# lehramt-informatik

# Hermine B<br/>schlangaul $^\ast$

# September 4, 2021

# Contents

1	Klas	ssen	<b>2</b>
	1.1	Vorlage Theorie-Teil	3
	1.2	Vorlage Aufgabensammlung	4
	1.3	Vorlage Aufgabe	5
2	Pak		6
	2.1	abmessung.sty	7
	2.2	aufgaben-einbinden.sty	8
	2.3	aufgaben-metadaten.sty	9
	2.4	·	10
		2.4.1 Endlicher Automat	10
			12
			13
	2.5	V	16
	2.6	baum.sty	20
		2.6.1 Binärbaum	21
			22
		2.6.3 B-Baum	23
	2.7		24
	2.8	chomsky-normalform.sty	25
	2.9	1 0	27
			27
		2.9.2 Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle	28
	2.10	v	30
			30
		2.10.2 TeX-Markup-Beispiel	30
	2.11	V	31
			31
			31
		2.11.3 Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)	31
			32
			34
		2.11.6 Dekorierer (Decorator)	36
		\ 1	37
			38
			38
		\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	40
		2.11.11 Kompositum (Composite)	41
		2.11.12 Modell-Präsentation-Steuerung (Model-View-Controller)	42
			43
	2.12	er.sty	45
		2.12.1 Tex-Markup-Beispiel: Komplettes Diagramm	45

<sup>\*</sup>E-mail: hermine.bschlangaul@gmx.net

	2.12.2 Tex-Markup-Beispiel: EER Enhanced Entity-Relation-Modell nach
	Elmasri/Navante
	2.12.3 Makro-Kürzel
	formale-sprachen.sty
2.14	formatierung.sty
	2.14.1 Schriftarten / Typographie
	2.14.2 Farben
	2.14.3 Überschriften
	2.14.4 Listen
	2.14.5 Kasten
	2.14.6 Header
2 15	gantt.sty
	grafik.sty
	graph.sty
	hanoi.sty
2.19	klassen-konfiguration-aufgabe.sty
2.20	komplexitaetstheorie.sty
	2.20.1 Makro-Kürzel
2.21	kontrollflussgraph.sty
	2.21.1 Makro-Kürzel
	2.21.2 TeX-Markup-Beispiel
	2.21.3 TikZ: pin
	2.21.4 Umgebungen
	2.21.5 Makros
2 22	kopf-fusszeilen.sty
	literatur-dummy.sty
	literatur.sty
	makros.sty
2.20	master-theorem.sty
~ ~ <b>-</b>	2.26.1 Makro-Kürzel
	mathe.sty
	minimierung.sty
2.29	normalformen.sty
	2.29.1 Makro-Kürzel
2.30	petri.sty
	2.30.1 Makro-Kürzel
2.31	potenzmengen-konstruktion.sty
	pseudo.sty
2.33	pumping-lemma.sty
	quicksort.sty
	relationale-algebra.sty
	rmodell.sty
2.00	2.36.1 Makro-Kürzel
9 97	
	sortieren.sty
	spalten.sty
	sql.sty
	struktogramm.sty
2.41	syntax.sty
	2.41.1 Makro-Kürzel
2.42	syntaxbaum.sty
2.43	synthese-algorithmus.sty
	2.43.1 Makro-Kürzel
	2.43.2 TeX-Markup Grundgerüst
	2.43.3 TeX-Markup Linksreduktion
	2.43.4 TeX-Markup Rechtreduktion
9 44	2.43.5 TeX-Markup Relationen formen
	tabelle.sty
2.45	typographie.sty

3	Inde	ex																-	112
		2.49.1	Makro-	Kürzel			٠		•	 ٠	 •	٠	•			•			111
	2.49	wpkalk	uel.sty																111
	2.48	wasser	fall.sty																110
		2.47.1	Makro-	Kürzel															108
	2.47	vollsta	endige-i	nduktion	$\mathrm{on.st}$	y .													108
	2.46	uml.sty	7																106

# 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 abmessung.sty

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

### 2.2 aufgaben-einbinden.sty

```
14 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                          15 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-aufgaben-einbinden}[2020/06/13]
           \liaufgabe Eine Aufgaben mit den Pfad relativ zu Wurzelverzeichnis dieses Repository einbinden.
                          16 \def\liAufgabe#1{
                          17 \input{\LehramtInformatikRepository/#1.tex}
                          18 }
   \liExamensAufgabe
                        Eine Examensaufgaben mit den Pfad relativ zu Staatsexamen einbinden, z.
                        \liExamensAufgabe{46116/2015/09/Thema-2/Teilaufgabe-1/Aufgabe-3}
                          19 \def\liExamensAufgabe#1{
                          {\tt 20} \quad \verb|\input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/\#1.tex}|
                          21 }
\liExamensAufgabeTTA
                          22 \left( \frac{4}{1} ExamensAufgabeTTA #1 / #2 / #3 : Thema #4 Teilaufgabe #5 Aufgabe #6 {
                          23 \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Thema-#4/Teilaufgabe-
                            #5/Aufgabe-#6.tex}
                          24 }
 \liExamensAufgabeTA
                          25\ \mbox{def}\ \mbox{liExamensAufgabeTA}\ \mbox{#1}\ /\ \mbox{#2}\ /\ \mbox{#3}\ :\ \mbox{Thema}\ \mbox{#4}\ \mbox{Aufgabe}\ \mbox{\#5}\ \mbox{\{}
                              \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Thema-#4/Aufgabe-#5.tex}
                          27 }
  \liExamensAufgabeA
                          28 \def\liExamensAufgabeA #1 / #2 / #3 : Aufgabe #4 {
                               \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Aufgabe-#4.tex}
                          30 }
                          31
```

### 2.3 aufgaben-metadaten.sty

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

\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,
}
36 \def\liAufgabenMetadaten#1{
37
38
     \_setze_variablen_zurueck:
39
    \tl_clear:N \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl
40
41
     \keys_set:nn { aufgabenmetadaten } {
42
43
44
45
46
     \_setze_relativen_pfad:
47
     \tl_if_empty:NTF \g_auf_titel_tl
48
49
       \msg_fatal:nn { aufgabenmetadaten } { kein-titel }
50
    }
51
     {
52
    }
53
54
     \_gib_examen_titel: {}
55
56
57
     \section{\_gib_aufgaben_titel:}
58
59
     \bigskip
60 }
61 \ExplSyntaxOff
```

\liAufgabenTitel Momentan eine dummy Makro das die Thematik enthält.

62 \def\liAufgabenTitel#1{}

 $\label{linear} \$  Relativer Pfad zu einer identischen Aufgabe.  $\$  lildentischeAufgabe $\{\langle relativer-pfad\rangle\}$ 63 \def\liIdentischeAufgabe#1{}

64

#### 2.4 automaten.sty

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

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

#### 2.4.1 Endlicher Automat

```
67 \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}
```



```
68 \RequirePackage{tikz}
```

69 \usetikzlibrary{arrows,automata,positioning}

70 \liLadePakete{mathe}

71 \directlua{

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

73 }

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

```
74 \ExplSyntaxOn
```

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

76 \tl\_set:Nn \l\_zustaende\_tl {Z}

77 \tl\_set:Nn \l\_alphabet\_tl {\Sigma}

78 \tl\_set:Nn \l\_delta\_tl {\delta}

79 \tl\_set:Nn \l\_ende\_tl {E}

80  $\t \$  \tl\_set:\n \l\_start\_tl {z\sb{0}}

81 \tl\_set:Nn \l\_typ\_tl {}

82

83 \keys\_define:nn { automat } {

zustaende .code:n = {\tl\_set:Nn \l\_zustaende\_tl {\liMenge{##1}}},

alphabet .code:n = {\tl\_set:Nn \l\_alphabet\_tl {\liMenge{##1}}},

delta .code:n = {\tl\_set:Nn \l\_delta\_tl {##1}},

7 ende .code:n = {\tl\_set:Nn \l\_ende\_tl {\liMenge{##1}}},

```
start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
                                                                                        89
                                                                                                                   dea .value_forbidden:n = true,
                                                                                                                   \label{lem:dea:code:n} \dea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{DEA}}}}},
                                                                                        90
                                                                                                                   nea .value_forbidden:n = true,
                                                                                        91
                                                                                                                  nea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{NEA}}}},
                                                                                        92
                                                                                        93
                                                                                        94
                                                                                                          \keys_set:nn { automat } { #2 }
                                                                                        95
                                                                                        96
                                                                                                          $#1 \l_typ_tl = (
                                                                                        97
                                                                                        98
                                                                                                                   \l_zustaende_tl,
                                                                                                                   \l_alphabet_tl,
                                                                                        99
                                                                                                                   \l_delta_tl,
                                                                                     100
                                                                                                                   \l_ende_tl,
                                                                                     101
                                                                                                                   \label{local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_local_loc
                                                                                     102
                                                                                     103
                                                                                                      )$
                                                                                     104 }
                                                                                    105 \ExplSyntaxOff
\liAutomatenKante Let-Abkürzung: \let\k=\liAutomatenKante
                                                                                     106 \def\liAutomatenKante#1#2#3#4{
                                                                                    107 \path (#1) edge[#4] node{#3} (#2);
                                                                                     108 }
                                                                                    109 \tikzset{
                                                                                    110 li automat/.style={
                                                                                     111
                                                                                                                  ->,
                                                                                     112
                                                                                                                 node distance=2cm
                                                                                    113 },
                                                                                    114 }
```

### 2.4.2 Kellerautomat

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

```
115 \ExplSyntaxOn
116 \NewDocumentCommand {\liKellerAutomat} { O{K} m } {
117
     \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
     \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
     \tl_set:Nn \l_kelleralphabet_tl {\Gamma}
119
     \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
120
121
     \t: Nn \l_start_tl \{z\sb\{0\}\}\
122
     \tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {\#}
123
     \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
124
125
     \keys_define:nn { kellerautomat } {
       zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},
126
       alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
127
       kelleralphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_kelleralphabet_tl {\liMenge{##1}}},
128
       delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
129
130
       start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
```

```
kellerboden .code:n = {\tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {##1}},
                      132
                              ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
                      133
                           }
                      134
                            \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
                      135
                      136
                            $#1 = (
                      137
                              \l_zustaende_tl,
                      138
                              \l_alphabet_tl,
                      139
                              \l_kelleralphabet_tl,
                      140
                              \l_delta_tl,
                      141
                      142
                              \l_start_tl,
                              \l_kellerboden_tl,
                      143
                      144
                              \l_ende_tl
                           )$
                      145
                      146 }
                      147 \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}
                      148 \ExplSyntaxOn
                      149 \def\liKellerUebergang#1{
                            \directlua{automaten.drucke_keller_uebergaenge('#1')}
                      152 \ExplSyntaxOff
                     \label{likellerKante} $$ \left( ikz - optionen \right) \left( von \right) \left( zu \right) \left( ibergange \right) \right. $$
    \liKellerKante
                     Let-Abkürzung: \let\k=\liKellerKante
                      153 \NewDocumentCommand{\liKellerKante} { O{above} m m m } {
                      154
                            \path (#2) edge[#1] node{\liKellerUebergang{#4}} (#3);
                      155 }
                      156 \tikzset{
                           li keller knoten/.style={
                      157
                              text width=2cm,
                      158
                              align=center,
                      159
                              font=\footnotesize,
                      160
                      161
                           },
                           li kellerautomat/.style={
                      162
                      163
                              li automat,
                              every edge/.append style={
                      164
                                every node/.style={
                      165
                                  li keller knoten
                      166
                      167
                      168
                      169
                      170 }
                     2.4.3 Turingmaschine
                      171 \RequirePackage{amssymb}
\liTuringLeerzeichen
```

172 \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\})
                                                          173 \ExplSyntaxOn
                                                          174 \NewDocumentCommand {\liTuringMaschine} { O{TM} m } {
                                                                      \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
                                                          175
                                                                      \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
                                                          176
                                                          177
                                                                      \tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\Gamma}
                                                                      \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
                                                                      \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
                                                          179
                                                                      \verb|\tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {\liTuringLeerzeichen}|
                                                          180
                                                          181
                                                                      \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
                                                          182
                                                                      \keys_define:nn { kellerautomat } {
                                                           183
                                                                           zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},
                                                           184
                                                                           alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
                                                           185
                                                                           bandalphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\liMenge{##1}}},
                                                           186
                                                           187
                                                                           delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
                                                                           start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
                                                           188
                                                                           leerzeichen .code:n = {\tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {##1}},
                                                           189
                                                           190
                                                                           ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
                                                           191
                                                           192
                                                                      \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
                                                          193
                                                          194
                                                                      \text{text}\{\#1\} = (
                                                          195
                                                                           \l_zustaende_tl,
                                                          196
                                                          197
                                                                           \l_alphabet_tl,
                                                                           \l_bandalphabet_tl,
                                                           198
                                                                           \l_delta_tl,
                                                           199
                                                          200
                                                                           \l_start_tl,
                                                          201
                                                                           \l_leerzeichen_tl,
                                                          202
                                                                           \l_ende_tl
                                                          203
                                                                     )$
                                                          204 }
                                                          205 \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)
                                                          206 \ExplSyntaxOn
                                                          207 \def\liTuringUebergangZelle#1{
                                                                    \directlua{tex.print(automaten.gib_einen_turing_uebergang('#1'))}
                                                          209 }
                                                          210 \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)
```

 $(\Box:\Box,R)$ 

```
211 \ExplSyntaxOn
                       212 \def\liTuringUebergaenge#1{
                       213 \directlua{automaten.drucke_turing_uebergaenge('#1')}
                       214 }
                       215 \verb|\ExplSyntaxOff|
                      \label{linear_continuous} \label{linear_continuous} $$ \clin (zustand-oder-lese) {(schreibe)} {(richtung)} $$
       \liTuringKante
                      Let-Abkürzung: \let\t=\liTuringKante
                       216 \NewDocumentCommand{\liTuringKante} { O{above} m m m } {
                            \path (#2) edge[#1] node{\liTuringUebergaenge{#4}} (#3);
                       218 }
\liTuringUeberfuehrung
                       219 \def\liTuringUeberfuehrung{
                       221 }
                       222 \tikzset{
                       223 li turingmaschine/.style={
                              li automat,
                       224
                              every edge/.append style={
                       225
                                every node/.style={
                       226
                                 li keller knoten
                       227
                       228
                       229
                              }
                       230
                           }
                       231 }
                       232
```

### 2.5 basis.sty

```
233 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                     234 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-basis}[2020/11/27]
                     235 \RequirePackage{xparse}
                     236 \ExplSyntaxOn
    \liLadePakete
                     237 \NewDocumentCommand{\liLadePakete}{ m }
                          \clist_map_inline:nn { #1 } { \RequirePackage{lehramt-informatik-##1} }
                     240 }
\liLadeAllePakete
                     241 \def\liLadeAllePakete{
                     242 \liLadePakete{
                     243
                            aufgaben-einbinden,
                     244
                            automaten,
                     245
                            baum,
                     246
                            checkbox,
                     247
                            chomsky-normalform,
                     248
                            cpm,
                            cyk-algorithmus,
                     249
                     250
                            entwurfsmuster,
                     251
                            er,
                            formale-sprachen,
                     252
                     253
                            gantt,
                            grafik,
                     254
                     255
                            graph,
                            hanoi,
                     256
                     257
                            kontrollflussgraph,
                     258
                            makros,
                     259
                            master-theorem,
                     260
                            mathe,
                            minimierung,
                     261
                            normalformen,
                     262
                            petri,
                     263
                     264
                            potenzmengen-konstruktion,
                     265
                            pseudo,
                            quicksort,
                     266
                            relationale-algebra,
                     267
                     268
                            rmodell,
                     269
                            sortieren,
                     270
                            spalten,
                     271
                            struktogramm,
                    272
                            syntax,
                    273
                            syntaxbaum,
                     274
                            synthese-algorithmus,
                     275
                            tabelle.
                     276
                            typographie,
                     277
                            uml,
                     278
                            vollstaendige-induktion,
                     279
                            wasserfall,
                     280
                            wpkalkuel,
                     281
                         }
                     282 }
```

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.

```
283 \clist_new:N \g_auf_schluessel_clist 284 \clist_set:Nn \g_auf_schluessel_clist {
```

```
titel,
285
286
     thematik,
287
     stichwoerter,
288
     zitat_schluessel,
289
     zitat_beschreibung,
290
     bearbeitungs_stand,
291
     korrektheit,
292
     %
293
294
     relativer_pfad,
     identische_aufgabe,
296
297
     examen_nummer,
298
     examen_jahr,
299
     examen_monat,
300
     examen_thema_nr,
301
     examen_teilaufgabe_nr,
302
     examen_aufgabe_nr,
303 }
   Initialisierung der globalen Token-List-Variablen \g_auf_***_t1. auf steht für Auf-
gabe.
304 \verb|\clist_map_inline:Nn \g_auf_schluessel_clist \{
305 \tl_new:c {g_auf_#1_tl}
306 }
   Funktion über alle globalen Token-List-Variablen zurückzusetzten.
307 \cs_new:Npn \_setze_variablen_zurueck: {
     \clist_map_inline:Nn \g_auf_schluessel_clist {
309
       \tl_clear:c {g_auf_##1_tl}
310
311 }
   Die einzelnen Schlüssel sind im Interface AufgabenMetadaten in der Typescript-Datei
.scripts/nodejs/src/aufgaben.ts erklärt.
312 \keys_define:nn { aufgabenmetadaten }
314
     Titel .tl_gset:N = \g_auf_titel_tl,
     Thematik .tl_gset:N = \g_auf_thematik_tl,
315
316
     Stichwoerter .tl_gset:N = \g_auf_stichwoerter_tl,
     \label{eq:continuous} \mbox{ZitatSchluessel .tl\_gset:} \mbox{$\mathbb{N}$ = $\g_auf\_zitat\_beschreibung\_tl},
317
     318
319
320
     BearbeitungsStand .tl_gset:N = \g_auf_bearbeitungs_stand_tl,
321
     Korrektheit .tl_gset:N = \g_auf_korrektheit_tl,
322
323
     RelativerPfad .tl_gset:N = \g_auf_relativer_pfad_tl,
     Identische Aufgabe \ .tl\_gset: \verb|N = \g_auf\_identische\_aufgabe\_tl|,
324
325
326
     ExamenNummer .tl_gset:N = \g_auf_examen_nummer_tl,
     327
     ExamenMonat .tl_gset:N = \g_auf_examen_monat_tl,
328
     329
     330
331
     ExamenAufgabeNr .tl_gset:N = \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl,
332 }
333 \cs_gset:Npn \_setze_relativen_pfad: {
334
     \tl_if_empty:NTF \g_auf_relativer_pfad_tl
335
       \bool_if:nTF
336
337
         ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_nummer_tl &&
338
339
         ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_jahr_tl &&
         ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_monat_tl
340
```

```
341
       }
342
       {
         \tl_gset:Nn \g_auf_relativer_pfad_tl {
343
344
           Staatsexamen /
345
            \g_auf_examen_nummer_tl /
346
            \g_auf_examen_jahr_tl /
           \g_auf_examen_monat_tl /
347
           \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} { Thema - \g_auf_examen_thema_nr_tl / ]
348
           \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} { Teilaufgabe - \g_auf_examen_te
349
            \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} { Aufgabe - \g_auf_examen_aufgabe_nr_
350
351
352
       }
353
       {}
354
     }
     {}
355
356 }
357 \cs_gset:Npn \_gib_examen_titel: {
358
     \cs_set:Nn \_trenner: { \, / \, }
359
     \bool_if:nTF
360
361
       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_nummer_tl &&
362
       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_jahr_tl &&
       ! \t = \t \ \g_auf_examen_monat_tl &&
363
       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
364
     }
365
     {
366
367
       {
368
         \footnotesize
369
         \par
         \noindent
370
371
         Staatsexamen ~
372
         \g_auf_examen_nummer_tl \_trenner:
373
         \g_auf_examen_jahr_tl \_trenner:
374
375
         \tl_case:Nn \g_auf_examen_monat_tl
376
377
           { 03 } { Frühjahr }
           { 09 } { Herbst }
378
         } \_trenner:
379
380
         \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} {
381
           Thema ~ Nr. ~ \g_auf_examen_thema_nr_tl \_trenner:
382
383
         \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} {
384
           Teilaufgabe ~ Nr. ~ \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl \_trenner:
385
386
         \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} {
387
           Aufgabe ~ Nr. ~ \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
388
389
390
         \par
391
         \bigskip
392
       }
393
     }
394 }
395 \cs_new:Npn \_gib_github_url: {
     \tl_if_empty:NTF \g_auf_relativer_pfad_tl {} {
396
397
       Github :~\href{
398
         \LehramtInformatikGithubRawDomain /
         \LehramtInformatikGithubTexRepo /
399
         \LehramtInformatikGitBranch /
400
401
         \g_auf_relativer_pfad_tl
402
         \nolinkurl{\g_auf_relativer_pfad_tl}
403
```

```
404
405
     }
406 }
407 \cs_new:Npn \c_gib_aufgaben_titel: \{
     \g_auf_titel_tl
408
409
     \tl_if_empty:NTF \g_auf_thematik_tl
410
411
     {}
412
      \, ~ [
413
       \g_auf\_thematik\_tl
414
      ]
415
     }
416
417 }
418 \msg_new:nnn { aufgabenmetadaten } { kein-titel }
     { Der~Schlüssel~ist~zwingend~notwendig }
  \def\LehramtInformatikRepository{/pfad/zum/repository}
420 \input /etc/lehramt-informatik.config.tex
  biblatex not working with lualatex and babel
421 % \RequirePackage{polyglossia}
422 % \setmainlanguage{german}
423
```

## 2.6 baum.sty

```
424 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
425 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-baum}[2020/06/13 Zum Setzen von
426 Binär- und AVL-Bäumen. Hüll-Paket um TikZ and tikz-qtree.]
427 \RequirePackage{tikz}
für li binaer baum
428 \RequirePackage{tikz-qtree}
Für b baum
429 \usetikzlibrary{shapes.multipart}
```

#### 2.6.1 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}
```



```
430 \verb|\tikzset{} \{
    li binaer baum/.style={
431
       shorten <=2pt,
432
433
       shorten >=2pt,
434
       ->,
435
       every tree node/.style={
436
         minimum width=2em,
437
         draw,
438
         rectangle
439
       },
       blank/.style={
440
         draw=none
441
442
       edge from parent/.style={
443
444
          edge from parent path={(\tikzparentnode) -- (\tikzchildnode)}
445
446
       level distance=1cm,
447
       every label/.style={
448
449
         gray,
         font=\footnotesize,
450
         label position=0,
451
         label distance=0cm,
452
       }
453
454
     },
455 }
```

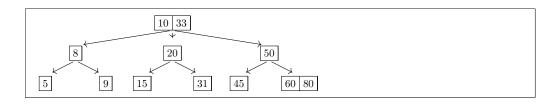
### 2.6.2 AVL-Baum

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



#### 2.6.3 B-Baum

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



```
456 \verb|\tikzset{} \{
     li bbaum knoten/.style={
457
458
       rectangle split parts=10,
459
       rectangle split,
460
       rectangle split horizontal,
461
       rectangle split ignore empty parts,
462
       fill=white
463
     },
464
     li bbaum/.style={
465
       every node/.style={
466
467
         li bbaum knoten
468
       level 1/.style={
469
470
         level distance=12mm,
471
          sibling distance=25mm,
472
473
       every child/.style={
474
          shorten <= 2pt,
          shorten >= 6pt,
475
476
       },
477
       level 2/.style={
478
479
         level distance=9mm,
480
          sibling distance=15mm,
481
482
     }
483 }
484
```

### 2.7 checkbox.sty

- 485 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
- 486 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-checkbox}[2020/12/14 Zum Setzen von
- 487 Multiple-Choice-Fragen. Simulation von Kästchen zum ankreuzen]
- 488 \RequirePackage{amssymb}
- \likichtig Angekreuztes Kästchen (nur innerhalb der itemize-Umgebung zu verwenden.
  - 489 \def\liRichtig{\item[\$\boxtimes\$]}
- \lifalsch Nicht angekreuztes Kästchen (nur innerhalb der itemize-Umgebung zu verwenden.
  - 490 \def\liFalsch{\item[\$\square\$]}

491

### 2.8 chomsky-normalform.sty

```
492 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                         493 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-chomsky-normalform}[2021/03/26
                         494 Hilfsmakros zum Setzen des Algorithmus zum Erreichen der Chomsky-Normalform]
                         496 \ExplSyntaxOn
                         497
                         498 \liLadePakete{typographie}
                        Let-Abkürzung: \let\schritt=\liChomskyUeberschrift
\liChomskyUeberschrift
                         499 \def\liChomskyUeberschrift#1{
                         500
                              {
                         501
                                 \bfseries
                                 \sffamily
                         502
                                 \str_case:nn {#1} {
                         503
                                   {1} {Elimination~der~$\varepsilon$-Regeln}
                         504
                                   {2} {Elimination~von~Kettenregeln}
                         505
                                   {3} {Separation~von~Terminalzeichen}
                         506
                                   {4} {Elimination~von~mehrelementigen~Nonterminalketten}
                         507
                         508
                                }
                         509
                              }
                         510 }
                        Let-Abkürzung: \let\erklaerung=\liChomskyErklaerung
  \liChomskyErklaerung
                            Hoffmann Seite 180
                         511 \def\li@chomsky@erklaerung@texte#1{
                              \str_case:nn {#1} {
                                %
                         513
                                {1} {
                         514
                                   Alle~Regeln~der~Form~$A~\rightarrow~\varepsilon$~werden~eliminiert.~
                         515
                                   Die~Ersetzung~von~$A$~wird~durch~$\varepsilon$~in~allen~anderen~
                         516
                                  Regeln~vorweggenommen.
                         517
                         518
                                {2} {
                         519
                         520
                                   Jede~Produktion~der~Form~$A~\rightarrow~B$~mit~$A,~B~\in~S$~wird~
                                   als~Kettenregel~bezeichnet.~Diese~tragen~nicht~zur~Produktion~
                         522
                                   \verb|von-Terminalzeichen-bei-und-lassen-sich-ebenfalls-eliminieren.|
                                }
                         523
                                {3} {
                         524
                                   Jedes~Terminalzeichen~$\sigma$,~das~in~Kombination~mit~anderen~
                         525
                                   Symbolen~auftaucht,~wird~durch~ein~neues~Nonterminal~
                         526
                                   $$\sb{\sigma}$~ersetzt~und~die~Menge~der~Produktionen~durch~die~
                         527
                                   Regel~$S\sb{\sigma}~\rightarrow~\sigma$~ergänzt.
                         528
                                }
                         529
                                {4} {
                         530
                                   Alle~Produktionen~der~Form~
                         531
                                   A\rightarrow B\
                         532
                                   werden~in~die~Produktionen~
                         533
                         534
                                   $A~\rightarrow~
                         535
                                   A\sb{n-1}~B\sb{n},~A\sb{n-1}~\rightarrow~
                         536
                                   A\sb{n-2}~B\sb{n-1},~\dots,~
                                   A\sb{2}~\rightarrow~B\sb{1}~B\sb{2}$~zerteilt.~
                         537
                                   Nach~der~Ersetzung~sind~alle~längeren~Nonterminalketten~
                         538
                                   vollständig~heruntergebrochen~und~die~Chomsky-Normalform~erreicht.
                         539
                         540
                         541
                         542 }
                         543 \def\liChomskyErklaerung#1{
                         544
                              {
                         545
                                 \itshape
                         546
                                 \footnotesize
                                 \liParagraphMitLinien{\li@chomsky@erklaerung@texte{#1}}
                         547
                              }
                         548
```

549 }

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

 $550 \verb|\def\liChomskyUeberErklaerung#1{|}$ \liChomskyUeberschrift{#1}\par

\liChomskyErklaerung{#1} 552

553 }

554 \ExplSyntaxOff

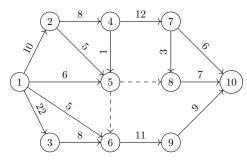
555

### 2.9 cpm.sty

