296, 2307} \QSr \tag{287 \tag{2292, 2296, 2307}} \QSr \tag{2278, 2269} \QSRr \tag{2310, 2315, 2321, 2330, 2331, 2332} \QSsortStep \tag{2184, 2292, 2308, 2309} \tag{2184, 2292, 2308, 2314, 2244, 2426} \tag{2185, 2316, 2424, 2426} \tag{2186, 1243, 1244, 1247, 1248, 1262, 1263, 1522, 1523, 1922} \tag{2186, 1522, 1523, 1922} \tag{2186, 1522, 1523, 1922} \tag{2186, 1263, 1522, 1523, 1922} \tag{2186, 1263, 1522, 1523, 1922} \tag{2186, 1263, 1262, 1263, 1262, 1263, 1522, 1523, 1922} \tag{2186, 1262, 1263, 1522, 1523, 1922} \tag{2186, 2312, 2314, 2316, 2326} \tag{2186, 2312, 2314, 2326} \tag{2312, 2314, 2326} \t	\romannumeral

\setmainfont 1229	\titlespacing 1237	732, 737, 742, 745,
\setmainlanguage 409	\t1 . $29, 37, 65, 66, 67,$	803, 804, 805, 810,
\setminted 2496, 2497	68, 69, 70, 73, 74,	811, 840, 870, 897,
\setminus 2002	75, 76, 77, 79, 81,	898, 901, 952, 955,
\setsansfont 1230	106, 107, 108, 109,	994, 1000, 1001,
\setul 2360	110, 111, 112, 115,	1019, 1020, 1021,
\sffamily 489,	116, 117, 118, 119,	1040, 1041, 1042, 1043
1236, 1238, 1340, 2580	120, 121, 164, 165,	\umldep 960
\shoveleft 1982	166, 167, 168, 169,	\umlHVHaggreg
-		
\shoveright 1986	170, 173, 174, 175,	750, 816, 1010
\Sigma 66, 107,	176, 177, 178, 179,	\umlinherit
165, 1142, 1143, 1203	293, 297, 321, 325,	689, 740, 905, 950, 958
\sigma 512, 514, 515	326, 327, 330, 335,	\umlnote 691, 907, 1050
\SLASH <u>1570</u>	336, 337, 348, 349,	\umlreal 687, 748
\small 1679	350, 351, 362, 368,	\umlsimpleclass 646,
\sort 2434	371, 374, 383, 397,	647, 648, 652, 654,
\sortList 2433, 2442	549, 552, 557, 558,	655, 656, 682, 835,
\square 477	566, 567, 570, 571,	836, 837, 896, 948, 949
\stepcounter 2221, 2226,	1181, 1202, 1203,	\umlstatic 842, 871
2231, 2234, 2236,	1204, 1205, 1208,	\umluniaggreg 903
2240, 2242, 2246, 2248	1209, 1210, 1211, 1738	\umluniassoc 666,
	\tmp 2004	
\str 490, 499, 1592,	-	688, 904, 1028, 1029
2111, 2120, 2581, 2594	\TmpPlaceEight 2059	\uml\VHuniassoc 667, 668
\string 1984, 1994	\TmpPlaceFive 2056	\umlVHVdep 660,
\StrSubstitute . 2441, 2443	\TmpPlaceFour 2055	661, 663, 664, 844, 845
\strut 1809, 1813,	$\TmpPlaceNine 2060$	\umlVHVinherit
1817, 1821, 1825, 2469	$\TmpPlaceOne \dots 2052$	643, 644, 649, 650,
\subseteq 2605, 2638, 2645	\TmpPlaceSeven 2058	657, 658, 813, 814,
	\TmpPlaceSix 2057	838, 839, 1008, 1009
${f T}$	\TmpPlaceTen 2061	\umlVHVreal
\tableofcontents 1565	\TmpPlaceThree 2054	807, 808, 1045, 1046
\text 79, 81,	\TmpPlaceTwo 2053	\UParrow 2721
184, 1964, 2748, 2801	\TmpScale 2072	\url 1690
	-	\ull
\textht 1184 1388	\TmnTrangitionFight	\ueomintodetxlo 2403
\textbf 1084, 1388,	\TmpTransitionEight .	\usemintedstyle 2493
1397, 1408, 1417,	2048, 2069	\usetikzlibrary 58,
1397, 1408, 1417, 1574, 1581, 1612,	$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	\usetikzlibrary 58, 416, 1080, 1284,
1397, 1408, 1417, 1574, 1581, 1612, 1640, 1655, 1671, 1927		\usetikzlibrary 58, 416, 1080, 1284, 1431, 2038, 2346,
