lehramt-informatik

Hermine B
schlangaul *

September 4, 2021

Contents

1	Klas	ssen	4
	1.1	Vorlage Theorie-Teil	5
	1.2	Vorlage Aufgabensammlung	6
	1.3	Vorlage Aufgabe	7
2	Pak		8
	2.1	abmessung.sty	9
	2.2	V	10
	2.3	•	11
	2.4		12
		2.4.1 Endlicher Automat	12
			14
		$oldsymbol{arphi}$	15
	2.5		18
	2.6	$oldsymbol{v}$	22
		2.6.1 Binärbaum	23
			24
		2.6.3 B-Baum	25
	2.7	√	26
	2.8	v v	27
	2.9	1 V	29
			29
		±	30
	2.10	V O	32
			32
		2.10.2 TeX-Markup-Beispiel	32
	2.11	V	33
			33
			33
		2.11.3 Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)	33
			34
			36
		2.11.6 Dekorierer (Decorator)	38
		(F 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	39
		()	40
			40
			42
		2.11.11 Kompositum (Composite)	43
		(44
		2.11.13 Zustand (State)	45
	2.12	V	47
		2.12.1 Tex-Markup-Beispiel: Komplettes Diagramm	47

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

	2.12.2 Tex-Markup-Beispiel: EER Enhanced Entity-Relation-Modell nach
	Elmasri/Navante
	2.12.3 Makro-Kürzel
2.13	formale-sprachen.sty
2.14	formatierung.sty
	2.14.1 Schriftarten / Typographie
	2.14.2 Farben
	2.14.3 Überschriften
	2.14.4 Listen
	2.14.5 Kasten
	2.14.6 Header
2 15	gantt.sty
	grafik.sty
	graph.sty
	hanoi.sty
2.19	klassen-konfiguration-aufgabe.sty
2.20	komplexitaetstheorie.sty
	2.20.1 Makro-Kürzel
2.21	kontrollflussgraph.sty
	2.21.1 Makro-Kürzel
	2.21.2 TeX-Markup-Beispiel
	2.21.3 TikZ: pin
	2.21.4 Umgebungen
	2.21.5 Makros
2.22	kopf-fusszeilen.sty
	literatur-dummy.sty
	literatur.sty
	makros.sty
2.20	master-theorem.sty
0.05	2.26.1 Makro-Kürzel
	mathe.sty
	minimierung.sty
2.29	normalformen.sty
	2.29.1 Makro-Kürzel
2.30	petri.sty
	2.30.1 Makro-Kürzel
2.31	potenzmengen-konstruktion.sty
	pseudo.sty
	pumping-lemma.sty
	quicksort.sty
	relationale-algebra.sty
	rmodell.sty
2.50	2.36.1 Makro-Kürzel
9 27	sortieren.sty
	spalten.sty
	sql.sty
	struktogramm.sty
2.41	syntax.sty
	2.41.1 Makro-Kürzel
2.42	syntaxbaum.sty
2.43	synthese-algorithmus.sty
	2.43.1 Makro-Kürzel
	2.43.2 TeX-Markup Grundgerüst
	2.43.3 TeX-Markup Linksreduktion
	2.43.4 TeX-Markup Rechtreduktion
	2.43.5 TeX-Markup Relationen formen
9 44	
	tabelle.sty
2.45	typographie.sty

3	Inde	ex 114
		2.49.1 Makro-Kürzel
	2.49	wpkalkuel.sty
	2.48	wasserfall.sty
		2.47.1 Makro-Kürzel
	2.47	vollstaendige-induktion.sty
	2.46	uml.sty

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

\liAufgabenTitel Momentan eine dummy Makro das die Thematik enthält.
36 \def\liAufgabenTitel#1{
37 }
```

\liAufgabenMetadaten

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

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

```
\liAufgabenMetadaten{
 Titel = {Aufgabe 2},
 Thematik = {Petri-Netz},
 Stichwoerter = {Feld (Array), Implementierung in Java}
 ZitatSchluessel = sosy:pu:4,
 ZitatBeschreibung = {Seite 11},
 BearbeitungsStand = OCR,
 Korrektheit = absolut korrekt,
 RelativerPfad = Staatsexamen/46116/2016/03/Thema-2/Teilaufgabe-1/Aufgabe-2.tex,
 ExamenNummer = 46116,
 ExamenJahr = 2016,
 ExamenMonat = 03,
 ExamenThemaNr = 2,
 ExamenTeilaufgabeNr = 1,
 ExamenAufgabeNr = 2,
38 \def\liAufgabenMetadaten#1{
    \_setze_variablen_zurueck:
40
41
42
    \tl_clear:N \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl
43
44
    \keys_set:nn { aufgabenmetadaten } {
45
46
47
    \_setze_relativen_pfad:
48
49
    \tl_if_empty:NTF \g_auf_titel_tl
50
51
52
       \msg_fatal:nn { aufgabenmetadaten } { kein-titel }
    }
53
    {
54
    }
55
56
    \_gib_examen_titel: {}
57
58
    \section{\_gib_aufgaben_titel:}
59
60
61
     \bigskip
62 }
63 \ExplSyntaxOff
64
```

2.4 automaten.sty

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

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

2.4.1 Endlicher Automat

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



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

69 \usetikzlibrary{arrows,automata,positioning}

70 \liLadePakete{mathe}

71 \directlua{

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

73 }

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

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

```
74 \ExplSyntaxOn
```

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

76 \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}

77 \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}

78 \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}

79 \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}

80 $\t \sum_{s=1}^{80} \t \sum_{s=1}^{80} \t$

81 \tl_set:Nn \l_typ_tl {}

82

83 \keys_define:nn { automat } {

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

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

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

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

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

2.4.2 Kellerautomat

```
\begin{tikzpicture}[li kellerautomat, node distance=5cm]
\node[state,initial] (0) {$z_0$};
\node[state,right of=0,accepting] (1) {$z_1$};
\liKellerKante[above,loop]{0}{0}{
  1, KELLERBODEN, E KELLERBODEN;
 O, KELLERBODEN, KELLERBODEN;
\liKellerKante[above]{0}{1}{
 EPSILON, E, EPSILON;
  1, E, EPSILON;
 O, E, EPSILON;
}
\liKellerKante[above,loop]{1}{2}{
 EPSILON, KELLERBODEN, EPSILON;
  1, KELLERBODEN, KELLERBODEN;
 O, KELLERBODEN, KELLERBODEN;
\end{tikzpicture}
```

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

\liKellerAutomat

}

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

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

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

172 \def\liTuringLeerzeichen{\Box}

```
\liTuringMaschine
                                                        \langle \text{liTuringMaschine} [\langle automaten-name \rangle]
                                                         \{\langle zustaende=Z, alphabet=\Sigma, bandalphabet=\Gamma, delta=\delta, start=z_0, leerzeichen=\square, ende=E\rangle\}
                                                           \liTuringMaschine{
                                                               zustaende={z_0, z_1, z_2},
                                                               alphabet={a, b, c},
                                                               bandalphabet={\liTuringLeerzeichen, A},
                                                               ende=\{z_2\},
                                                           }
                                                             TM = (\{z_0, z_1, z_2\}, \{a, b, c\}, \{\Box, A\}, \delta, z_0, \Box, \{z_2\})
                                                          173 \ExplSyntaxOn
                                                          174 \NewDocumentCommand {\liTuringMaschine} { O{TM} m } {
                                                                      \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
                                                          175
                                                                      \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
                                                          176
                                                          177
                                                                      \tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\Gamma}
                                                                      \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
                                                                      \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
                                                          179
                                                                      \verb|\tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {\liTuringLeerzeichen}|
                                                          180
                                                          181
                                                                      \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
                                                          182
                                                                      \keys_define:nn { kellerautomat } {
                                                           183
                                                                           zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},
                                                           184
                                                                           alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
                                                           185
                                                                           bandalphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\liMenge{##1}}},
                                                           186
                                                           187
                                                                           delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
                                                                           start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
                                                           188
                                                                           leerzeichen .code:n = {\tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {##1}},
                                                           189
                                                           190
                                                                           ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
                                                           191
                                                           192
                                                                      \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
                                                          193
                                                          194
                                                                      \text{text}\{\#1\} = (
                                                          195
                                                                           \l_zustaende_tl,
                                                          196
                                                          197
                                                                           \l_alphabet_tl,
                                                                           \l_bandalphabet_tl,
                                                           198
                                                                           \l_delta_tl,
                                                           199
                                                          200
                                                                           \l_start_tl,
                                                          201
                                                                           \l_leerzeichen_tl,
                                                          202
                                                                           \l_ende_tl
                                                          203
                                                                     )$
                                                          204 }
                                                          205 \ExplSyntaxOff
                                                         Formatiert einen Zustandsübergang für eine Übergangstabelle.
\liTuringUebergangZelle
                                                         Let-Abkürzung: \let\t=\liTuringUebergangZelle
                                                                \label{eq:linear_linear_linear_linear} $$\lim_{z \to \infty} (z_1; \, C_1; \, C_1; \, C_2; \, C_3; \, C_3; \, C_4; \, C_4;
                                                         (z_1: \Box, L)
                                                          206 \ExplSyntaxOn
                                                          207 \def\liTuringUebergangZelle#1{
                                                                    \directlua{tex.print(automaten.gib_einen_turing_uebergang('#1'))}
                                                          209 }
                                                          210 \ExplSyntaxOff
                                                         Nur in den TikZ-Grafiken zu verwenden. Setzt Zeilenumbrüche ans Ende. Nicht für die
      \liTuringUebergaenge
                                                         Tabelle geeignet.
                                                         Let-Abkürzung: \let\t=\liTuringUebergaenge
                                                         (z_1: \Box, L)
```

 $(\Box:\Box,R)$

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

2.5 basis.sty

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

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

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

```
titel,
285
286
     thematik,
287
     stichwoerter,
288
     zitat_schluessel,
289
     zitat_beschreibung,
290
     bearbeitungs_stand,
291
     korrektheit,
292
     %
293
294
     relativer_pfad,
295
296
     examen_nummer,
297
     examen_jahr,
298
     examen_monat,
299
     examen_thema_nr,
     examen_teilaufgabe_nr,
300
301
     examen_aufgabe_nr,
302 }
   Initialisierung der globalen Token-List-Variablen \g_auf_***_tl. auf steht für Auf-
303 \clist_map_inline:Nn \g_auf_schluessel_clist {
     \tl_new:c {g_auf_#1_tl}
305 }
   Funktion über alle globalen Token-List-Variablen zurückzusetzten.
306 \cs_new:Npn \_setze_variablen_zurueck: {
     \clist_map_inline:Nn \g_auf_schluessel_clist {
308
        \tl_clear:c {g_auf_##1_tl}
309
310 }
   Die einzelnen Schlüssel sind im Interface AufgabenMetadaten in der Typescript-Datei
.scripts/nodejs/src/aufgaben.ts erklärt.
311 \keys_define:nn { aufgabenmetadaten }
312 {
     Titel .tl_gset:N = \g_auf_titel_tl,
     Thematik .tl_gset:N = \g_auf_thematik_tl,
     Stichwoerter .tl_gset:N = \g_auf_stichwoerter_tl,
     \label{eq:continuous} \mbox{ZitatSchluessel .tl\_gset:} \mbox{$\mathbb{N}$ = $\g_auf\_zitat\_beschreibung\_tl},
316
     ZitatBeschreibung .tl_gset:N = \g_auf_zitat_schluessel_tl,
317
318
     \label{eq:local_bearbeitungs_stand_tl} BearbeitungsStand \ .tl_gset: \begin{subarray}{ll} $\mathbb{N} = \S_auf_bearbeitungs\_stand_tl, \end{subarray}
319
320
     Korrektheit .tl_gset:N = \g_auf_korrektheit_tl,
321
322
     RelativerPfad .tl_gset:N = \g_auf_relativer_pfad_tl,
323
     ExamenNummer .tl_gset:N = \g_auf_examen_nummer_tl,
325
     ExamenJahr .tl_gset:N = \g_auf_examen_jahr_tl,
326
     ExamenMonat .tl_gset:N = \g_auf_examen_monat_tl,
     327
     ExamenTeilaufgabeNr .tl_gset:N = \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl,
328
     329
330 }
331 \cs_gset:Npn \_setze_relativen_pfad: {
     \tl_if_empty:NTF \g_auf_relativer_pfad_tl
333
334
        \bool_if:nTF
335
          ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_nummer_tl &&
336
          ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_jahr_tl &&
337
          ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_monat_tl
338
       }
339
        {
340
```

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

```
404 }
405 \cs_new:Npn \_gib_aufgaben_titel: {
     \g_auf_titel_tl
406
407
408
     \tl_if_empty:NTF \g_auf_thematik_tl
409
     {}
410
     {
411
       \g_auf\_thematik\_tl
412
      ]
413
414
     }
415 }
416 \msg_new:nnn { aufgabenmetadaten } { kein-titel }
    { Der~Schlüssel~ist~zwingend~notwendig }
  \def\LehramtInformatikRepository{/pfad/zum/repository}
418 \input /etc/lehramt-informatik.config.tex
  biblatex not working with lualatex and babel
419 % \RequirePackage{polyglossia}
420 % \setmainlanguage{german}
421
```

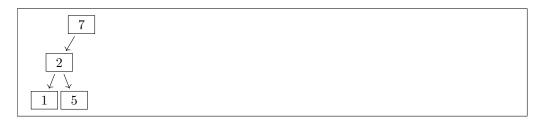
2.6 baum.sty

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



```
428 \text{\tikzset}{}
    li binaer baum/.style={
429
       shorten <=2pt,
430
431
       shorten >=2pt,
432
       ->,
433
       every tree node/.style={
434
         minimum width=2em,
435
         draw,
436
         rectangle
437
       },
       blank/.style={
438
         draw=none
439
440
       edge from parent/.style={
441
442
          edge from parent path={(\tikzparentnode) -- (\tikzchildnode)}
443
444
       level distance=1cm,
445
       every label/.style={
446
447
         gray,
         font=\footnotesize,
448
         label position=0,
449
         label distance=0cm,
450
451
       }
452
     },
453 }
```

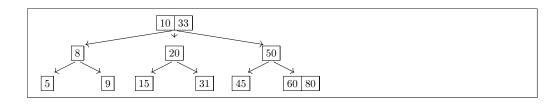
2.6.2 AVL-Baum