```
556 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
557 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-cpm}[2020/09/03]
558 \RequirePackage{tikz}
559 \liLadePakete{mathe}
```

#### 2.9.1 Makro-Kürzel

\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}
                  \label{licpmEreignis} $$ \prod_{i=1}^4 .
                  \liCpmEreignis{3}{1}{0}
                  \liCpmVorgang{1}{2}{10}
                  \line \mathbb{C}_{pmVorgang}_{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
                  \FZ & 0 & 2 & 5 & 6 & 10 & 3 & 12 \\hline
                  \SZ & 0 & 2 & 5 & 10 & 10 & 6 & 12 \\hline
                  GP & O & O & O & 3 & O & 3 & O \\hline
                  \end{tabular}
                 liCpmEreignis\{(.*)\}((.*),(.*)) -> liCpmEreignis\{$1\}\{$2\}\{$3\}
\liCpmEreignis
                  560 \ExplSyntaxOn
                  561\ \mbox{NewDocumentCommand} \ \{\ \mbox{liCpmEreignis}\ \} \ \{\ \mbox{O}\{\}\ \mbox{m m m}\ \mbox{}\}\ \{
                  562
                       \tl_set:Nn \l_name_tl {}
                  563
                       \keys_define:nn { cpmEreignis } {
                  564
                          name .code:n = {\tilde{1}}, name_tl {##1}},
                  565
                  566
                  567
                       \keys_set:nn { cpmEreignis } { #1 }
                  568
                  569
                  570
                       \tl_if_empty:NT \l_name_tl {
                          \tl_set:Nn \l_name_tl {#2}
                  571
                  572
```

```
574
                                              \node[circle,draw] (\l_name_tl) at (#3,#4) {#2};
                                   575 }
                                   576 \ExplSyntaxOff
\liCpmVorgang
                                 liCpmVORGANG\((.*)>(.*)\)\{(.*)\}
                                   577 \ExplSyntaxOn
                                   578 \NewDocumentCommand { \liCpmVorgang } { O{} m m m } {
                                              \tl_set:Nn \l_schein_tl {}
                                   580
                                              \tl_set:Nn \l_kritisch_tl {}
                                   581
                                              \keys_define:nn { cpmVorgang } {
                                   582
                                                   schein .code:n = {\tl_set:Nn \l_schein_tl {dashed}},
                                   583
                                                   kritisch .code:n = {\tl_set:Nn \l_kritisch_tl {thick}},
                                   584
                                   585
                                   586
                                   587
                                              \keys_set:nn { cpmVorgang } { #1 }
                                   588
                                              \path[->,\l_schein_tl,\l_kritisch_tl] (#2) edge node[auto,sloped] {#4} (#3);
                                   589
                                   590 }
                                   591 \ExplSyntaxOff
                                 2.9.2 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)}
                                   592 \end{1} i CpmVonZuOhneMathe\#1(\#2-\#3) \#1_{\end{2}} e(\#2\rightarrow \#3) } 
                                   593 \def\liCpmVonZu#1(#2-#3){%
                                   594
                                              \ifmmode%
                                                   \liCpmVonZuOhneMathe{#1}(#2-#3)%
                                   595
                                   596
                                                   $\liCpmVonZuOhneMathe{#1}(#2-#3)$%
                                   597
                                   598
                                              \fi%
                                   599 }
        \liCpmVon Let-Abkürzung: \let\v=\liCpmVon
                                        \liCpmVon{1}(2): 1_{(\to 2)}
                                   600 \def\liCpmVonOhneMathe#1(#2){#1_{\scriptscriptstyle(\rightarrow#2)}}
                                   601 \def\liCpmVon#1(#2){%
                                   602
                                              \ifmmode%
                                                   \liCpmVonOhneMathe{#1}(#2)%
                                   603
                                   604
                                   605
                                                   $\liCpmVonOhneMathe{#1}(#2)$%
                                   606
                                               \fi%
                                   607 }
           \liCpmZu Let-Abkürzung: \let\z=\liCpmZu
                                        \left(1\right) (2): 1_{(\leftarrow 2)}
                                   608 \end{constraint} $$ 
                                   609 \def\liCpmZu#1(#2){%
                                   610
                                              \ifmmode%
                                   611
                                                   \liCpmZuOhneMathe{#1}(#2)%
                                   612
                                   613
                                                   $\liCpmZuOhneMathe{#1}(#2)$%
```

614 \fi% 615 }

\liCpmSpaetesterI

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

616 \def\liCpmSpaetesterI{\$SZ\_i\$}

\liCpmFruehesterI

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

 $617 \def\liCpmFruehesterI{\$FZ_i\$}$ 

618

### 2.10 cyk-algorithmus.sty

```
619 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
620 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-cyk-algorithmus}[2021/06/18 Hilfsmakros
621 zum Setzen des CYK-Algorithmus]
2.10.1 Makro-Kürzel
\let\l=\liKurzeTabellenLinie
```

#### 2.10.2 TeX-Markup-Beispiel

```
\begin{tabular}{|c|c|c|c|c|}
                                                                                                                                                                                                               & b
                                                                                                                                                                                                                                                  & c & a
                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               & b \\\hline\hline
                                                                                                                                   $R_a$ & $R_c$ & $R_b$ & $R_c$ & $R_a$ & $R_b$ \16
                                                                                                                                                                  & A & A & B
& - & S & S \14
                                                                                                                                                                                                                                                                                                     & C \15
                                                                                                                                                                                                                                                          & S \14
                                                                                                                                                                   & -
                                                                                                                                                                                                               & - \13
                                                                                                                                                                     & - \12
                                                                                                                                   S \11
                                                                                                                                   \end{tabular}
                                                                                                                                   \liWortInSprache{acbcab}
\liKurzeTabellenLinie Let-Abkürzung: \let\l=\liKurzeTabellenLinie
                                                                                                                                   622 \def\liKurzeTabellenLinie#1{\\cline{1-#1}}
                          \label{liwortInSprache} \lab
                                                                                                                              \label{liwortInSprache} \begin{center} L(Z) : $\Rightarrow abc \in L(Z)$ \end{center}
```

```
623 \NewDocumentCommand{ \liWortInSprache } { m O{L(G)} } {
624 \bigskip
625 \noindent
626 $\Rightarrow #1 \in #2$
627 }
```

\liWortNichtInSprache

 $\verb|\liwortNichtInSprache{abc}|: \Rightarrow abc \not\in L(G)$ 

 $\label{liwortNichtInSprache} (L(Z)): \Rightarrow abc \notin L(Z)$ 

```
628 \NewDocumentCommand{ \liWortNichtInSprache } { m O{L(G)} } {
629 \bigskip
630 \noindent
631 $\Rightarrow #1 \notin #2$
632 }
```

633

### 2.11 entwurfsmuster.sty

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

- 635 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-entwurfsmuster}[2021/05/06
- 636 Hilfsmakros zum Setzen von Entwurfsmustern / Design Patterns]

#### 2.11.1 Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:

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

#### 2.11.2 Reihenfolge

- 1. 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
- 637 \RequirePackage{lehramt-informatik-uml}

\li@EntwurfsCodeAllgemein

Allgemeine Code-Beispiele zu den UML-Diagrammen und Stellvertretern

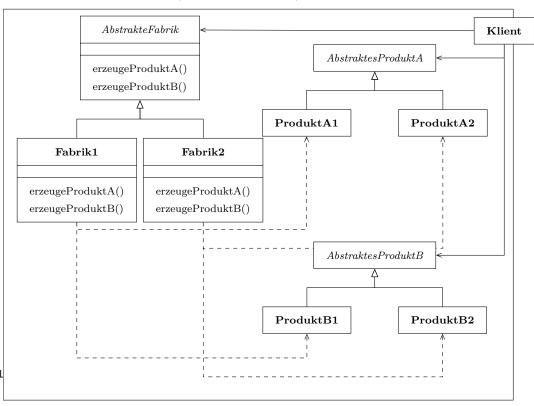
```
638 \RequirePackage{lehramt-informatik-syntax}
```

639 \def\li@EntwurfsCode#1#2{

640 \liJavaDatei{entwurfsmuster/#1/allgemein/#2}

641 }

#### 2.11.3 Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)

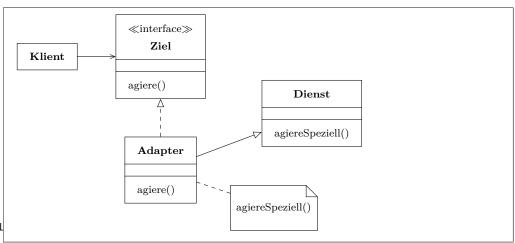


\liEntwurfsAbstrakteFabrikUml

```
642 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrikUml{
643 \begin{tikzpicture}
644 \umlclass[type=abstract]{AbstrakteFabrik}{}{
645 erzeugeProduktA()\\
646 erzeugeProduktB()\\
647 }
```

```
\umlclass[below left=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik1}{}{
                               648
                               649
                                         erzeugeProduktA() \\
                               650
                                         erzeugeProduktB() \\
                               651
                                       \umlclass[below right=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik2}{}{
                               652
                                         erzeugeProduktA() \\
                               653
                                         erzeugeProduktB() \\
                               654
                               655
                                       \umlVHVinherit{Fabrik1}{AbstrakteFabrik}
                               656
                                       \umlVHVinherit{Fabrik2}{AbstrakteFabrik}
                               657
                               658
                                       \umlsimpleclass[right=3cm of AbstrakteFabrik,type=abstract]{AbstraktesProduktA}
                               659
                                       \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA1}
                               660
                                       \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA2}
                               661
                                       \umlVHVinherit{ProduktA1}{AbstraktesProduktA}
                               662
                                       \umlVHVinherit{ProduktA2}{AbstraktesProduktA}
                               663
                               664
                                       \umlsimpleclass[above right=0cm and 1cm of AbstraktesProduktA]{Klient}
                               665
                               666
                                       \umlsimpleclass[below=4.5cm of AbstraktesProduktA,type=abstract]{AbstraktesProduktB}
                               667
                                       \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB1}
                               668
                                       \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB2}
                               669
                               670
                                       \umlVHVinherit{ProduktB1}{AbstraktesProduktB}
                                       \umlVHVinherit{ProduktB2}{AbstraktesProduktB}
                               671
                               672
                                       \umlVHVdep[arm1=-1.3cm,arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktA1}
                               673
                               674
                                       \umlVHVdep[arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktB1}
                               675
                                       \umlVHVdep[arm1=-1.8cm,arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktA2}
                               676
                                       \umlVHVdep[arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktB2}
                               677
                               678
                                       \umluniassoc[anchor2=25]{Klient}{AbstrakteFabrik}
                               679
                               680
                                       \umlVHuniassoc[arm1=-1cm]{Klient}{AbstraktesProduktA}
                                       \umlVHuniassoc{Klient}{AbstraktesProduktB}
                               681
                                     \end{tikzpicture}
                               682
                               683 }
iEntwurfsAbstrakteFabrikCode
                               684 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrikCode{
                                    \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Produkte}
                                    \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{AbstrakteFabrik}
                                    \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Klient}
                               687
                               688 }
 \liEntwurfsAbstrakteFabrik
                               689 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrik{
                                    \liEntwurfsAbstrakteFabrikUml
                                    \liEntwurfsAbstrakteFabrikCode
                               691
                               692 }
```

#### **2.11.4** Adapter



\liEntwurfsAdapterUml

```
693 \def\liEntwurfsAdapterUml{
694
     \begin{tikzpicture}
695
       \umlsimpleclass[x=1,y=3]{Klient}{}{}
696
       \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Ziel}{}{agiere()}
       \umlclass[x=4,y=0]{Adapter}{}{agiere()}
697
       \umlclass[x=8,y=1.5]{Dienst}{}{agiereSpeziell()}
698
699
       \umlreal{Adapter}{Ziel}
700
       \umluniassoc{Klient}{Ziel}
701
702
       \umlinherit{Adapter}{Dienst}
703
       \umlnote[x=7,y=-1,width=2cm]{Adapter}{agiereSpeziell()}
704
     \end{tikzpicture}
705
706
     \footcite[so \and ahnlich wie GoF]{\text{wiki:adapter}}
707 }
```

#### \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.

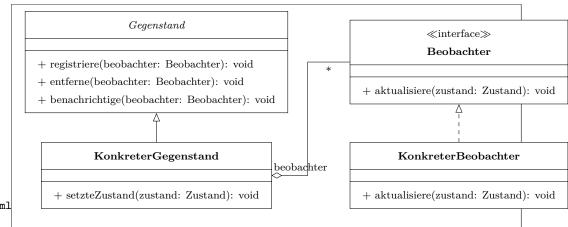
**Dienst (Adaptee)** Der Dienst bietet wiederzuverwendende Dienstleistungen mit fest definierter Schnittstelle an.

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

```
708 \def\liEntwurfsAdapterAkteure{
     \begin{description}
709
710
       \item[Ziel (Target)]
711
712
       Das Ziel definiert die Schnittstelle, die der Klient nutzen kann.
713
714
       \item[Klient (Client)]
715
716
717
       Der Klient nutzt Dienste über inkompatible Schnittstellen und greift
       dabei auf adaptierte Schnittstellen zurück.
718
719
720
       \item[Dienst (Adaptee)]
721
       Der Dienst bietet wiederzuverwendende Dienstleistungen mit fest
722
       definierter Schnittstelle an.
723
724
       \item[Adapter]
725
726
       Der Adapter adaptiert die Schnittstelle des Dienstes auf die
727
728
       Schnittstelle zum Klienten.\footcite{wiki:adapter}
```

```
729
                          730
                               \end{description}
                          731 }
\liEntwurfsAdapterCode
                          732 \def\liEntwurfsAdapterCode{
                          733
                               \li@EntwurfsCode{adapter}{Dienst}
                          734
                               \li@EntwurfsCode{adapter}{Ziel}
                               \li@EntwurfsCode{adapter}{Adapter}
                          736
                               \li@EntwurfsCode{adapter}{Klient}
                          737 }
    \liEntwurfsAdapter
                          738 \def\liEntwurfsAdapter{
                               \liEntwurfsAdapterUml
                               \liEntwurfsAdapterAkteure
                          741
                               \liEntwurfsAdapterCode
                          742 }
```

#### 2.11.5 Beobachter (Observer)



\liEntwurfsBeobachterUml

```
743 \def\liEntwurfsBeobachterUml{
744
     \begin{tikzpicture}
       \umlclass[x=0,y=0,type=abstract]{Gegenstand}{}{
745
         + registriere(beobachter: Beobachter): void\\
746
         + entferne(beobachter: Beobachter): void\\
747
748
           benachrichtige(beobachter: Beobachter): void\\
749
       \umlclass[x=0,y=-3]{KonkreterGegenstand}{}{
750
         + setzteZustand(zustand: Zustand): void
751
752
       \umlinherit{KonkreterGegenstand}{Gegenstand}
753
754
       \umlclass[x=8,y=0,type=interface]{Beobachter}{}{
755
         + aktualisiere(zustand: Zustand): void
756
757
758
       \umlclass[x=8,y=-3]{KonkreterBeobachter}{}{
759
         + aktualisiere(zustand: Zustand): void
       }
760
       \umlreal{KonkreterBeobachter}{Beobachter}
761
762
       \umlHVHaggreg[arg1=beobachter,pos1=0.8,mult2=*,pos2=2.5]
763
       {KonkreterGegenstand}{Beobachter}
764
765
     \end{tikzpicture}
766 }
```

## \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.

```
767 \def\liEntwurfsBeobachterAkteure{
768
     \begin{description}
       \item[Gegenstand / Subjekt (Subject / Observable)]
769
770
       Ein Subjekt (beobachtbares Objekt, auf Englisch publisher, also
771
       "Veröffentlicher", genannt) hat eine Liste von Beobachtern, ohne
772
       deren konkrete Typen zu kennen. Es bietet eine Schnittstelle zur An-
773
       und Abmeldung von Beobachtern und eine Schnittstelle zur
774
775
       Benachrichtigung von Beobachtern über Änderungen an.\footcite[Seite
       251]{gof}
776
777
       \item[Beobachter (Observer)]
778
779
       Die Beobachter (auf Englisch auch subscriber, also "Abonnent",
780
781
       genannt) definieren eine Aktualisierungsschnittstelle.
782
783
       \item[konkreter/s Gegenstand / Subjekt (ConcreteSubject / ConcreteObservable)]
784
       Ein konkretes Subjekt (konkretes, beobachtbares Objekt) speichert
785
786
       den relevanten Zustand und benachrichtigt alle Beobachter bei
       Zustandsänderungen über deren Aktualisierungsschnittstelle. Es
787
       verfügt über eine Schnittstelle zur Erfragung des aktuellen
788
       Zustands.
789
790
       \item[Konkrete Beobachter (ConcreteObserver)]
791
792
       Konkrete Beobachter verwalten die Referenz auf ein konkretes
793
       Subjekt, dessen Zustand sie beobachten und speichern und dessen
794
       Zustand konsistent ist. Sie implementieren eine
795
796
       Aktualisierungsschnittstelle unter Verwendung der
797
       Abfrageschnittstelle des konkreten Subjekts.
       \footcite{wiki:beobachter}
798
     \end{description}
799
800 }
801 \def\liEntwurfsBeobachterCode{
     \li@EntwurfsCode{beobachter}{Gegenstand}
802
803
```

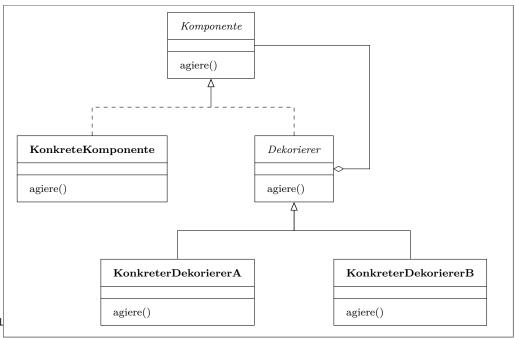
\liEntwurfsBeobachterCode

```
801 \def\liEntwurfsBeobachterCode{
802  \li@EntwurfsCode{beobachter}{Gegenstand}
803  \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterGegenstand}
804  \li@EntwurfsCode{beobachter}{Beobachter}
805  \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterA}
806  \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterB}
```

```
807 \li@EntwurfsCode{beobachter}{Klient}
808 }
\liEntwurfsBeobachter

809 \def\liEntwurfsBeobachter{
810 \liEntwurfsBeobachterUml
811 \liEntwurfsBeobachterAkteure
812 \liEntwurfsBeobachterCode
813 }
```

# 2.11.6 Dekorierer (Decorator)



\liEntwurfsDekoriererUml

```
814 \def\liEntwurfsDekoriererUml{
     \begin{tikzpicture}
815
       \umlclass[type=abstract]{Komponente}{}{agiere()}
816
       \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Komponente]{KonkreteKomponente}{}{agiere()}
817
       \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Komponente,type=abstract]{Dekorierer}{}{agiere()}
818
819
820
       \umlVHVreal{KonkreteKomponente}{Komponente}
821
       \umlVHVreal{Dekorierer}{Komponente}
822
       \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererA}{}{agiere()}
823
       \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererB}{}{agiere()}
824
825
       \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererA}{Dekorierer}
826
       \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererB}{Dekorierer}
827
828
       \umlHVHaggreg[arm1=2cm]{Dekorierer}{Komponente}
829
       \footcite{wiki:dekorierer}
830
     \end{tikzpicture}
831
832 }
833 \def\liEntwurfsDekoriererCode{
     \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Komponente}
```

## \liEntwurfsDekoriererCode

```
833 \def\liEntwurfsDekoriererCode{
834  \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Komponente}
835  \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreteKomponente}
836  \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Dekorierer}
837  \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererA}
838  \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererB}
839  \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Klient}
840 }
```

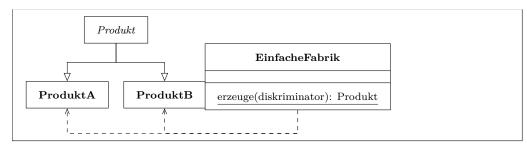
#### \liEntwurfsDekorierer

```
841 \def\liEntwurfsDekorierer{
842 \liEntwurfsDekoriererUml
843 \liEntwurfsDekoriererAkteure
844 \liEntwurfsDekoriererCode
845 }
```

## 2.11.7 Einfache Fabrik (Simple Factory)

\liEntwurfsEinfacheFabrikUml

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



```
846 \def\liEntwurfsEinfacheFabrikUml{
     \begin{tikzpicture}
848
       \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
       \umlsimpleclass[below left=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktA}
849
       \umlsimpleclass[below right=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktB}
850
       \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktA}
851
       \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktB}
852
       \umlclass[below right=0cm and 1.5cm of Produkt]{EinfacheFabrik}{
853
854
         \umlstatic{erzeuge(diskriminator): Produkt}\\
855
856
       \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktA}
       \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktB}
859
     \end{tikzpicture}
860 }
```

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.

```
861 \def\liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure{
     \begin{description}
862
       \item[EinfacheFabrik]
863
864
       Eine Klasse mit einer Erzeugunsmethode, die über eine größere
865
       Bedingung verschiedene Objekt instanziert.
866
867
       \item[Produkt]
868
869
       Eine abstrakte Klasse, die von den konkreten Produkten geerbt wird.
870
871
       \item[KonkretesProdukt]
872
873
       Ein konkretes Produkt, das von der einfachen Fabrik erzeugt wird.
874
875
     \end{description}
876 }
```

## \liEntwurfsEinfacheFabrik

```
877 \def\liEntwurfsEinfacheFabrik{
878 \liEntwurfsEinfacheFabrikUml
879 \liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure
880 }
```

## 2.11.8 Einzelstück (Singleton)

## \liEntwurfsEinzelstueckUml

Quelle nach der deutschen Wikipedia

```
Einzelstück

- instanz: Einzelstück

- Einzelstück()

+ gibInstanz(): Einzelstück
```

```
881 \def\liEntwurfsEinzelstueckUml{
882
     \begin{tikzpicture}
883
       \umlclass{Einzelstück}{
       \umlstatic{- instanz: Einzelstück}\\
885
       }{
       - Einzelstück()\\
886
       + gibInstanz(): Einzelstück
887
888
     \end{tikzpicture}
889
890 }
```

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.

```
891 \def\liEntwurfsEinzelstueckAkteure{
     \begin{description}
892
       \item[Einzelstück (Singleton)]
893
894
       stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten
895
896
       nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.
     \end{description}
897
898 }
899 \def\liEntwurfsEinzelstueckCode{
     \li@EntwurfsCode{einzelstueck}{Einzelstueck}
900
901 }
```

 $\verb|\lientwurfsEinzelstueckCode| \\$ 

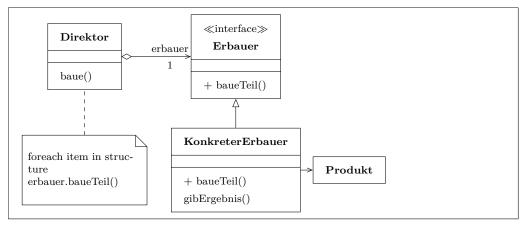
\liEntwurfsEinzelstueck

```
902 \def\liEntwurfsEinzelstueck{
903 \liEntwurfsEinzelstueckUml
904 \liEntwurfsEinzelstueckAkteure
905 \liEntwurfsEinzelstueckCode
906 }
```

# 2.11.9 Erbauer (Builder)

\liEntwurfsErbauerUml

Quelle nach der deutschen Wikipedia



```
907 \def\liEntwurfsErbauerUml{
     \begin{tikzpicture}
908
       \umlsimpleclass[x=7,y=0]{Produkt}{}{}
909
       \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Erbauer}{}{+ baueTeil()}
910
       \umlclass[x=4,y=0]{KonkreterErbauer}{}{
911
912
         + baueTeil()\\
         gibErgebnis()}
913
       \umlclass[x=0,y=3]{Direktor}{}{baue()}
914
915
       \umluniaggreg[arg2=erbauer,pos2=0.7,mult2=1]{Direktor}{Erbauer}
916
       \umluniassoc{KonkreterErbauer}{Produkt}
917
       \umlinherit{KonkreterErbauer}{Erbauer}
918
919
     \umlnote[x=0,y=0,width=3cm]{Direktor}{
920
       foreach item in structure\\
921
       erbauer.baueTeil()
922
923
     \end{tikzpicture}
924
     \footcite{wiki:erbauer}
925
926 }
```

\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.

```
927 \def\liEntwurfsErbauerAkteure{
928
     \begin{description}
929
       \item[Erbauer]
930
931
       Der Erbauer spezifiziert eine abstrakte Schnittstelle zur Erzeugung der
       Teile eines komplexen Objektes.
932
933
       \item[KonkreterErbauer]
934
935
       Der konkrete Erbauer erzeugt die Teile des komplexen Objekts durch
936
       Implementierung der Schnittstelle. Außerdem definiert und verwaltet er
```

```
die von ihm erzeugte Repräsentation des Produkts. Er bietet auch eine
938
939
       Schnittstelle zum Auslesen des Produkts.
940
       \item[Direktor]
941
942
       Der Direktor konstruiert ein komplexes Objekt unter Verwendung der
943
       Schnittstelle des Erbauers. Der Direktor arbeitet eng mit dem Erbauer
944
       zusammen: Er weiß, welche Baureihenfolge der Erbauer verträgt oder
945
       benötigt. Der Direktor entkoppelt somit den Konstruktionsablauf vom
946
947
       Klienten.
948
       \item[Produkt]
949
950
       Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.
951
       \footcite{wiki:erbauer}
952
     \end{description}
953
954 }
955 \def\liEntwurfsErbauer{
     \liEntwurfsErbauerUml
```

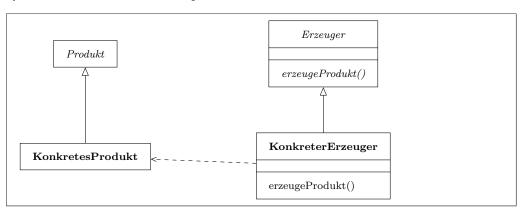
# \liEntwurfsErbauer

```
957
     \liEntwurfsErbauerAkteure
958 }
```

# 2.11.10 Fabrikmethode (Factory Method)

## \liEntwurfsFabrikmethodeUml

Quelle nach der deutschen Wikipedia



```
959 \verb|\def|\liEntwurfsFabrikmethodeUml{|} \\
     \begin{tikzpicture}
960
       \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
961
       \umlsimpleclass[below=2cm of Produkt]{KonkretesProdukt}
962
       \umlinherit{KonkretesProdukt}{Produkt}
963
964
       \umlclass[type=abstract,right=4cm of Produkt]{Erzeuger}{}{
965
966
         \textit{erzeugeProdukt()}\\
967
       \umlclass[below=1.2cm of Erzeuger]{KonkreterErzeuger}{}{
968
       erzeugeProdukt()
969
       }
970
       \umlinherit{KonkreterErzeuger}{Erzeuger}
971
972
       \umldep{KonkreterErzeuger}{KonkretesProdukt}
973
974
     \end{tikzpicture}
975 }
```

Quelle: deutsche Wikipedia EntwurfsFabrikmethodeAkteure

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

KonkretesProdukt KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.

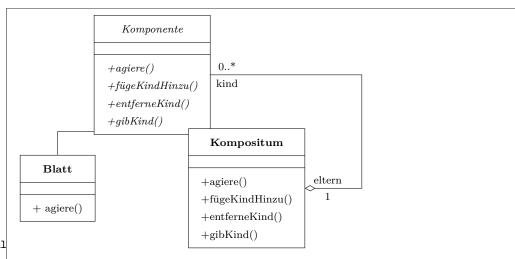
**Erzeuger** Der Erzeuger deklariert die Fabrikmethode, um ein solches Produkt zu erzeugen und kann eine Default-Implementierung beinhalten.