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$		\usetikzlibrary 58, 416, 1080, 1284,
1397, 1408, 1417, 1574, 1581, 1612, 1640, 1655, 1671, 1927 \textcolor \ldots 1500, 2747 \textit \ldots \ldots \ldots	\tag{2048, 2069} \text{TmpTransitionFive} \tag{2045, 2066} \text{TmpTransitionFour} \tag{2044, 2065}	\usetikzlibrary 58, 416, 1080, 1284, 1431, 2038, 2346, 2387, 2418, 2706, 2794
1397, 1408, 1417, 1574, 1581, 1612, 1640, 1655, 1671, 1927 \textcolor 1500, 2747 \textit	\tag{2048, 2069} \text{TmpTransitionFive} \tag{2045, 2066} \text{TmpTransitionFour} \tag{2044, 2065} \text{TmpTransitionNine} \tag{2044} \text{TmpTransitionNine} \tag{2045}	\usetikzlibrary 58, 416, 1080, 1284, 1431, 2038, 2346, 2387, 2418, 2706, 2794 \textbf{V}
1397, 1408, 1417, 1574, 1581, 1612, 1640, 1655, 1671, 1927 \textcolor 1500, 2747 \textit	\tag{2048, 2069} \text{TmpTransitionFive} \tag{2045, 2066} \text{TmpTransitionFour} \tag{2044, 2065}	\usetikzlibrary 58, 416, 1080, 1284, 1431, 2038, 2346, 2387, 2418, 2706, 2794
1397, 1408, 1417, 1574, 1581, 1612, 1640, 1655, 1671, 1927 \textcolor 1500, 2747 \textit	\tag{2048, 2069} \text{TmpTransitionFive} \tag{2045, 2066} \text{TmpTransitionFour} \tag{2044, 2065} \text{TmpTransitionNine} \tag{2044} \text{TmpTransitionNine} \tag{2045}	\usetikzlibrary 58, 416, 1080, 1284, 1431, 2038, 2346, 2387, 2418, 2706, 2794 \textbf{V}
1397, 1408, 1417, 1574, 1581, 1612, 1640, 1655, 1671, 1927 \textcolor 1500, 2747 \textit	\tag{2048, 2069} \tag{2048, 2069} \tag{2045, 2066} \tag{2045, 2066} \tag{2044, 2065} \tag{2049, 2070} \tag{2070} \tag{2070} \tag{2070}	\usetikzlibrary 58, 416, 1080, 1284, 1431, 2038, 2346, 2387, 2418, 2706, 2794 \ V \usetikzlibrary 58, \underset V
1397, 1408, 1417, 1574, 1581, 1612, 1640, 1655, 1671, 1927 \textcolor 1500, 2747 \textit	\tag{2048, 2069} \tag{2048, 2069} \tag{2045, 2066} \tag{2045, 2066} \tag{2044, 2065} \tag{2049, 2070} \tag{2040, 2070} \tag{2041, 2062}	\usetikzlibrary 58, 416, 1080, 1284, 1431, 2038, 2346, 2387, 2418, 2706, 2794 \textbf{V} \text{\text{value}
$\begin{array}{c} 1397,\ 1408,\ 1417,\\ 1574,\ 1581,\ 1612,\\ 1640,\ 1655,\ 1671,\ 1927\\ \verb+\textcolor 1500,\ 2747\\ \verb+\textit\\ 953,\ 995,\ 996,\ 997,\\ 998,\ 1681,\ 1972,\ 2032\\ \verb+\textsc 1363\\ \verb+\textsf 1574,\ 1655\\ \end{array}$	\tag{2048, 2069} \TmpTransitionFive \tag{2045, 2066} \TmpTransitionFour \tag{2044, 2065} \TmpTransitionNine \tag{2049, 2070} \TmpTransitionOne \tag{2041, 2062} \TmpTransitionSeven \tag{2041, 2062}	\usetikzlibrary 58, 416, 1080, 1284, 1431, 2038, 2346, 2387, 2418, 2706, 2794 \begin{align*} \begin{align*} alig
$\begin{array}{c} 1397,\ 1408,\ 1417,\\ 1574,\ 1581,\ 1612,\\ 1640,\ 1655,\ 1671,\ 1927\\ \verb+\textcolor 1500,\ 2747\\ \verb+\textit$	\tag{2048, 2069} \TmpTransitionFive \tag{2045, 2066} \TmpTransitionFour \tag{2044, 2065} \TmpTransitionNine \tag{2049, 2070} \TmpTransitionOne \tag{2041, 2062} \TmpTransitionSeven \tag{2047, 2068}	\usetikzlibrary 58, 416, 1080, 1284, 1431, 2038, 2346, 2387, 2418, 2706, 2794 \begin{align*} \begin{align*} alig