```
\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}
```



```
454 \verb|\tikzset{} \{
     li bbaum knoten/.style={
455
456
       rectangle split parts=10,
457
       rectangle split,
458
       rectangle split horizontal,
459
       rectangle split ignore empty parts,
460
       fill=white
461
     },
462
     li bbaum/.style={
463
       every node/.style={
464
465
         li bbaum knoten
466
       level 1/.style={
467
         level distance=12mm,
468
469
          sibling distance=25mm,
470
471
       every child/.style={
472
          shorten <= 2pt,
          shorten >= 6pt,
473
474
       },
475
       level 2/.style={
476
477
         level distance=9mm,
478
          sibling distance=15mm,
479
480
     }
481 }
482
```

2.7 checkbox.sty

- 483 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
- 484 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-checkbox}[2020/12/14 Zum Setzen von
- 485 Multiple-Choice-Fragen. Simulation von Kästchen zum ankreuzen]
- 486 \RequirePackage{amssymb}

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

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

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

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

489

2.8 chomsky-normalform.sty

```
490 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                         491 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-chomsky-normalform}[2021/03/26
                         492 Hilfsmakros zum Setzen des Algorithmus zum Erreichen der Chomsky-Normalform]
                         494 \ExplSyntaxOn
                         495
                         496 \liLadePakete{typographie}
                        Let-Abkürzung: \let\schritt=\liChomskyUeberschrift
\liChomskyUeberschrift
                         497 \def\liChomskyUeberschrift#1{
                         498
                              {
                         499
                                 \bfseries
                                 \sffamily
                         500
                                 \str_case:nn {#1} {
                         501
                                   {1} {Elimination~der~$\varepsilon$-Regeln}
                         502
                                   {2} {Elimination~von~Kettenregeln}
                         503
                                   {3} {Separation~von~Terminalzeichen}
                         504
                                   {4} {Elimination~von~mehrelementigen~Nonterminalketten}
                         505
                                }
                         506
                         507
                              }
                         508 }
                        Let-Abkürzung: \let\erklaerung=\liChomskyErklaerung
  \liChomskyErklaerung
                            Hoffmann Seite 180
                         509 \def\li@chomsky@erklaerung@texte#1{
                              \str_case:nn {#1} {
                                %
                         511
                                {1} {
                         512
                                   Alle~Regeln~der~Form~$A~\rightarrow~\varepsilon$~werden~eliminiert.~
                         513
                                   Die~Ersetzung~von~$A$~wird~durch~$\varepsilon$~in~allen~anderen~
                         514
                                  Regeln~vorweggenommen.
                         515
                         516
                                {2} {
                         517
                         518
                                   Jede~Produktion~der~Form~$A~\rightarrow~B$~mit~$A,~B~\in~S$~wird~
                         519
                                   als~Kettenregel~bezeichnet.~Diese~tragen~nicht~zur~Produktion~
                         520
                                   \verb|von-Terminalzeichen-bei-und-lassen-sich-ebenfalls-eliminieren.|
                                }
                         521
                                {3} {
                         522
                                   Jedes~Terminalzeichen~$\sigma$,~das~in~Kombination~mit~anderen~
                         523
                                   Symbolen~auftaucht,~wird~durch~ein~neues~Nonterminal~
                         524
                                   $$\sb{\sigma}$~ersetzt~und~die~Menge~der~Produktionen~durch~die~
                         525
                                   Regel~$S\sb{\sigma}~\rightarrow~\sigma$~ergänzt.
                         526
                                }
                         527
                                {4} {
                         528
                                   Alle~Produktionen~der~Form~
                         529
                                   A\rightarrow B\
                         530
                                   werden~in~die~Produktionen~
                         531
                         532
                                   $A~\rightarrow~
                         533
                                   A\sb{n-1}~B\sb{n},~A\sb{n-1}~\rightarrow~
                         534
                                   A\sb{n-2}~B\sb{n-1},~\dots,~
                                   A\sb{2}~\rightarrow~B\sb{1}~B\sb{2}$~zerteilt.~
                         535
                                   Nach~der~Ersetzung~sind~alle~längeren~Nonterminalketten~
                         536
                                   vollständig~heruntergebrochen~und~die~Chomsky-Normalform~erreicht.
                         537
                         538
                         539
                         540 }
                         541 \def\liChomskyErklaerung#1{
                         542
                              {
                         543
                                 \itshape
                         544
                                 \footnotesize
                                 \liParagraphMitLinien{\li@chomsky@erklaerung@texte{#1}}
                         545
                              }
                         546
```

547 }

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

 $548 \verb|\def\liChomskyUeberErklaerung#1{|}$

549 \liChomskyUeberschrift{#1}\par 550 \liChomskyErklaerung{#1}

551 }

552 \ExplSyntaxOff

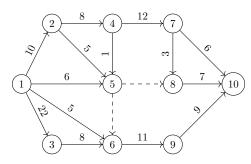
553

2.9 cpm.sty

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

2.9.1 Makro-Kürzel

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



```
\begin{tikzpicture}[scale=0.8,transform shape]
                                                        \liCpmEreignis{1}{0}{2}
                                                        \label{licpmEreignis} $$ \prod_{i=1}^4 .
                                                        \liCpmEreignis{3}{1}{0}
                                                        \liCpmVorgang{1}{2}{10}
                                                        \line \mathbb{C}_{pmVorgang}_{1}_{3}_{22}
                                                        \liCpmVorgang{1}{5}{6}
                                                        \liCpmVorgang[schein]{5}{6}{}
                                                        \liCpmVorgang[schein]{5}{8}{}
                                                        \end{tikzpicture}
                                                        \begin{tabular}{||1||1||1||1||1||}
                                                        \hline
                                                       i & a & b & c & d & e & f & g \\hline
                                                       \FZ & 0 & 2 & 5 & 6 & 10 & 3 & 12 \\hline
                                                       \SZ & 0 & 2 & 5 & 10 & 10 & 6 & 12 \\hline
                                                       GP & O & O & O & 3 & O & 3 & O \\hline
                                                       \end{tabular}
                                                    liCpmEreignis\{(.*)\}((.*),(.*)) -> liCpmEreignis\{$1\}\{$2\}\{$3\}
\liCpmEreignis
                                                       558 \ExplSyntaxOn
                                                       559\ \mbox{NewDocumentCommand} \ \{ \ \mbox{liCpmEreignis} \ \} \ \{ \ \mbox{O} \ \} \ \mbox{m m m} \ \ \} \ \{ \ \mbox{O} \ \} \ \mbox{m m m} \ \ \} \ \{ \ \mbox{O} \ \} \ \mbox{m m m} \ \ \} \ \{ \ \mbox{O} \ \} \ \mbox{m m m} \ \mbox{m m} \ \mbox{m m} \ \mbox{m} \ \mbox{m m} \ \mbox{m} \ \mbox{m m} \ \mbox{m} \mbox{m} \ \mbox{m} \ \mbox{m} \ \mbox{m} \ \mbox{m} \ \mbox{m} \mbox{m} \mbox{m} \ \mbox{m} \ \mbox{m} \mb
                                                       560
                                                                       \tl_set:Nn \l_name_tl {}
                                                       561
                                                                       \keys_define:nn { cpmEreignis } {
                                                       562
                                                                              name .code:n = {\tilde{1}}, name_tl {##1}},
                                                       563
                                                       564
                                                       565
                                                                       \keys_set:nn { cpmEreignis } { #1 }
                                                       566
                                                       567
                                                       568
                                                                       \tl_if_empty:NT \l_name_tl {
                                                       569
                                                                               \tl_set:Nn \l_name_tl {#2}
                                                                       }
                                                       570
```

```
572
                      \node[circle,draw] (\l_name_tl) at (#3,#4) {#2};
                573 }
                574 \ExplSyntaxOff
\liCpmVorgang
               liCpmVORGANG\((.*)>(.*)\)\{(.*)\}
                575 \ExplSyntaxOn
                576 \NewDocumentCommand { \liCpmVorgang } { O{} m m m } {
                      \tl_set:Nn \l_schein_tl {}
                578
                      \tl_set:Nn \l_kritisch_tl {}
                579
                      \keys_define:nn { cpmVorgang } {
                580
                        schein .code:n = {\tl_set:Nn \l_schein_tl {dashed}},
                581
                        kritisch .code:n = {\tl_set:Nn \l_kritisch_tl {thick}},
                582
                583
                584
                585
                      \keys_set:nn { cpmVorgang } { #1 }
                586
                      \path[->,\l_schein_tl,\l_kritisch_tl] (#2) edge node[auto,sloped] {#4} (#3);
                587
                588 }
                589 \ExplSyntaxOff
                2.9.2 Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle
                 \begin{tabular}{|1||1|1|1|1|1|1|}
                 \hline
                 $i$ & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \\hline\hline
                 \FZ & 0 & 5 & 18 & 7 & 19 & 26 & 22 & 30 \\hline
                 \SZ & 0 & 5 & 18 & 9 & 19 & 26 & 24 & 30 \\hline
                 GP & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 2 & 0 \\hline
                 \end{tabular}
  \liCpmVonZu Let-Abkürzung: \let\vz=\liCpmVonZu
                   \label{licpmVonZu} 1\ (2-3): 1_{(2\rightarrow 3)}
                590 \end{1} i CpmVonZuOhneMathe\#1(\#2-\#3) \#1_{\end{2}} e(\#2\rightarrow \#3) } 
                591 \def\liCpmVonZu#1(#2-#3){%
                592
                      \ifmmode%
                        \liCpmVonZuOhneMathe{#1}(#2-#3)%
                593
                594
                        $\liCpmVonZuOhneMathe{#1}(#2-#3)$%
                595
                596
                      \fi%
                597 }
    \liCpmVon Let-Abkürzung: \let\v=\liCpmVon
                   \liCpmVon{1}(2): 1_{(\to 2)}
                598 \def\liCpmVonOhneMathe#1(#2){#1_{\scriptscriptstyle(\rightarrow#2)}}
                599 \def\liCpmVon#1(#2){%
                600
                      \ifmmode%
                        \liCpmVonOhneMathe{#1}(#2)%
                601
                602
                603
                        $\liCpmVonOhneMathe{#1}(#2)$%
                604
                      \fi%
                605 }
     \liCpmZu
               Let-Abkürzung: \let\z=\liCpmZu
                   \left(1\right) = \left(1\right) \cdot 1_{\left(\leftarrow 2\right)}
                606 \ensuremath{$\wedge$} 1_{\text{scriptscriptstyle}(\left(\frac{2}{1_{\text{criptscriptstyle}}}\right)}
                607 \def\liCpmZu#1(#2){%
                608
                      \ifmmode%
                        \liCpmZuOhneMathe{#1}(#2)%
                609
                610
                611
                        $\liCpmZuOhneMathe{#1}(#2)$%
```

612 \fi% 613 }

\liCpmSpaetesterI

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

614 \def\liCpmSpaetesterI{\$SZ_i\$}

\liCpmFruehesterI

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

 $615 \ensuremath{$} \ensuremath{} \ensuremath{$} \ensuremath{} \ensuremath{$} \ensuremath{} \ensuremath{$} \ensuremath{} \ensuremath{$} \ensuremath{$} \ensuremath{$} \ensuremath{$} \ensuremath{$} \ensuremath{$} \ensuremath{$} \ensuremath{$} \ens$

616

2.10 cyk-algorithmus.sty

```
617 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                                                                                  618 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-cyk-algorithmus}[2021/06/18 Hilfsmakros
                                                                                  619 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
                                                                                  620 \def\liKurzeTabellenLinie#1{\\cline{1-#1}}
                \label{liwortInSprache} \lab
                                                                                \label{liwortInSprache} \begin{center} L(Z) : $\Rightarrow abc \in L(Z)$ \end{center}
                                                                                  621 \NewDocumentCommand{ \liWortInSprache } { m O{L(G)} } { }
                                                                                  622 \bigskip
                                                                                  623 \noindent
                                                                                  624
                                                                                                    $\Rightarrow #1 \in #2$
                                                                                  625 }
```

\liWortNichtInSprache

631

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

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

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

2.11 entwurfsmuster.sty

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

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

2.11.1 Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:

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

2.11.2 Reihenfolge

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

\li@EntwurfsCodeAllgemein

Allgemeine Code-Beispiele zu den UML-Diagrammen und Stellvertretern

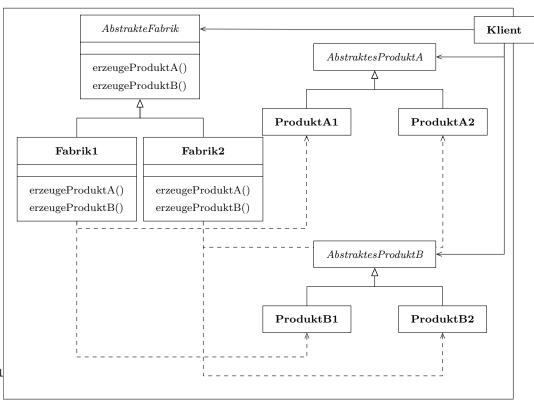
```
636 \RequirePackage{lehramt-informatik-syntax}
```

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

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

639 }

2.11.3 Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)

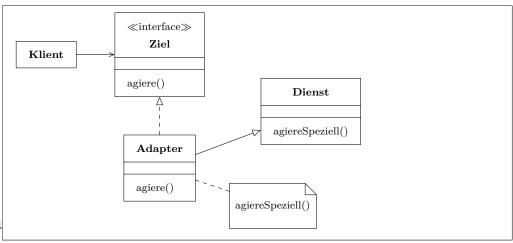


\liEntwurfsAbstrakteFabrikUml

```
\umlclass[below left=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik1}{}{
                               647
                                         erzeugeProduktA() \\
                               648
                                         erzeugeProduktB()\\
                               649
                                       \umlclass[below right=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik2}{}{
                               650
                                         erzeugeProduktA() \\
                               651
                                         erzeugeProduktB() \\
                               652
                               653
                                       \umlVHVinherit{Fabrik1}{AbstrakteFabrik}
                               654
                                       \umlVHVinherit{Fabrik2}{AbstrakteFabrik}
                               655
                               656
                                       \umlsimpleclass[right=3cm of AbstrakteFabrik,type=abstract]{AbstraktesProduktA}
                               657
                                       \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA1}
                               658
                                       \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA2}
                               659
                                       \umlVHVinherit{ProduktA1}{AbstraktesProduktA}
                               660
                                       \umlVHVinherit{ProduktA2}{AbstraktesProduktA}
                               661
                               662
                                       \umlsimpleclass[above right=0cm and 1cm of AbstraktesProduktA]{Klient}
                               663
                               664
                                       \umlsimpleclass[below=4.5cm of AbstraktesProduktA,type=abstract]{AbstraktesProduktB}
                               665
                                       \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB1}
                               666
                                       \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB2}
                               667
                                       \umlVHVinherit{ProduktB1}{AbstraktesProduktB}
                               668
                                       \umlVHVinherit{ProduktB2}{AbstraktesProduktB}
                               669
                               670
                                       \umlVHVdep[arm1=-1.3cm,arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktA1}
                               671
                                       \umlVHVdep[arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktB1}
                               672
                               673
                                       \umlVHVdep[arm1=-1.8cm,arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktA2}
                               674
                                       \umlVHVdep[arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktB2}
                               675
                               676
                                       \umluniassoc[anchor2=25]{Klient}{AbstrakteFabrik}
                               677
                               678
                                       \umlVHuniassoc[arm1=-1cm]{Klient}{AbstraktesProduktA}
                                       \umlVHuniassoc{Klient}{AbstraktesProduktB}
                               679
                                     \end{tikzpicture}
                               680
                               681 }
iEntwurfsAbstrakteFabrikCode
                               682 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrikCode{
                                    \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Produkte}
                                    \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{AbstrakteFabrik}
                                    \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Klient}
                               685
                               686 }
 \liEntwurfsAbstrakteFabrik
                               687 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrik{
                                    \liEntwurfsAbstrakteFabrikUml
                                    \liEntwurfsAbstrakteFabrikCode
                               689
                               690 }
```

2.11.4 Adapter

646



\liEntwurfsAdapterUml