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

```
976 \def\liEntwurfsFabrikmethodeAkteure{
977
      \begin{description}
        \item[Produkt]
978
979
980
        Das Produkt ist der Basistyp (Klasse oder Schnittstelle) für das
 981
        zu erzeugende Produkt.
982
983
        \item[KonkretesProdukt]
984
985
        KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.
986
        \item[Erzeuger]
987
988
        Der Erzeuger deklariert die Fabrikmethode, um ein solches Produkt
989
 990
        zu erzeugen und kann eine Default-Implementierung beinhalten.
        \item[KonkreterErzeuger]
 992
993
        KonkreterErzeuger überschreibt die Fabrikmethode, um die ihm
994
        entsprechenden konkreten Produkte zu erzeugen (z. B. indem er den
995
        Konstruktor einer konkreten Produkt-Klasse aufruft).
996
997
        \footcite{wiki:fabrikmethode}
998
999
      \end{description}
1000 }
1001 \def\liEntwurfsFabrikmethode{
      \liEntwurfsFabrikmethodeUml
1002
1003
      \liEntwurfsFabrikmethodeAkteure
```

## 2.11.11 Kompositum (Composite)

1004 }



\liEntwurfsKompositumUml

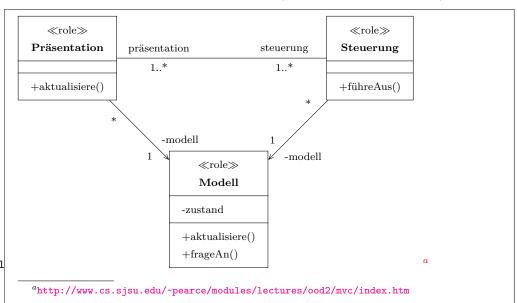
\liEntwurfsFabrikmethode

```
1005 \def\liEntwurfsKompositumUml{
1006
      \begin{tikzpicture}
1007
        \umlclass[x=2.5,y=3,type=abstract]{Komponente}{}{
1008
          \textit{+agiere()}\\
1009
          \textit{+fügeKindHinzu()}\\
          \textit{+entferneKind()}\\
1010
          \textit{+gibKind()}
1011
1012
        \umlclass[x=0]{Blatt}{}{+ agiere()}
1013
        \umlclass[x=5]{Kompositum}{}{
1014
          +agiere()\\
1015
1016
          +fügeKindHinzu()\\
          +entferneKind()\\
1017
1018
          +gibKind()
        }
1019
1020
        \umlVHVinherit{Kompositum}{Komponente}
1021
        \umlVHVinherit{Blatt}{Komponente}
1022
        \umlHVHaggreg[anchor1=east,arm1=1.5cm,arg1=eltern,mult1=1,arg2=kind,mult2=0..*,pos2=2.9,
1023
1024
      \end{tikzpicture}
1025 }
```

## \liEntwurfsFabrikmethode

```
1026 \def\liEntwurfsKompositum{
1027 \liEntwurfsKompositumUml
1028 \liEntwurfsKompositumAkteure
1029 }
```

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



 ${\tt IodellPraesentationSteuerungUml}$ 

```
1030 \def\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml{
1031
     \begin{tikzpicture}
1032
       \umlclass[x=-4cm,type=role]{Präsentation}{}{+aktualisiere()}
       1033
       \umlclass[y=-4cm,type=role]{Modell}{
1034
         -zustand
1035
       }{
1036
         +aktualisiere()\\
1037
         +frageAn()
1038
1039
1040
       \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Präsentation}{Modell}
1041
       \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Steuerung}{Modell}
1042
```

```
1043 \umlassoc[arg1=präsentation,mult1=1..*,arg2=steuerung,mult2=1..*]{Präsentation}{Steuerung}

1044 \end{tikzpicture}

1045 \liFussnoteUrl{http://www.cs.sjsu.edu/~pearce/modules/lectures/ood2/mvc/index.htm}

1046}
```

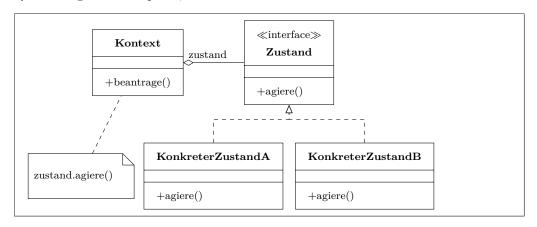
ModellPraesentationSteuerung

```
1047 \def\liEntwurfs{
1048 \liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml
1049 \liEntwurfsModellPraesentationSteuerungAkteure
1050 }
```

## 2.11.13 Zustand (State)

\liEntwurfsZustandUml

Quelle: Englische Wikipedia, so ähnlich wie in GoF



```
1051 \def\liEntwurfsZustandUml{
      \begin{tikzpicture}
1052
        \umlclass[x=-1,y=3]{Kontext}{}{+beantrage()}
1053
        \umlclass[x=3,y=3,type=interface]{Zustand}{}{+agiere()}
1054
1055
        \umlclass[x=1,y=0]{KonkreterZustandA}{}{+agiere()}
1056
        \umlclass[x=5,y=0]{KonkreterZustandB}{}{+agiere()}
1057
1058
        \umlVHVreal{KonkreterZustandA}{Zustand}
        \umlVHVreal{KonkreterZustandB}{Zustand}
1059
1060
        \umlaggreg[arg=zustand,pos=0.4]{Kontext}{Zustand}
1061
1062
        \umlnote[x=-2.5,y=0,width=2.5cm]{Kontext}{zustand.agiere()}
1063
      \end{tikzpicture}
1064
1065 }
```

\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.

```
1066 \def\liEntwurfsZustandAkteure{
1067 \begin{description}
1068 \item[Kontext (Context)]
1069
1070 definiert die clientseitige Schnittstelle und verwaltet die separaten
1071 Zustandsklassen.
1072
```

```
1073
                               \item[State (Zustand)]
                      1074
                               definiert eine einheitliche Schnittstelle aller Zustandsobjekte und
                      1075
                               {\tt implementiert} \ {\tt gegebenenfalls} \ {\tt ein} \ {\tt Standard verhalten}.
                      1076
                      1077
                               \item[KontreterZustand (ConcreteState)]
                      1078
                      1079
                      1080
                               {\tt implementiert\ das\ Verhalten,\ das\ mit\ dem\ Zustand\ des\ Kontextobjektes}
                      1081
                               verbunden ist.
                      1082
                             \end{description}
                      1083 }
\liEntwurfsZustand
                      1084 \def\liEntwurfsZustand{
                             \liEntwurfsZustandUml
                      1086
                             \liEntwurfsZustandAkteure
                      1087 }
                      1088
```

## 2.12 er.sty

```
1089 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1090 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-er}[2020/06/13 Zum Setzen von
1091 ER-Diagrammen]
1092 \RequirePackage{tikz-er2}
1093 \usetikzlibrary{positioning}
2.12.1 Tex-Markup-Beispiel: Komplettes Diagramm
\begin{tikzpicture}[er2,scale=0.7,transform shape]
% Person
 \node[entity] (Person) {Person};
 \node[attribute,right=1cm of Person] {\key{E-Mail}} edge (Person);
 \node[multi attribute,above left=1cm of Person] {Vornamen} edge (Person);
 \node[attribute,left=1cm of Person] {Nachnamen} edge (Person);
 \node[attribute,above right=1cm of Person] {Geburtsdatum} edge (Person);
 \node[entity,below left=1cm of Person] (Kunde) {Kunde};
% Händler
 \node[entity,below right=1cm of Person] (Händler) {Händler};
 \node[specialization,below=0.2cm of Person]{is-a}
   edge (Kunde) edge (Händler) edge (Person);
% Transaktion
 \node[relationship,below=2cm of Person] (Transaktion) {Transaktion}
  edge node[auto]{1} (Kunde)
   edge node[auto]{1} (Händler);
 \node[attribute,below=1cm of Transaktion] {Preis} edge (Transaktion);
 \node[attribute,left=1cm of Transaktion,text width=2cm] {Abschlussdatum} edge (Transaktion);
 \node[attribute,right=1cm of Transaktion] {Lieferadresse} edge (Transaktion);
% Zahlungsmittel
 \node[entity,below=4cm of Händler] (Zahlungsmittel) {Zahlungsmittel}
   edge node[auto]{1} (Transaktion);
 \node[attribute,right=1cm of Zahlungsmittel] {Inhaber} edge (Zahlungsmittel);
% Bankverbindung
 \node[entity,below left=1cm and 0cm of Zahlungsmittel] (Bankverbindung) {Bankverbindung};
 \node[attribute,below left=1cm of Bankverbindung] {\key{IBAN}} edge (Bankverbindung);
% Kreditkarte
 \node[entity,below right=3cm and -2cm of Zahlungsmittel]
 (Kreditkarte) {Kreditkarte};
 \node[attribute,below left=1cm of Kreditkarte]
 {\key{Nummer}} edge (Kreditkarte);
 \node[attribute,below right=1cm of Kreditkarte,text width=2cm]
 {Ablaufdatum} edge (Kreditkarte);
 \node[attribute,right=1cm of Kreditkarte]
 {Anbieter} edge (Kreditkarte);
 \node[generalization,below=0.8cm of Zahlungsmittel]{is-a}
   edge (Zahlungsmittel) edge (Bankverbindung) edge (Kreditkarte);
% Produkt
 \node[entity,below=4cm of Kunde] (Produkt) {Produkt}
   edge node[auto]{1} (Transaktion);
 \node[attribute,left=1cm of Produkt] {\key{Bezeichnung}} edge (Produkt);
 \node[attribute,below left=1cm of Produkt,text width=2cm] {Beschreibungstext} edge (Produkt);
```

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

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

```
\node[below=1cm of Forscher,circle,draw] (union) {u}
                        edge (Sekretär) edge (Forscher) edge (Techniker);
                      \node[below=1cm of union,entity] (AktiveMitarbeiter) {Aktive Mitarbeiter}
                        edge node {$\bigcup$} (union);
                     1094 \RequirePackage{soul}
                     1095 \RequirePackage{fontawesome}
                     2.12.3 Makro-Kürzel
                     \let\a=\liErMpAttribute
                     \let\d=\liErDatenbankName
                     \let\e=\liErMpEntity
                     \let\r=\liErMpRelationship
                     1096 \ExplSyntaxOn
        \liErEntity
                     1097 \def\liErEntity#1{\textbf{#1}}
  \liErRelationship
                     1098 \def\liErRelationship#1{\ul{#1}}
     \liErAttribute
                     1099 \def\liErAttribute#1{\emph{#1}}
                    mp = marginpar
      \liErMpEntity
                     Let-Abkürzung: \let\e=\liErMpEntity
                     1100 \def\liErMpEntity#1{
                     1101 \liErEntity{#1}
                     1102 \marginpar{
                             \liErEntity{\tiny\faSquareO{}~E:~#1}
                     1103
                     1104
                         }
                     1105 }
                    Let-Abkürzung: \let\r=\liErMpRelationship
\liErMpRelationship
                     1106 \def\liErMpRelationship#1{
                     1107
                          \liErRelationship{#1}
                     1108
                          \marginpar{
                             \label{lierRelationship} $$  \iny faGg{}^R:~\#1$ 
                     1109
                     1110 }
                     1111 }
   \liErMpAttribute Let-Abkürzung: \let\a=\liErMpAttribute
                     1112 \def\liErMpAttribute#1{
                     1113 \liErAttribute{#1}
                     1114
                          \marginpar{
                     1115
                             \liErAttribute{\tiny\faCircleThin{}~A:~#1}
                     1116 }
                     1117 }
```

# \liErDatenbankName Let-Abkürzung: \let\d=\liErDatenbankName

datenbank name

# 2.13 formale-sprachen.sty

```
1125 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                                                       1126 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-formale-sprachen}[2021/02/21 Hilfsmakros
                                                       1127 zum Setzen von mathematischen Formeln bei dem Thema Formale Sprachen]
                                                       1128 \directlua{
                                                       1129 formale_sprachen = require('lehramt-informatik-formale-sprachen')
                                                       1130 }
                                                       1131 \RequirePackage{hyperref}
                                                       1132 \liLadePakete{mathe,typographie}
                                                       \lambda \
                                   \liMenge
                                                       Let-Abkürzung: \let\m=\liMenge
                                                       1133 \def\liMengeOhneMathe#1\{\ #1 \ \}
                                                       1134 \def\liMenge#1{%
                                                       1135 \ifmmode%
                                                       1136 \liMengeOhneMathe{#1}%
                                                       1137 \else%
                                                       1138 $\liMengeOhneMathe{#1}$%
                                                       1139 \fi%
                                                       1140 }
                               \liEpsilon \liEpsilon: arepsilon
                                                       Let-Abkürzung: \let\e=\liEpsilon
                                                       1141 \def\liEpsilon{$\varepsilon$}
                       \liPotenzmenge
                                                       Umgeben mit geschweiften Klammern in einer Mathematik-Umgebung
                                                       1142 \def\erzeuge@tiefgestellt#1{\directlua{formale_sprachen.erzeuge_tiefgestellt('#1')}}
                                                       1143 \def\liPotenzmengeOhneMathe#1{\{ \erzeuge@tiefgestellt{#1} \}}
                                                       1144 \def\liPotenzmenge#1{$\liPotenzmengeOhneMathe{#1}$}
                                                       liZustandsmenge{z1, z2}: {\{ z_1, z_2 \}}
                  \liZustandsmenge
                                                       1145 \let\liZustandsmengeOhneMathe=\liPotenzmengeOhneMathe
                                                       1146 \let\liZustandsmenge=\liPotenzmenge
\liUeberfuehrungsFunktion
                                                       \liUeberfuehrungsFunktion{z0, a}: $\delta(z_0, a)$
                                                       Let-Abkürzung: \let\d=\liUeberfuehrungsFunktion
                                                       1147 \end{area} to 0 he will be a constant of the constant o
                                                       1148 \def\liUeberfuehrungsFunktion#1{
                                                       1149 \ifmmode
                                                       1150 \liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}
                                                       1151 \else
                                                       1152 $\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}$
                                                       1153 \fi
                                                       1154 }
                                                       \left( \sum_{a,b} \right) 
                            \liAlphabet
                                                       1155 \left( \frac{1155}{h} \right) = { 1155} \left( \frac{1155}{h} \right)
                                                       \Pi \subseteq \Gamma \subseteq \Gamma \subseteq \Gamma
                     \liBandAlphabet
                                                       1156 \def\liBandAlphabet#1{\ Gamma = \Sigma \cup \{ #1 \}$}
          \liZustandsBuchstabe
                                                       1157 \def\liZustandsBuchstabe{z}
\liZustandsBuchstabeGross
                                                       1158 \def\liZustandsBuchstabeGross{Z}
```

```
\liZustandsmengeNr
                              1159 \def\zustandsnamens@liste#1#2{
                              1160
                              1161
                                        \directlua{formale_sprachen.erzeuge_zustandsnamens_liste('#1', '#2')}
                              1162
                              1163
                                      17
                              1164
                                    $
                              1165 }
                              1166 \ def\ liZustandsmengeNr#1{\ vustandsnamens@liste{\ liZustandsBuchstabe}} \{#1\} \}
    \liZustandsmengeNrGross
                              1167 \ def\ liZustandsmenge Nr Gross \#1 \{\ ustandsnamens @ liste {\ liZustands Buchstabe Gross \} \#1\} \} 
                              \liZustandsname{1}: $z_1$
            \liZustandsname
                              1168 \def\liZustandsname#1{$\liZustandsBuchstabe_#1$}
                             \liZustandsnameGross{1}: $Z_1$
       \liZustandsnameGross
                              1169 \ensuremath{$\liZustandsBuchstabeGross\_\#1\$}
               \liAbleitung \liAbleitung{S -> aB -> ab}: S \vdash aB \vdash ab
                              1170 \def\liAbleitung#1{$\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}
                              1171 \NewDocumentEnvironment { liProduktionsRegeln }
                              1172 { O{P} +b }
                              1173 {
                                    \liGeschweifteKlammern{#1}
                              1174
                              1175
                                   {
                              1176
                                      \begin{align*}
                                      \directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#2')}
                              1177
                              1178
                                      \end{align*}
                                    \{-0.2cm\}\{-1.5cm\}
                              1179
                              1180 } {}
            \liProduktionen \liProduktionen(S -> A, A -> a): \{S \to A, A \to a\}
                              1181 \def\liProduktionen#1{
                                    \liMenge{\directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#1', true)}}
                              1182
                              1183 }
\liZustandsnameTiefgestellt Automatisch tiefgestellte Nummerierung \z1
                              Let-Abkürzung: \let\z=\liZustandsnameTiefgestellt
                              1184 \def\liZustandsnameTiefgestellt#1{
                              1185
                                    \ifmmode
                                      \liZustandsBuchstabe\sb{#1}
                              1186
                              1187
                                      $\liZustandsBuchstabe\sb{#1}$
                              1188
                              1189
                                    \fi
                              1190 }
                              1191 \ExplSyntaxOn
                              \left[L_2\right] \{a_1,a_2,\dots,a_n\} \{n \in \mathbb{N}\}
                \liAusdruck
                                 Ohne "=": \left[ \left\{ x \right\} \right] 
                                 Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
                               \$(.*) += +\\\{ *(.*?)( *\\, *)?\|( *\\, *)?(.*?) *\\\}\$
                               \\liAusdruck[$1]{$2}{$5}
```

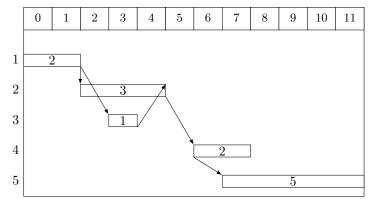
```
1192 \NewDocumentCommand{ \liAusdruck } { O{L} m m } {
1193
1194
       \tl_if_empty:nTF {#1} {} {#1 =}
1195
       \{
        \, #2 \,
1196
1197
         \, #3 \,
1198
      \}$
1199
1200 }
1201 \ExplSyntaxOff
Link zur flaci.com Website: \liFlaci{Grxk1oczg}:
   Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte Automaten, Compiler und Interpreter)
Ein Projekt der Hochschule Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz: flaci.com/Grxkloczg
1202 \left[ iFlaci#1{\%} \right]
1203
      \par
1204
      {%
1205
         \scriptsize
        Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte
1206
         Automaten, Compiler und Interpreter) Ein Projekt der Hochschule
1207
         Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz:
1208
         \href{https://flaci.com/#1}{flaci.com/#1}%
1209
      }%
1210
1211
       \par
1212 }
\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)
1213 \ExplSyntaxOn
1214 \NewDocumentCommand {\liGrammatik} { O{G} m } {
      \tl_set:Nn \l_variablen_tl {V}
1215
      \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
1216
      \tl_set:Nn \l_produktionen_tl {P}
1217
      \tl_set:Nn \l_start_tl {S}
1218
1219
1220
      \keys_define:nn { grammatik } {
         variablen .code:n = {\tl_set:Nn \l_variablen_tl {\liMenge{##1}}},
1221
         alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
1222
1223
         produktionen .code:n = {\tl_set:Nn \l_produktionen_tl {\liProduktionen{##1}}},
1224
         start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
1225
1226
      \keys_set:nn { grammatik } { #2 }
1227
1228
      $#1 = (
1229
1230
         \l_variablen_tl,
1231
         \l_alphabet_tl,
         \l_produktionen_tl,
1232
         \l_start_tl
1233
1234
      )$
1235 }
1236 \ExplSyntaxOff
1237
```

# 2.14 formatierung.sty

```
1238 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
          1239 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-formatierung}[2020/11/27]
          2.14.1 Schriftarten / Typographie
          1240 \RequirePackage{mathpazo}
          1241 \RequirePackage[no-math]{fontspec}
          1242 \setmainfont{texgyrepagella}
          1243 \setsansfont{QTAncientOlive}
          1244 \RequirePackage{sectsty}
          1245 \allsectionsfont{\fontspec{QTAncientOlive}}
          2.14.2 Farben
          1246 \RequirePackage{xcolor}
          1247 \definecolor{infogray}{rgb}{0.97,0.97,0.97}
          2.14.3 Überschriften
          1248 \RequirePackage{titlesec}
          1249 \titleformat{\chapter}[display]{\sffamily\bfseries}{}{Opt}{\LARGE}
          1250 \titlespacing{\chapter}{0pt}{0pt}{*1}
          1251 \titleformat{\paragraph}[hang]{\sffamily\normalsize\bfseries}{\theparagraph}{1em}{}
          1252 \setcounter{secnumdepth}{0}
          2.14.4 Listen
          1253 \RequirePackage{paralist}
          1254 \renewcommand\labelitemi{-}
          1255 \renewcommand\labelitemii{-}
          1256 \renewcommand\labelitemiii{-}
          1257 \renewcommand\labelitemiv{-}
          1258 % Counter: enumi enumii enumiii enumiv
          1259 % Styles: \arabic{counter} \alph{counter} \roman{counter} \Roman{counter}
          1260 \renewcommand{\labelenumi}{(\alph{enumi})}
          1261 \renewcommand{\labelenumii}{(\roman{enumii})}
          2.14.5 Kasten
          1262 \verb|\RequirePackage{mdframed}|
          1263 \mdfsetup{backgroundcolor=infogray}
liKasten
          1264 \NewDocumentEnvironment { liKasten }{ } {
          1265 \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
          1266 } {
          1267
                \end{mdframed}
          1268 }
          2.14.6 Header
          1269 \RequirePackage{fancyhdr}
          1270 \fancyhead[L,C,R]{}
          1271 \fancyfoot[L]{}
          1272 \fancyfoot[C]{}
          1273 \fancyfoot[R] {\thepage}
          1274 \pagestyle{fancy}
          1275 \renewcommand{\headrulewidth}{0pt}
          1276 \renewcommand{\footrulewidth}{0pt}
          1277
```

# 2.15 gantt.sty

```
1278 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1279 \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}{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}
```



1280 \RequirePackage{tikz-uml}
1281 \RequirePackage{pgfgantt}
1282 \setganttlinklabel{f-s}{}
1283 \setganttlinklabel{s-s}{}
1284 \setganttlinklabel{f-f}{}
1285 \setganttlinklabel{s-f}{}

# 2.16 grafik.sty

1287 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1288 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-grafik}[2020/12/27 Lädt das Paket
1289 TikZ, um Grafiken zeichnen zu können.]
1290 \RequirePackage{tikz}
1291

# 2.17 graph.sty

```
1292 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1293 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-graph} [2020/06/09]
1294 \RequirePackage{tikz}
   Für die die Adjazenzliste (xrightarrow)
1295 \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}
\]
```

# $1296 \verb|\RequirePackage{blkarray}|$

 $1297 \ \texttt{\ } usetikzlibrary\{arrows.meta\}$ 

```
\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}
```



```
1298 \text{\tikzset}{}
                       li graph/.style={
                  1299
                          every node/.style={
                 1300
                            rectangle,
                 1301
                            draw,
                 1302
                 1303
                          every edge/.style={
                 1304
                 1305
                            >={Stealth[black]},
                 1306
                            draw,
                 1307
                          every edge/.append style={
                  1308
                            every node/.style={
                  1309
                              sloped,
                 1310
                  1311
                              auto,
                            }
                  1312
                 1313
                       },
                 1314
                        li markierung/.style={
                 1315
                  1316
                          ultra thick,
                  1317
                  1318 }
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}
```

1319  $\NewDocumentEnvironment { liGraphenFormat }{ +b } {} {}$ 

1320

57

# 2.18 hanoi.sty

```
1321 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                         1322 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-hanoi}[2020/12/19 Paket zum Setzen
                         1323 von Hanoi-Grafiken]
                                 Quelle: https://kleinco.de/latex-snippets/7/tikz-towers-of-hanoi-illustration-for-lat
                         1324 \RequirePackage{tikz}
                         1325 \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\}
                         1326 \def\li@mset #1[#2]=#3{%
                         1327 \expandafter\xdef\csname #1#2\endcsname{#3}
                         1328 }
                         1329 \def\li@mget #1[#2]{%
                         1330 \csname #1#2\endcsname
                         1331 }
                         1332 \def\li@minc #1[#2]+=#3{%
                         1333 \pgfmathparse{\li@mget #1[#2]+#3}%
                         1334 \li@mset #1[#2]=\pgfmathresult
                         1335 }
                         1336
                         1337 \def\liHanoi#1#2{
                         1338
                                       \edef\li@numdiscs{#1}
                         1339
                                        \def\li@sequence{#2}
                                        \begin{tikzpicture}[line width=4mm,brown!40,line cap=round,xscale=3]
                         1340
                                             % init colors
                         1341
                                             \foreach[count=\j] \c in {red,green!80!black,blue,orange,violet,gray,yellow!80!black,pur]
                         1342
                                             \left( \int_{0}^{\infty} c(j) = {c}; \right)
                         1343
                                             \% draw poles and init pole counters
                         1344
                                             foreach j in {1,2,3}{
                         1345
                                                  \left[ \int \left[ \int dx \right] dx \right] = 0
                         1346
                                                  \draw (\j,-.5) -- +(0, .5 + .5*\li@numdiscs);
                         1347
                         1348
                         1349
                                             % draw base
                                             draw (.5,-.5) -- +(3,0);
                         1350
                                             % draw discs
                         1351
                                             \foreach[count=\k] \i/\j in \li@sequence{
                         1352
                                                  \label{light} $$ \operatorname{ligmet\ col[\i]} (\j,\ligmet\ pos[\j]) +(-.4*\i/\ligmumdiscs,0) -- +(.4*\i) -- +(
                         1353
                                                  \left[ \right] += \{.5\}
                         1354
                         1355
                         1356
                                        \end{tikzpicture}
                         1357 }
                         1358
```

# 2.19 klassen-konfiguration-aufgabe.sty

```
1359 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1360 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-klassen-konfiguration-aufgabe}[2021/09/01 Die
1361 Klasse Aufgabe konfigurieren, d. h. Laden von einigen Paketen, Registierung von Hooks]
   Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option clash
1362 \label{liladePakete} 1362 \label{liladePakete}
1363 formatierung,
1364 abmessung,
1365 literatur-dummy,
makros,
1367 aufgaben-metadaten,
1368 kopf-fusszeilen,
1369 mathe
1370 }
1372 \% Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
1373 \RequirePackage[ngerman]{babel}
1374 \ExplSyntaxOn
1375 \AddToHook{enddocument}{
1376 \_gib_github_url:
1377 }
1378 \ExplSyntaxOff
1379
```

# 2.20 komplexitaetstheorie.sty

```
1380 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                       1381 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-komplexitaetstheorie}[2021/07/08 Zum
                       1382 Setzen von Karps NP-vollständigen Problemen, Hilfsmakros für die
                       1383 Polynomialzeitreduktion.]
                       2.20.1 Makro-Kürzel
                       \let\n=\liProblemName
                       \let\r=\liPolynomiellReduzierbar
                       \let\b=\liProblemBeschreibung
                       1384 \liLadePakete{mathe}
                          Für das Makro \liProblemBeschreibung{}{} benötigt.
                       1385 \RequirePackage{mdframed}
            \liStrich
                       L, \left(L\right): L, L'
                       1386 \def\liStrich#1{#1^\prime}
                       Zu Setzen von Problemnamen wie zum Beispiel SAT, COL, VERTEX COVER
       \liProblemName
                       Let-Abkürzung: \let\n=\liProblemName
                          \liProblemName: SAT VERTEX COVER
                       1387 \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 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

```
1388 \def\liProblemBeschreibung#1#2#3{
      \begin{mdframed}[
1389
        userdefinedwidth=9cm,
1390
1391
        align=center,
1392
        backgroundcolor=white!0,
1393
        \centerline{\large\liProblemName{#1}}
1394
1395
        \medskip
1396
1397
        \begin{description}
1398
        \item[Gegeben:] #2
1399
        \item[Frage:] #3
1400
        \end{description}
1401
1402
      \end{mdframed}
1403 }
```

```
\liPolynomiellReduzierbar Let-Abkürzung: \let\r=\liPolynomiellReduzierbar
                            1405 \begin{displaymath}
                            1406 \liProblemName{#1}
                            1407 \preceq_{#2}
                            1408 \liProblemName{#3}
                            1409 \end{displaymath}
                            1410 }
    \liProblemVertexCover
                            1411 \def\liProblemClique{%
                            1412 Das \textbf{Cliquenproblem} fragt nach der Existenz einer Clique der
                            1413 Mindestgröße $n$ in einem gegebenen Graphen.
                            1414 \footcite[Seite 76] {theo:fs:4}
                            1415 Eine Clique ist eine Teilmenge von Knoten in einem ungerichteten
                            1416 Graphen, bei der \emph{jedes Knotenpaar durch eine Kante} verbunden ist.
                            1417 \footcite{wiki:cliquenproblem}
                            1418 }
    \liProblemVertexCover
                            1419 \def\liProblemVertexCover{%
                            1421 Das \textbf{Knotenüberdeckungsproblem} (\liProblemName{Vertex Cover})
                            1422 fragt, ob zu einem gegebenen einfachen Graphen und einer natürlichen
                            1423 Zahl $k$ eine Knotenüberdeckung der Größe von höchstens $k$ existiert.
                            1424 \footcite{wiki:knotenueberdeckung}
                            1426 Das heißt, ob es eine aus maximal $k$ Knoten bestehende Teilmenge $U$
                            1427 der Knotenmenge gibt, so dass jede Kante des Graphen mit
                            1428 mindestens einem Knoten aus $U$ verbunden ist.
                            1429 \footcite[Seite 78] {theo:fs:4}%
                            1430 }
      \liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem
                            1431 \def\liProblemSubsetSum{%
                            1432 Das \textbf{Teilsummenproblem} (\liProblemName{Subset Sum} oder
                            1433 \perp 1iProblemName{SSP}) ist ein spezielles Rucksackproblem.
                            1434 \footcite{wiki:teilsummenproblem}
                            1435 Gegeben sei eine Menge von ganzen Zahlen I = \{w_1, w_2, dots, w_n\}
                            1436 \}$. Gesucht ist eine Untermenge, deren Elementsumme maximal, aber nicht
                            1437 größer als eine gegebene obere Schranke $c$ ist.
                            1438 \footcite[Seite 74]{theo:fs:4}
                            1439 }
      \liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem
                            1440 \def\liProblemSat{%
                            1441 Das \textbf{Erfüllbarkeitsproblem der Aussagenlogik} \liProblemName{Sat}
                            1442 und \liProblemName{k-SAT} mit $k \geq 3$, $k \in \mathbb{N}$ (Satz von
                            1443 Cook) fragt, ob eine aussagenlogische Formel erfüllbar
                            1444 ist.\footcite{wiki:sat} Das Erfüllbarkeitsproblem der
                            1445 \emph{Aussagenlogik} ist in exponentieller Zeit in Abhängigkeit der
                            1446 \; \mathrm{Anzahl} \; \mathrm{der} \; \mathrm{Variablen} \; \mathrm{mit} \; \mathrm{Hilfe} \; \mathrm{einer} \; \mathrm{Wahrheitstabelle} \; \mathrm{entscheidbar}.
                            1447 \; \text{Diese } \mbox{\em h{Wahrheitstabelle}} \; \mbox{\em kann nicht in polynomieller Zeit}
                            1448 aufgestellt werden.
                            1449 \footcite[Seite 71] {theo:fs:4}
                            1450 }
                            1451
```

# 2.21 kontrollflussgraph.sty

```
1452 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1453 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-kontrollflussgraph}[2020/11/07]
```

## 2.21.1 Makro-Kürzel

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

# 2.21.2 TeX-Markup-Beispiel