$\begin{array}{c} 1397,\ 1408,\ 1417,\\ 1574,\ 1581,\ 1612,\\ 1640,\ 1655,\ 1671,\ 1927\\ \verb+\textcolor 1500,\ 2747\\ \verb+\textit$	\tag{2048, 2069} \tag{2048, 2069} \tag{2045, 2066} \tag{2045, 2066} \tag{2044, 2065} \tag{2044, 2065} \tag{2049, 2070} \tag{2041, 2062} \tag{2041, 2062} \tag{2047, 2068}	\usetikzlibrary 58, 416, 1080, 1284, 1431, 2038, 2346, 2387, 2418, 2706, 2794 \begin{align*} \begin{align*} alig
$\begin{array}{c} 1397,\ 1408,\ 1417,\\ 1574,\ 1581,\ 1612,\\ 1640,\ 1655,\ 1671,\ 1927\\ \verb+\textcolor$	\tag{2048, 2069} \tag{2048, 2069} \tag{2045, 2066} \tag{2045, 2066} \tag{2044, 2065} \tag{2044, 2065} \tag{2049, 2070} \tag{2049, 2070} \tag{2041, 2062} \tag{2041, 2062} \tag{2047, 2068} \tag{2047, 2068} \tag{2046, 2067}	\usetikzlibrary 58, 416, 1080, 1284, 1431, 2038, 2346, 2387, 2418, 2706, 2794 \textbf{V} \text{\value 2183} \text{\varepsilon 491,} \text{502, 503, 1128,} \text{1755, 1761, 1790, 1801} \text{\vfill 2469} \text{\varule 2676, 2680} \vspace
$\begin{array}{c} 1397,\ 1408,\ 1417,\\ 1574,\ 1581,\ 1612,\\ 1640,\ 1655,\ 1671,\ 1927\\ \\ \texttt{\textcolor} \ \dots \ 1500,\ 2747\\ \\ \texttt{\textit} \ \dots \ \dots \ \\ 953,\ 995,\ 996,\ 997,\\ 998,\ 1681,\ 1972,\ 2032\\ \\ \texttt{\textsc} \ \dots \ \ 1363\\ \\ \texttt{\textsf} \ \dots \ \ 1574,\ 1655\\ \\ \texttt{\textstyle} \ \dots \ \ 1773,\ 1804\\ \\ \texttt{\texttt}\ 1107,\ 1363,\ 1497,\\ 1498,\ 1499,\ 1500,\ 2801\\ \\ \texttt{\textpage} \ \dots \ \ \ 1260,\ 1519\\ \\ \texttt{\textparagraph} \ \dots \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ $	\tag{2048, 2069} \tag{2045, 2066} \tag{2045, 2066} \tag{2045, 2066} \tag{2044, 2065} \tag{2044, 2065} \tag{2049, 2070} \tag{2049, 2070} \tag{2041, 2062} \tag{2047, 2068} \tag{2047, 2068} \tag{2046, 2067} \tag{2046, 2067} \tag{2046, 2067}	\usetikzlibrary 58, 416, 1080, 1284, 1431, 2038, 2346, 2387, 2418, 2706, 2794 \begin{align*} \begin{align*} alig
1397, 1408, 1417, 1574, 1581, 1612, 1640, 1655, 1671, 1927 \textcolor 1500, 2747 \textit 953, 995, 996, 997, 998, 1681, 1972, 2032 \textsc 1363 \textsf 1574, 1655 \textstyle 1773, 1804 \texttt 1107, 1363, 1497, 1498, 1499, 1500, 2801 \thepage 1260, 1519 \theparagraph 1238 \Theta 1708	\text{TmpTransitionFive} \tag{2048, 2069} \text{TmpTransitionFive} \tag{2045, 2066} \text{TmpTransitionFour} \tag{2044, 2065} \text{TmpTransitionNine} \tag{2049, 2070} \text{TmpTransitionOne} \tag{2041, 2062} \text{TmpTransitionSeven} \tag{2047, 2068} \text{TmpTransitionSix} \tag{2046, 2067} \text{TmpTransitionTen} \tag{2050, 2071}	\usetikzlibrary 58, 416, 1080, 1284, 1431, 2038, 2346, 2387, 2418, 2706, 2794 \textbf{V} \text{\value} 2183 \text{\varepsilon} 491, 502, 503, 1128, 1755, 1761, 1790, 1801 \text{\vfill} 2469 \text{\varue} 2676, 2680 \vspace 1626, 1644, 2689, 2691
