lehramt-informatik

Hermine B
schlangaul *

September 8, 2021

Contents

1	Klas			4
	1.1	Vorlag	e Theorie-Teil	5
	1.2	Vorlag	e Aufgabensammlung	6
	1.3	Vorlag	e Aufgabe	7
2	Pak	ete		8
	2.1	abmes	$\operatorname{sung.sty}$	9
	2.2	aufgab	en-einbinden.sty	10
	2.3		en-metadaten.sty	11
	2.4	autom	aten.sty	12
		2.4.1	Endlicher Automat	12
		2.4.2	Kellerautomat	14
		2.4.3	Turingmaschine	15
	2.5	basis.s	ty	18
	2.6	baum.	sty	23
		2.6.1	Binärbaum	24
		2.6.2	AVL-Baum	25
		2.6.3	B-Baum	26
	2.7	checkb	ox.sty	27
	2.8	choms	ky-normalform.sty	28
		2.8.1	Makro-Kürzel	28
		2.8.2	TeX-Markup-Grundgerüst	28
		2.8.3	Konkretes TeX-Markup-Beispiel	28
	2.9	cpm.st	y	31
		2.9.1	Makro-Kürzel	31
		2.9.2	TeX-Markup-Beispiel: Graph	31
		2.9.3	TeX-Markup-Beispiel: Ergebnistabelle	31
		2.9.4	$\label{thm:constraint} \ensuremath{\text{TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle }, Fr\"{u}hester\ Zeitpunkt"}$	31
		2.9.5	TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle "Spätester Zeitpunkt"	32
		2.9.6	Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle	33
	2.10		gorithmus.sty	35
			Makro-Kürzel	35
			TeX-Markup-Beispiel	35
	2.11		fsmuster.sty	36
			Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:	36
		2.11.2	Reihenfolge	36
			Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)	36
			Adapter	38
			Beobachter (Observer)	39
			Dekorierer (Decorator)	41
			Einfache Fabrik (Simple Factory)	42
		2.11.8	Einzelstück (Singleton)	43

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

	2.11.9 Erbauer (Builder)	44
	2.11.10 Fabrikmethode (Factory Method)	45
	2.11.11 Kompositum (Composite)	47
	2.11.12 Modell-Präsentation-Steuerung (Model-View-Controller)	47
	2.11.13 Stellvertreter (Proxy)	48
	2.11.14 Zustand (State)	49
2.12	er.sty	51
	2.12.1 Tex-Markup-Beispiel: Komplettes Diagramm	51
	2.12.2 Tex-Markup-Beispiel: EER Enhanced Entity-Relation-Modell nach	-
	Elmasri/Navante	52
	2.12.3 Makro-Kürzel	52
2 13	formale-sprachen.sty	54
	formatierung.sty	57
2.11	2.14.1 Schriftarten / Typographie	57
	2.14.2 Farben	57
	2.14.3 Überschriften	57
	2.14.4 Listen	57
	2.14.5 Kasten	57
	2.14.6 Header	57
0.15		58
	gantt.sty	
	grafik.sty	59
	graph.sty	60
	hanoi.sty	62
	klassen-konfiguration-aufgabe.sty	63
	klassen-konfiguration-examen.sty	65
2.21	komplexitaetstheorie.sty	67
	2.21.1 Makro-Kürzel	67
2.22	kontrollflussgraph.sty	69
	2.22.1 Makro-Kürzel	69
	2.22.2 TeX-Markup-Beispiel	69
	2.22.3 TikZ: pin	69
	2.22.4 Umgebungen	70
	2.22.5 Makros	71
2.23	kopf-fusszeilen.sty	72
2.24	literatur-dummy.sty	73
2.25	literatur.sty	74
2.26	makros.sty	75
	master-theorem.sty	79
	2.27.1 Makro-Kürzel	79
2.28	mathe.sty	83
	minimierung.sty	84
	normalformen.sty	87
	2.30.1 Makro-Kürzel	87
2.31	o-notation.sty	90
	2.31.1 Makro-Kürzel	90
	2.31.2 TeX-Markup-Beispiel: Funktionsgraphen mit pgfplots	90
2 32	petri.sty	91
2.02	2.32.1 Makro-Kürzel	91
2 33	potenzmengen-konstruktion.sty	93
	pseudo.sty	95
	pumping-lemma.sty	96
	quicksort.sty	90 97
		100
	relationale-algebra.sty	100
4.30	rmodell.sty	
9.20	2.38.1 Makro-Kürzel	101
	sortieren.sty	102
	spalten.sty	104 105
7. 41	SOU SLV	LUD

3	Inde	ex	123
		2.51.1 Makro-Kürzel	122
	2.51	wpkalkuel.sty	122
		wasserfall.sty	
		2.49.1 Makro-Kürzel	119
	2.49	vollstaendige-induktion.sty	119
	2.48	uml.sty	117
	2.47	typographie.sty	115
	2.46	tabelle.sty	114
		2.45.5 TeX-Markup Relationen formen	111
		2.45.4 TeX-Markup Rechtreduktion	110
		2.45.3 TeX-Markup Linksreduktion	110
		2.45.2 TeX-Markup Grundgerüst	110
		2.45.1 Makro-Kürzel	110
	2.45	synthese-algorithmus.sty	110
	2.44	syntaxbaum.sty	109
		2.43.1 Makro-Kürzel	107
	2.43	syntax.sty	107
	2.42	struktogramm.sty	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
        \limetaSetze Setze die Metadaten einer Aufgabe.
                        36 \def\liMetaSetze#1{
                            \_setze_variablen_zurueck:
                        38
                        39
                            \tl_clear:N \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl
                        40
                            \keys_set:nn { aufgabenmetadaten } {
                        41
                        42
                        43
                        44
                        45
                            \_setze_relativen_pfad:
                        46 }
                      Setzen der Aufgaben-Metadaten über eine plist bzw. über key-values.
\liAufgabenMetadaten
                         Die Schlüssel-Werte-Paare sind in der Datei basis.sty definiert. In der Typescript-
                      Datei .scripts/nodejs/src/aufgaben.ts gibt es ein entsprechendes Interface AufgabenMetadaten.
                       \liAufgabenMetadaten{
                         Titel = {Aufgabe 2},
                         Thematik = {Petri-Netz},
                         Stichwoerter = {Feld (Array), Implementierung in Java}
                         ZitatSchluessel = sosy:pu:4,
                         ZitatBeschreibung = {Seite 11},
                         BearbeitungsStand = OCR,
                         Korrektheit = absolut korrekt,
                         RelativerPfad = Staatsexamen/46116/2016/03/Thema-2/Teilaufgabe-1/Aufgabe-2.tex,
                         ExamenNummer = 46116,
                         ExamenJahr = 2016,
                         ExamenMonat = 03,
                         ExamenThemaNr = 2,
                         ExamenTeilaufgabeNr = 1,
                         ExamenAufgabeNr = 2,
                        47 \def\liAufgabenMetadaten#1{
                            \liMetaSetze{#1}
                        48
                            \_gib_examen_titel: {}
                        51
                        52
                            \section{\_gib_aufgaben_titel:}
                        53 }
                        54 \ExplSyntaxOff
    \liAufgabenTitel Momentan eine dummy Makro das die Thematik enthält.
```

56

55 \def\liAufgabenTitel#1{}

2.4 automaten.sty

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

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

2.4.1 Endlicher Automat

```
59 \liLadePakete{formale-sprachen}
\begin{tikzpicture}[li automat]
\node[state,initial,accepting] (0) {$z_0$};
\node[state,right of=0] (1) {$z_1$};
\path (0) edge[above] node{1} (1);
\path (0) edge[loop,above] node{0} (0);
\path (1) edge[loop,above] node{0} (1);
\end{tikzpicture}
```



```
60 \RequirePackage{tikz}
```

- 61 \usetikzlibrary{arrows,automata,positioning}
- 62 \liLadePakete{mathe}
- 63 \directlua{
- 64 automaten = require('lehramt-informatik-automaten')
- 65 }

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

```
66 \ExplSyntaxOn
```

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

- 68 \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
- 69 \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
- 70 \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
- 71 \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
- 72 $\t \t = \t \t \{z\$
- 73 \tl_set:Nn \l_typ_tl {}

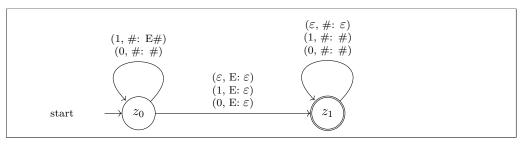
74

- 75 \keys_define:nn { automat } {
- zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},
- 77 alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
- 78 delta .code:n = $\{\tl_set: \n \ \l_delta_tl \ \#1\}\}$,
- 79 ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},

```
80
                                                                                                                     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
                                                                                          81
                                                                                                                     dea .value_forbidden:n = true,
                                                                                                                     \label{lem:dea:code:n} \dea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{DEA}}}}},
                                                                                          82
                                                                                                                     nea .value_forbidden:n = true,
                                                                                          83
                                                                                                                    nea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{NEA}}}},
                                                                                          84
                                                                                          85
                                                                                          86
                                                                                                           \keys_set:nn { automat } { #2 }
                                                                                          87
                                                                                          88
                                                                                                        #1 \l_typ_tl = (
                                                                                          89
                                                                                          90
                                                                                                                     \l_zustaende_tl,
                                                                                                                     \l_alphabet_tl,
                                                                                          91
                                                                                                                     \l_delta_tl,
                                                                                          92
                                                                                                                     \l_ende_tl,
                                                                                          93
                                                                                                                     \label{local_start_tl} $$ \label{local_start_tl} $$ \end{substant_tl} $$ \end{substant} $$ \end{substant_tl} $$ 
                                                                                          94
                                                                                          95
                                                                                                        )$
                                                                                          96 }
                                                                                          97 \ExplSyntaxOff
\liAutomatenKante Let-Abkürzung: \let\k=\liAutomatenKante
                                                                                          98 \def\liAutomatenKante#1#2#3#4{
                                                                                          99 \path (#1) edge[#4] node{#3} (#2);
                                                                                      100 }
                                                                                      101 \text{\tikzset}{}
                                                                                      102 li automat/.style={
                                                                                      104
                                                                                                                   node distance=2cm
                                                                                      105 },
                                                                                      106 }
```

2.4.2 Kellerautomat

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



\liKellerAutomat

```
\label{likellerAutomate} $$ \left\{ \langle zustaende=Z, alphabet=\Sigma, kelleralphabet=\Gamma, delta=\delta, start=z_0, kellerboden=\#, ende=E \rangle \right\} $$ \left\{ zustaende=\{z_0, z_1, z_2\}, alphabet=\{a, b, c\}, kelleralphabet=\{\\^*, A\}, ende=\{z_2\}, \} $$
```

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

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

```
kellerboden .code:n = {\tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {##1}},
                       124
                               ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
                       125
                            }
                       126
                            \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
                       127
                       128
                            $#1 = (
                       129
                               \l_zustaende_tl,
                       130
                               \l_alphabet_tl,
                       131
                               \l_kelleralphabet_tl,
                       132
                               \l_delta_tl,
                       133
                       134
                               \l_start_tl,
                               \l_kellerboden_tl,
                       135
                       136
                               \l_ende_tl
                            )$
                       137
                       138 }
                       139 \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}
                       140 \ExplSyntaxOn
                       141 \def\liKellerUebergang#1{
                            \directlua{automaten.drucke_keller_uebergaenge('#1')}
                       144 \ExplSyntaxOff
                     \label{likellerKante} $$ \left( \langle tikz\text{-}optionen \rangle \right) \left( \langle von \rangle \right) \left( \langle ubergange \rangle \right) $$
    \liKellerKante
                      Let-Abkürzung: \let\k=\liKellerKante
                       145 \NewDocumentCommand{\liKellerKante} { O{above} m m m } {
                       146
                            \path (#2) edge[#1] node{\liKellerUebergang{#4}} (#3);
                       147 }
                       148 \tikzset{
                            li keller knoten/.style={
                       149
                              text width=2cm,
                       150
                              align=center,
                       151
                              font=\footnotesize,
                       152
                       153
                            },
                            li kellerautomat/.style={
                       154
                       155
                              li automat,
                               every edge/.append style={
                       156
                                 every node/.style={
                       157
                                   li keller knoten
                       158
                       159
                       160
                              }
                       161
                       162 }
                      2.4.3 Turingmaschine
                       163 \RequirePackage{amssymb}
\liTuringLeerzeichen
                        164 \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\})
                                                          165 \ExplSyntaxOn
                                                          166 \NewDocumentCommand {\liTuringMaschine} { O{TM} m } {
                                                                      \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
                                                          167
                                                                      \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
                                                          168
                                                          169
                                                                      \tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\Gamma}
                                                                     \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
                                                                      \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
                                                          171
                                                                      \verb|\tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {\liTuringLeerzeichen}|
                                                          172
                                                          173
                                                                      \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
                                                          174
                                                                      \keys_define:nn { kellerautomat } {
                                                          175
                                                                           zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},
                                                          176
                                                                           alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
                                                          177
                                                           178
                                                                           bandalphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\liMenge{##1}}},
                                                           179
                                                                           delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
                                                                           start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
                                                           180
                                                                           leerzeichen .code:n = {\tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {##1}},
                                                           181
                                                          182
                                                                           ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
                                                           183
                                                           184
                                                                      \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
                                                          185
                                                          186
                                                                      \text{text}\{\#1\} = (
                                                          187
                                                                           \l_zustaende_tl,
                                                          188
                                                                           \l_alphabet_tl,
                                                          189
                                                                           \l_bandalphabet_tl,
                                                           190
                                                                           \l_delta_tl,
                                                           191
                                                           192
                                                                           \l_start_tl,
                                                           193
                                                                           \l_leerzeichen_tl,
                                                           194
                                                                           \l_ende_tl
                                                                     )$
                                                           195
                                                           196 }
                                                          197 \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)
                                                          198 \ExplSyntaxOn
                                                          199 \def\liTuringUebergangZelle#1{
                                                          200 \directlua{tex.print(automaten.gib_einen_turing_uebergang('#1'))}
                                                          201 }
                                                          202 \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)
```

 $(\Box:\Box,R)$

```
203 \ExplSyntaxOn
                          204 \ensuremath{\mbox{\sc def}\mbox{\sc liTuringUebergaenge#1}} \label{thm:limb}
                          205 \directlua{automaten.drucke_turing_uebergaenge('#1')}
                          206 }
                          207 \texttt{ExplSyntaxOff}
                         \label{linear_less} $$\lim_{x\to \infty} {\langle zustand-oder-lese\rangle}_{\langle schreibe\rangle}_{\langle richtung\rangle}$$
        \liTuringKante
                         Let-Abkürzung: \let\t=\liTuringKante
                          208 \NewDocumentCommand{\liTuringKante} { O{above} m m m } {
                               \path (#2) edge[#1] node{\liTuringUebergaenge{#4}} (#3);
                          210 }
\liTuringUeberfuehrung
                          211 \def\liTuringUeberfuehrung{
                          213 }
                          214 \tikzset{
                          215 li turingmaschine/.style={
                                 li automat,
                          216
                                 every edge/.append style={
                          217
                                   every node/.style={
                          218
                                     li keller knoten
                          219
                          220
                          221
                                 }
                          222 }
                          223 }
                          224
```

2.5 basis.sty

```
225 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                     226 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-basis}[2020/11/27]
                     227 \RequirePackage{xparse}
                     228 \ExplSyntaxOn
    \liLadePakete
                     229 \NewDocumentCommand{\liLadePakete}{ m }
                     231
                          \clist_map_inline:nn { #1 } { \RequirePackage{lehramt-informatik-##1} }
                     232 }
\liLadeAllePakete
                     233 \def\liLadeAllePakete{
                     234 \liLadePakete{
                     235
                            aufgaben-einbinden,
                     236
                            automaten,
                     237
                            checkbox,
                     238
                            chomsky-normalform,
                     239
                            cpm,
                     240
                            cyk-algorithmus,
                     241
                            entwurfsmuster,
                     242
                            er,
                            formale-sprachen,
                    243
                    244
                            gantt,
                    245
                            grafik,
                    246
                            graph,
                     247
                            hanoi,
                            kontrollflussgraph,
                     248
                     249
                            komplexitaetstheorie,
                     250
                            makros,
                     251
                            master-theorem,
                     252
                            mathe,
                            minimierung,
                    253
                            normalformen,
                     254
                            petri,
                     255
                            potenzmengen-konstruktion,
                     256
                     257
                            pumping-lemma,
                     258
                            pseudo,
                            quicksort,
                     259
                     260
                            relationale-algebra,
                     261
                            rmodell,
                     262
                            sortieren,
                     263
                            spalten,
                            struktogramm,
                     264
                     265
                            sql,
                     266
                            syntax,
                            syntaxbaum,
                     267
                     268
                            synthese-algorithmus,
                            tabelle,
                     269
                     270
                            typographie,
                     271
                     272
                            vollstaendige-induktion,
                     273
                            wasserfall,
                     274
                            wpkalkuel,
                     275
                     276
                            baum, % am Schluss sonst Fehler: undefined command \edge
                     277
                     278 }
```

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.
```

```
279 \clist_new:N \g_auf_schluessel_clist
280 \clist_set:Nn \g_auf_schluessel_clist {
282 thematik,
283 stichwoerter,
284 zitat_schluessel,
285 zitat_beschreibung,
286 %
287
     bearbeitungs_stand,
     korrektheit,
288
289
290
     relativer_pfad,
291
     identische_aufgabe,
292
293
     examen_nummer,
294
     examen_fach,
295
     examen_jahr,
296
     examen_monat,
     examen_jahreszeit,
297
    examen_thema_nr,
298
299 examen_teilaufgabe_nr,
     examen_aufgabe_nr,
   Initialisierung der globalen Token-List-Variablen \g auf *** t1. auf steht für Auf-
gabe.
302 \clist_map_inline:Nn \g_auf_schluessel_clist {
     \tl_new:c {g_auf_#1_tl}
304 }
   Funktion über alle globalen Token-List-Variablen zurückzusetzten.
305 \cs_new:Npn \_setze_variablen_zurueck: {
     \clist_map_inline:Nn \g_auf_schluessel_clist {
        \tl_clear:c {g_auf_##1_tl}
307
308
309 }
   Die einzelnen Schlüssel sind im Interface AufgabenMetadaten in der Typescript-Datei
.scripts/nodejs/src/aufgaben.ts erklärt.
310 \keys_define:nn { aufgabenmetadaten }
311 {
     Titel .tl_gset:N = \g_auf_titel_tl,
312
     Thematik .tl_gset:N = \g_auf_thematik_tl,
313
     Stichwoerter .tl_gset:N = \g_auf_stichwoerter_tl,
314
      ZitatSchluessel .tl_gset:N = \g_auf_zitat_beschreibung_tl,
315
     ZitatBeschreibung .tl_gset:N = \g_auf_zitat_schluessel_tl,
316
317
     BearbeitungsStand .tl_gset:N = \g_auf_bearbeitungs_stand_tl,
318
     Korrektheit .tl_gset:N = \g_auf_korrektheit_tl,
319
321
     RelativerPfad .tl_gset:N = \g_auf_relativer_pfad_tl,
322
     IdentischeAufgabe .tl_gset:N = \g_auf_identische_aufgabe_tl,
323
     ExamenNummer .tl_gset:N = \g_auf_examen_nummer_tl,
324
     ExamenFach .tl_gset:N = \g_auf_examen_fach_tl,
325
     ExamenJahr .tl_gset:N = \g_auf_examen_jahr_tl,
326
327
     ExamenMonat .tl_gset:N = \g_auf_examen_monat_tl,
328
     ExamenJahreszeit .tl_gset:N = \g_auf_examen_jahreszeit_tl,
     ExamenThemaNr .tl_gset:N = \g_auf_examen_thema_nr_tl,
     ExamenTeilaufgabeNr .tl_gset:N = \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl,
     ExamenAufgabeNr .tl_gset:N = \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl,
331
332 }
```

```
333 \cs_gset:Npn \_setze_relativen_pfad: {
     \tl_if_empty:NTF \g_auf_relativer_pfad_tl
335
336
       \bool_if:nTF
337
       {
338
         ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_nummer_tl &&
         ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_jahr_tl &&
339
         ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_monat_tl
340
       }
341
342
       {
         \tl_gset:Nn \g_auf_relativer_pfad_tl {
343
           Staatsexamen /
344
           \g_auf_examen_nummer_tl /
345
346
            \g_auf_examen_jahr_tl /
347
            \g_auf_examen_monat_tl /
           \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_teilaufgabe_nr_tl }
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_set:Nn \_trenner: {
     \, / \,
359 }
360 \cs_gset:Npn \_gib_jahreszeit_durch_monat: #1 {
     % \str_case funktioniert nicht mit den Tokenlist variablen.
362
     \tl_case:Nn { #1 }
363
     ₹
       { 3 } { Frühjahr }
364
       { 03 } { Frühjahr }
365
       { 9 } { Herbst }
366
       { 09 } { Herbst }
367
368
     }
369 }
  Definiert auch in .scripts/nodejs/src/examen.ts funktioniert nicht
370 \cs_gset:Npn \_gib_examen_fach_durch_nummer: #1 {
371
     \tl_case:Nn { #1 }
372
       { 46110 } { Grundlagen der Informatik (nicht vertieft) }
373
       { 46111 } { Programmentwicklung / Systemprogrammierung / Datenbanksysteme (nicht vertief
374
375
       { 46112 } { Grundlagen der Informatik (nicht vertieft) }
376
       { 46113 } { Theoretische Informatik (nicht vertieft) }
       { 46114 } { Algorithmen / Datenstrukturen / Programmiermethoden (nicht vertieft) }
377
       { 46115 } { Theoretische Informatik / Algorithmen / Datenstrukturen (nicht vertieft) }
378
       { 46116 } { Softwaretechnologie / Datenbanksysteme (nicht vertieft) }
379
       { 46118 } { Fachdidaktik (Mittelschulen) }
380
381
       { 46119 } { Fachdidaktik (Realschulen) }
382
       { 46121 } { Fachdidaktik (berufliche Schulen) }
       { 66110 } { Automatentheorie, Algorithmische Sprache (vertieft) }
       { 66111 } { Betriebssysteme / Datenbanksysteme / Rechnerarchitektur (vertieft) }
       { 66112 } { Automatentheorie / Komplexität / Algorithmen (vertieft) }
       { 66113 } { Rechnerarchitektur / Datenbanken / Betriebssysteme (vertieft) }
386
387
       { 66114 } { Datenbank- und Betriebssysteme (vertieft) }
       { 66115 } { Theoretische Informatik / Algorithmen (vertieft) }
388
       { 66116 } { Datenbanksysteme / Softwaretechnologie (vertieft) }
389
       { 66118 } { Fachdidaktik (Gymnasium) }
390
391
392 }
  Einzelprüfungsnummer / Jahr / Jahreszeit mit Trennzeichen
```

```
393 \cs_gset:Npn \_gib_einzelpruefung_trenner: {
394
     Staatsexamen ·
395
     \g_auf_examen_nummer_tl
396
397
     \_trenner:
398
     \g_auf_examen_jahr_tl
399
400
401
     \_trenner:
402
     \_gib_jahreszeit_durch_monat: \g_auf_examen_monat_tl
404 }
  Thema Nr.1 / Teilaufgabe Nr. 2 / Aufgabe 3
405 \cs_gset:Npn \_gib_aufgaben_pfad_trenner: {
     \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} {
406
       Thema ~ \g_auf_examen_thema_nr_tl \_trenner:
407
408
     \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} {
409
       Teilaufgabe ~ \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl \_trenner:
410
411
     \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} {
412
413
       Aufgabe ~ \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
414
415 }
416 \cs_gset:Npn \_gib_examen_titel: {
     \cs_set:Nn \_trenner: { \, / \, }
417
418
     \bool_if:nTF
419
     {
       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_nummer_tl &&
420
421
       422
       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
423
     }
424
425
     {
426
       {
427
         \footnotesize
428
         \par
429
         \noindent
         Staatsexamen ~
430
         \g_auf_examen_nummer_tl \_trenner:
431
432
         \g_auf_examen_jahr_tl \_trenner:
433
434
         \tl_case:Nn \g_auf_examen_monat_tl
435
436
           { 03 } { Frühjahr }
437
           { 09 } { Herbst }
438
         } \_trenner:
439
         \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} {
440
          Thema ~ Nr. ~ \g_auf_examen_thema_nr_tl \_trenner:
441
442
         \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} {
443
          Teilaufgabe ~ Nr. ~ \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl \_trenner:
444
445
446
         \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} {
447
           Aufgabe ~ Nr. ~ \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
448
449
         \par
450
         \bigskip
451
    }
452
453 }
```

```
454 \cs_new:Npn \_gib_github_url: {
455
     \LehramtInformatikGithubDomain /
     \LehramtInformatikGithubTexRepo /
456
457
     blob /
     \LehramtInformatikGitBranch /
458
     \g_auf_relativer_pfad_tl
459
460 }
461 \cs_new:Npn \_gib_github_url_href: {
     \tl_if_empty:NTF \g_auf_relativer_pfad_tl {} {
       \url{ \_gib_github_url: }
463
464
     }
465 }
466 \cs_new:Npn \gib_aufgaben_titel: {
     \g_auf_titel_tl
467
468
469
     \tl_if_empty:NTF \g_auf_thematik_tl
470
     {}
     {
471
      \, ~ [
472
       \g_auf\_thematik\_tl
473
474
475
     }
476 }
477 \msg_new:nnn { aufgabenmetadaten } { kein-titel }
     { Der~Schlüssel~ist~zwingend~notwendig }
  \def\LehramtInformatikRepository{/pfad/zum/repository}
479 \input /etc/lehramt-informatik.config.tex
  biblatex not working with lualatex and babel
480 % \RequirePackage{polyglossia}
481 % \setmainlanguage{german}
482
```

2.6 baum.sty

```
483 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
484 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-baum}[2020/06/13 Zum Setzen von
485 Binär- und AVL-Bäumen. Hüll-Paket um TikZ and tikz-qtree.]
486 \RequirePackage{tikz}
für li binaer baum
487 \RequirePackage{tikz-qtree}
Für b baum
488 \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}
```



```
489 \verb|\tikzset{} |
    li binaer baum/.style={
490
       shorten <=2pt,
491
492
       shorten >=2pt,
493
       ->,
494
       every tree node/.style={
495
         minimum width=2em,
496
         draw,
         rectangle
497
498
       },
       blank/.style={
499
         draw=none
500
501
       edge from parent/.style={
502
503
          edge from parent path={(\tikzparentnode) -- (\tikzchildnode)}
504
505
       level distance=1cm,
506
       every label/.style={
507
         gray,
508
         font=\footnotesize,
509
         label position=0,
510
         label distance=0cm,
511
       }
512
513
     },
514 }
```

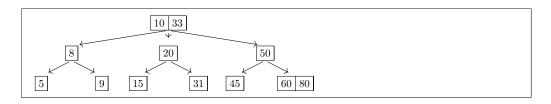
2.6.2 AVL-Baum

```
\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}
```



```
515 \text{\tikzset}{}
     li bbaum knoten/.style={
516
517
       rectangle split parts=10,
518
       rectangle split,
519
       rectangle split horizontal,
520
       rectangle split ignore empty parts,
521
       fill=white
522
     },
523
     li bbaum/.style={
524
       every node/.style={
525
526
         li bbaum knoten
527
       level 1/.style={
528
         level distance=12mm,
529
530
          sibling distance=25mm,
531
532
       every child/.style={
533
          shorten <= 2pt,
          shorten >= 6pt,
534
535
       },
536
       level 2/.style={
537
538
          level distance=9mm,
539
          sibling distance=15mm,
540
541
     }
542 }
543
```

2.7 checkbox.sty

- 544 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
- 545 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-checkbox}[2020/12/14 Zum Setzen von
- 546 Multiple-Choice-Fragen. Simulation von Kästchen zum ankreuzen]
- 547 \RequirePackage{amssymb}

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

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

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

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

550

2.8 chomsky-normalform.sty

```
551 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
552 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-chomsky-normalform}[2021/03/26
553 Hilfsmakros zum Setzen des Algorithmus zum Erreichen der Chomsky-Normalform]
554 \ExplSyntaxOn
555 \liLadePakete{typographie}
```

2.8.1 Makro-Kürzel

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

2.8.2 TeX-Markup-Grundgerüst

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

2.8.3 Konkretes TeX-Markup-Beispiel

```
\begin{enumerate}
\item \schrittE{1}
\liNichtsZuTun
\item \schrittE{2}
\begin{liProduktionsRegeln}
S \rightarrow d S e \mid a \mid U c T \mid S b U,
T -> d S e | a,
U -> d S e | a | U c T,
\end{liProduktionsRegeln}
\item \schrittE{3}
\begin{liProduktionsRegeln}
S \rightarrow D S E \mid a \mid U C T \mid S B U,
T -> D S E | a,
U -> D S E | a | U C T,
B \rightarrow b,
C -> c,
D \rightarrow d,
E -> e,
\end{liProduktionsRegeln}
\item \schrittE{4}
% S -> S S.1 | T2 S.2 | a | U S.3
% Т
      -> T2 S.2 | a
     -> T2 S.2 | a | U S.3
% U
% T1 -> b
% T2 -> d
% T3 -> e
% T4 -> c
% S.1 -> T1 U
% S.2 -> S T3
% S.3 -> T4 T
```

```
\begin{liProduktionsRegeln}
                         S \rightarrow D S_E | a | U C_T | S B_U, % S \rightarrow S S.1 | T2 S.2 | a | U S.3
                                               -> T2 S.2 | a
                         T -> D S_E | a, % T
                         U -> D S_E | a | U C_T, \% U -> T2 S.2 | a | U S.3
                         B -> b, % T1 -> b
                         C -> c, % T4 -> c
                         D -> d, % T2 -> d
                         E -> e, % T3 -> e
                         S_E -> S E, % S.2 -> S T3
                         C_T -> C T, % S.3 -> T4 T
                         B_U -> B U, % S.1 -> T1 U
                         \end{liProduktionsRegeln}
                         \end{enumerate}
\liChomskyUeberschrift Let-Abkürzung: \let\schritt=\liChomskyUeberschrift
                         556 \def\liChomskyUeberschrift#1{
                         557
                         558
                                \bfseries
                         559
                                \sffamily
                         560
                                \str_case:nn {#1} {
                                  {1} {Elimination~der~$\varepsilon$-Regeln}
                         561
                                  {2} {Elimination~von~Kettenregeln}
                         562
                                  {3} {Separation~von~Terminalzeichen}
                         563
                                  {4} {Elimination~von~mehrelementigen~Nonterminalketten}
                         564
                         565
                              }
                         566
                         567 }
                        Let-Abkürzung: \let\erklaerung=\liChomskyErklaerung
  \liChomskyErklaerung
                           Hoffmann Seite 180
                         568 \def\li@chomsky@erklaerung@texte#1{
                              \str_case:nn {#1} {
                         569
                                %
                         570
                                {1} {
                         571
                                  Alle~Regeln~der~Form~$A~\rightarrow~\varepsilon$~werden~eliminiert.~
                         572
                                  Die~Ersetzung~von~$A$~wird~durch~$\varepsilon$~in~allen~anderen~
                         573
                         574
                                  Regeln~vorweggenommen.
                                }
                         575
                                {2} {
                         576
                                  Jede~Produktion~der~Form~$A~\rightarrow~B$~mit~$A,~B~\in~S$~wird~
                         577
                                  als~Kettenregel~bezeichnet.~Diese~tragen~nicht~zur~Produktion~
                         578
                         579
                                  von~Terminalzeichen~bei~und~lassen~sich~ebenfalls~eliminieren.
                                }
                         580
                                {3} {
                         581
                                  Jedes~Terminalzeichen~$\sigma$,~das~in~Kombination~mit~anderen~
                         582
                                  Symbolen~auftaucht,~wird~durch~ein~neues~Nonterminal~
                         583
                                  $$\sb{\sigma}$~ersetzt~und~die~Menge~der~Produktionen~durch~die~
                         584
                                  Regel~$S\sb{\sigma}~\rightarrow~\sigma$~erganzt.
                         585
                         586
                                {4} {
                         587
                         588
                                  Alle~Produktionen~der~Form~
                                  A\rightarrow B\
                         589
                                  werden~in~die~Produktionen~
                         590
                                  $A~\rightarrow~
                         591
                                  A\sb{n-1}~B\sb{n},~A\sb{n-1}~\rightarrow~
                         592
                                  A\sb{n-2}~B\sb{n-1},~\dots,~
                         593
                                  A\sb{2}~\rightarrow~B\sb{1}~B\sb{2}$~zerteilt.~
                         594
                         595
                                  Nach~der~Ersetzung~sind~alle~längeren~Nonterminalketten~
                                  vollständig~heruntergebrochen~und~die~Chomsky-Normalform~erreicht.
                         596
                                }
                         597
                              }
                         598
```

```
599 }
                             600 \def\liChomskyErklaerung#1{
                             601
                                     \ itshape
                             602
                                     \footnotesize
                             603
                                     \verb|\liParagraphMitLinien{\liQchomsky@erklaerung@texte{#1}}|
                             604
                             605
                             606 }
                            Let-Abkürzung: \let\schrittE=\liChomskyUeberErklaerung
\liChomskyUeberErklaerung
                             607 \verb|\def\liChomskyUeberErklaerung#1{|}
                                  \liChomskyUeberschrift{#1}\par
                                   \liChomskyErklaerung{#1}
                             610 }
                             611 \text{ExplSyntaxOff}
                             612
```

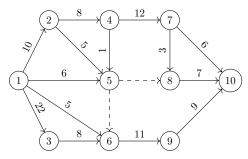
2.9 cpm.sty

```
613 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
614 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-cpm}[2020/09/03]
615 \RequirePackage{tikz}
616 \liLadePakete{mathe,typographie}
```

2.9.1 Makro-Kürzel

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

2.9.2 TeX-Markup-Beispiel: Graph



```
\begin{tikzpicture}[scale=0.8,transform shape]
\liCpmEreignis{1}{0}{2}
\liCpmEreignis{2}{1}{4}
\liCpmEreignis{3}{1}{0}
\liCpmVorgang{1}{2}{10}
\liCpmVorgang{1}{3}{22}
\liCpmVorgang{1}{5}{6}
\liCpmVorgang[schein]{5}{6}{}
\liCpmVorgang[schein]{5}{8}{}
\end{tikzpicture}
```