```
\begin{liKontrollflussgraph}[xscale=1,yscale=-1.6]
\node[knoten] at (0,0) (S) \{S\};
\node[pin=\c{boolean resultat = false;}] at (0,1) (2) {2};
\node[pin=\c{if (wort != null)}] at (0,2) (3) {3};
\node[pin=\c{int laenge = wort.length;}] at (1,3) (4) {4};
\node[pin=\c{if (laenge >= 2)}] at (1,4) (5) {5};
\node[pin=\c{resultat = true; int i = 0;}] at (2,5) (6) {6};
\node[pin=\c{for (i < laenge / 2;)}] at (2,6) (7) {7};
\node[pin=\c{char c1; char c2 ...}] at (3,7) (8) {8};
\node[pin=\c{if (Char...)}] at (2,8) (10) {10};
\node[pin=\c{resultat = false; break;}] at (2,9) (12) {12};
\node[pin=\c{if (laenge == 1)}] at (1,10) (17) {17};
\node[pin=\c{resultat = true;}] at (1,11) (18) {18};
\node[pin=180:\c{return resultat;}] at (-1,9) (22) {22};
\node[knoten] at (-1,10) (E) {E};
\path (S) -- (2);
\path (2) -- (3);
\path[wahr] (3) -- (4) \b{right}{wort != null};
\path[falsch] (3) -- (22) \b{left}{wort == null};
\path (4) -- (5);
\path[wahr] (5) -- (6) \b{right}{laenge >= 2};
\path[falsch] (5) -- (17) \b{left,rotate=70,pos=0.2}{laenge < 2};
\path (6) -- (7);
\path[wahr] (7) -- (8) \b{right}{i < laenge / 2};
\path[falsch] (7) -- (22) \b{left}{i >= laenge / 2};
\path (8) -- (10);
\path[wahr] (10) -- (12) \b{right}{c != c};
\path[falsch] (10) -- (7) \b{left,rotate=70,pos=0.8}{c == c};
\path (12) -- (22);
\path[wahr] (17) -- (18) \b{right}{laenge == 1};
\path[falsch] (17) -- (22) \b{right,rotate=-20,pos=0.99}{laenge != 1};
\path (18) -- (22);
\path (22) -- (E);
\end{liKontrollflussgraph}
```

## 2.21.3 TikZ: pin

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

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

```
1454 \RequirePackage{tikz}
1455 \usetikzlibrary{positioning}
1456 \tikzset{
      li kontrollfluss/.style={
1457
        knoten/.style={
1458
           circle,
1459
1460
          draw
1461
        },
        usebox/.style={
1462
1463
           draw,
1464
          rectangle,
1465
           font=\scriptsize,
           anchor=west,
1466
          align=left,
1467
        },
1468
        bedingung/.style={
1469
          midway,
1470
           draw=none,
1471
          font=\scriptsize
1472
1473
1474
        knotenbeschriftung/.style={
1475
1476
           rectangle,
1477
          midway,
          font=\scriptsize
1478
1479
        wahr/.style={
1480
1481
          {\tt thick}
        },
1482
        falsch/.style={
1483
1484
          dashed
1485
        every node/.style={
1486
1487
          circle,
1488
          draw,
        },
1489
        every edge/.append style={
1490
           every node/.style={
1491
             draw=none,
1492
1493
             bedingung,
1494
1495
        },
1496
        every path/.style={
1497
          draw,
1498
           ->,
        },
1499
        every pin/.style={
1500
1501
          draw,
1502
          dotted,
1503
          rectangle,
1504
          pin position=right
1505
1506
        every pin edge/.style={
1507
           dotted,
1508
           arrows=-,
1509
1510
      }
1511 }
```

# 2.21.4 Umgebungen

liKontrollflussgraph

1512 \NewDocumentEnvironment { liKontrollflussgraph } { O{} } {

```
\begin{tikzpicture}[
                                                                                                                              1514
                                                                                                                                                                  li kontrollfluss,
                                                                                                                              1515
                                                                                                                              1516 ]
                                                                                                                              1517 } {
                                                                                                                                                        \end{tikzpicture}
                                                                                                                              1518
                                                                                                                              1519 }
                                                                                                                              2.21.5 Makros
                                                               \liAnweisung
                                                                                                                              1520 \def\liAnweisung#1(#2,#3){\node[knoten] at (#2,#3) (#1) {#1};}
                                                               \liBedingung Let-Abkürzung: \let\b=\liBedingung
                                                                                                                              1521 \ensuremath{\mbox{\mbox{$1$}}} 1521 \ensuremath{\mbox{\mbox{$1$}}} {\ensuremath{\mbox{$1$}}} 1521 \ensuremath{\mbox{$1$}} 152
                                             \liBedingungWahr Let-Abkürzung: \let\w=\liBedingungWahr
                                                                                                                              1522 \end{area} $$1522 \end{
                                    \liBedingungFalsch Let-Abkürzung: \let\f=\liBedingungFalsch
                                                                                                                              1523 \ensuremath{\mbox{\mbox{$1$}}} 1523 \ensuremath{\mbox{\mbox{$1$}}} 1523 \ensuremath{\mbox{\mbox{$1$}}} 1523 \ensuremath{\mbox{$1$}}
                                                  \liKontrollCode Let-Abkürzung: \let\c=\liKontrollCode
                                                                                                                              1524 \ensuremath{\label{likontrollCode} $$1{{\tilde{\tiny}}$}$ in $$1524 \ensuremath{\textcolor{gray}{\#1}}}$
\liKontrollTextzeileKnoten Let-Abkürzung: \let\k=\liKontrollTextzeileKnoten
                                                                                                                              1525 \ \texttt{\label{likontrollTextzeileKnoten#1{\raisebox{-2pt}{\tikz[scale=0.5,transform\ shape]}} \ \texttt{\label{likontrollTextzeileKnoten#1{\raisebox{-2pt}}{\tikz[scale=0.5,transform\ shape]}} \ \texttt{\label{likontrollTextzeileKnoten#1}} 
                       \liKontrollKnotenPfad Let-Abkürzung: \let\p=\liKontrollKnotenPfad
                                                                                                                              1526 \ExplSyntaxOn
                                                                                                                              1527 \NewDocumentCommand { \liKontrollKnotenPfad }{ m }
                                                                                                                              1528 {
                                                                                                                                                         \ensuremath{\verb|seq_set_split:Nnn \l_tmpa_seq { - } { \#1 }}
                                                                                                                              1529
                                                                                                                                                        \seq_set_map:NNn \l_tmpa_seq \l_tmpa_seq {\liKontrollTextzeileKnoten{##1}}
                                                                                                                              1530
                                                                                                                                                        \seq_use:Nn \l_tmpa_seq { ~~~~ }
                                                                                                                              1531
                                                                                                                              1532 }
                                                                                                                              1533 \ExplSyntaxOff
                                                                                                                              1534
```

# 2.22 kopf-fusszeilen.sty

```
1535 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1536 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-kopf-fusszeilen}[2021/08/20 Kopf-
1537 und Fußzeilen mit Hilfe des Pakets fancyhdr.]
1538 \ExplSyntaxOn
1539 \fancyhead{}
1540 \fancyhead[RO,LE]{{\scriptsize\LehramtInformatikTitel}}
1541 \fancyhead [LO,RE] {{\scriptsize\today}}
1542 \fancyfoot{}
1543 \fancyfoot[LE,R0]{\thepage}
1544 \fancyfoot[LO,CE]{{\scriptsize\LehramtInformatikAutorName}}
1545 \texttt{ } \texttt{ fancyfoot[CO,RE] { \{ \text{\criptsize} LehramtInformatikAutorEmail \} \}} 
1546 \renewcommand{\headrulewidth}\{0.4pt\}
1547 \renewcommand{\footrulewidth}{0.4pt}
1548 \setlength{\headwidth}{\textwidth}
1549 \verb|\ExplSyntaxOff|
1550
```

# 2.23 literatur-dummy.sty

```
1551 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1552 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-literatur-dummy}[2020/11/27]
\literatur
1553 \def\literatur{}
\footcite

1554 % \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}
1555 \NewDocumentCommand{ \footcite } { o m }{}
```

# 2.24 literatur.sty

```
1557 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
            1558 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-literatur}[2020/11/27]
            1559 \RequirePackage{csquotes}
            1560 \RequirePackage[
            1561 bibencoding=utf8,
            1562 citestyle=authortitle,
            backend=biber,
            1564 ]{biblatex}
            1565 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/10_DB.bib}
            1566 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/20_00MUP.bib}
            1567 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/30_AUD.bib}
            1568 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/40_SOSY.bib}
            1569 \verb| \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/60_FUMUP.bib}|
            1570 \verb| \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/70_THEO.bib}|
            1571 \verb| Addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/80_DDI.bib}|
            1572 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Allgemein.bib}
            1573 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Examen.bib}
            1574 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Wikipedia.bib}
            1575 % To allow footnotes in the heading
            1576 \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}
\literatur
            1577 \def\literatur{\printbibliography[heading=subbibliography]}
            1578
```

# 2.25 makros.sty

```
1579 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                        1580 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-makros}[2020/11/27 Eine Sammlung von
                        1581 häufig verwendeten Makros und Umgebungen, die thematisch zu keinem
                        1582 anderen Paket passen]
                        1583 \RequirePackage{hyperref}
                        1584 \RequirePackage{graphicx}
                           Für die Umgebung liQuellen benötigt.
                        1585 \RequirePackage{paralist}
  \inhaltsverzeichnis
                        1586 \def\inhaltsverzeichnis {
                        1587
                              \begin{mdframed}
                        1588
                                \begingroup
                                \let\clearpage\relax
                        1589
                                \tableofcontents
                        1590
                        1591
                                \endgroup
                        1592
                              \end{mdframed}
                        1593 }
               \memph \memph (\marginpar and \emph)
                        1594 \newcommand{\memph}[1]{\emph{#1}\marginpar{\tiny#1}}
               \SLASH
                        1595 \newcommand\SLASH{\char`\\}
\liPseudoUeberschrift Text, der sich wie eine Überschrift verhält.
                        1596 \newcommand{\liPseudoUeberschrift}[1]{
                        1597 \bigskip
                        1598 \setminus noindent
                        1599 \text{textsf}{\text{#1}}
                        1600 \noindent
                        1601 }
      \liBeschriftung Ähnlich dem Makro \liPseudoUeberschrift{}. Am Ende des Textes wird ein Dop-
                        pelpunktzeichen angehängt.
                        1602 \verb|\newcommand{\liBeschriftung}[1]{|}
                        1603 \par
                        1604 \setminus noindent
                        1605 \mbox{medskip}
                        1606 \textbf{#1}:
                        1607 \medskip
                        1608 \noindent
                        1609 }
             \hinweis
                        1610 \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.
                        1611 \NewDocumentEnvironment { liProjektSprache }{ o +b } {} {}
         liEinbettung
                        1612 \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.
                        1613 \RequirePackage{xparse}
                        1614 \ExplSyntaxOn
```

```
1615 \NewDocumentEnvironment{ liAntwort } { O{standard} }
           1616 {
           1617
                  \str_case:nn {#1} {
           1618
                    {standard} {
           1619
                      \def\beschriftung{}
           1620
                      \mdfsetup{backgroundcolor=gray!1,linecolor=gray}
                   }
           1621
           1622
                    {richtig} {
                      \def\beschriftung{richtig}
           1623
                      \mdfsetup{backgroundcolor=green!5,linecolor=green}
           1624
           1625
           1626
                    {falsch} {
                      \def\beschriftung{falsch}
           1627
                      \mdfsetup{backgroundcolor=red!3,linecolor=red}
           1628
                   }
           1629
                    {muster} {
           1630
                      \def\beschriftung{Musterlösung}
           1631
                      \mdfsetup{backgroundcolor=green!12,linecolor=green}
           1632
           1633
                   }
           1634
                  \ifx\beschriftung\empty\else
           1635
                  \noindent
           1636
           1637
                  \textbf{\beschriftung{}:}
           1638
                  \fi
                  \begin{mdframed}
           1639
           1640 }
           1641 {\end{mdframed}}
           Zusätzliches Material bei Aufgaben, das zum Lösen der Aufgaben nicht unbedingt nötig
liAdditum
           ist, z. b. Hintergrundinformation, Test-Dateien, komplette Code-Dateien.
           1642 \NewDocumentEnvironment{ liAdditum } { o }
           1643 {
           1644
                  \begin{mdframed}[backgroundcolor=yellow!5]
                 \IfNoValueTF {#1}
           1645
           1646
                 { \liPseudoUeberschrift{Additum} }
                  { \liPseudoUeberschrift{Additum:~#1} }
           1647
           1648 }
           1649 {\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.

```
1650 \NewDocumentEnvironment{ liExkurs }{o +b}{
1651
      \vspace{0.2cm}%
      \begin{mdframed}[
1652
        backgroundcolor=white,
1653
        bottomline=false,
1654
1655
        innermargin=1cm,
1656
        leftline=true,
1657
        linecolor=black,
        linewidth=0.1cm,
1658
        outermargin=1cm,
1659
        rightline=false,
1660
        topline=false,
1661
      ]
1662
```

```
1663
                    \footnotesize
              1664
                     \noindent%
                     \textbf{Exkurs:~#1}\par%
              1665
                    \noindent%
              1666
              1667
                    \end{mdframed}
              1668
              1669
                    \vspace{0.2cm}
              1670 }{}
   liQuellen https://tex.stackexchange.com/a/229004
                \begin{liQuellen}
                \item Quelle 1
                \item Quelle 2
                \end{liQuellen}
                 Weiterführende Literatur:
                    • Quelle 1
                    • Quelle 2
              1671 \cs_new:Npn \listen@punkt #1 {\item #1}
              1672 \NewDocumentEnvironment { liQuellen }{ +b }
              1673 {
                     \seq_clear_new:N \l_quellen
              1674
                     \ensuremath{\verb|seq_set_split:Nnn \l_quellen {\otem} {\#1}}
              1675
                     \seq_remove_all:Nn \l_quellen {}
              1676
                     \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
              1677
              1678
                    \footnotesize
              1679
                    \noindent
                    \textsf{\textbf{Weiterführende~Literatur:}}
              1680
              1681
                    \medskip
              1682
                    \begin{compactitem}
              1683
                    \seq_map_function:NN \l_quellen {\listen@punkt}
              1684
                    \end{compactitem}
                    \end{mdframed}
              1685
              1686
                    %
                     \makeatletter
              1687
                     \par\@afterindentfalse\@afterheading
              1688
                     \makeatother
              1689
              1690 } {}
liLernkartei
              1691 \NewDocumentEnvironment { liLernkartei }{ m +b }
              1692 {
                     \begin{mdframed}
              1693
                     \footnotesize
              1694
                     \noindent%
              1695
                     \textbf{Lernkarteikarte:~#1}\par%
              1696
              1697
                     \noindent%
              1698
                     #2
                     \end{mdframed}
              1699
              1700 } {}
              \begin{liDiagramm}{beschriftung}\end{liDiagramm}: Zu setzen einer Graphik bzw
  liDiagramm
              eines Diagramms.
              1701 \NewDocumentEnvironment { liDiagramm }{ m +b }
              1702 {
                     \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
              1703
                     \small
              1704
              1705
                     \noindent%
              1706
                     \textit{#1}:
              1707
                     \begin{center}
```

```
1708
                   #2
              1709
                   \medskip
                   \end{center}
              1710
              1711 \end{mdframed}
              1712 } {}
              1713 \ExplSyntaxOff
\label{lifussnoteUrl} $$  \limsnoteUrl[\langle zus\"{a}tzlicher-text\rangle] {\langle url\rangle} \leq Url[zus\"{a}tzlicher Text] {url}: 
              Eine HTTP-URL als Fußnote setzen.
              1715 \footnote{\url{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ (#1)}}
              1716 }
              1717
Einen Link, d. h. einen Link-Text und eine URL als Fußnote setzen.
              1718 \NewDocumentCommand{\liFussnoteLink} { o m m } {
              1719 \footnote{\href{#3}{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ (#1)}}
              1720 }
          \zB
              1721 \def\zB\{z.\,B.\}
          \ZB
              1722 \left\{Z.\right\}
          \dh
              1723 \left(def\left(d.\right), h.\right)
              1724
```

# 2.26 master-theorem.sty

1725 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

```
1726 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-master-theorem} [2021/04/13]
                 2.26.1 Makro-Kürzel
                 \left(0=\right)i0
                 \let\o=\liOmega
                 \left| \right| T = \left| \right|
                 \let\t=\liTheta
                  \liMasterVariablenDeklaration
                  {3} % a
                  {3} % b
                  {\mathcal{O}}(1) % f(n)
                  \liMasterFallRechnung
                  % 1. Fall
                  {für \vert xarepsilon = 4$: \\
                  f(n) = 5n^2 \in \{0\{n^{1\log_2 \{8 - 4\}}\} = \{0\{n^{2}\}\} = \{0\{n^2\}\}\}
                  \{f(n) = 5n^2 \setminus t\{n^{\langle n^2 \rangle} = t\{n^3\}\}
                  % 3. Fall
                  \{f(n) = 5n^2 \setminus n^{\frac{1}{2}} 
                  \displaystyle \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}
                  \label{thm:condition} $$ \prod_{n=9T[n/3]}^2B5n^2$
                 1727 \ExplSyntaxOn
                 1728 \RequirePackage{amsmath}
\liRundeKlammer
                 1729 \def\liRundeKlammer#1{
                        \negthinspace \left( #1 \right)
                 1731 }
       \liTheta \liTheta{n^2}: \Theta(n^2)
                 1732 \def = 0
                 1733 \Theta \liRundeKlammer{#1}
                 1734 }
                 1735 \left( \frac{1735}{1735} \right)
                 1736 \ifmmode
                          \liThetaOhneMathe{#1}
                 1737
                 1738
                 1739
                          $\liThetaOhneMathe{#1}$
                 1740 \fi
                 1741 }
```

```
1742 \def\li0mega0hneMathe#1{
                                                                                                   1743 \Omega \liRundeKlammer{#1}
                                                                                                  1744 }
                                                                                                  1745 \ensuremath{\mbox{\liOmega\#1}} \{
                                                                                                   1746 \ifmmode
                                                                                                                               \liOmegaOhneMathe{#1}
                                                                                                   1747
                                                                                                   1748
                                                                                                                       \else
                                                                                                                                 $\liOmegaOhneMathe{#1}$
                                                                                                   1750 \fi
                                                                                                   1751 }
                                                                          \li0 \li0{n^2}: \mathcal{O}(n^2)
                                                                                                   1752 \def\li00hneMathe#1{
                                                                                                   1753 \mathcal{0} \liRundeKlammer{#1}
                                                                                                   1754 }
                                                                                                   1755 \def\liO#1{
                                                                                                   1756 \ifmmode
                                                                                                   1757
                                                                                                                                 \li00hneMathe{#1}
                                                                                                   1758 \else
                                                                                                                               $\li00hneMathe{#1}$
                                                                                                   1759
                                                                                                   1760 \fi
                                                                                                   1761 }
                                                                          \liT Let-Abkürzung: \let\T=\liT
                                                                                                                \\liT{16}{2}: 16 \cdot T(\frac{n}{2}) \setminus \text{liT}{}{2}: T(\frac{n}{2})
                                                                                                   1762 \def\liTOhneMathe#1#2{
                                                                                                   1763 \tl_if_blank:nTF {#1}
                                                                                                   1764 {}
                                                                                                   1765 {#1 \cdot }
                                                                                                   1766 T
                                                                                                   1767
                                                                                                                       \liRundeKlammer{\frac{n}{#2}}
                                                                                                   1768 }
                                                                                                   1769 \left| 1774177417741742 \right|
                                                                                                   1770 \ifmmode
                                                                                                   1771
                                                                                                                                   \liTOhneMathe{#1}{#2}
                                                                                                   1772 \else
                                                                                                                               $\liTOhneMathe{#1}{#2}$
                                                                                                   1773
                                                                                                   1774 \fi
                                                                                                   1775 }
\liRekursionsGleichung \liRekursionsGleichung: T(n) = a \cdot T(\frac{n}{h}) + f(n)
                                                                                                   1776 \def\liRekursionsGleichung{
                                                                                                   1777 T(n) = \lim\{a\}\{b\} + f(n)
                                                                                                   1778 }
                         \liBedingungEins \liBedingungEins: f(n) \in \mathcal{O}(n^{\log_b a - \varepsilon})
                                                                                                   1779 \def\liBedingungEins{
                                                                                                   1780 f(n) \in \frac{n^{\langle n^{\langle b} a - \langle n^{\langle b} a
                                                                                                   1781 }
                         \verb|\libedingungZwei| | \verb|\libedingungZwei|: f(n) \in \Theta\left(n^{\log_b a}\right)
                                                                                                   1782 \def\liBedingungZwei{
                                                                                                   1783 f(n) \in \frac{n^{{\log sb{b}a}}}
                                                                                                   1784 }
                         \liBedingungDrei \liBedingungDrei: f(n) \in \Omega(n^{\log_b a + \varepsilon})
                                                                                                   1785 \def\liBedingungDrei{
                                                                                                   1786 f(n) \in \frac{n^{\langle \log sb\{b\}a + varepsilon\}}}
                                                                                                   1787 }
                                                                                                   1788 \ExplSyntaxOff
```

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

```
\liMasterVariablen
                               1789 \def\liMasterVariablen{
                               1790
                                    \begin{displaymath}
                                     T(n) = \left\{i \right\} + f(n)
                               1791
                                    \end{displaymath}
                               1792
                               1793
                               1794
                                     \begin{itemize}
                               1795
                                     \star [\$a = \$]
                               1796
                                     Anzahl der Unterprobleme in der Rekursion
                               1797
                               1798
                                     \item[$\textstyle{\frac{1}{b}} =$]
                               1799
                                     Teil des Originalproblems, welches wiederum durch alle Unterprobleme
                               1800
                                     repräsentiert wird
                               1801
                                     \\in [\$f(n) = \$]
                               1802
                                     Kosten (Aufwand, Nebenkosten), die durch die Division des Problems und
                               1803
                                     die Kombination der Teillösungen entstehen
                               1804
                                     \end{itemize}
                               1805
                               1806
                                     \footcite{wiki:master-theorem}
                                     \footcite[Seite 19-35 (PDF 11-24)]{aud:fs:2}
                               1807
                               1808 }
             \liMasterFaelle
                               1809 \def\liMasterFaelle{
                                     \begin{description}
                               1810
                                     \item[1. Fall:]
                               1811
                               1812
                                     T(n) \in \frac{n^{\langle n^{\langle b}a\rangle}}
                               1813
                                     \hfill falls \liBedingungEins
                               1814
                               1815 für $\varepsilon > 0$
                               1816
                               1817
                                     \item[2. Fall:]
                                     T(n) \in \frac{n^{\langle \log sb\{b\}a\} \cdot \log n}}{n}
                               1818
                               1819
                                     \hfill falls \liBedingungZwei
                               1820
                               1821
                               1822
                                     \item[3. Fall:]
                                     T(n) \in T(n)
                               1823
                               1824
                               1825
                                     \hfill falls \liBedingungDrei
                               1826
                                     für $\varepsilon > 0$
                               1827
                                     und ebenfalls für ein c mit c wit c v d alle hinreichend großen c
                               1828
                                     a \cdot f(\text{f(n)}) \leq c \cdot f(n)
                               1829
                               1830
                                     \end{description}
                               1831 }
liMasterVariablenDeklaration
                               1832 \def\liMasterVariablenDeklaration#1#2#3{
                               1833
                                     \begin{description}
                                       \item[Allgemeine Rekursionsgleichung:] \strut
                               1834
                               1835
                               1836
                                       \liRekursionsGleichung
                               1837
                               1838
                                       \item[Anzahl der rekursiven Aufrufe ($a$):] \strut
                               1839
                                       #1
                               1840
                               1841
                               1842
                                       \item[Anteil Verkleinerung des Problems ($b$):] \strut
                               1843
                                       um \frac{1}{\#2} also $b = #2$
                               1844
                               1845
```

\item[Laufzeit der rekursiven Funktion (\$f(n)\$):] \strut

1846

```
1847
                        1848
                                 $#3$
                        1849
                                 \item[Ergibt folgende Rekursionsgleichung:] \strut
                        1850
                        1851
                                 T(n) = \lim\{\#1\} \{\#2\} + \#3\}
                        1852
                               \end{description}
                        1853
                        1854 }
\liMasterFallRechnung
                        1855 \verb|\def|\liMasterFallRechnung#1#2#3{|}
                        1856
                               \begin{description}
                               \item[1. Fall:] \liBedingungEins:
                        1857
                        1858
                        1859
                        1860
                        1861
                               \item[2. Fall:] \liBedingungZwei:
                        1862
                        1863
                               #2
                        1864
                        1865
                               \item[3. Fall:] \liBedingungDrei:
                        1866
                               #3
                        1867
                               \end{description}
                        1868
                        1869 }
      \liMasterExkurs
                        1870 \def \liMaster Exkurs{
                               \begin{liExkurs}[Master-Theorem]
                        1871
                               \liMasterVariablen
                        1872
                        1873
                               \noindent
                        1874
                               Dann gilt:
                        1875
                        1876
                        1877
                               \liMasterFaelle
                        1878
                               \end{liExkurs}
                        1879 }
 \limasterWolframLink Link zu Wolframalpha (+ durch Prozent 2B ersetzen)
                        1880 \def\liMasterWolframLink#1{
                               Berechne die Rekursionsgleichung auf WolframAlpha:
                        1882
                               \href{https://www.wolframalpha.com/input/?i=#1}{WolframAlpha}
                        1883 }
                        1884
```

# 2.27 mathe.sty

```
1885 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1886 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-mathe}[2020/06/10]
1887
1888 % for example \ltimes \rtimes
1889 %\RequirePackage{amssymb}
1890 \RequirePackage{amsmath}
1891
1892 %%
1893 % \mlq \mrq
1894 %%
1895 \DeclareMathSymbol{\mlq}{\mathord}{operators}{``}
1896 \DeclareMathSymbol{\mrq}{\mathord}{operators}{`'}
1897
```

# 2.28 minimierung.sty

```
1898 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                  1899 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-mathe}[2021/03/13 Für den
                  1900 Minimierungsalgorithmus von einem NEA zu einem DEA]
                  1901 \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 &
                            &
                                 &
                                      &
                                            & \l & \l & \l & \l \ \ 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
                  1902 \left[ \frac{x_{41}}{x_{1}} \right]
                  1903 \def\li@fussnote@text#1#2{
                  1904 \liFussnote{#1}
                  1905
                       \quad
                       {\footnotesize #2}
                  1906
                  1907 }
\liFussnoteEinsText
                  1908 \def\liFussnoteEinsText{
                  1909 \li@fussnote@text{1}
                  1910 {Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.}
                  1911 }
\liFussnoteZweiText
                  1912 \def\liFussnoteZweiText{
                  1913 \li@fussnote@text{2}
                  1914
                       {Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.}
                  1915 }
\liFussnoteDreiText
                  1916 \def\liFussnoteDreiText{
                  1917 \li@fussnote@text{3}
```

```
{In weiteren Iterationen markierte Zustände.}
                                                                                                                                 1919 }
                                     \liFussnoteVierText
                                                                                                                                 1920 \def\liFussnoteVierText{
                                                                                                                                                         \li@fussnote@text{4}
                                                                                                                                 1921
                                                                                                                                 1922
                                                                                                                                                         {...}
                                                                                                                                 1923 }
                                                                             \liFussnoten
                                                                                                                                                                     Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.
                                                                                                                                                x_1
                                                                                                                                                                     Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.
                                                                                                                                                x_2
                                                                                                                                                                     In weiteren Iterationen markierte Zustände.
                                                                                                                                                x_3
                                                                                                                                 1924 \def\liFussnoten{
                                                                                                                                                         \bigskip
                                                                                                                                 1925
                                                                                                                                 1926
                                                                                                                                 1927
                                                                                                                                                           \noindent
                                                                                                                                                          \liFussnoteEinsText
                                                                                                                                 1928
                                                                                                                                 1929
                                                                                                                                 1930
                                                                                                                                                           \noindent
                                                                                                                                 1931
                                                                                                                                                           \liFussnoteZweiText
                                                                                                                                 1932
                                                                                                                                 1933
                                                                                                                                                           \noindent
                                                                                                                                 1934
                                                                                                                                                           \liFussnoteDreiText
                                                                                                                                 1935
                                                                                                                                 1936
                                                                                                                                                          \noindent
                                                                                                                                                          \liFussnoteVierText
                                                                                                                                 1937
                                                                                                                                 1938 }
                                                                \liLeereZelle
                                                                                                                                \liLeereZelle: ∅
                                                                                                                                 Let-Abkürzung: \let\l=\liLeereZelle
                                                                                                                                 1939 \def\liLeereZelle{$\emptyset$}
\liZustandsPaarVariablenName
                                                                                                                                 1940 \def\liZustandsPaarVariablenName{z}
                                                       \liZustandsPaar
                                                                                                                                 1941 \def \simeq 1941 
                                                                                                                                 1942
                                                                                                                                 1943
                                                                                                                                                                   \liZustandsPaarVariablenName_#1,
                                                                                                                                                                   \liZustandsPaarVariablenName_#2
                                                                                                                                 1944
                                                                                                                                                        )$
                                                                                                                                 1945
                                                                                                                                 1946 }
                                     liUebergangsTabelle
                                                                                                                                 1947 \renewcommand{\arraystretch}{1.4}
                                                                                                                                 1948 \NewDocumentEnvironment{ liUebergangsTabelle } { m m } {
                                                                                                                                                         \liPseudoUeberschrift{\begin{align*} \Understand \Unde
                                                                                                                                 1949
                                                                                                                                 1950
                                                                                                                                                          \begin{center}
                                                                                                                                                          \begin{array}{ll} \begin{array}{ll} & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ 
                                                                                                                                 1951
                                                                                                                                                          \textbf{Zustandspaar} \& \textbf{#1} \& \textbf{#2} \textbf{2} \textbf{mine}
                                                                                                                                 1952
                                                                                                                                 1953 } {
                                                                                                                                                          \end{tabular}
                                                                                                                                 1954
                                                                                                                                                          \end{center}
                                                                                                                                 1955
                                                                                                                                 1956 }
                                                                                                                                \liUeberschriftDreiecksTabelle: Minimierungstabelle (Table filling)
iUeberschriftDreiecksTabelle
                                                                                                                                 1957 \ExplSyntaxOn
                                                                                                                                 1958 \def\liUeberschriftDreiecksTabelle{
                                                                                                                                                         \liPseudoUeberschrift{Minimierungstabelle~(Table~filling)}
                                                                                                                                 1959
                                                                                                                                 1960 }
```