1397, 1408, 1417, 1574, 1581, 1612, 1640, 1655, 1671, 1927 \textcolor 1500, 2747 \textit 953, 995, 996, 997, 998, 1681, 1972, 2032 \textsc 1363 \textsf 1574, 1655 \textstyle 1773, 1804 \texttt 1107, 1363, 1497, 1498, 1499, 1500, 2801 \thepage 1260, 1519 \theparagraph 1238 \Theta 1708 \thinspace 2801	\tag{2048, 2069} \tag{2045, 2066} \tag{2045, 2066} \tag{2045, 2066} \tag{2044, 2065} \tag{2044, 2065} \tag{2049, 2070} \tag{2041, 2062} \tag{2041, 2062} \tag{2047, 2068} \tag{2047, 2068} \tag{2047, 2068} \tag{2046, 2067} \tag{2050, 2071} \tag{2050, 2071}	\usetikzlibrary 58, 416, 1080, 1284, 1431, 2038, 2346, 2387, 2418, 2706, 2794 \textbf{V} \useparticle{\textbf{V}} \useparticle{\textbf{V}} \useparticle{\textbf{V}} \useparticle{\textbf{V}} \useparticle{\textbf{V}} \useparticle{\textbf{V}} \useparticle{\textbf{V}} \useparticle{\textbf{V}} \underline{\textbf{V}} \u
1397, 1408, 1417, 1574, 1581, 1612, 1640, 1655, 1671, 1927 \textcolor 1500, 2747 \textit 953, 995, 996, 997, 998, 1681, 1972, 2032 \textsc 1363 \textsf 1574, 1655 \textstyle 1773, 1804 \texttt 1107, 1363, 1497, 1498, 1499, 1500, 2801 \thepage 1260, 1519 \theparagraph 1238 \Theta 1708 \thinspace 2801 \thinspace 2801 \thinspace 1501	\text{TmpTransitionFive} \\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\	\usetikzlibrary 58, 416, 1080, 1284, 1431, 2038, 2346, 2387, 2418, 2706, 2794 \times V \usetimes \text{varepsilon} 491, 502, 503, 1128, 1755, 1761, 1790, 1801 \usetimes \text{till} 2469 \usetimes \text{vrule} 2676, 2680 \usetimes \text{vspace} 1626, 1644, 2689, 2691 \times \text{X} \uxetimes \text{xappto} 2445, 2451, 2455
1397, 1408, 1417, 1574, 1581, 1612, 1640, 1655, 1671, 1927 \textcolor 1500, 2747 \textit 953, 995, 996, 997, 998, 1681, 1972, 2032 \textsc 1363 \textsf 1574, 1655 \textstyle 1773, 1804 \texttt 1107, 1363, 1497, 1498, 1499, 1500, 2801 \thepage 1260, 1519 \theparagraph 1238 \Theta 1708 \thinspace 2801 \tikz 23	\text{TmpTransitionFive} \tag{2048, 2069} \text{TmpTransitionFive} \tag{2045, 2066} \text{TmpTransitionFour} \tag{2044, 2065} \text{TmpTransitionNine} \tag{2049, 2070} \text{TmpTransitionOne} \tag{2041, 2062} \text{TmpTransitionSeven} \tag{2047, 2068} \text{TmpTransitionSix} \tag{2046, 2067} \text{TmpTransitionTen} \tag{2050, 2071} \text{TmpTransitionThree} \tag{2043, 2064} \text{TmpTransitionTwo} \text{.}	\usetikzlibrary 58, 416, 1080, 1284, 1431, 2038, 2346, 2387, 2418, 2706, 2794 \times \text{V} \text{\value 2183} \text{\varepsilon 491,} 502, 503, 1128, 1755, 1761, 1790, 1801 \text{\vfill 2469} \text{\varue 2676, 2680} \text{\vspace 1626, 1644, 2689, 2691} \text{X} \text{\xappto 2445, 2451, 2455} \text{\xdef 1314}