```
691 \def\liEntwurfsAdapterUml{
692
     \begin{tikzpicture}
693
       \umlsimpleclass[x=1,y=3]{Klient}{}{}
694
       \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Ziel}{}{agiere()}
       \umlclass[x=4,y=0]{Adapter}{}{agiere()}
695
       \umlclass[x=8,y=1.5]{Dienst}{}{agiereSpeziell()}
696
697
       \umlreal{Adapter}{Ziel}
698
       \umluniassoc{Klient}{Ziel}
699
700
       \umlinherit{Adapter}{Dienst}
701
       \umlnote[x=7,y=-1,width=2cm]{Adapter}{agiereSpeziell()}
702
     \end{tikzpicture}
703
704
     \footcite[so \and ahnlich wie GoF]{\text{wiki:adapter}}
705 }
```

\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.

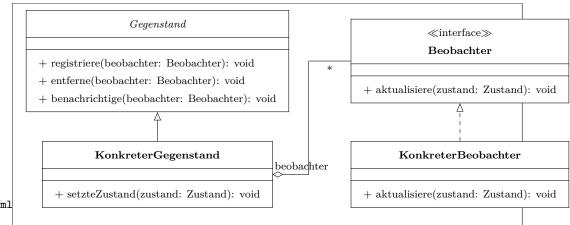
Dienst (Adaptee) Der Dienst bietet wiederzuverwendende Dienstleistungen mit fest definierter Schnittstelle an.

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

```
706 \def\liEntwurfsAdapterAkteure{
     \begin{description}
707
708
       \item[Ziel (Target)]
709
710
       Das Ziel definiert die Schnittstelle, die der Klient nutzen kann.
711
712
       \item[Klient (Client)]
713
714
       Der Klient nutzt Dienste über inkompatible Schnittstellen und greift
715
716
       dabei auf adaptierte Schnittstellen zurück.
717
718
       \item[Dienst (Adaptee)]
719
       Der Dienst bietet wiederzuverwendende Dienstleistungen mit fest
720
       definierter Schnittstelle an.
721
722
723
       \item[Adapter]
724
       Der Adapter adaptiert die Schnittstelle des Dienstes auf die
725
726
       Schnittstelle zum Klienten.\footcite{wiki:adapter}
```

```
728
                               \end{description}
                          729 }
\liEntwurfsAdapterCode
                          730 \def\liEntwurfsAdapterCode{
                          731
                               \li@EntwurfsCode{adapter}{Dienst}
                               \li@EntwurfsCode{adapter}{Ziel}
                               \li@EntwurfsCode{adapter}{Adapter}
                          734
                               \li@EntwurfsCode{adapter}{Klient}
                          735 }
    \liEntwurfsAdapter
                          736 \def\liEntwurfsAdapter{
                          737
                               \liEntwurfsAdapterUml
                               \liEntwurfsAdapterAkteure
                          739
                               \liEntwurfsAdapterCode
                          740 }
```

2.11.5 Beobachter (Observer)



\liEntwurfsBeobachterUml

```
741 \def\liEntwurfsBeobachterUml{
742
     \begin{tikzpicture}
       \umlclass[x=0,y=0,type=abstract]{Gegenstand}{}{
743
         + registriere(beobachter: Beobachter): void\\
744
         + entferne(beobachter: Beobachter): void\\
745
746
           benachrichtige(beobachter: Beobachter): void\\
747
       \umlclass[x=0,y=-3]{KonkreterGegenstand}{}{
748
         + setzteZustand(zustand: Zustand): void
749
       }
750
       \umlinherit{KonkreterGegenstand}{Gegenstand}
751
752
753
       \umlclass[x=8,y=0,type=interface]{Beobachter}{}{
         + aktualisiere(zustand: Zustand): void
754
755
756
       \umlclass[x=8,y=-3]{KonkreterBeobachter}{}{
757
         + aktualisiere(zustand: Zustand): void
       }
758
       \umlreal{KonkreterBeobachter}{Beobachter}
759
760
       \umlHVHaggreg[arg1=beobachter,pos1=0.8,mult2=*,pos2=2.5]
761
       {KonkreterGegenstand}{Beobachter}
762
763
     \end{tikzpicture}
764 }
```

\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.

```
765 \def\liEntwurfsBeobachterAkteure{
766
     \begin{description}
       \item[Gegenstand / Subjekt (Subject / Observable)]
767
768
       Ein Subjekt (beobachtbares Objekt, auf Englisch publisher, also
769
       "Veröffentlicher", genannt) hat eine Liste von Beobachtern, ohne
770
       deren konkrete Typen zu kennen. Es bietet eine Schnittstelle zur An-
771
       und Abmeldung von Beobachtern und eine Schnittstelle zur
772
773
       Benachrichtigung von Beobachtern über Änderungen an.\footcite[Seite
       251]{gof}
774
775
       \item[Beobachter (Observer)]
776
777
       Die Beobachter (auf Englisch auch subscriber, also "Abonnent",
778
779
       genannt) definieren eine Aktualisierungsschnittstelle.
780
781
       \item[konkreter/s Gegenstand / Subjekt (ConcreteSubject / ConcreteObservable)]
782
       Ein konkretes Subjekt (konkretes, beobachtbares Objekt) speichert
783
784
       den relevanten Zustand und benachrichtigt alle Beobachter bei
       Zustandsänderungen über deren Aktualisierungsschnittstelle. Es
785
       verfügt über eine Schnittstelle zur Erfragung des aktuellen
786
       Zustands.
787
788
       \item[Konkrete Beobachter (ConcreteObserver)]
789
790
       Konkrete Beobachter verwalten die Referenz auf ein konkretes
791
       Subjekt, dessen Zustand sie beobachten und speichern und dessen
792
       Zustand konsistent ist. Sie implementieren eine
793
794
       Aktualisierungsschnittstelle unter Verwendung der
795
       Abfrageschnittstelle des konkreten Subjekts.
       \footcite{wiki:beobachter}
796
     \end{description}
797
798 }
799 \def\liEntwurfsBeobachterCode{
     \li@EntwurfsCode{beobachter}{Gegenstand}
800
```

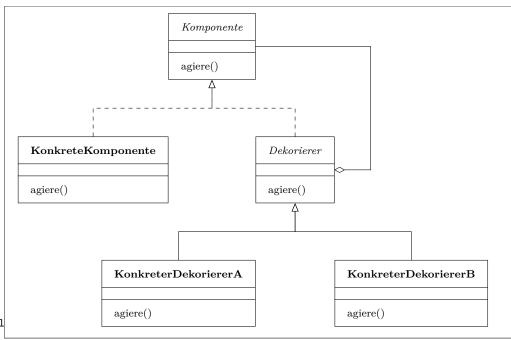
```
799 \def\liEntwurfsBeobachterCode{
800  \li@EntwurfsCode{beobachter}{Gegenstand}
801  \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterGegenstand}
802  \li@EntwurfsCode{beobachter}{Beobachter}
803  \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterA}
804  \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterB}
```

```
805 \li@EntwurfsCode{beobachter}{Klient}
806 }

\liEntwurfsBeobachter

807 \def\liEntwurfsBeobachter{
808 \liEntwurfsBeobachterUml
809 \liEntwurfsBeobachterAkteure
810 \liEntwurfsBeobachterCode
811 }
```

2.11.6 Dekorierer (Decorator)



\liEntwurfsDekoriererUml

```
812 \def\liEntwurfsDekoriererUml{
     \begin{tikzpicture}
813
       \umlclass[type=abstract]{Komponente}{}{agiere()}
814
       \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Komponente]{KonkreteKomponente}{}{agiere()}
815
       \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Komponente,type=abstract]{Dekorierer}{}{agiere()}
816
817
       \umlVHVreal{KonkreteKomponente}{Komponente}
818
       \umlVHVreal{Dekorierer}{Komponente}
820
       \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererA}{}{agiere()}
821
       \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererB}{}{agiere()}
822
823
       \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererA}{Dekorierer}
824
       \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererB}{Dekorierer}
825
826
       \umlHVHaggreg[arm1=2cm]{Dekorierer}{Komponente}
827
       \footcite{wiki:dekorierer}
828
     \end{tikzpicture}
829
830 }
831 \def\liEntwurfsDekoriererCode{
     \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Komponente}
     \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreteKomponente}
```

\liEntwurfsDekoriererCode

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

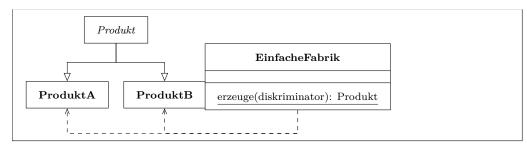
\liEntwurfsDekorierer

```
839 \def\liEntwurfsDekorierer{
840 \liEntwurfsDekoriererUml
841 \liEntwurfsDekoriererAkteure
842 \liEntwurfsDekoriererCode
843 }
```

2.11.7 Einfache Fabrik (Simple Factory)

\liEntwurfsEinfacheFabrikUml

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



```
844 \def\liEntwurfsEinfacheFabrikUml{
     \begin{tikzpicture}
846
       \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
       \umlsimpleclass[below left=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktA}
847
       \umlsimpleclass[below right=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktB}
848
       \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktA}
849
       \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktB}
850
       \umlclass[below right=0cm and 1.5cm of Produkt]{EinfacheFabrik}{
851
852
         \umlstatic{erzeuge(diskriminator): Produkt}\\
853
854
       \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktA}
       \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktB}
857
     \end{tikzpicture}
858 }
```

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.

```
859 \def\liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure{
     \begin{description}
860
       \item[EinfacheFabrik]
861
862
       Eine Klasse mit einer Erzeugunsmethode, die über eine größere
863
       Bedingung verschiedene Objekt instanziert.
864
865
       \item[Produkt]
866
867
       Eine abstrakte Klasse, die von den konkreten Produkten geerbt wird.
868
869
       \item[KonkretesProdukt]
870
871
       Ein konkretes Produkt, das von der einfachen Fabrik erzeugt wird.
872
873
     \end{description}
874 }
```

\liEntwurfsEinfacheFabrik

```
875 \def\liEntwurfsEinfacheFabrik{
876 \liEntwurfsEinfacheFabrikUml
877 \liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure
878 }
```

2.11.8 Einzelstück (Singleton)

\liEntwurfsEinzelstueckUml

Quelle nach der deutschen Wikipedia

```
Einzelstück

- instanz: Einzelstück

- Einzelstück()

+ gibInstanz(): Einzelstück
```

```
879 \def\liEntwurfsEinzelstueckUml{
880
     \begin{tikzpicture}
881
       \umlclass{Einzelstück}{
       \umlstatic{- instanz: Einzelstück}\\
882
883
       }{
       - Einzelstück()\\
884
       + gibInstanz(): Einzelstück
885
886
     \end{tikzpicture}
887
888 }
```

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.

```
889 \def\liEntwurfsEinzelstueckAkteure{
     \begin{description}
890
       \item[Einzelstück (Singleton)]
891
892
       stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten
893
894
       nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.
     \end{description}
895
896 }
897 \def\liEntwurfsEinzelstueckCode{
     \li@EntwurfsCode{einzelstueck}{Einzelstueck}
898
899 }
900 \label{lientwurfsEinzelstueck} \\ \\
     \liEntwurfsEinzelstueckUml
```

\liEntwurfsEinzelstueck

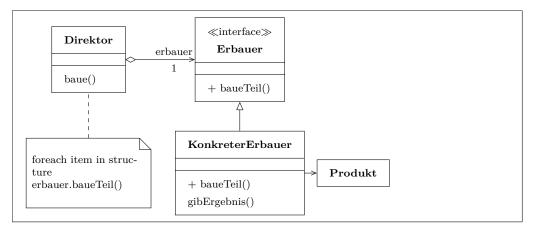
\liEntwurfsEinzelstueckCode

```
900 \def\liEntwurfsEinzelstueck{
901 \liEntwurfsEinzelstueckUml
902 \liEntwurfsEinzelstueckAkteure
903 \liEntwurfsEinzelstueckCode
904 }
```

2.11.9 Erbauer (Builder)

\liEntwurfsErbauerUml

Quelle nach der deutschen Wikipedia



```
905 \def\liEntwurfsErbauerUml{
      \begin{tikzpicture}
906
        \umlsimpleclass[x=7,y=0]{Produkt}{}{}
907
        \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Erbauer}{}{+ baueTeil()}
908
        \umlclass[x=4,y=0]{KonkreterErbauer}{}{
909
910
          + baueTeil()\\
          gibErgebnis()}
911
        \umlclass[x=0,y=3]{Direktor}{}{baue()}
912
913
        \umluniaggreg[arg2=erbauer,pos2=0.7,mult2=1]{Direktor}{Erbauer}
914
        \umluniassoc{KonkreterErbauer}{Produkt}
915
        \umlinherit{KonkreterErbauer}{Erbauer}
916
917
      \label{lem:loss} $$ \operatorname{Loss}_{x=0,y=0,width=3cm} {\operatorname{Direktor}} \{ 
918
        foreach item in structure\\
919
        erbauer.baueTeil()
920
921
     \end{tikzpicture}
922
     \footcite{wiki:erbauer}
923
924 }
```

\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.