#### \liMinimierungErklaerung

#### Let-Abkürzung: \let\erklaerung=\liMinimierungErklaerung

```
1961 \def\liMinimierungErklaerung{
      %\footcite[Seite~19]{koenig}
1962
1963
      \liParagraphMitLinien{
1964
        Der~Minimierungs-Algorithmus~(auch~Table-Filling-Algorithmus~genannt)~
        trägt~in~seinem~Verlauf~eine~Markierung~in~alle~
1965
        diejenigen~Zellen~der~Tabelle~ein,~die~zueinander~nicht~äquivalente~
1966
        Zustände~bezeichnen.~Die~Markierung~,,$x\sb{n}$"~in~einer~Tabellenzelle~($i$,~
1967
1968
        $j$)~bedeutet~dabei,~dass~das~Zustandspaar~($i$,~$j$)~in~der~$k$-ten~
        Iteration~des~Algorithmus~markiert~wurde~und~die~Zustände~$i$~und~$j$~
1969
        somit~zueinander~($k~-~1$)-äquivalent,~aber~nicht~$k$-äquivalent~und~
1970
        somit~insbesondere~nicht~äquivalent~sind.~Bleibt~eine~Zelle~bis~zum~Ende~
1971
        unmarkiert,~sind~die~entsprechenden~Zustände~zueinander~äquivalent.
1972
1973
1974 }
1975 \ExplSyntaxOff
1976
```

# 2.29 normalformen.sty

```
1977 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                  1978 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-normalformen}[2020/12/10
                  1979 Hilfsmakros zum Setzen von Normalformen, Funktionalen Abhänigkeiten,
                  1980 Attributhülle
                      Mathe für textit tex etc, typographie für geschweifte Klammer
                  1981 \ \verb|\like| LadePakete{mathe,typographie}|
                  1982 \verb|\directlua|{}
                  1983 helfer = require('lehramt-informatik-helfer')
                  1984 normalformen = require('lehramt-informatik-normalformen')
                  1985 }
                  2.29.1 Makro-Kürzel
                  \let\ah=\liAttributHuelle
                  \let\ahL=\liLinksReduktion
                  \let\ahl=\liLinksReduktionInline
                  \let\ahr=\liRechtsReduktionInline
                  \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
                  \let\FA=\liFunktionaleAbhaengigkeiten
                  \let\m=\liAttributMenge
                  \let\r=\liRelation
                  \let\u=\underline
                  1986 \def\liTeilen#1{
                  1987 \directlua{tex.print(normalformen.teilen('#1'))}
                  1988 }
\liAttributHuelle Let-Abkürzung: \let\ah=\liAttributHuelle
                      \arrowvert AhfF, \arrowvert AttrHülle(F, \{A, B\}) Regulärer Ausdruck zum Konvertieren
                  1989 \def\liAttributHuelleOhneMathe#1{\text{AttrHülle}(#1)}
                  1990 \def\liAttributHuelle#1{
                  1991 \ifmmode
                  1992 \liAttributHuelleOhneMathe{#1}
                  1993 \else
                  1994 $\liAttributHuelleOhneMathe{#1}$
                  1995 \fi
                  1996 }
\liAttributMenge
                  Let-Abkürzung: \let\m=\liAttributMenge
                  1997 \def\liAttributMenge#1{\{ \textit{#1} \}}
       liAHuelle
                  1998 \NewDocumentEnvironment{ liAHuelle } { +b } {
                        \begingroup
                  2000
                        \footnotesize
                  2001
                        \begin{multline*}
                  2002
                          #1
                        \end{multline*}
                  2003
                  2004
                        \endgroup
                  2005 } { }
\liLinksReduktion Nur innerhalb von liAHuelle zu verwenden bzw. multline
                  Let-Abkürzung: \let\ahL=\liLinksReduktion
                      \ahL{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
                  2006 \def\liLinksReduktion#1#2#3{
                  2007
                        \shoveleft{
                          \liAttributHuelleOhneMathe{FA,
                  2008
                          \liAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
                  2009
                  2010
                          } \\
```

```
\shoveright{
                              2011
                              2012
                                      \liAttributMenge{#3}
                              2013
                                   } \\
                              2014 }
                              Let-Abkürzung: \let\ahL=\liLinksReduktionInline
     \liLinksReduktionInline
                                 \ahl{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
                              2015 \def\liLinksReduktionInline#1#2#3{%
                              2016
                              2017
                                      \footnotesize%
                              2018
                                      $\liAttributHuelleOhneMathe{F,
                              2019
                                      \liAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
                              2020
                                      \liAttributMenge{#3}$
                                   }
                              2021
                              2022 }
                              Let-Abkürzung: \let\ahr=\liLinksReduktionInline
     \liLinksReduktionInline
                                 \ahr{gelöschte FA}{neue FA ohne rechts Attribut}{gegebene Attribute}{Ergebnis}
                              2023 \def\liRechtsReduktionInline#1#2#3#4{%
                              2024
                                   {%
                                      \footnotesize%
                              2025
                                      $\liAttributHuelleOhneMathe{
                              2026
                                        F \setminus
                              2027
                              2028
                                        \liFunktionaleAbhaengigkeit{#1}
                                        \def\tmp{#2}\tmp\empty
                              2029
                              2030
                                        \else
                              2031
                                          \cup \liFunktionaleAbhaengigkeit{#2}
                              2032
                                        \fi
                              2033
                              2034
                                        \liAttributMenge{#3}
                                      } =
                              2035
                              2036
                                      \liAttributMenge{#4}$
                              2037
                              2038 }
\liFunktionaleAbhaengigkeit
                             Let-Abkürzung: \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
                                 \fa{A, B -> C, D}: \{A, B\} \rightarrow \{C, D\} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
                              \$(.*?) \\rightarrow (.*?)\$ \\fa{$1 -> $2}
                              2039 \def\liFunktionaleAbhaengigkeit#1{%
                                   \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeit('#1', false)}%
                              2041 }
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\},\
                                                             \{P\} \rightarrow \{PN\},\
```

Let-Abkürzung: \let\FA=\liFunktionaleAbhaengigkeiten

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

```
2042 \NewDocumentCommand {\liFunktionaleAbhaengigkeiten} { O{FA} m } {
            2043
                  \liGeschweifteKlammern
                  {#1}
            2044
            2045
                    \begin{align*}
            2046
                    \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeiten('#2')}
            2047
                    \ensuremath{\mbox{end}\{\mbox{align}*\}}
            2048
            2049
                  \{-0.5cm\}
            2050
            2051
                  \{-1.7cm\}
            2052 }
\r[R3]{\u{A}, B, C}: R_3(\underline{A}, B, C) Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
             \sl(R.*)\((.*)\)\ \\liRelation[$1]{$2}
            2053 \NewDocumentCommand {\liRelation} { O(R) m } {
                 $\directlua{
            2054
                    local name = helfer.konvertiere_tiefgestellt('#1')
            2055
            2056
                    tex.print(name)
                 }$(\textit{\,#2\,})
            2057
            2058 }
            2059
```

```
2.30 petri.sty
```

\liPetriSetzeSchluessel

```
2060 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2061 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-petri}[2020/12/03]
2.30.1 Makro-Kürzel
\let\t=\liPetriTransitionsName
\let\tp=\liPetriTransPfeile
\let\k=\liPetriErreichKnotenDrei
2062 \RequirePackage{tikz}
2063 \usetikzlibrary{petri,arrows.meta}
   Für die Darstellungsmatrix
2064 \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) {};
     \label= p_2 \ at \ (2,2) \ (p2) \ \{\};
    \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}
}
2065 \def\liPetriSetzeSchluessel{%
     \def\TmpTransitionOne{}%
2066
     \def\TmpTransitionTwo{}%
2067
2068
     \def\TmpTransitionThree{}%
     \def\TmpTransitionFour{}%
2069
     \def\TmpTransitionFive{}%
2070
2071
     \def\TmpTransitionSix{}%
2072
     \def\TmpTransitionSeven{}%
     \def\TmpTransitionEight{}%
2073
     \def\TmpTransitionNine{}%
2074
     \def\TmpTransitionTen{}%
2075
     \pgfkeys{/petri/.cd,
2076
2077
       p1/.store in=\TmpPlaceOne,p1/.default=0,p1,
       p2/.store in=\TmpPlaceTwo,p2/.default=0,p2,
2078
       p3/.store in=\TmpPlaceThree,p3/.default=0,p3,
2079
       p4/.store in=\TmpPlaceFour,p4/.default=0,p4,
2080
```

```
p5/.store in=\TmpPlaceFive,p5/.default=0,p5,
                                                      2081
                                                      2082
                                                                     p6/.store in=\TmpPlaceSix,p6/.default=0,p6,
                                                      2083
                                                                     p7/.store in=\TmpPlaceSeven,p7/.default=0,p7,
                                                                     p8/.store in=\TmpPlaceEight,p8/.default=0,p8,
                                                      2084
                                                                     p9/.store in=\TmpPlaceNine,p9/.default=0,p9,
                                                      2085
                                                                     p10/.store in=\TmpPlaceTen,p10/.default=0,p10,
                                                      2086
                                                                     t1/.store in=\TmpTransitionOne,t1/.default=activated,
                                                      2087
                                                      2088
                                                                     t2/.store in=\TmpTransitionTwo,t2/.default=activated,
                                                      2089
                                                                     t3/.store in=\TmpTransitionThree,t3/.default=activated,
                                                                     t4/.store in=\TmpTransitionFour,t4/.default=activated,
                                                      2090
                                                                     t5/.store in=\TmpTransitionFive,t5/.default=activated,
                                                      2091
                                                      2092
                                                                     t6/.store in=\TmpTransitionSix,t6/.default=activated,
                                                                     t7/.store in=\TmpTransitionSeven,t7/.default=activated,
                                                      2093
                                                                     t8/.store in=\TmpTransitionEight,t8/.default=activated,
                                                      2094
                                                                     t9/.store in=\TmpTransitionNine,t9/.default=activated,
                                                      2095
                                                                     t10/.store in=\TmpTransitionTen,t10/.default=activated,
                                                      2096
                                                                     scale/.store in=\TmpScale,scale/.default=0.5,
                                                      2097
                                                                     x/.store in=\TmpX,x/.default=5,
                                                      2098
                                                      2099
                                                                     y/.store in=\TmpY,y/.default=5,
                                                      2100
                                                      2101 }
                                                      2102 \tikzset{
                                                               li petri/.style={
                                                      2104
                                                                     activated/.style={
                                                      2105
                                                                         very thick
                                                      2106
                                                                     }.
                                                                     inhibitor/.style={
                                                      2107
                                                                          {Circle[open,length=2mm,fill=white]}-
                                                      2108
                                                      2109
                                                      2110
                                                                 }
                                                      2111 }
    \liPetriTransitionsName Let-Abkürzung: \let\t=\liPetriTransitionsName
                                                            \$t_(\d+)\$ \t$1
                                                      2112 \def \simeq TransitionsNameOhneMathe#1{t\sb{#1}}
                                                      2113 \def\liPetriTransitionsName#1{
                                                      2114
                                                                \ifmmode
                                                                     \liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}
                                                      2115
                                                                \else
                                                      2116
                                                                     $\liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}$
                                                      2117
                                                      2118
                                                                 \fi
                                                      2119 }
\liPetriErreichTransition Let-Abkürzung: \let\t=\liPetriErreichTransition
                                                      2120 \NewDocumentCommand{ \liPetriErreichTransition } { m m m 0{} 0{} } {
                                                      2121
                                                                 \draw[->] (#1) edge[#4] node[pos=0.5,auto,sloped,#5]{$t\sb{#3}$} (#2);
\liPetriErreichKnotenDrei Let-Abkürzung: \let\k=\liPetriErreichKnotenDrei
                                                      2123 \def\liPetriErreichKnotenDrei#1#2#3{(#1,#2,#3)}
            \liPetriTransPfeile Let-Abkürzung: \let\tp=\liPetriTransPfeile
                                                      2124 \end{array} $$ 124 \end{array} \hspace {0.4cm} \liPetriTransitions \ame {\#1} \hspace {0.3cm} \end{array} $$ 124 \end{arr
                                                      2125
```

# 2.31 potenzmengen-konstruktion.sty

```
2126 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                               2127 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-potenzmengen-konstruktion}[2021/02/21 Hilfsmakros
                               2128 einzusetzen bei der Potenzmengen-Konstruktion (Potenzmengen-Algorithmus)]
                               2129 \liLadePakete{formale-sprachen}
                               2130 \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}
                                     }
                                   }
                               {\tt 2131 \setminus def \setminus liZustandsMengenSammlung\#1\#2\{}
                                      \liZustandsnameGross{#1}
                               2132
                                      {
                               2133
                               2134
                                        \footnotesize
                               2135
                                        \liPotenzmenge{
                               2136
                                          \str_case:nn {#1} #2
                               2137
                               2138
                                      }
                               2139 }
\liZustandsMengenSammlungNr
                               2140 \def\liZustandsMengenSammlungNr#1#2{
                                      \liZustandsnameGross{#1}
                                      {
                               2142
```

```
2143 \footnotesize
2144 \liZustandsmengeNr{
2145 \str_case:nn {#1} #2
2146 }
2147 }
2148 }
2149 \ExplSyntaxOff
2150
```

# 2.32 pseudo.sty

```
2151 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2152 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-pseudo}[2020/12/30 Paket zum Setzen
2153 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}
```

# Algorithmus 1: Minimaler Spannbaum nach Kruskal

```
Data: G = (V, E, w): ein zusammenhängender, ungerichteter, kantengewichteter Graph kruskal(G)

E' \leftarrow \emptyset;
L \leftarrow E;
Sortiere die Kanten in L aufsteigend nach ihrem Kantengewicht.;
while L \neq \emptyset do

wähle eine Kante e \in L mit kleinstem Kantengewicht;
entferne die Kante e aus L;
if der\ Graph\ (V, E' \cup \{e\})\ keinen\ Kreis\ enthält\ then
E' \leftarrow E' \cup \{e\};
end
end
Result: M = (V, E') ist ein minimaler Spannbaum von G.
```

2154 \RequirePackage[german,boxruled]{algorithm2e}

2155

# 2.33 pumping-lemma.sty

```
2156 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                       2157 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-pumping-lemma}[2021/08/11 Enthält die
                       2158 Definitionen für das Pumping-Lemma in der Regulären Sprache und
                       2159 in der Kontextfreien Sprache]
   \liPumpingRegulaer
                       2160 \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
                       2162
                             $L$ mit Mindestlänge $j$) jeweils eine Zerlegung $\omega = uvw$
                       2163
                       2164
                             existiert, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
                       2165
                       2166
                             \begin{enumerate}
                       2167
                             \int  |v| \leq 1
                       2168
                             (Das Wort $v$ ist nicht leer.)
                       2169
                       2170
                             \item $|uv| \leq j$
                       2171
                             (Die beiden Wörter $u$ und $v$ haben zusammen höchstens die Länge $j$.)
                       2172
                             \item Für alle $i = 0, 1, 2, \dots$ gilt $uv^iw \in L$
                       2173
                             (Für jede natürliche Zahl (mit $0$) $i$ ist das Wort $uv^{i}w$ in der
                       2174
                             Sprache $L$)
                       2175
                             \end{enumerate}
                       2176
                       2177
                             Die kleinste Zahl $j$, die diese Eigenschaften erfüllt, wird
                             Pumping-Zahl der Sprache $L$ genannt.\footcite{wiki:pumping-lemma}
                       2180 }
\liPumpingKontextfrei
                       2181 \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:
                       2184
                       2185
                       2186
                             \begin{enumerate}
                       2187
                             \item $|vx| \geq 1$
                       2188
                             (Die Wörter $v$ und $x$ sind nicht leer.)
                       2189
                             \star \ \item \|vwx\| \leq j
                       2190
                             (Die Wörter $v$, $w$ und $x$ haben zusammen höchstens die Länge $j$.)
                       2191
                       2192
                       2193
                             \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
                       2194
                             Sprache $L$)
                       2195
                       2196
                             \end{enumerate}
                       2197 }
                       2198
```

# 2.34 quicksort.sty

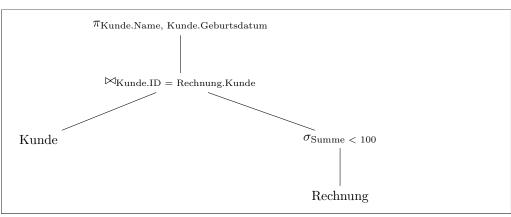
```
2199 % https://tex.stackexchange.com/a/142634
2200 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2201 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-quicksort}[2020/06/12]
2203 %-----
2204 % USAGE:
2205 % \QSinitialize{comma, separated, numerical, values}
2206 % \loop
2207 % \QSpivotStep
2208 % \ifnum\value{pivotcount}>0
2209 %
      \QSsortStep
2210 % \repeat
2211 %-----
2212
2213 % xintfrac does not load xinttools, this must be done explicitely if needed as here.
2214 \RequirePackage{xintfrac, xinttools}
2215
2216 \RequirePackage{tikz}
2217
2218 %-----
2219 % FIRST PART: TikZ styles and macros for the actual drawing
2220 \newcounter{cellcount}% used for coordinates of the node
2221 \newcounter{pivotcount}% when it will remain at zero, will signal the sort is finished.
2223 % Styles defined by Tom Bombaldi. (modified: all share the same size)
2224 % (re-modified \bf -> \bfseries due to extremely annoying warnings from
2225 % KOMA-script which are truly a pain and do not make any sense regarding \bf:
2226 % if I want to use \bf, and know what I am doing, why should I get HARASSED
2227 \mbox{\ensuremath{\mbox{\%}}} by police of LaTeX good conduct ? )
2228 \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},
2229
2230
           r/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black,
2231 % 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,
2233 % nicer:
2234
           b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=white, text=magenta
2235
           g/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=gray, text=white, :
2236
2237 % NOTE the b style was originally the same as the r(aised) style apart from
2238 % not being raised, but I find it nicer with a somewhat different
2239 % specification. I have not updated the images though.
2240
2241~\% How the nodes are drawn depending on whether on the left of the pivot value
2242 % or on the right, or is a pivot value, or a raised pivot during selection phase.
2244 \def\DecoLEFT #1{%
2245
      \xintFor* ##1 in {#1} \do
       {\stepcounter{cellcount}\node[o] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2246
2247 }
2248
2249 \def\DecoINERT #1{%
      \xintFor* ##1 in {#1} \do
2250
      {\stepcounter{cellcount}\node[g] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2251
2252 }
2254 \def\DecoRIGHT #1{%
2255
      \xintFor* ##1 in {#1} \do
      \label{locality} $$ \operatorname{cellcount} \in [1] $ at (\arabic{cellcount},0) {\##1};}% $$
2256
2257 }
2258
2259 \def\DecoLEFTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
       \xintFor* ##1 in {#1} \do
```

```
{\stepcounter{cellcount}%
2261
2262
          \xintifForLast {\node[r]}{\node[o]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2263 }
2264
2265 \def\DecoINERTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
         \xintFor* ##1 in {#1} \do
2266
         {\stepcounter{cellcount}%
2267
2268
          \xintifForLast {\node[b]}{\node[g]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2269 }
2270
2271 \def\DecoRIGHTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
         \xintFor* ##1 in {#1} \do
2272
2273
         {\stepcounter{cellcount}%
          \xintifForLast {\node[r]}{\node[l]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2274
2275 }
2276
2278\ \% SECOND PART: the actual sorting routines.
2279
2280 \def\QS@sort@a #1{\expandafter \QS@sort@b \expandafter {\xintLength {#1}}{#1}}
2281 \def\QS@sort@b #1{\ifcase #1}
                          \expandafter\QS@sort@empty
2282
2283
                       \or\expandafter\QS@sort@single
2284
                     \else\expandafter\QS@sort@c
2285
                     \fi
2286 }%
2287 \def\QS@sort@empty #1{}
2288 \def\QS@sort@single #1{\QSIr {#1}}
2290 % This step is to pick the last as pivot.
2291 \def\QS@sort@c #1%
       {\operatorname{QS@sort@d}}_{1}_{1}_{1}_{1}}
2293
2294 % Here \QSLr, \QSIr, \QSr have been let to \relax.
2295 % The trick with \xintApplyUnbraced is that for example when selecting
2296 % the elements smaller than pivot, if we had been using \xintApply we
2297\ \text{\%} would have had at the minimum an empty brace pair. Thus we use the
2298 \% "unbraced" variant, but then the \QS@select@smaller has added in
2299 % anticipation a level of braces.
2300 \def\QS@sort@d #1#2{%
2301
        \QSLr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@smaller {#1}}{#2}}%
2302
        \QSIr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@equal
        \QSRr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@greater {#1}}{#2}}%
2304 }%
2305 \def\QS@select@smaller #1#2{\xintifLt \{#2\}{\#2}}{ }}% space will stop a f-
    expansion
2306 \def\QS@select@equal #1#2{\xintifEq {#2}{\#1}{{\#2}}{ }}% space will stop a f-
   expansion
2307 \def\QS@select@greater #1#2{\xintifGt \{#2\}_{\#1}_{\#2}_{\}} space will stop a f-
   expansion
2308
2309 %
2310 % NOTE 1: thus, each comparison with the pivot is done three (!) times.
2312 % NOTE 2: we may well end up with \QSLr {<empty>} situations. This is handled
2313 % silently by the \times the \times and also when \QSLr becomes \QSC sort\QSC , the
2314 % latter must handle correctly an empty argument.
2315
2316 %-----
2317 % THIRD PART: the main macros \QSpivotStep, \QSsortStep and \QSinitialize.
2318
2319 % This draws all with suitable highlighting for the newly chosen pivots
2320 % (which will be shown raised)
```

```
2321 \def\QSpivotStep {\let\QSLr\DecoLEFTwithPivot
2322
                     \let\QSIr\DecoINERT
2323
                    \let\QSIrr\DecoINERT
                    2324
2325 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}%
                \setcounter{cellcount}{0}\setcounter{pivotcount}{0}%
2326
2327
                \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2328 }
2329
2330 % This sorts and then draws, showing where the pivot chosen in the previous
2331 % step go. Next time they will have become "inert". If pivotcount is still at
2332 % zero on exit from \QSpivotStep, then this is the signal to stop before
2333 % executing \QSsortStep.
2334 \def\QSsortStep {\def\QSLr {\noexpand\QS@sort@a}%
                     \def\QSRr {\noexpand\QS@sort@a}%
2335
                     \def\QSIr {\noexpand\QSIrr}%
2336
2337
                     \let\QSIrr\relax
                         \edef\QS@list{\QS@list}%
2338
                     \let\QSLr\relax
2339
                    \let\QSRr\relax
2340
                    \let\QSIr\relax
2341
2342
                         \edef\QS@list{\QS@list}%
2343
                    \let\QSLr\DecoLEFT
                    \let\QSIr\DecoINERTwithPivot
2344
                    \let\QSIrr\DecoINERT
2345
                    \let\QSRr\DecoRIGHT
2346
2347 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}\%
                \setcounter{cellcount}{0}%
2348
2349
                \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2350 }
2351
2352 \def\QSinitialize #1{%
2353
        \% 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
2354
        \edef\QS@list {\noexpand\QSRr {\xintCSVtoList {#1}}}%
2355
        \let\QSRr\DecoRIGHT
2356
        \% The \QSRr marker mutated to draw the last element as
2357
        \% pivot and the earlier ones with the suitable style.
2358
2359
2360
        % The list of marked braced items \QS@list is used both for drawing
2361
        % (as here) and for doing the exchange of elements during sort.
2362
        \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}\setcounter{cellcount}{0}%
2363
                    \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2364 }
2365
```

# 2.35 relationale-algebra.sty

```
2366 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2367 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-relationale-algebra} [2020/12/11]
2368 \RequirePackage{amsmath}
2369 \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}
```



```
2.36 rmodell.sty
```

```
2379 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                                                                                         2380 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-rmodell} [2020/09/01
                                                                                         2381 Makros und Umgebungen zum Setzen des Relationenmodells beim Thema
                                                                                         2382 Datenbanken.]
                                                                                         2383 \RequirePackage{soul}
                                                                                         2.36.1 Makro-Kürzel
                                                                                         \let\a=\liAttribut
                                                                                         \let\f=\liFremd
                                                                                         \let\p=\liPrimaer
                                                                                         \let\r=\liRelationMenge
                                                \liPrimaer \liPrimaer{text}: Unterstreichung für den Primärschlüssel
                                                                                         2384 \left(\frac{\#1}{}\right)
                                                       \liFremd \liFremd{text}: Überstreichung für den Fremdschlüssel
                                                                                         2385 \def\liFremd#1{{\setul{-0.9em}{}\ul{#1}}}
                                                    liRmodell \begin{liRmodell} \end{liRmodell}: Kleinere Schrift und Schreibmaschinenschrift.
                                                                                         2386 \end{center} $$2386 \end{center} $$2386
                                                                                         2387 \ExplSyntaxOn
                                                                                         2388 \NewDocumentEnvironment { liRmodell }
                                                                                         2389 { +b }
                                                                                         2390 {
                                                                                         2391
                                                                                                              \medskip
                                                                                         2392
                                                                                         2393
                                                                                                                     \linespread{2}
                                                                                                                     \setlength{\parindent}{0pt}
                                                                                         2394
                                                                                                                     \li@Rmodell@Schrift#1
                                                                                         2395
                                                                                                             }
                                                                                         2396
                                                                                                             \medskip
                                                                                         2397
                                                                                         2398 } {}
                                                                                         2399 \ExplSyntaxOff
                           \liRelationMenge
                                                                                         Let-Abkürzung: \let\r=\liRelationMenge
                                                                                                     \liRelationMenge{name}{attribut, attribut}: Umhüllen der Attribute mit geschweiften
                                                                                         und dann eckigen Klammern.
                                                                                         2400 \def\liRelationMenge#1#2{
                                                                                         2401 \noindent
                                                                                         2402 #1 : \{[ #2 ]\}
                                                                                         2403 \par
                                                                                         2404 }
                                            \liAttribut Let-Abkürzung: \let\a=\liAttribut
                                                                                                     \liAttribut{text}: Gleiche Schrift wie Umgebung liRmodell
                                                                                         2405 \end{center} $$ 2405 \end{center} $$ 1{{\tilde{c}}\end{center} $$ 2405 \end{center} $$ 2405
                                                                                         Dummy-Umgebung, zum Parsen durch Java gedacht.
{\tt liRelationenSchemaFormat}
                                                                                             \begin{liRelationenSchemaFormat}
                                                                                             Springer(Startnummer*, Nachname, Vorname, Geburtsdatum, Körpergröße)
                                                                                             Sprung(SID*, Beschreibung, Schwierigkeit)
                                                                                             springt(SID[Sprung], Startnummer[Springer], Durchgang)
                                                                                             \end{liRelationenSchemaFormat}
                                                                                         2406\ \mbox{NewDocumentEnvironment} \ \{ \ \mbox{liRelationenSchemaFormat} \ \} \ \{ \ \ \} \ \{ \} \ 
                                                                                         2407
```

# 2.37 sortieren.sty

```
2408 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2409 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-sortieren}[2020/06/10 Schaubilder
2410 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}
}
```

```
2411 \RequirePackage{tikz}
2412 \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.