1397, 1408, 1417, 1574, 1581, 1612, 1640, 1655, 1671, 1927 \textcolor 1500, 2747 \textit 953, 995, 996, 997, 998, 1681, 1972, 2032 \textsc 1363 \textsf 1574, 1655 \textstyle 1773, 1804 \texttt 1107, 1363, 1497, 1498, 1499, 1500, 2801 \thepage 1260, 1519 \theparagraph 1238 \Theta 1708 \thinspace 2801 \tikz 1501 tikz: bbaum 23 tikz: li binaer baum 21	\text{TmpTransitionFive} \tag{2048, 2069} \text{TmpTransitionFive} \tag{2045, 2066} \text{TmpTransitionFour} \tag{2044, 2065} \text{TmpTransitionNine} \tag{2049, 2070} \text{TmpTransitionOne} \tag{2041, 2062} \text{TmpTransitionSeven} \tag{2047, 2068} \text{TmpTransitionSix} \tag{2046, 2067} \text{TmpTransitionTen} \tag{2050, 2071} \text{TmpTransitionThree} \tag{2043, 2064} \text{TmpTransitionTwo} \tag{2042, 2063}	\usetikzlibrary 58, 416, 1080, 1284, 1431, 2038, 2346, 2387, 2418, 2706, 2794 V \usetikzlibrary 2183 \usetikzlibrary 2183 \usetikzlibrary 491, 502, 503, 1128, 1755, 1761, 1790, 1801 \usetikzlibrary 2676, 2680 \usetikzlibrary 2676, 2680 \usetikzlibrary 2469 \usetikzlibrary 2469, 2691 X \usetikzlibrary 2445, 2451, 2455 \usetikzlibrary 2451 \usetikzlibrary 2451
1397, 1408, 1417, 1574, 1581, 1612, 1640, 1655, 1671, 1927 \textcolor 1500, 2747 \textit 953, 995, 996, 997, 998, 1681, 1972, 2032 \textsc 1363 \textsf 1574, 1655 \textstyle 1773, 1804 \texttt 1107, 1363, 1497, 1498, 1499, 1500, 2801 \thepage 1260, 1519 \theparagraph 1238 \Theta 1708 \thinspace 2801 \tikz 1501 tikz 1501 tikz: bbaum 23 tikz: li binaer baum 21 \tikzchildnode 432	\text{TmpTransitionFive} \tag{2048, 2069} \text{TmpTransitionFive} \tag{2045, 2066} \text{TmpTransitionFour} \tag{2044, 2065} \text{TmpTransitionNine} \tag{2049, 2070} \text{TmpTransitionOne} \tag{2041, 2062} \text{TmpTransitionSeven} \tag{2047, 2068} \text{TmpTransitionSix} \tag{2046, 2067} \text{TmpTransitionTen} \tag{2050, 2071} \text{TmpTransitionThree} \tag{2043, 2064} \text{TmpTransitionTwo} \tag{2042, 2063} \text{TmpX} \tag{2073}	\usetikzlibrary 58, 416, 1080, 1284, 1431, 2038, 2346, 2387, 2418, 2706, 2794 \times V \usetimes \text{value} 2183 \usetimes \text{varepsilon} 491, 502, 503, 1128, 1755, 1761, 1790, 1801 \usetimes \text{iil} 2469 \usetimes \text{vrule} 2676, 2680 \usetimes \text{vspace} 1626, 1644, 2689, 2691 \times \text{X} \uxetimes \text{xappto} 2445, 2451, 2455 \uxetimes \text{xdef} 1314 \uxintApply Unbraced
1397, 1408, 1417, 1574, 1581, 1612, 1640, 1655, 1671, 1927 \textcolor 1500, 2747 \textit 953, 995, 996, 997, 998, 1681, 1972, 2032 \textsc 1363 \textsf 1574, 1655 \textstyle 1773, 1804 \texttt 1107, 1363, 1497, 1498, 1499, 1500, 2801 \thepage 1260, 1519 \theparagraph 1238 \Theta 1708 \thinspace 2801 \tikz 1501 tikz 1501 tikz: bbaum 23 tikz: li binaer baum 21 \tikzchildnode 432 \tikzparentnode 432	\text{TmpTransitionFive} \tag{2048, 2069} \text{TmpTransitionFive} \tag{2045, 2066} \text{TmpTransitionFour} \tag{2044, 2065} \text{TmpTransitionNine} \tag{2049, 2070} \text{TmpTransitionOne} \tag{2041, 2062} \text{TmpTransitionSeven} \tag{2047, 2068} \text{TmpTransitionSix} \tag{2046, 2067} \text{TmpTransitionTen} \tag{2050, 2071} \text{TmpTransitionThree} \tag{2043, 2064} \text{TmpTransitionTwo} \tag{2042, 2063} \text{TmpX} \tag{2073} \text{TmpY} \text{2074}	\usetikzlibrary 58,