```
925 \def\liEntwurfsErbauerAkteure{
926
     \begin{description}
927
       \item[Erbauer]
928
929
       Der Erbauer spezifiziert eine abstrakte Schnittstelle zur Erzeugung der
       Teile eines komplexen Objektes.
930
931
932
       \item[KonkreterErbauer]
933
       Der konkrete Erbauer erzeugt die Teile des komplexen Objekts durch
934
935
       Implementierung der Schnittstelle. Außerdem definiert und verwaltet er
```

```
die von ihm erzeugte Repräsentation des Produkts. Er bietet auch eine
936
937
       Schnittstelle zum Auslesen des Produkts.
938
       \item[Direktor]
939
940
       Der Direktor konstruiert ein komplexes Objekt unter Verwendung der
941
       Schnittstelle des Erbauers. Der Direktor arbeitet eng mit dem Erbauer
942
       zusammen: Er weiß, welche Baureihenfolge der Erbauer verträgt oder
943
       benötigt. Der Direktor entkoppelt somit den Konstruktionsablauf vom
944
945
       Klienten.
946
       \item[Produkt]
947
948
       Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.
949
       \footcite{wiki:erbauer}
950
     \end{description}
951
952 }
953 \def\liEntwurfsErbauer{
     \liEntwurfsErbauerUml
```

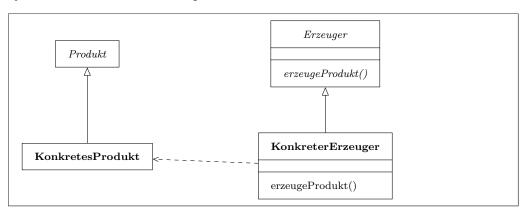
\liEntwurfsErbauer

```
955
     \liEntwurfsErbauerAkteure
956 }
```

2.11.10 Fabrikmethode (Factory Method)

\liEntwurfsFabrikmethodeUml

Quelle nach der deutschen Wikipedia



```
957 \verb|\def|\liEntwurfsFabrikmethodeUml{|} \\
     \begin{tikzpicture}
958
       \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
959
       \umlsimpleclass[below=2cm of Produkt]{KonkretesProdukt}
960
       \umlinherit{KonkretesProdukt}{Produkt}
961
962
       \umlclass[type=abstract,right=4cm of Produkt]{Erzeuger}{}{
963
964
         \textit{erzeugeProdukt()}\\
965
       \umlclass[below=1.2cm of Erzeuger]{KonkreterErzeuger}{}{
966
       erzeugeProdukt()
967
       }
968
       \umlinherit{KonkreterErzeuger}{Erzeuger}
969
970
       \umldep{KonkreterErzeuger}{KonkretesProdukt}
971
972
     \end{tikzpicture}
973 }
```

Quelle: deutsche Wikipedia EntwurfsFabrikmethodeAkteure

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

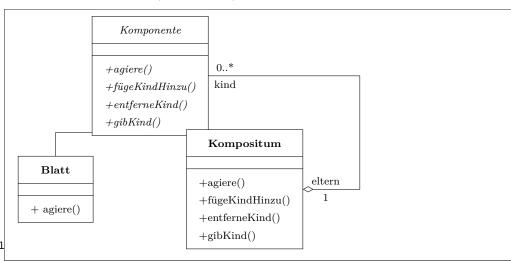
KonkretesProdukt KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.

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

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

```
974 \def\liEntwurfsFabrikmethodeAkteure{
975
      \begin{description}
        \item[Produkt]
976
977
978
        Das Produkt ist der Basistyp (Klasse oder Schnittstelle) für das
979
        zu erzeugende Produkt.
980
981
        \item[KonkretesProdukt]
982
983
        KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.
984
        \item[Erzeuger]
985
986
        Der Erzeuger deklariert die Fabrikmethode, um ein solches Produkt
987
988
        zu erzeugen und kann eine Default-Implementierung beinhalten.
        \item[KonkreterErzeuger]
 990
991
        KonkreterErzeuger überschreibt die Fabrikmethode, um die ihm
992
        entsprechenden konkreten Produkte zu erzeugen (z. B. indem er den
993
        Konstruktor einer konkreten Produkt-Klasse aufruft).
994
995
        \footcite{wiki:fabrikmethode}
996
997
      \end{description}
998 }
999 \def\liEntwurfsFabrikmethode{
      \liEntwurfsFabrikmethodeUml
1001
      \liEntwurfsFabrikmethodeAkteure
1002 }
```

2.11.11 Kompositum (Composite)



\liEntwurfsKompositumUml

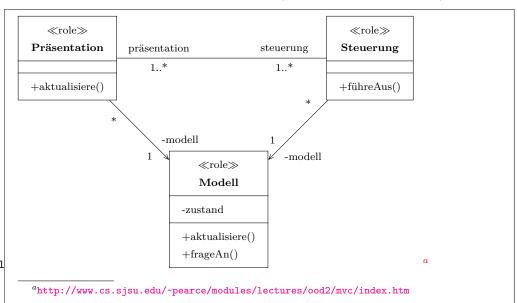
\liEntwurfsFabrikmethode

```
1003 \def\liEntwurfsKompositumUml{
1004
      \begin{tikzpicture}
1005
        \umlclass[x=2.5,y=3,type=abstract]{Komponente}{}{
1006
          \textit{+agiere()}\\
1007
          \textit{+fügeKindHinzu()}\\
          \textit{+entferneKind()}\\
1008
          \textit{+gibKind()}
1009
1010
        \umlclass[x=0]{Blatt}{}{+ agiere()}
1011
        \umlclass[x=5]{Kompositum}{}{
1012
1013
          +agiere()\\
1014
          +fügeKindHinzu()\\
          +entferneKind()\\
1015
1016
          +gibKind()
        }
1017
1018
        \umlVHVinherit{Kompositum}{Komponente}
1019
        \umlVHVinherit{Blatt}{Komponente}
1020
        \umlHVHaggreg[anchor1=east,arm1=1.5cm,arg1=eltern,mult1=1,arg2=kind,mult2=0..*,pos2=2.9,
1021
1022
      \end{tikzpicture}
1023 }
```

\liEntwurfsFabrikmethode

```
1024 \def\liEntwurfsKompositum{
1025 \liEntwurfsKompositumUml
1026 \liEntwurfsKompositumAkteure
1027 }
```

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



 ${\tt IodellPraesentationSteuerungUml}$

```
1028 \def\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml{
1029
     \begin{tikzpicture}
1030
       \umlclass[x=-4cm,type=role]{Präsentation}{}{+aktualisiere()}
       1031
1032
       \umlclass[y=-4cm,type=role]{Modell}{
         -zustand
1033
       }{
1034
         +aktualisiere()\\
1035
         +frageAn()
1036
1037
1038
       \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Präsentation}{Modell}
1039
       \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Steuerung}{Modell}
1040
```

```
1041 \umlassoc[arg1=präsentation,mult1=1..*,arg2=steuerung,mult2=1..*]{Präsentation}{Steuerung}
1042 \end{tikzpicture}
1043 \liFussnoteUrl{http://www.cs.sjsu.edu/~pearce/modules/lectures/ood2/mvc/index.htm}
1044 }
```

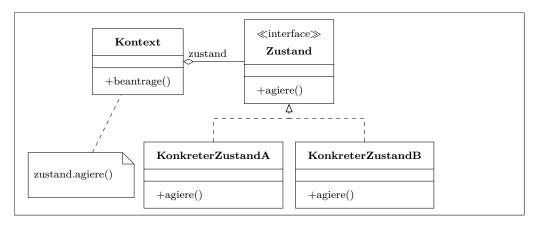
ModellPraesentationSteuerung

```
1045 \ensuremath{\mbox{\mbox{$1046$}}} \ensuremath{\mbox{\mbox{$1046$}}} \ensuremath{\mbox{\mbox{$1047$}}} \ensuremath{\mbox{$1047$}} \ensuremath{\mbox{\mbox{$1048$}$}} \ensuremath{\mbox{$1048$}} \ensuremath{
```

2.11.13 Zustand (State)

\liEntwurfsZustandUml

Quelle: Englische Wikipedia, so ähnlich wie in GoF



```
1049 \def\liEntwurfsZustandUml{
1050
      \begin{tikzpicture}
        \umlclass[x=-1,y=3]{Kontext}{}{+beantrage()}
1051
        \umlclass[x=3,y=3,type=interface]{Zustand}{}{+agiere()}
1052
1053
        \umlclass[x=1,y=0]{KonkreterZustandA}{}{+agiere()}
1054
        \umlclass[x=5,y=0]{KonkreterZustandB}{}{+agiere()}
1055
1056
        \umlVHVreal{KonkreterZustandA}{Zustand}
        \umlVHVreal{KonkreterZustandB}{Zustand}
1057
1058
        \umlaggreg[arg=zustand,pos=0.4]{Kontext}{Zustand}
1059
1060
        \umlnote[x=-2.5,y=0,width=2.5cm]{Kontext}{zustand.agiere()}
1061
      \end{tikzpicture}
1062
1063 }
```

\liEntwurfsZustandAkteure

Quelle: Deutsche Wikipedia

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

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

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

```
1064 \def\liEntwurfsZustandAkteure{
1065 \begin{description}
1066 \item[Kontext (Context)]
1067
1068 definiert die clientseitige Schnittstelle und verwaltet die separaten
1069 Zustandsklassen.
1070
```

```
1071
                               \item[State (Zustand)]
                      1072
                               definiert eine einheitliche Schnittstelle aller Zustandsobjekte und
                      1073
                               {\tt implementiert} \ {\tt gegebenenfalls} \ {\tt ein} \ {\tt Standardverhalten}.
                      1074
                      1075
                               \item[KontreterZustand (ConcreteState)]
                      1076
                      1077
                      1078
                               {\tt implementiert\ das\ Verhalten,\ das\ mit\ dem\ Zustand\ des\ Kontextobjektes}
                      1079
                               verbunden ist.
                      1080
                             \end{description}
                      1081 }
\liEntwurfsZustand
                      1082 \def\liEntwurfsZustand{
                             \liEntwurfsZustandUml
                      1084
                             \liEntwurfsZustandAkteure
                      1085 }
                      1086
```

2.12 er.sty

```
1087 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1088 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-er}[2020/06/13 Zum Setzen von
1089 ER-Diagrammen]
1090 \RequirePackage{tikz-er2}
1091 \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);
                     1092 \RequirePackage{soul}
                     1093 \RequirePackage{fontawesome}
                     2.12.3 Makro-Kürzel
                     \let\a=\liErMpAttribute
                     \let\d=\liErDatenbankName
                     \let\e=\liErMpEntity
                     \let\r=\liErMpRelationship
                     1094 \ExplSyntaxOn
        \liErEntity
                     1095 \def\liErEntity#1{\textbf{#1}}
  \liErRelationship
                     1096 \def\liErRelationship#1{\ul{#1}}
     \liErAttribute
                     1097 \def\liErAttribute#1{\emph{#1}}
                    mp = marginpar
      \liErMpEntity
                     Let-Abkürzung: \let\e=\liErMpEntity
                     1098 \def\liErMpEntity#1{
                          \liErEntity{#1}
                     1099
                         \marginpar{
                             \liErEntity{\tiny\faSquareO{}~E:~#1}
                     1101
                     1102 }
                     1103 }
                    Let-Abkürzung: \let\r=\liErMpRelationship
\liErMpRelationship
                     1104 \def\liErMpRelationship#1{
                          \liErRelationship{#1}
                     1105
                     1106
                          \marginpar{
                             \label{lierRelationship} $$  \iny faGg{}^R:~\#1$ 
                     1107
                     1108 }
                     1109 }
   \liErMpAttribute Let-Abkürzung: \let\a=\liErMpAttribute
                     1110 \def\liErMpAttribute#1{
                     1111
                          \liErAttribute{#1}
                     1112
                          \marginpar{
                     1113
                             \liErAttribute{\tiny\faCircleThin{}~A:~#1}
                     1114
                          }
                     1115 }
```

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

datenbank name

2.13 formale-sprachen.sty

```
1123 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                                                       1124 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-formale-sprachen}[2021/02/21 Hilfsmakros
                                                       1125 zum Setzen von mathematischen Formeln bei dem Thema Formale Sprachen]
                                                       1126 \directlua{
                                                       1127 formale_sprachen = require('lehramt-informatik-formale-sprachen')
                                                       1128 }
                                                       1129 \RequirePackage{hyperref}
                                                       1130 \liLadePakete{mathe,typographie}
                                                      \lambda \
                                  \liMenge
                                                       Let-Abkürzung: \let\m=\liMenge
                                                       1131 \def\liMengeOhneMathe#1\{\ #1 \ \}
                                                       1132 \def\liMenge#1{%
                                                       1133 \ifmmode%
                                                       1134 \liMengeOhneMathe{#1}%
                                                       1135 \else%
                                                       1136 $\liMengeOhneMathe{#1}$%
                                                       1137 \fi%
                                                       1138 }
                               \liEpsilon \liEpsilon: arepsilon
                                                       Let-Abkürzung: \let\e=\liEpsilon
                                                       1139 \def\liEpsilon{$\varepsilon$}
                      \liPotenzmenge
                                                      Umgeben mit geschweiften Klammern in einer Mathematik-Umgebung
                                                       1140 \def\erzeuge@tiefgestellt#1{\directlua{formale_sprachen.erzeuge_tiefgestellt('#1')}}
                                                       1141 \def\liPotenzmengeOhneMathe#1{\{ \erzeuge@tiefgestellt{#1} \}}
                                                       1142 \def\liPotenzmenge#1{$\liPotenzmengeOhneMathe{#1}$}
                                                      liZustandsmenge{z1, z2}: {\{ z_1, z_2 \}}
                  \liZustandsmenge
                                                       1143 \let\liZustandsmengeOhneMathe=\liPotenzmengeOhneMathe
                                                       1144 \let\liZustandsmenge=\liPotenzmenge
\liUeberfuehrungsFunktion
                                                      \liUeberfuehrungsFunktion{z0, a}: $\delta(z_0, a)$
                                                       Let-Abkürzung: \let\d=\liUeberfuehrungsFunktion
                                                       1145 \ensuremath{$\ $$ \ensuremath{$\ $$}} 1145 \ensuremath{$\ $$} 1145 \ensuremath{$\ $\ $$} 1145 \ensuremath{$\ $\ $$} 1145 \ensuremath{$\ $\ $$} 
                                                       1146 \def\liUeberfuehrungsFunktion#1{
                                                       1147 \ifmmode
                                                       1148 \liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}
                                                       1149 \else
                                                       1150 $\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}$
                                                       1151 \fi
                                                       1152 }
                                                      \liAlphabet
                                                       1153 \left( \frac{1153}{h} \right) = { 1153} 
                                                      \Pi \subseteq \Gamma \subseteq \Gamma \subseteq \Gamma
                    \liBandAlphabet
                                                       1154 \def\liBandAlphabet#1{\ Gamma = \Sigma \cup \{ #1 \}$}
          \liZustandsBuchstabe
                                                       1155 \def\liZustandsBuchstabe{z}
\liZustandsBuchstabeGross
                                                       1156 \def\liZustandsBuchstabeGross{Z}
```