2.9.3 TeX-Markup-Beispiel: Ergebnistabelle

2.9.4 TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle "Frühester Zeitpunkt"

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

2.9.5 TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechn
```

```
TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle "Spätester Zeitpunkt"
                                             2.9.5
                                                \liCpmSpaetErklaerung
                                                % Absteigend nach i sortieren
                                                \begin{array}{ll} \begin{array}{ll} & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ & & \\ 
                                                \hline
                                                $i$ & Nebenrechnung
                                                                                                                               & \SZ \\\hline
                                                                                                                               & 30 \\
                                                8 & siehe \FZ[8]
                                               7 &
                                                                                                                               & 24
                                                                                                                                               11
                                                6 &
                                                                                                                               & 26
                                                                                                                                               //
                                               5 &
                                                                                                                               & 19
                                                                                                                                                //
                                                4 &
                                                                                                                               & 9
                                                                                                                                                //
                                                                                                                               & 18 \\
                                               3 \& \min(18_6, 23_7)$
                                               2 &
                                                                                                                               & 5
                                                                                                                                                //
                                                1 \& \min(0_2, 0_3, 2_4)$
                                                                                                                              & 0
                                                                                                                                               \\\hline
                                                \end{tabular}
                                            liCpmEreignis \{(.*)\} ((.*),(.*)) \rightarrow liCpmEreignis \{\$1\} \{\$2\} \{\$3\}
\liCpmEreignis
                                               617 \ExplSyntaxOn
                                               618\ \NewDocumentCommand { \liCpmEreignis } { O{} m m m } {
                                                              \tl_set:Nn \l_name_tl {}
                                               619
                                               620
                                               621
                                                              \keys_define:nn { cpmEreignis } {
                                               622
                                                                 name .code:n = \{\tl_set: \n \l_name_tl \{\#1}\},
                                               623
                                               624
                                                              \keys_set:nn { cpmEreignis } { #1 }
                                               625
                                               626
                                                              \tl_if_empty:NT \l_name_tl {
                                               627
                                               628
                                                                    \tl_set:Nn \l_name_tl {#2}
                                               629
                                               630
                                               631
                                                              \node[circle,draw] (\l_name_tl) at (#3,#4) {#2};
                                               632 }
                                               633 \ExplSyntaxOff
   \liCpmVorgang
                                             liCpmVORGANG\((.*)>(.*)\)\{(.*)\}
                                               634 \ExplSyntaxOn
                                               635 \NewDocumentCommand { \liCpmVorgang } { O{} m m m } {
                                                             \tl_set:Nn \l_schein_tl {}
                                               637
                                                            \tl_set:Nn \l_kritisch_tl {}
                                               638
                                               639
                                                             \keys_define:nn { cpmVorgang } {
                                                                schein .code:n = {\tl_set:Nn \l_schein_tl {dashed}},
                                               640
                                                                   kritisch .code:n = {\tl_set:Nn \l_kritisch_tl {thick}},
                                               641
                                               642
                                                             }
                                               643
                                               644
                                                             \keys_set:nn { cpmVorgang } { #1 }
                                               645
                                                              \path[->,\l_schein_tl,\l_kritisch_tl] (#2) edge node[auto,sloped] {#4} (#3);
                                               646
                                               647 }
                                               648 \ExplSyntaxOff
```

2.9.6 Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle

```
\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 & O & O & O & 2 & O & O & 2 & O \\hline
                                                              \end{tabular}
   \liCpmVonZu Let-Abkürzung: \let\vz=\liCpmVonZu
                                                                       \label{licpmVonZu} 1(2-3): 1_{(2\to 3)}
                                                             649 \ensuremath{$\wedge$} 49 \ensuremath{$\wedge$} 1iCpmVonZuOhneMathe#1(#2-#3){#1_{\ensuremath{$\wedge$}}} 1_{\ensuremath{$\wedge$}} 1iCpmVonZuOhneMathe#1(#2-#3){#1_{\ensuremath{$\wedge$}}} 1iCpmV
                                                             650 \def\liCpmVonZu#1(#2-#3){%
                                                                                  \ifmmode%
                                                             651
                                                             652
                                                                                            \liCpmVonZuOhneMathe{#1}(#2-#3)%
                                                             653
                                                                                           \lower $\in CpmVonZuOhneMathe{#1}(#2-#3)$%
                                                             654
                                                             655
                                                                                   \fi%
                                                             656 }
            \liCpmVon Let-Abkürzung: \let\v=\liCpmVon
                                                                       \label{licpmVon} 1\ (2): 1_{(\rightarrow 2)}
                                                             657 \def\liCpmVonOhneMathe#1(#2){#1_{\scriptscriptstyle(\rightarrow#2)}}
                                                             658 \def\liCpmVon#1(#2){%
                                                             659
                                                                                 \ifmmode%
                                                             660
                                                                                            \liCpmVonOhneMathe{#1}(#2)%
                                                             661
                                                                                   \else%
                                                                                           $\liCpmVonOhneMathe{#1}(#2)$%
                                                             662
                                                                                   \fi%
                                                             663
                                                             664 }
                                                         Let-Abkürzung: \let\z=\liCpmZu
                \liCpmZu
                                                                       \label{licpmZu} 1(2): 1_{(\leftarrow 2)}
                                                             665 \ensuremath{$\wedge$} \ensuremath{\\wedge$} 
                                                             666 \def\liCpmZu#1(#2){%
                                                             667
                                                                                  \ifmmode%
                                                                                            \liCpmZuOhneMathe{#1}(#2)%
                                                             668
                                                                                   \else%
                                                             669
                                                             670
                                                                                           $\liCpmZuOhneMathe{#1}(#2)$%
                                                             671
                                                                                   \fi%
                                                             672 }
                                                             673 \ExplSyntaxOn
                                                          Spätester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann
\liCpmSpaetI
                                                          Let-Abkürzung: \let\SZ=\liCpmSpaetI
                                                             674 \NewDocumentCommand{ \liCpmSpaetI } { O{i} } {
                                                             675
                                                                                 \ifmmode
                                                             676
                                                                                           SZ\sb{#1}
                                                             677
                                                                                   \else
                                                             678
                                                                                           $SZ\sb{#1}$
                                                             679
                                                                                  \fi
                                                             680 }
                                                         Frühester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann.
\liCpmFruehI
                                                          Let-Abkürzung: \let\FZ=\liCpmFruehI
                                                             681 \NewDocumentCommand{ \liCpmFruehI } { O{i} } {
                                                                                  \ifmmode
                                                             682
                                                             683
                                                                                           FZ\sb{#1}
                                                                                    \else
                                                              684
                                                              685
                                                                                           $FZ\sb{#1}$
```

```
686 \fi
687 }
```

\liCpmFruehErklaerung

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

```
688 \def\liCpmFruehErklaerung{
     \liParagraphMitLinien{
689
       Wir~führen~eine~Vorwärtsterminierung~durch~
690
       und~addieren~die~Dauern.~
691
692
       Kann~ein~Ereignis~über~mehrere~Vorgänge~erreicht~
693
694
       werden,~wählen~wir~das~Maximum~aus.~
695
       \textbf{Erläuterungen:}~
696
697
       $i$:~
698
699
       Ereignis~$i$;~\,
700
       \liCpmFruehI{}:~
701
702
       Frühester~Zeitpunkt,~zu~dem~Ereignis~$i$~eintreten~kann
703
704
     }
705 }
```

\liCpmSpaetErklaerung

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

```
706 \def\liCpmSpaetErklaerung{
707
     \liParagraphMitLinien{
       Wir-führen-eine-Rückwärtsterminierung-durch-
708
       und~subtrahieren~die~Dauern~vom~letzten~Ereignis~aus.~
709
710
       Kann~ein~Ereignis~über~mehrere~Vorgänge~erreicht~
711
       werden, ~wählen~wir~das~Minimum~aus.~
712
713
       \textbf{Erläuterungen:}~
714
715
716
       $i$:~
717
       Ereignis~$i$;~\,
718
719
       \liCpmSpaetI{}:~
       Spätester~Zeitpunkt,~zu~dem~Ereignis~$i$~eintreten~kann
720
721
722
723 }
724 \ExplSyntaxOff
725
```

2.10 cyk-algorithmus.sty

```
726 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
727 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-cyk-algorithmus}[2021/06/18 Hilfsmakros
728 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
                        729 \def\liKurzeTabellenLinie#1{\\cline{1-#1}}
    \label{liwortInSprache} \label{liwortInSprache} \
                       \label{liwortInSprache} \begin{center} L(Z) : $\Rightarrow abc \in L(Z)$ \end{center}
                        730 \MewDocumentCommand{ \liWortInSprache } { m O{L(G)} } { }
                        731 \bigskip
                        732 \noindent
```

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

\$\Rightarrow #1 \in #2\$

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

```
735 \NewDocumentCommand{ \liWortNichtInSprache } { m O(L(G)) } {
736 \bigskip
737 \noindent
738
    $\Rightarrow #1 \notin #2$
739 }
```

740

733

734 }

2.11 entwurfsmuster.sty

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

2.11.1 Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:

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

2.11.2 Reihenfolge

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

744 \RequirePackage{lehramt-informatik-uml}

\li@EntwurfsCodeAllgemein

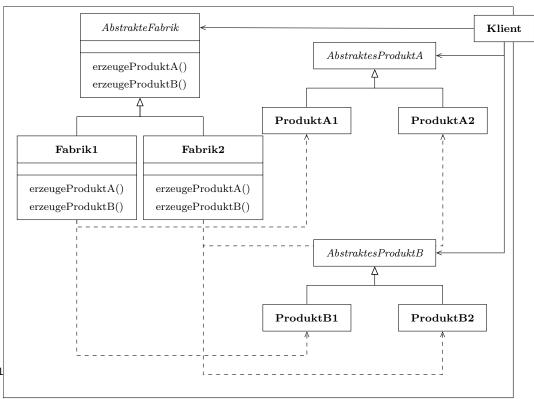
Allgemeine Code-Beispiele zu den UML-Diagrammen und Stellvertretern

```
745 \RequirePackage{lehramt-informatik-syntax}
746 \def\li@EntwurfsCode#1#2{
747 \liJavaDatei{entwurfsmuster/#1/allgemein/#2}
748 }
```

2.11.3 Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)

sAbstrakteFabrikBeschreibung

```
749 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung{
750 Es wird eine Schnittstelle bereitgestellt, um \emph{Familien}
751 verbundener oder abhängiger Objekte} zu erstellen, ohne die konkreten
752 Klassen zu spezifizieren.\footcite[Seite 25]{eilebrecht}
753 }
```



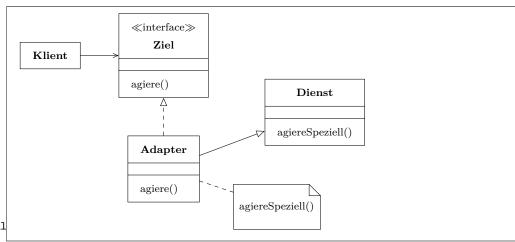
\liEntwurfsAbstrakteFabrikUml

```
754 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrikUml{
755
     \begin{tikzpicture}
       \umlclass[type=abstract]{AbstrakteFabrik}{}{
756
         erzeugeProduktA()\\
757
758
         erzeugeProduktB()\\
759
       \umlclass[below left=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik1}{}{
760
         erzeugeProduktA()\\
761
         erzeugeProduktB() \\
762
763
       \umlclass[below right=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik2}{}{
764
         erzeugeProduktA()\\
765
766
         erzeugeProduktB()\\
767
768
       \umlVHVinherit{Fabrik1}{AbstrakteFabrik}
769
       \umlVHVinherit{Fabrik2}{AbstrakteFabrik}
770
       \umlsimpleclass[right=3cm of AbstrakteFabrik,type=abstract]{AbstraktesProduktA}
771
       \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA1}
772
       \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA2}
773
       \umlVHVinherit{ProduktA1}{AbstraktesProduktA}
774
       \umlVHVinherit{ProduktA2}{AbstraktesProduktA}
775
776
777
       \umlsimpleclass[above right=0cm and 1cm of AbstraktesProduktA]{Klient}
778
779
       \umlsimpleclass[below=4.5cm of AbstraktesProduktA,type=abstract]{AbstraktesProduktB}
780
       \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB1}
781
       \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB2}
782
       \umlVHVinherit{ProduktB1}{AbstraktesProduktB}
       \umlVHVinherit{ProduktB2}{AbstraktesProduktB}
783
784
       \umlVHVdep[arm1=-1.3cm,arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktA1}
785
       \umlVHVdep[arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktB1}
786
787
       \umlVHVdep[arm1=-1.8cm,arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktA2}
788
       \umlVHVdep[arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktB2}
789
790
```

```
\umluniassoc[anchor2=25]{Klient}{AbstrakteFabrik}
791
792
       \umlVHuniassoc[arm1=-1cm]{Klient}{AbstraktesProduktA}
793
       \umlVHuniassoc{Klient}{AbstraktesProduktB}
794
     \end{tikzpicture}
795 }
796 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrikCode{
     \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Produkte}
797
     \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{AbstrakteFabrik}
798
799
     \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Klient}
800 }
801 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrik{
     \liEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung
802
803
804
     \liEntwurfsAbstrakteFabrikUml
     \liEntwurfsAbstrakteFabrikCode
```

2.11.4 Adapter

806 807 }



\liEntwurfsAdapterUml

iEntwurfsAbstrakteFabrikCode

\liEntwurfsAbstrakteFabrik

```
808 \def\liEntwurfsAdapterUml{
     \begin{tikzpicture}
809
       \umlsimpleclass[x=1,y=3]{Klient}{}{}
810
       \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Ziel}{}{agiere()}
811
812
       \umlclass[x=4,y=0]{Adapter}{}{agiere()}
       \umlclass[x=8,y=1.5]{Dienst}{}{agiereSpeziell()}
813
814
       \umlreal{Adapter}{Ziel}
815
       \umluniassoc{Klient}{Ziel}
816
       \umlinherit{Adapter}{Dienst}
817
818
819
       \umlnote[x=7,y=-1,width=2cm]{Adapter}{agiereSpeziell()}
     \end{tikzpicture}
820
     \footcite[so \annlich wie GoF]{wiki:adapter}
821
822 }
```

\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.

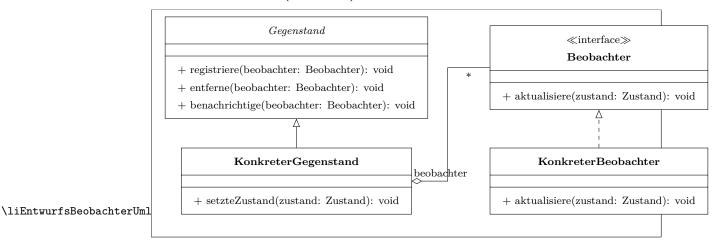
Dienst (Adaptee) Der Dienst bietet wiederzuverwendende Dienstleistungen mit fest definierter Schnittstelle an.

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

```
\begin{description}
                          824
                          825
                                 \item[Ziel (Target)]
                          826
                          827
                                 Das Ziel definiert die Schnittstelle, die der Klient nutzen kann.
                          828
                          829
                                 \item[Klient (Client)]
                          830
                          831
                                 Der Klient nutzt Dienste über inkompatible Schnittstellen und greift
                          832
                          833
                                 dabei auf adaptierte Schnittstellen zurück.
                          834
                                 \item[Dienst (Adaptee)]
                          835
                          836
                                 Der Dienst bietet wiederzuverwendende Dienstleistungen mit fest
                          837
                                 definierter Schnittstelle an.
                          838
                          839
                          840
                                 \item[Adapter]
                          841
                          842
                                 Der Adapter adaptiert die Schnittstelle des Dienstes auf die
                          843
                                 Schnittstelle zum Klienten.\footcite{wiki:adapter}
                          844
                          845
                               \end{description}
                          846 }
\liEntwurfsAdapterCode
                          847 \def\liEntwurfsAdapterCode{
                               \li@EntwurfsCode{adapter}{Dienst}
                          848
                               \li@EntwurfsCode{adapter}{Ziel}
                          849
                               \li@EntwurfsCode{adapter}{Adapter}
                          850
                               \li@EntwurfsCode{adapter}{Klient}
                          851
                          852 }
    \liEntwurfsAdapter
                          853 \def\liEntwurfsAdapter{
                          854
                               \liEntwurfsAdapterUml
                          855
                               \liEntwurfsAdapterAkteure
                          856
                               \liEntwurfsAdapterCode
                          857 }
```

823 \def\liEntwurfsAdapterAkteure{

2.11.5 Beobachter (Observer)



858 \def\liEntwurfsBeobachterUml{
859 \begin{tikzpicture}

860 \umlclass[x=0,y=0,type=abstract]{Gegenstand}{}{

```
+ registriere(beobachter: Beobachter): void\\
861
           entferne(beobachter: Beobachter): void\\
862
863
           benachrichtige(beobachter: Beobachter): void\\
       7
864
865
       \umlclass[x=0,y=-3]{KonkreterGegenstand}{}{
           setzteZustand(zustand: Zustand): void
866
       7
867
       \umlinherit{KonkreterGegenstand}{Gegenstand}
868
869
870
       \umlclass[x=8,y=0,type=interface]{Beobachter}{}{
         + aktualisiere(zustand: Zustand): void
871
872
       \umlclass[x=8,y=-3]{KonkreterBeobachter}{}{
873
         + aktualisiere(zustand: Zustand): void
874
875
       \umlreal{KonkreterBeobachter}{Beobachter}
876
877
       \umlHVHaggreg[arg1=beobachter,pos1=0.8,mult2=*,pos2=2.5]
878
       {KonkreterGegenstand}{Beobachter}
879
880
     \end{tikzpicture}
881 }
```

\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.

```
882 \def\liEntwurfsBeobachterAkteure{
     \begin{description}
883
       \item[Gegenstand / Subjekt (Subject / Observable)]
884
885
886
       Ein Subjekt (beobachtbares Objekt, auf Englisch publisher, also
       "Veröffentlicher", genannt) hat eine Liste von Beobachtern, ohne
887
888
       deren konkrete Typen zu kennen. Es bietet eine Schnittstelle zur An-
       und Abmeldung von Beobachtern und eine Schnittstelle zur
889
       Benachrichtigung von Beobachtern über Änderungen an.\footcite[Seite
890
       251] {gof}
891
892
       \item[Beobachter (Observer)]
893
894
       Die Beobachter (auf Englisch auch subscriber, also "Abonnent",
895
       genannt) definieren eine Aktualisierungsschnittstelle.
896
897
       \item[konkreter/s Gegenstand / Subjekt (ConcreteSubject / ConcreteObservable)]
898
899
       Ein konkretes Subjekt (konkretes, beobachtbares Objekt) speichert
900
       den relevanten Zustand und benachrichtigt alle Beobachter bei
901
```

```
Zustandsänderungen über deren Aktualisierungsschnittstelle. Es
903
       verfügt über eine Schnittstelle zur Erfragung des aktuellen
904
       Zustands.
905
       \item[Konkrete Beobachter (ConcreteObserver)]
906
907
       Konkrete Beobachter verwalten die Referenz auf ein konkretes
908
       Subjekt, dessen Zustand sie beobachten und speichern und dessen
909
       Zustand konsistent ist. Sie implementieren eine
910
       Aktualisierungsschnittstelle unter Verwendung der
911
912
       Abfrageschnittstelle des konkreten Subjekts.
913
       \footcite{wiki:beobachter}
914
     \end{description}
915 }
916 \def\liEntwurfsBeobachterCode{
     \li@EntwurfsCode{beobachter}{Gegenstand}
     \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterGegenstand}
918
919
     \li@EntwurfsCode{beobachter}{Beobachter}
920
     \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterA}
     \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterB}
921
```

\liEntwurfsBeobachter

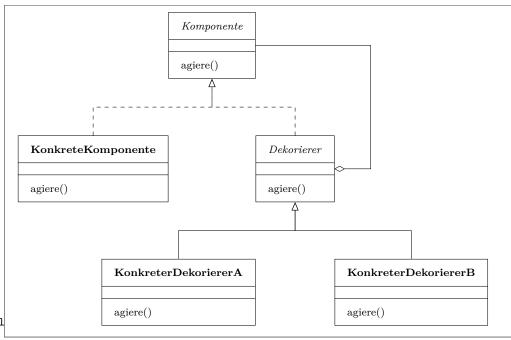
922 923 }

\liEntwurfsBeobachterCode

```
924 \def\liEntwurfsBeobachter{
925 \liEntwurfsBeobachterUml
926 \liEntwurfsBeobachterAkteure
927 \liEntwurfsBeobachterCode
928 }
```

\li@EntwurfsCode{beobachter}{Klient}

2.11.6 Dekorierer (Decorator)



```
\liEntwurfsDekoriererUml
```

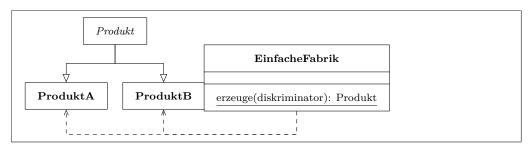
```
929 \def\liEntwurfsDekoriererUml{
930 \begin{tikzpicture}
931 \umlclass[type=abstract]{Komponente}{}{agiere()}
932 \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Komponente]{KonkreteKomponente}{}{agiere()}
933 \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Komponente,type=abstract]{Dekorierer}{}{agiere()}
934
```

```
\umlVHVreal{KonkreteKomponente}{Komponente}
                             935
                             936
                                    \umlVHVreal{Dekorierer}{Komponente}
                            937
                                    \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererA}{}{agiere()}
                            938
                                    \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererB}{}{agiere()}
                            939
                            940
                                    \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererA}{Dekorierer}
                            941
                                    \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererB}{Dekorierer}
                            942
                            943
                                    \umlHVHaggreg[arm1=2cm]{Dekorierer}{Komponente}
                            944
                                    \footcite{wiki:dekorierer}
                            945
                                  \end{tikzpicture}
                            946
                            947 }
\liEntwurfsDekoriererCode
                            948 \def\liEntwurfsDekoriererCode{
                                  \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Komponente}
                            950
                                  \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreteKomponente}
                                  \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Dekorierer}
                            951
                            952
                                  \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererA}
                            953
                                  \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererB}
                            954
                                  \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Klient}
                            955 }
    \liEntwurfsDekorierer
                            956 \def\liEntwurfsDekorierer{
                                  \liEntwurfsDekoriererUml
                                  \liEntwurfsDekoriererAkteure
                             959
                                  \liEntwurfsDekoriererCode
                            960 }
```

2.11.7 Einfache Fabrik (Simple Factory)

\liEntwurfsEinfacheFabrikUml

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



```
961 \def\liEntwurfsEinfacheFabrikUml{
     \begin{tikzpicture}
963
       \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
964
       \umlsimpleclass[below left=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktA}
965
       \umlsimpleclass[below right=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktB}
       \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktA}
966
       \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktB}
967
       \umlclass[below right=0cm and 1.5cm of Produkt]{EinfacheFabrik}{
968
969
       }{
         \umlstatic{erzeuge(diskriminator): Produkt}\\
970
971
       \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktA}
972
       \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktB}
974
     \end{tikzpicture}
975 }
```

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.

```
976 \def\liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure{
      \begin{description}
977
        \item[EinfacheFabrik]
978
979
        Eine Klasse mit einer Erzeugunsmethode, die über eine größere
980
        Bedingung verschiedene Objekt instanziert.
981
982
        \item[Produkt]
983
984
985
        Eine abstrakte Klasse, die von den konkreten Produkten geerbt wird.
986
        \item[KonkretesProdukt]
987
988
        Ein konkretes Produkt, das von der einfachen Fabrik erzeugt wird.
989
      \end{description}
990
991 }
992 \def\liEntwurfsEinfacheFabrik{
      \liEntwurfsEinfacheFabrikUml
      \liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure
994
995 }
2.11.8 Einzelstück (Singleton)
996 \def\liEntwurfsEinzelstueckBeschreibung{
      Stellt sicher, dass nur \emph{genau eine Instanz einer Klasse} erzeugt
      wird.\footcite[Seite 38]{eilebrecht}
999 }
1000
```

\liEntwurfsEinzelstueckUml

urfsEinzelstueckBeschreibung

\liEntwurfsEinfacheFabrik

Quelle nach der deutschen Wikipedia

```
Einzelstück

- instanz: Einzelstück

- Einzelstück()

+ gibInstanz(): Einzelstück
```

```
1001 \def\liEntwurfsEinzelstueckUml{
      \begin{tikzpicture}
1002
1003
        \umlclass{Einzelstück}{
        \umlstatic{- instanz: Einzelstück}\\
1004
1005
        }{
        - Einzelstück()\\
1006
        + gibInstanz(): Einzelstück
1007
1008
1009
      \end{tikzpicture}
1010 }
```

iEntwurfsEinzelstueckAkteure

Quelle: frei überstetzt aus GoF

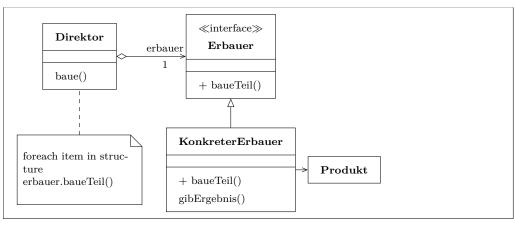
Einzelstück (Singleton) stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.

```
1011 \def\liEntwurfsEinzelstueckAkteure{
                                    \begin{description}
                              1013
                                      \item[Einzelstück (Singleton)]
                              1014
                                      stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten
                              1015
                                      nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.
                              1016
                              1017
                                    \end{description}
                              1018 }
\liEntwurfsEinzelstueckCode
                              1019 \def\liEntwurfsEinzelstueckCode{
                              1020 \li@EntwurfsCode{einzelstueck}{Einzelstueck}
                              1021 }
    \liEntwurfsEinzelstueck
                              1022 \def\liEntwurfsEinzelstueck{
                                    \liEntwurfsEinzelstueckBeschreibung
                              1024
                              1025
                                    \liEntwurfsEinzelstueckUml
                              1026
                                    \liEntwurfsEinzelstueckAkteure
                              1027
                              1028
                                    \liEntwurfsEinzelstueckCode
                              1029
                              1030 }
```

2.11.9 Erbauer (Builder)

\liEntwurfsErbauerUml

Quelle nach der deutschen Wikipedia



```
1031 \def\liEntwurfsErbauerUml{
      \begin{tikzpicture}
1032
        \umlsimpleclass[x=7,y=0]{Produkt}{}{}
1033
1034
        \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Erbauer}{}{+ baueTeil()}
1035
        \umlclass[x=4,y=0]{KonkreterErbauer}{}{
          + baueTeil()\\
1036
          gibErgebnis()}
1037
        \umlclass[x=0,y=3]{Direktor}{}{baue()}
1038
1039
        \umluniaggreg[arg2=erbauer,pos2=0.7,mult2=1]{Direktor}{Erbauer}
1040
        \umluniassoc{KonkreterErbauer}{Produkt}
1041
        \umlinherit{KonkreterErbauer}{Erbauer}
1042
1043
1044
      \umlnote[x=0,y=0,width=3cm]{Direktor}{
1045
        foreach item in structure\\
1046
        erbauer.baueTeil()
```

```
1047 }
1048 \end{tikzpicture}
1049 \footcite{wiki:erbauer}
1050 }
```

\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.

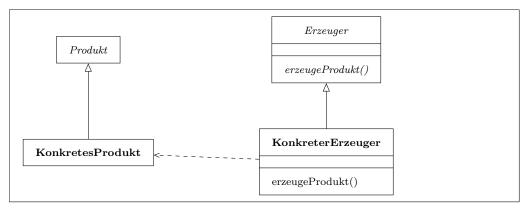
Produkt Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.

```
1051 \verb|\def\liEntwurfsErbauerAkteure{|}|
1052
      \begin{description}
        \item[Erbauer]
1053
1054
        Der Erbauer spezifiziert eine abstrakte Schnittstelle zur Erzeugung der
1055
1056
        Teile eines komplexen Objektes.
1057
        \item[KonkreterErbauer]
1058
1059
1060
        Der konkrete Erbauer erzeugt die Teile des komplexen Objekts durch
1061
        Implementierung der Schnittstelle. Außerdem definiert und verwaltet er
        die von ihm erzeugte Repräsentation des Produkts. Er bietet auch eine
1062
        Schnittstelle zum Auslesen des Produkts.
1063
1064
        \item[Direktor]
1065
1066
1067
        Der Direktor konstruiert ein komplexes Objekt unter Verwendung der
        Schnittstelle des Erbauers. Der Direktor arbeitet eng mit dem Erbauer
1068
        zusammen: Er weiß, welche Baureihenfolge der Erbauer verträgt oder
1069
        benötigt. Der Direktor entkoppelt somit den Konstruktionsablauf vom
1070
1071
        Klienten.
1072
        \item[Produkt]
1073
1074
        Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.
1075
1076
        \footcite{wiki:erbauer}
1077
      \end{description}
1078 }
1079 \def\liEntwurfsErbauer{
1080
     \liEntwurfsErbauerUml
1081
      \liEntwurfsErbauerAkteure
1082 }
```

2.11.10 Fabrikmethode (Factory Method)

\liEntwurfsFabrikmethodeUml Quelle nach der deutschen Wikipedia

\liEntwurfsErbauer



```
1083 \def\liEntwurfsFabrikmethodeUml{
1084
      \begin{tikzpicture}
        \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
1085
        \umlsimpleclass[below=2cm of Produkt]{KonkretesProdukt}
1086
1087
        \umlinherit{KonkretesProdukt}{Produkt}
1088
        \umlclass[type=abstract,right=4cm of Produkt]{Erzeuger}{}{
1089
          \textit{erzeugeProdukt()}\\
1090
1091
        \umlclass[below=1.2cm of Erzeuger]{KonkreterErzeuger}{}{
1092
        erzeugeProdukt()
1093
1094
1095
        \umlinherit{KonkreterErzeuger}{Erzeuger}
1096
1097
        \umldep{KonkreterErzeuger}{KonkretesProdukt}
1098
      \end{tikzpicture}
1099 }
```

EntwurfsFabrikmethodeAkteure

Quelle: deutsche Wikipedia

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

KonkretesProdukt KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.

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

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

```
1100 \def\liEntwurfsFabrikmethodeAkteure{
1101
      \begin{description}
        \item[Produkt]
1102
1103
        Das Produkt ist der Basistyp (Klasse oder Schnittstelle) für das
1104
1105
        zu erzeugende Produkt.
1106
        \item[KonkretesProdukt]
1107
1108
        KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.
1109
1110
        \item[Erzeuger]
1111
1112
        Der Erzeuger deklariert die Fabrikmethode, um ein solches Produkt
1113
1114
        zu erzeugen und kann eine Default-Implementierung beinhalten.
1115
1116
        \item[KonkreterErzeuger]
1117
```

```
KonkreterErzeuger überschreibt die Fabrikmethode, um die ihm
1118
1119
        entsprechenden konkreten Produkte zu erzeugen (z. B. indem er den
1120
        Konstruktor einer konkreten Produkt-Klasse aufruft).
1121
        \footcite{wiki:fabrikmethode}
1122
      \end{description}
1123
1124 }
1125 \def\liEntwurfsFabrikmethode{
      \liEntwurfsFabrikmethodeUml
      \liEntwurfsFabrikmethodeAkteure
1127
1128 }
```

2.11.11 Kompositum (Composite)

```
Komponente \\ +agiere() \\ +f \ddot{u}geKindHinzu() \\ +entferneKind() \\ +gibKind() \\ \hline \\ + agiere() \\ \hline \\ + agiere() \\ \hline \\ + agiere() \\ +f \ddot{u}geKindHinzu() \\ +entferneKind() \\ +gibKind() \\ \hline \\ +gibKind() \\ \hline
```

\liEntwurfsKompositumUml

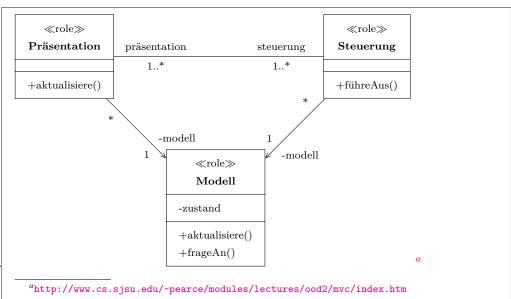
\liEntwurfsFabrikmethode

```
1129 \def\liEntwurfsKompositumUml{
      \begin{tikzpicture}
1130
        \umlclass[x=2.5,y=3,type=abstract]{Komponente}{}{
1131
          \textit{+agiere()}\\
1132
          \textit{+fügeKindHinzu()}\\
1133
          \textit{+entferneKind()}\\
1134
          \textit{+gibKind()}
1135
        }
1136
1137
        \umlclass[x=0]{Blatt}{}{+ agiere()}
1138
        \umlclass[x=5]{Kompositum}{}{
1139
          +agiere()\\
          +fügeKindHinzu()\\
1140
          +entferneKind()\\
1141
          +gibKind()
1142
1143
1144
        \umlVHVinherit{Kompositum}{Komponente}
1145
        \umlVHVinherit{Blatt}{Komponente}
1146
1147
        \umlHVHaggreg[anchor1=east,arm1=1.5cm,arg1=eltern,mult1=1,arg2=kind,mult2=0..*,pos2=2.9,
1148
      \end{tikzpicture}
1149 }
```

\liEntwurfsFabrikmethode

```
1150 \def\liEntwurfsKompositum{
1151 \liEntwurfsKompositumUml
1152 \liEntwurfsKompositumAkteure
1153 }
```

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



 ${\tt IodellPraesentationSteuerungUml}$

```
1154 \def\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml{
1155
      \begin{tikzpicture}
         \umlclass[x=-4cm,type=role]{Präsentation}{}{+aktualisiere()}
1156
         \umlclass[x=4cm,type=role]{Steuerung}{}{+führeAus()}
1157
         \umlclass[y=-4cm,type=role]{Modell}{
1158
           -zustand
1159
         }{
1160
1161
           +aktualisiere()\\
1162
           +frageAn()
1163
1164
1165
         \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Präsentation}{Modell}
1166
         \label{lem:limit} $$ \operatorname{lumluniassoc}[\arg 2=-\operatorname{modell}, \operatorname{mult2}=1, \operatorname{mult1}=*]{Steuerung}_{Modell} $$
         \umlassoc[arg1=präsentation,mult1=1..*,arg2=steuerung,mult2=1..*]{Präsentation}{Steuerung
1167
1168
       \end{tikzpicture}
       \liFussnoteUrl{http://www.cs.sjsu.edu/~pearce/modules/lectures/ood2/mvc/index.htm}
1169
1170 }
```

ModellPraesentationSteuerung

```
1171 \def\liEntwurfs{
1172 \liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml
1173 \liEntwurfsModellPraesentationSteuerungAkteure
1174 }
```

2.11.13 Stellvertreter (Proxy)

\liEntwurfsStellvertreterUml

```
1175 \def\liEntwurfsStellvertreterUml{
      \begin{tikzpicture}
1176
1177
        \umlsimpleclass[x=-1,y=2]{Klient}
1178
        \umlclass[x=2,y=2]{Subjekt}{}{+ agiere()}
1179
        \umlclass[x=0,y=-1]{KonkretesSubjekt}{}{+ agiere()}
1180
        \umlclass[x=4,y=-1]{Stellvertreter}{}{+ agiere()}
1181
1182
        \umlVHVinherit{KonkretesSubjekt}{Subjekt}
1183
        \umlVHVinherit{Stellvertreter}{Subjekt}
1184
        \umluniassoc{Stellvertreter}{KonkretesSubjekt}
1185
        \umluniassoc{Klient}{Subjekt}
1186
1187
      \end{tikzpicture}
1188 }
```

liEntwurfsStellvertreterCode

```
1189 \def\liEntwurfsStellvertreterCode{
1190 \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Subjekt}
1191 \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{KonkretesSubjekt}
1192 \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Stellvertreter}
1193 \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Klient}
1194 }

1195 \def\liEntwurfsStellvertreter{
1196 \liEntwurfsStellvertreterUml
```

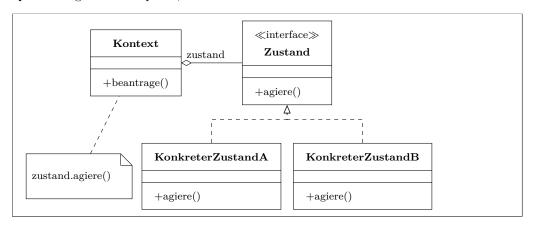
1197 \liEntwurfsStellvertreterCode 1198 }

\liEntwurfsZustandUml

\liEntwurfsStellvertreter

Quelle: Englische Wikipedia, so ähnlich wie in GoF

2.11.14 Zustand (State)



```
1199 \def\liEntwurfsZustandUml{
      \begin{tikzpicture}
1200
1201
        \umlclass[x=-1,y=3]{Kontext}{}{+beantrage()}
1202
        \umlclass[x=3,y=3,type=interface]{Zustand}{}{+agiere()}
1203
        \umlclass[x=1,y=0]{KonkreterZustandA}{}{+agiere()}
1204
        \umlclass[x=5,y=0]{KonkreterZustandB}{}{+agiere()}
1205
        \umlVHVreal{KonkreterZustandA}{Zustand}
1206
        \umlVHVreal{KonkreterZustandB}{Zustand}
1207
1208
        \umlaggreg[arg=zustand,pos=0.4]{Kontext}{Zustand}
1209
1210
        \umlnote[x=-2.5,y=0,width=2.5cm]{Kontext}{zustand.agiere()}
1211
1212
      \end{tikzpicture}
1213 }
```

 $\label{lientwurfs} $\lim XustandAkteure $$$

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.