```
2413 \def\liVertauschen#1{
2414 \directlua{
2415 local sortieren = require('lehramt-informatik-sortieren')
2416 sortieren('#1')
2417 }
2418 }
```

\liSortierPfeil

```
2419 \def\liSortierPfeil#1#2{
2420 \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 north) -- ++(0,0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 north);
2421 }
```

\liSortierPfeilUnten

```
2422 \def\liSortierPfeilUnten#1#2{
2423 \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 south) -- ++(0,-0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 south)
2424 }
```

\liSortierMarkierung

```
2425 \def\liSortierMarkierung#1#2{\node[
2426 draw,
2427
     very thick,
2428 fit=(reihe.#1) (reihe.#2),
2429 inner sep=Opt
2430] {};
2431 }
2432 \text{tikzset}{}
2433 li sortierung zahlenreihe/.style={
2434
        draw,
2435
        thin,
        font=\large,
2436
        rectangle split horizontal,
2437
2438
        rectangle split,
2439 }
2440 }
```

```
2441 % https://tex.stackexchange.com/a/140895
2442 \RequirePackage{forest,xstring}
2443 \usetikzlibrary{calc}
2445 \mbox{\mbox{$\backslash$}makeatletter}
2446 \pgfmathdeclarefunction{strrepeat}{2}{%
      \begingroup\pgfmathint{#2}\pgfmath@count\pgfmathresult
        \let\pgfmathresult\pgfutil@empty
2448
        \pgfutil@loop\ifnum\pgfmath@count>0\relax
2449
          \expandafter\def\expandafter\pgfmathresult\expandafter{\pgfmathresult#1}%
2450
2451
          \advance\pgfmath@count-1\relax
2452
        \pgfutil@repeat\pgfmath@smuggleone\pgfmathresult\endgroup}
2453 \makeatother
2454
2455 \def\myNodes{}
2456
2457 \ExplSyntaxOn
2458 \newcommand*\sortList[1]{%
      \clist_sort:Nn#1{\int_compare:nNnTF{##1}>{##2}\sort_return_swapped:\sort_return_same:}}
2460 \ExplSyntaxOff
2461
2462 \text{forestset} 
2463
      sort/.code={%
        \pgfmathparse{level()>\forestSortLevel}%
2464
        \ifnum\pgfmathresult=0
2465
          \StrSubstitute{\forestov{content}}{ }{,}[\myList]%
2466
          \sortList\myList
2467
          \StrSubstitute{\myList}{,}{ }[\myList]%
2468
          \pgfmathparse{strrepeat("1",level())}%
2469
          \xappto\myNodes{\noexpand\node at ($(\forestov{name}|-m)!-1!(\forestov{name})$)
2470
             (m\forestov{name}) {\myList}}%
2471
          \pgfmathparse{level()==\forestSortLevel}%
2472
2473
          \ifnum\pgfmathresult=1
            \forestOget{\forestov{@first}}{name}\forestFirst
2474
2475
             \forestOget{\forestov{@last}}{name}\forestLast
            \xappto\myNodes{{[<-]edge (\forestOv{\forestov{@first}}{name})
2476
              \ifx\forestFirst\forestLast\else edge (\forestOv{\forestov{@last}}{name})\fi}}%
2477
          \fi
2478
          \ifnum\forestov{@parent}=0\else
2479
            \xappto\myNodes{edge (m\forestOv{\forestov{@parent}}{name})}%
2480
2481
2482
          \gappto\myNodes{;}%
2483
        fi}
2484
2485 \forestset{sort level/.code=%
      \pgfmathparse{#1}\let\forestSortLevel\pgfmathresult
2486
      \pgfmathparse{strrepeat("1",\forestSortLevel+1)}\let\forestOnes\pgfmathresult}
2487
2488
```

# 2.38 spalten.sty

```
2489 \texttt{\ensuremat{LaTeX2e}[1995/12/01]}
2490 \ensuremath{\mbox{\sc Package\{lehramt-informatik-spalten\}[2020/12/07\ L\"{a}dt\ das\ Paket]}
2491 "multicol", damit mehrspaltiger Satz mit Hilfe der Umgebung "multicols" 2492 realisiert werden kann.]
2493 \verb|\RequirePackage{multicol}|
```

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

 $2494 \ensuremath{\tt 0} fliSpaltenUmbruch{\tt vfill\strut\columnbreak}$ 

2495

# 2.39 sql.sty

```
2496 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2497 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-tabelle}[2021/09/02 Zu Setzen von SQL]
2498 \liLadePakete{syntax}
2499 \RequirePackage{fancyvrb}
2500 \DefineVerbatimEnvironment{liSqlErgebnis}{Verbatim}
2501 {fontsize=\footnotesize}
2502
```

# 2.40 struktogramm.sty

```
2503 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2504 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-struktogramm}[2021/01/31 Lädt das
2505 Paket struktex zum Setzen von Struktogrammen]
2506 \RequirePackage{struktex}
2507
```

### 2.41 syntax.sty

\liJavaCode

\liJavaDatei

2548

2549

\li@GithubLink

```
2508 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2509 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-syntax}[2020/06/10 Ein Hüll-Paket um
2510 `minted`, das sich um die Syntax-Hervorhebung des Java-Codes kümmert.]
2511 \RequirePackage{xparse}
```

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

```
2.41.1 Makro-Kürzel
              \let\j=\liJavaCode
              \let\s=\liSqlCode
              2512 \ExplSyntaxOn
              2513 \directlua{
              2514 syntax = require('lehramt-informatik-syntax')
                    syntax.importiere_konfiguration('tex_repo_lokaler_pfad', '\LehramtInformatikRepository')
              2516
                    syntax.importiere_konfiguration('github_domain', '\LehramtInformatikGithubDomain')
                    \verb|syntax.importiere_konfiguration('github_raw_domain', '\LehramtInformatikGithubRawDomain')| \\
              2517
              2518
                    {\tt syntax.importiere\_konfiguration('github\_tex\_repo', '\LehramtInformatikGithubTexRepo')}
                    \verb|syntax.importiere_konfiguration('github_code_repo', '\LehramtInformatikGithubCodeRepo')| \\
              2519
              2520
                    syntax.importiere_konfiguration('git_branch', '\LehramtInformatikGitBranch')
              2521 }
              2522 \RequirePackage{hyperref}
              2523 \RequirePackage{minted}
              2524 % pygmentize -L styles
              2525 \usemintedstyle{colorful}
              2526 %\BeforeBeginEnvironment{minted}{\begin{mdframed}}
              2527 %\AfterEndEnvironment{minted}{\end{mdframed}}
              2528 %\setminted{breaklines=true,linenos}
              2529 \texttt{setminted}
              2530 breaklines=true,
              2531
                   linenos,
              2532
                    fontsize=\footnotesize,
              2533 }
              Im Zeilenfluss einen kurzen Java-Code-Ausschnitt setzen.
              Let-Abkürzung: \let\j=\liJavaCode
              2534 \def \simeq 0.011 
\liLatexCode Im Zeilenfluss einen kurzen IATEX-Code-Ausschnitt setzen.
              2535 \def\liLatexCode#1{\mintinline{latex}|#1|}
              2536 \def\li@GithubLink#1#2{
                    \begin{flushright}
              2537
              2538
                      Code-Beispiel~auf~Github~ansehen:~
              2539
                      \href{#1}{\nolinkurl{#2}}
              2540
              2541
                    \end{flushright}
              2542 }
             Eine komplette Java-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/main/java/org/bschlangaul
              2543 \NewDocumentCommand{\liJavaDatei}{ O{firstline=3} m }{
              2544
                    \inputminted[#1]{java}{
                      \directlua{
              2545
              2546
                        syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', false)
              2547
                      }
```

```
{\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', false)}}
                                           2551
                                                           {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', false)}}
                                           2552 }
                                          Eine komplette Java-Test-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/test/java/org/bschlangaul
      \liJavaTestDatei
                                           2553 \NewDocumentCommand{\liJavaTestDatei}{ O{firstline=3} m }{
                                           2554
                                                       \inputminted[#1]{java}{
                                           2555
                                                           \directlua{
                                           2556
                                                               syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', true)
                                           2557
                                           2558
                                           2559
                                                       \li@GithubLink
                                           2560
                                                           {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', true)}}
                                           2561
                                                           {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', true)}}
                                           2562 }
            \liJavaExamen
                                          \liJavaExamen{66116}{2015}{03}{Kunde} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \\liJavaDatei(\[...]
                                           \\liJavaExamen$1{$2}{$3}{$4}{$5}
                                           2563 \NewDocumentCommand{\liJavaExamen}{ O{firstline=3} m m m }{
                                           2564
                                                       \inputminted[#1]{java}{
                                           2565
                                                           \directlua{
                                           2566
                                                               syntax.drucke_absoluten_examens_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')
                                           2567
                                                       }
                                           2568
                                           2569
                                                       \li@GithubLink
                                           2570
                                                       \label{lem:continuity} $$ \left( \frac{syntax.drucke\_github\_examens\_url('#2', '#3', '#4', '#5')} \right) $$
                                           2571
                                                       {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
                                           2572
                                           2573 }
      \liAssemblerCode
                                           2574 \left[ AssemblerCode#1{\min\{asm\}} | #1| \right]
                                          \liAssemblerDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Assembler-Datei.
    \liAssemblerDatei
                                           2575 \NewDocumentCommand{\liAssemblerDatei}{ m }{
                                                      \inputminted{asm}{#1}
                                           2577 }
                                          \liMinispracheDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Minisprachen-Datei
\liMinispracheDatei
                                           (Hochsprache für die Minimaschine von Albert Wiedemann).
                                           2578 \NewDocumentCommand{\liMinispracheDatei}{ m }{
                                           2579 \inputminted{componentpascal}{#1}
                                           2580 }
          \liHaskellCode
                                          \liHaskellCode{haskell}: Zum Setzen von Haskell-Code.
                                           2581 \ensuremath{\mbox{\mbox{$1$} \mbox{\mbox{$1$}}} \ensuremath{\mbox{$1$} \mbox{\mbox{$1$}}} \ensuremath{\mbox{$1$}} \ensu
                                          \liHaskellDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Haskell-Datei.
        \liHaskellDatei
                                           2582 \NewDocumentCommand{\liHaskellDatei}{ m }{
                                           2583
                                                       \inputminted{haskell}{#1}
                                           2584 }
                                           2585 \ExplSyntaxOff
                                          \liHaskellCode{sql}: Zum Setzen von SQL-Code.
                   \liSqlCode
                                           Let-Abkürzung: \let\s=\liSqlCode
                                           2586 \ensuremath{\mbox{\code}\#1{\rm liSqlCode}\#1{\rm line}\{sql\}\#1|}
```

2587

# 2.42 syntaxbaum.sty

```
2588 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2589 \ensuremath{\mbox{\sc ProvidesPackage{lehramt-informatik-syntaxbaum}}[2021/02/14 \ensuremath{\mbox{\sc Zum Setzen von}}]
2590 Syntaxbäumen mit Hilfe des Pakets tikz-qtree]
2591 \ \texttt{RequirePackage\{tikz-qtree\}}
2592
2593 \tikzset{li parsetree/.style={
         every internal node/.style={
2594
           draw,circle
2595
2596
         every leaf node/.style={
2597
2598
           draw, rectangle
2599
      }
2600
2601 }
2602
```

# 2.43 synthese-algorithmus.sty

```
2603 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2604 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-synthese-algorithmus}[2021/03/19
2605 Hilfsmakros zum Setzen des Synthese-Algroithmuses zur Umformung einer
2606 Relation in die 3. Normalform]
2607 \liLadePakete{normalformen,mathe,typographie}
2608 \ExplSyntaxOn
```

#### 2.43.1 Makro-Kürzel

\let\schrittE=\liSyntheseUeberErklaerung

#### 2.43.2 TeX-Markup Grundgerüst

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

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

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

# 2.43.3 TeX-Markup Linksreduktion

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

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

$\m{D, X} \in$ \ahl{C, E}{E}{A, C, B, \b{D, X}}\\
$\m{D, X} \notin$ \ahl{C, E}{C}{E, F}

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

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

#### 2.43.4 TeX-Markup Rechtreduktion

```
\let\ahr=\liRechtsReduktionInline
\let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
\liPseudoUeberschrift{F}

$F \in$ \ahr{E -> F, X}{E -> F}{E}{E, \b{F}}
\liPseudoUeberschrift{A}

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

# 2.43.5 TeX-Markup Relationen formen

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

#### 1. Kanonische Überdeckung

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

### (a) Linksreduktion

— Führe für jede funktionale 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  $R_{\alpha}$ , die in einem anderen Relationenschema  $R_{\alpha'}$  enthalten sind, d. h.  $R_{\alpha} \subseteq R_{\alpha'}$ .

# $\verb|\liSyntheseUeberschrift| Let-Abk\"{u}rzung: \verb|\liSyntheseUeberschrift| \\$

```
2609 \def\liSyntheseUeberschrift#1{
2610
2611
        \bfseries
2612
        \sffamily
2613
        \str_case:nn {#1} {
2614
          {1} {Kanonische~Überdeckung}
2615
          {1-1} {Linksreduktion}
2616
          {1-2} {Rechtsreduktion}
          {1-3} {Löschen~leerer~Klauseln}
2617
          {1-4} {Vereinigung}
2618
2619
          {2} {Relationsschemata~formen}
          {3} {Schlüssel~hinzufügen}
2620
          {4} {Entfernung~überflüssiger~Teilschemata}
2621
        }
2622
```

```
2623
                            }
                      2624 }
                      Let-Abkürzung: \let\erklaerung=\liSyntheseErklaerung
\liSyntheseErklaerung
                      2625 \def\li@synthese@erklaerung@texte#1{
                            \str_case:nn {#1} {
                      2626
                              {1} {
                      2627
                      2628
                                Die~kanonische~Überdeckung~-~also~die~kleinst~mögliche~noch~
                                äquivalente~Menge~von~funktionalen~Abhängigkeiten~kann~in~vier~
                      2629
                                Schritten~erreicht~werden.
                      2630
                      2631
                              }
                      2632
                              {1-1} {
                                Führe~für~jede~funktionale~Anhängigkeit~
                      2633
                                $\alpha~\rightarrow~\beta~\in~F$~die~Linksreduktion~durch,~
                      2634
                                überprüfe~also~für~alle~
                      2635
                                $A~\in~\alpha$,~ob~$A$~überflüssig~ist,~d.~h.~ob~
                      2636
                                $\beta~\subseteq~\liAttributHuelle{F,~\alpha~-~A}.$
                      2637
                      2638
                      2639
                              {1-2} {
                      2640
                                Führe~für~jede~(verbliebene)~funktionale~Abhängigkeit~$\alpha~
                                \rightarrow~\beta$~die~Rechtsreduktion~durch,~überprüfe~also~für~
                      2641
                      2642
                                alle~B^{\sin^{8}}in~\beta$,~ob~B^{\sin^{1}}in~\liAttributHuelle{F~-~(\alpha~
                      2643
                                \rightarrow~\beta)~\cup~(\alpha~\rightarrow~(\beta~-~B)),~
                      2644
                                \alpha}$~gilt.~In~diesem~Fall~ist~B~auf~der~rechten~Seite~
                                überflüssig~und~kann~eleminiert~werden,~\dh~$\alpha~
                      2645
                                \rightarrow~\beta$~wird~durch~$\alpha~\rightarrow~(\beta~-~B)$~
                      2646
                      2647
                                ersetzt.
                              }
                      2648
                      2649
                              {1-3} {
                      2650
                                Entferne~die~funktionalen~Abhängigkeiten~der~Form~$\alpha~
                                \rightarrow~\emptyset$,~die~im~2.~Schritt~möglicherweise~
                      2651
                                entstanden~sind.
                      2652
                      2653
                              }
                      2654
                              \{1-4\} {
                                Fasse~mittels~der~Vereinigungsregel~funktionale~Abhängigkeiten~
                      2655
                                der~Form~$\alpha~\rightarrow~\beta\sb{1},~\dots,~\alpha~\rightarrow~
                      2656
                                2657
                                \beta\sb{n}$~verbleibt.
                      2658
                              }
                      2659
                      2660
                              % Kemper Seite 197
                      2661
                              {2} {
                      2662
                                Erzeuge~für~jede~funktionale~Abhängigkeit~$\alpha~\rightarrow~
                      2663
                                2664
                                 :=~\alpha~\cup~\beta$.
                              }
                      2665
                              {3} {
                      2666
                                Falls~eines~der~in~Schritt~2.~erzeugten~Schemata~$R\sb{\alpha}$~
                      2667
                      2668
                                einen~Schlüsselkandidaten~von~$\mathcal{R}$~bezüglich~$F\sb{c}$~
                                enthält,~sind~wir~fertig,~sonst~wähle~einen~Schlüsselkandidaten~
                      2669
                      2670
                                $\mathcal{K}~\subseteq~\mathcal{R}$~aus~und~definiere~folgendes~
                                zus "atzliche" - Schema: "$\mathbb{R}\sb{\mathcal{K}}" := \mathcal{K}$
                      2671
                                und~$\mathcal{F}\sb{\mathcal{K}}~:=~\emptyset$
                      2672
                      2673
                              }
                              {4} {
                      2674
                      2675
                                Eliminiere~diejenigen~Schemata~$R\sb{\alpha}$,~die~in~einem~
                      2676
                                anderen~Relationenschema~$R\sb{\alpha'}$~enthalten~sind,~d.~h.~
                      2677
                                $R\sb{\alpha}~\subseteq~R\sb{\alpha'}$.
                      2678
                      2679
                      2680 }
                      2681 \def\liSyntheseErklaerung#1{
                      2682
                            {
                      2683
                               \itshape
```

2684

\footnotesize

```
\liSyntheseUeberErklaerung \liSyntheseUeberErklaerung \liSyntheseUeberErklaerung \liSyntheseUeberErklaerung \liSyntheseUeberErklaerung \liSyntheseUeberErklaerung \liSyntheseUeberErklaerung \liSyntheseUeberschrift{#1}\par \liSyntheseUeber \liSyntheseErklaerung{#1} \liSyntheseErk
```

# 2.44 tabelle.sty

2694 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01] 
2695 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-tabelle}[2020/12/05 Lädt das Paket tabluarx] 
2696 \RequirePackage{tabularx} 
2697

# 2.45 typographie.sty

2725

2728

2726 }

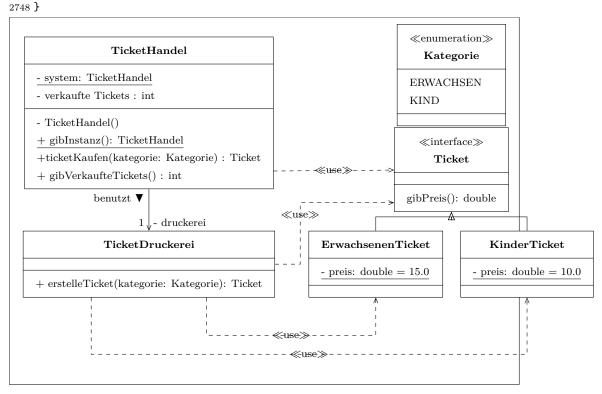
\par

2727 \ExplSyntaxOff

```
2698 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                         2699 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-typographie}[2021/03/20 Typographische Makros,
                         2700 die das Erscheinungsbild verändern. Die Schriftdefinition sind in
                         2701 formatierung.sty definiert.]
                         2702 \ExplSyntaxOn
                            Mit dem Packet wasysym gab es Unverträglichkeiten, deshalb verwenden wir fontawe-
                         2703 \RequirePackage{fontawesome}
                        \liErledigt: У
           \liErledigt
                         2704 \let\liErledigt=\faCheckSquareO
        \liNichtsZuTun \liNichtsZuTun: ∅ Nichts zu tun
                         2705 \def\liNichtsZuTun{$\emptyset$~Nichts~zu~tun}
                        \liParagraphMitLinien{Lorem ipsum...}:
 \liParagraphMitLinien
                         — Lorem ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor
                         sit, ipsum dolor sit -
                         2706 \def\liParagraphMitLinien#1{
                         2707
                               \noindent
                         2708
                               \vrule height 2pt depth -1.6pt width 0.4cm
                         2709
                               \enspace
                         2710
                               #1
                         2711
                               \enspace
                               \leaders\vrule height 2pt depth -1.6pt \hfill \null
                         2712
                         2713
                               \medskip
                         2714
                         2715 }
\liGeschweifteKlammern Große geschweifte Klammer mit Istgleich-Zeichen.
                           Variable = 
                                                                Inhalt
                         2716 \def\liGeschweifteKlammern#1#2#3#4{
                         2717
                               \par
                         2718
                               \medskip
                         2719
                               \noindent
                               #1 \, $= \Bigl\{$
                         2720
                               \vspace{#3}
                         2721
                               #2
                         2722
                         2723
                               \vspace{#4}
                               \begin{flushright}$\Bigr\}$\end{flushright}
                         2724
```

# 2.46 uml.sty

```
2729 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2730 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-uml}[2020/06/13 Ein Hüll-Paket um
2731 `tikz-uml', das einige Design-Einstellungen vornimmt und manche
2732 Erweiterung bereitstellt]
2733 \RequirePackage{tikz-uml}
2734 \RequirePackage{tikz-uml-activity}
2735 % Not compatible with wasysym
2736 %\RequirePackage{mathabx}
2737 \RequirePackage{wasysym}
2738 \usetikzlibrary{positioning}
2739 \tikzumlset{
2740 fill class=white!0,
     font=\footnotesize,
     fill object=white!0,
     fill note=white!0,
2744
     fill state=white!0,
2745
     % Use case
2746 fill usecase=white!0,
2747 fill system=white!0,
```



\liUmlLeserichtung

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

```
2749 \NewDocumentCommand{ \liUmlLeserichtung } { O{dir=right} m } {
2750
      \def\@liDirLeft{}
2751
      \def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}
2752
      \pgfkeys{/lese/dir/.is choice}
      \pgfkeys{/lese/dir/up/.code={\def\@liDirRight{ \UParrow}}}
2753
      \pgfkeys{/lese/dir/down/.code={\def\@liDirRight{ \DOWNarrow}}}
2754
      \pgfkeys{/lese/dir/left/.code={\def\@liDirRight{}\def\@liDirLeft{\LEFTarrow }}}
2755
2756
      \pgfkeys{/lese/dir/right/.code={\def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}}}
2757
      \def\@liPos{above}
2758
      \pgfkeys{/lese/pos/.code={\def\@liPos{##1}}}
2759
2760
```

```
2761 \def\@liDistance{0cm}
2762 \pgfkeys{/lese/distance/.code={\def\@liDistance{##1}}}
2763
2764 \pgfkeys{/lese/.cd,#1}
2765
2766 \node[\@liPos = \@liDistance of #2-middle] {
2767 \@liDirLeft{\footnotesize#2}\@liDirRight
2768 };
2769 }
```

## 2.47 vollstaendige-induktion.sty

```
2771 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2772 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-vollstaendige-induktion}[2021/07/01
2773 Hilfsmakros zum Setzen der Vollständigen Induktion, vor allem die
2774 Überschriften für die einzelnen Schritte]
2.47.1 Makro-Kürzel
\let\m=\liInduktionMarkierung
\let\e=\liInduktionErklaerung
  \begin{align*}
  C_{n+1}
  \& = \frac
             {(4 \cdot (m{n + 1} - 1) + 2) \cdot (m{n + 1} - 1)}
             \{ m\{n + 1\} + 1 \}
  & \e{Java nach Mathe}\\
  %
  & = \frac{1}{2}
             \{(4\mbox{m}n) + 2) \cdot \text{cn}(\mbox{m}n)\}
             {m{n + 2}}
  & \e{addiert, subtrahiert}\\
  \& = \frac
            {(4n + 2) \setminus cdot \setminus m{(2n)!}}
             {(n + 2) \setminus dot \setminus m\{(n + 1)! \setminus dot n!\}}
  & \e{für cn(n) Formel eingesetzt}\\
  %
  & = \frac{1}{12}
             {(4n + 2) \cdot (2n)! \cdot m{\cdot (n + 1)}}
             {(n + 2) \cdot (n + 1)! \cdot n! \m{\cdot (n + 1)}}
  & \ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ens
  \& = \frac
             {(4n + 2) \setminus cdot \setminus m\{(n + 1) \setminus cdot (2n)!}}
             {(n + 2) \cdot (n + 1)! \cdot (n + 1) \cdot (n + 1) \cdot (n + 1)!}
  & \e{umsortiert} \\
  %
  \& = \frac
             {m{(2(n + 1))!}}
            {m{(n + 2)! \cdot (n + 1)!}}
  & \ensuremath{\mbox{\mbox{$\&$}}}\
  %
  \& = \frac{1}{2}
             \{(2(\mbox{$n + 1$}))!\}
             \{((\mbox{$\mathbb{N}$} + 1\}) + 1)! \cdot (\mbox{$\mathbb{N}$} + 1\})!\}
  & \{(n + 1)\} verdeutlicht\}
   \end{align*}
        Lade häufig benötigte Pakete
2775 \RequirePackage{lehramt-informatik-typographie}
2776 \RequirePackage{lehramt-informatik-mathe}
2777 \RequirePackage{lehramt-informatik-syntax}
2778 \ExplSyntaxOn
Hilfsmakro um Teile von mathematischen Formeln markieren zu können.
Let-Abkürzung: \let\m=\liInduktionMarkierung
2779 \def\liInduktionMarkierung#1{\textcolor{violet}{#1}}
```

\liInduktionErklaerung

\liInduktionMarkierung

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

```
Let-Abkürzung: \let\e=\liInduktionErklaerung
                                                                                  2780 \def\liInduktionErklaerung#1{\scriptsize\text{#1}}
                     \liInduktionAnfang
                                                                                  2781 \def\liInduktionAnfang{
                                                                                                    \liPseudoUeberschrift{Induktionsanfang}
                                                                                  2782
                                                                                  2783
                                                                                                    % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
                                                                                  2784
                                                                                                    \liParagraphMitLinien{
                                                                                 2785
                                                                                  2786
                                                                                                          Beweise, ~dass~$A(1)$~eine~wahre~Aussage~ist.
                                                                                  2787
                                                                                                   }
                                                                                  2788 }
\liInduktionVoraussetzung
                                                                                  2789 \def\liInduktionVoraussetzung{
                                                                                                    \liPseudoUeberschrift{Induktionsvoraussetzung}
                                                                                  2790
                                                                                  2791
                                                                                                    % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
                                                                                  2792
                                                                                  2793
                                                                                                    \liParagraphMitLinien{
                                                                                  2794
                                                                                                          \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_
                                                                                  2795
                                                                                  2796 }
                 \liInduktionSchritt
                                                                                  2797 \def\liInduktionSchritt{
                                                                                                    \liPseudoUeberschrift{Induktionsschritt}
                                                                                  2798
                                                                                  2799
                                                                                                    % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
                                                                                  2800
                                                                                                    \liParagraphMitLinien{
                                                                                  2801
                                                                                  2802
                                                                                                          Beweise, ~dass~wenn~$A(n=k)$~wahr~ist,~
                                                                                  2803
                                                                                                          auch~$A(n=k+1)$~wahr~sein~muss.
                                                                                                   }
                                                                                  2804
                                                                                  2805 }
                                                                                  2806 \ExplSyntaxOff
                                                                                  2807
```

# 2.48 wasserfall.sty

```
2808 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2809 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-wasserfall}[2020/06/10]
2810 \RequirePackage{tikz}
2811 \tikzset{wasserfall/.style={
2812 >=stealth,
2813\, node distance = 2mm and -8mm,
2814 start chain = A going below right,
2815 every node/.style = {
      draw,
2816
2817
     text width=24mm,
2818
     minimum height=12mm,
2819
    align=center,
2820
    inner sep=1mm,
2821 fill=white,
2822 drop shadow={fill=black},
     on chain=A
2823
2824 },
2825 }}
2826 \usetikzlibrary{chains,positioning,shadows}
```

## 2.49 wpkalkuel.sty

```
2828 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                                                2829 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-wpkalkuel}[2020/06/13]
                                                2.49.1 Makro-Kürzel
                                                \let\wp=\liWpKalkuel
                                                \let\equivalent=\liWpEquivalent
                                                \let\erklaerung=\liWpErklaerung
                                                2830 \RequirePackage{amsmath}
                                                2831 \ExplSyntaxOn
        \liWpKalkuel Let-Abkürzung: \let\wp=\liWpKalkuel
                                                2832 \ensuremath{\tt def\liWpKalkuelOhneMathe\#1\#2\{}
                                                2833 \text{wp}(\texttt{\scriptsize"#1"},\thinspace #2)
                                                2834 }
                                                2835 \ensuremath{\mbox{\sc liWpKalkuel#1#2}} \label{liwpKalkuel#1#2} \\
                                                              \ifmmode
                                                2836
                                                                      \liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}
                                                2837
                                                2838
                                                                \else
                                                                       $\liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}$
                                                2839
                                                2840
                                                                \fi
                                                2841 }
                 \MatheEnv
                                                2842 \ensuremath{\mbox{MatheEnv#1}}
                                                                \medskip
                                                2843
                                                2844
                                                                 \hspace{1em}#1
                                                2845
                                                2846
                                                2847
                                                                 \medskip
                                                2848 }
                         \Mathe
                                                2849 \left| \frac{Mathe#1}{} \right|
                                                                \MatheEnv{$#1$}
                                                2850
\liWpEquivalent Let-Abkürzung: \let\equivalent=\liWpEquivalent
                                                2852 \ensuremath{\mbox{\sc lower}}\xspace 1852 \ensuremath{\mbox{\sc l
                                                                \MatheEnv{$\equiv$\hspace{1em}$#1$}
                                                2854 }
\liWpErklaerung Let-Abkürzung: \let\erklaerung=\liWpErklaerung
                                                2855 \newlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}
                                                2856 \def\liWpErklaerung#1{
                                                                \setlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}{\leftskip}
                                                2857
                                                2858
                                                                \setlength{\leftskip}{0.5cm}
                                                2859
                                                2860
                                                               \par
                                                                \noindent
                                                2861
                                                2862
                                                2863
                                                                       \scriptsize
                                                2864
                                                                      #1
                                                2865
                                                2866
                                                                 \par
                                                2867
                                                2868
                                                                 \setlength{\leftskip}{\@Skip@Erklaerung@Reset}
                                                2869 }
```

### \liWpErklaerungVerzweigung

```
2870 \def\liWpErklaerungVerzweigung{
2871   $\liWpKalkuelOhneMathe{if~\{~b~\}~then~\{~a1~\}~else~\{~a2~\}}{Q}}
2872   \equiv
2873   (b \land \liWpKalkuelOhneMathe{a1}{Q})
2874   \lor
2875   (\neg b \land \liWpKalkuelOhneMathe{a2}{Q})$
2876 }

2877 \ExplSyntaxOff
2878
```