```
\liZustandsmengeNr
                                                              1157 \def\zustandsnamens@liste#1#2{
                                                              1158
                                                              1159
                                                                                    \directlua{formale_sprachen.erzeuge_zustandsnamens_liste('#1', '#2')}
                                                              1160
                                                                                17
                                                              1161
                                                              1162
                                                                           $
                                                              1163 }
                                                              1164 \end{1} iZustandsmengeNr#1{\zustandsnamens@liste{\liZustandsBuchstabe}{\#1}} iN the continuous continuou
         \liZustandsmengeNrGross
                                                              1165 \ def\ liZustandsmenge Nr Gross \#1 \{\ ustandsnamens @ liste {\ liZustands Buchstabe Gross \} \#1\} \}
                                                              \liZustandsname{1}: $z_1$
                          \liZustandsname
                                                              1166 \def\liZustandsname#1{$\liZustandsBuchstabe_#1$}
                                                              \liZustandsnameGross{1}: $Z_1$
               \liZustandsnameGross
                                                              1167 \ensuremath{$\liZustandsBuchstabeGross\_\#1\$}
                                \liAbleitung \liAbleitung{S -> aB -> ab}: S \vdash aB \vdash ab
                                                              1168 \def\liAbleitung#1{$\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}
                                                              1169 \NewDocumentEnvironment { liProduktionsRegeln }
                                                              1170 { O{P} +b }
                                                              1171 {
                                                                           \liGeschweifteKlammern{#1}
                                                              1172
                                                              1173
                                                                          {
                                                              1174
                                                                                \begin{align*}
                                                                                \directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#2')}
                                                              1175
                                                              1176
                                                                                \end{align*}
                                                                           \{-0.2cm\}\{-1.5cm\}
                                                              1177
                                                              1178 } {}
                          \liProduktionen \liProduktionen(S -> A, A -> a): \{S \to A, A \to a\}
                                                              1179 \def\liProduktionen#1{
                                                                           \liMenge{\directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#1', true)}}
                                                              1180
                                                              1181 }
\liZustandsnameTiefgestellt Automatisch tiefgestellte Nummerierung \z1
                                                              Let-Abkürzung: \let\z=\liZustandsnameTiefgestellt
                                                              1182 \def\liZustandsnameTiefgestellt#1{
                                                              1183
                                                                           \ifmmode
                                                                                \liZustandsBuchstabe\sb{#1}
                                                              1184
                                                              1185
                                                              1186
                                                                                $\liZustandsBuchstabe\sb{#1}$
                                                              1187
                                                                           \fi
                                                              1188 }
                                                              1189 \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}
```

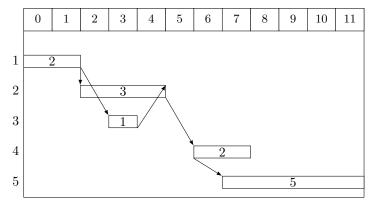
```
1190 \NewDocumentCommand{ \liAusdruck } { O{L} m m } {
1191
1192
       \tl_if_empty:nTF {#1} {} {#1 =}
1193
       \{
        \, #2 \,
1194
1195
        \, #3 \,
1196
      \}$
1197
1198 }
1199 \ExplSyntaxOff
Link zur flaci.com Website: \liFlaci{Grxk1oczg}:
   Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte Automaten, Compiler und Interpreter)
Ein Projekt der Hochschule Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz: flaci.com/Grxkloczg
1200 \left[ 1200 \right]
1201
      \par
1202
      {%
1203
        \scriptsize
        Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte
1204
        Automaten, Compiler und Interpreter) Ein Projekt der Hochschule
1205
        Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz:
1206
        \href{https://flaci.com/#1}{flaci.com/#1}%
1207
      }%
1208
1209
      \par
1210 }
\lceil (qrammtik-name) \rceil \{ (variablen=V, alphabet=\Sigma, produktionen=P, start=S) \}
   \liGrammatik{variablen={}, alphabet={}}
   • \liGrammatik{}: G = (V, \Sigma, P, S)
   • \liGrammatik[G_1]{}: G_1 = (V, \Sigma, P, S)
   • \liGrammatik{variablen={S,A,B}}: G = (\{S,A,B\},\Sigma,P,S)
   • \liGrammatik{alphabet={a,b}}: G = (V, \{a, b\}, P, S)
   • \liGrammatik{start=X}: G = (V, \Sigma, P, X)
1211 \ExplSyntaxOn
1212 \NewDocumentCommand {\liGrammatik} { O{G} m } {
      \tl_set:Nn \l_variablen_tl {V}
1213
      \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
1214
      \tl_set:Nn \l_produktionen_tl {P}
1215
      \tl_set:Nn \l_start_tl {S}
1216
1217
1218
      \keys_define:nn { grammatik } {
        variablen .code:n = {\tl_set:Nn \l_variablen_tl {\liMenge{##1}}},
1219
        alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
1220
1221
        produktionen .code:n = {\tl_set:Nn \l_produktionen_tl {\liProduktionen{##1}}},
1222
        start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
1223
1224
      \keys_set:nn { grammatik } { #2 }
1225
1226
      $#1 = (
1227
        \l_variablen_tl,
1228
1229
        \l_alphabet_tl,
        \l_produktionen_tl,
1230
        \l_start_tl
1231
1232
      )$
1233 }
1234 \ExplSyntaxOff
1235
```

2.14 formatierung.sty

```
1236 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
          1237 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-formatierung}[2020/11/27]
          2.14.1 Schriftarten / Typographie
          1238 \RequirePackage{mathpazo}
          1239 \RequirePackage[no-math]{fontspec}
          1240 \setmainfont{texgyrepagella}
          1241 \setsansfont{QTAncientOlive}
          1242 \RequirePackage{sectsty}
          1243 \allsectionsfont{\fontspec{QTAncientOlive}}
          2.14.2 Farben
          1244 \RequirePackage{xcolor}
          1245 \definecolor{infogray}{rgb}{0.97,0.97,0.97}
          2.14.3 Überschriften
          1246 \RequirePackage{titlesec}
          1247 \titleformat{\chapter}[display]{\sffamily\bfseries}{}{Opt}{\LARGE}
          1248 \titlespacing{\chapter}{0pt}{0pt}{*1}
          1249 \texttt{\titleformat{\piagraph}[hang]{\sffamily}normalsize} \\ \texttt{\theparagraph}{1em}{} \\
          1250 \setcounter{secnumdepth}{0}
          2.14.4 Listen
          1251 \RequirePackage{paralist}
          1252 \renewcommand\labelitemi{-}
          1253 \renewcommand\labelitemii{-}
          1254 \renewcommand\labelitemiii{-}
          1255 \renewcommand\labelitemiv{-}
          1256 % Counter: enumi enumii enumii enumiv
          1257 % Styles: \arabic{counter} \alph{counter} \roman{counter} \Roman{counter}
          1258 \renewcommand{\labelenumi}{(\alph{enumi})}
          1259 \renewcommand{\labelenumii}{(\roman{enumii})}
          2.14.5 Kasten
          1260 \ \texttt{\em RequirePackage\{mdframed\}}
          1261 \mdfsetup{backgroundcolor=infogray}
liKasten
          1262 \NewDocumentEnvironment { liKasten }{ } {
          1263 \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
          1264 } {
          1265
                \end{mdframed}
          1266 }
          2.14.6 Header
          1267 \RequirePackage{fancyhdr}
          1268 \fancyhead[L,C,R]{}
          1269 \fancyfoot[L]{}
          1270 \fancyfoot[C]{}
          1271 \fancyfoot[R] {\thepage}
          1272 \pagestyle{fancy}
          1273 \renewcommand{\headrulewidth}{0pt}
          1274 \renewcommand{\footrulewidth}{0pt}
          1275
```

2.15 gantt.sty

```
1276 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1277 \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}
```



1278 \RequirePackage{tikz-uml}
1279 \RequirePackage{pgfgantt}
1280 \setganttlinklabel{f-s}{}
1281 \setganttlinklabel{s-s}{}
1282 \setganttlinklabel{f-f}{}
1283 \setganttlinklabel{s-f}{}

1284

2.16 grafik.sty

```
1285 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1286 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-grafik}[2020/12/27 Lädt das Paket
1287 TikZ, um Grafiken zeichnen zu können.]
1288 \RequirePackage{tikz}
1289
```

2.17 graph.sty

```
1290 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1291 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-graph} [2020/06/09]
1292 \RequirePackage{tikz}
   Für die die Adjazenzliste (xrightarrow)
1293 \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}
\]
```

$1294 \verb|\RequirePackage{blkarray}|$

 $1295 \verb| \usetikzlibrary{arrows.meta}|$

```
\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}
```



```
1296 \text{tikzset}{}
                       li graph/.style={
                  1297
                          every node/.style={
                 1298
                            rectangle,
                 1299
                            draw,
                 1300
                 1301
                          every edge/.style={
                 1302
                 1303
                            >={Stealth[black]},
                 1304
                            draw,
                 1305
                          every edge/.append style={
                  1306
                            every node/.style={
                  1307
                              sloped,
                 1308
                              auto,
                  1309
                            }
                 1310
                 1311
                 1312
                       },
                        li markierung/.style={
                 1313
                  1314
                          ultra thick,
                  1315
                  1316 }
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}
```

1317 \NewDocumentEnvironment { liGraphenFormat }{ +b } {} {}

1318

57

2.18 hanoi.sty

```
1319 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                         1320 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-hanoi}[2020/12/19 Paket zum Setzen
                         1321 von Hanoi-Grafiken]
                                 Quelle: https://kleinco.de/latex-snippets/7/tikz-towers-of-hanoi-illustration-for-lat
                         1322 \RequirePackage{tikz}
                         1323 \RequirePackage{xcolor}
                         \liHanoi{anzahl-scheiben}{gewicht-scheibe/turm-nr,gewicht-scheibe/turm-nr},
\liHanoi
                         z. B.: \{4\}\{4/1,3/1,2/3,1/2\}
                         1324 \def\li@mset #1[#2]=#3{%
                         1325 \expandafter\xdef\csname #1#2\endcsname{#3}
                         1326 }
                         1327 \def\li@mget #1[#2]{%
                         1328 \csname #1#2\endcsname
                         1329 }
                         1330 \def\li@minc #1[#2]+=#3{%
                         1331 \pgfmathparse{\li@mget #1[#2]+#3}%
                         1332 \li@mset #1[#2]=\pgfmathresult
                         1333 }
                         1334
                         1335 \def\liHanoi#1#2{
                         1336
                                       \edef\li@numdiscs{#1}
                         1337
                                        \def\li@sequence{#2}
                                        \begin{tikzpicture}[line width=4mm,brown!40,line cap=round,xscale=3]
                         1338
                                             \% init colors
                         1339
                                             \foreach[count=\j] \c in {red,green!80!black,blue,orange,violet,gray,yellow!80!black,pur]
                         1340
                                             \left( \int_{0}^{\infty} c(j) = {c}; \right)
                         1341
                                             \% draw poles and init pole counters
                         1342
                                             foreach j in {1,2,3}{
                         1343
                                                  \left[ \int \left[ \int dx \right] dx \right] = 0
                         1344
                                                  \draw (\j,-.5) -- +(0, .5 + .5*\li@numdiscs);
                         1345
                         1346
                         1347
                                             % draw base
                                             draw (.5,-.5) -- +(3,0);
                         1348
                                             % draw discs
                         1349
                                             \foreach[count=\k] \i/\j in \li@sequence{
                         1350
                                                  \label{light} $$ \operatorname{ligmet\ col[\i]} (\j,\ligmet\ pos[\j]) +(-.4*\i/\ligmumdiscs,0) -- +(.4*\i) -- +(
                         1351
                                                  \left[ \right] += \{.5\}
                         1352
                         1353
                         1354
                                        \end{tikzpicture}
                         1355 }
                         1356
```

2.19 klassen-konfiguration-aufgabe.sty

```
1357 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1358 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-klassen-konfiguration-aufgabe}[2021/09/01 Die
1359 Klasse Aufgabe konfigurieren, d. h. Laden von einigen Paketen, Registierung von Hooks]
   Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option clash
1360 \likebox{LiLadePakete}{}
1361 formatierung,
1362 abmessung,
1363 literatur-dummy,
makros,
1365 aufgaben-metadaten,
1366 kopf-fusszeilen,
1367 mathe
1368 }
1370 \% Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
1371 \RequirePackage[ngerman]{babel}
1372 \ExplSyntaxOn
1373 \AddToHook{enddocument}{
1375 }
1376 \ExplSyntaxOff
1377
```

2.20 komplexitaetstheorie.sty

```
1378 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                       1379 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-komplexitaetstheorie}[2021/07/08 Zum
                       1380 Setzen von Karps NP-vollständigen Problemen, Hilfsmakros für die
                       1381 Polynomialzeitreduktion.]
                       2.20.1 Makro-Kürzel
                       \let\n=\liProblemName
                       \let\r=\liPolynomiellReduzierbar
                       \let\b=\liProblemBeschreibung
                       1382 \liLadePakete{mathe}
                          Für das Makro \liProblemBeschreibung{}{} benötigt.
                       1383 \RequirePackage{mdframed}
            \liStrich
                       L, \left(L\right): L, L'
                       1384 \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
                       1385 \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

```
1386 \def\liProblemBeschreibung#1#2#3{
      \begin{mdframed}[
1387
        userdefinedwidth=9cm,
1388
1389
        align=center,
1390
        backgroundcolor=white!0,
1391
      ]
        \centerline{\large\liProblemName{#1}}
1392
1393
        \medskip
1394
1395
        \begin{description}
1396
        \item[Gegeben:] #2
1397
        \item[Frage:] #3
1398
        \end{description}
1399
1400
      \end{mdframed}
1401 }
```

```
\liPolynomiellReduzierbar Let-Abkürzung: \let\r=\liPolynomiellReduzierbar
                            1402 \NewDocumentCommand{ \liPolynomiellReduzierbar } { m O{p} m } {
                            1403 \begin{displaymath}
                            1404 \liProblemName{#1}
                            1405 \preceq_{#2}
                            1406 \liProblemName{#3}
                            1407 \end{displaymath}
                            1408 }
    \liProblemVertexCover
                            1409 \def\liProblemClique{%
                            1410 Das \textbf{Cliquenproblem} fragt nach der Existenz einer Clique der
                            1411 Mindestgröße $n$ in einem gegebenen Graphen.
                            1412 \footcite[Seite 76] {theo:fs:4}
                            1413 Eine Clique ist eine Teilmenge von Knoten in einem ungerichteten
                            1414 Graphen, bei der \emph{jedes Knotenpaar durch eine Kante} verbunden ist.
                            1415 \footcite{wiki:cliquenproblem}
                            1416 }
    \liProblemVertexCover
                            1417 \def\liProblemVertexCover{%
                            1419 Das \textbf{Knotenüberdeckungsproblem} (\liProblemName{Vertex Cover})
                            1420 fragt, ob zu einem gegebenen einfachen Graphen und einer natürlichen
                            1421 Zahl $k$ eine Knotenüberdeckung der Größe von höchstens $k$ existiert.
                            1422 \footcite{wiki:knotenueberdeckung}
                            1424 Das heißt, ob es eine aus maximal $k$ Knoten bestehende Teilmenge $U$
                            1425 der Knotenmenge gibt, so dass jede Kante des Graphen mit
                            1426 mindestens einem Knoten aus $U$ verbunden ist.
                            1427 \footcite[Seite 78] {theo:fs:4}%
                            1428 }
      \liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem
                            1429 \def\liProblemSubsetSum{%
                            1430 \; \texttt{Das \ \ \ } \; \texttt{Cubset Sum} \; \; \texttt{oder} \; \\
                            1431 \liProblemName{SSP}) ist ein spezielles Rucksackproblem.
                            1432 \footcite{wiki:teilsummenproblem}
                            1433 Gegeben sei eine Menge von ganzen Zahlen I = \{w_1, w_2, dots, w_n\}
                            1434 \}$. Gesucht ist eine Untermenge, deren Elementsumme maximal, aber nicht
                            1435 größer als eine gegebene obere Schranke $c$ ist.
                            1436 \footcite[Seite 74]{theo:fs:4}
                            1437 }
      \liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem
                            1438 \def\liProblemSat{%
                            1439 Das \textbf{Erfüllbarkeitsproblem der Aussagenlogik} \liProblemName{Sat}
                            1440 und \liProblemName{k-SAT} mit $k \geq 3$, $k \in \mathbb{N}$ (Satz von
                            1441 Cook) fragt, ob eine aussagenlogische Formel erfüllbar
                            1442 ist.\footcite{wiki:sat} Das Erfüllbarkeitsproblem der
                            1443 \emph{Aussagenlogik} ist in exponentieller Zeit in Abhängigkeit der
                            1444 Anzahl der Variablen mit Hilfe einer Wahrheitstabelle entscheidbar.
                            1445\; {\tt Diese \ \ } {\tt Emph{Wahrheitstabelle}}\;\; {\tt kann \ nicht}\;\; {\tt in \ polynomieller}\;\; {\tt Zeit}\;\;
                            1446 aufgestellt werden.
                            1447 \footcite[Seite 71] {theo:fs:4}
                            1448 }
                            1449
```