1397, 1408, 1417, 1574, 1581, 1612, 1640, 1655, 1671, 1927 \textcolor 1500, 2747 \textit 953, 995, 996, 997, 998, 1681, 1972, 2032 \textsc 1363 \textsf 1574, 1655 \textstyle 1773, 1804 \texttt 1107, 1363, 1497, 1498, 1499, 1500, 2801 \thepage 1260, 1519 \theparagraph 1238 \Theta 1708 \thinspace 2801 \tikz 1501 tikz 1501 tikz: bbaum 23 tikz: li binaer baum 21 \tikzparentnode 432 \tikzparentnode 432 \tikzset 98,	\text{TmpTransitionFive} \tag{2048, 2069} \text{TmpTransitionFive} \tag{2045, 2066} \text{TmpTransitionFour} \tag{2044, 2065} \text{TmpTransitionNine} \tag{2049, 2070} \text{TmpTransitionOne} \tag{2041, 2062} \text{TmpTransitionSeven} \tag{2047, 2068} \text{TmpTransitionSix} \tag{2046, 2067} \text{TmpTransitionTen} \tag{2050, 2071} \text{TmpTransitionThree} \tag{2043, 2064} \text{TmpTransitionTwo} \tag{2042, 2063} \text{TmpX} \tag{2073} \text{TmpY} \text{2074} \text{2075} \text{2077}	\usetikzlibrary 58, 416, 1080, 1284, 1431, 2038, 2346, 2387, 2418, 2706, 2794 \times v \times \usetimes v \times \usetimes \undersetimes \underseti
1397, 1408, 1417, 1574, 1581, 1612, 1640, 1655, 1671, 1927 \textcolor 1500, 2747 \textit 953, 995, 996, 997, 998, 1681, 1972, 2032 \textsc 1363 \textsf 1574, 1655 \textstyle 1773, 1804 \texttt 1107, 1363, 1497, 1498, 1499, 1500, 2801 \thepage 1260, 1519 \theparagraph 1238 \Theta 1708 \thinspace 2801 \tikz 1501 tikz 1501 tikz: bbaum 23 tikz: li binaer baum 21 \tikzchildnode 432 \tikzparentnode 432	\text{TmpTransitionFive} \tag{2048, 2069} \text{TmpTransitionFive} \tag{2045, 2066} \text{TmpTransitionFour} \tag{2044, 2065} \text{TmpTransitionNine} \tag{2049, 2070} \text{TmpTransitionOne} \tag{2041, 2062} \text{TmpTransitionSeven} \tag{2047, 2068} \text{TmpTransitionSix} \tag{2046, 2067} \text{TmpTransitionTen} \tag{2050, 2071} \text{TmpTransitionThree} \tag{2043, 2064} \text{TmpTransitionTwo} \tag{2042, 2063} \text{TmpX} \tag{2073} \text{TmpY} \text{2074}	\usetikzlibrary 58,
1397, 1408, 1417, 1574, 1581, 1612, 1640, 1655, 1671, 1927 \textcolor 1500, 2747 \textit 953, 995, 996, 997, 998, 1681, 1972, 2032 \textsc 1363 \textsf 1574, 1655 \textstyle 1773, 1804 \texttt 1107, 1363, 1497, 1498, 1499, 1500, 2801 \thepage 1260, 1519 \theparagraph 1238 \Theta 1708 \thinspace 2801 \tikz 1501 tikz 1501 tikz: bbaum 23 tikz: li binaer baum 21 \tikzparentnode 432 \tikzparentnode 432 \tikzset 98,	\text{TmpTransitionFive} \tag{2048, 2069} \text{TmpTransitionFive} \tag{2045, 2066} \text{TmpTransitionFour} \tag{2044, 2065} \text{TmpTransitionNine} \tag{2049, 2070} \text{TmpTransitionOne} \tag{2041, 2062} \text{TmpTransitionSeven} \tag{2047, 2068} \text{TmpTransitionSix} \tag{2046, 2067} \text{TmpTransitionTen} \tag{2050, 2071} \text{TmpTransitionThree} \tag{2043, 2064} \text{TmpTransitionTwo} \tag{2042, 2063} \text{TmpX} \tag{2073} \text{TmpY} \text{2074} \text{2075} \text{2077}	\usetikzlibrary 58, 416, 1080, 1284, 1431, 2038, 2346, 2387, 2418, 2706, 2794 \times v \times \usetimes v \times \usetimes \undersetimes \underseti