```
1214 \def\liEntwurfsZustandAkteure{
1215 \begin{description}
1216 \item[Kontext (Context)]
1217
1218 definiert die clientseitige Schnittstelle und verwaltet die separaten
```

```
1219
                                  Zustandsklassen.
                          1220
                                  \item[State (Zustand)]
                          1221
                          1222
                                  definiert eine einheitliche Schnittstelle aller Zustandsobjekte und
                          1223
                                  {\tt implementiert} \ \ {\tt gegebenenfalls} \ \ {\tt ein} \ \ {\tt Standardverhalten}.
                          1224
                          1225
                          1226
                                   \item[KontreterZustand (ConcreteState)]
                          1227
                          1228
                                   implementiert das Verhalten, das mit dem Zustand des Kontextobjektes
                          1229
                                  verbunden ist.
                                \end{description}
                          1230
                          1231 }
\liEntwurfsZustandCode
                          1232 \def\liEntwurfsZustandCode{
                                \li@EntwurfsCode{zustand}{Kontext}
                                \li@EntwurfsCode{zustand}{Zustand}
                          1235 }
    \liEntwurfsZustand
                          1236 \def\liEntwurfsZustand{
                                \liEntwurfsZustandUml
                          1238
                               \liEntwurfsZustandAkteure
                          1239 \liEntwurfsZustandCode
                          1240 }
                          1241
```

2.12 er.sty

```
1242 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1243 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-er}[2020/06/13 Zum Setzen von
1244 ER-Diagrammen]
1245 \RequirePackage{tikz-er2}
1246 \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);
                     1247 \RequirePackage{soul}
                     1248 \RequirePackage{fontawesome}
                     2.12.3 Makro-Kürzel
                     \let\a=\liErMpAttribute
                     \let\d=\liErDatenbankName
                     \let\e=\liErMpEntity
                     \let\r=\liErMpRelationship
                     1249 \ExplSyntaxOn
        \liErEntity
                     1250 \def\liErEntity#1{\textbf{#1}}
  \liErRelationship
                     1251 \def\liErRelationship#1{\ul{#1}}
     \liErAttribute
                     1252 \def\liErAttribute#1{\emph{#1}}
      \label{lientity} mp = marginpar
                     Let-Abkürzung: \let\e=\liErMpEntity
                     1253 \def\liErMpEntity#1{
                     1254 \liErEntity{#1}
                     1255 \marginpar{
                             \liErEntity{\tiny\faSquareO{}~E:~#1}
                     1256
                     1257 }
                     1258 }
                     Let-Abkürzung: \let\r=\liErMpRelationship
\liErMpRelationship
                     1259 \def\liErMpRelationship#1{
                     1260 \liErRelationship{#1}
                     1261
                           \marginpar{
                     1262
                             \label{lierRelationship} $$ \prod_{r=0}^{r} \frac{1}{r} ... $$
                     1263 }
                     1264 }
   \liErMpAttribute Let-Abkürzung: \let\a=\liErMpAttribute
                     1265 \def\liErMpAttribute#1{
                     1266 \liErAttribute{#1}
                     1267
                          \marginpar{
                     1268
                             \liErAttribute{\tiny\faCircleThin{}~A:~#1}
                     1269 }
                     1270 }
```

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

datenbank name

2.13 formale-sprachen.sty

```
1278 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                           1279 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-formale-sprachen}[2021/02/21 Hilfsmakros
                           1280 zum Setzen von mathematischen Formeln bei dem Thema Formale Sprachen]
                           1281 \directlua{
                           1282 formale_sprachen = require('lehramt-informatik-formale-sprachen')
                           1283 }
                           1284 \RequirePackage{hyperref}
                           1285 \liLadePakete{mathe,typographie}
                           \lambda \
                 \liMenge
                           Let-Abkürzung: \let\m=\liMenge
                           1286 \def \liMengeOhneMathe#1{{ #1 }}}
                           1287 \left[ \frac{1}{8} \right]
                           1288 \ifnmode%
                           1289 \liMengeOhneMathe{#1}%
                           1290 \else%
                           1291 $\liMengeOhneMathe{#1}$%
                           1292 \fi%
                           1293 }
               \liEpsilon \liEpsilon: arepsilon
                           Let-Abkürzung: \let\e=\liEpsilon
                           1294 \def\liEpsilon{$\varepsilon$}
           \liPotenzmenge
                           Umgeben mit geschweiften Klammern in einer Mathematik-Umgebung
                           1295 \def\erzeuge@tiefgestellt#1{\directlua{formale_sprachen.erzeuge_tiefgestellt('#1')}}
                           1296 \def\liPotenzmengeOhneMathe#1{\{ \erzeuge@tiefgestellt{#1} \}}
                           1297 \def\liPotenzmenge#1{$\liPotenzmengeOhneMathe{#1}$}
                           \lizustandsmenge{z1, z2}: \\  z_1, z_2 \}
         \liZustandsmenge
                           1298 \let\liZustandsmengeOhneMathe=\liPotenzmengeOhneMathe
                           1299 \let\liZustandsmenge=\liPotenzmenge
\liUeberfuehrungsFunktion
                           \liUeberfuehrungsFunktion{z0, a}: $\delta(z_0, a)$
                           Let-Abkürzung: \let\d=\liUeberfuehrungsFunktion
                           1300 \label{liueberfuehrungsFunktionOhneMathe\#1{\label{liueberfuehrungsFunktionOhneMathe\#1{\label{liueberfuehrungsFunktionOhneMathe\#1}}} \\
                           1301 \def\liUeberfuehrungsFunktion#1{
                           1302 \ifmmode
                           1303 \liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}
                           1304 \else
                           1305 $\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}$
                           1306 \fi
                           1307 }
                           \left( \sum_{a,b} \right) 
              \liAlphabet
                           1308 \left[ 1308 \right] = { #1 }
                           \Pi \subseteq \Gamma \subseteq \Gamma \subseteq \Gamma
          \liBandAlphabet
                           1309 \def\liBandAlphabet#1{\Gamma = \Sigma \setminus \{ #1 \}}
     \liZustandsBuchstabe
                           1310 \def\liZustandsBuchstabe{z}
\liZustandsBuchstabeGross
                           1311 \def\liZustandsBuchstabeGross{Z}
```

```
\liZustandsmengeNr
                              1312 \def\zustandsnamens@liste#1#2{
                              1313
                              1314
                              1315
                                         \directlua{formale_sprachen.erzeuge_zustandsnamens_liste('#1', '#2')}
                              1316
                                       17
                              1317
                                    $
                              1318 }
                              1319 \ def\ liZustandsmengeNr#1{\ vustandsnamens@liste{\ liZustandsBuchstabe}} \{#1\} \}
    \liZustandsmengeNrGross
                              1320 \ def\ liZustandsmenge Nr Gross \#1 \{\ zustandsnamens @ liste \{\ liZustands Buchstabe Gross \} \#1\} \}
                              \liZustandsname{1}: $z_1$
            \liZustandsname
                              1321 \def\liZustandsname#1{$\liZustandsBuchstabe_#1$}
                              \liZustandsnameGross{1}: $Z_1$
       \liZustandsnameGross
                              1322 \end{area} $$1322 \end{area} IiZustandsBuchstabeGross\_\#1$}
               \liAbleitung \liAbleitung{S -> aB -> ab}: S \vdash aB \vdash ab
                              1323 \def\liAbleitung#1{$\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}
                              1324 \NewDocumentEnvironment { liProduktionsRegeln }
                              1325 { O{P} +b }
                              1326 {
                                    \liGeschweifteKlammern{#1}
                              1327
                              1328
                                    {
                              1329
                                       \begin{align*}
                              1330
                                       \directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#2')}
                              1331
                                       \end{align*}
                                    \{-0.2cm\}\{-1.5cm\}
                              1332
                              1333 } {}
            \liProduktionen \liProduktionen(S -> A, A -> a): \{S \to A, A \to a\}
                              1334 \def\liProduktionen#1{
                                    \liMenge{\directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#1', true)}}
                              1335
                              1336 }
                              Automatisch tiefgestellte Nummerierung \z1
\liZustandsnameTiefgestellt
                              Let-Abkürzung: \let\z=\liZustandsnameTiefgestellt
                              1337 \def\liZustandsnameTiefgestellt#1{
                              1338
                                    \ifmmode
                              1339
                                       \liZustandsBuchstabe\sb{#1}
                              1340
                              1341
                                       $\liZustandsBuchstabe\sb{#1}$
                              1342
                                    \fi
                              1343 }
                              1344 \ExplSyntaxOn
                              \left[L_2\right] \{a_1,a_2,\dots,a_n\} \{n \in \mathbb{N}\} 
                \liAusdruck
                                  Ohne "=": \left[ x \right] \{x\} \{y\}: \{x \mid y\}
                                  Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
                                \$(.*) += +\\\{ *(.*?)( *\\, *)?\|( *\\, *)?(.*?) *\\\}\$
                                \\liAusdruck[$1]{$2}{$5}
```

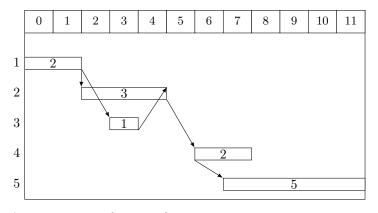
```
1345 \NewDocumentCommand{ \liAusdruck } { O{L} m m } {
1346
1347
       \tl_if_empty:nTF {#1} {} {#1 =}
1348
       \{
        \, #2 \,
1349
1350
        \, #3 \,
1351
1352
      \}$
1353 }
1354 \ExplSyntaxOff
Link zur flaci.com Website: \liFlaci{Grxk1oczg}:
   Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte Automaten, Compiler und Interpreter)
Ein Projekt der Hochschule Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz: flaci.com/Grxkloczg
1355 \def\liFlaci#1{%
1356
      \par
1357
      {%
1358
        \scriptsize
        Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte
1359
        Automaten, Compiler und Interpreter) Ein Projekt der Hochschule
1360
        Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz:
1361
        \href{https://flaci.com/#1}{flaci.com/#1}%
1362
      }%
1363
1364
      \par
1365 }
\lceil (qrammtik-name) \rceil \{ (variablen=V, alphabet=\Sigma, produktionen=P, start=S) \}
   \liGrammatik{variablen={}, alphabet={}}
   • \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)
1366 \ExplSyntaxOn
1367 \NewDocumentCommand {\liGrammatik} { O{G} m } {
      \tl_set:Nn \l_variablen_tl {V}
1368
      \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
1369
      \tl_set:Nn \l_produktionen_tl {P}
1370
      \tl_set:Nn \l_start_tl {S}
1371
1372
      \keys_define:nn { grammatik } {
1373
        variablen .code:n = {\tl_set:Nn \l_variablen_tl {\liMenge{##1}}},
1374
        alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
1375
1376
        produktionen .code:n = {\tl_set:Nn \l_produktionen_tl {\liProduktionen{##1}}},
1377
        start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
1378
1379
      \keys_set:nn { grammatik } { #2 }
1380
1381
      $#1 = (
1382
        \l_variablen_tl,
1383
1384
        \l_alphabet_tl,
        \l_produktionen_tl,
1385
        \l_start_tl
1386
1387
      )$
1388 }
1389 \ExplSyntaxOff
1390
```

2.14 formatierung.sty

```
1391 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
          1392 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-formatierung}[2020/11/27]
          2.14.1 Schriftarten / Typographie
          1393 \RequirePackage{mathpazo}
          1394 \RequirePackage[no-math]{fontspec}
          1395 \setmainfont{texgyrepagella}
          1396 \setsansfont{QTAncientOlive}
          1397 \RequirePackage{sectsty}
          1398 \allsectionsfont{\fontspec{QTAncientOlive}}
          2.14.2 Farben
          1399 \RequirePackage{xcolor}
          1400 \definecolor{infogray}{rgb}{0.97,0.97,0.97}
          2.14.3 Überschriften
          1401 \RequirePackage{titlesec}
          1402 \titleformat{\chapter}[display]{\sffamily\bfseries}{}{Opt}{\LARGE}
          1403 \titlespacing{\chapter}{0pt}{0pt}{*1}
          1404 \verb|\titleformat{\paragraph}[hang]{\sffamily\normalsize\bfseries}{\theparagraph}{1em}{} 
          1405 \setcounter{secnumdepth}{0}
          2.14.4 Listen
          1406 \RequirePackage{paralist}
          1407 \renewcommand\labelitemi{-}
          1408 \renewcommand\labelitemii{-}
          1409 \renewcommand\labelitemiii{-}
          1410 \renewcommand\labelitemiv{-}
          1411 % Counter: enumi enumii enumii enumiv
          1412 % Styles: \arabic{counter} \alph{counter} \roman{counter} \Roman{counter}
          1413 \renewcommand{\labelenumi}{(\alph{enumi})}
          1414 \renewcommand{\labelenumii}{(\roman{enumii})}
          2.14.5 Kasten
          1415 \verb|\RequirePackage{mdframed}|
          1416 \mdfsetup{backgroundcolor=infogray}
liKasten
          1417 \NewDocumentEnvironment { liKasten }{ } {
          1418 \begin{mdframed} [backgroundcolor=white!0]
          1419 } {
          1420
                \end{mdframed}
          1421 }
          2.14.6 Header
          1422 \RequirePackage{fancyhdr}
          1423 \rightarrow [L,C,R]
          1424 \fancyfoot[L]{}
          1425 \fancyfoot[C]{}
          1426 \fancyfoot[R] {\thepage}
          1427 \pagestyle{fancy}
          1428 \renewcommand{\headrulewidth}{0pt}
          1429 \renewcommand{\footrulewidth}{0pt}
          1430
```

2.15 gantt.sty

```
1431 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1432 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-gantt}[2020/09/05]
\begin{ganttchart}[x unit=0.75cm, y unit chart=0.8cm]{0}{11}
\gamma 11{1} \\
\ganttbar[name=1]{1}{0}{1} \\
\ganttbar[name=2]{2}{2}{4} \\
\ganttbar[name=3]{3}{3}{3}\\
\ganttbar[name=4]{4}{6}{7} \\
\ganttbar[name=5]{5}{7}{11}
\node at (1) {2};
\node at (2) {3};
\node at (3) {1};
\node at (4) {2};
\node at (5) {5};
\ganttlink[link type=f-f]{3}{2}
 \ganttlink[link type=f-s]{1}{2}
 \ganttlink[link type=f-s]{1}{3}
 \ganttlink[link type=f-s]{2}{4}
 \ganttlink[link type=s-s]{4}{5}
\end{ganttchart}
```



1433 \RequirePackage{tikz-uml}
1434 \RequirePackage{pgfgantt}
1435 \setganttlinklabel{f-s}{}
1436 \setganttlinklabel{s-s}{}
1437 \setganttlinklabel{f-f}{}
1438 \setganttlinklabel{s-f}{}
1439

2.16 grafik.sty

```
1440 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1441 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-grafik}[2020/12/27 Lädt das Paket
1442 TikZ, um Grafiken zeichnen zu können.]
1443 \RequirePackage{tikz}
1444
```

2.17 graph.sty

```
1445 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1446 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-graph} [2020/06/09]
1447 \RequirePackage{tikz}
   Für die die Adjazenzliste (xrightarrow)
1448 \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}
\]
```

$1449 \verb|\RequirePackage{blkarray}|$

 $1450\ \verb+\usetikzlibrary{arrows.meta}+$

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

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



```
1451 \text{\tikzset}{}
                   1452
                         li graph/.style={
                            every node/.style={
                   1453
                              rectangle,
                   1454
                   1455
                              draw,
                   1456
                            every edge/.style={
                   1457
                              >={Stealth[black]},
                   1458
                              draw,
                   1459
                   1460
                            every edge/.append style={
                   1461
                              every node/.style={
                   1462
                                sloped,
                   1463
                   1464
                                auto,
                              }
                   1465
                   1466
                         },
                   1467
                          li markierung/.style={
                   1468
                   1469
                            ultra thick,
                   1470
                   1471 }
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}
                   1472 \mbox{\em NewDocumentEnvironment } \{ \mbox{\em liGraphenFormat } \{ \mbox{\em +b } \} \ \{ \} \ \{ \} 
                   1473
```

2.18 hanoi.sty

```
1474 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                         1475 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-hanoi}[2020/12/19 Paket zum Setzen
                         1476 von Hanoi-Grafiken]
                                  Quelle: https://kleinco.de/latex-snippets/7/tikz-towers-of-hanoi-illustration-for-lat
                         1477 \RequirePackage{tikz}
                         1478 \RequirePackage{xcolor}
                         \liHanoi{anzahl-scheiben}{gewicht-scheibe/turm-nr,gewicht-scheibe/turm-nr},
\liHanoi
                         z.B.: \liHanoi{4}{4/1,3/1,2/3,1/2}
                         1479 \def\li@mset #1[#2]=#3{%
                         1480 \expandafter\xdef\csname #1#2\endcsname{#3}
                         1481 }
                         1482 \texttt{\li@mget #1[#2]}{\%}
                         1483 \csname #1#2\endcsname
                         1484 }
                         1485 \def\li@minc #1[#2]+=#3{%
                         1486 \pgfmathparse{\li@mget #1[#2]+#3}%
                         1487 \li@mset #1[#2]=\pgfmathresult
                         1488 }
                         1489
                         1490 \left( 1490 \right)
                         1491
                                        \edef\li@numdiscs{#1}
                         1492
                                        \def\li@sequence{#2}
                                        \begin{tikzpicture}[line width=4mm,brown!40,line cap=round,xscale=3]
                         1493
                                             % init colors
                         1494
                                             \foreach[count=\j] \c in {red,green!80!black,blue,orange,violet,gray,yellow!80!black,pur]
                         1495
                                             \left( \int_{0}^{\infty} c(j) = {c}; \right)
                         1496
                                             \% draw poles and init pole counters
                         1497
                                             foreach j in {1,2,3}{
                         1498
                                                   \left[ \int \left[ \int dx \right] dx \right] = 0
                         1499
                                                   \draw (\j,-.5) -- +(0, .5 + .5*\li@numdiscs);
                         1500
                         1501
                         1502
                                             % draw base
                                             draw (.5,-.5) -- +(3,0);
                         1503
                                             % draw discs
                         1504
                                             \foreach[count=\k] \i/\j in \li@sequence{
                         1505
                                                   \label{light} $$ \operatorname{ligmet\ col[\i]} (\j,\ligmet\ pos[\j]) +(-.4*\i/\ligmumdiscs,0) -- +(.4*\i) -- +(
                         1506
                                                   \left[ \right] +=\{.5\}
                         1507
                         1508
                         1509
                                        \end{tikzpicture}
                         1510 }
                         1511
```

2.19 klassen-konfiguration-aufgabe.sty

```
1512 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                       1513 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-klassen-konfiguration-aufgabe}[2021/09/01 Die
                       1514 Klasse Aufgabe konfigurieren, d. h. Laden von einigen Paketen, Registierung von Hooks]
                          Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option clash
                       1515 \liLadePakete{
                       1516
                             formatierung,
                       1517
                             abmessung,
                       1518
                             literatur-dummy,
                       1519
                            makros,
                       1520
                             aufgaben-metadaten,
                             kopf-fusszeilen,
                       1521
                       1522 mathe
                       1523 }
                       1525 % Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
                       1526 \RequirePackage[ngerman] {babel}
                       1527 \ExplSyntaxOn
                       1528 \cs_gset:Npn \stichwoerter_formatiert: {
                             \tl_if_empty:NTF \g_auf_stichwoerter_tl {} {
                       1530
                               \textbf{Stichwörter:} ~
                       1531
                               \g_auf_stichwoerter_tl
                       1532
                               \par
                       1533
                             }
                       1534 }
                       1535 \cs_gset:Npn \horizontale_linie: {
                             \par
                       1536
                             \noindent
                       1537
                             \rule{\textwidth}{0.8pt}
                       1538
                       1539
                       1540 }
                       1541 \cs_gset:Npn \thematik_formatiert: {
                             \tl_if_empty:NTF \g_auf_thematik_tl {} {
                       1542
                               \textit{
                       1543
                       1544
                                  ( \g_auf_thematik_tl )
                       1545
                             }
                       1546
                       1547 }
\liAufgabenMetadaten
                       1548 \def\liAufgabenMetadaten#1{
                             \liMetaSetze{#1}
                       1549
                       1550
                       1551
                             \noindent
                       1552
                             {\large \_gib_einzelpruefung_trenner: \par}
                       1553
                             \medskip
                       1554
                       1555
                       1556
                             \noindent
                             {\bfseries\Large\_gib_aufgaben_pfad_trenner:}
                       1557
                             \hfill \thematik_formatiert:
                       1558
                       1559
                             \par
                       1560
                             \medskip
                       1561
                       1562
                       1563
                             \noindent
                       1564
                             {\footnotesize\stichwoerter_formatiert:}
                       1565
                       1566
                             \horizontale_linie:
                       1567
                       1568
                             \bigskip
```

```
1569
1570
     \par
     % Keine Einrückung
1571
     \@afterindentfalse
1572
     \@afterheading
1573
1574 }
1575 \AddToHook{enddocument}{
     \vfill
1576
     {
1577
       \tiny
1578
1579
       \noindent
       Hilf~mit!~
1580
       Das~ist~ein~Community-Projekt.~
1581
       Verbesserungsvorschläge,~Fehlerkorrekturen,~weitere~Lösungen~sind~
1582
       sehr-willkommen--egal-wie---per-Pull-Request-oder-per-E-Mail-an-
1583
       1584
1585
1586
       \par\noindent
       Der~\TeX-Quelltext~dieses~PDFs~kann~unter~folgender~URL~aufgerufen~werden:~
1587
1588
1589
       \par\noindent\hfill
1590
       \_gib_github_url_href:}
1591 }
1592 \verb|\ExplSyntaxOff|
1593
```

2.20 klassen-konfiguration-examen.sty

```
1594 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                              1595 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-klassen-konfiguration-examen}[2021/09/04 Die
                              1596 Klasse liSetzeExamen konfigurieren, d. h. Laden von einigen Paketen, Registierung von Hooks]
                                 Lade die wichtigsten Pakete. Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option clash
                              1597 \liLadePakete{
                              1598
                                    formatierung,
                              1599
                                    literatur-dummy,
                              1600
                                    makros,
                                    aufgaben-metadaten,
                              1601
                              1602
                                    abmessung,
                                    typographie
                              1603
                              1604 }
                                 Formatierung für die Überschriften setzen.
                              1605 \RequirePackage{titlesec}
                              1606 \verb|\titleformat{\section}{\shape \fileenter bfseries}{\the section}{\label{lem}{}}
                              1607 \newcommand{\sectionbreak}{\clearpage}
                              1608 \setcounter{secnumdepth}{0}
                              1609 \liLadeAllePakete
                                 Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
                              1610 \RequirePackage[ngerman]{babel}
                              1611 \RequirePackage{standalone}
                              1612 \ExplSyntaxOn
      \liSetzeExamenThemaNr
                              1613 \def\liSetzeExamenThemaNr#1{
                                    \tl_gset:Nn \g_auf_examen_thema_nr_tl { #1 }
                              1615
                                    \section{Thema~Nr.~#1}
                              1616 }
\liSetzeExamenTeilaufgabeNr
                              1617 \def\liSetzeExamenTeilaufgabeNr#1{
                                    \tl_gset:Nn \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl { #1 }
                                    \subsection{Teilaufgabe~Nr.~#1}
                              1619
                              1620 }
         \liBindeAufgabeEin
                              1621 \def\liBindeAufgabeEin#1{
                                    \tl_gset:Nn \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl { #1 }
                              1623
                                    \input{
                                      \LehramtInformatikRepository /
                              1624
                              1625
                                      Staatsexamen /
                                      \g_auf_examen_nummer_tl /
                              1626
                                      \g_auf_examen_jahr_tl /
                              1627
                              1628
                                       \g_auf_examen_monat_tl /
                              1629
                                      \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} {
                              1630
                                        Thema - \g_auf_examen_thema_nr_tl /
                              1631
                                       \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} {
                              1632
                              1633
                                         Teilaufgabe - \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl /
                              1634
                              1635
                                      Aufgabe - \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl .tex
                              1636
                              1637 }
                             Das Metadaten-Makro überschreiben
       \liAufgabenMetadaten
                              1638 \def\liAufgabenMetadaten#1{
                                    \liMetaSetze{#1}
                              1640
                                    \subsubsection{\_gib_aufgaben_titel:}
                              1641 }
```

```
1642 \setcounter{tocdepth}{4}
1643 \RequirePackage[titles] {tocloft}
1644 \verb| AddToHook{begindocument}{|} \{
      \pagestyle{empty}
1645
1646
      \begin{center}
1647
      \large
1648
      Erste~Staatsprüfung~für~ein~Lehramt~an~öffentlichen~Schulen \par
1649
      \vspace{0.5cm}
1650
1651
1652
      Fach~Informatik \par
1653
      \vfill
1654
1655
      {
1656
        \sffamily\bfseries\Huge
1657
1658
        \g_auf_examen_jahreszeit_tl \par
1659
1660
        \g_auf_examen_jahr_tl \par
1661
1662
1663
      \vspace{2cm}
1664
1665
      {\LARGE \g_auf_examen_nummer_tl \par}
1666
1667
      \vspace{0.5cm}
1668
1669
      \g_auf_examen_fach_tl \par
1670
1671
1672
      \vspace{3cm}
1673
      Aufgabenstellungen~mit~Lösungsvorschlägen \par
1674
1675
      \end{center}
1676
1677
      % für den Abstand vor den section im Inhaltsverzeichnis
1678
      % https://tex.stackexchange.com/questions/241445/how-to-control-spacing-in-toc-
1679
    for-different-sections
1680
      \setlength{\cftbeforesecskip}{1.5cm}
1681
      \setlength{\cftbeforesubsecskip}{0.5cm}
1682
      \renewcommand{\cftsubsecafterpnum}{\vspace{\cftbeforesubsecskip}}
1683
      \setlength{\cftbeforesubsubsecskip}{0.1cm}
1684
1685
      \renewcommand{\contentsname}{Aufgabenübersicht}
1686
1687
      \tableofcontents
1688
      \clearpage
1689 }
1690 \ExplSyntaxOff
1691
```

2.21 komplexitaetstheorie.sty

```
1692 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                       1693 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-komplexitaetstheorie}[2021/07/08 Zum
                       1694 Setzen von Karps NP-vollständigen Problemen, Hilfsmakros für die
                       1695 Polynomialzeitreduktion.]
                       2.21.1 Makro-Kürzel
                       \let\n=\liProblemName
                       \let\r=\liPolynomiellReduzierbar
                       \let\b=\liProblemBeschreibung
                       1696 \liLadePakete{mathe}
                           Für das Makro \liProblemBeschreibung{}{}{} benötigt.
                       1697 \RequirePackage{mdframed}
            \liStrich
                       L, \left(L\right): L, L'
                       1698 \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
                       1699 \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

```
1700 \def\liProblemBeschreibung#1#2#3{
      \begin{mdframed}[
1701
1702
        userdefinedwidth=9cm,
1703
        align=center,
1704
        backgroundcolor=white!0,
1705
        \centerline{\large\liProblemName{#1}}
1706
1707
        \medskip
1708
1709
        \begin{description}
1710
        \item[Gegeben:] #2
1711
1712
        \item[Frage:] #3
1713
        \end{description}
1714
      \end{mdframed}
1715 }
```

```
\liPolynomiellReduzierbar Let-Abkürzung: \let\r=\liPolynomiellReduzierbar
                            1716 \NewDocumentCommand{ \liPolynomiellReduzierbar } { m O{p} m } {
                            1717 \begin{displaymath}
                            1718 \liProblemName{#1}
                            1719 \preceq_{#2}
                            1720 \liProblemName{#3}
                            1721 \end{displaymath}
                            1722 }
    \liProblemVertexCover
                            1723 \def\liProblemClique{%
                            1724 Das \textbf{Cliquenproblem} fragt nach der Existenz einer Clique der
                            1725 Mindestgröße $n$ in einem gegebenen Graphen.
                            1726 \footcite[Seite 76]{theo:fs:4}
                            1727 Eine Clique ist eine Teilmenge von Knoten in einem ungerichteten
                            1728 Graphen, bei der \emph{jedes Knotenpaar durch eine Kante} verbunden ist.
                            1729 \footcite{wiki:cliquenproblem}
                            1730 }
    \liProblemVertexCover
                            1731 \def\liProblemVertexCover{%
                            1732 %
                            1733 Das \textbf{Knotenüberdeckungsproblem} (\liProblemName{Vertex Cover})
                            1734 fragt, ob zu einem gegebenen einfachen Graphen und einer natürlichen
                            1735 Zahl $k$ eine Knotenüberdeckung der Größe von höchstens $k$ existiert.
                            1736 \footcite{wiki:knotenueberdeckung}
                            1738 Das heißt, ob es eine aus maximal $k$ Knoten bestehende Teilmenge $U$
                            1739 der Knotenmenge gibt, so dass jede Kante des Graphen mit
                            1740 mindestens einem Knoten aus $U$ verbunden ist.
                            1741 \footcite[Seite 78]{theo:fs:4}%
                            1742 }
      \liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem
                            1743 \def\liProblemSubsetSum{%
                            1744 \; {\tt Das \ \tt \ Lextbf{Teilsummenproblem} \ (\tt \ LiProblemName{Subset Sum}) \ oder}
                            1745 \ \text{liProblemName{SSP}}) ist ein spezielles Rucksackproblem.
                            1746 \footcite{wiki:teilsummenproblem}
                            1747 Gegeben sei eine Menge von ganzen Zahlen I = \{w_1, w_2, dots, w_n\}
                            1748 \}$. Gesucht ist eine Untermenge, deren Elementsumme maximal, aber nicht
                            1749 größer als eine gegebene obere Schranke $c$ ist.
                            1750 \footcite[Seite 74]{theo:fs:4}
                            1751 }
      \liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem
                            1752 \def\liProblemSat{%
                            1753 Das \textbf{Erfüllbarkeitsproblem der Aussagenlogik} \liProblemName{Sat}
                            1754 und \liProblemName{k-SAT} mit $k \geq 3$, $k \in \mathbb{N}$ (Satz von
                            1755 Cook) fragt, ob eine aussagenlogische Formel erfüllbar
                            1756 ist.\footcite{wiki:sat} Das Erfüllbarkeitsproblem der
                            1757 \emph{Aussagenlogik} ist in exponentieller Zeit in Abhängigkeit der
                            1758 Anzahl der Variablen mit Hilfe einer Wahrheitstabelle entscheidbar.
                            1759 \; \texttt{Diese } \ \texttt{\bar{Wahrheitstabelle}} \ \texttt{\bar{kann nicht in polynomieller Zeit}}
                            1760 aufgestellt werden.
                            1761 \footcite[Seite 71]{theo:fs:4}
                            1762 }
                            1763
```

2.22 kontrollflussgraph.sty

```
1764 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1765 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-kontrollflussgraph}[2020/11/07]
```