2.21 kontrollflussgraph.sty

```
1450 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1451 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-kontrollflussgraph}[2020/11/07]
```

2.21.1 Makro-Kürzel

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

2.21.2 TeX-Markup-Beispiel

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

2.21.3 TikZ: pin

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

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

```
1452 \RequirePackage{tikz}
1453 \usetikzlibrary{positioning}
1454 \tikzset{
      li kontrollfluss/.style={
1455
        knoten/.style={
1456
           circle,
1457
1458
           draw
1459
        },
        usebox/.style={
1460
1461
           draw,
1462
          rectangle,
1463
           font=\scriptsize,
           anchor=west,
1464
          align=left,
1465
        },
1466
        bedingung/.style={
1467
          midway,
1468
           draw=none,
1469
          font=\scriptsize
1470
1471
1472
        knotenbeschriftung/.style={
1473
1474
           rectangle,
1475
          midway,
          font=\scriptsize
1476
1477
        wahr/.style={
1478
1479
          {\tt thick}
        },
1480
        falsch/.style={
1481
1482
          dashed
1483
        every node/.style={
1484
1485
          circle,
1486
          draw,
        },
1487
        every edge/.append style={
1488
           every node/.style={
1489
             draw=none,
1490
1491
             bedingung,
1492
1493
        },
1494
        every path/.style={
1495
          draw,
1496
           ->,
        },
1497
        every pin/.style={
1498
1499
          draw,
1500
          dotted,
1501
          rectangle,
1502
          pin position=right
1503
1504
        every pin edge/.style={
1505
           dotted,
1506
           arrows=-,
1507
1508
      }
1509 }
```

2.21.4 Umgebungen

liKontrollflussgraph

1510 \NewDocumentEnvironment { liKontrollflussgraph } { O{} } {

```
\begin{tikzpicture}[
                                                                                                                        1512
                                                                                                                                                          li kontrollfluss,
                                                                                                                        1513
                                                                                                                        1514
                                                                                                                        1515 } {
                                                                                                                        1516 \end{tikzpicture}
                                                                                                                        1517 }
                                                                                                                        2.21.5 Makros
                                                            \liAnweisung
                                                                                                                        1518 \def\liAnweisung#1(#2,#3){\node[knoten] at (#2,#3) (#1) {#1};}
                                                            \liBedingung Let-Abkürzung: \let\b=\liBedingung
                                                                                                                        1519 \ensuremath{\mbox{\mbox{$1$}}} 1519 \ensuremath{\mbox{\mbox{$1$}}} [\text{\mbox{\mbox{$1$}}}] \ensuremath{\mbox{$1$}} 1519 \ensuremath{\mbox{$1$}}] \ensuremath{\mbox{$1$}} 1519 \ensuremat
                                           \liBedingungWahr Let-Abkürzung: \let\w=\liBedingungWahr
                                                                                                                        1520 \def\liBedingungWahr#1{node[bedingung,#1]{\texttt{[true]}}}
                                  \liBedingungFalsch Let-Abkürzung: \let\f=\liBedingungFalsch
                                                                                                                        1521 \end{filled} $$1521 \end{filled} in gungFalsch#1{node[bedingung,#1]{\text{texttt}[false]}} $$
                                               \liKontrollCode Let-Abkürzung: \let\c=\liKontrollCode
                                                                                                                        1522 \def\liKontrollCode#1{{\tiny\texttt{\textcolor{gray}{#1}}}}
\liKontrollTextzeileKnoten Let-Abkürzung: \let\k=\liKontrollTextzeileKnoten
                                                                                                                        1523 \end{controll} TextzeileKnoten#1{\raisebox{-2pt}{\tikz[scale=0.5,transform shape]} \node[drawner] } \label{likontroll} $$ \arrowvert = 1523 \end{controll} $$ \arrowvert = 1523 \end{controller} $$$ \arrowvert = 1
                     \liKontrollKnotenPfad Let-Abkürzung: \let\p=\liKontrollKnotenPfad
                                                                                                                        1524 \ExplSyntaxOn
                                                                                                                        1525 \NewDocumentCommand { \liKontrollKnotenPfad }{ m }
                                                                                                                        1526 {
                                                                                                                                                 \ensuremath{\verb|seq_set_split:Nnn \l_tmpa_seq { - } { \#1 }}
                                                                                                                        1527
                                                                                                                                                 \seq_set_map:NNn \l_tmpa_seq \l_tmpa_seq {\liKontrollTextzeileKnoten{##1}}
                                                                                                                        1528
                                                                                                                                                \seq_use:Nn \l_tmpa_seq { ~~~~ }
                                                                                                                        1529
                                                                                                                        1530 }
                                                                                                                        1531 \ExplSyntaxOff
                                                                                                                        1532
```

2.22 kopf-fusszeilen.sty

```
1533 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1534 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-kopf-fusszeilen}[2021/08/20 Kopf-
1535 und Fußzeilen mit Hilfe des Pakets fancyhdr.]
1536 \ExplSyntaxOn
1537 \fancyhead{}
1538 \fancyhead [RO,LE] {{\scriptsize\LehramtInformatikTitel}}
1539 \fancyhead[LO,RE]{{\scriptsize\today}}
1540 \fancyfoot{}
1541 \fancyfoot[LE,R0]{\thepage}
1542 \texttt{ \fancyfoot[LO,CE] {\{\scriptsize\LehramtInformatikAutorName\}\}}
1543 \texttt{ \fancyfoot[CO,RE] \{\{\scriptsize\LehramtInformatikAutorEmail\}\}}
1544 \renewcommand{\headrulewidth}\{0.4pt\}
1545 \renewcommand{\footrulewidth}{0.4pt}
1546 \setlength{\headwidth}{\textwidth}
1547 \verb|\ExplSyntaxOff|
1548
```

2.23 literatur-dummy.sty

```
1549 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1550 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-literatur-dummy}[2020/11/27]
\literatur
1551 \def\literatur{}

\footcite

1552 % \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}
1553 \NewDocumentCommand{ \footcite } { o m }{}
```

2.24 literatur.sty

```
1555 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
            1556 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-literatur}[2020/11/27]
            1557 \RequirePackage{csquotes}
            1558 \RequirePackage[
            1559 bibencoding=utf8,
            1560 citestyle=authortitle,
            backend=biber,
            1562 ]{biblatex}
            1563 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/10_DB.bib}
            1564 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/20_00MUP.bib}
            1565 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/30_AUD.bib}
            1566 \verb| \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/40_SOSY.bib}|
            1567 \verb| Addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/60_FUMUP.bib}|
            1568 \verb| \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/70\_THEO.bib}|
            1569 \verb| \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/80_DDI.bib}|
            1570 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Allgemein.bib}
            1571 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Examen.bib}
            1572 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Wikipedia.bib}
            1573 % To allow footnotes in the heading
            1574 \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}
\literatur
            1575 \def\literatur{\printbibliography[heading=subbibliography]}
            1576
```

2.25 makros.sty

```
1577 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                        1578 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-makros}[2020/11/27 Eine Sammlung von
                        1579 häufig verwendeten Makros und Umgebungen, die thematisch zu keinem
                        1580 anderen Paket passen]
                        1581 \RequirePackage{hyperref}
                        1582 \RequirePackage{graphicx}
                           Für die Umgebung liQuellen benötigt.
                        1583 \RequirePackage{paralist}
  \inhaltsverzeichnis
                        1584 \def\inhaltsverzeichnis {
                              \begin{mdframed}
                        1586
                                \begingroup
                                \let\clearpage\relax
                        1587
                                \tableofcontents
                        1588
                        1589
                                \endgroup
                        1590
                              \end{mdframed}
                        1591 }
               \memph \memph (\marginpar and \emph)
                        1592 \newcommand{\memph}[1]{\emph{#1}\marginpar{\tiny#1}}
               \SLASH
                        1593 \newcommand\SLASH{\char`\\}
\liPseudoUeberschrift Text, der sich wie eine Überschrift verhält.
                        1594 \newcommand{\liPseudoUeberschrift}[1]{
                        1595 \bigskip
                        1596 \setminus noindent
                        1597 \text{textsf}{\text{textbf}\{\#1\}}
                        1598 \noindent
                        1599 }
      \liBeschriftung Ähnlich dem Makro \liPseudoUeberschrift{}. Am Ende des Textes wird ein Dop-
                        pelpunktzeichen angehängt.
                        1600 \newcommand{\liBeschriftung}[1]{
                        1601 \par
                        1602 \setminus noindent
                        1603 \medskip
                        1604 \text{textbf}{#1}:
                        1605 \medskip
                        1606 \noindent
                        1607 }
             \hinweis
                        1608 \def\hinweis#1{{\footnotesize[#1]}}
                        \begin{liProjektSprache}{NameProjektSprache} \end{liProjektSprache}: Zum
     liProjektSprache
                        Einbetten von projekteigenen Minisprachen/DSLs (Domain-specific language) (z. B. Re-
                        lationenSchema). Der Inhalt der Umgebung wird nicht von TeX kompiliert, sondern von
                        dem Java-Kommandozeilen-Programm didaktik.java verarbeitet.
                        1609 \NewDocumentEnvironment { liProjektSprache }{ o +b } {} {}
         liEinbettung
                        1610 \NewDocumentEnvironment { liEinbettung }{ o +b } {#2} {}
                       Zum Setzen von Antworten. Sie werden mit einem Kasten umgeben. Könnten eventuell
            liAntwort
                        ausgeblendet werden, wenn man nur die Lösung sehen will.
                        1611 \RequirePackage{xparse}
                        1612 \ExplSyntaxOn
```

```
1613 \NewDocumentEnvironment{ liAntwort } { O{standard} }
           1614 {
           1615
                  \str_case:nn {#1} {
           1616
                    {standard} {
           1617
                      \def\beschriftung{}
                      \mdfsetup{backgroundcolor=gray!1,linecolor=gray}
           1618
                   }
           1619
           1620
                    {richtig} {
                      \def\beschriftung{richtig}
           1621
                      \mdfsetup{backgroundcolor=green!5,linecolor=green}
           1622
                    }
           1623
           1624
                    {falsch} {
                      \def\beschriftung{falsch}
           1625
                      \mdfsetup{backgroundcolor=red!3,linecolor=red}
           1626
                   }
           1627
                    {muster} {
           1628
                      \def\beschriftung{Musterlösung}
           1629
                      \mdfsetup{backgroundcolor=green!12,linecolor=green}
           1630
                   }
           1631
           1632
                  \ifx\beschriftung\empty\else
           1633
                  \noindent
           1634
           1635
                  \textbf{\beschriftung{}:}
           1636
                  \fi
                  \begin{mdframed}
           1637
           1638 }
           1639 {\end{mdframed}}
           Zusätzliches Material bei Aufgaben, das zum Lösen der Aufgaben nicht unbedingt nötig
liAdditum
           ist, z. b. Hintergrundinformation, Test-Dateien, komplette Code-Dateien.
           1640 \NewDocumentEnvironment{ liAdditum } { o }
           1641 {
           1642
                  \begin{mdframed}[backgroundcolor=yellow!5]
           1643
                 \IfNoValueTF {#1}
           1644
                 { \liPseudoUeberschrift{Additum} }
                  { \liPseudoUeberschrift{Additum:~#1} }
           1645
           1646 }
           1647 {\end{mdframed}}
            \begin{liExkurs}[Linear rekursiv]
liExkurs
            Die häufigste Rekursionsform ist die lineare Rekursion, bei der in jedem
            Fall der rekursiven Definition höchstens ein rekursiver Aufruf vorkommen
            darf.
            \end{liExkurs}
```