# 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 1375	\bfseries 501, 1249,
\# 122	\advance 2451	1251, 2224, 2230,
358, 413, 1196,	\AfterEndEnvironment 2527	2232, 2234, 2235, 2611
1198, 1721, 1722,	\allsectionsfont 1245	\Bigl 2720
1723, 2057, 2534, 2720	\Alph 1259	\Bigr 2724
\@Skip@Erklaerung@Reset	\alph 1259, 1260	\bigskip 59, 391,
2855, 2857, 2868	\alpha 2634, 2636, 2637,	624, 629, 1597, 1925
\@afterheading 1688	2640, 2642, 2643,	\bool 336, 359
\@afterindentfalse . 1688	2644, 2645, 2646,	\bowtie
\@liDirLeft 2750, 2755, 2767	2650, 2656, 2657,	2372, 2375, 2376, 2377
\@liDirRight 2751, 2753,	2662, 2663, 2664,	\Box
		\boxtimes 489
2754, 2755, 2756, 2767	2667, 2675, 2676, 2677	boxtimes 469
\@liDistance	\arabic 1259, 2246, 2251,	$\mathbf{C}$
2761, 2762, 2766	2256, 2262, 2268, 2274	
\@liPos 2758, 2759, 2766	\arraystretch 1947	\c 1342, 1343 \cdot 1765, 1818, 1829
\\ 622, 645,	В	
646, 649, 650, 653,		\centerline
654, 746, 747, 748,	\BeforeBeginEnvironment	1394, 2325, 2347, 2362
855, 884, 886, 912,		\chapter 1249, 1250
921, 966, 1008,	\begin 643, 694, 709, 744,	\char 1595
1009, 1010, 1015,	768, 815, 847, 862,	\clearpage 1589
1016, 1017, 1037,	882, 892, 908, 928,	\cline 622
1595, 1952, 2010, 2013	960, 977, 1006,	\clist 239, 283,
\{ 220, 1133,	1031, 1052, 1067,	284, 304, 308, 2459
1143, 1155, 1156,	1176, 1265, 1340,	\columnbreak 2494
1161, 1195, 1435,	1389, 1398, 1405,	\cs 307, 333, 357,
1997, 2402, 2720, 2871	1513, 1587, 1639,	358, 395, 407, 1671
\} 220, 1133,	1644, 1652, 1677,	\csname 1327, 1330
1143, 1155, 1156,	1682, 1693, 1703,	\cup 1156,
1163, 1199, 1436,	1707, 1790, 1794,	2031, 2643, 2657, 2664
1997, 2402, 2724, 2871	1810, 1833, 1856,	_
$\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ $	1871, 1950, 1951,	D
307, 333, 357, 358,	2001, 2046, 2166,	\DeclareMathSymbol
372, 373, 379, 382,	2186, 2327, 2349,	1895, 1896
385, 395, 407, 1376	2363, 2526, 2537, 2724	\DecoINERT
	\begingroup 1588, 1999, 2447	2249, 2322, 2323, 2345
	\beschriftung	\DecoINERTwithPivot .
\□	$\dots 1619, 1623,$	2265, 2344
	1627, 1631, 1635, 1637	\DecoLEFT 2244, 2343
${f A}$	\beta 2634,	\DecoLEFTwithPivot
\addbibresource	2637, 2641, 2642,	$\dots \dots 2259, 2321$
1565, 1566, 1567,	2643, 2646, 2656,	\DecoRIGHT 2254, 2346, 2356
1568, 1569, 1570,	2657, 2658, 2663, 2664	$\DecoRIGHT$ with Pivot .
1571, 1572, 1573, 1574	\bf 2224, 2225, 2226	$\dots \dots 2271, 2324$

\definecolor 1247	${ t liKontrollflussgraph}$	1610, 1663, 1678,
\DefineVerbatimEnvironment		1694, 1906, 2000,
$\dots \dots $	liLernkartei $1691$	2017, 2025, 2134,
\delta 78, 120, 178, 220, 1147	liProduktionsRegeln	2143, 2386, 2501,
\dh <u>1723</u> , 2645	<u>1171</u>	2532, 2684, 2741, 2767
\directlua	liProjektSprache 1611	\footrulewidth . 1276, 1547
71, 150, 208, 213,	liQuellen $\dots$ $1671$	\foreach . 1342, 1345, 1352
1128, 1142, 1162,		:\forestFirst 2474, 2477
1170, 1177, 1182,		\forestLast 2475, 2477
1982, 1987, 2040,	liRmodell 2386	\forest0get 2474, 2475
2047, 2054, 2414,	liUebergangsTabelle	\forestOnes 2487
2513, 2545, 2550,	1947	\forest0v 2476, 2477, 2480
2551, 2555, 2560,		
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	\equiv 2853, 2872	\forestov . 2466, 2470,
2561, 2565, 2571, 2572	\erzeuge@tiefgestellt	2471, 2474, 2475,
\do 2245, 2250,	1142, 1143, 1147	2476, 2477, 2479, 2480
2255, 2260, 2266, 2272	\expandafter	\forestset 2462, 2485
\dots 532, 536,	1327, 2280, 2282,	\forestSortLevel
1435, 2173, 2656, 2657	2283, 2284, 2292, 2450	2464, 2472, 2486, 2487
\DOWNarrow 2754	\ExplSyntaxOff	\frac 1767, 1798, 1829, 1844
$\draw \dots 1347, 1350,$	$61,\ 105,\ 147,\ 152,$	\fullouterjoin $\underline{2377}$
1353, 2121, 2420, 2423	205, 210, 215, 554,	
	576, 591, 1123,	${f G}$
${f E}$	1201, 1236, 1378,	\g 40, 48,
\edef 1338,	1533, 1549, 1713,	283, 284, 304, 308,
2338, 2342, 2354, 2355	1788, 1975, 2149,	314, 315, 316, 317,
\else 596, 604,	2399, 2460, 2585,	318, 320, 321, 323,
612, 1137, 1151,	2692, 2727, 2806, 2877	324, 326, 327, 328,
1187, 1635, 1738,	$\label{eq:explicit} $$ \ExplSyntaxOn 35,$	329, 330, 331, 334,
1748, 1758, 1772,	74, 115, 148, 173,	338, 339, 340, 343,
1993, 2030, 2116,	206, 211, 236, 496,	345, 346, 347, 348,
2284, 2477, 2479, 2838	560, 577, 1096,	349, 350, 361, 362,
\emph 1099,		363, 364, 372, 373,
1416, 1445, 1447, 1594	1191, 1213, 1374,	375, 381, 382, 384,
1410, 1440, 1441, 1004	1526, 1538, 1614,	313, 301, 302, 304,
\omnty 1635 2020	1797 1057 9190	
\empty 1635, 2029	1727, 1957, 2130,	385, 387, 388, 396,
\emptyset	2387, 2457, 2512,	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414
\emptyset		$\begin{array}{c} 385,\ 387,\ 388,\ 396,\\ 401,\ 403,\ 408,\ 410,\ 414\\ \verb \Gamma \ .\ 119,\ 177,\ 220,\ 1156\\ \end{array}$
\emptyset	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma . 119, 177, 220, 1156 \gappto 2482
\emptyset	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831 <b>F</b>	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma . 119, 177, 220, 1156 \gappto 2482 \geometry 5
\emptyset	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831 <b>F</b> \faCheckSquare0 2704	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma . 119, 177, 220, 1156 \gappto
\emptyset	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831 <b>F</b> \faCheckSquare0 2704 \faCircleThin 1115	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma . 119, 177, 220, 1156 \gappto 2482 \geometry 5
\emptyset	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831 <b>F</b> \faCheckSquare0 2704 \faCircleThin 1115 \faGg 109	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma . 119, 177, 220, 1156 \gappto
\emptyset	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831  F \faCheckSquare0 2704 \faCircleThin 1115 \faGg 1109 \fancyfoot	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma . 119, 177, 220, 1156 \gappto
\emptyset	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831  F \faCheckSquare0 2704 \faCircleThin 1115 \faGg 1109 \fancyfoot 1271, 1272, 1273,	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma 119, 177, 220, 1156 \gappto 2482 \geometry 5 \geq 1442, 2162, 2167, 2183, 2187 H \hbox 2372
\emptyset	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831  F  \faCheckSquare0 2704 \faCircleThin 1115 \faGg 1109 \fancyfoot 1271, 1272, 1273, 1542, 1543, 1544, 1545	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma . 119, 177, 220, 1156 \gappto
\emptyset	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831  F  \faCheckSquare0 2704 \faCircleThin 1115 \faGg 1109 \fancyfoot 1271, 1272, 1273, 1542, 1543, 1544, 1545 \fancyhead	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma . 119, 177, 220, 1156 \gappto
\emptyset	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831  F  \faCheckSquare0 2704 \faCircleThin 1115 \faGg 1109 \fancyfoot 1271, 1272, 1273, 1542, 1543, 1544, 1545 \fancyhead 1270, 1539, 1540, 1541	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma . 119, 177, 220, 1156 \gappto
$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831  F  \faCheckSquare0 2704 \faCircleThin 1115 \faGg 1109 \fancyfoot 1271, 1272, 1273, 1542, 1543, 1544, 1545 \fancyhead 1270, 1539, 1540, 1541 \faSquare0 1103	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma . 119, 177, 220, 1156 \gappto
$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831  F  \faCheckSquare0 2704 \faCircleThin 1115 \faGg 1109 \fancyfoot 1271, 1272, 1273, 1542, 1543, 1544, 1545 \fancyhead 1270, 1539, 1540, 1541 \faSquare0 1103 \fi 598, 606, 614, 1139,	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma . 119, 177, 220, 1156 \gappto
$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831  F  \faCheckSquare0 2704 \faCircleThin 1115 \faGg 1109 \fancyfoot 1271, 1272, 1273, 1542, 1543, 1544, 1545 \fancyhead 1270, 1539, 1540, 1541 \faSquare0 1103	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma . 119, 177, 220, 1156 \gappto
$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831  F  \faCheckSquare0 2704 \faCircleThin 1115 \faGg 1109 \fancyfoot 1271, 1272, 1273, 1542, 1543, 1544, 1545 \fancyhead 1270, 1539, 1540, 1541 \faSquare0 1103 \fi 598, 606, 614, 1139,	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma . 119, 177, 220, 1156 \gappto
$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831  F  \faCheckSquare0 2704 \faCircleThin 1115 \faGg 1109 \fancyfoot 1271, 1272, 1273, 1542, 1543, 1544, 1545 \fancyhead 1270, 1539, 1540, 1541 \faSquare0 1103 \fi 598, 606, 614, 1139, 1153, 1189, 1638,	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma . 119, 177, 220, 1156 \gappto 2482 \geometry 5 \geq 1442,
$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831  F  \faCheckSquare0 2704 \faCircleThin 1115 \faGg 1109 \fancyfoot 1271, 1272, 1273, 1542, 1543, 1544, 1545 \fancyhead 1270, 1539, 1540, 1541 \faSquare0 1103 \fi 598, 606, 614, 1139, 1153, 1189, 1638, 1740, 1750, 1760,	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma
$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831  F  \faCheckSquare0 2704 \faCircleThin 1115 \faGg 1109 \fancyfoot 1271, 1272, 1273, 1542, 1543, 1544, 1545 \fancyhead 1270, 1539, 1540, 1541 \faSquare0 1103 \fi 598, 606, 614, 1139, 1153, 1189, 1638, 1740, 1750, 1760, 1774, 1995, 2032,	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma
\emptyset \ldots	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831  F  \faCheckSquareO 2704 \faCircleThin 1115 \faGg 1109 \fancyfoot 1271, 1272, 1273, 1542, 1543, 1544, 1545 \fancyhead 1270, 1539, 1540, 1541 \faSquareO 1103 \fi 598, 606, 614, 1139, 1153, 1189, 1638, 1740, 1750, 1760, 1774, 1995, 2032, 2118, 2285, 2477,	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma
\emptyset  1939, 2651, 2672, 2705 \end 682, 705, 730, 765,  799, 831, 859, 875,  889, 897, 924, 953,  974, 999, 1024,  1044, 1064, 1082,  1178, 1267, 1356,  1401, 1402, 1409,  1518, 1592, 1641,  1649, 1668, 1684,  1685, 1699, 1710,  1711, 1792, 1805,  1830, 1853, 1868,  1878, 1954, 1955,  2003, 2048, 2176,  2196, 2327, 2349,  2363, 2527, 2541, 2724 \endcsname 1327, 1330	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831  F \faCheckSquareO 2704 \faCircleThin 1115 \faGg 1109 \fancyfoot 1271, 1272, 1273, 1542, 1543, 1544, 1545 \fancyhead 1270, 1539, 1540, 1541 \faSquareO 1103 \fi 598, 606, 614, 1139, 1153, 1189, 1638, 1740, 1750, 1760, 1774, 1995, 2032, 2118, 2285, 2477, 2478, 2481, 2483, 2840	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma
\emptyset \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831  F \faCheckSquare0 2704 \faCircleThin 1115 \faGg 1109 \fancyfoot 1271, 1272, 1273, 1542, 1543, 1544, 1545 \fancyhead 1270, 1539, 1540, 1541 \faSquare0 1103 \fi 598, 606, 614, 1139, 1153, 1189, 1638, 1740, 1750, 1760, 1774, 1995, 2032, 2118, 2285, 2477, 2478, 2481, 2483, 2840 \fontspec 1245	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma
\emptyset \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831  F \faCheckSquare0 2704 \faCircleThin 1115 \faGg 1109 \fancyfoot 1271, 1272, 1273, 1542, 1543, 1544, 1545 \fancyhead 1270, 1539, 1540, 1541 \faSquare0 1103 \fi 598, 606, 614, 1139, 1153, 1189, 1638, 1740, 1750, 1760, 1774, 1995, 2032, 2118, 2285, 2477, 2478, 2481, 2483, 2840 \fontspec 1245 \footcite	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma
\emptyset \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831  F \faCheckSquare0 2704 \faCircleThin 1115 \faGg 1109 \fancyfoot 1271, 1272, 1273, 1542, 1543, 1544, 1545 \fancyhead 1270, 1539, 1540, 1541 \faSquare0 1103 \fi 598, 606, 614, 1139, 1153, 1189, 1638, 1740, 1750, 1760, 1774, 1995, 2032, 2118, 2285, 2477, 2478, 2481, 2483, 2840 \fontspec 1245 \footcite 706, 728, 775, 798,	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma
\emptyset \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831  F \faCheckSquare0 2704 \faCircleThin 1115 \faGg 1109 \fancyfoot 1271, 1272, 1273, 1542, 1543, 1544, 1545 \fancyhead 1270, 1539, 1540, 1541 \faSquare0 1103 \fi 598, 606, 614, 1139, 1153, 1189, 1638, 1740, 1750, 1760, 1774, 1995, 2032, 2118, 2285, 2477, 2478, 2481, 2483, 2840 \fontspec 1245 \footcite 706, 728, 775, 798, 830, 925, 952, 998,	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma
\emptyset \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831  F \faCheckSquare0 2704 \faCircleThin 1115 \faGg 1109 \fancyfoot 1271, 1272, 1273, 1542, 1543, 1544, 1545 \fancyhead 1103 \fi 598, 606, 614, 1139, 1153, 1189, 1638, 1740, 1750, 1760, 1774, 1995, 2032, 2118, 2285, 2477, 2478, 2481, 2483, 2840 \fontspec 1245 \footcite 706, 728, 775, 798, 830, 925, 952, 998, 1414, 1417, 1424,	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma
\emptyset \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831  F \faCheckSquare0 2704 \faCircleThin 1115 \faGg 1109 \fancyfoot 1271, 1272, 1273, 1542, 1543, 1544, 1545 \fancyhead 1103 \fi 598, 606, 614, 1139, 1153, 1189, 1638, 1740, 1750, 1760, 1774, 1995, 2032, 2118, 2285, 2477, 2478, 2481, 2483, 2840 \fontspec 1245 \footcite 1245	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma
\emptyset \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831  F \faCheckSquare0 2704 \faCircleThin 1115 \faGg 1109 \fancyfoot 1271, 1272, 1273, 1542, 1543, 1544, 1545 \fancyhead 1103 \fi 598, 606, 614, 1139, 1153, 1189, 1638, 1740, 1750, 1760, 1774, 1995, 2032, 2118, 2285, 2477, 2478, 2481, 2483, 2840 \fontspec 1245 \footcite 1245 \footcite 1245 \footcite 1245 \footcite 1245 \footcite 1245 \footdite 1245	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma
\emptyset \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	2387, 2457, 2512, 2608, 2702, 2778, 2831  F  \faCheckSquare0 2704 \faCircleThin 1115 \faGg 1109 \fancyfoot 1271, 1272, 1273, 1542, 1543, 1544, 1545 \fancyhead 1103 \faSquare0 1103 \fi 598, 606, 614, 1139, 1153, 1189, 1638, 1740, 1750, 1760, 1774, 1995, 2032, 2118, 2285, 2477, 2478, 2481, 2483, 2840 \fontspec 1245 \footcite 706, 728, 775, 798, 830, 925, 952, 998, 1414, 1417, 1424, 1429, 1434, 1438, 1444, 1449, 1554, 1806, 1807, 1962, 2179	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma
\temptyset \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	## Control of Control	385, 387, 388, 396, 401, 403, 408, 410, 414 \Gamma

1007 0000 0455	1000	
\ifx 1635, 2029, 2477	\labelenumi 1260	\li@numdiscs
\in 520, 626,	\labelenumii 1261	1338, 1347, 1353
1442, 1780, 1783,	\labelitemi 1254	\li@Rmodell@Schrift .
1786, 1812, 1818,	$\label{labelitemii} 1255$	2386, 2395, 2405
1823, 2162, 2173,	\labelitemiii 1256	\li@sequence 1339, 1352
2183, 2193, 2634,	\labelitemiv 1257	\li@synthese@erklaerung@texte
2636, 2642, 2663, 2794	\land 2873, 2875	2625, 2685
\inhaltsverzeichnis $\underline{1586}$	\LARGE 1249	\liAbleitung $\underline{1170}$
\input 17, 20, 23, 26, 29, 420	\large 1394, 2436	liAdditum (environment)
\inputminted $2544$ , $2554$ ,	\leaders 2712	1642
2564, 2576, 2579, 2583	\left 1730	liAHuelle (environment)
\int 2459	\LEFTarrow 2755	<u>1998</u>
\item 489,	\leftarrow 608	\liAlphabet <u>1155</u>
490, 711, 715, 720,	\leftouterjoin 2375	liAntwort (environment)
725, 769, 778, 783,	\leftskip 2857, 2858, 2868	
791, 863, 868, 872,	\LehramtInformatikAutorEmai	$11$ \liAnweisung $1520$
893, 929, 934, 941,		$\$ \liAssemblerCode $\frac{2574}{}$
949, 978, 983, 987,	\LehramtInformatikAutorName	\ 7.1.4
992, 1068, 1073,	Lenramtiniormatikautorname	\liAttribut 2405
1078, 1399, 1400,	\LehramtInformatikGitBranch	
1671, 1675, 1795,		<u>1989</u> , 2637, 2642
1798, 1802, 1811,		
1817, 1822, 1834,		hekepattributHuelleOhneMathe 1989, 1992,
1838, 1842, 1846,		1004 0000 0010 0000
1850, 1857, 1861,	\LehramtInformatikGithubDom	
1865, 2167, 2170,	2516	\liAttributMenge
2173, 2187, 2190, 2193	\LehramtInformatikGithubRaw	Domain 1997, 2009, 2012,
\itshape 545, 2683		2019, 2020, 2034, 2036
\1000 \tag{1000}	\LehramtInformatikGithubTex	$R_{\rm c}$ Aufgabe $\frac{16}{2}$
J		\liAufgabenMetadaten . $36$
\j 1342, 1343, 1345, 1346,	\LehramtInformatikRepositor	ry\liAufgabenTitel 62
1347, 1352, 1353, 1354	17, 20,	\liAusdruck <u>1192</u>
1947, 1992, 1999, 1994	23, 26, 29, 1565,	\liAutomat $\underline{74}$
K	1566, 1567, 1568,	\liAutomatenKante $\underline{106}$
	1569, 1570, 1571,	$\label{libandAlphabet} 1156$
\k	1572, 1573, 1574, 2515	\liBedingung $1521$
\keys 42, 83,	\LehramtInformatikTitel	\liBedingungDrei
95, 125, 135, 183,		1785, 1825, 1865
193, 312, 564, 568,	\leq 1829, 2170, 2190	\liBedingungEins
582, 587, 1220, 1227	\let 1145,	1779, 1814, 1857
	1146, 1589, 2321,	\liBedingungFalsch . $1523$
L	2322, 2323, 2324,	\liBedingungWahr 1522
\1 76, 77, 78, 79, 80,	2337, 2339, 2340,	\liBedingungZwei
81, 84, 85, 86, 87,	2341, 2343, 2344,	<u>1782</u> , 1820, 1861
88, 90, 92, 97, 98,	2345, 2346, 2356,	\liBeschriftung 1602
99, 100, 101, 102,		\liChomskyErklaerung
117, 118, 119, 120,	2448, 2486, 2487, 2704	
121, 122, 123, 126,	\li@chomsky@erklaerung@text	
127, 128, 129, 130,		\liChomskyUeberErklaerung
131, 132, 138, 139,	\li@EntwurfsCode	
140, 141, 142, 143,	639, 685, 686, 687,	\liChomskyUeberschrift
144, 175, 176, 177,	733, 734, 735, 736,	
178, 179, 180, 181,	802, 803, 804, 805,	\liCpmEreignis 560
184, 185, 186, 187,	806, 807, 834, 835,	\liCpmFruehesterI 617
188, 189, 190, 196,	836, 837, 838, 839, 900	\liCpmSpaetesterI 616
197, 198, 199, 200,	\li@EntwurfsCodeAllgemein	\liCpmVon <u>600</u>
201, 202, 562, 565,		\liCpmVonOhneMathe
570, 571, 574, 579,	\li@fussnote@text 1903,	600, 603, 605
580, 583, 584, 589,	1909, 1913, 1917, 1921	$\label{licpmVonZu} \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \$
1215, 1216, 1217,	\li@GithubLink	\liCpmVonZuOhneMathe
1218, 1221, 1222,	2536, 2549, 2559, 2570	$\dots 592, 595, 597$
1223, 1224, 1230,	$\verb \liQmget  . 1329, 1333, 1353 $	$\label{licpmVorgang} \ \dots \ \underline{577}$
1231, 1232, 1233,	\li@minc 1332, 1354	\liCpmZu <u>608</u>
1529, 1530, 1531,	\li@mset	\liCpmZuOhneMathe
1674, 1675, 1676, 1683	1326, 1334, 1343, 1346	608, 611, 613
, , ,	, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	, ,

1.5.	\1:E	.),, a, , , , , , , , , , , , , , , , , ,
liDiagramm (environ- ment) <u>1701</u>	\liEntwurfsModellPraesentat	i <b>\hStaumCodg</b>
liEinbettung (environ-	\liEntwurfsModellPraesentat	, <del></del>
ment) <u>1612</u>		\liJavaTestDatei 2553
\liEntwurfs $\dots \overline{1047}$	\liEntwurfsModellPraesentat	idnst such (ng Vinbounch) $\frac{1264}{1264}$
\liEntwurfsAbstrakteFabrik	1030, 1048	\liKellerAutomat 115
<u>689</u>	$\label{lientwurfsZustand} \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \$	\liKellerKante $153$
\liEntwurfsAbstrakteFabrikC		\liKellerUebergang
		$148, 154$
\liEntwurfsAbstrakteFabrikU		\liKontrollCode $1524$
		liKontrollflussgraph
\liEntwurfsAdapter <u>738</u>	\liEpsilon <u>1141</u>	(environment) $\frac{1512}{1512}$
\liEntwurfsAdapterAkteure	\liErAttribute <u>1099</u> , 1113, 1115	\liKontrollKnotenPfad
	\liErDatenbankName . <u>1118</u>	1526
	\liErEntity <u>1097</u> , 1101, 1103	
\liEntwurfsAdapterUml	\liErledigt 2704	\liKurzeTabellenLinie 622
	\liErMpAttribute 1112	\liLadeAllePakete 241
\liEntwurfsBeobachter 809	\liErMpEntity 1100	\liLadePakete
\liEntwurfsBeobachterAkteur		. 67, 70, <u>237,</u> 242,
	\liErRelationship	498, 559, 1132,
\liEntwurfsBeobachterCode	$\dots \underline{1098}, 1107, 1109$	1362, 1384, 1901,
<u>801,</u> 812	\liExamensAufgabe $\underline{19}$	1981,2129,2498,2607
\liEntwurfsBeobachterUml	$\label{lienter} \$ liExamensAufgabeA $\underline{28}$	$\label{lilatexCode} \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \$
$$ $$	$\label{lienteq} \$ $\underline{25}$	\liLeereZelle $\underline{1939}$
\liEntwurfsDekorierer <u>841</u>	$\label{lienteq} \$ . $\frac{22}{}$	liLernkartei (environ-
\liEntwurfsDekoriererAkteur		ment) $1691$
	\liFalsch 490	\liLinksReduktion 2006
\liEntwurfsDekoriererCode	\liFlaci <u>1202</u>	\liLinksReduktionInline
	\liFremd 2385	
\liEntwurfsDekoriererUml	\liFunktionaleAbhaengigkeit	
\liEntwurfsEinfacheFabrik	$2028, 2031, 2039$ \liFunktionaleAbhaengigkeit	\liMasterFaelle <u>1809</u> , 1877
		······································
	telireussnote 1902, 1904	\liMasterVariablen
	\liFussnoteDreiText .	
\liEntwurfsEinfacheFabrikUm		\liMasterVariablenDeklaration
	\liFussnoteEinsText .	
\liEntwurfsEinzelstueck	1908, 1928	$\$ \limin \frac{1880}{1}
<u>902</u>	$\label{lift} \$ \lifthtag{11}{118}	\liMenge 84, 85, 87,
\liEntwurfsEinzelstueckAkte		126, 127, 128, 132,
	\liFussnoteUrl . $1045$ , $\underline{1714}$	184, 185, 186, 190,
\liEntwurfsEinzelstueckCode		<u>1133</u> , 1182, 1221, 1222
		\liMengeOhneMathe
\liEntwurfsEinzelstueckUml	\liFussnoteZweiText .	1133, 1136, 1138
		\liMinimierungErklaerung
\liEntwurfsErbauer 955 \liEntwurfsErbauerAkteure	\liGeschweifteKlammern 1174, 2043, 2716	\liMinispracheDatei \frac{1961}{2578}
$\frac{927}{957}$	\liGrammatik 1213	\liminispracheDatei 2578 \linespread 2393
\liEntwurfsErbauerUml	liGraphenFormat (envi-	\liNichtsZuTun 2705
907, 956	ronment) 1319	\li0
\liEntwurfsFabrikmethode	\liHanoi 1326	\liOmega <u>1742</u> , 1786
<u>1001</u> , <u>1026</u>	\liHaskellCode 2581	\liOmegaOhneMathe
\liEntwurfsFabrikmethodeAkt		1742, 1747, 1749
	\liIdentischeAufgabe . 63	\liOOhneMathe
\liEntwurfsFabrikmethodeUml		$\dots$ 1752, 1757, 1759
$959$ , $1002$	\liInduktionErklaerung	\liParagraphMitLinien
\liEntwurfsKompositum		. 547, 1963, 2685,
1026	\liInduktionMarkierung	2706, 2785, 2793, 2801
\liEntwurfsKompositumAkteur		\liPetriErreichKnotenDrei
	\liInduktionSchritt 2797	
\liEntwurfsKompositumUml	\liInduktionVoraussetzung	\liPetriErreichTransition
1005, 1027		