2.22.1 Makro-Kürzel

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

2.22.2 TeX-Markup-Beispiel

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

2.22.3 TikZ: pin

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

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

```
1766 \RequirePackage{tikz}
1767 \usetikzlibrary{positioning}
1768 \tikzset{
      li kontrollfluss/.style={
1769
        knoten/.style={
1770
           circle,
1771
1772
          draw
1773
        },
        usebox/.style={
1774
1775
           draw,
1776
          rectangle,
1777
           font=\scriptsize,
           anchor=west,
1778
          align=left,
1779
        },
1780
        bedingung/.style={
1781
          midway,
1782
           draw=none,
1783
          font=\scriptsize
1784
1785
        knotenbeschriftung/.style={
1786
1787
1788
           rectangle,
1789
          midway,
          font=\scriptsize
1790
1791
        wahr/.style={
1792
1793
          {\tt thick}
        },
1794
1795
        falsch/.style={
1796
          dashed
1797
        every node/.style={
1798
          circle,
1799
          draw,
1800
        },
1801
        every edge/.append style={
1802
           every node/.style={
1803
             draw=none,
1804
1805
             bedingung,
1806
1807
        },
1808
        every path/.style={
1809
          draw,
1810
           ->,
        },
1811
        every pin/.style={
1812
1813
          draw,
          dotted,
1814
          rectangle,
1815
1816
          pin position=right
1817
1818
        every pin edge/.style={
1819
           dotted,
1820
           arrows=-,
1821
1822
      }
1823 }
```

2.22.4 Umgebungen

liKontrollflussgraph

1824 \NewDocumentEnvironment { liKontrollflussgraph } { O{} } {

```
\begin{tikzpicture}[
                                                                                                                                                                      1826
                                                                                                                                                                                                                    li kontrollfluss,
                                                                                                                                                                      1827
                                                                                                                                                                      1828 ]
                                                                                                                                                                      1829 } {
                                                                                                                                                                                                        \end{tikzpicture}
                                                                                                                                                                      1830
                                                                                                                                                                      1831 }
                                                                                                                                                                      2.22.5 Makros
                                                                                   \liAnweisung
                                                                                                                                                                      1832 \def\liAnweisung#1(#2,#3){\node[knoten] at (#2,#3) (#1) {#1};}
                                                                                   \liBedingung Let-Abkürzung: \let\b=\liBedingung
                                                                                                                                                                      1833 \end{area} $$1833 \end{area} $$1833 \end{area} $$1836 \end{area} $$1866 \end{
                                                           \liBedingungWahr Let-Abkürzung: \let\w=\liBedingungWahr
                                                                                                                                                                      1834 \def\liBedingungWahr#1{node[bedingung,#1]{\texttt{[true]}}}
                                                \liBedingungFalsch Let-Abkürzung: \let\f=\liBedingungFalsch
                                                                                                                                                                      1835 \end{filled} $$1835 \end{filled} $$1835
                                                                  \liKontrollCode Let-Abkürzung: \let\c=\liKontrollCode
                                                                                                                                                                      1836 \def\liKontrollCode#1{{\tiny\texttt{\textcolor{gray}{#1}}}}
\liKontrollTextzeileKnoten Let-Abkürzung: \let\k=\liKontrollTextzeileKnoten
                                                                                                                                                                      1837 \label{likontrollTextzeileKnoten#1{\raisebox{-2pt}{\tikz[scale=0.5,transform shape]} \node[drawner]} $$ \arrowvert for the controllTextzeileKnoten#1{\raisebox{-2pt}{\tikz[scale=0.5,transform shape]} \arrowvert for the controllTextzeileKnoten#1{\raisebox{-2pt}{\tikz[scale=0.5,transform shape]} \arrowvert for the controllTextzeileKnoten#1{\raisebox{-2pt}{\tikz[scale=0.5,transform shape]} \arrowvert for the controllTextzeileKnoten#1{\tikz[scale=0.5,transform shape]} \arrowvert for the controllTextzeileKnoten#1{\tikz[scale=0.5,transform
                              \liKontrollKnotenPfad Let-Abkürzung: \let\p=\liKontrollKnotenPfad
                                                                                                                                                                      1838 \ExplSyntaxOn
                                                                                                                                                                      1839 \NewDocumentCommand { \liKontrollKnotenPfad }{ m }
                                                                                                                                                                      1840 {
                                                                                                                                                                                                        \ensuremath{\verb|seq_set_split:Nnn \l_tmpa_seq { - } { \#1 }}
                                                                                                                                                                      1841
                                                                                                                                                                                                        \seq_set_map:NNn \l_tmpa_seq \l_tmpa_seq {\liKontrollTextzeileKnoten{##1}}
                                                                                                                                                                      1842
                                                                                                                                                                                                        \seq_use:Nn \l_tmpa_seq { ~~~~ }
                                                                                                                                                                      1843
                                                                                                                                                                      1844 }
                                                                                                                                                                      1845 \ExplSyntaxOff
                                                                                                                                                                      1846
```

2.23 kopf-fusszeilen.sty

```
1847 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1848 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-kopf-fusszeilen}[2021/08/20 Kopf-
1849 und Fußzeilen mit Hilfe des Pakets fancyhdr.]
1850 \ExplSyntaxOn
1851 \fancyhead{}
1852 \fancyhead [RO,LE] {{\scriptsize\LehramtInformatikTitel}}
1853 \fancyhead[LO,RE]{{\scriptsize\today}}
1854 \fancyfoot{}
1855 \fancyfoot[LE,RO]{\thepage}
1856 \fancyfoot[LO,CE]{{\scriptsize\LehramtInformatikAutorName}}
1857 \fancyfoot[CO,RE] {{\scriptsize\LehramtInformatikAutorEmail}}
1858 \renewcommand{\headrulewidth}{0.4pt}
1859 \renewcommand{\footrulewidth}{0.4pt}
1860 \setlength{\headwidth}{\textwidth}
1861 \ExplSyntaxOff
1862
```

2.24 literatur-dummy.sty

```
1863 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1864 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-literatur-dummy}[2020/11/27]
1865 \def\literatur{}
```

\footcite

\literatur

1866 % \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc} 1867 \NewDocumentCommand{ \footcite } { o m }{}

2.25 literatur.sty

```
1869 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
            1870 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-literatur}[2020/11/27]
            1871 \RequirePackage{csquotes}
            1872 \RequirePackage[
            1873 bibencoding=utf8,
            1874 citestyle=authortitle,
            1875 backend=biber,
            1876 ]{biblatex}
            1877 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/10_DB.bib}
            1878 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/20_00MUP.bib}
            1879 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/30_AUD.bib}
            1880 \verb| \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/40_SOSY.bib}|
            1881 \verb| \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/60_FUMUP.bib}|
            1882 \verb| \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/70\_THEO.bib}|
            1883 \verb| \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/80_DDI.bib}|
            1884 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Allgemein.bib}
            1885 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Examen.bib}
            1886 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Wikipedia.bib}
            1887 % To allow footnotes in the heading
            1888 \RequirePackage[stable,multiple] {footmisc}
\literatur
            1889 \def\literatur{\printbibliography[heading=subbibliography]}
            1890
```

2.26 makros.sty

```
1891 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                       1892 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-makros}[2020/11/27 Eine Sammlung von
                       1893 häufig verwendeten Makros und Umgebungen, die thematisch zu keinem
                       1894 anderen Paket passen]
                       1895 \RequirePackage{hyperref}
                       1896 \RequirePackage{graphicx}
                           Für die Umgebung liQuellen benötigt.
                       1897 \RequirePackage{paralist}
                       1898 \ExplSyntaxOn
 \inhaltsverzeichnis
                       1899 \def\inhaltsverzeichnis {
                             \begin{mdframed}
                       1900
                               \begingroup
                       1901
                               \let\clearpage\relax
                       1902
                       1903
                               \tableofcontents
                       1904
                               \endgroup
                             \end{mdframed}
                       1905
                       1906 }
                       \mephm (\marginpar and \emph)
               \memph
                       1907 \newcommand{\memph}[1]{\emph{#1}\marginpar{\tiny#1}}
               \SLASH
                       1908 \newcommand\SLASH{\char`\\}
\liPseudoUeberschrift Text, der sich wie eine Überschrift verhält.
                       1909 \newcommand{\liPseudoUeberschrift}[1]{
                             \bigskip
                       1910
                       1911
                       1912
                             \par
                       1913
                             \noindent
                             \textsf{\textbf{#1}}
                       1914
                       1915
                             \medskip
                       1916
                       1917
                       1918
                             \par
                       1919
                             % Keine Einrückung
                       1920
                             \@afterindentfalse
                             \@afterheading
                       1921
                       1922 }
      \liBeschriftung Ähnlich dem Makro \liPseudoUeberschrift{}. Am Ende des Textes wird ein Dop-
                       pelpunktzeichen angehängt.
                       1923 \newcommand{\liBeschriftung}[1]{
                       1924 \par
                       1925 \noindent
                       1926 \medskip
                       1927 \textbf{#1}:
                       1928 \medskip
                       1929 \noindent
                       1930 }
             \hinweis
                       1931 \def\hinweis#1{{\footnotesize[#1]}}
                       \begin{liProjektSprache}{NameProjektSprache} \end{liProjektSprache}: Zum
    liProjektSprache
                       Einbetten von projekteigenen Minisprachen/DSLs (Domain-specific language) (z. B.RelationenSchema).
                       Der Inhalt der Umgebung wird nicht von TeX kompiliert, sondern von dem Java-
                       Kommandozeilen-Programm didaktik. java verarbeitet.
```

1932 \NewDocumentEnvironment { liProjektSprache }{ o +b } {} {}

```
1933 \NewDocumentEnvironment { liEinbettung }{ o +b } {#2} {}
```

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

```
1934 \NewDocumentEnvironment{ liAntwort } { O{standard} }
1935 {
      \str_case:nn {#1} {
1936
        {standard} {
1937
1938
          \def\beschriftung{}
1939
          \mdfsetup{backgroundcolor=gray!1,linecolor=gray}
        }
1940
        {richtig} {
1941
          \def\beschriftung{richtig}
1942
          \mdfsetup{backgroundcolor=green!5,linecolor=green}
1943
1944
        {falsch} {
1945
1946
          \def\beschriftung{falsch}
1947
          \mdfsetup{backgroundcolor=red!3,linecolor=red}
1948
1949
        {muster} {
          \def\beschriftung{Musterlösung}
1950
          \mdfsetup{backgroundcolor=green!12,linecolor=green}
1951
        }
1952
      }
1953
      \ifx\beschriftung\empty\else
1954
      \noindent
1955
      \textbf{\beschriftung{}:}
1956
1957
      \begin{mdframed}
1958
1959 }
1960 {\end{mdframed}}
```

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

```
1961 \NewDocumentEnvironment{ liAdditum } { o }
1962 {
1963 \begin{mdframed}[backgroundcolor=yellow!5]
1964 \IfNoValueTF {#1}
1965 { \liPseudoUeberschrift{Additum} }
1966 { \liPseudoUeberschrift{Additum:~#1} }
1967 }
1968 {\end{mdframed}}
```

liExkurs

\begin{liExkurs}[Linear rekursiv]

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

\end{liExkurs}

Exkurs: Linear rekursiv

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

```
1969 \NewDocumentEnvironment{ liExkurs }{o +b}{
1970 \vspace{0.2cm}%
1971 \begin{mdframed}[
1972 backgroundcolor=white,
1973 bottomline=false,
1974 innermargin=1cm,
1975 leftline=true,
1976 linecolor=black,
```

```
1977
                       linewidth=0.1cm,
              1978
                       outermargin=1cm,
              1979
                       rightline=false,
              1980
                       topline=false,
              1981
                    \footnotesize
              1982
                    \noindent%
              1983
                    \textbf{Exkurs:~#1}\par%
              1984
              1985
                    \noindent%
              1986
              1987
                    \end{mdframed}
              1988
                    \vspace{0.2cm}
              1989 }{}
   liQuellen https://tex.stackexchange.com/a/229004
               \begin{liQuellen}
               \item Quelle 1
               \item Quelle 2
               \end{liQuellen}
                Weiterführende Literatur:
                    • Quelle 1
                    • Quelle 2
              1990 \cs_new:Npn \listen@punkt #1 {\item #1}
              1991 \NewDocumentEnvironment { liQuellen }{ +b }
              1992 {
                    \seq_clear_new:N \l_quellen
              1993
                    \seq_set_split:Nnn \l_quellen {\item} {#1}
              1994
              1995
                    \seq_remove_all:Nn \l_quellen {}
              1996
                    \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
              1997
                    \footnotesize
              1998
                    \noindent
                    \textsf{\textbf{Weiterführende~Literatur:}}
              1999
              2000
                    \medskip
                    \begin{compactitem}
              2001
                    \seq_map_function:NN \l_quellen {\listen@punkt}
              2002
              2003
                    \end{compactitem}
                    \end{mdframed}
              2004
              2005
              2006
                     \par
              2007
                     \@afterindentfalse
              2008
                    \@afterheading
              2009 } {}
liLernkartei
              2010 \NewDocumentEnvironment { liLernkartei }{ m +b }
              2011 {
                    \begin{mdframed}
              2012
              2013
                    \footnotesize
                    \noindent%
              2014
                    \textbf{Lernkarteikarte:~#1}\par%
              2015
              2016
                    \noindent%
              2017
                    \end{mdframed}
              2018
              2019 } {}
              \begin{liDiagramm}{beschriftung}\end{liDiagramm}: Zu setzen einer Graphik bzw
  liDiagramm
              eines Diagramms.
              2020 \NewDocumentEnvironment { liDiagramm }{ m +b }
              2021 {
```

```
\begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
                                                                                 2023
                                                                                                             \small
                                                                                                             \verb|\noindent||
                                                                                 2024
                                                                                                             \textit{#1}:
                                                                                 2025
                                                                                                            \begin{center}
                                                                                 2026
                                                                                 2027
                                                                                 2028
                                                                                                             \medskip
                                                                                                            \end{center}
                                                                                 2029
                                                                                 2030
                                                                                                            \end{mdframed}
                                                                                \label{liftussnoteUrl[} $$ \left( url \right) \leq \left( url \right) \right) \simeq \colored rel $$ \left( url \right) \in \c
    \liFussnoteUrl
                                                                                 Eine HTTP-URL als Fußnote setzen.
                                                                                 2032 \NewDocumentCommand{\liFussnoteUrl} { o m } {
                                                                                 2033 \qquad \texttt{\footnote{\url{#2}\IfNoValueTF{#1}{}}{}} \ \ (\texttt{\#1}){}}
                                                                                2034 }
                                                                                 2035
                                                                               \label{lik_exp} $$ \prod_{u \in \mathbb{Z}} {\langle unk - text \rangle} {\langle unk \rangle} \leq \lim_{u \in \mathbb{Z}} {\langle unk - text \rangle} {\langle unk \rangle} 
\liFussnoteLink
                                                                                 Einen Link, d. h. einen Link-Text und eine URL als Fußnote setzen.
                                                                                 2036 \NewDocumentCommand{\liFussnoteLink} { o m m } {
                                                                                                           \footnote{\href{#3}{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ (#1)}}
                                                                                 2038 }
                                                        \zB
                                                                                 2039 \def\zB{z.\,B. }
                                                        \ZB
                                                                                 2040 \left\{ZB\{Z.\,B.\right\}
                                                         \dh
                                                                                2041 \left(d_{,h.}\right)
                                                                                 2042 \ExplSyntaxOff
                                                                                 2043
```

2.27 master-theorem.sty

2044 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

```
2045 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-master-theorem} [2021/04/13]
                                                  2.27.1 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 \{0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{10} = 0.2^{
                                                     \{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$
                                                  2046 \ExplSyntaxOn
                                                  2047 \RequirePackage{amsmath}
\liRundeKlammer
                                                  2048 \def\liRundeKlammer#1{
                                                                   \negthinspace \left( #1 \right)
                                                  2050 }
                   \liTheta \liTheta{n^2}: \Theta(n^2)
                                                  2051 \ensuremath{\tt def\liThetaOhneMathe\#1{\tt f}}
                                                  2052
                                                                \Theta \liRundeKlammer{#1}
                                                  2053 }
                                                  2054 \left| \frac{1}{1} \right|
                                                  2055 \ifmmode
                                                                         \liThetaOhneMathe{#1}
                                                  2056
                                                  2057
                                                  2058
                                                                         $\liThetaOhneMathe{#1}$
                                                  2059 \fi
                                                  2060 }
```

```
\liOmega \liOmega{n^2}: \Omega(n^2)
                                                                                                   2061 \ensuremath{$\backslash$} liOmegaOhneMathe\#1{}
                                                                                                   2062 \Omega \liRundeKlammer{#1}
                                                                                                   2063 }
                                                                                                   2064 \ensuremath{\mbox{\liOmega\#1}} \{
                                                                                                   2065 \ifmmode
                                                                                                                                \liOmegaOhneMathe{#1}
                                                                                                   2066
                                                                                                   2067
                                                                                                                        \else
                                                                                                   2068
                                                                                                                                   $\liOmegaOhneMathe{#1}$
                                                                                                   2069 \fi
                                                                                                   2070 }
                                                                          \li0 \li0{n^2}: \mathcal{O}(n^2)
                                                                                                   2071 \def\li00hneMathe#1{
                                                                                                   2072 \mathcal{0} \liRundeKlammer{#1}
                                                                                                   2073 }
                                                                                                   2074 \ensuremath{\def\li0#1{}}
                                                                                                   2075 \ifmmode
                                                                                                   2076
                                                                                                                                 \li00hneMathe{#1}
                                                                                                   2077
                                                                                                                       \else
                                                                                                                                   $\li00hneMathe{#1}$
                                                                                                   2078
                                                                                                   2079 \fi
                                                                                                   2080 }
                                                                          \liT Let-Abkürzung: \let\T=\liT
                                                                                                                \\liT{16}{2}: 16 \cdot T(\frac{n}{2}) \setminus \text{liT}{}{2}: T(\frac{n}{2})
                                                                                                   2081 \def\liTOhneMathe#1#2{
                                                                                                   2082 \tl_if_blank:nTF {#1}
                                                                                                   2083
                                                                                                                       {}
                                                                                                   2084 {#1 \cdot }
                                                                                                   2085
                                                                                                                        Т
                                                                                                   2086
                                                                                                                         \liRundeKlammer{\frac{n}{#2}}
                                                                                                   2087 }
                                                                                                   2088 \left| 11T#1#2{ } \right|
                                                                                                   2089 \ifmmode
                                                                                                   2090
                                                                                                                                   \liTOhneMathe{#1}{#2}
                                                                                                   2091
                                                                                                                        \else
                                                                                                                                   $\liTOhneMathe{#1}{#2}$
                                                                                                   2092
                                                                                                   2093 \fi
                                                                                                   2094 }
                                                                                                  \liRekursionsGleichung: T(n) = a \cdot T(\frac{n}{h}) + f(n)
\liRekursionsGleichung
                                                                                                   2095 \def\liRekursionsGleichung{
                                                                                                   2096 $T(n) = \liT{a}{b} + f(n)$
                                                                                                   2097 }
                                                                                                 \liBedingungEins: f(n) \in \mathcal{O}(n^{\log_b a - \varepsilon})
                        \liBedingungEins
                                                                                                   2098 \def\liBedingungEins{
                                                                                                   2099 f(n) \in \frac{n^{\langle n^{\langle b} a - \langle n^{\langle b} a
                                                                                                   2100 }
                        \verb|\libedingungZwei| | \verb|\libedingungZwei|: f(n) \in \Theta\left(n^{\log_b a}\right)
                                                                                                   2101 \def\liBedingungZwei{
                                                                                                                          f(n) \in \frac{n^{\langle n^{\langle b}a\rangle}}
                                                                                                   2102
                                                                                                   2103 }
                        \liBedingungDrei \liBedingungDrei: f(n) \in \Omega(n^{\log_b a + \varepsilon})
                                                                                                   2104 \def\liBedingungDrei{
                                                                                                   2105 f(n) \in \frac{n^{\langle \log sb\{b\}a + varepsilon\}}}
                                                                                                   2106 }
                                                                                                   2107 \ExplSyntaxOff
```

```
\liMasterVariablen
                              2108 \def \sim {1iMasterVariablen} 
                              2109
                                    \begin{displaymath}
                                    T(n) = \left\{ iT\{a\}\{b\} + f(n) \right\}
                              2110
                                    \end{displaymath}
                              2111
                              2112
                              2113
                                    \begin{itemize}
                              2114
                                    \item[$a =$]
                              2115
                                    Anzahl der rekursiven Aufrufe, Anzahl der Unterprobleme in der
                              2116
                                    Rekursion
                              2117
                                    ($a \geq 1$).
                              2118
                              2119
                                    \left[ \frac{1}{b} = \right]
                              2120
                                    Teil des Originalproblems, welches wiederum durch alle Unterprobleme
                                    repräsentiert wird, Anteil an der Verkleinerung des Problems (b > 1).
                              2121
                              2122
                                    \\in [\$f(n) = \$]
                              2123
                                    Kosten (Aufwand, Nebenkosten), die durch die Division des Problems und
                              2124
                                    die Kombination der Teillösungen entstehen. Eine von $T(n)$
                              2125
                              2126
                                   unabhängige und nicht negative Funktion.
                                    \end{itemize}
                              2127
                                    \footcite{wiki:master-theorem}
                              2129
                                    \footcite[Seite 19-35]{aud:fs:2}
                              2130 }
             \liMasterFaelle
                              2131 \def\liMasterFaelle{
                                    \begin{description}
                                    \item[1. Fall:]
                                    T(n) \in \frac{n^{\langle n^{\langle b}a\rangle}}
                              2134
                              2135
                              2136
                                    \hfill falls \liBedingungEins
                                    für $\varepsilon > 0$
                              2137
                              2138
                                    \item[2. Fall:]
                              2139
                              2140
                                    T(n) \in \frac{n^{\log b}}{a} \cdot n^{s}
                              2141
                              2142
                                    \hfill falls \liBedingungZwei
                              2143
                              2144
                                    \item[3. Fall:]
                                    T(n) \in T(n)
                              2145
                              2146
                                    \hfill falls \liBedingungDrei
                              2147
                              2148 für $\varepsilon > 0$
                                   und ebenfalls für ein $c$ mit $0 < c < 1$ und alle hinreichend großen $n$
                              2149
                              2150
                                    a \cdot f(\text{m}{b})\leq c \cdot f(n)
                              2151
                              2152
                                    \end{description}
                              2153 }
liMasterVariablenDeklaration
                              2154 \def\liMasterVariablenDeklaration#1#2#3{
                                    \begin{description}
                              2155
                                       \item[Allgemeine Rekursionsgleichung:] \strut
                              2156
                              2157
                              2158
                                       \liRekursionsGleichung
                              2159
                                       \item[Anzahl der rekursiven Aufrufe ($a$):] \strut
                              2160
                              2161
                              2162
                              2163
```

\item[Anteil Verkleinerung des Problems (\$b\$):] \strut

```
2166
                               um \frac{1}{\#2} also $b = #2$
                       2167
                               \widetilde{f(n)}:] 
                       2168
                       2169
                               $#3$
                       2170
                       2171
                       2172
                               \item[Ergibt folgende Rekursionsgleichung:] \strut
                       2173
                               T(n) = \lim\{\#1\} \{\#2\} + \#3\}
                       2174
                       2175
                             \end{description}
                       2176 }
\liMasterFallRechnung
                       2177 \def\liMasterFallRechnung#1#2#3{
                             \begin{description}
                       2178
                       2179
                             \item[1. Fall:] \liBedingungEins:
                       2180
                       2181
                       2182
                       2183
                             \item[2. Fall:] \liBedingungZwei:
                       2184
                       2185
                       2186
                       2187
                             \item[3. Fall:] \liBedingungDrei:
                       2188
                       2189
                       2190
                             \end{description}
                       2191 }
      \liMasterExkurs
                       2192 \def\liMasterExkurs{
                       2193
                             \begin{liExkurs}[Master-Theorem]
                             \liMasterVariablen
                       2194
                       2195
                       2196
                             \noindent
                       2197
                             Dann gilt:
                       2198
                             \liMasterFaelle
                       2199
                       2200
                             \end{liExkurs}
                       2201 }
\liMasterWolframLink Link zu Wolframalpha (+ durch Prozent 2B ersetzen)
                       2202 \def\liMasterWolframLink#1{
                             Berechne die Rekursionsgleichung auf WolframAlpha:
                             \href{https://www.wolframalpha.com/input/?i=#1}{WolframAlpha}
                       2204
                       2205 }
                       2206
```

2.28 mathe.sty

```
2207 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2208 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-mathe}[2020/06/10]
2209
2210 % for example \ltimes \rtimes
2211 %\RequirePackage{amssymb}
2212 \RequirePackage{amsmath}
2213
2214 %%
2215 % \mlq \mrq
2216 %%
2217 \DeclareMathSymbol{\mlq}{\mathord}{operators}{``}
2218 \DeclareMathSymbol{\mrq}{\mathord}{operators}{`'}
2219
```

2.29 minimierung.sty

```
2220 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                  2221 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-mathe}[2021/03/13 Für den
                  2222 Minimierungsalgorithmus von einem NEA zu einem DEA]
                  2223 \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 &
                            & \l \ \ hline
                   \z2 &
                            &
                   \z3 &
                            &
                                 &
                                       & \l & \l & \l & \l & \l & \l \ \ hline
                   \z4 &
                            &
                                 &
                                       &
                                            & \1 & \1 & \1 & \1 \ \ \1
                                                                       \\ \hline
                                                  \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
                  2224 \left[ x_{\#1} \right]
                  2225 \def\li@fussnote@text#1#2{
                  2226 \liFussnote{#1}
                  2227
                        \quad
                  2228
                       {\footnotesize #2}
                  2229 }
\liFussnoteEinsText
                  2230 \def\liFussnoteEinsText{
                  2231 \li@fussnote@text{1}
                  2232 {Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.}
                  2233 }
\liFussnoteZweiText
                  2234 \def\liFussnoteZweiText{
                  2235 \li@fussnote@text{2}
                  2236
                        {Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.}
                  2237 }
\liFussnoteDreiText
                  2238 \def\liFussnoteDreiText{
                  2239 \li@fussnote@text{3}
```

```
2240 {In weiteren Iterationen markierte Zustände.}
                                                                                                                                2241 }
                                     \liFussnoteVierText
                                                                                                                                2242 \def\liFussnoteVierText{
                                                                                                                                2243 \li@fussnote@text{4}
                                                                                                                                2244
                                                                                                                                                         {...}
                                                                                                                                2245 }
                                                                             \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
                                                                                                                                                x_4
                                                                                                                                2246 \def\liFussnoten{
                                                                                                                                2247
                                                                                                                                                        \bigskip
                                                                                                                                2248
                                                                                                                                2249
                                                                                                                                                         \noindent
                                                                                                                                2250
                                                                                                                                                         \liFussnoteEinsText
                                                                                                                                2251
                                                                                                                                2252
                                                                                                                                                         \noindent
                                                                                                                                2253
                                                                                                                                                         \liFussnoteZweiText
                                                                                                                                2254
                                                                                                                                2255
                                                                                                                                                         \noindent
                                                                                                                                2256
                                                                                                                                                         \liFussnoteDreiText
                                                                                                                                2257
                                                                                                                                                         \noindent
                                                                                                                                2258
                                                                                                                                                         \liFussnoteVierText
                                                                                                                                2259
                                                                                                                                2260 }
                                                               \liLeereZelle \liLeereZelle: ∅
                                                                                                                                Let-Abkürzung: \let\l=\liLeereZelle
                                                                                                                                2261 \def\liLeereZelle{$\emptyset$}
\liZustandsPaarVariablenName
                                                                                                                                2262 \ensuremath{\mbox{\sc loss}}\xspace \ensuremath{\mbox{\sc l
                                                       \liZustandsPaar
                                                                                                                                2263 \def\liZustandsPaar#1#2{
                                                                                                                                2264
                                                                                                                                                                  \liZustandsPaarVariablenName_#1,
                                                                                                                                2265
                                                                                                                                2266
                                                                                                                                                                  \liZustandsPaarVariablenName_#2
                                                                                                                                2267
                                                                                                                                                        )$
                                                                                                                                2268 }
                                     liUebergangsTabelle
                                                                                                                                2269 \renewcommand{\arraystretch}{1.4}
                                                                                                                                2270 \NewDocumentEnvironment{ liUebergangsTabelle } { m m } {
                                                                                                                                2271
                                                                                                                                                        \liPseudoUeberschrift{\begin{align*} \Understand \Unde
                                                                                                                                2272
                                                                                                                                                        \begin{center}
                                                                                                                                                        \begin{tabular}{r||1|1}
                                                                                                                                2273
                                                                                                                                                         \textbf{Zustandspaar} \& \textbf{#1} \& \textbf{#2} \textbf{2} \textbf{mine}
                                                                                                                                2274
                                                                                                                                2275 } {
                                                                                                                                2276
                                                                                                                                                         \end{tabular}
                                                                                                                                2277
                                                                                                                                                          \end{center}
                                                                                                                                2278 }
                                                                                                                               \liUeberschriftDreiecksTabelle:
iUeberschriftDreiecksTabelle
                                                                                                                                Minimierungstabelle (Table filling)
```

2279 \ExplSyntaxOn

```
2280 \def\liUeberschriftDreiecksTabelle{
2281 \liPseudoUeberschrift{Minimierungstabelle~(Table~filling)}
2282 }
```

\liMinimierungErklaerung

Let-Abkürzung: \let\erklaerung=\liMinimierungErklaerung

```
2283 \def\liMinimierungErklaerung{
      %\footcite[Seite~19]{koenig}
2284
      \liParagraphMitLinien{
2285
        Der~Minimierungs-Algorithmus~(auch~Table-Filling-Algorithmus~genannt)~
2286
         trägt~in~seinem~Verlauf~eine~Markierung~in~alle~
2287
         diejenigen~Zellen~der~Tabelle~ein,~die~zueinander~nicht~äquivalente~
2288
         \label{lem:condition} Zust "and e^bezeichnen.~ Die^Markierung^{"} x sb{n} $$"" in^einer^Tabellenzelle^{($i$, ~in^einer^Tabellenzelle)}.
2289
2290
         $i$)~bedeutet~dabei,~dass~das~Zustandspaar~($i$,~$j$)~in~der~$k$-ten~
2291
         Iteration~des~Algorithmus~markiert~wurde~und~die~Zustände~$i$~und~$j$~
2292
         somit~zueinander~($k~~~1$)-äquivalent,~aber~nicht~$k$-äquivalent~und~
2293
         somit~insbesondere~nicht~äquivalent~sind.~Bleibt~eine~Zelle~bis~zum~Ende~
2294
         unmarkiert, \verb|`-sind-die-'| entsprechenden-'| Zust" and e-zue in ander-" aquivalent.
2295
2296 }
2297 \ExplSyntaxOff
2298
```

2.30 normalformen.sty

```
2299 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                  2300 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-normalformen}[2020/12/10
                  2301 Hilfsmakros zum Setzen von Normalformen, Funktionalen Abhänigkeiten,
                  2302 Attributhülle
                     Mathe für textit tex etc, typographie für geschweifte Klammer
                  2303 \liLadePakete{mathe,typographie}
                  2304 \directlua{
                  2305 helfer = require('lehramt-informatik-helfer')
                  2306 normalformen = require('lehramt-informatik-normalformen')
                  2.30.1 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
                  2308 \def\liTeilen#1{
                  2309 \directlua{tex.print(normalformen.teilen('#1'))}
                  2310 }
\liAttributHuelle Let-Abkürzung: \let\ah=\liAttributHuelle
                     \arrowvert AhfF, \arrowvert AttrHülle(F, \{A, B\}) Regulärer Ausdruck zum Konvertieren
                  2311 \def\liAttributHuelleOhneMathe#1{\text{AttrHülle}(#1)}
                  2312 \def\liAttributHuelle#1{
                  2313 \ifmmode
                  2314 \liAttributHuelleOhneMathe{#1}
                  2315 \else
                  2316 $\liAttributHuelleOhneMathe{#1}$
                  2317 \fi
                  2318 }
\liAttributMenge Let-Abkürzung: \let\m=\liAttributMenge
                  2319 \def\liAttributMenge#1{\{ \textit{#1} \}}
       liAHuelle
                  2320 \NewDocumentEnvironment{ liAHuelle } { +b } {
                        \begingroup
                  2321
                  2322
                        \footnotesize
                  2323
                        \begin{multline*}
                  2324
                          #1
                        \end{multline*}
                  2325
                        \endgroup
                  2326
                  2327 } { }
\liLinksReduktion Nur innerhalb von liAHuelle zu verwenden bzw. multline
                  Let-Abkürzung: \let\ahL=\liLinksReduktion
                     \ahL{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
                  2328 \def\liLinksReduktion#1#2#3{
                  2329
                        \shoveleft{
                          \liAttributHuelleOhneMathe{FA,
                  2330
                          \liAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
                  2331
                  2332
```

```
\shoveright{
                             2333
                             2334
                                     \liAttributMenge{#3}
                             2335
                                   } \\
                             2336 }
                             Let-Abkürzung: \let\ahL=\liLinksReduktionInline
    \liLinksReduktionInline
                                 \ahl{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
                             2337 \def\liLinksReduktionInline#1#2#3{%
                             2338
                                   {%
                             2339
                                      \footnotesize%
                             2340
                                     $\liAttributHuelleOhneMathe{F,
                             2341
                                     \liAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
                             2342
                                     \liAttributMenge{#3}$
                                   }
                             2343
                             2344 }
                             Let-Abkürzung: \let\ahr=\liLinksReduktionInline
    \liLinksReduktionInline
                                 \ahr{gelöschte FA}{neue FA ohne rechts Attribut}{gegebene Attribute}{Ergebnis}
                             2345 \def\liRechtsReduktionInline#1#2#3#4{%
                             2346
                                   {%
                                      \footnotesize%
                             2347
                                     $\liAttributHuelleOhneMathe{
                             2348
                                       F \setminus
                             2349
                             2350
                                       \liFunktionaleAbhaengigkeit{#1}
                                       \def\tmp{#2}\tmp\empty
                             2351
                             2352
                                       \else
                             2353
                                          \cup \liFunktionaleAbhaengigkeit{#2}
                                       \fi
                             2354
                             2355
                             2356
                                       \liAttributMenge{#3}
                             2357
                                     } =
                             2358
                                     \liAttributMenge{#4}$
                             2359
                             2360 }
\liFunktionaleAbhaengigkeit
                             Let-Abkürzung: \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
                                 \fa{A, B -> C, D}: \{A, B\} \rightarrow \{C, D\} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
                             \$(.*?) \\rightarrow (.*?)\$ \\fa{$1 -> $2}
                             2361 \def\liFunktionaleAbhaengigkeit#1{%
                                   \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeit('#1', false)}%
                             2363 }
liFunktionaleAbhaengigkeiten
                              FA[F]{
                                M \rightarrow M;
                                M -> N;
                                V \rightarrow T, P, PN;
                                P \rightarrow PN;
                              }
                               F = \{
                                                            \{M\} \rightarrow \{M\},\
                                                            \{M\} \rightarrow \{N\},\
                                                            \{V\} \rightarrow \{T, P, PN\},\
```