1397, 1408, 1417, 1574, 1581, 1612, 1640, 1655, 1671, 1927 \textcolor 1500, 2747 \textit 953, 995, 996, 997, 998, 1681, 1972, 2032 \textsc 1363 \textsf 1574, 1655 \textstyle 1773, 1804 \texttt 1107, 1363, 1497, 1498, 1499, 1500, 2801 \thepage 1260, 1519 \theparagraph 1238 \Theta 1708 \thinspace 2801 \tikz 1501 tikz 1501 tikz: bbaum 23 tikz: li binaer baum 21 \tikzchildnode 432 \tikzparentnode 432 \tikzset 98, 145, 211, 417, 443,	\text{TmpTransitionFive} \tag{2048, 2069} \text{TmpTransitionFive} \tag{2045, 2066} \text{TmpTransitionFour} \tag{2044, 2065} \text{TmpTransitionNine} \tag{2049, 2070} \text{TmpTransitionOne} \tag{2041, 2062} \text{TmpTransitionSeven} \tag{2047, 2068} \text{TmpTransitionSix} \tag{2046, 2067} \text{TmpTransitionTen} \tag{2050, 2071} \text{TmpTransitionThree} \tag{2043, 2064} \text{TmpTransitionTwo} \tag{2042, 2063} \text{TmpX} \tag{2073} \text{TmpY} \text{2074} \text{2075} \text{2077}	\usetikzlibrary 58,
1397, 1408, 1417, 1574, 1581, 1612, 1640, 1655, 1671, 1927 \textcolor 1500, 2747 \textit 953, 995, 996, 997, 998, 1681, 1972, 2032 \textsc 1363 \textsf 1574, 1655 \textstyle 1773, 1804 \texttt 1107, 1363, 1497, 1498, 1499, 1500, 2801 \thepage 1260, 1519 \theparagraph 1238 \Theta 1708 \thinspace 2801 \tikz 1501 \tikz 1501 \tikz: bbaum 23 \tikz: li binaer baum 21 \tikzchildnode 432 \tikzparentnode 432 \tikzset 98, 145, 211, 417, 443, 1285, 1432, 2077,	\tag{2048, 2069} \tag{2048, 2069} \tag{2045, 2066} \tag{2045, 2066} \tag{2044, 2065} \tag{2044, 2065} \tag{2049, 2070} \tag{2049, 2070} \tag{2041, 2062} \tag{2062} \tag{2047, 2068} \tag{2047, 2068} \tag{2047, 2068} \tag{2046, 2067} \tag{2046, 2067} \tag{2050, 2071} \tag{2050, 2071} \tag{2050, 2071} \tag{2042, 2063} \tag{2042, 2063} \tag{2072} \tag{2073} \tag{2074} \tag{2074} \tag{2074} \tag{2074} \tag{2074} \tag{2074} \tag{2074} \tag{2076} \tag{2076}	\usetikzlibrary 58,
1397, 1408, 1417, 1574, 1581, 1612, 1640, 1655, 1671, 1927 \textcolor 1500, 2747 \textit 953, 995, 996, 997, 998, 1681, 1972, 2032 \textsc 1363 \textsf 1574, 1655 \textstyle 1773, 1804 \texttt 1107, 1363, 1497, 1498, 1499, 1500, 2801 \thepage 1260, 1519 \theparagraph 1238 \Theta 1708 \thinspace 2801 \tikz 1501 tikz: bbaum 23 tikz: li binaer baum 21 \tikzchildnode 432 \tikzparentnode 432 \tikzset 98, 145, 211, 417, 443, 1285, 1432, 2077, 2203, 2407, 2561, 2779 \tikzumlset 2707	\tag{2048, 2069} \tag{2048, 2069} \tag{2045, 2066} \tag{2045, 2066} \tag{2044, 2065} \tag{2044, 2065} \tag{2049, 2070} \tag{2049, 2070} \tag{2041, 2062} \tag{2041, 2062} \tag{2047, 2068} \tag{2047, 2068} \tag{2047, 2068} \tag{2046, 2067} \tag{2046, 2067} \tag{2050, 2071} \tag{2071} \tag{2050, 2071} \tag{2072} \tag{2043, 2064} \tag{2063} \tag{2072} \tag{2073} \tag{2074} \tag{2073} \tag{2074} \tag{2074} \tag{2074} \tag{2074} \tag{2074} \tag{2075} \tag{2076} \tag{2076} \tag{2077} \t	\usetikzlibrary 58,