\liPetriSetzeSchluessel	\liSyntheseUeberErklaerung	\liZustandsnameTiefgestellt
\liPetriTransitionsName	\liSyntheseUeberschrift	\liZustandsPaar 1941
	•	\liZustandsPaarVariablenName
\liPetriTransitionsNameOhne	Mathe $1762$ , 1777, 1791, 1852	<u>1940</u> , 1943, 1944
$\dots$ 2112, 2115, 2117	\liTeilen 1986	\lap 2373
\liPetriTransPfeile 2124	\literatur 1553, 1577	\log 1780,
\liPolynomiellReduzierbar		1783, 1786, 1812, 1818
	\liTheta <u>1732</u> ,	\loop 2206
	1783, 1812, 1818, 1823	
\liPotenzmenge	\liThetaOhneMathe	\lor 2874
$\dots 1142, 1146, 2135$	$\dots$ 1732, 1737, 1739	\ltimes 1888
\liPotenzmengeOhneMathe	\liTOhneMathe	
1143, 1144, 1145		${f M}$
	1762, 1771, 1773	\makeatletter 1687, 2445
\liPrimaer $\underline{2384}$	\liTuringKante $\underline{216}$	\makeatother 1689, 2453
\liProblemBeschreibung	\liTuringLeerzeichen	\marginpar
<u>1388</u>	1.00	
\liProblemClique 1411	\liTuringMaschine <u>173</u>	1102, 1108, 1114, 1594
\liProblemName	_	\mathbb 1442, 2193, 2794
•	\liTuringUeberfuehrung	\mathbin . 2375, 2376, 2377
1387, 1394	<u>219</u>	\mathcal 1753, 2663,
1406, 1408, 1421,	\liTuringUebergaenge	2668, 2670, 2671, 2672
1432, 1433, 1441, 1442	$\dots \dots 211, 217$	
\liProblemSat 1440	\liTuringUebergangZelle	\Mathe \frac{2849}{2849}
		\MatheEnv $2842$ , 2850, 2853
\liProblemSubsetSum .		\mathord 1895, 1896
$\dots \dots \underline{1431}, \underline{1440}$	\liUeberfuehrungsFunktion	\mdfsetup 1263,
\liProblemVertexCover		1620, 1624, 1628, 1632
<u>1411</u> , 1419	\liUeberfuehrungsFunktionOh	neMatheir 1396
\liProduktionen $\frac{1181}{1223}$	1147, 1150, 1152	
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	, ,	1605, 1607, 1681,
liProduktionsRegeln	liUebergangsTabelle	1709, 2391, 2397,
(environment) $\underline{1171}$	(environment) $\underline{1947}$	2714, 2718, 2843, 2847
liProjektSprache (envi-	\liUeberschriftDreiecksTabe	14meemph 1594
ronment) 1611		\mintinline 2534,
\liPseudoUeberschrift	\liUmlLeserichtung . 2749	2535, 2574, 2581, 2586
	_	
	\liVertauschen $\dots$ $\underline{2413}$	\mkern 2375, 2376, 2377
1646, 1647, 1949,	\liWortInSprache $623$	\mlq 1893, 1895
1959, 2782, 2790, 2798	\liWortNichtInSprache 628	\mrq 1893, 1896
\liPumpingKontextfrei	\liWpEquivalent 2852	\msg 50, 418
		\myList
\liPumpingRegulaer . 2160	\liWpErklaerung 2855	2466, 2467, 2468, 2471
	\liWpErklaerungVerzweigung	
liQuellen (environment)		\myNodes 2455,
1671	\liWpKalkuel <u>2832</u>	2470, 2476, 2480, 2482
\liRechtsReduktionInline	\liWpKalkuelOhneMathe	
		${f N}$
	2832, 2837,	\NeedsTeXFormat
\liRekursionsGleichung	2839, 2871, 2873, 2875	1, 14, 32, 65, 233,
1776, 1836	\liZustandsBuchstabe	
\liRelation $2053$		424, 485, 492, 556,
${\tt liRelationenSchemaFormat}$	1166, 1168, 1186, 1188	619, 634, 1089,
(environment) 2406	\liZustandsBuchstabeGross	1125, 1238, 1278,
\liRelationMenge 2400		1287, 1292, 1321,
_	1158, 1167, 1169	1359, 1380, 1452,
\liRichtig <u>489</u>	$\label{lizustandsmenge} 112$	1535, 1551, 1557,
liRmodell (environment)	\liZustandsmengeNr	1579, 1725, 1885,
	1159, 2144	
\liRundeKlammer . 1729,		1898, 1977, 2060,
1733, 1743, 1753, 1767	\liZustandsmengeNrGross	2126, 2151, 2156,
	<u>1167</u>	2200, 2366, 2379,
\lisortierMarkierung $\frac{2425}{}$	\liZustandsMengenSammlung	2408, 2489, 2496,
\liSortierPfeil $\underline{2419}$		2503, 2508, 2588,
\liSortierPfeilUnten 2422	\liZustandsMengenSammlungNr	
\liSpaltenUmbruch 2494		, , , , , ,
_		2729, 2771, 2808, 2828
\liSqlCode <u>2586</u>	\liZustandsmengeOhneMathe	\neg 2875
\listen@punkt 1671, 1683	1145	\negthinspace $1730$
\liStrich <u>1386</u>	\liZustandsname $\underline{1168}$	\newcounter 2220, 2221
\liSyntheseErklaerung	\liZustandsnameGross	\NewDocumentCommand .
	<u>1169,</u> 2132, 2141	75, 116, 153, 174,
	1100, 2102, 2111	.0, 110, 100, 111,

216, 237, 561, 578,	\pgfmathresult	\relax 1589,
623,  628,  1192,	$\dots 1334, 2447,$	2294, 2337, 2339,
1214, 1404, 1527,	2448, 2450, 2452,	2340, 2341, 2449, 2451
1555, 1714, 1718,	2465, 2473, 2486, 2487	
2042, 2053, 2120,	\pgfutil@empty 2448	1255, 1256, 1257,
2543, 2553, 2563,	\pgfutil@loop 2449	1260, 1261, 1275,
2575, 2578, 2582, 2749	\pgfutil@repeat $2452$	1276, 1546, 1547, 1947
\NewDocumentEnvironment	\preceq 1407	\repeat 2210
1171, 1264, 1319,	\prime 1386	\RequirePackage
1512, 1611, 1612,	\printbibliography . $1577$	4, 68, 171,
1615, 1642, 1650,	\ProvidesPackage	235, 239, 421, 427,
1672, 1691, 1701,	2, 15, 33, 66, 234,	428, 488, 558, 637,
1948, 1998, 2388, 2406	425, 486, 493, 557,	638, 1092, 1094,
\newlength 2855	620,  635,  1090,	1095, 1131, 1240,
\node 574, 1520,	1126, 1239, 1279,	1241, 1244, 1246,
1525, 2246, 2251,	1288, 1293, 1322,	1248, 1253, 1262,
2256, 2262, 2268,	1360, 1381, 1453,	1269, 1280, 1281,
2274, 2425, 2470, 2766	1536, 1552, 1558,	1290, 1294, 1295,
\noexpand 2334,	1580, 1726, 1886,	1296, 1324, 1325,
2335, 2336, 2355, 2470	1899, 1978, 2061,	1373, 1385, 1454,
\noindent 370,	2127, 2152, 2157,	1554, 1559, 1560,
625, 630, 1598,	2201, 2367, 2380,	1576, 1583, 1584,
1600, 1604, 1608,	2409, 2490, 2497,	1585, 1613, 1728,
1636, 1664, 1666,	2504, 2509, 2589,	1889, 1890, 2062,
1679, 1695, 1697,	2604, 2695, 2699,	2064, 2154, 2214,
1705, 1874, 1927,	2730, 2772, 2809, 2829	2216, 2368, 2369,
1930, 1933, 1936,	2100, 2112, 2000, 2020	2370, 2383, 2411,
	${f Q}$	2442, 2493, 2499,
2401, 2707, 2719, 2861	\QS@list	2506, 2511, 2522,
\nolinkurl 403, 2540 \normalsize 1251	2327, 2338, 2342,	2523, 2591, 2696,
	2349, 2355, 2360, 2363	2703, 2733, 2734,
\notin	\QS@select@equal	2736, 2737, 2775,
\null 2712	2302, 2306	2776, 2777, 2810, 2830
	\QS@select@greater	\right 1730
		(115110
0		\RIGHTarrow 2751 2756
\o@join	2303, 2307	\RIGHTarrow 2751, 2756
\o@join	$\begin{tabular}{ll} $\ldots \ldots 2303$, 2307 \\ \begin{tabular}{ll} $QS@select@smaller \ldots \end{tabular}$	\Rightarrow 626, 631
\o@join	2303, 2307 \QS@select@smaller 2298, 2301, 2305	$\label{eq:Rightarrow} \begin{array}{lll} \texttt{\coloredge} & \dots & 626,631 \\ \texttt{\coloredge} & \dots & 220, \end{array}$
\o@join	\QS@select@smaller	\Rightarrow 626, 631 \rightarrow 220, 515, 520, 528, 532,
\o@join	\QS@select@smaller 2298, 2301, 2305 \QS@sort@a	\Rightarrow 626, 631 \rightarrow 220, 515, 520, 528, 532, 534, 535, 537, 592,
\o@join	\QS@select@smaller 2298, 2301, 2305 \QS@sort@a	\Rightarrow 626, 631 \rightarrow 220, 515, 520, 528, 532, 534, 535, 537, 592, 600, 2124, 2634,
\o@join	\QS@select@smaller 2298, 2301, 2305 \QS@sort@a 2280, 2313, 2334, 2335 \QS@sort@b 2280, 2281 \QS@sort@c 2284, 2291	\Rightarrow 626, 631 \rightarrow 220, 515, 520, 528, 532, 534, 535, 537, 592, 600, 2124, 2634, 2641, 2643, 2646,
\o@join	\QS@select@smaller 2298, 2301, 2305 \QS@sort@a 2280, 2313, 2334, 2335 \QS@sort@b 2280, 2281 \QS@sort@c 2284, 2291 \QS@sort@d 2292, 2300	\Rightarrow 626, 631 \rightarrow 220, 515, 520, 528, 532, 534, 535, 537, 592, 600, 2124, 2634, 2641, 2643, 2646, 2651, 2656, 2657, 2662
\o@join	2303, 2307  \QS@select@smaller 2298, 2301, 2305  \QS@sort@a 2280, 2313, 2334, 2335  \QS@sort@b 2280, 2281  \QS@sort@c 2284, 2291  \QS@sort@d 2292, 2300  \QS@sort@empty 2282, 2287	\Rightarrow 626, 631 \rightarrow 220, 515, 520, 528, 532, 534, 535, 537, 592, 600, 2124, 2634, 2641, 2643, 2646, 2651, 2656, 2657, 2662 \rightouterjoin 2376
\o@join	\QS@select@smaller 2298, 2301, 2305 \QS@sort@a 2280, 2313, 2334, 2335 \QS@sort@b 2280, 2281 \QS@sort@c 2284, 2291 \QS@sort@d 2292, 2300 \QS@sort@empty .2282, 2287 \QS@sort@single .2283, 2288	\Rightarrow 626, 631 \rightarrow 220, 515, 520, 528, 532, 534, 535, 537, 592, 600, 2124, 2634, 2641, 2643, 2646, 2651, 2656, 2657, 2662 \rightouterjoin 2376 \Roman 1259
\o@join	2303, 2307  \QS@select@smaller 2298, 2301, 2305  \QS@sort@a 2280, 2313, 2334, 2335  \QS@sort@b 2280, 2281  \QS@sort@c 2284, 2291  \QS@sort@d 2292, 2300  \QS@sort@empty 2282, 2287  \QS@sort@single 2283, 2288  \QSinitialize	\Rightarrow 626, 631 \rightarrow 220, 515, 520, 528, 532, 534, 535, 537, 592, 600, 2124, 2634, 2641, 2643, 2646, 2651, 2656, 2657, 2662 \rightouterjoin 2376 \Roman 1259 \roman 1259, 1261
\o@join	\QS@select@smaller 2298, 2301, 2305 \QS@sort@a 2280, 2313, 2334, 2335 \QS@sort@b 2280, 2281 \QS@sort@c 2284, 2291 \QS@sort@d 2292, 2300 \QS@sort@empty .2282, 2287 \QS@sort@single 2288 \QSinitialize 2205, 2317, 2352	\Rightarrow 626, 631 \rightarrow 220, 515, 520, 528, 532, 534, 535, 537, 592, 600, 2124, 2634, 2641, 2643, 2646, 2651, 2656, 2657, 2662 \rightouterjoin 2376 \Roman 1259, 1261 \romannumeral 2292
\o@join	\QS@select@smaller 2298, 2301, 2305 \QS@sort@a 2280, 2313, 2334, 2335 \QS@sort@b 2280, 2281 \QS@sort@c 2284, 2291 \QS@sort@d 2292, 2300 \QS@sort@empty 2282, 2287 \QS@sort@single 2283, 2288 \QSinitialize 2205, 2317, 2352 \QSIr 2288, 2294, 2302,	\Rightarrow 626, 631 \rightarrow 220, 515, 520, 528, 532, 534, 535, 537, 592, 600, 2124, 2634, 2641, 2643, 2646, 2651, 2656, 2657, 2662 \rightouterjoin 2376 \Roman 1259, 1261 \romannumeral 2292 \rtimes 1888
\o@join	\QS@select@smaller \\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\	\Rightarrow 626, 631 \rightarrow 220, 515, 520, 528, 532, 534, 535, 537, 592, 600, 2124, 2634, 2641, 2643, 2646, 2651, 2656, 2657, 2662 \rightouterjoin 2376 \Roman 1259, 1261 \romannumeral 2292
\o@join	\QS@select@smaller 2298, 2301, 2305 \QS@sort@a 2280, 2313, 2334, 2335 \QS@sort@b 2280, 2281 \QS@sort@c 2284, 2291 \QS@sort@d 2292, 2300 \QS@sort@empty . 2282, 2287 \QS@sort@single 2288, 2288 \QSinitialize 2205, 2317, 2352 \QSIr . 2288, 2294, 2302, 2322, 2336, 2341, 2344 \QSIrr 2323, 2336, 2337, 2345	\Rightarrow 626, 631 \rightarrow 220,
\o@join	\QS@select@smaller \\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\	\Rightarrow 626, 631 \rightarrow 220,
\o@join	\QS@select@smaller 2298, 2301, 2305 \QS@sort@a 2280, 2313, 2334, 2335 \QS@sort@b 2280, 2281 \QS@sort@c 2284, 2291 \QS@sort@d 2292, 2300 \QS@sort@empty 2282, 2287 \QS@sort@single 2283, 2288 \QSinitialize 2205, 2317, 2352 \QSIr 2288, 2294, 2302, 2322, 2336, 2341, 2344 \QSIrr 2323, 2336, 2337, 2345 \QSLr 2294, 2301, 2312, 2313,	\Rightarrow 626, 631 \rightarrow 220,
\o@join	\QS@select@smaller \\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\	\Rightarrow 626, 631 \rightarrow 220,
\o@join	\QS@select@smaller \\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\	\Rightarrow 626, 631 \rightarrow 220,
\o@join	\QS@select@smaller \\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\	\Rightarrow 626, 631 \rightarrow 220,
\o@join	\tag{2303, 2307} \QS@select@smaller \\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\	\Rightarrow 626, 631 \rightarrow 220,
\o@join	\tag{2303}, 2307 \QSQselectQsmaller \tag{298}, 2301, 2305 \QSQsortQa \tag{280}, 2313, 2334, 2335 \QSQsortQb \tag{280}, 2281, 2280, 2281 \QSQsortQb \tag{292}, 2300 \QSQsortQd \tag{292}, 2300 \QSQsortQd \tag{292}, 2300 \QSQsortQsortQsingle 2283, 2288 \QSinitialize \tag{295}, 2317, 2352 \QSIr \tag{2288}, 2294, 2302, 2322, 2336, 2341, 2344 \QSIrr \tag{232}, 2336, 2341, 2344 \QSIrr \tag{2321}, 2334, 2337, 2345 \QSLr \tag{231}, 2313, 2321, 2334, 2339, 2343 \QSpivotStep \tag{294} \QSRr \tag{294} \QSRr \tag{294}	\Rightarrow 626, 631 \rightarrow 220,
\o@join	\tag{2303}, 2307 \QSQselectQsmaller \tag{298}, 2301, 2305 \QSQsortQa \tag{280}, 2313, 2334, 2335 \QSQsortQb \tag{280}, 2281, 2280, 2281 \QSQsortQb \tag{292}, 2300 \QSQsortQd \tag{292}, 2300 \QSQsortQd \tag{292}, 2300 \QSQsortQd \tag{292}, 2300 \QSQsortQsortQsingle 2283, 2288 \QSinitialize \tag{291}, 2352 \QSIr \tag{2288}, 2294, 2302, 2322, 2336, 2341, 2344 \QSIrr \tag{2324}, 2336, 2337, 2345 \QSIr \tag{2317}, 2321, 2334, 2331, 2321, 2334, 2339, 2343 \QSpivotStep \tag{291}, 2317, 2321, 2332 \QSr \tag{294} \QSRr \tag{2324}, 2335, 2340,	\Rightarrow 626, 631 \rightarrow 220,
\o@join	\tag{2303}, 2307 \QS@select@smaller \tag{2303}, 2305 \QS@sort@a \tag{280}, 2313, 2334, 2335 \QS@sort@b \tag{280}, 2281 \QS@sort@c \tag{284}, 2291 \QS@sort@d \tag{292}, 2300 \QS@sort@empty \tag{2282}, 2287 \QS@sort@single \tag{2283}, 2288 \QSinitialize \tag{295}, 2317, 2352 \QSIr \tag{2288}, 2294, 2302, \tag{2322}, 2336, 2341, 2344 \QSIrr \tag{2323}, 2336, 2341, 2344 \QSIrr \tag{2323}, 2336, 2337, 2345 \QSIr \tag{231}, 2313, \tag{2321}, 2334, 2339, 2343 \QSpivotStep \tag{297}, 2317, 2321, 2332 \QSr \tag{297}, 2317, 2321, 2332 \QSr \tag{2324}, 2335, 2340, \tag{2346}, 2355, 2356, 2357	\Rightarrow 626, 631 \rightarrow 220,
\o@join	\tag{2303}, 2307 \QS@select@smaller \tag{2303}, 2305 \QS@sort@a \tag{280}, 2313, 2334, 2335 \QS@sort@b \tag{280}, 2281 \QS@sort@c \tag{284}, 2291 \QS@sort@d \tag{292}, 2300 \QS@sort@empty \tag{2282}, 2287 \QS@sort@single \tag{2283}, 2288 \QSinitialize \tag{295}, 2317, 2352 \QSIr \tag{2288}, 2294, 2302, \tag{2322}, 2336, 2341, 2344 \QSIrr \tag{2323}, 2336, 2341, 2344 \QSIrr \tag{2323}, 2336, 2337, 2345 \QSIr \tag{231}, 2313, \tag{2321}, 2334, 2339, 2343 \QSpivotStep \tag{297}, 2317, 2321, 2332 \QSr \tag{297}, 2317, 2321, 2332 \QSr \tag{2324}, 2335, 2340, \tag{2346}, 2355, 2356, 2357 \QSsortStep \tag{207}	\Rightarrow 626, 631 \rightarrow 220,
\o@join	\tag{2303}, 2307 \QSQselectQsmaller \tag{2303}, 2305 \QSQsortQa \tag{2313}, 2334, 2335 \QSQsortQb \tag{280}, 2313, 2334, 2335 \QSQsortQb \tag{280}, 2281 \QSQsortQc \tag{2284}, 2291 \QSQsortQd \tag{2292}, 2300 \QSQsortQempty \tag{2282}, 2287 \QSQsortQsingle \tag{2283}, 2288 \QSinitialize \tag{2205}, 2317, 2352 \QSIr \tag{2288}, 2294, 2302, 2322, 2336, 2341, 2344 \QSIrr \tag{2323}, 2336, 2337, 2345 \QSIr \tag{231}, 2313, 2321, 2332, 2321, 2334, 2339, 2343 \QSpivotStep \tag{2207}, 2317, 2321, 2332 \QSr \tag{237}, 2317, 2321, 2332 \QSr \tag{234}, 2335, 2340, 2346, 2355, 2356, 2357 \QSsortStep \tag{2209}, 2317, 2333, 2334	\Rightarrow 626, 631 \rightarrow 220,
\o@join	\tag{2303}, 2307 \QS@select@smaller \tag{2303}, 2305 \QS@sort@a \tag{280}, 2313, 2334, 2335 \QS@sort@b \tag{280}, 2281 \QS@sort@c \tag{284}, 2291 \QS@sort@d \tag{292}, 2300 \QS@sort@empty \tag{2282}, 2287 \QS@sort@single \tag{2283}, 2288 \QSinitialize \tag{295}, 2317, 2352 \QSIr \tag{2288}, 2294, 2302, \tag{2322}, 2336, 2341, 2344 \QSIrr \tag{2323}, 2336, 2341, 2344 \QSIrr \tag{2323}, 2336, 2337, 2345 \QSIr \tag{231}, 2313, \tag{2321}, 2334, 2339, 2343 \QSpivotStep \tag{297}, 2317, 2321, 2332 \QSr \tag{297}, 2317, 2321, 2332 \QSr \tag{2324}, 2335, 2340, \tag{2346}, 2355, 2356, 2357 \QSsortStep \tag{207}	\Rightarrow 626, 631 \rightarrow 220,
\o@join	\tag{2303}, 2307 \QS@select@smaller \tag{2303}, 2305 \QS@sort@a \tag{280}, 2313, 2334, 2335 \QS@sort@b \tag{280}, 2281 \QS@sort@c \tag{2284}, 2291 \QS@sort@d \tag{2292}, 2300 \QS@sort@empty \tag{2282}, 2287 \QS@sort@single \tag{2283}, 2288 \QSinitialize \tag{2205}, 2317, 2352 \QSIr \tag{2288}, 2294, 2302, \tag{2322}, 2336, 2341, 2344 \QSIrr \tag{2323}, 2336, 2341, 2344 \QSIrr \tag{2323}, 2336, 2337, 2345 \QSLr \tag{231}, 2313, \tag{2321}, 2334, 2339, 2343 \QSpivotStep \tag{2207}, 2317, 2321, 2332 \QSr \tag{234}, 2335, 2340, \tag{2346}, 2355, 2356, 2357 \QSsortStep \tag{2209}, 2317, 2333, 2334  \tag{209}, 2317, 2333, 2334  \tag{209}, 2317, 2333, 2334	Rightarrow 626, 631
\o@join	\tag{2303}, 2307 \QS@select@smaller \tag{2303}, 2305 \QS@sort@a \tag{280}, 2313, 2334, 2335 \QS@sort@b \tag{280}, 2281 \QS@sort@c \tag{2284}, 2291 \QS@sort@d \tag{2292}, 2300 \QS@sort@empty \tag{2282}, 2287 \QS@sort@single \tag{2283}, 2288 \QSinitialize \tag{2205}, 2317, 2352 \QSIr \tag{2288}, 2294, 2302, \tag{2322}, 2336, 2341, 2344 \QSIrr \tag{2323}, 2336, 2337, 2345 \QSIr \tag{231}, 2332, 2336, 2337, 2345 \QSIr \tag{2207}, 2312, 2313, \tag{2321}, 2334, 2339, 2343 \QSpivotStep \tag{2207}, 2317, 2321, 2332 \QSr \tag{232}, 2335, 2340, \tag{2346}, 2355, 2356, 2357 \QSsortStep \tag{2209}, 2317, 2333, 2334  \tag{209}, 2317, 2333, 2334  \tag{209}, 2317, 2333, 2334  \tag{209}, 2317, 2333, 2334	\Rightarrow 626, 631 \rightarrow 220,
\o@join	\tag{2303}, 2307 \QS@select@smaller \tag{2303}, 2305 \QS@sort@a \tag{280}, 2313, 2334, 2335 \QS@sort@b \tag{280}, 2281 \QS@sort@c \tag{2284}, 2291 \QS@sort@d \tag{2292}, 2300 \QS@sort@empty \tag{2282}, 2287 \QS@sort@single \tag{2283}, 2288 \QSinitialize \tag{2205}, 2317, 2352 \QSIr \tag{2288}, 2294, 2302, \tag{2322}, 2336, 2341, 2344 \QSIrr \tag{2323}, 2336, 2341, 2344 \QSIrr \tag{2323}, 2336, 2337, 2345 \QSLr \tag{231}, 2313, \tag{2321}, 2334, 2339, 2343 \QSpivotStep \tag{2207}, 2317, 2321, 2332 \QSr \tag{234}, 2335, 2340, \tag{2346}, 2355, 2356, 2357 \QSsortStep \tag{2209}, 2317, 2333, 2334  \tag{209}, 2317, 2333, 2334  \tag{209}, 2317, 2333, 2334	Rightarrow 626, 631

1210 1211 1211		
1540, 1541, 1544,	tikz: bbaum 23	\TmpTransitionThree .
1545, 2780, 2833, 2863	tikz: li binaer baum 21	2068, 2089
\section 57	\tikzchildnode 445	\TmpTransitionTwo
\seq $.1529, 1530, 1531,$	\tikzparentnode 445	2067, 2088
1674, 1675, 1676, 1683	\tikzset 109,	\TmpX 2098
\setbox 2372	156, 222, 430, 456,	\TmpY 2099
\setcounter	1298, 1456, 2102,	\today 1541
1252, 2326, 2348, 2362	2228, 2432, 2593, 2811	\ttfamily 2386
$\strut_{nklabel}$	\tikzumlset 2739	
1282, 1283, 1284, 1285	\times 220	${f U}$
\setlength $1548$ ,	\tiny 1103, 1109,	\ul 1098, 2384, 2385
2394, 2857, 2858, 2868	1115, 1524, 1594, 2538	\umlaggreg 1061
\setmainfont $\dots 1242$		\umlassoc 1043
\setmainlanguage 422	\titleformat 1249, 1251	\umlclass 644, 648,
\setminted 2528, 2529	\titlespacing 1250	652, 696, 697, 698,
\setminus 2027	\t1 . 40, 48, 76, 77, 78,	745, 750, 755, 758,
\setsansfont 1243	79, 80, 81, 84, 85,	816, 817, 818, 823,
\setul 2385	86, 87, 88, 90, 92,	824, 853, 883, 910,
\sffamily 502,	117, 118, 119, 120,	911, 914, 965, 968,
1249, 1251, 1353, 2612	121, 122, 123, 126,	
\shoveleft 2007	127, 128, 129, 130,	1007, 1013, 1014,
\shoveright 2011	131, 132, 175, 176,	1032, 1033, 1034,
\Sigma 77, 118,	177, 178, 179, 180,	1053, 1054, 1055, 1056
176, 1155, 1156, 1216	181, 184, 185, 186,	\umldep 973
	187, 188, 189, 190,	\umlHVHaggreg
\sigma 525, 527, 528	305, 309, 334, 338,	763, 829, 1023
\SLASH	339, 340, 343, 348,	\umlinherit
\small 1704	349, 350, 361, 362,	702, 753, 918, 963, 971
\sort 2459	363, 364, 375, 381,	\umlnote 704, 920, 1063
\sortList 2458, 2467	384, 387, 396, 410,	\umlreal 700, 761
\square 490	562, 565, 570, 571,	\umlsimpleclass 659,
\stepcounter 2246, 2251,	579, 580, 583, 584,	660, 661, 665, 667,
2256, 2259, 2261,	1194, 1215, 1216,	668, 669, 695, 848,
2265, 2267, 2271, 2273	1217, 1218, 1221,	849, 850, 909, 961, 962
\str 503, 512, 1617,	1222, 1223, 1224, 1763	\umlstatic 855, 884
2136, 2145, 2613, 2626	\tmp 2029	\umluniaggreg 916
\string 2009, 2019	\TmpPlaceEight 2084	\umluniassoc 679,
\StrSubstitute . 2466, 2468		701, 917, 1041, 1042
\strut 1834, 1838,	\TmpPlaceFive 2081	\umlVHuniassoc 680, 681
1842, 1846, 1850, 2494	\TmpPlaceFour 2080	\umlVHVdep 673,
\subseteq 2637, 2670, 2677	\TmpPlaceNine 2085	674, 676, 677, 857, 858
_	$\TmpPlaceOne \dots 2077$	\uml\Vm\vinherit
${f T}$	\TmpPlaceSeven 2083	
\tableofcontents $1590$	\TmpPlaceSix 2082	656, 657, 662, 663,
\text $90, 92,$	\TmpPlaceTen 2086	670, 671, 826, 827,
195, 1989, 2780, 2833	\TmpPlaceThree 2079	851, 852, 1021, 1022
\textbf $1097, 1412,$	\TmpPlaceTwo 2078	\umlVHVreal
1421, 1432, 1441,	\TmpScale 2097	. 820, 821, 1058, 1059
1599, 1606, 1637,	_	\UParrow 2753
1665, 1680, 1696, 1952	\TmpTransitionEight .	\url 1715
\textcolor 1524, 2779	2073, 2094	\usemintedstyle $\dots$ 2525
\textit 966,	\TmpTransitionFive	\usetikzlibrary $69$ ,
1008, 1009, 1010,		429, 1093, 1297,
1011, 1706, 1997, 2057	\TmpTransitionFour	1455, 2063, 2371,
\textsc 1387		2412, 2443, 2738, 2826
\textsf 1599, 1680	\TmpTransitionNine	
\textstyle 1798, 1829	2074, 2095	${f v}$
\texttt 1120, 1387, 1521,	\TmpTransitionOne	\value 2208
1522, 1523, 1524, 2833	$\dots \dots 2066, 2087$	$\verb \varepsilon  \dots \dots 504 ,$
\textwidth 1548	$\verb \TmpTransitionSeven  .$	515, 516, 1141,
\thepage 1273, 1543	2072, 2093	1780, 1786, 1815, 1826
\theparagraph 1251	\TmpTransitionSix	\vfill 2494
\Theta 1733	2071, 2092	\vrule 2708, 2712
\thinspace 2833	\TmpTransitionTen	\vspace
\tikz 1525	2075, 2096	1651, 1669, 2721, 2723
	,	, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,

${f X}$	2245, 2250, 2255,	\xintnthelt 2292
\xappto 2470, 2476, 2480	2260, 2266, 2272, 2313	
\xdef 1327	\xintifEq 2306	7.
\xintApply 2296	\xintifForLast	
\xintApplyUnbraced	2262, 2268, 2274	\ZB <u>1722</u>
2295, 2301, 2302, 2303	\xintifGt 2307	\zB <u>1721</u>
\xintCSVtoList 2355	\xintifLt 2305	\zustandsnamens@liste
\xintFor	\xintLength 2280	1159, 1166, 1167