Let-Abkürzung: \let\FA=\liFunktionaleAbhaengigkeiten

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

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

```
2364 \NewDocumentCommand {\liFunktionaleAbhaengigkeiten} { O{FA} m } {
            2365
                 \liGeschweifteKlammern
            2366
                 {#1}
            2367
                   \begin{align*}
            2368
                   \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeiten('#2')}
            2369
            2370
                   \end{align*}
            2371
                 \{-0.5cm\}
            2372
            2373
                 \{-1.7cm\}
            2374 }
\r[R3]{\u{A}, B, C}: R_3(\underline{A}, B, C) Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
            \sl(R.*)\((.*)\)\ \\liRelation[$1]{$2}
            2375 \NewDocumentCommand {\liRelation} { O(R) m } {
                 $\directlua{
                   local name = helfer.konvertiere_tiefgestellt('#1')
            2377
            2378
                   tex.print(name)
            2379 }$(\textit{\,#2\,})
            2380 }
            2381
```

2.31 o-notation.sty

```
2382 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2383 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-o-notation}[2021/09/08]
```

2.31.1 Makro-Kürzel

\let\O=\liONotationO

2.31.2 TeX-Markup-Beispiel: Funktionsgraphen mit pgfplots

```
\begin{tikzpicture}
                     \begin{axis}[
                       xlabel=$n$,
                       legend entries={\f a, \f b, \f c, \f d, \f e},
                       ymax=500,
                       xmin=0,
                       xmax=7,
                       legend pos=north west,
                       domain=0:7
                     \addplot{sqrt(x^5) + (4 * x) - 5};
                     \addplot{log2(log2(x))};
                     \addplot{2^x};
                    \addplot{x^2 * log10(x) + (2 * x)};
                     \addplot{4^x / (log2(x))};
                   \end{axis}
                   \end{tikzpicture}
                 2384 \ExplSyntaxOn
                 2385 \RequirePackage{amssymb}
                 2386 \RequirePackage{pgfplots}
                     Für echte Teilmenge \subsetneq: ⊊
                 2387 \RequirePackage{amssymb}
\liRundeKlammer
                 2388 \def\liRundeKlammer#1{
                 2389
                       \negthinspace \left( #1 \right)
                 2390 }
                 0{n^2}: \mathcal{O}(n^2)
 \li0Notation0
                 2391 \cs_new:Npn \o_notation_0:n #1 {
                       \mathcal{0} \liRundeKlammer{#1}
                 2393 }
                 2394 \def \li0Notation0#1{
                 2395
                       \ifmmode
                          \o_notation_0:n { #1 }
                 2396
                 2397
                          $ \o_notation_0:n { #1 } $
                 2398
                 2399
                       \fi
                 2400 }
                 2401
```

```
2.32 petri.sty
```

\liPetriSetzeSchluessel

```
2402 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2403 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-petri}[2020/12/03]
2.32.1 Makro-Kürzel
\let\t=\liPetriTransitionsName
\let\tp=\liPetriTransPfeile
\let\k=\liPetriErreichKnotenDrei
2404 \RequirePackage{tikz}
2405 \usetikzlibrary{petri,arrows.meta}
   Für die Darstellungsmatrix
2406 \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}
}
2407 \def\liPetriSetzeSchluessel{%
     \def\TmpTransitionOne{}%
2408
     \def\TmpTransitionTwo{}%
2409
2410
     \def\TmpTransitionThree{}%
     \def\TmpTransitionFour{}%
2411
2412 \def\TmpTransitionFive{}%
2413 \def\TmpTransitionSix{}%
2414
    \def\TmpTransitionSeven{}%
     \def\TmpTransitionEight{}%
2415
     \def\TmpTransitionNine{}%
2416
2417
     \def\TmpTransitionTen{}%
2418
     \pgfkeys{/petri/.cd,
2419
       p1/.store in=\TmpPlaceOne,p1/.default=0,p1,
2420
       p2/.store in=\TmpPlaceTwo,p2/.default=0,p2,
       p3/.store in=\TmpPlaceThree,p3/.default=0,p3,
2421
       p4/.store in=\TmpPlaceFour,p4/.default=0,p4,
2422
```

```
p5/.store in=\TmpPlaceFive,p5/.default=0,p5,
                            2423
                            2424
                                    p6/.store in=\TmpPlaceSix,p6/.default=0,p6,
                            2425
                                    p7/.store in=\TmpPlaceSeven,p7/.default=0,p7,
                            2426
                                    p8/.store in=\TmpPlaceEight,p8/.default=0,p8,
                                    p9/.store in=\TmpPlaceNine,p9/.default=0,p9,
                            2427
                                    p10/.store in=\TmpPlaceTen,p10/.default=0,p10,
                            2428
                                    t1/.store in=\TmpTransitionOne,t1/.default=activated,
                            2429
                            2430
                                    t2/.store in=\TmpTransitionTwo,t2/.default=activated,
                            2431
                                    t3/.store in=\TmpTransitionThree,t3/.default=activated,
                                    t4/.store in=\TmpTransitionFour,t4/.default=activated,
                            2432
                            2433
                                    t5/.store in=\TmpTransitionFive,t5/.default=activated,
                            2434
                                    t6/.store in=\TmpTransitionSix,t6/.default=activated,
                                    t7/.store in=\TmpTransitionSeven,t7/.default=activated,
                            2435
                                    t8/.store in=\TmpTransitionEight,t8/.default=activated,
                            2436
                                    t9/.store in=\TmpTransitionNine,t9/.default=activated,
                            2437
                                    t10/.store in=\TmpTransitionTen,t10/.default=activated,
                            2438
                                    scale/.store in=\TmpScale,scale/.default=0.5,
                            2439
                                    x/.store in=\TmpX,x/.default=5,
                            2440
                            2441
                                    y/.store in=\TmpY,y/.default=5,
                            2442
                            2443 }
                            2444 \tikzset{
                                 li petri/.style={
                            2446
                                    activated/.style={
                            2447
                                      very thick
                            2448
                                    }.
                                    inhibitor/.style={
                            2449
                                      {Circle[open,length=2mm,fill=white]}-
                            2450
                            2451
                            2452
                                  }
                            2453 }
  \liPetriTransitionsName Let-Abkürzung: \let\t=\liPetriTransitionsName
                               \$t_(\d+)\$ \t$1
                            2454 \ensuremath{$\wedge$} tiPetriTransitionsNameOhneMathe\#1{t\sb{\#1}}
                            2455 \def\liPetriTransitionsName#1{
                            2456
                                 \ifmmode
                                    \liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}
                            2457
                                 \else
                            2458
                                    $\liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}$
                            2459
                            2460
                                  \fi
                            2461 }
\liPetriErreichTransition Let-Abkürzung: \let\t=\liPetriErreichTransition
                            2462 \NewDocumentCommand{ \liPetriErreichTransition } { m m m 0{} 0{} } { }
                            2463
                                  \draw[->] (#1) edge[#4] node[pos=0.5,auto,sloped,#5]{$t\sb{#3}$} (#2);
                            2464 }
\liPetriErreichKnotenDrei Let-Abkürzung: \let\k=\liPetriErreichKnotenDrei
                            2465 \def\liPetriErreichKnotenDrei#1#2#3{(#1,#2,#3)}
      \liPetriTransPfeile Let-Abkürzung: \let\tp=\liPetriTransPfeile
                            2466 \end{center} $$ 1{$\operatorname{1}$} \end{center} \label{eq:2466} $$ 1PetriTransitionsName{#1} \end{center} $$
                            2467
```

2.33 potenzmengen-konstruktion.sty

```
2468 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                                                                                     2469 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-potenzmengen-konstruktion}[2021/02/21 Hilfsmakros
                                                                                     2470 einzusetzen bei der Potenzmengen-Konstruktion (Potenzmengen-Algorithmus)]
                                                                                     2471 \liLadePakete{formale-sprachen}
                                                                                     2472 \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}
                                                                                                   }
                                                                                             }
                                                                                     2473 \verb|\def\liZustandsMengenSammlung#1#2{|}
                                                                                                      \liZustandsnameGross{#1}
                                                                                     2474
                                                                                     2475
                                                                                                      {
                                                                                     2476
                                                                                                             \footnotesize
                                                                                     2477
                                                                                                             \liPotenzmenge{
                                                                                     2478
                                                                                                                  \str_case:nn {#1} #2
                                                                                     2479
                                                                                     2480
                                                                                                      }
                                                                                     2481 }
\liZustandsMengenSammlungNr
                                                                                     2482 \end{area} 12482 \end{area} 12482
                                                                                                      \liZustandsnameGross{#1}
                                                                                     2484
                                                                                                      {
```

```
2485 \footnotesize
2486 \liZustandsmengeNr{
2487 \str_case:nn {#1} #2
2488 }
2489 }
2490 }
2491 \ExplSyntaxOff
2492
```

2.34 pseudo.sty

```
2493 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2494 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-pseudo}[2020/12/30 Paket zum Setzen
2495 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}
```

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 $\begin{array}{c} \text{wähle eine Kante } e \in L \text{ mit kleinstem Kantengewicht;} \\ \text{entferne die Kante } e \text{ aus L;} \\ \text{if } der \ Graph \ (V, E' \cup \{e\}) \ keinen \ Kreis \ enthält \ \mathbf{then} \end{array}$

end end

 $E' \leftarrow E' \cup \{e\};$

Result: M = (V, E') ist ein minimaler Spannbaum von G.

Algorithmus 1: Minimaler Spannbaum nach Kruskal

2496 \RequirePackage[german,boxruled]{algorithm2e}

2.35 pumping-lemma.sty

```
2498 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                       2499 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-pumping-lemma}[2021/08/11 Enthält die
                       2500 Definitionen für das Pumping-Lemma in der Regulären Sprache und
                       2501 in der Kontextfreien Sprache]
   \liPumpingRegulaer
                       2502 \def\liPumpingRegulaer{%
                             Es sei $L$ eine reguläre Sprache. Dann gibt es eine Zahl $j$, sodass für
                       2503
                             alle Wörter $\omega \in L$ mit $|\omega| \geq j$ (jedes Wort $\omega$ in
                       2504
                             $L$ mit Mindestlänge $j$) jeweils eine Zerlegung $\omega = uvw$
                       2505
                       2506
                             existiert, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
                       2507
                       2508
                             \begin{enumerate}
                       2509
                             \int  |v| \leq 1
                       2510
                             (Das Wort $v$ ist nicht leer.)
                       2511
                       2512
                             \item $|uv| \leq j$
                       2513
                             (Die beiden Wörter $u$ und $v$ haben zusammen höchstens die Länge $j$.)
                       2514
                             \item Für alle $i = 0, 1, 2, \dots$ gilt $uv^iw \in L$
                       2515
                             (Für jede natürliche Zahl (mit $0$) $i$ ist das Wort $uv^{i}w$ in der
                       2516
                             Sprache $L$)
                       2517
                             \end{enumerate}
                       2518
                       2519
                             Die kleinste Zahl $j$, die diese Eigenschaften erfüllt, wird
                       2520
                             Pumping-Zahl der Sprache $L$ genannt.\footcite{wiki:pumping-lemma}
                       2522 }
\liPumpingKontextfrei
                       2523 \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:
                       2526
                       2527
                       2528
                             \begin{enumerate}
                       2529
                             \item $|vx| \geq 1$
                       2530
                             (Die Wörter $v$ und $x$ sind nicht leer.)
                       2531
                             \star \ \item \|vwx\| \leq j
                       2532
                              (Die Wörter $v$, $w$ und $x$ haben zusammen höchstens die Länge $j$.)
                       2533
                       2534
                       2535
                             \item Für alle i \in \mathbb{N}_0\ 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
                       2536
                             Sprache $L$)
                       2537
                       2538
                              \end{enumerate}
                       2539 }
                       2540
```

2.36 quicksort.sty

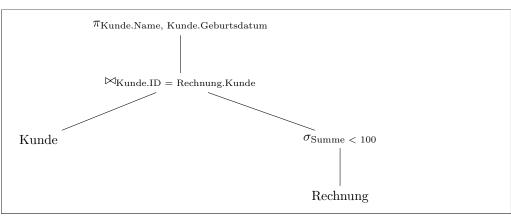
```
2541 % https://tex.stackexchange.com/a/142634
2542 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2543 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-quicksort}[2020/06/12]
2545 %-----
2546 % USAGE:
2547\ \%\ \QSinitialize\{comma, separated, numerical, values\}
2548 % \loop
2549 \% \QSpivotStep
2550 % \ifnum\value{pivotcount}>0
2551 %
       \QSsortStep
2552 % \repeat
2553 %-----
2555 % xintfrac does not load xinttools, this must be done explicitely if needed as here.
2556 \RequirePackage{xintfrac, xinttools}
2557
2558 \RequirePackage{tikz}
2559
2560 %-----
2561 % FIRST PART: TikZ styles and macros for the actual drawing
2562 \mbox{\ensuremath{\mbox{counter}{cellcount}}\xspace}\xspace\% used for coordinates of the node
2563 \newcounter{pivotcount}% when it will remain at zero, will signal the sort is finished.
2565 % Styles defined by Tom Bombaldi. (modified: all share the same size)
2566\ \% (re-modified \bf -> \bfseries due to extremely annoying warnings from
2567 % KOMA-script which are truly a pain and do not make any sense regarding \bf:
2568 % if I want to use \bf, and know what I am doing, why should I get HARASSED
2569\;\text{\%} by police of LaTeX good conduct ? )
2570 \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},
2571
2572
           r/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black,
2573 \% 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,
2575 % nicer:
2576
           b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=white, text=magenta
2577
            g/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=gray, text=white, :
2578
2579~\% NOTE the b style was originally the same as the r(aised) style apart from
2580 % not being raised, but I find it nicer with a somewhat different
2581 % specification. I have not updated the images though.
2582
2583~\% How the nodes are drawn depending on whether on the left of the pivot value
2584 % or on the right, or is a pivot value, or a raised pivot during selection phase.
2586 \def\DecoLEFT #1{%
       \xintFor* ##1 in {#1} \do
2587
       {\stepcounter{cellcount}\node[o] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2588
2589 }
2590
2591 \def\DecoINERT #1{%
       \xintFor* ##1 in {#1} \do
2592
       {\stepcounter{cellcount}\node[g] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2593
2594 }
2596 \def\DecoRIGHT #1{%
2597
      \xintFor* ##1 in {#1} \do
       \label{locality} $$ \operatorname{cellcount} \in [1] $ at (\arabic{cellcount},0) {\#$1};}% $$
2598
2599 }
2600
2601 \def\DecoLEFTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
       \xintFor* ##1 in {#1} \do
```

```
{\stepcounter{cellcount}%
2603
2604
                  \xintifForLast {\node[r]}{\node[o]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2605 }
2606
2607 \def\DecoINERTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
                \xintFor* ##1 in {#1} \do
2608
                {\stepcounter{cellcount}%
2609
2610
                  \xintifForLast {\node[b]}{\node[g]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2611 }
2613 \def\DecoRIGHTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
                \xintFor* ##1 in {#1} \do
2614
2615
                {\stepcounter{cellcount}%
                  \xintifForLast {\node[r]}{\node[l]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2616
2617 }
2618
2619 %-----
2620 % SECOND PART: the actual sorting routines.
2621
2622 \def\QS@sort@a #1{\expandafter \QS@sort@b \expandafter {\xintLength {#1}}{#1}}
2623 \def\QS@sort@b #1{\ifcase #1}
                                               \expandafter\QS@sort@empty
2624
2625
                                         \or\expandafter\QS@sort@single
2626
                                     \else\expandafter\QS@sort@c
2627
                                     \fi
2628 }%
2629 \def\QS@sort@empty #1{}
2630 \ensuremath{\mbox{\sc def}\mbox{\sc QSOsort@single $\#1{\sc gir} $\{\#1\}$}}
2632 % This step is to pick the last as pivot.
2633 \def\QS@sort@c #1%
            {\operatorname{QS@sort@d}}_{1}_{1}_{1}_{1}}
2635
2636 % Here \QSLr, \QSIr, \QSr have been let to \relax.
2637 % The trick with \xintApplyUnbraced is that for example when selecting
2638 % the elements smaller than pivot, if we had been using \xintApply we
2639\,\% would have had at the minimum an empty brace pair. Thus we use the
2640\,\% "unbraced" variant, but then the \QS@select@smaller has added in
2641\,\% anticipation a level of braces.
2642 \def\QS@sort@d #1#2{%
2643
              \QSLr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@smaller {#1}}{#2}}%
2644
              \QSIr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@equal
              \QSRr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@greater {#1}}{#2}}%
2646 }%
2647 \ensuremath{\mbox{\mbox{$1$}}}{\%} \ensuremath{\mbox{\mbox{$2$}}} \ensuremath{\mbox{$4$}}} space will stop a f-space wi
       expansion
2648 \def\QS@select@equal #1#2{\xintifEq {#2}{\#1}{{\#2}}{ }}% space will stop a f-
      expansion
2649 \def\QS@select@greater #1#2{\xintifGt \{#2\}_{\#1}_{\#2}_{\}} space will stop a f-
      expansion
2650
2651 %
2652 % NOTE 1: thus, each comparison with the pivot is done three (!) times.
2654 % NOTE 2: we may well end up with \QSLr {<empty>} situations. This is handled
2655~\% silently by the \xintFor loops, and also when \QSLr becomes \QS@sort@a, the
2656 % latter must handle correctly an empty argument.
2657
2658 %-----
2659\ \% THIRD PART: the main macros \QSpivotStep, \QSsortStep and \QSinitialize.
2660
2661 % This draws all with suitable highlighting for the newly chosen pivots
2662 % (which will be shown raised)
```

```
2663 \def\QSpivotStep {\let\QSLr\DecoLEFTwithPivot
2664
                     \let\QSIr\DecoINERT
                     \let\QSIrr\DecoINERT
2665
                     \let\QSRr\DecoRIGHTwithPivot
2666
2667 \prootem {\text{centerline}(\text{1.5mm}){0pt}{8mm}}%
                 \setcounter{cellcount}{0}\setcounter{pivotcount}{0}%
2668
2669
                 \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2670 }
2671
2672 % This sorts and then draws, showing where the pivot chosen in the previous
2673 % step go. Next time they will have become "inert". If pivotcount is still at
2674 % zero on exit from \QSpivotStep, then this is the signal to stop before
2675 % executing \QSsortStep.
2676 \def\QSsortStep {\def\QSLr {\noexpand\QS@sort@a}%}
2677
                      \def\QSRr {\noexpand\QS@sort@a}%
                      \def\QSIr {\noexpand\QSIrr}%
2678
2679
                      \let\QSIrr\relax
2680
                         \edef\QS@list{\QS@list}%
                     \let\QSLr\relax
2681
                     \let\QSRr\relax
2682
2683
                     \let\QSIr\relax
2684
                         \edef\QS@list{\QS@list}%
2685
                     \let\QSLr\DecoLEFT
                     \let\QSIr\DecoINERTwithPivot
2686
                     \let\QSIrr\DecoINERT
2687
                     \let\QSRr\DecoRIGHT
2688
2689 \par\centerline{\rule[1.5mm]{Opt}{8mm}}%
2690
                 \setcounter{cellcount}{0}%
2691
                 \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2692 }
2693
2694 \def\QSinitialize #1{%
2695
        \% 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
2696
        \edef\QS@list {\noexpand\QSRr {\xintCSVtoList {#1}}}%
2697
        \let\QSRr\DecoRIGHT
2698
        \% The \QSRr marker mutated to draw the last element as
2699
        \% pivot and the earlier ones with the suitable style.
2700
2701
2702
        % The list of marked braced items \QS@list is used both for drawing
2703
        % (as here) and for doing the exchange of elements during sort.
2704
        \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}\setcounter{cellcount}{0}%
2705
                     \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2706 }
2707
```

2.37 relationale-algebra.sty

```
2708 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2709 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-relationale-algebra} [2020/12/11]
2710 \RequirePackage{amsmath}
2711 \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}
```



```
2.38 rmodell.sty
```

```
2721 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                           2722 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-rmodell} [2020/09/01
                           2723 Makros und Umgebungen zum Setzen des Relationenmodells beim Thema
                           2724 Datenbanken.]
                           2725 \RequirePackage{soul}
                           2.38.1 Makro-Kürzel
                           \let\a=\liAttribut
                           \let\f=\liFremd
                           \let\p=\liPrimaer
                           \let\r=\liRelationMenge
              \liPrimaer \liPrimaer{text}: Unterstreichung für den Primärschlüssel
                           2726 \left| \frac{1}{1}\right|
                \liFremd \liFremd{text}: Überstreichung für den Fremdschlüssel
                           2727 \def\liFremd#1{{\setul{-0.9em}{}\ul{#1}}}
               liRmodell \begin{liRmodell} \end{liRmodell}: Kleinere Schrift und Schreibmaschinenschrift.
                           2728 \def\li@Rmodell@Schrift{\footnotesize\ttfamily}
                           2729 \ExplSyntaxOn
                           2730 \NewDocumentEnvironment { liRmodell }
                           2731 { +b }
                           2732 {
                           2733
                                 \medskip
                           2734
                           2735
                                   \linespread{2}
                                   \setlength{\parindent}{0pt}
                           2736
                                   \li@Rmodell@Schrift#1
                           2737
                                }
                           2738
                                \medskip
                           2739
                           2740 } {}
                           2741 \ExplSyntaxOff
        \liRelationMenge
                          Let-Abkürzung: \let\r=\liRelationMenge
                              \liRelationMenge{name}{attribut, attribut}: Umhüllen der Attribute mit geschweiften
                           und dann eckigen Klammern.
                           2742 \def\liRelationMenge#1#2{
                           2743 \noindent
                           2744 #1 : \{[ #2 ]\}
                           2745 \par
                           2746 }
             \liAttribut Let-Abkürzung: \let\a=\liAttribut
                              \liAttribut{text}: Gleiche Schrift wie Umgebung liRmodell
                           2747 \def\liAttribut#1{{\li@Rmodell@Schrift#1}}
                          Dummy-Umgebung, zum Parsen durch Java gedacht.
liRelationenSchemaFormat
                            \begin{liRelationenSchemaFormat}
                            Springer(Startnummer*, Nachname, Vorname, Geburtsdatum, Körpergröße)
                            Sprung(SID*, Beschreibung, Schwierigkeit)
                            springt(SID[Sprung], Startnummer[Springer], Durchgang)
                            \end{liRelationenSchemaFormat}
                           2748 \mbox{\em NewDocumentEnvironment } \{ \mbox{\em liRelationenSchemaFormat } \{ \mbox{\em +b } \} \ \{ \} \ \{ \} 
                           2749
```

2.39 sortieren.sty

```
2750 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2751 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-sortieren}[2020/06/10 Schaubilder
2752 für händisches Sortieren bzw. einen Schreibtischlauf setzen]
\tikz[
    rectangle split parts=5,
]{
    \node[li sortierung zahlenreihe] (reihe) {\nodepart{one} 2 \nodepart{two} 1 \nodepart{three}} :
    \liSortierPfeil{one}{two}
    \liSortierPfeil{two}{three}
    \liSortierPfeil{two}{three}
    \liSortierPfeilUnten{three}{one}
}
```

```
2753 \RequirePackage{tikz}
2754 \usetikzlibrary{shapes.multipart,positioning}
```

\liVertauschen

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

```
2755 \def\liVertauschen#1{
2756  \directlua{
2757    local sortieren = require('lehramt-informatik-sortieren')
2758    sortieren('#1')
2759  }
2760 }
```

\liSortierPfeil

```
2761 \def\liSortierPfeil#1#2{
2762 \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 north) -- ++(0,0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 north);
2763 }
```

\liSortierPfeilUnten

```
2764 \def\liSortierPfeilUnten#1#2{
2765 \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 south) -- ++(0,-0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 south)
2766 }
```

\liSortierMarkierung

```
2767 \def\liSortierMarkierung#1#2{\node[
2768 draw,
2769 very thick,
2770 fit=(reihe.#1) (reihe.#2),
2771 inner sep=Opt
2772] {};
2773 }
2774 \tikzset{
2775 li sortierung zahlenreihe/.style={
2776
        draw,
2777
        thin,
        font=\large,
        rectangle split horizontal,
2779
2780
        rectangle split,
    }
2781
2782 }
```

```
2783 % https://tex.stackexchange.com/a/140895
2784 \RequirePackage{forest,xstring}
2785 \usetikzlibrary{calc}
2786
2787 \makeatletter
2788 \pgfmathdeclarefunction{strrepeat}{2}{%
      \begingroup\pgfmathint{#2}\pgfmath@count\pgfmathresult
        \let\pgfmathresult\pgfutil@empty
2790
        \pgfutil@loop\ifnum\pgfmath@count>0\relax
2791
          \expandafter\def\expandafter\pgfmathresult\expandafter{\pgfmathresult#1}%
2792
2793
          \advance\pgfmath@count-1\relax
2794
        \pgfutil@repeat\pgfmath@smuggleone\pgfmathresult\endgroup}
2795 \makeatother
2796
2797 \def\myNodes{}
2798
2799 \ExplSyntaxOn
2800 \newcommand*\sortList[1]{%
      \clist_sort:Nn#1{\int_compare:nNnTF{##1}>{##2}\sort_return_swapped:\sort_return_same:}}
2802 \ExplSyntaxOff
2803
2804 \text{forestset} 
      sort/.code={%
2805
        \pgfmathparse{level()>\forestSortLevel}%
2806
        \ifnum\pgfmathresult=0
2807
          \StrSubstitute{\forestov{content}}{ }{,}[\myList]%
2808
          \sortList\myList
2809
          \StrSubstitute{\myList}{,}{ }[\myList]%
2810
          \pgfmathparse{strrepeat("1",level())}%
2811
          \xappto\myNodes{\noexpand\node at ($(\forestov{name}|-m)!-1!(\forestov{name})$)
2812
            (m\forestov{name}) {\myList}}%
2813
          \pgfmathparse{level()==\forestSortLevel}%
2814
2815
          \ifnum\pgfmathresult=1
            \forestOget{\forestov{@first}}{name}\forestFirst
2816
2817
            \forestOget{\forestov{@last}}{name}\forestLast
            \xappto\myNodes{{[<-]edge (\forestOv{\forestov{@first}}{name})
2818
              \ifx\forestFirst\forestLast\else edge (\forestOv{\forestov{@last}}{name})\fi}}%
2819
          \fi
2820
          \ifnum\forestov{@parent}=0\else
2821
            \xappto\myNodes{edge (m\forestOv{\forestov{@parent}}{name})}%
2822
2823
2824
          \gappto\myNodes{;}%
        fi}
2826
2827 \forestset{sort level/.code=%
      \pgfmathparse{#1}\let\forestSortLevel\pgfmathresult
2828
      \pgfmathparse{strrepeat("1",\forestSortLevel+1)}\let\forestOnes\pgfmathresult}
2829
2830
```

2.40 spalten.sty

```
2831 \texttt{\ensuremat{LaTeX2e}[1995/12/01]}
2832 \ensuremath{\mbox{\sc ProvidesPackage{lehramt-informatik-spalten}[2020/12/07\ L\"{a}dt\ das\ Paket}
2833 "multicol", damit mehrspaltiger Satz mit Hilfe der Umgebung "multicols" 2834 realisiert werden kann.]
2835 \RequirePackage{multicol}
```

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

 $2836 \ensuremath{\tt liSpaltenUmbruch{\tt vfill\strut\columnbreak}}$

2.41 sql.sty

```
2838 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2839 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-tabelle}[2021/09/02 Zu Setzen von SQL]
2840 \liLadePakete{syntax}
2841 \RequirePackage{fancyvrb}
2842 \DefineVerbatimEnvironment{liSqlErgebnis}{Verbatim}
2843 {fontsize=\footnotesize}
2844
```

2.42 struktogramm.sty

```
2845 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2846 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-struktogramm}[2021/01/31 Lädt das
2847 Paket struktex zum Setzen von Struktogrammen]
2848 \RequirePackage{struktex}
2849
```

2.43 syntax.sty

\liJavaCode

\liJavaDatei

2890

2891

\li@GithubLink

```
2850 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2851 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-syntax}[2020/06/10 Ein Hüll-Paket um
2852 `minted`, das sich um die Syntax-Hervorhebung des Java-Codes kümmert.]
2853 \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.

```
2.43.1 Makro-Kürzel
              \let\j=\liJavaCode
              \let\s=\liSqlCode
              2854 \ExplSyntaxOn
              2855 \directlua{
                    syntax = require('lehramt-informatik-syntax')
                    syntax.importiere_konfiguration('tex_repo_lokaler_pfad', '\LehramtInformatikRepository')
              2858
                    syntax.importiere_konfiguration('github_domain', '\LehramtInformatikGithubDomain')
              2859
                    {\tt syntax.importiere\_konfiguration('github\_raw\_domain', '\LehramtInformatikGithubRawDomain')}
              2860
                    {\tt syntax.importiere\_konfiguration('github\_tex\_repo', '\LehramtInformatikGithubTexRepo')}
                    \verb|syntax.importiere_konfiguration('github_code_repo', '\LehramtInformatikGithubCodeRepo')| \\
              2861
                    syntax.importiere_konfiguration('git_branch', '\LehramtInformatikGitBranch')
              2862
              2863 }
              2864 \RequirePackage{hyperref}
              2865 \RequirePackage{minted}
              2866 % pygmentize -L styles
              2867 \usemintedstyle{colorful}
              2868 %\BeforeBeginEnvironment{minted}{\begin{mdframed}}
              2869 %\AfterEndEnvironment{minted}{\end{mdframed}}
              2870 %\setminted{breaklines=true,linenos}
              2871 \setminted{
              2872 breaklines=true,
              2873 linenos,
              2874
                    fontsize=\footnotesize,
              2875 }
              Im Zeilenfluss einen kurzen Java-Code-Ausschnitt setzen.
              Let-Abkürzung: \let\j=\liJavaCode
              2876 \def = 1{\,\mintinline{java}|#1|\,}
\liLatexCode Im Zeilenfluss einen kurzen IATEX-Code-Ausschnitt setzen.
              2877 \def\liLatexCode#1{\mintinline{latex}|#1|}
              2878 \def\li@GithubLink#1#2{
                    \begin{flushright}
              2879
              2880
                      Code-Beispiel~auf~Github~ansehen:~
              2881
                      \href{#1}{\nolinkurl{#2}}
              2882
              2883
                    \end{flushright}
              2884 }
              Eine komplette Java-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/main/java/org/bschlangaul
              2885 \NewDocumentCommand{\liJavaDatei}{ O{firstline=3} m }{
              2886
                    \inputminted[#1]{java}{
                       \directlua{
              2887
                         syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', false)
              2888
                      }
              2889
```

```
{\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', false)}}
                     2893
                              {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', false)}}
                     2894 }
                     Eine komplette Java-Test-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/test/java/org/bschlangaul
   \liJavaTestDatei
                     2895 \NewDocumentCommand{\liJavaTestDatei}{ O{firstline=3} m }{
                     2896
                           \inputminted[#1]{java}{
                     2897
                              \directlua{
                     2898
                                syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', true)
                     2899
                     2900
                     2901
                           \li@GithubLink
                     2902
                              {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', true)}}
                     2903
                              {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', true)}}
                     2904 }
      \liJavaExamen
                     \liJavaExamen{66116}{2015}{03}{Kunde} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \\liJavaDatei(\[...]
                     \\liJavaExamen$1{$2}{$3}{$4}{$5}
                     2905 \NewDocumentCommand{\liJavaExamen}{ O{firstline=3} m m m }{
                           \inputminted[#1]{java}{
                     2907
                              \directlua{
                     2908
                                syntax.drucke_absoluten_examens_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')
                     2909
                           }
                     2910
                     2911
                           \li@GithubLink
                     2912
                           {\directlua{syntax.drucke_github_examens_url('#2', '#3', '#4', '#5')}}
                     2913
                           {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
                     2914
                     2915 }
   \liAssemblerCode
                     2916 \def\liAssemblerCode#1{\mintinline{asm}|#1|}
                     \liAssemblerDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Assembler-Datei.
  \liAssemblerDatei
                     2917 \NewDocumentCommand{\liAssemblerDatei}{ m }{
                     2918
                           \inputminted{asm}{#1}
                     2919 }
                     \liMinispracheDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Minisprachen-Datei
\liMinispracheDatei
                     (Hochsprache für die Minimaschine von Albert Wiedemann).
                     2920 \NewDocumentCommand{\liMinispracheDatei}{ m }{
                     2921 \inputminted{componentpascal}{\#1}
                     2922 }
     \liHaskellCode
                     \liHaskellCode{haskell}: Zum Setzen von Haskell-Code.
                     2923 \def \left| HaskellCode#1{\min\{haskell\}} \right| #1|
                     \liHaskellDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Haskell-Datei.
    \liHaskellDatei
                     2924 \NewDocumentCommand{\liHaskellDatei}{ m }{
                           \inputminted{haskell}{#1}
                     2925
                     2926 }
                     2927 \ExplSyntaxOff
                     \liHaskellCode{sql}: Zum Setzen von SQL-Code.
         \liSqlCode
                     Let-Abkürzung: \let\s=\liSqlCode
                     2928 \ensuremath{\mbox{\code}\#1{\rm liSqlCode}\#1{\rm line}\{sql\}\#1|}
```

2.44 syntaxbaum.sty

```
2930 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2931 \ensuremath{\mbox{\sc ProvidesPackage{lehramt-informatik-syntaxbaum}} [2021/02/14 \ensuremath{\mbox{\sc Zum Setzen von}}]
2932 Syntaxbäumen mit Hilfe des Pakets tikz-qtree]
2933 \ \texttt{RequirePackage\{tikz-qtree\}}
2934
2935 \tikzset{li parsetree/.style={
         every internal node/.style={
2936
           draw,circle
2937
2938
         every leaf node/.style={
2939
2940
           draw, rectangle
2941
      }
2942
2943 }
2944
```

2.45 synthese-algorithmus.sty

```
2945 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2946 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-synthese-algorithmus}[2021/03/19
2947 Hilfsmakros zum Setzen des Synthese-Algroithmuses zur Umformung einer
2948 Relation in die 3. Normalform]
2949 \liLadePakete{normalformen,mathe,typographie}
2950 \ExplSyntaxOn
```

2.45.1 Makro-Kürzel

\let\schrittE=\liSyntheseUeberErklaerung

2.45.2 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}
```

2.45.3 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}}
```

2.45.4 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}
```

2.45.5 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_{α} , die in einem anderen Relationenschema $R_{\alpha'}$ enthalten sind, d. h. $R_{\alpha} \subseteq R_{\alpha'}$.