Exkurs: Linear rekursiv

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

```
1648 \NewDocumentEnvironment{ liExkurs }{o +b}{
1649
      \vspace{0.2cm}%
      \begin{mdframed}[
1650
        backgroundcolor=white,
1651
        bottomline=false,
1652
1653
        innermargin=1cm,
1654
        leftline=true,
1655
        linecolor=black,
        linewidth=0.1cm,
1656
        outermargin=1cm,
1657
        rightline=false,
1658
        topline=false,
1659
      ]
1660
```

```
1661
                     \footnotesize
              1662
                     \noindent%
                     \textbf{Exkurs:~#1}\par%
              1663
                    \noindent%
              1664
              1665
                    \end{mdframed}
              1666
              1667
                    \vspace{0.2cm}
              1668 }{}
   liQuellen https://tex.stackexchange.com/a/229004
                \begin{liQuellen}
                \item Quelle 1
                \item Quelle 2
                \end{liQuellen}
                 Weiterführende Literatur:
                    • Quelle 1
                    • Quelle 2
              1669 \cs_new:Npn \listen@punkt #1 {\item #1}
              1670 \NewDocumentEnvironment { liQuellen }{ +b }
              1671 {
                     \seq_clear_new:N \l_quellen
              1672
                     \ensuremath{\verb|seq_set_split:Nnn \l_quellen {\otem} {\#1}}
              1673
                     \seq_remove_all:Nn \l_quellen {}
              1674
                    \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
              1675
              1676
                    \footnotesize
              1677
                    \noindent
                    \textsf{\textbf{Weiterführende~Literatur:}}
              1678
              1679
                    \medskip
              1680
                    \begin{compactitem}
              1681
                    \seq_map_function:NN \l_quellen {\listen@punkt}
              1682
                    \end{compactitem}
                    \end{mdframed}
              1683
              1684
                    %
                     \makeatletter
              1685
                     \par\@afterindentfalse\@afterheading
              1686
                     \makeatother
              1687
              1688 } {}
liLernkartei
              1689 \NewDocumentEnvironment { liLernkartei }{ m +b }
              1690 {
              1691
                     \begin{mdframed}
                     \footnotesize
              1692
                     \noindent%
              1693
                     \textbf{Lernkarteikarte:~#1}\par%
              1694
              1695
                     \noindent%
              1696
                     #2
                     \end{mdframed}
              1697
              1698 } {}
  liDiagramm
              \begin{liDiagramm}{beschriftung}\end{liDiagramm}: Zu setzen einer Graphik bzw
              eines Diagramms.
              1699 \NewDocumentEnvironment { liDiagramm }{ m +b }
              1700 {
                     \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
              1701
                     \small
              1702
              1703
                     \noindent%
              1704
                     \textit{#1}:
              1705
                     \begin{center}
```

```
1706
                     #2
                1707
                     \medskip
                     \end{center}
                1708
                1709 \end{mdframed}
                1710 } {}
                1711 \ExplSyntaxOff
\label{lifussnoteUrl} $$  \limsnoteUrl[\langle zus\"{a}tzlicher-text\rangle] {\langle url\rangle} \leq Url[zus\"{a}tzlicher Text] {url}: 
                Eine HTTP-URL als Fußnote setzen.
                1712 \NewDocumentCommand{\liFussnoteUrl} { o m } {
                1713 \footnote{\url{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ (#1)}}
                1714 }
                1715
Einen Link, d. h. einen Link-Text und eine URL als Fußnote setzen.
                1716 \NewDocumentCommand{\liFussnoteLink} { o m m } {
                1717 \footnote{\href{#3}{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ (#1)}}
                1718 }
           \zB
                1719 \def\zB\{z.\,B.\}
           \ZB
                1720 \left\{ZB\{Z.,B.\right\}
           \dh
                1721 \left(def\left(d.\right), h.\right)
                1722
```

2.26 master-theorem.sty

1723 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

```
1724 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-master-theorem} [2021/04/13]
                 2.26.1 Makro-Kürzel
                 \left(0=\right)i0
                 \let\o=\liOmega
                 \left| \right| T = \left| \right|
                 \let\t=\liTheta
                  \liMasterVariablenDeklaration
                  {3} % a
                  {3} % b
                  {\mathcal{O}}(1) % f(n)
                  \liMasterFallRechnung
                  % 1. Fall
                  {für \vert xarepsilon = 4$: \\
                  f(n) = 5n^2 \in \{0\{n^{1\log_2 \{8 - 4\}}\} = \{0\{n^{2}\}\} = \{0\{n^2\}\}\}
                  \{f(n) = 5n^2 \setminus t\{n^{\langle n^2 \rangle} = t\{n^3\}\}
                  % 3. Fall
                  \{f(n) = 5n^2 \setminus n^{\frac{1}{2}} 
                  \displaystyle \prod_{n=9T[n/3]\%2B5n^2}
                  \liMasterVariablenDeklaration
                  {} % a
                  {} % b
                  {} % f(n) ohne $mathe$
                  \liMasterFallRechnung
                  % 1. Fall
                  {}
                  % 2. Fall
                  {}
                  % 3. Fall
                  {}
                  \pi T(n) \in \mathbb{R}^2 \cdot \mathbb{R}
                  \label{thm:condition} $$ \prod_{n=9T[n/3]}^2B5n^2$
                 1725 \ExplSyntaxOn
                 1726 \RequirePackage{amsmath}
\liRundeKlammer
                 1727 \def\liRundeKlammer#1{
                       \negthinspace \left( #1 \right)
                 1729 }
       \liTheta \liTheta{n^2}: \Theta(n^2)
                 1730 \def = 0
                      \Theta \liRundeKlammer{#1}
                 1732 }
                 1733 \ensuremath{\mbox{\liTheta#1}}
                 1734 \ifmmode
                          \liThetaOhneMathe{#1}
                 1735
                 1736
                 1737
                          $\liThetaOhneMathe{#1}$
                 1738 \fi
                 1739 }
```

```
1740 \def\li0mega0hneMathe#1{}
                                                                  1741 \Omega \liRundeKlammer{#1}
                                                                  1742 }
                                                                  1743 \ensuremath{\mbox{\sc 1743}} 1743 \ensuremath{\mbox{\sc 1743}} \ens
                                                                  1744 \ifmmode
                                                                                     \liOmegaOhneMathe{#1}
                                                                  1745
                                                                  1746 \else
                                                                                      $\liOmegaOhneMathe{#1}$
                                                                  1748 \fi
                                                                  1749 }
                                                  \li0 \li0{n^2}: \mathcal{O}(n^2)
                                                                  1750 \def\li00hneMathe#1{
                                                                  1751 \mathcal{0} \liRundeKlammer{#1}
                                                                  1752 }
                                                                  1753 \def\liO#1{
                                                                  1754 \ifmmode
                                                                  1755
                                                                                      \li00hneMathe{#1}
                                                                  1756 \else
                                                                                     $\li00hneMathe{#1}$
                                                                  1757
                                                                  1758 \fi
                                                                  1759 }
                                                  \liT Let-Abkürzung: \let\T=\liT
                                                                           \\liT{16}{2}: 16 \cdot T(\frac{n}{2}) \setminus \text{liT}{}{2}: T(\frac{n}{2})
                                                                  1760 \def\liTOhneMathe#1#2{
                                                                  1761 \tl_if_blank:nTF {#1}
                                                                  1762 {}
                                                                  1763 {#1 \cdot }
                                                                  1764 T
                                                                  1765
                                                                                \liRundeKlammer{\frac{n}{#2}}
                                                                  1766 }
                                                                  1767 \def \lim 1742{
                                                                  1768 \ifmmode
                                                                  1769
                                                                                        \liTOhneMathe{#1}{#2}
                                                                  1770 \else
                                                                                     $\liTOhneMathe{#1}{#2}$
                                                                  1771
                                                                  1772 \fi
                                                                  1773 }
\liRekursionsGleichung \liRekursionsGleichung: T(n) = a \cdot T(\frac{n}{h}) + f(n)
                                                                  1774 \def\liRekursionsGleichung{
                                                                  1775 T(n) = \lim\{a\}\{b\} + f(n)
                                                                  1776 }
                \liBedingungEins \liBedingungEins: f(n) \in \mathcal{O}(n^{\log_b a - \varepsilon})
                                                                  1777 \def\liBedingungEins{
                                                                  1778 f(n) \in \frac{n^{\langle n^{\langle b} a - \langle n^{\langle b} a \rangle }}{1778}
                                                                  1779 }
                \verb|\libedingungZwei| | \verb|\libedingungZwei|: f(n) \in \Theta\left(n^{\log_b a}\right)
                                                                  1780 \def\liBedingungZwei{
                                                                  $\ 1781 \ f(n) \in \liTheta\{n^{\log\sb{b}a}\}$
                                                                  1782 }
                \liBedingungDrei \liBedingungDrei: f(n) \in \Omega(n^{\log_b a + \varepsilon})
                                                                  1783 \def\liBedingungDrei{
                                                                  $\ \f(n) \in \liOmega{n^{\log\sb{b}a + \varepsilon}}$
                                                                  1785 }
                                                                  1786 \ExplSyntaxOff
```

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

```
\liMasterVariablen
                               1787 \def\liMasterVariablen{
                               1788
                                     \begin{displaymath}
                                     T(n) = \left\{i \right\} + f(n)
                               1789
                                    \end{displaymath}
                               1790
                               1791
                               1792
                                     \begin{itemize}
                               1793
                                     \star [\$a = \$]
                               1794
                                     Anzahl der Unterprobleme in der Rekursion
                               1795
                               1796
                                     \item[$\textstyle{\frac{1}{b}} =$]
                               1797
                                     Teil des Originalproblems, welches wiederum durch alle Unterprobleme
                               1798
                                     repräsentiert wird
                               1799
                                     \\in [\$f(n) = \$]
                               1800
                                     Kosten (Aufwand, Nebenkosten), die durch die Division des Problems und
                               1801
                                    die Kombination der Teillösungen entstehen
                               1802
                                     \end{itemize}
                               1803
                               1804
                                     \footcite{wiki:master-theorem}
                                     \footcite[Seite 19-35 (PDF 11-24)]{aud:fs:2}
                               1805
                               1806 }
             \liMasterFaelle
                               1807 \def\liMasterFaelle{
                                     \begin{description}
                               1808
                                     \item[1. Fall:]
                               1809
                               1810
                                     T(n) \in \frac{n^{\langle n^{\langle b}a\rangle}}
                               1811
                                     \hfill falls \liBedingungEins
                               1812
                               1813 für $\varepsilon > 0$
                               1814
                               1815
                                     \item[2. Fall:]
                                     T(n) \in \frac{n^{\langle \log sb\{b\}a\} \cdot \log n}}{n}
                               1816
                               1817
                                     \hfill falls \liBedingungZwei
                               1818
                               1819
                               1820
                                     \item[3. Fall:]
                                     T(n) \in T(n)
                               1821
                               1822
                               1823
                                     \hfill falls \liBedingungDrei
                               1824
                                     für $\varepsilon > 0$
                               1825
                                     und ebenfalls für ein c mit c wit c v d alle hinreichend großen c
                               1826
                                     a \cdot f(\text{f(n)}) \leq c \cdot f(n)
                               1827
                               1828
                                     \end{description}
                               1829 }
liMasterVariablenDeklaration
                               1830 \def\liMasterVariablenDeklaration#1#2#3{
                               1831
                                     \begin{description}
                                       \item[Allgemeine Rekursionsgleichung:] \strut
                               1832
                               1833
                               1834
                                       \liRekursionsGleichung
                               1835
                               1836
                                       \item[Anzahl der rekursiven Aufrufe ($a$):] \strut
                               1837
                                       #1
                               1838
                               1839
                               1840
                                       \item[Anteil Verkleinerung des Problems ($b$):] \strut
                               1841
                                       um \frac{1}{\#2} also $b = #2$
                               1842
                               1843
```

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

1844

```
1845
                        1846
                                 $#3$
                        1847
                                 \item[Ergibt folgende Rekursionsgleichung:] \strut
                        1848
                        1849
                                 T(n) = \lim\{\#1\} \{\#2\} + \#3\}
                        1850
                               \end{description}
                        1851
                        1852 }
\liMasterFallRechnung
                        1853 \verb|\def|\liMasterFallRechnung#1#2#3{|}
                        1854
                               \begin{description}
                               \item[1. Fall:] \liBedingungEins:
                        1855
                        1856
                        1857
                        1858
                        1859
                               \item[2. Fall:] \liBedingungZwei:
                        1860
                        1861
                               #2
                        1862
                        1863
                               \item[3. Fall:] \liBedingungDrei:
                        1864
                        1865
                               \end{description}
                        1866
                        1867 }
      \liMasterExkurs
                        1868 \def\liMasterExkurs{
                               \begin{liExkurs}[Master-Theorem]
                        1869
                               \liMasterVariablen
                        1870
                        1871
                               \noindent
                        1872
                               Dann gilt:
                        1873
                        1874
                        1875
                               \liMasterFaelle
                        1876
                               \end{liExkurs}
                        1877 }
 \limasterWolframLink Link zu Wolframalpha (+ durch Prozent 2B ersetzen)
                        1878 \def\liMasterWolframLink#1{
                               Berechne die Rekursionsgleichung auf WolframAlpha:
                        1880
                               \href{https://www.wolframalpha.com/input/?i=#1}{WolframAlpha}
                        1881 }
                        1882
```

2.27 mathe.sty

```
1883 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1884 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-mathe}[2020/06/10]
1885
1886 % for example \ltimes \rtimes
1887 %\RequirePackage{amssymb}
1888 \RequirePackage{amsmath}
1889
1890 %%
1891 % \mlq \mrq
1892 %%
1893 \DeclareMathSymbol{\mlq}{\mathord}{operators}{``}
1894 \DeclareMathSymbol{\mrq}{\mathord}{operators}{`'}
1895
```