1397, 1408, 1417, 1574, 1581, 1612, 1640, 1655, 1671, 1927 \textcolor 1500, 2747 \textit	\text{TmpTransitionFive} \tag{2048, 2069} \text{TmpTransitionFive} \tag{2045, 2066} \text{TmpTransitionFour} \tag{2044, 2065} \text{TmpTransitionNine} \tag{2049, 2070} \text{TmpTransitionOne} \tag{2041, 2062} \text{TmpTransitionSeven} \tag{2047, 2068} \text{TmpTransitionSix} \tag{2046, 2067} \text{TmpTransitionTen} \tag{2050, 2071} \text{TmpTransitionThree} \tag{2043, 2064} \text{TmpTransitionTwo} \tag{2042, 2063} \text{TmpX} \tag{2073} \text{TmpY} \text{2073} \text{TmpY} \text{2074} \text{today} \text{1517} \text{tfamily} \text{2359, 2360} \text{unlaggreg} \text{1085, 2359, 2360} \text{umlaggreg} \text{1048}	\usetikzlibrary 58,
1397, 1408, 1417, 1574, 1581, 1612, 1640, 1655, 1671, 1927 \textcolor 1500, 2747 \textit	\text{TmpTransitionFive} \tag{2048, 2069} \text{TmpTransitionFive} \tag{2045, 2066} \text{TmpTransitionFour} \tag{2044, 2065} \text{TmpTransitionNine} \tag{2049, 2070} \text{TmpTransitionOne} \tag{2041, 2062} \text{TmpTransitionSeven} \tag{2047, 2068} \text{TmpTransitionSix} \tag{2046, 2067} \text{TmpTransitionTen} \tag{2050, 2071} \text{TmpTransitionThree} \tag{2043, 2064} \text{TmpTransitionTwo} \tag{2042, 2063} \text{TmpX} \tag{2073} \text{TmpY} \text{2073} \text{TmpY} \text{2074} \text{today} \text{2071} \text{tfamily} \text{2073} \text{TmpY} \text{2074} \text{today} \text{2073} \text{1017} \text{tfamily} \text{2073} \text{2074} \text{today} \text{2073} \text{2073} \text{2073} \text{2074} \text{today} \text{2073} \text{2074} \text{today} \text{2073} \text{2073} \text{2073} \text{2074} \text{2063} \text{2073} \text{2073} \text{2074} \text{2074} \text{2063} \text{2073} \text{2074} \text{2063} \text{2074} \text{2063} \text{2074} \text{2063} \text{2074} \text{2064} \text{2075} 2075	\usetikzlibrary 58,
1397, 1408, 1417, 1574, 1581, 1612, 1640, 1655, 1671, 1927 \textcolor 1500, 2747 \textit	\text{TmpTransitionFive} \tag{2048, 2069} \text{TmpTransitionFive} \tag{2045, 2066} \text{TmpTransitionFour} \tag{2044, 2065} \text{TmpTransitionNine} \tag{2049, 2070} \text{TmpTransitionOne} \tag{2041, 2062} \text{TmpTransitionSeven} \tag{2047, 2068} \text{TmpTransitionSix} \tag{2046, 2067} \text{TmpTransitionTen} \tag{2050, 2071} \text{TmpTransitionThree} \tag{2043, 2064} \text{TmpTransitionTwo} \tag{2042, 2063} \text{TmpX} \tag{2073} \text{TmpY} \text{2073} \text{TmpY} \text{2074} \text{today} \text{1517} \text{tfamily} \text{2359, 2360} \text{unlaggreg} \text{1085, 2359, 2360} \text{umlaggreg} \text{1048}	\usetikzlibrary 58,

$\xim Length$	 2255		${f Z}$		\zustandsnamens@liste	
		\ZB		1697	1146, 1153, 1	1154
\xintnthelt	 2267	\zB		1696		