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

```
2951 \def\liSyntheseUeberschrift#1{
2952
2953
        \bfseries
2954
        \sffamily
2955
        \str_case:nn {#1} {
2956
          {1} {Kanonische~Überdeckung}
2957
          {1-1} {Linksreduktion}
2958
          {1-2} {Rechtsreduktion}
          {1-3} {Löschen~leerer~Klauseln}
2959
          {1-4} {Vereinigung}
2960
          {2} {Relationsschemata~formen}
2961
          {3} {Schlüssel~hinzufügen}
2962
          {4} {Entfernung~überflüssiger~Teilschemata}
2963
        }
2964
```

```
2965
                            }
                      2966 }
                      Let-Abkürzung: \let\erklaerung=\liSyntheseErklaerung
\liSyntheseErklaerung
                      2967 \def\li@synthese@erklaerung@texte#1{
                            \str_case:nn {#1} {
                      2968
                              {1} {
                      2969
                                Die~kanonische~Überdeckung~-~also~die~kleinst~mögliche~noch~
                      2970
                                äquivalente~Menge~von~funktionalen~Abhängigkeiten~kann~in~vier~
                      2971
                                Schritten~erreicht~werden.
                      2972
                      2973
                              }
                      2974
                              {1-1} {
                                Führe~für~jede~funktionale~Anhängigkeit~
                      2975
                                $\alpha~\rightarrow~\beta~\in~F$~die~Linksreduktion~durch,~
                      2976
                                überprüfe~also~für~alle~
                      2977
                                $A~\in~\alpha$,~ob~$A$~überflüssig~ist,~d.~h.~ob~
                      2978
                                $\beta~\subseteq~\liAttributHuelle{F,~\alpha~-~A}.$
                      2979
                      2980
                      2981
                              {1-2} {
                      2982
                                Führe~für~jede~(verbliebene)~funktionale~Abhängigkeit~$\alpha~
                                \rightarrow~\beta$~die~Rechtsreduktion~durch,~überprüfe~also~für~
                      2983
                      2984
                                alle~B^{\sin^{8}}in~\beta$,~ob~B^{\sin^{1}}in~\liAttributHuelle{F~-~(\alpha~
                      2985
                                \rightarrow~\beta)~\cup~(\alpha~\rightarrow~(\beta~-~B)),~
                      2986
                                \alpha}$~gilt.~In~diesem~Fall~ist~B~auf~der~rechten~Seite~
                                überflüssig~und~kann~eleminiert~werden,~\dh~$\alpha~
                      2987
                                \rightarrow~\beta$~wird~durch~$\alpha~\rightarrow~(\beta~-~B)$~
                      2988
                                ersetzt.
                      2989
                              }
                      2990
                      2991
                              {1-3} {
                      2992
                                Entferne~die~funktionalen~Abhängigkeiten~der~Form~$\alpha~
                                \rightarrow~\emptyset$,~die~im~2.~Schritt~möglicherweise~
                      2993
                                entstanden~sind.
                      2994
                              }
                      2995
                      2996
                              \{1-4\} {
                                Fasse~mittels~der~Vereinigungsregel~funktionale~Abhängigkeiten~
                      2997
                                der~Form~$\alpha~\rightarrow~\beta\sb{1},~\dots,~\alpha~\rightarrow~
                      2998
                                2999
                                \beta\sb{n}$~verbleibt.
                      3000
                              }
                      3001
                      3002
                              % Kemper Seite 197
                      3003
                              {2} {
                      3004
                                Erzeuge~für~jede~funktionale~Abhängigkeit~$\alpha~\rightarrow~
                      3005
                                3006
                                 :=~\alpha~\cup~\beta$.
                              }
                      3007
                              {3} {
                      3008
                                Falls~eines~der~in~Schritt~2.~erzeugten~Schemata~$R\sb{\alpha}$~
                      3009
                                einen~Schlüsselkandidaten~von~$\mathcal{R}$~bezüglich~$F\sb{c}$~
                      3010
                      3011
                                enthält,~sind~wir~fertig,~sonst~wähle~einen~Schlüsselkandidaten~
                      3012
                                $\mathcal{K}~\subseteq~\mathcal{R}$~aus~und~definiere~folgendes~
                                zus "atzliche" - Schema: "$\mathbb{R}\sb{\mathcal{K}}" := \mathcal{K}$
                      3013
                                und~$\mathcal{F}\sb{\mathcal{K}}~:=~\emptyset$
                      3014
                              }
                      3015
                              {4} {
                      3016
                      3017
                                Eliminiere~diejenigen~Schemata~$R\sb{\alpha}$,~die~in~einem~
                      3018
                                anderen~Relationenschema~$R\sb{\alpha'}$~enthalten~sind,~d.~h.~
                      3019
                                $R\sb{\alpha}~\subseteq~R\sb{\alpha'}$.
                      3020
                      3021
                            }
                      3022 }
                      3023 \def\liSyntheseErklaerung#1{
                      3024
                            {
                      3025
                               \itshape
```

3026

\footnotesize

2.46 tabelle.sty

 $\ensuremath{\mbox{NeedsTeXFormat}\{LaTeX2e\}[1995/12/01]}$ 3037 $\ensuremath{\mbox{ProvidesPackage}\{lehramt-informatik-tabelle}[2020/12/05 Lädt das Paket tabluarx]}$ 3038 $\ensuremath{\mbox{RequirePackage}\{tabularx}\}$ 3039

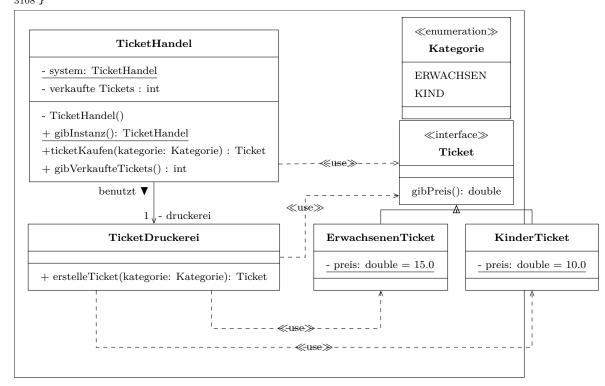
2.47 typographie.sty

```
3040 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                         3041 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-typographie}[2021/03/20 Typographische Makros,
                         3042 die das Erscheinungsbild verändern. Die Schriftdefinition sind in
                         3043 formatierung.sty definiert.]
                         3044 \ExplSyntaxOn
                            Mit dem Packet wasysym gab es Unverträglichkeiten, deshalb verwenden wir fontawe-
                         3045 \RequirePackage{fontawesome}
                         \liErledigt: У
           \liErledigt
                         3046 \let\liErledigt=\faCheckSquareO
        \liNichtsZuTun \liNichtsZuTun: ∅ Nichts zu tun
                         3047 \def\liNichtsZuTun{$\emptyset$~Nichts~zu~tun}
 \liParagraphMitLinien
                         \liParagraphMitLinien{Lorem ipsum...}:
                         — Lorem ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor
                         sit, ipsum dolor sit -
                         3048 \def\liParagraphMitLinien#1{
                         3049
                               \noindent
                         3050
                               \vrule height 2pt depth -1.6pt width 0.4cm
                         3051
                               \enspace
                         3052
                               #1
                         3053
                               \enspace
                               \leaders\vrule height 2pt depth -1.6pt \hfill \null
                         3054
                         3055
                               \medskip
                         3056
                         3057 }
                         Große geschweifte Klammer mit Istgleich-Zeichen.
\liGeschweifteKlammern
                           Variable = 
                                                                 Inhalt
                         3058 \def\liGeschweifteKlammern#1#2#3#4{
                               \par
                         3060
                               \medskip
                         3061
                               \noindent
                               #1 \, $= \Bigl\{$
                         3062
                               \vspace{#3}
                         3063
                               #2
                         3064
                         3065
                               \vspace{#4}
                               \begin{flushright}$\Bigr\}$\end{flushright}
                         3066
                         3067
                         3068 }
   \liTypoUeberschrift
                         3069 \def\liTypoUeberschrift#1{
                         3070
                                 \bfseries\sffamily
                         3071
                         3072
                                 #1
                         3073
                         3074 }
```

```
\liTypoUeberGross
                     3075 \verb|\def|\liTypoUeberGross#1{|}
                     3076 {
                     3078 \liTypoUeberschrift{#1}
3079 }
                     3080 }
\liTypoUeberGross
                     3081 \verb|\def|\liTypoUeberGROSS#1{|}
                     3082 {
                     3083
                              \Huge
                     3084
                              \liTypoUeberschrift{#1}
                     3085 }
                     3086 }
                     3087 \verb|\ExplSyntaxOff|
                     3088
```

2.48 uml.sty

```
3089 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3090 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-uml}[2020/06/13 Ein Hüll-Paket um
3091 `tikz-uml', das einige Design-Einstellungen vornimmt und manche
3092 Erweiterung bereitstellt]
3093 \RequirePackage{tikz-uml}
3094 \RequirePackage{tikz-uml-activity}
3095 % Not compatible with wasysym
3096 %\RequirePackage{mathabx}
3097 \RequirePackage{wasysym}
3098 \usetikzlibrary{positioning}
3099 \tikzumlset{
3100 fill class=white!0,
3101
     font=\footnotesize,
     fill object=white!0,
     fill note=white!0,
3104
     fill state=white!0,
     % Use case
3105
3106 fill usecase=white!0,
3107 fill system=white!0,
3108 }
```



\liUmlLeserichtung

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

```
3109 \NewDocumentCommand{ \liUmlLeserichtung } { O{dir=right} m } {
3110
      \def\@liDirLeft{}
3111
      \def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}
3112
      \pgfkeys{/lese/dir/.is choice}
      \pgfkeys{/lese/dir/up/.code={\def\@liDirRight{ \UParrow}}}
3113
      \pgfkeys{/lese/dir/down/.code={\def\@liDirRight{ \DOWNarrow}}}
3114
      \pgfkeys{/lese/dir/left/.code={\def\@liDirRight{}\def\@liDirLeft{\LEFTarrow }}}
3115
3116
      \pgfkeys{/lese/dir/right/.code={\def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}}}
3117
      \def\@liPos{above}
3118
3119
      \pgfkeys{/lese/pos/.code={\def\@liPos{##1}}}
3120
```

2.49 vollstaendige-induktion.sty

```
3131 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3132 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-vollstaendige-induktion}[2021/07/01
3133 Hilfsmakros zum Setzen der Vollständigen Induktion, vor allem die
3134 Überschriften für die einzelnen Schritte]
2.49.1 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
3135 \RequirePackage{lehramt-informatik-typographie}
3136 \RequirePackage{lehramt-informatik-mathe}
3137 \RequirePackage{lehramt-informatik-syntax}
3138 \ExplSyntaxOn
Hilfsmakro um Teile von mathematischen Formeln markieren zu können.
```

\liInduktionMarkierung

Let-Abkürzung: \let\m=\liInduktionMarkierung

3139 \def\liInduktionMarkierung#1{\textcolor{violet}{#1}}

\liInduktionErklaerung

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

```
Let-Abkürzung: \let\e=\liInduktionErklaerung
                                                                                  3140 \def\liInduktionErklaerung#1{\scriptsize\text{#1}}
                     \liInduktionAnfang
                                                                                  3141 \def\liInduktionAnfang{
                                                                                                   \liPseudoUeberschrift{Induktionsanfang}
                                                                                  3142
                                                                                 3143
                                                                                                   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
                                                                                 3144
                                                                                                   \liParagraphMitLinien{
                                                                                 3145
                                                                                  3146
                                                                                                         Beweise, -dass-$A(1)-eine-wahre-Aussage-ist.
                                                                                  3147
                                                                                                   }
                                                                                 3148 }
\liInduktionVoraussetzung
                                                                                  3149 \def\liInduktionVoraussetzung{
                                                                                                   \liPseudoUeberschrift{Induktionsvoraussetzung}
                                                                                  3150
                                                                                  3151
                                                                                                   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
                                                                                 3152
                                                                                 3153
                                                                                                   \liParagraphMitLinien{
                                                                                  3154
                                                                                                         \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_
                                                                                  3155
                                                                                  3156 }
                 \liInduktionSchritt
                                                                                  3157 \def\liInduktionSchritt{
                                                                                                   \liPseudoUeberschrift{Induktionsschritt}
                                                                                  3158
                                                                                 3159
                                                                                                   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
                                                                                  3160
                                                                                                   \liParagraphMitLinien{
                                                                                  3161
                                                                                  3162
                                                                                                         Beweise, ~dass~wenn~$A(n=k)$~wahr~ist,~
                                                                                  3163
                                                                                                          auch~$A(n=k+1)$~wahr~sein~muss.
                                                                                                   }
                                                                                  3164
                                                                                  3165 }
                                                                                  3166 \ExplSyntaxOff
                                                                                  3167
```

2.50 wasserfall.sty

```
3168 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3169 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-wasserfall}[2020/06/10]
3170 \RequirePackage{tikz}
3171 \tikzset{wasserfall/.style={
3172 >=stealth,
3173 node distance = 2mm and -8mm,
3174 start chain = A going below right,
3175 every node/.style = {
      draw,
3176
3177
     text width=24mm,
3178
     minimum height=12mm,
3179
    align=center,
3180
    inner sep=1mm,
3181 fill=white,
3182 drop shadow={fill=black},
     on chain=A
3183
3184 },
3185 }}
3186 \usetikzlibrary{chains,positioning,shadows}
```

2.51 wpkalkuel.sty

```
3188 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                                               3189 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-wpkalkuel}[2020/06/13]
                                               2.51.1 Makro-Kürzel
                                               \let\wp=\liWpKalkuel
                                               \let\equivalent=\liWpEquivalent
                                               \let\erklaerung=\liWpErklaerung
                                               3190 \RequirePackage{amsmath}
                                               3191 \ExplSyntaxOn
        \liWpKalkuel Let-Abkürzung: \let\wp=\liWpKalkuel
                                               3192 \ensuremath{\mbox{\mbox{def}\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\mbox{\\mbox{\\m\m\s\m\n\s\\m\n\n\\n\n\\\n\n\\no\\novint\\m\n\novin\\novin\\n\n\n\\novin\\novint\\novint\\novint\\novint\\novint\\novint\\n
                                               3193 \text{wp}(\texttt{\scriptsize"#1"},\thinspace #2)
                                               3194 }
                                               3195 \def\liWpKalkuel#1#2{
                                                            \ifmmode
                                               3196
                                                                    \liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}
                                               3197
                                               3198
                                                              \else
                                                                     $\liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}$
                                               3199
                                               3200
                                                           \fi
                                               3201 }
                \MatheEnv
                                               3202 \ensuremath{\mbox{MatheEnv#1}}
                                               3203
                                                               \medskip
                                               3204
                                               3205
                                                               \hspace{1em}#1
                                               3206
                                               3207
                                                               \medskip
                                               3208 }
                        \Mathe
                                               3209 \left\ \frac{Mathe#1{}
                                                               \MatheEnv{$#1$}
                                               3210
                                               3211 }
\liWpEquivalent Let-Abkürzung: \let\equivalent=\liWpEquivalent
                                               3212 \ensuremath{\mbox{def}\mbox{liWpEquivalent#1}}
                                               3213
                                                              \MatheEnv{$\equiv$\hspace{1em}$#1$}
                                               3214 }
\liWpErklaerung Let-Abkürzung: \let\erklaerung=\liWpErklaerung
                                               3215 \newlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}
                                               3216 \def\liWpErklaerung#1{
                                                               \setlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}{\leftskip}
                                               3217
                                               3218
                                                               \setlength{\leftskip}{0.5cm}
                                               3219
                                               3220
                                                             \par
                                                              \noindent
                                               3221
                                               3222
                                               3223
                                                                     \scriptsize
                                               3224
                                                                    #1
                                               3225
                                               3226
                                                               \par
                                               3227
                                               3228
                                                               \setlength{\leftskip}{\@Skip@Erklaerung@Reset}
                                               3229 }
```

\liWpErklaerungVerzweigung

```
3230 \def\liWpErklaerungVerzweigung{
3231  $\liWpKalkuelOhneMathe{if~\{~b~\}~then~\{~a1~\}~else~\{~a2~\}}{Q}}
3232  \equiv
3233  (b \land \liWpKalkuelOhneMathe{a1}{Q})
3234  \lor
3235  (\neg b \land \liWpKalkuelOhneMathe{a2}{Q})$
3236 }
3237 \ExplSyntaxOff
3238
```

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
                                                         \begingroup 1901, 2321, 2789
\# ...... <u>114</u> \u ..... <u>2331, 2341</u>
                                                         \beschriftung .....
                                                                . . . . . 1938, 1942,
\, ..... 358, 417, 472,
      699, 717, 1349,
1351, 2039, 2040,
                                         Α
                                                                1946, 1950, 1954, 1956
                             \addbibresource ....
                                                         \beta ..... 2976,
                                     1877, 1878, 1879,
                                                                2979, 2983, 2984,
      2041, 2379, 2876, 3062
                                   1880, 1881, 1882,
                                                                2985, 2988, 2998,
\@Skip@Erklaerung@Reset
                                   1883, 1884, 1885, 1886
                                                                2999, 3000, 3005, 3006
      ... 3215, 3217, 3228
                             \AddToHook \dots 1575, 1644
                                                         \bf ..... 2566, 2567, 2568
\@afterheading .....
                             \advance ..... 2793
                                                         \bfseries ......
      ... 1573, 1921, 2008
                             \AfterEndEnvironment 2869
                                                                . 558, 1402, 1404,
\@afterindentfalse ..
                             \allsectionsfont ... 1398
                                                                1557, 1606, 1657,
      ... 1572, 1920, 2007
                            \Alph ..... 1412
                                                                2566, 2572, 2574,
\@liDirLeft 3110, 3115, 3127
                            \alph ..... 1412, 1413
                                                                2576, 2577, 2953, 3071
                             \alpha 2976, 2978, 2979,
\@liDirRight 3111, 3113,
                                                         \Bigl .... 3062
                                   2982, 2984, 2985,
      3114, 3115, 3116, 3127
                                                         \Bigr ..... 3066
                                   2986, 2987, 2988,
\@liDistance .....
                                                          \bigskip \dots 450, 731,
                                   2992, 2998, 2999,
      ... 3121, 3122, 3126
                                                                736, 1568, 1910, 2247
                                   3004, 3005, 3006,
                                                          \bool ..... 336, 418
\@liPos .. 3118, 3119, 3126
                                   3009, 3017, 3018, 3019
                                                          \bowtie .......
\\ ..... 729, 757, 758,
                             \arabic 1412, 2588, 2593,
                                                                2714, 2717, 2718, 2719
      761, 762, 765, 766,
                                   2598, 2604, 2610, 2616
                                                         \Box ..... 164
      861, 862, 863, 970,
                             \arraystretch ..... 2269
                                                         \boxtimes ..... 548
      1004, 1006, 1036,
      1045, 1090, 1132,
                                         \mathbf{R}
                                                                      \mathbf{C}
      1133, 1134, 1139,
                             \BeforeBeginEnvironment
                                                         \c ..... 1495, 1496
      1140, 1141, 1161,
                                    ..... 2868
                                                         \cdot .... 2084, 2140, 2151
      1908, 2274, 2332, 2335
                             \begin 755, 809, 824, 859,
                                                         \centerline ......
\{ ..... 212, 1286,
                                   883, 930, 962, 977,
                                                                1706, 2667, 2689, 2704
      1296, 1308, 1309,
                                   1002, 1012, 1032,
                                                         \cftbeforesecskip .. 1680
      1314, 1348, 1747,
                                   1052, 1084, 1101,
                                                         \cftbeforesubsecskip
      2319, 2744, 3062, 3231
                                   1130, 1155, 1176,
                                                                .......... 1681, 1682
\} ..... 212, 1286,
                                   1200, 1215, 1329,
      1296, 1308, 1309,
                                                          \cftbeforesubsubsecskip
                                   1418, 1493, 1646,
                                                                . . . . . . . . . . . . 1683
      1316, 1352, 1748,
                                   1701, 1710, 1717,
                                                         \cftsubsecafterpnum
      2319, 2744, 3066, 3231
                                   1825, 1900, 1958,
                                                         \chapter ..... 1402, 1403
  ... 37, 45, 50,
                                   1963, 1971, 1996,
                                                         \char ..... 1908
                                   2001, 2012, 2022,
      52, 305, 333, 357,
                                                         \clearpage 1607, 1688, 1902
      360, 370, 393, 397,
                                   2026, 2109, 2113,
                                                         \cline ..... 729
      401, 403, 405, 407,
                                   2132, 2155, 2178,
                                                          \clist ..... 231, 279,
      410, 416, 417, 431,
                                   2193, 2272, 2273,
                                                                280, 302, 306, 2801
      432, 438, 441, 444,
                                   2323, 2368, 2508,
      454, 461, 463, 466,
                                   2528, 2669, 2691,
                                                          \columnbreak \dots 2836
      1552, 1557, 1590, 1640
                                   2705, 2868, 2879, 3066
                                                         \contentsname ..... 1686
```

205 222	1140 1160 1107	F
\cs 305, 333, 357, 360, 370, 393,	1148, 1168, 1187, 1212, 1230, 1331,	\faCheckSquare0 3046
405, 416, 417, 454,	1420, 1509, 1676,	\faCircleThin 1268
461, 466, 1528,	1713, 1714, 1721,	\faGg 1262
1535, 1541, 1990, 2391	1830, 1905, 1960,	\fancyfoot
\csname 1480, 1483	1968, 1987, 2003,	1424, 1425, 1426,
\cup 1309,	2004, 2018, 2029,	1854, 1855, 1856, 1857
2353, 2985, 2999, 3006	2030, 2111, 2127,	\fancyhead
, , ,	2152, 2175, 2190,	1423, 1851, 1852, 1853
D	2200, 2276, 2277,	\faSquare0 1256
\DeclareMathSymbol	2325, 2370, 2518,	\fi . 655, 663, 671, 679,
2217, 2218	2538, 2669, 2691,	686, 1292, 1306,
\DecoINERT	2705, 2869, 2883, 3066	1342, 1957, 2059,
2591, 2664, 2665, 2687	\endcsname 1480, 1483	2069, 2079, 2093,
\DecoINERTwithPivot .	\endgroup 1904, 2326, 2794	2317, 2354, 2399,
2607, 2686	\enspace 3051, 3053	2460, 2627, 2819,
\DecoLEFT 2586, 2685	environments:	2820, 2823, 2825, 3200
\DecoLEFTwithPivot	$\texttt{liAdditum} \dots \underline{1961}$	\filcenter 1606
	liAHuelle 2320	\fontspec 1398
\DecoRIGHTwithPivot .	liAntwort $\underline{1934}$	\footcite 752, 821, 843,
	liDiagramm 2020	890, 913, 945, 998,
\definecolor 1400	liEinbettung 1933	$1049, 1076, 1122, \\ 1726, 1729, 1736,$
\DefineVerbatimEnvironment	liExkurs 1969	1741, 1746, 1750,
	liGraphenFormat . $\overline{1472}$	1756, 1761, <u>1866,</u>
\delta 70, 112, 170, 212, 1300	liKasten ${1417}$	2128, 2129, 2284, 2521
\dh <u>2041</u> , <u>2987</u>	$\overline{}$ liKontrollflussgraph	\footnote 2033, 2037
\directlua		\footnotesize
63, 142, 200, 205,	liLernkartei 2010	\dots 152, 427, 509,
1281, 1295, 1315,	liProduktionsRegeln	603, 1273, 1564,
1323, 1330, 1335,		1931, 1982, 1997,
2304, 2309, 2362,	liProjektSprache $\frac{1932}{}$	2013, 2228, 2322,
2369, 2376, 2756,	liQuellen 1990	2339, 2347, 2476,
2855, 2887, 2892,	liRelationenSchemaFormat	2485, 2728, 2843,
2893, 2897, 2902,		2874, 3026, 3101, 3127
2903, 2907, 2913, 2914	liRmodell <u>2728</u>	\footrulewidth . 1429, 1859
\do 2587, 2592,	liUebergangsTabelle	\foreach . 1495, 1498, 1505
2597, 2602, 2608, 2614 \dots 589, 593,		\forestFirst 2816, 2819 \forestLast 2817, 2819
1747, 2515, 2998, 2999	\equiv 3213, 3232	\forest0get 2816, 2817
\DOWNarrow 3114	\erzeuge@tiefgestellt	\forestOnes 2829
\draw 1500, 1503,	1295, 1296, 1300	\forestOv 2818, 2819, 2822
1506, 2463, 2762, 2765	\expandafter	\forestov . 2808, 2812,
, , ,	1480, 2622, 2624,	2813, 2816, 2817,
${f E}$	2625, 2626, 2634, 2792	2818, 2819, 2821, 2822
\edef 1491,	\ExplSyntaxOff $.54, 97,$	\forestset 2804, 2827
2680, 2684, 2696, 2697	139, 144, 197, 202,	\forestSortLevel
\edge 276	207, 611, 633, 648,	2806, 2814, 2828, 2829
\else 653,	724, 1276, 1354,	\frac 2086, 2119, 2151, 2166
661, 669, 677, 684,	1389, 1592, 1690,	\fullouterjoin 2719
1290, 1304, 1340,	1845, 1861, 2042, 2107, 2297, 2491,	C
1954, 2057, 2067, 2077, 2091, 2315,	2741, 2802, 2927,	G
2352, 2397, 2458,	3034, 3087, 3166, 3237	\g 39, 279, 280, 302, 306, 312, 313, 314,
2626, 2819, 2821, 3198	\ExplSyntaxOn	315, 316, 318, 319,
\emph 750, 997, 1252,	. 35, 66, 107, 140,	321, 322, 324, 325,
1728, 1757, 1759, 1907	165, 198, 203, 228,	326, 327, 328, 329,
\empty 1954, 2351	554, 617, 634, 673,	330, 331, 334, 338,
\emptyset	1249, 1344, 1366,	339, 340, 343, 345,
2261, 2993, 3014, 3047	1527, 1612, 1838,	346, 347, 348, 349,
\end $794, 820, 845, 880,$	1850, 1898, 2046,	350, 395, 399, 403,
914, 946, 974, 990,	2279, 2384, 2472,	406, 407, 409, 410,
1009, 1017, 1048,	2729, 2799, 2854,	412, 413, 420, 421,
1077, 1098, 1123,	2950, 3044, 3138, 3191	422, 423, 431, 432,

434, 440, 441, 443,	1990, 1994, 2114,	\LehramtInformatikGitBranch
444, 446, 447, 459,	2119, 2123, 2133,	
462, 467, 469, 473,	2139, 2144, 2156,	\LehramtInformatikGithubCodeRepo
1529, 1531, 1542,	2160, 2164, 2168,	
1544, 1614, 1618,	2172, 2179, 2183,	\LehramtInformatikGithubDomain
1622, 1626, 1627,	2187, 2509, 2512,	
1628, 1629, 1630,	2515, 2529, 2532, 2535	\LehramtInformatikGithubRawDomain
1632, 1633, 1635,	\itshape 602, 3025	2859
1659, 1661, 1666, 1670		\LehramtInformatikGithubTexRepo
\Gamma . 111, 169, 212, 1309	J	456, 2860
\gappto 2824	\j 1495, 1496, 1498, 1499,	\LehramtInformatikRepository
\geometry 5	1500, 1505, 1506, 1507	17, 20, 23,
\geq 1754, 2117,	, , ,	
2504, 2509, 2525, 2529	K	26, 29, 1624, 1877,
2004, 2003, 2020, 2023	\k 1505	1878, 1879, 1880,
Н	\keys 41, 75,	1881, 1882, 1883,
		1884, 1885, 1886, 2857
\hbox	87, 117, 127, 175,	\LehramtInformatikTitel
\headrulewidth . 1428 , 1858	185, 310, 621, 625,	1852
\headwidth 1860	639, 644, 1373, 1380	\leq 2151, 2512, 2532
\hfill 1558, 1589,		\let 1298,
2136, 2142, 2147, 3054	${f L}$,
\hinweis 1931	$1 \ldots 68, 69, 70, 71,$	1299, 1902, 2663,
\hline 2274	72, 73, 76, 77, 78,	2664, 2665, 2666,
	79, 80, 82, 84, 89,	2679, 2681, 2682,
\horizontale 1535, 1566	90, 91, 92, 93, 94,	2683, 2685, 2686,
\href 1362,		2687, 2688, 2698,
1584, 2037, 2204, 2882	109, 110, 111, 112,	2790, 2828, 2829, 3046
\hspace 2466, 3205, 3213	113, 114, 115, 118,	\li@chomsky@erklaerung@texte
\ht 2715	119, 120, 121, 122,	568, 604
\Huge 1657, 3083	123, 124, 130, 131,	\li@EntwurfsCode
\huge 1606, 3077	132, 133, 134, 135,	
,	136, 167, 168, 169,	746, 797, 798, 799,
I	170, 171, 172, 173,	848, 849, 850, 851,
\i	176, 177, 178, 179,	917, 918, 919, 920,
		921, 922, 949, 950,
\ifcase 2623	180, 181, 182, 188,	951, 952, 953, 954,
\ifmmode 651, 659, 667,	189, 190, 191, 192,	1020, 1190, 1191,
675, 682, 1288,	193, 194, 619, 622,	1192, 1193, 1233, 1234
1302, 1338, 2055,	627, 628, 631, 636,	\li@EntwurfsCodeAllgemein
2065, 2075, 2089,	637, 640, 641, 646,	
2313, 2395, 2456, 3196	1368, 1369, 1370,	
\IfNoValueTF	1371, 1374, 1375,	\li@fussnote@text 2225,
1964, 2033, 2037	1376, 1377, 1383,	2231, 2235, 2239, 2243
\ifnum 2550,	1384, 1385, 1386,	\li@GithubLink
2791, 2807, 2815, 2821	1841, 1842, 1843,	2878, 2891, 2901, 2912
		\li@mget . 1482, 1486, 1506
\ifx 1954, 2351, 2819	1993, 1994, 1995, 2002	\li@minc 1485, 1507
\in 577, 733,	\labelenumi 1413	\li@mset
1754, 2099, 2102,	\labelenumii 1414	1479, 1487, 1496, 1499
2105, 2134, 2140,	\labelitemi 1407	
2145, 2504, 2515,	\labelitemii 1408	\li@numdiscs
2525, 2535, 2976,	\labelitemiii 1409	\dots 1491, 1500, 1506
2978, 2984, 3005, 3154	\labelitemiv 1410	\li@Rmodell@Schrift .
\inhaltsverzeichnis 1899	\land 3233, 3235	$\dots 2728, 2737, 2747$
\input 17, 20,	\LARGE 1402, 1666	\li@sequence 1492, 1505
23, 26, 29, 479, 1623	\Large 1557	\li@synthese@erklaerung@texte
\inputminted 2886, 2896,	\large 1552, 1647, 1706, 2778	
2906, 2918, 2921, 2925	\leaders 3054	\liAbleitung <u>1323</u>
\int 2801	\left 2049, 2389	liAdditum (environment)
\item $548, 549, 826, 830,$	\LEFTarrow 3115	
835, 840, 884, 893,	\leftarrow 665	liAHuelle (environment)
898, 906, 978, 983,	\leftouterjoin 2717	
987, 1013, 1053,	\leftskip 3217, 3218, 3228	$\label{limits} \$ $\$ $\$ $\$ $\$ $\$ $\$ $\$ $\$ $\$
1058, 1065, 1073,	\LehramtInformatikAutorEmai	-
1102, 1107, 1111,	1857	
		
1116, 1216, 1221,		e \liAnweisung <u>1832</u>
1226, 1711, 1712,		\liAssemblerCode 2916

$\label{liasemblerDatei} \ \ldots \ \underline{2917}$	$\label{lientwurfsAdapter} \ \dots \ \underline{853}$	\liEntwurfsStellvertreterCode
\liAttribut <u>2747</u>	\liEntwurfsAdapterAkteure	1189, 1197
\liAttributHuelle	823, 855	\liEntwurfsStellvertreterUml
$\dots \underline{2311}, 2979, 2984$	\liEntwurfsAdapterCode	1175, 1196
\liAttributHuelleOhneMathe	847, 856	$\label{lientwurfsZustand} \ \ \underline{1236}$
$\dots 2311, 2314,$	\liEntwurfsAdapterUml	\liEntwurfsZustandAkteure
2316, 2330, 2340, 2348		$\dots $ 1214 , 1238
\liAttributMenge	\liEntwurfsBeobachter 924	\liEntwurfsZustandCode
2319, 2331, 2334,	\liEntwurfsBeobachterAkteur	e
2341, 2342, 2356, 2358		\liEntwurfsZustandUml
\liAufgabe <u>16</u>	\liEntwurfsBeobachterCode	$\dots \dots 1199, 1237$
\liAufgabenMetadaten		\liEpsilon <u>1294</u>
$\dots \qquad 47, 1548, 1638$	\liEntwurfsBeobachterUml	\liErAttribute
\liAufgabenTitel 55		1252, 1266, 1268
\liAusdruck <u>1345</u>	\liEntwurfsDekorierer 956	\liErDatenbankName . 1271
\liAutomat	\liEntwurfsDekoriererAkteur	\liErEntity 1250, 1254, 1256
\liAutomatenKante 98		\liErledigt 3046
\liBandAlphabet 1309		\liErMpAttribute 1265
\liBedingung 1833	\liEntwurfsDekoriererCode	\liErMpEntity 1253
\liBedingungDrei		\liErMpRelationship 1259
<u>2104</u> , 2147, 2187	\liEntwurfsDekoriererUml	\liErRelationship
\liBedingungEins		<u>1251</u> , 1260, 1262
<u>2098</u> , 2136, 2179	\liEntwurfsEinfacheFabrik	\liExamensAufgabe <u>19</u>
\liBedingungFalsch . <u>1835</u>		
\liBedingungWahr 1834	\liEntwurfsEinfacheFabrikAk	teure
		\liExamensauigabeia 20
\liBedingungZwei	\liEntwurfsEinfacheFabrikUm	1 LiExamensauigabella . <u>22</u>
<u>2101</u> , 2142, 2183		<u> </u>
\liBeschriftung 1923	\liEntwurfsEinzelstueck	\liFalsch <u>549</u>
\liBindeAufgabeEin . <u>1621</u>	1022	\liflaci <u>1355</u>
\liChomskyErklaerung	\liEntwurfsEinzelstueckAkte	\liFrend
	1011, 1027	\liFunktionaleAbhaengigkeit
\liChomskyUeberErklaerung	\liEntwurfsEinzelstueckBesc	hreibung 2350, 2353, <u>2361</u>
	\liEntwurfsEinzelstueckBesc	hreibung \liFunktionaleAbhaengigkeiten
\liChomskyUeberschrift	\liEntwurfsEinzelstueckBesc	hreibung 2300, 2305, 2301 \lifunktionaleAbhaengigkeiten
$\begin{array}{ccc} & \dots & \underline{607} \\ \text{\liChomskyUeberschrift} \\ & \dots & \underline{556}, 608 \end{array}$	\liEntwurfsEinzelstueckBesc	hreibung
$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	\liEntwurfsEinzelstueckBesc 	hreibung
$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	\liEntwurfsEinzelstueckBesc 	hreibung 2300, 2303, 2301 \lift\(\) \li
$\begin{array}{cccc} & & & & \underline{607} \\ \text{\liChomskyUeberschrift} & & & & \underline{556}, 608 \\ \text{\liCpmEreignis} & & & \underline{617} \\ \text{\liCpmFruehErklaerung} & & \underline{688} \\ \text{\liCpmFruehI} & & & \underline{681}, 701 \\ \end{array}$	$\label{eq:control_loss} $$ \begin{array}{lll} \begin{tabular}{lll} \begin{tabular}$	hreibung 2300, 2353, 2301 \lifunktionaleAbhaengigkeiten
$\begin{array}{cccc} & & & & & & & & & & & \\ \text{1i$ChomskyUeberschrift} & & & & & & & \\ & & & & & & & & \\ \text{1i$CpmEreignis} & & & & & \\ \text{1i$CpmFruehErklaerung} & & & & \\ \text{1i$CpmFruehI} & & & & & \\ \text{1i$CpmFruehI} & & & & & \\ \text{1i$CpmSpaetErklaerung} & & & \\ \text{706} & & & & \\ \end{array}$	$\label{eq:control_loss} $$ \begin{array}{lll} \begin{tabular}{lll} \begin{tabular}$	hreibung 230, 2335, 2301 \lifunktionaleAbhaengigkeiten
$\begin{array}{cccc} & & & & \underline{607} \\ \text{\liChomskyUeberschrift} & & & & \underline{556}, 608 \\ \text{\liCpmEreignis} & & & \underline{617} \\ \text{\liCpmFruehErklaerung} & & \underline{688} \\ \text{\liCpmFruehI} & & & \underline{681}, 701 \\ \end{array}$	$\label{lientwurfseinzelstueckBeson} $$ 1023$ $$ \lientwurfsEinzelstueckCode $$ \dots \dots \frac{1019}{1029}, 1029$ $$ \lientwurfsEinzelstueckUml $$ \dots \dots \frac{1001}{1025}, 1025$ $$ \lientwurfsErbauer . $$ \frac{1079}{112025}$ $$ \lientwurfsErbauerAkteure $$$	hreibung 2300, 2353, 2301 \lifunktionaleAbhaengigkeiten
$\begin{array}{cccc} & & & & & & & & & & & \\ \text{liChomskyUeberschrift} & & & & & & & \\ & & & & & & & & \\ \text{liCpmEreignis} & & & & & & \\ \text{liCpmFruehErklaerung} & & & & \\ \text{liCpmFruehI} & & & & & \\ \text{liCpmFruehI} & & & & & \\ \text{liCpmSpaetErklaerung} & & & \\ \end{array}$	$\label{eq:control_loss} $$ \begin{array}{lll} \text{liEntwurfsEinzelstueckBeso} \\ & \dots & \underline{996}, \ 1023 \\ \text{liEntwurfsEinzelstueckCode} \\ & \dots & \underline{1019}, \ 1029 \\ \text{liEntwurfsEinzelstueckUml} \\ & \dots & \underline{1001}, \ 1025 \\ \text{liEntwurfsErbauer} & \underline{1079} \\ \text{liEntwurfsErbauerAkteure} \\ & \dots & \underline{1051}, \ 1081 \\ \end{array}$	hreibung 230, 2335, 2301 \lifunktionaleAbhaengigkeiten
$\begin{array}{cccc} & & & & & & & & & & \\ \text{liChomskyUeberschrift} & & & & & & \\ & & & & & & & & \\ \text{liCpmEreignis} & & & & & & \\ \text{liCpmFruehErklaerung} & & & & \\ \text{liCpmFruehI} & & & & & \\ \text{liCpmSpaetErklaerung} & & & \\ \text{liCpmSpaetI} & & & & & \\ \text{liCpmSpaetI} & & & & & \\ \end{array}$	$\label{eq:control_loss} $$ \begin{array}{ll} \text{liEntwurfsEinzelstueckBeso} \\ & \dots & \underline{996}, \ 1023 \\ \text{liEntwurfsEinzelstueckCode} \\ & \dots & \underline{1019}, \ 1029 \\ \text{liEntwurfsEinzelstueckUml} \\ & \dots & \underline{1001}, \ 1025 \\ \text{liEntwurfsErbauer} & \underline{1079} \\ \text{liEntwurfsErbauerAkteure} \\ & \dots & \underline{1051}, \ 1081 \\ \text{liEntwurfsErbauerUml} \\ \end{array}$	hreibung 230, 2335, 2301 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2364 \lifussnote 2224, 2226 \lifussnoteDreiText 2238, 2256 \lifussnoteEinsText 2230, 2250 \lifussnoteLink 2036
$\begin{array}{cccc} & & & & & & & & & & \\ \text{liChomskyUeberschrift} & & & & & & \\ & & & & & & & & \\ \text{liCpmEreignis} & & & & & & \\ \text{liCpmFruehErklaerung} & & & & \\ \text{liCpmFruehI} & & & & & \\ \text{liCpmSpaetErklaerung} & & & \\ \text{liCpmSpaetErklaerung} & & & \\ \text{liCpmSpaetI} & & & & & \\ \text{liCpmVon} & & & & & \\ \end{array}$	$\label{eq:control_limit} $$ \begin{array}{ll} \text{liEntwurfsEinzelstueckBesco} \\ & \dots & \underline{996}, 1023 \\ \text{liEntwurfsEinzelstueckCode} \\ & \dots & \underline{1019}, 1029 \\ \text{liEntwurfsEinzelstueckUml} \\ & \dots & \underline{1001}, 1025 \\ \text{liEntwurfsErbauer} & \underline{1079} \\ \text{liEntwurfsErbauerAkteure} \\ & \dots & \underline{1051}, 1081 \\ \text{liEntwurfsErbauerUml} \\ & \dots & \underline{1031}, 1080 \\ \end{array}$	hreibung
\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\	$\label{eq:control_limit} $$ \begin{array}{ll} \text{liEntwurfsEinzelstueckBesconstant} \\ & \begin{array}{ll} 096,\ 1023 \\ \text{liEntwurfsEinzelstueckCode} \\ & \begin{array}{ll} 1019,\ 1029 \\ \text{liEntwurfsEinzelstueckUml} \\ & \begin{array}{ll} 001,\ 1025 \\ \text{liEntwurfsErbauer} & 1079 \\ \text{liEntwurfsErbauerAkteure} \\ & \begin{array}{ll} 1051,\ 1081 \\ \text{liEntwurfsErbauerUml} \\ & \begin{array}{ll} 0131,\ 1080 \\ \text{liEntwurfsFabrikmethode} \end{array} $$$	hreibung
\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\	$\label{eq:control_limit} $$ \begin{array}{ll} \text{liEntwurfsEinzelstueckBesot} \\ & \begin{array}{ll} \underline{996}, 1023 \\ \\ \text{liEntwurfsEinzelstueckCode} \\ & \begin{array}{ll} \underline{1019}, 1029 \\ \\ \text{liEntwurfsEinzelstueckUml} \\ & \begin{array}{ll} \underline{1001}, 1025 \\ \\ \text{liEntwurfsErbauer} & \underline{1079} \\ \\ \text{liEntwurfsErbauerAkteure} \\ & \begin{array}{ll} \underline{1051}, 1081 \\ \\ \text{liEntwurfsErbauerUml} \\ & \begin{array}{ll} \underline{1031}, 1080 \\ \\ \\ \text{liEntwurfsFabrikmethode} \\ & \begin{array}{ll} \underline{1125}, \underline{1150} \\ \\ \end{array} \\ \\ \end{array} $$$	hreibung
\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\	\liEntwurfsEinzelstueckBesco	hreibung
\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\	\liEntwurfsEinzelstueckBesco	hreibung
\liChomskyUeberschrift \(\cdots \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	\liEntwurfsEinzelstueckBesco	hreibung
\liCpmEreignis	\liEntwurfsEinzelstueckBesco	hreibung
\liCpmFruehErklaerung 688 \liCpmFruehErklaerung 688 \liCpmFruehErklaerung 706 \liCpmSpaetErklaerung 706 \liCpmSpaetI 674, 719 \liCpmVon 657 \liCpmVonOhneMathe 657, 660, 662 \liCpmVonZu 649 \liCpmVonZuOhneMathe 649, 652, 654 \liCpmVorgang 634 \liCpmZu 665 \liCpmZuOhneMathe 665	\liEntwurfsEinzelstueckBesco	hreibung 230, 2335, 2301 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2364 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2224, 2226 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2236 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2236 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2236 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2236 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2236 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2234 2238 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2234 2238 2246 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2234 2236 2236 2236 2236
\liCpmFruehErklaerung 688 \liCpmFruehErklaerung 688 \liCpmFruehErklaerung 688 \liCpmFruehI 681, 701 \liCpmSpaetErklaerung 706 \liCpmSpaetI 674, 719 \liCpmVon 657 \liCpmVonOhneMathe 649 \liCpmVonZuOhneMathe 649 \liCpmVorgang 634 \liCpmZu 665 \liCpmZu 665 \liCpmZuOhneMathe 665 \liCpmZu 665	\liEntwurfsEinzelstueckBesco	hreibung 230, 2335, 2301 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2364 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2224, 2226 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2236 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2256 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2256 \lifunktionaleAbhaengigkeiten
\liCpmFruehErklaerung 688 \liCpmFruehErklaerung 688 \liCpmFruehErklaerung 688 \liCpmFruehI . 681, 701 \liCpmSpaetErklaerung 706 \liCpmSpaetI . 674, 719 \liCpmVon 657 \liCpmVonOhneMathe . 657, 660, 662 \liCpmVonZuOhneMathe . 649 \liCpmVorgang . 634 \liCpmZu . 665 \liCpmZuOhneMathe . 665, 668, 670 \liDiagramm (environ-	\liEntwurfsEinzelstueckBesco	hreibung 230, 2335, 2301 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2364 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2224, 2226 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2236 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2226 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2226 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2236 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2236 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2234, 2256 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2234, 2250 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2236, 2256 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2238, 2256 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2238, 2256 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2230, 2250 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2230, 2250 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2230, 2250 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2234, 2253 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2234, 2253 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2236, 3058 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2236, 3058 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2236, 3058 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2365, 3058 \lifunktionaleAbhaengigkeiten
\liCpmFruehErklaerung 688 \liCpmFruehErklaerung 688 \liCpmFruehI 681, 701 \liCpmSpaetErklaerung 706 \liCpmSpaetErklaerung 706 \liCpmVon 657 \liCpmVonOhneMathe 657, 660, 662 \liCpmVonZuOhneMathe 649, 652, 654 \liCpmVorgang 634 \liCpmZu 665 \liCpmZuOhneMathe 665 \liCpmZuOhneMathe	\liEntwurfsEinzelstueckBesco	hreibung 230, 2335, 2301 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2364 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2224, 2226 \lifussnoteDreiText 2238, 2256 \lifussnoteEinsText 2036 \lifussnoteLink 2036 \lifussnoteLink 2036 \lifussnoteUirl 1169, 2032 \lifussnoteVierText 2242, 2259 \lifussnoteZweiText 2234, 2253 \lifussnoteZweiText
\liChomskyUeberschrift \(\cdots \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	\liEntwurfsEinzelstueckBesco	hreibung 230, 2335, 2301 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2364 \lifussnote 2226 \lifussnoteDreiText 2238, 2256 \lifussnoteEinsText 2036 \lifussnoteLink 2036 \lifussnoteLink 2036 \lifussnoteUirl 1169, 2032 \lifussnoteVierText 2242, 2259 \lifussnoteZweiText 2242, 2253 \lifussnoteZweiText
\liChomskyUeberschrift \(\cdots \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	\liEntwurfsEinzelstueckBesco	hreibung
\liChomskyUeberschrift \(\cdots \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	\liEntwurfsEinzelstueckBesco	hreibung 230, 233, 2301 \lifunktionaleAbhaengigkeiten
\(\)\(\)\(\)\(\)\(\)\(\)\(\)\(\)\(\)\(\	\liEntwurfsEinzelstueckBesco	hreibung
\liChomskyUeberschrift \(\cdots \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	\liEntwurfsEinzelstueckBesco	hreibung. 230, 233, 2301 \lifunktionaleAbhaengigkeiten
\liChomskyUeberschrift \(\cdots \cdot \frac{556}{608} \) \liCpmEreignis \cdot \cdot \frac{617}{1iCpmFruehErklaerung \frac{688}{688} \] \liCpmFruehI \cdot \frac{681}{681}, 701 \] \liCpmSpaetErklaerung \frac{706}{706} \] \liCpmSpaetI \cdot \frac{674}{719} \] \liCpmVon \cdot \cdot \frac{657}{660}, \frac{662}{62} \] \liCpmVonDuOhneMathe \cdot \frac{649}{652}, \frac{654}{654} \] \liCpmVorZuOhneMathe \cdot \frac{665}{668}, \frac{670}{665} \] \liCpmZuOhneMathe \cdot \frac{665}{668}, \frac{670}{670} \] \liEntettung \(\text{(environment)} \cdot \cdot \frac{2020}{2020} \] \liEntettung \(\text{(environment)} \cdot \cdot \frac{1933}{1171} \] \liEntwurfs AbstrakteFabrik \cdot \frac{801}{601} \]	\liEntwurfsEinzelstueckBesco	hreibung 230, 233, 2301 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2364 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2224, 2226 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2236 \lifunktionaleAbhaengigkeiten 2236 \lifunktionaleAbhaengigkeiten
\liChomskyUeberschrift \(\cdots \cdot \frac{556}{608} \) \liCpmEreignis \cdot \cdot \frac{617}{617} \liCpmFruehErklaerung \frac{688}{688} \liCpmFruehI \cdot \frac{681}{681}, 701 \liCpmSpaetErklaerung \frac{706}{706} \liCpmSpaetI \cdot \frac{674}{719} \liCpmVon \cdot \cdot \frac{657}{660}, 662 \liCpmVonOhneMathe \cdot \cdot \frac{657}{660}, 662 \liCpmVonZu \cdot \frac{649}{649} \liCpmVonZuOhneMathe \cdot \cdot \frac{665}{668}, 670 \liCpmZuOhneMathe \cdot \cdot \frac{665}{668}, 670 \liCpmZuOhneMathe \cdot \cdot \frac{665}{668}, 670 \liDiagramm \(\text{(environ-ment)} \cdot \cdot \frac{2020}{2020} \liEinbettung \(\text{(environ-ment)} \cdot \cdot \frac{1933}{2020} \liEntwurfs \cdot \frac{1171}{112} \liEntwurfsAbstrakteFabrik \cdot \cdot \frac{801}{249}, 802	\liEntwurfsEinzelstueckBesco	hreibung 230, 233, 2301 \lifunktionaleAbhaengigkeiten
\lichtlefty \lichtlefty \frac{607}{\lichtlefty \lichtlefty \frac{556}{608}} \\ \lichtlefty \lichtlefty \frac{556}{608}} \\ \lichtlefty \lichtlefty \frac{681}{701} \\ \lichtlefty \lichtlefty \frac{681}{701} \\ \lichtlefty \frac{681}{701} \\ \lichtlefty \frac{681}{701} \\ \lichtlefty \frac{674}{719} \\ \lichtlefty \frac{674}{1107} \\ \lichtlefty \frac{677}{1107} \\ \lichtlefty \frac{657}{660} \\ \lichtlefty \frac{662}{662} \\ \lichtlefty \frac{665}{1107} \\ \lichtlefty \frac{665}{1007} \\ \lichtlefty \frac{1933}{1007} \\ \lichtlefty \frac{1171}{1007} \\ \lichtlefty \frac{1171}{1007} \\ \lichtlefty \frac{665}{1007} \\ \lichtlefty \frac{665}{1007} \\ \lichtlefty \frac{1171}{1007} \\ \lichtlefty \f	\liEntwurfsEinzelstueckBesc	hreibung. 230, 233, 230 \lifunktionaleAbhaengigkeiten
\tag{607} \liChomskyUeberschrift \tag{608} \liCpmEreignis \tag{617} \liCpmFruehErklaerung \frac{688}{688} \liCpmFruehI \tag{681}, 701 \liCpmSpaetErklaerung \frac{706}{706} \liCpmSpaetI \tag{674}, 719 \liCpmVon \tag{657} \liCpmVonOhneMathe \tag{657} \liCpmVonZu \tag{649} \liCpmVonZuOhneMathe \tag{665} \liCpmVorgang \tag{665} \liCpmVorgang \tag{665} \liCpmZu \tag{665} \liCpmZuOhneMathe 66	\liEntwurfsEinzelstueckBesc	hreibung. 230, 233, 230 \lifunktionaleAbhaengigkeiten
\lichtlefty \lichtlefty \frac{607}{\lichtlefty \lichtlefty \frac{556}{608}} \\ \lichtlefty \lichtlefty \frac{556}{608}} \\ \lichtlefty \lichtlefty \frac{681}{701} \\ \lichtlefty \lichtlefty \frac{681}{701} \\ \lichtlefty \frac{681}{701} \\ \lichtlefty \frac{681}{701} \\ \lichtlefty \frac{674}{719} \\ \lichtlefty \frac{674}{1107} \\ \lichtlefty \frac{677}{1107} \\ \lichtlefty \frac{657}{660} \\ \lichtlefty \frac{662}{662} \\ \lichtlefty \frac{665}{1107} \\ \lichtlefty \frac{665}{1007} \\ \lichtlefty \frac{1933}{1007} \\ \lichtlefty \frac{1171}{1007} \\ \lichtlefty \frac{1171}{1007} \\ \lichtlefty \frac{665}{1007} \\ \lichtlefty \frac{665}{1007} \\ \lichtlefty \frac{1171}{1007} \\ \lichtlefty \f	\liEntwurfsEinzelstueckBesc	hreibung. 230, 233, 230 \lifunktionaleAbhaengigkeiten

\liJavaDatei 747, <u>2885</u>	\liPetriErreichKnotenDrei	\liSortierPfeil 2761
\liJavaExamen 2905	2465	\liSortierPfeilUnten 2764
\liJavaTestDatei 2895	\liPetriErreichTransition	$\label{lispattenumbruch} \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \$
liKasten (environment) $\frac{1}{1417}$	2462	\liSqlCode 2928
\liKellerAutomat 107	\liPetriSetzeSchluessel	\listen@punkt 1990, 2002
\liKellerKante 145		_
	\liPetriTransitionsName	\listrich <u>1698</u>
\liKellerUebergang		\liSyntheseErklaerung
\liKontrollCode $\underline{1836}$	\liPetriTransitionsNameOhne	MarisyntheseUeberErklaerung
liKontrollflussgraph	2454, 2457, 2459	3030
(environment) $\underline{1824}$	\liPetriTransPfeile 2466	\liSyntheseUeberschrift
\liKontrollKnotenPfad	\liPolynomiellReduzierbar	2951, 3031
	$\dots \dots \dots \dots \underline{1716}$	\liT <u>2081</u> , 2096, 2110, 2174
\liKontrollTextzeileKnoten	\liPotenzmenge	\liTeilen 2308
1837, 1842	$\dots \underline{1295}, 1299, 2477$	\literatur 1865, 1889
\liKurzeTabellenLinie 729	\liPotenzmengeOhneMathe	\liTheta 2051,
\liLadeAllePakete	\dots 1296, 1297, 1298	2102, 2134, 2140, 2145
	\liPrimaer 2726	\liThetaOhneMathe
\liLadePakete 59,	\liProblemBeschreibung	
62, <u>229</u> , 234, 555,		2051, 2056, 2058
616, 1285, 1515,	\liProblemClique 1723	\liTOhneMathe
1597, 1696, 2223,	\liProblemName	2081, 2090, 2092
2303, 2471, 2840, 2949	1699, 1706,	\liTuringKante $\underline{208}$
\liLatexCode 2877	1718, 1720, 1733,	\liTuringLeerzeichen
		$$ $\underline{164}$, 172
\liLeereZelle <u>2261</u>	1744, 1745, 1753, 1754	\liTuringMaschine 165
liLernkartei (environ-	\liProblemSat 1752	\liTuringUeberfuehrung
ment) $\dots \dots 2010$	\liProblemSubsetSum .	
\liLinksReduktion 2328		\liTuringUebergaenge
\liLinksReduktionInline	\liProblemVertexCover	203, 209
2337, 2345	$\dots \dots \underline{1723}, \underline{1731}$	\liTuringUebergangZelle
$\label{limasterExkurs} 111MasterExkurs 2192$	\liProduktionen $\underline{1334}$, $\underline{1376}$	
\liMasterFaelle $\frac{2131}{1}$, $\frac{2199}{1}$	${ t liProduktions Regeln}$	\liTypoUeberGROSS 3081
$\label{limits} \$	(environment) $\underline{1324}$	\liTypoUeberGross
	${ t liProjektSprache}$ (envi-	
\liMasterVariablen	ronment) \dots $\underline{1932}$	
2108 , 2194	\liPseudoUeberschrift	\liTypoUeberschrift <u>3069</u> , <u>3078</u> , <u>3084</u>
\liMasterVariablenDeklarati	on	
	1965, 1966, 2271,	\liUeberfuehrungsFunktion
$\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ $	2281, 3142, 3150, 3158	
\liMenge \dots 76 , 77 , 79 ,	\liPumpingKontextfrei	\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe
118, 119, 120, 124,	2523	1300, 1303, 1305
176, 177, 178, 182,	$\label{lipumpingRegulaer} \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \$	liUebergangsTabelle
1286, 1335, 1374, 1375	liQuellen (environment)	(environment) $\underline{2269}$
\liMengeOhneMathe	<u>1990</u>	\liVeberschriftDreiecksTabelle
1286, 1289, 1291	\liRechtsReduktionInline	
\liMetaSetze	2345	\liUmlLeserichtung . $\frac{3109}{}$
36, 48, 1549, 1639	\liRekursionsGleichung	\liVertauschen 2755
\liMinimierungErklaerung	2095, 2158	\liWortInSprache 730
	\liRelation 2375	\liWortNichtInSprache 735
\liMinispracheDatei 2920	liRelationenSchemaFormat	\liWpEquivalent 3212
\linespread 2735	(environment) 2748	\liWpErklaerung 3215
\linichtsZuTun 3047	\liRelationMenge 2742	\liWpErklaerungVerzweigung
\li0	\liRichtig 548	
\liOmega 2061, 2005	liRmodell (environment)	\liWpKalkuel 3192
		_
\liOmegaOhneMathe	\liPundoVlammor	\liWpKalkuelOhneMathe 3192, 3197,
2061, 2066, 2068	\liRundeKlammer	3199, 3231, 3233, 3235
\li0Notation0 2391	2048, 2052, 2062,	
\li00hneMathe	2072, 2086, <u>2388</u> , 2392	\liZustandsBuchstabe
2071, 2076, 2078	\liSetzeExamenTeilaufgabeNr	
\liParagraphMitLinien		1319, 1321, 1339, 1341
604, 689,	\liSetzeExamenThemaNr	\liZustandsBuchstabeGross
707, 2285, 3027,		1311, 1320, 1322
3048, 3145, 3153, 3161	\liSortierMarkierung $\frac{2767}{}$	\liZustandsmenge $\underline{1298}$

\liZustandsmengeNr	1474, 1512, 1594,	1532, 1536, 1539,
1312, 2486	1692, 1764, 1847,	1552, 1559, 1570,
\liZustandsmengeNrGross	1863, 1869, 1891,	1586, 1589, 1648,
	2044, 2207, 2220,	1652, 1659, 1661,
	2299, 2382, 2402,	1666, 1670, 1674,
\liZustandsMengenSammlung		
<u>2473</u>	2468, 2493, 2498,	1912, 1918, 1924,
\liZustandsMengenSammlungNr		1984, 2006, 2015,
$\dots \dots \dots \underline{2482}$	2750, 2831, 2838,	2667, 2689, 2704,
\liZustandsmengeOhneMathe	2845, 2850, 2930,	2745, 3031, 3055,
	2945, 3036, 3040,	3059, 3067, 3220, 3226
$\label{lizustandsname} 1321$	3089, 3131, 3168, 3188	\paragraph 1404
\liZustandsnameGross	\neg 3235	\parindent 2736
1322, 2474, 2483	\negthinspace 2049, 2389	\path 99, 146, 209, 646
\liZustandsnameTiefgestellt		\pgfkeys 2418, 3112,
	\NewDocumentCommand .	3113, 3114, 3115,
\liZustandsPaar 2263	67, 108,	
\liZustandsPaarVariablenNam		3116, 3119, 3122, 3124
		\pgfmath@count
<u>2262</u> , 2265, 2266	618, 635, 674, 681,	\dots 2789, 2791, 2793
\lap 2715	730, 735, 1345,	\pgfmath@smuggleone 2794
\log 2099,	1367, 1716, 1839,	\pgfmathdeclarefunction
2102, 2105, 2134, 2140	1867, 2032, 2036,	2788
\loop 2548	2364, 2375, 2462,	\pgfmathint 2789
\lor 3234	2885, 2895, 2905,	\pgfmathparse
\ltimes 2210	2917, 2920, 2924, 3109	
	\NewDocumentEnvironment	1486, 2806,
\mathbf{M}	1324, 1417, 1472,	2811, 2814, 2828, 2829
\makeatletter 2787	1824, 1932, 1933,	\pgfmathresult
\makeatother 2795	1934, 1961, 1969,	$\dots 1487, 2789,$
\marginpar	1991, 2010, 2020,	2790, 2792, 2794,
0 1		2807, 2815, 2828, 2829
1255, 1261, 1267, 1907	2270, 2320, 2730, 2748	\pgfutil@empty 2790
\mathbb 1754, 2535, 3154	\newlength 3215	\pgfutil@loop 2791
\mathbin . 2717, 2718, 2719	\node 631, 1832,	\pgfutil@repeat 2794
\mathcal	1837, 2588, 2593,	\preceq 1719
9079 9909 9005		
2072, 2392, 3005,	2598, 2604, 2610,	
3010, 3012, 3013, 3014	2598, 2604, 2610, 2616, 2767, 2812, 3126	\prime 1698
		\prime 1698 \printbibliography . 1889
$3010,\ 3012,\ 3013,\ 3014 \\ \verb \Mathe \dots \dots \dots \ \underline{3209}$	$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	\prime
$\begin{array}{c} 3010,\ 3012,\ 3013,\ 3014 \\ \verb \Mathe \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \frac{3209}{3210},\ 3213 \\ \end{aligned}$	2616, 2767, 2812, 3126 \noexpand \ldots 2676, 2677, 2678, 2697, 2812	\prime 1698 \printbibliography . 1889 \ProvidesPackage 2, 15, 33,
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	2616, 2767, 2812, 3126 \noexpand 2676, 2677, 2678, 2697, 2812 \noindent 429,	\prime
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	2616, 2767, 2812, 3126 \noexpand \ldots 2676, 2677, 2678, 2697, 2812 \noindent \ldots 429, 732, 737, 1537,	\prime 1698 \printbibliography . 1889 \ProvidesPackage 2, 15, 33,
$\begin{array}{c} 3010,\ 3012,\ 3013,\ 3014 \\ \verb Mathe \dots \dots$	2616, 2767, 2812, 3126 \noexpand \ldots 2676, 2677, 2678, 2697, 2812 \noindent \ldots 429, 732, 737, 1537, 1551, 1556, 1563,	\prime 1698 \printbibliography . 1889 \ProvidesPackage 2, 15, 33, 58, 226, 484, 545, 552, 614, 727, 742,
3010, 3012, 3013, 3014 \Mathe 3209 \MatheEnv 3202, 3210, 3213 \mathord 2217, 2218 \mdfsetup 1416,	$\begin{array}{c} 2616, 2767, 2812, 3126 \\ \verb noexpand $	\prime 1698 \printbibliography . 1889 \ProvidesPackage 2, 15, 33, 58, 226, 484, 545, 552, 614, 727, 742, 1243, 1279, 1392,
3010, 3012, 3013, 3014 \Mathe	$\begin{array}{c} 2616, 2767, 2812, 3126 \\ \verb noexpand $	\prime 1698 \printbibliography . 1889 \ProvidesPackage 2, 15, 33, 58, 226, 484, 545, 552, 614, 727, 742, 1243, 1279, 1392, 1432, 1441, 1446,
3010, 3012, 3013, 3014 \Mathe	$\begin{array}{c} 2616,2767,2812,3126 \\ \verb noexpand $	\prime 1698 \printbibliography . 1889 \ProvidesPackage 2, 15, 33, 58, 226, 484, 545, 552, 614, 727, 742, 1243, 1279, 1392, 1432, 1441, 1446, 1475, 1513, 1595,
$\begin{array}{c} 3010,\ 3012,\ 3013,\ 3014 \\ \verb \mathe & .$	$\begin{array}{c} 2616,2767,2812,3126 \\ \verb noexpand $	\prime 1698 \printbibliography . 1889 \ProvidesPackage 2, 15, 33, 58, 226, 484, 545, 552, 614, 727, 742, 1243, 1279, 1392, 1432, 1441, 1446, 1475, 1513, 1595, 1693, 1765, 1848,
$\begin{array}{c} 3010,\ 3012,\ 3013,\ 3014 \\ \verb Mathe \dots \dots \dots \dots 3209 \\ \verb MatheEnv & 3202,\ 3210,\ 3213 \\ \verb mathord \dots \dots 2217,\ 2218 \\ \verb Mdfsetup \dots \dots 1416, \\ & 1939,\ 1943,\ 1947,\ 1951 \\ \verb Medskip \dots \dots 1554, \\ & 1561,\ 1708,\ 1916, \\ & 1926,\ 1928,\ 2000, \\ & 2028,\ 2733,\ 2739, \\ & 3056,\ 3060,\ 3203,\ 3207 \\ \end{array}$	$\begin{array}{c} 2616,2767,2812,3126 \\ \verb noexpand $	\prime 1698 \printbibliography . 1889 \ProvidesPackage 2, 15, 33, 58, 226, 484, 545, 552, 614, 727, 742, 1243, 1279, 1392, 1432, 1441, 1446, 1475, 1513, 1595, 1693, 1765, 1848, 1864, 1870, 1892,
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c} 2616,2767,2812,3126 \\ \verb noexpand $	\prime
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c} 2616,2767,2812,3126 \\ \verb noexpand $	\prime 1698 \printbibliography . 1889 \ProvidesPackage 2, 15, 33, 58, 226, 484, 545, 552, 614, 727, 742, 1243, 1279, 1392, 1432, 1441, 1446, 1475, 1513, 1595, 1693, 1765, 1848, 1864, 1870, 1892, 2045, 2208, 2221, 2300, 2383, 2403,
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c} 2616,2767,2812,3126 \\ \verb noexpand $	\prime 1698 \printbibliography . 1889 \ProvidesPackage 2, 15, 33, 58, 226, 484, 545, 552, 614, 727, 742, 1243, 1279, 1392, 1432, 1441, 1446, 1475, 1513, 1595, 1693, 1765, 1848, 1864, 1870, 1892, 2045, 2208, 2221, 2300, 2383, 2403, 2469, 2494, 2499,
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$\begin{array}{c} 2616,2767,2812,3126 \\ \verb noexpand $	\prime
$\begin{array}{r} 3010,\ 3012,\ 3013,\ 3014 \\ \verb Mathe $	2616, 2767, 2812, 3126 \noexpand 2676,	\prime
$\begin{array}{rclccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	2616, 2767, 2812, 3126 \noexpand 2676,	\prime
$\begin{array}{c} 3010,\ 3012,\ 3013,\ 3014 \\ \verb Mathe $	2616, 2767, 2812, 3126 \noexpand \ldots 2676, 2677, 2678, 2697, 2812 \noindent \ldots 429, 732, 737, 1537, 1551, 1556, 1563, 1579, 1586, 1589, 1913, 1925, 1929, 1955, 1983, 1985, 1998, 2014, 2016, 2024, 2196, 2249, 2252, 2255, 2258, 2743, 3049, 3061, 3221 \nolinkurl \ldots 2882 \normalsize \ldots 1404 \notin \ldots 738	\prime
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	2616, 2767, 2812, 3126 \noexpand \ldots 2676, 2677, 2678, 2697, 2812 \noindent \ldots 429, 732, 737, 1537, 1551, 1556, 1563, 1579, 1586, 1589, 1913, 1925, 1929, 1955, 1983, 1985, 1998, 2014, 2016, 2024, 2196, 2249, 2252, 2255, 2258, 2743, 3049, 3061, 3221 \nolinkurl \ldots 2882 \normalsize \ldots 1404 \notin \ldots 738	\prime
3010, 3012, 3013, 3014 \Mathe	2616, 2767, 2812, 3126 \noexpand 2676,	\prime
3010, 3012, 3013, 3014 \Mathe	2616, 2767, 2812, 3126 \noexpand \ldots 2676, 2678, 2697, 2812 \noindent \ldots 429, 732, 737, 1537, 1551, 1556, 1563, 1579, 1586, 1589, 1913, 1925, 1929, 1955, 1983, 1985, 1998, 2014, 2016, 2024, 2196, 2249, 2252, 2255, 2258, 2743, 3049, 3061, 3221 \nolinkurl \ldots 2882 \normalsize \ldots 1404 \notin \ldots 738 \null \ldots 3054	\prime
3010, 3012, 3013, 3014 \Mathe	2616, 2767, 2812, 3126 \noexpand \ldots 2676, 2678, 2697, 2812 \noindent \ldots 429, 732, 737, 1537, 1551, 1556, 1563, 1579, 1586, 1589, 1913, 1925, 1929, 1955, 1983, 1985, 1998, 2014, 2016, 2024, 2196, 2249, 2252, 2255, 2258, 2743, 3049, 3061, 3221 \nolinkurl \ldots 2882 \normalsize \ldots 1404 \notin \ldots 738 \null \ldots 3054 O \(\cdot \ldots 2391, 2396, 2398 \)	\prime
3010, 3012, 3013, 3014 \Mathe	2616, 2767, 2812, 3126 \noexpand \ldots 2676, 2678, 2697, 2812 \noindent \ldots 429, 732, 737, 1537, 1551, 1556, 1563, 1579, 1586, 1589, 1913, 1925, 1929, 1955, 1983, 1985, 1998, 2014, 2016, 2024, 2196, 2249, 2252, 2255, 2258, 2743, 3049, 3061, 3221 \nolinkurl \ldots 2882 \normalsize \ldots 1404 \notin \ldots 738 \null \ldots 3054 O \(\cdot \ldots 2391, 2396, 2398 \) \(\cdot \cdot \ldots 2714, 2717, 2718, 2719 \)	\prime
3010, 3012, 3013, 3014 \Mathe	2616, 2767, 2812, 3126 \noexpand \ldots 2676, 2678, 2697, 2812 \noindent \ldots 429, 732, 737, 1537, 1551, 1556, 1563, 1579, 1586, 1589, 1913, 1925, 1929, 1955, 1983, 1985, 1998, 2014, 2016, 2024, 2196, 2249, 2252, 2255, 2258, 2743, 3049, 3061, 3221 \nolinkurl \ldots 2882 \normalsize \ldots 1404 \notin \ldots 738 \null \ldots 3054 O \(\cdot \ldots 2391, 2396, 2398 \) \(\cdot \cdot \ldots 2714, 2717, 2718, 2719 \) \(\cdot \ldots 2672 \ldots 2626 \)	\prime
3010, 3012, 3013, 3014 \Mathe	2616, 2767, 2812, 3126 \noexpand \ldots 2676, 2678, 2697, 2812 \noindent \ldots 429, 732, 737, 1537, 1551, 1556, 1563, 1579, 1586, 1589, 1913, 1925, 1929, 1955, 1983, 1985, 1998, 2014, 2016, 2024, 2196, 2249, 2252, 2255, 2258, 2743, 3049, 3061, 3221 \nolinkurl \ldots 2882 \normalsize \ldots 1404 \notin \ldots 738 \null \ldots 3054 O \(\ldots 2391, 2396, 2398 \) \(\ldots \ldots 2714, 2717, 2718, 2719 \) \(\ldots \ldots 2505, 2525, 2526 \)	\prime
3010, 3012, 3013, 3014 \Mathe	2616, 2767, 2812, 3126 \noexpand \ldots 2676, 2678, 2697, 2812 \noindent \ldots 429, 732, 737, 1537, 1551, 1556, 1563, 1579, 1586, 1589, 1913, 1925, 1929, 1955, 1983, 1985, 1998, 2014, 2016, 2024, 2196, 2249, 2252, 2255, 2258, 2743, 3049, 3061, 3221 \nolinkurl \ldots 2882 \normalsize \ldots 1404 \notin \ldots 738 \null \ldots 3054 O \(\cdot \ldots 2391, 2396, 2398 \) \(\cdot \cdot \ldots 2714, 2717, 2718, 2719 \) \(\cdot \ldots 2672 \ldots 2626 \)	\prime
3010, 3012, 3013, 3014 \Mathe	2616, 2767, 2812, 3126 \noexpand \ldots 2676, 2677, 2678, 2697, 2812 \noindent \ldots 429, 732, 737, 1537, 1551, 1556, 1563, 1579, 1586, 1589, 1913, 1925, 1929, 1955, 1983, 1985, 1998, 2014, 2016, 2024, 2196, 2249, 2252, 2255, 2258, 2743, 3049, 3061, 3221 \nolinkurl \ldots 2882 \normalsize \ldots 1404 \notin \ldots 738 \null \ldots 3054 O \(\ldots 2391, 2396, 2398 \) \(\ldots \ldots 2504, 2505, 2525, 2526 \) \(\ldots \ldots 2625 \)	\prime
3010, 3012, 3013, 3014 \Mathe	2616, 2767, 2812, 3126 \noexpand \ldots 2676, 2677, 2678, 2697, 2812 \noindent \ldots 429, 732, 737, 1537, 1551, 1556, 1563, 1579, 1586, 1589, 1913, 1925, 1929, 1955, 1983, 1985, 1998, 2014, 2016, 2024, 2196, 2249, 2252, 2255, 2258, 2743, 3049, 3061, 3221 \nolinkurl \ldots 2882 \normalsize \ldots 1404 \notin \ldots 738 \null \ldots 3054 O \(\ldots 2391, 2396, 2398 \) \(\ldots \ldots 2504, 2505, 2525, 2526 \) \(\ldots \ldots 2625 \)	\prime
3010, 3012, 3013, 3014 \Mathe	2616, 2767, 2812, 3126 \noexpand \ldots 2676, 2677, 2678, 2697, 2812 \noindent \ldots 429, 732, 737, 1537, 1551, 1556, 1563, 1579, 1586, 1589, 1913, 1925, 1929, 1955, 1983, 1985, 1998, 2014, 2016, 2024, 2196, 2249, 2252, 2255, 2258, 2743, 3049, 3061, 3221 \nolinkurl \ldots 2882 \normalsize \ldots 1404 \notin \ldots 738 \null \ldots 3054 O \(\ldots 2391, 2396, 2398 \) \(\ldots 0 \ldots 2504, 2505, 2525, 2526 \) \(\ldots \ldots 2625 \) \(\ldots 2625 \) \	\prime
3010, 3012, 3013, 3014 \Mathe	2616, 2767, 2812, 3126 \noexpand \ldots 2676, 2677, 2678, 2697, 2812 \noindent \ldots 429, 732, 737, 1537, 1551, 1556, 1563, 1579, 1586, 1589, 1913, 1925, 1929, 1955, 1983, 1985, 1998, 2014, 2016, 2024, 2196, 2249, 2252, 2255, 2258, 2743, 3049, 3061, 3221 \nolinkurl \ldots 2882 \normalsize \ldots 1404 \notin \ldots 738 \null \ldots 3054 O \(\cdot \ldots 2391, 2396, 2398 \) \(\cdot \ldots 2714, 2717, 2718, 2719 \) \(\ldot \ldots 2505, 2525, 2526 \) \(\cdot \ldots 2625 \) \(\cdot \ldots 2505, 2525, 2526 \) \(\cdot \ldots 2625 \) \(\cdot \ldot \ldots 2625 \) \(\cdot \ldot \ldot 2625 \) \(\cdot \ldot 2625 \ldot 2625 \ldot 2625 \ldot 2625 \ldot 2625 \) \(\cdot \ldot 2625 \ldot	\prime
3010, 3012, 3013, 3014 \Mathe	2616, 2767, 2812, 3126 \noexpand \ldots 2676, 2677, 2678, 2697, 2812 \noindent \ldots 429, 732, 737, 1537, 1551, 1556, 1563, 1579, 1586, 1589, 1913, 1925, 1929, 1955, 1983, 1985, 1998, 2014, 2016, 2024, 2196, 2249, 2252, 2255, 2258, 2743, 3049, 3061, 3221 \nolinkurl \ldots 2882 \normalsize \ldots 1404 \notin \ldots 738 \null \ldots 3054 O \(\ldots 2391, 2396, 2398 \) \(\ldots 0 \ldots 2504, 2505, 2525, 2526 \) \(\ldots \ldots 2625 \) \(\ldots 2625 \) \	\prime

\QS@sort@a	\RIGHTarrow 3111, 3116	\square 549
2622, 2655, 2676, 2677	\Rightarrow 733, 738	\stepcounter 2588, 2593,
\QS@sort@b 2622, 2623	\rightarrow 212,	2598, 2601, 2603,
\QS@sort@c 2626, 2633	572, 577, 585, 589,	2607, 2609, 2613, 2615
\QS@sort@d 2634, 2642	591, 592, 594, 649,	\stichwoerter 1528, 1564
\QS@sort@empty . 2624 , 2629	657, 2466, 2976,	\str 361, 560, 569, 1936,
\QS@sort@single 2625, 2630	2983, 2985, 2988,	2478, 2487, 2955, 2968
\QSinitialize	2993, 2998, 2999, 3004	\string 2331, 2341
2547, 2659, 2694	\rightouterjoin 2718	\StrSubstitute . 2808, 2810
\QSIr . 2630, 2636, 2644,	\Roman 1412	\strut 2156, 2160,
		2164, 2168, 2172, 2836
2664, 2678, 2683, 2686	\roman 1412, 1414	
\QSIrr 2665, 2678, 2679, 2687	\romannumeral 2634	\subsection 1619
\QSLr 2636,	\rtimes 2210	\subseteq 2979, 3012, 3019
2643, 2654, 2655,	\rule 1538,	\subsubsection 1640
2663, 2676, 2681, 2685	2667, 2689, 2704, 2715	
\QSpivotStep		${f T}$
2549, 2659, 2663, 2674	\mathbf{S}	\tableofcontents
\QSr 2636	\sb	1687, 1903
•		\TeX 1587
\QSRr 2645,	84, 113, 171, 584,	•
2666, 2677, 2682,	585, 589, 592, 593,	\text 82, 84,
2688, 2697, 2698, 2699	594, 676, 678, 683,	187, 2311, 3140, 3193
\QSsortStep	685, 1339, 1341,	textbf $696, 714,$
$255\overline{1}, 2659, 2675, 2676$	2099, 2102, 2105,	1250, 1530, 1724,
2227	2134, 2140, 2289,	1733, 1744, 1753,
,4	2454, 2463, 2998,	1914, 1927, 1956,
R	2999, 3000, 3005,	1984, 1999, 2015, 2274
\raisebox 1837	3009, 3010, 3013,	\textcolor 1836, 3139
\relax 1902,	3014, 3017, 3018, 3019	\textit 1090, 1132,
2636, 2679, 2681,	\scriptscriptstyle	1133, 1134, 1135,
2682, 2683, 2791, 2793	649, 657, 665	1543, 2025, 2319, 2379
\renewcommand	\scriptsize \dots 1358,	\textsc 1699
1407, 1408, 1409,	1777, 1784, 1790,	\textsf 1914, 1999
1410, 1413, 1414,	1852, 1853, 1856,	\textstyle 2119, 2151
1428, 1429, 1682,	1857, 3140, 3193, 3223	\texttt 1273, 1699, 1833,
1686, 1858, 1859, 2269	\section 52, 1606, 1615	1834, 1835, 1836, 3193
\repeat 2552	\sectionbreak 1607	\textwidth 1538, 1860
-	\seq . 1841, 1842, 1843,	\thematik 1541, 1558
\RequirePackage	- · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
4, 60, 163,	1993, 1994, 1995, 2002	\thepage 1426, 1855
227, 231, 480, 486,	\setbox 2714	\theparagraph 1404
487, 547, 615, 744,	\setcounter 1405 , 1608 ,	\thesection 1606
745, 1245, 1247,	1642, 2668, 2690, 2704	\Theta 2052
1248, 1284, 1393,	\setganttlinklabel	\thinspace 3193
1394, 1397, 1399,	1435, 1436, 1437, 1438	\tikz 1837
1401, 1406, 1415,	\setlength 1680,	tikz: bbaum 26
1422, 1433, 1434,	1681, 1683, 1860,	tikz: li binaer baum 24
1443, 1447, 1448,	2736, 3217, 3218, 3228	\tikzchildnode 504
1449, 1477, 1478,	\setmainfont 1395	\tikzparentnode 504
1526, 1605, 1610,		-
	\setmainlanguage 481	\tikzset 101,
1611, 1643, 1697,	\setminted 2870, 2871	148, 214, 489, 515,
1766, 1866, 1871,	\setminus 2349	1451, 1768, 2444,
1872, 1888, 1895,	\setsansfont 1396	2570, 2774, 2935, 3171
1896, 1897, 2047,	\setul 2727	\tikzumlset 3099
2211, 2212, 2385,	\sffamily 559,	\times 212
2386, 2387, 2404,	1402, 1404, 1506,	\tiny . 1256, 1262, 1268,
2406, 2496, 2556,	1606, 1657, 2954, 3071	1578, 1836, 1907, 2880
2558, 2710, 2711,	\shoveleft 2329	\titleformat
2712, 2725, 2753,	\shoveright 2333	1402, 1404, 1606
	G	
2784, 2835, 2841,	\Sigma 69, 110,	\titlespacing 1403
2848, 2853, 2864,	168, 1308, 1309, 1369	\tl 39, 68, 69,
2865, 2933, 3038,	\sigma 582, 584, 585	70, 71, 72, 73, 76,
3045, 3093, 3094,		
	\SLASH <u>1908</u>	77, 78, 79, 80, 82,
3096, 3097, 3135,	\small 2023	77, 78, 79, 80, 82, 84, 109, 110, 111,
3096, 3097, 3135, 3136, 3137, 3170, 3190		
	\small 2023	84, 109, 110, 111,

640, 641, 1347,	122, 123, 124, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 303, 307, 334, 338, 339, 340, 343, 348, 349, 350, 362, 371, 406, 409, 412, 420, 421, 422, 423, 434, 440, 443, 446, 462, 469, 619, 622, 627, 628, 636, 637,	\TmpTransitionThree	941, 942, 966, 967, 1145, 1146, 1183, 1184 \umlVHVreal 935, 936, 1206, 1207 \UParrow 3113 \url 463, 2033 \usemintedstyle 2867 \usetikzlibrary 61, 488, 1246, 1450, 1767, 2405, 2713, 2754, 2785, 3098, 3186
1368, 1369, 1370, 1371, 1374, 1375, 1374, 1375, 1374, 1375, 1374, 1375, 1376, 1377, 1529, 1376, 1377, 1529, 1542, 1614, 1618, 1622, 1629, 1632, 2082 1629, 1632, 2082 1629, 1632, 2082 1638, 1083, 1084, 1035, 1668, 1672, 1654, 1655, 2836 1668, 1672, 1654, 1656, 1664, 1668, 1672, 1682, 1629, 1632, 2082 1136, 1137, 1138, 1668, 1672, 1682, 17mpPlaceEight 2426 1038, 1089, 1092, 17mpPlaceFive 2423 1131, 1137, 1138, 1668, 1672, 1682, 17mpPlaceFour 2422 1156, 1157, 1158, 1970, 1988, 3063, 3065 17mpPlaceOne 2419 1201, 1202, 1203, 1204 X TmpPlaceSeven 2425 1179, 1180, 1181, 17mpPlaceSeven 2425 1179, 1180, 1181, 17mpPlaceTive 2428 878, 944, 1147 17mpPlaceTive 2428 878, 944, 1147 17mpPlaceTive 2420 11mlinherit 817, 1188, 1189,		55 5	\mathbf{v}
1376, 1377, 1529,		\umlclass	\value 2550
1542, 1614, 1618, 1622, 1629, 1632, 2082 933, 938, 939, 968, \(\text{vfill 1576}, 1654, 1685, 2836 \) \\ \text{tmp} \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	1371, 1374, 1375,	756, 760, 764, 811,	\varepsilon 561 ,
1622, 1629, 1632, 2082	1376, 1377, 1529,	812, 813, 860, 865,	
\tmp	1542, 1614, 1618,	870, 873, 931, 932,	2099, 2105, 2137, 2148
TmpPlaceEight	1622, 1629, 1632, 2082	933, 938, 939, 968,	
TmpPlaceFive	•		\vrule 3050, 3054
\text{TmpPlaceFour} & 2422 & 1156, 1157, 1158, & 1970, 1988, 3063, 3065 \ \text{TmpPlaceNine} & 2427 & 1179, 1180, 1181, \ \text{TmpPlaceOne} & 2419 & 1201, 1202, 1203, 1204 & X \ \text{TmpPlaceSeven} & 2425 & \text{umldep} & 1097 & \text{xappto} & 2812, 2818, 2822 \\ \text{TmpPlaceSix} & 2424 & \text{umlHVHaggreg} & \text{xdef} & 1480 \\ \text{TmpPlaceTen} & 2428 & \text{878, 944, 1147} & \text{xintApply} & \text{2638} \\ \text{TmpPlaceThree} & 2421 & \text{umlinherit} & 817, \\ \text{TmpPlaceTwo} & 2420 & 868, 1042, 1087, 1095 & 2637, 2643, 2644, 2645 \\ \text{TmpPransitionEight} & \text{umlreal} & 815, 876 & \text{xintFor} & \\ \text{TmpTransitionFive} & \text{771, 772, 773,} & 2602, 2608, 2614, 2655 \\ \text{TmpTransitionFour} & 810, 963, 964, 965, & \\ \text{TmpTransitionNine} & \text{umluniaggreg} & 1040 & \text{xintiffor} & 2647 \\ \text{TmpTransitionOne} & \text{umluniaggreg} & 1040 & \text{xintifleq} & 2648 \\ \text{TmpTransitionSeven} & \text{2418, 2435} & \text{umluniassoc} & \text{791, 816, 1041,} & \text{xintthelt} & 2639 \\ \text{TmpTransitionSix} & \text{umlVHVdep} & 785, & \text{ZB} & \text{2000} & \text{2000} \\ \text{2413, 2434} & 786, 788, 789, 972, 973 & \text{ZB} & \text{2040} \\ \text{2413, 2434} & 786, 788, 789, 972, 973 & \text{ZB} & \text{2030} \\ \text{203}			
TmpPlaceNine	_		
TmpPlaceOne	-		1970, 1988, 3063, 3065
\TmpPlaceSeven 2425 \umldep 1097 \xappto 2812, 2818, 2822 \TmpPlaceSix 2424 \umlHVHaggreg \xdef 1480 \TmpPlaceTen 2428	\TmpPlaceNine 2427	1179, 1180, 1181,	
\text{TmpPlaceSix} & 2424 \text{vmlHVHaggreg} & \text{xdef} & 1480 \\ \text{TmpPlaceTen} & 2428 & \text{878, 944, 1147} & \text{xintApply} & 2638 \\ \text{TmpPlaceThree} & 2421 & \text{vmlinherit} & 817, & \text{xintApplyUnbraced} & \text{2645} \\ \text{TmpPlaceTwo} & 2420 & 868, 1042, 1087, 1095 & 2637, 2643, 2644, 2645 \\ \text{TmpScale} & 2439 & \text{vmlnote} & 819, 1044, 1211 & \text{xintCSVtoList} & 2697 \\ \text{TmpTransitionEight} & \text{vmlreal} & 815, 876 & \text{xintFor} & \text{2587, 2592, 2597,} \\ \text{TmpTransitionFive} & \text{771, 772, 773,} & 2602, 2608, 2614, 2655 \\ \text{TmpTransitionFour} & 810, 963, 964, 965, & \text{xintifForLast} & \text{2648} \\ \text{TmpTransitionNine} & \text{vmlstatic} & 970, 1004 & \text{xintifGt} & 2649 \\ \text{TmpTransitionOne} & \text{vmluniassoc} & \text{xintifLt} & 2647 \\ \text{TmpTransitionSeven} & 1165, 1166, 1185, 1186 & \text{vintthelt} & 2634 \\ \text{TmpTransitionSix} & \text{vmlVHuniassoc} & 792, 793 & \text{ZB} & 2040 \\ \text{VZB} & 2039 \\ \text{VmpTransitionSix} & \text{VmlVHupiassoc} & 792, 973 & \text{VZB} & 2040 \\ \text{VZB} & 2039 \\\			
\text{TmpPlaceTen}	-		
\text{TmpPlaceThree} & 2421	\TmpPlaceSeven 2425	\umldep 1097	\xappto 2812, 2818, 2822
\text{TmpPlaceTwo} & 2420 & 868, 1042, 1087, 1095 & 2637, 2643, 2644, 2645 \ \text{TmpScale} & 2439 & \umlnote & 819, 1044, 1211 & \xintCSVtoList & 2697 \ \text{TmpTransitionEight} & \umlreal & 815, 876 & \xintFor & \text{ \text{ \chinchem constraints}} & \text{ \text{ \text{ \chinchem constraints}}} & \text{ \text{ \text{ \text{ \text{ \chinchem constraints}}}} & \text{ \text{ \text{ \text{ \text{ \chinchem constraints}}}} & \text{ \text{ \text{ \text{ \text{ \text{ \chinchem constraints}}}}} & \text{ \t	$\label{tempPlaceSeven} $$\operatorname{TmpPlaceSeven} \dots 2425$$	\umldep 1097 \umlHVHaggreg	\xappto 2812, 2818, 2822 \xdef 1480
\text{TmpScale} & 2439	\TmpPlaceSeven 2425 \TmpPlaceSix 2424 \TmpPlaceTen 2428	\umldep 1097 \umlHVHaggreg 878, 944, 1147	\mappto 2812, 2818, 2822 \mappto 1480 \mappto 2638
\text{TmpTransitionEight} \ \umbrackleft \ \umbra	$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	\umldep 1097 \umlHVHaggreg 878, 944, 1147 \umlinherit 817,	\xappto 2812, 2818, 2822 \xdef 1480 \xintApply 2638 \xintApplyUnbraced
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	\TmpPlaceSeven 2425 \TmpPlaceSix 2424 \TmpPlaceTen 2428 \TmpPlaceThree 2421 \TmpPlaceTwo 2420	\umldep 1097 \umlHVHaggreg 878, 944, 1147 \umlinherit 817, 868, 1042, 1087, 1095	\xappto 2812, 2818, 2822 \xdef 1480 \xintApply 2638 \xintApplyUnbraced
$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	\TmpPlaceSeven	\umldep 1097 \umlHVHaggreg 878, 944, 1147 \umlinherit 817, 868, 1042, 1087, 1095 \umlnote 819, 1044, 1211	\xappto . 2812, 2818, 2822 \xdef 1480 \xintApply 2638 \xintApplyUnbraced
	\text{TmpPlaceSeven} 2425 \text{TmpPlaceSix} 2424 \text{TmpPlaceTen} 2428 \text{TmpPlaceThree} 2421 \text{TmpPlaceTwo} 2420 \text{TmpScale} 2439 \text{TmpTransitionEight}	\umldep 1097 \umlHVHaggreg 878, 944, 1147 \umlinherit 817, 868, 1042, 1087, 1095 \umlnote 819, 1044, 1211 \umlreal 815, 876	\xappto . 2812, 2818, 2822 \xdef 1480 \xintApply 2638 \xintApplyUnbraced
Name	\text{TmpPlaceSeven} 2425 \text{TmpPlaceSix} 2424 \text{TmpPlaceTen} 2428 \text{TmpPlaceThree} 2421 \text{TmpPlaceTwo} 2420 \text{TmpScale} 2439 \text{TmpTransitionEight} 2415, 2436	\umldep 1097 \umlHVHaggreg 878, 944, 1147 \umlinherit 817, 868, 1042, 1087, 1095 \umlnote 819, 1044, 1211 \umlreal 815, 876 \umlsimpleclass	\xappto . 2812, 2818, 2822 \xdef 1480 \xintApply 2638 \xintApplyUnbraced
	\text{TmpPlaceSeven} 2425 \text{TmpPlaceSix} 2424 \text{TmpPlaceTen} 2428 \text{TmpPlaceThree} 2421 \text{TmpPlaceTwo} 2420 \text{TmpScale} 2439 \text{TmpTransitionEight} 2415, 2436 \text{TmpTransitionFive}	\umldep 1097 \umlHVHaggreg 878, 944, 1147 \umlinherit 817, 868, 1042, 1087, 1095 \umlnote 819, 1044, 1211 \umlreal 815, 876 \umlsimpleclass 771, 772, 773,	\xappto . 2812, 2818, 2822 \xdef 1480 \xintApply 2638 \xintApplyUnbraced 2637, 2643, 2644, 2645 \xintCSVtoList 2697 \xintFor
$ \begin{array}{llllllllllllllllllllllllllllllllllll$	\text{TmpPlaceSeven} \tag{2425} \text{TmpPlaceSix} \tag{2424} \text{TmpPlaceTen} \tag{2428} \text{TmpPlaceThree} \tag{2421} \text{TmpPlaceTwo} \tag{2420} \text{TmpPlaceTwo} \tag{2439} \text{TmpTransitionEight} \tag{2415}, 2436} \text{TmpTransitionFive} \tag{2412}, 2433	\umldep 1097 \umlHVHaggreg 878, 944, 1147 \umlinherit 817,	\xappto . 2812, 2818, 2822 \xdef
	\text{TmpPlaceSeven} 2425 \text{TmpPlaceSix} 2424 \text{TmpPlaceTen} 2428 \text{TmpPlaceThree} 2421 \text{TmpPlaceTwo} 2420 \text{TmpScale} 2439 \text{TmpTransitionEight} 2415, 2436 \text{TmpTransitionFive} 2412, 2433 \text{TmpTransitionFour}	\umldep 1097 \umlHVHaggreg 878, 944, 1147 \umlinherit 817,	\xappto . 2812, 2818, 2822 \xdef
$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	\text{TmpPlaceSeven} 2425 \text{TmpPlaceSix} 2424 \text{TmpPlaceTen} 2428 \text{TmpPlaceThree} 2421 \text{TmpPlaceTwo} 2420 \text{TmpScale} 2439 \text{TmpTransitionEight} 2415 \text{TmpTransitionFive} 2412 \text{TmpTransitionFive} 2412 \text{TmpTransitionFour} 2411, 2432	\umldep	\xappto . 2812, 2818, 2822 \xdef
$ \begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	\text{TmpPlaceSeven} 2425 \text{TmpPlaceSix} 2424 \text{TmpPlaceTen} 2428 \text{TmpPlaceThree} 2421 \text{TmpPlaceTwo} 2420 \text{TmpScale} 2439 \text{TmpTransitionEight} 2415, 2436 \text{TmpTransitionFive} 2412, 2433 \text{TmpTransitionFour} 2411, 2432 \text{TmpTransitionNine}	\umldep 1097 \umlHVHaggreg 878, 944, 1147 \umlinherit 817, 868, 1042, 1087, 1095 \umlnote 819, 1044, 1211 \umlreal 815, 876 \umlsimpleclass 771, 772, 773, 777, 779, 780, 781, 810, 963, 964, 965, 1033, 1085, 1086, 1177 \umlstatic 970, 1004	\xappto . 2812, 2818, 2822 \xdef
$ \begin{array}{llllllllllllllllllllllllllllllllllll$	\text{TmpPlaceSeven} 2425 \text{TmpPlaceSix} 2424 \text{TmpPlaceTen} 2428 \text{TmpPlaceTen} 2421 \text{TmpPlaceTwo} 2420 \text{TmpPlaceTwo} 2439 \text{TmpTransitionEight} 2415, 2436 \text{TmpTransitionFive} 2412, 2433 \text{TmpTransitionFour} 2411, 2432 \text{TmpTransitionNine} 2416, 2437	\umldep 1097 \umlHVHaggreg	\xappto . 2812, 2818, 2822 \xdef
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	\text{TmpPlaceSeven} 2425 \text{TmpPlaceSix} 2424 \text{TmpPlaceTen} 2428 \text{TmpPlaceThree} 2421 \text{TmpPlaceTwo} 2420 \text{TmpPlaceTwo} 2439 \text{TmpTransitionEight} 2415, 2436 \text{TmpTransitionFive} 2412, 2433 \text{TmpTransitionFour} 2411, 2432 \text{TmpTransitionNine} 2416, 2437 \text{TmpTransitionOne}	\umldep 1097 \umlHVHaggreg 878, 944, 1147 \umlinherit 817, 868, 1042, 1087, 1095 \umlnote 819, 1044, 1211 \umlreal 815, 876 \umlsimpleclass 771, 772, 773, 777, 779, 780, 781, 810, 963, 964, 965, 1033, 1085, 1086, 1177 \umlstatic 970, 1004 \umluniaggreg 1040 \umluniassoc	\xappto . 2812, 2818, 2822 \xdef
$ \begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	\text{TmpPlaceSeven} 2425 \text{TmpPlaceSix} 2424 \text{TmpPlaceTen} 2428 \text{TmpPlaceThree} 2421 \text{TmpPlaceTwo} 2420 \text{TmpPlaceTwo} 2439 \text{TmpTransitionEight} 2415, 2436 \text{TmpTransitionFive} 2412, 2433 \text{TmpTransitionFour} 2411, 2432 \text{TmpTransitionNine} 2416, 2437 \text{TmpTransitionOne} 2408, 2429	\umldep 1097 \umlHVHaggreg 878, 944, 1147 \umlinherit 817, 868, 1042, 1087, 1095 \umlnote 819, 1044, 1211 \umlreal 815, 876 \umlsimpleclass 771, 772, 773, 777, 779, 780, 781, 810, 963, 964, 965, 1033, 1085, 1086, 1177 \umlstatic 970, 1004 \umluniaggreg 1040 \umluniassoc	\xappto . 2812, 2818, 2822 \xdef
2413, 2434 786, 788, 789, 972, 973 \zB <u>2039</u>	\text{TmpPlaceSeven} 2425 \text{TmpPlaceSix} 2424 \text{TmpPlaceTen} 2428 \text{TmpPlaceThree} 2421 \text{TmpPlaceTwo} 2420 \text{TmpScale} 2439 \text{TmpTransitionEight} 2415, 2436 \text{TmpTransitionFive} 2412, 2433 \text{TmpTransitionFour} 2411, 2432 \text{TmpTransitionNine} 2416, 2437 \text{TmpTransitionOne} 2408, 2429 \text{TmpTransitionSeven}	\umldep 1097 \umlHVHaggreg	\xappto . 2812, 2818, 2822 \xdef
	\text{TmpPlaceSeven} 2425 \text{TmpPlaceSix} 2424 \text{TmpPlaceTen} 2428 \text{TmpPlaceThree} 2421 \text{TmpPlaceTwo} 2420 \text{TmpPlaceTwo} 2439 \text{TmpTransitionEight} 2415, 2436 \text{TmpTransitionFive} 2412, 2433 \text{TmpTransitionFour} 2411, 2432 \text{TmpTransitionNine} 2416, 2437 \text{TmpTransitionOne} 2408, 2429 \text{TmpTransitionSeven} 2414, 2435	\umldep 1097 \umlHVHaggreg 878, 944, 1147 \umlinherit 817, 868, 1042, 1087, 1095 \umlnote 819, 1044, 1211 \umlreal 815, 876 \umlsimpleclass 771, 772, 773, 777, 779, 780, 781, 810, 963, 964, 965, 1033, 1085, 1086, 1177 \umlstatic 970, 1004 \umluniaggreg 1040 \umluniassoc 791, 816, 1041, 1165, 1166, 1185, 1186 \umlVHuniassoc 792, 793	\xappto . 2812, 2818, 2822 \xdef
(implication ::: (amilimolio ::0)	\text{TmpPlaceSeven} 2425 \text{TmpPlaceSix} 2424 \text{TmpPlaceTen} 2428 \text{TmpPlaceThree} 2421 \text{TmpPlaceTwo} 2420 \text{TmpPlaceTwo} 2439 \text{TmpTransitionEight} 2436 \text{TmpTransitionFive} 2412, 2433 \text{TmpTransitionFour} 2411, 2432 \text{TmpTransitionNine} 2416, 2437 \text{TmpTransitionOne} 2416, 2437 \text{TmpTransitionSeven} 2414, 2435 \text{TmpTransitionSix}	\umldep 1097 \umlHVHaggreg 878, 944, 1147 \umlinherit 817, 868, 1042, 1087, 1095 \umlnote 819, 1044, 1211 \umlreal 815, 876 \umlsimpleclass 771, 772, 773, 777, 779, 780, 781, 810, 963, 964, 965, 1033, 1085, 1086, 1177 \umlstatic 970, 1004 \umluniaggreg 1040 \umluniassoc 1040 \umluniassoc 1791, 816, 1041, 1165, 1166, 1185, 1186 \umlVHuniassoc 792, 793 \umlVHVdep 785,	\xappto . 2812, 2818, 2822 \xdef
$\ldots \qquad 2417, 2438 \qquad \qquad 774, 775, 782, 783, \qquad \qquad \ldots \qquad 1312, 1319, 1320$	\text{TmpPlaceSeven} 2425 \text{TmpPlaceSix} 2424 \text{TmpPlaceTen} 2428 \text{TmpPlaceThree} 2421 \text{TmpPlaceTwo} 2420 \text{TmpPlaceTwo} 2439 \text{TmpTransitionEight} 2436 \text{TmpTransitionFive} 2412, 2433 \text{TmpTransitionFour} 2411, 2432 \text{TmpTransitionNine} 2416, 2437 \text{TmpTransitionOne} 2416, 2437 \text{TmpTransitionSeven} 2414, 2435 \text{TmpTransitionSix}	\umldep 1097 \umlHVHaggreg 878, 944, 1147 \umlinherit 817, 868, 1042, 1087, 1095 \umlnote 819, 1044, 1211 \umlreal 815, 876 \umlsimpleclass 771, 772, 773, 777, 779, 780, 781, 810, 963, 964, 965, 1033, 1085, 1086, 1177 \umlstatic 970, 1004 \umluniaggreg 1040 \umluniassoc 1040 \umluniassoc 1791, 816, 1041, 1165, 1166, 1185, 1186 \umlVHuniassoc 792, 793 \umlVHVdep 785,	\xappto . 2812, 2818, 2822 \xdef