2.28 minimierung.sty

```
1896 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                  1897 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-mathe}[2021/03/13 Für den
                  1898 Minimierungsalgorithmus von einem NEA zu einem DEA]
                  1899 \liLadePakete{typographie}
                   \let\z=\liZustandsnameTiefgestellt
                   \let\f=\liFussnote
                   \let\l=\liLeereZelle
                   \let\erklaerung=\liMinimierungErklaerung
                   \begin{tabular}{|c||c|c|c|c|c|c|c|}
                   \hline
                   \z1 &
                           \z2 &
                           &
                   \z3 &
                           &
                                 &
                                      & \l & \l & \l & \l & \l & \l \ \ hline
                   \z4 &
                           &
                                 &
                                      &
                                           & \l & \l & \l & \l \ \ hline
                                                 & \1 & \1 & \1 & \1
                   \z5 &
                           &
                                 &
                                      &
                                           &
                                                                      \\ \hline
                                                      & \l & \l & \l \\ \hline
                   \z6 &
                           &
                                 &
                                      &
                                           &
                                                 &
                                                           & \1 & \1 \\ \hline
                   \z7 &
                           &
                                 &
                                      &
                                           &
                                                &
                                                      &
                                                                & \l \\ \hline\hline
                   \z8 &
                           &
                                 &
                                      &
                                           &
                                                &
                                                      &
                                                           &
                      & \z0 & \z1 & \z2 & \z3 & \z4 & \z5 & \z6 & \z7 & \z8 \\ \hline
                   \end{tabular}
                   \liFussnoten
                   \begin{liUebergangsTabelle}{0}{1}
                   \Z01 & \Z10 & \Z23
                   \Z05 & \Z15 & \Z25 \f2 \\
                   \Z15 & \Z05 & \Z35 \f2 \\
                   \Z23 & \Z44 & \Z55
                                       11
                   \Z24 & \Z44 & \Z55
                                       11
                   \Z34 & \Z44 & \Z55
                                       11
                   \verb|\end{liUebergangsTabelle}|
      \liFussnote
                  1900 \left\{ x_{41}\right\}
                  1901 \def\li@fussnote@text#1#2{
                  1902 \liFussnote{#1}
                  1903
                       \quad
                       {\footnotesize #2}
                  1904
                  1905 }
\liFussnoteEinsText
                  1906 \def\liFussnoteEinsText{
                  1907 \li@fussnote@text{1}
                       {Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.}
                  1908
                  1909 }
\liFussnoteZweiText
                  1910 \def\liFussnoteZweiText{
                  1911 \li@fussnote@text{2}
                  1912
                       {Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.}
                  1913 }
\liFussnoteDreiText
                  1914 \def\liFussnoteDreiText{
                  1915 \li@fussnote@text{3}
```

```
{In weiteren Iterationen markierte Zustände.}
                                                                             1917 }
                      \liFussnoteVierText
                                                                             1918 \def\liFussnoteVierText{
                                                                                           \li@fussnote@text{4}
                                                                             1919
                                                                             1920
                                                                                          {...}
                                                                             1921 }
                                              \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
                                                                             1922 \def\liFussnoten{
                                                                                            \bigskip
                                                                             1923
                                                                             1924
                                                                             1925
                                                                                             \noindent
                                                                                            \liFussnoteEinsText
                                                                             1926
                                                                             1927
                                                                             1928
                                                                                             \noindent
                                                                             1929
                                                                                             \liFussnoteZweiText
                                                                             1930
                                                                             1931
                                                                                             \noindent
                                                                             1932
                                                                                             \liFussnoteDreiText
                                                                             1933
                                                                             1934
                                                                                            \noindent
                                                                                            \liFussnoteVierText
                                                                             1935
                                                                             1936 }
                                      \liLeereZelle
                                                                             \liLeereZelle: ∅
                                                                             Let-Abkürzung: \let\l=\liLeereZelle
                                                                             1937 \def\liLeereZelle{$\emptyset$}
\liZustandsPaarVariablenName
                                                                             1938 \def\liZustandsPaarVariablenName{z}
                                 \liZustandsPaar
                                                                             1939 \def\liZustandsPaar#1#2{
                                                                             1940
                                                                             1941
                                                                                                  \liZustandsPaarVariablenName_#1,
                                                                                                  \liZustandsPaarVariablenName_#2
                                                                             1942
                                                                                           )$
                                                                             1943
                                                                             1944 }
                      liUebergangsTabelle
                                                                             1945 \renewcommand{\arraystretch}{1.4}
                                                                             1946 \NewDocumentEnvironment{ liUebergangsTabelle } { m m } {
                                                                                            \liPseudoUeberschrift{\begin{align*} \Underschrift{\begin{align*} \Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Underschrift{\Under
                                                                             1947
                                                                             1948
                                                                                            \begin{center}
                                                                                            \begin{array}{l} \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \end{array}
                                                                             1949
                                                                                            \textbf{Zustandspaar}  \& \textbf{#1}  \& \textbf{#2}  \textbf{2}  \textbf{mine}
                                                                             1950
                                                                             1951 } {
                                                                                            \end{tabular}
                                                                             1952
                                                                                            \end{center}
                                                                             1953
                                                                             1954 }
                                                                             \liUeberschriftDreiecksTabelle: Minimierungstabelle (Table filling)
iUeberschriftDreiecksTabelle
                                                                             1955 \ExplSyntaxOn
                                                                             1956 \def\liUeberschriftDreiecksTabelle{
                                                                                           \liPseudoUeberschrift{Minimierungstabelle~(Table~filling)}
                                                                             1957
                                                                             1958 }
```

\liMinimierungErklaerung

Let-Abkürzung: \let\erklaerung=\liMinimierungErklaerung

```
1959 \def\liMinimierungErklaerung{
      %\footcite[Seite~19]{koenig}
1960
1961
      \liParagraphMitLinien{
1962
        Der~Minimierungs-Algorithmus~(auch~Table-Filling-Algorithmus~genannt)~
        trägt~in~seinem~Verlauf~eine~Markierung~in~alle~
1963
        diejenigen~Zellen~der~Tabelle~ein,~die~zueinander~nicht~äquivalente~
1964
        Zustände~bezeichnen.~Die~Markierung~,,$x\sb{n}$"~in~einer~Tabellenzelle~($i$,~
1965
1966
        $j$)~bedeutet~dabei,~dass~das~Zustandspaar~($i$,~$j$)~in~der~$k$-ten~
        Iteration~des~Algorithmus~markiert~wurde~und~die~Zustände~$i$~und~$j$~
1967
        somit~zueinander~($k~-~1$)-äquivalent,~aber~nicht~$k$-äquivalent~und~
1968
        somit~insbesondere~nicht~äquivalent~sind.~Bleibt~eine~Zelle~bis~zum~Ende~
1969
1970
        unmarkiert,~sind~die~entsprechenden~Zustände~zueinander~äquivalent.
1971
1972 }
1973 \ExplSyntaxOff
1974
```

2.29 normalformen.sty

```
1975 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                  1976 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-normalformen}[2020/12/10
                  1977 Hilfsmakros zum Setzen von Normalformen, Funktionalen Abhänigkeiten,
                  1978 Attributhülle
                      Mathe für textit tex etc, typographie für geschweifte Klammer
                  1979 \ \verb|\label{liladePakete{mathe,typographie}| }
                  1980 \directlua{
                  1981 helfer = require('lehramt-informatik-helfer')
                  1982 normalformen = require('lehramt-informatik-normalformen')
                  1983 }
                  2.29.1 Makro-Kürzel
                  \let\ah=\liAttributHuelle
                  \let\ahL=\liLinksReduktion
                  \let\ahl=\liLinksReduktionInline
                  \let\ahr=\liRechtsReduktionInline
                  \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
                  \let\FA=\liFunktionaleAbhaengigkeiten
                  \let\m=\liAttributMenge
                  \let\r=\liRelation
                  \let\u=\underline
                  1984 \def\liTeilen#1{
                  1985 \directlua{tex.print(normalformen.teilen('#1'))}
                  1986 }
\liAttributHuelle Let-Abkürzung: \let\ah=\liAttributHuelle
                      \arrowvert AhfF, \arrowvert AttrHülle(F, \{A, B\}) Regulärer Ausdruck zum Konvertieren
                  1987 \def\liAttributHuelleOhneMathe#1{\text{AttrHülle}(#1)}
                  1988 \def\liAttributHuelle#1{
                  1989 \ifmmode
                  1990 \liAttributHuelleOhneMathe{#1}
                  1991 \else
                  1992 $\liAttributHuelleOhneMathe{#1}$
                  1993 \fi
                  1994 }
\liAttributMenge Let-Abkürzung: \let\m=\liAttributMenge
                  1995 \def\liAttributMenge#1{\{ \textit{#1} \}}
       liAHuelle
                  1996 \NewDocumentEnvironment{ liAHuelle } { +b } {
                        \begingroup
                  1997
                  1998
                        \footnotesize
                  1999
                        \begin{multline*}
                  2000
                          #1
                        \end{multline*}
                  2001
                  2002
                        \endgroup
                  2003 } { }
\liLinksReduktion Nur innerhalb von liAHuelle zu verwenden bzw. multline
                  Let-Abkürzung: \let\ahL=\liLinksReduktion
                      \ahL{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
                  2004 \def\liLinksReduktion#1#2#3{
                  2005
                        \shoveleft{
                          \liAttributHuelleOhneMathe{FA,
                  2006
                          \liAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
                  2007
                  2008
```

```
\shoveright{
                             2009
                             2010
                                     \liAttributMenge{#3}
                             2011
                                   } \\
                             2012 }
                             Let-Abkürzung: \let\ahL=\liLinksReduktionInline
    \liLinksReduktionInline
                                 \ahl{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
                             2013 \def\liLinksReduktionInline#1#2#3{%
                             2014
                             2015
                                      \footnotesize%
                             2016
                                     $\liAttributHuelleOhneMathe{F,
                             2017
                                     \liAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
                             2018
                                     \liAttributMenge{#3}$
                                   }
                             2019
                             2020 }
                             Let-Abkürzung: \let\ahr=\liLinksReduktionInline
    \liLinksReduktionInline
                                 \ahr{gelöschte FA}{neue FA ohne rechts Attribut}{gegebene Attribute}{Ergebnis}
                             2021 \def\liRechtsReduktionInline#1#2#3#4{%
                                   {%
                             2022
                                      \footnotesize%
                             2023
                                     $\liAttributHuelleOhneMathe{
                             2024
                                       F \setminus
                             2025
                                        \liFunktionaleAbhaengigkeit{#1}
                             2026
                                        \def\tmp{#2}\tmp\empty
                             2027
                             2028
                                        \else
                             2029
                                          \cup \liFunktionaleAbhaengigkeit{#2}
                                        \fi
                             2030
                             2031
                             2032
                                        \liAttributMenge{#3}
                             2033
                                     } =
                             2034
                                     \liAttributMenge{#4}$
                             2035
                             2036 }
\liFunktionaleAbhaengigkeit
                             Let-Abkürzung: \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
                                 \fa{A, B -> C, D}: \{A, B\} \rightarrow \{C, D\} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
                             \$(.*?) \\rightarrow (.*?)\$ \\fa{$1 -> $2}
                             2037 \def\liFunktionaleAbhaengigkeit#1{%
                                   \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeit('#1', false)}%
                             2039 }
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\},\$

```
2040 \NewDocumentCommand {\liFunktionaleAbhaengigkeiten} { O{FA} m } {
            2041
                  \liGeschweifteKlammern
                  {#1}
            2042
            2043
                    \begin{align*}
            2044
                    \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeiten('#2')}
            2045
                    \ensuremath{\mbox{end}\{\mbox{align}*\}}
            2046
            2047
            2048
                  \{-0.5cm\}
            2049
                  \{-1.7cm\}
            2050 }
\r[R3]{\u{A}, B, C}: R_3(\underline{A}, B, C) Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
            \sl(R.*)\((.*)\)\ \\liRelation[$1]{$2}
            2051 \NewDocumentCommand {\liRelation} { O(R) m } {
                 $\directlua{
            2052
                    local name = helfer.konvertiere_tiefgestellt('#1')
            2053
            2054
                    tex.print(name)
            2055 }$(\textit{\,#2\,})
            2056 }
            2057
```

```
2.30 petri.sty
```

\liPetriSetzeSchluessel

```
2058 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2059 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-petri}[2020/12/03]
2.30.1 Makro-Kürzel
\let\t=\liPetriTransitionsName
\let\tp=\liPetriTransPfeile
\let\k=\liPetriErreichKnotenDrei
2060 \RequirePackage{tikz}
2061 \usetikzlibrary{petri,arrows.meta}
   Für die Darstellungsmatrix
2062 \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}
}
2063 \def\liPetriSetzeSchluessel{%
     \def\TmpTransitionOne{}%
2064
     \def\TmpTransitionTwo{}%
2065
2066
     \def\TmpTransitionThree{}%
     \def\TmpTransitionFour{}%
2067
     \def\TmpTransitionFive{}%
2068
2069
     \def\TmpTransitionSix{}%
2070
     \def\TmpTransitionSeven{}%
     \def\TmpTransitionEight{}%
2071
     \def\TmpTransitionNine{}%
2072
     \def\TmpTransitionTen{}%
2073
     \pgfkeys{/petri/.cd,
2074
2075
       p1/.store in=\TmpPlaceOne,p1/.default=0,p1,
2076
       p2/.store in=\TmpPlaceTwo,p2/.default=0,p2,
       p3/.store in=\TmpPlaceThree,p3/.default=0,p3,
2077
       p4/.store in=\TmpPlaceFour,p4/.default=0,p4,
2078
```

```
2080
                                                                      p6/.store in=\TmpPlaceSix,p6/.default=0,p6,
                                                      2081
                                                                      p7/.store in=\TmpPlaceSeven,p7/.default=0,p7,
                                                                      p8/.store in=\TmpPlaceEight,p8/.default=0,p8,
                                                      2082
                                                                      p9/.store in=\TmpPlaceNine,p9/.default=0,p9,
                                                      2083
                                                                      p10/.store in=\TmpPlaceTen,p10/.default=0,p10,
                                                      2084
                                                                      t1/.store in=\TmpTransitionOne,t1/.default=activated,
                                                      2085
                                                      2086
                                                                      t2/.store in=\TmpTransitionTwo,t2/.default=activated,
                                                      2087
                                                                      t3/.store in=\TmpTransitionThree,t3/.default=activated,
                                                                      t4/.store in=\TmpTransitionFour,t4/.default=activated,
                                                      2088
                                                                      t5/.store in=\TmpTransitionFive,t5/.default=activated,
                                                      2089
                                                      2090
                                                                      t6/.store in=\TmpTransitionSix,t6/.default=activated,
                                                                      t7/.store in=\TmpTransitionSeven,t7/.default=activated,
                                                      2091
                                                                      t8/.store in=\TmpTransitionEight,t8/.default=activated,
                                                      2092
                                                                      t9/.store in=\TmpTransitionNine,t9/.default=activated,
                                                      2093
                                                                      t10/.store in=\TmpTransitionTen,t10/.default=activated,
                                                      2094
                                                                      scale/.store in=\TmpScale,scale/.default=0.5,
                                                      2095
                                                                      x/.store in=\TmpX,x/.default=5,
                                                      2096
                                                      2097
                                                                      y/.store in=\TmpY,y/.default=5,
                                                      2098
                                                      2099 }
                                                      2100 \tikzset{
                                                                 li petri/.style={
                                                      2102
                                                                      activated/.style={
                                                      2103
                                                                          very thick
                                                      2104
                                                                      }.
                                                                      inhibitor/.style={
                                                      2105
                                                                          {Circle[open,length=2mm,fill=white]}-
                                                      2106
                                                      2107
                                                      2108
                                                                  }
                                                      2109 }
    \liPetriTransitionsName Let-Abkürzung: \let\t=\liPetriTransitionsName
                                                             \$t_(\d+)\$ \t$1
                                                      2110 \def \simeq TransitionsNameOhneMathe#1{t\sb{#1}}
                                                      2111 \def\liPetriTransitionsName#1{
                                                      2112
                                                                 \ifmmode
                                                                      \liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}
                                                      2113
                                                                 \else
                                                      2114
                                                                      $\liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}$
                                                      2115
                                                      2116
                                                                  \fi
                                                      2117 }
\liPetriErreichTransition Let-Abkürzung: \let\t=\liPetriErreichTransition
                                                      2118 \MewDocumentCommand{ liPetriErreichTransition } { m m m 0{} 0{} } { }
                                                      2119
                                                                  \draw[->] (#1) edge[#4] node[pos=0.5,auto,sloped,#5]{$t\sb{#3}$} (#2);
                                                      2120 }
\liPetriErreichKnotenDrei Let-Abkürzung: \let\k=\liPetriErreichKnotenDrei
                                                      2121 \def\liPetriErreichKnotenDrei#1#2#3{(#1,#2,#3)}
            \liPetriTransPfeile Let-Abkürzung: \let\tp=\liPetriTransPfeile
                                                      2122 \end{array} $$ 122 \end{a
                                                      2123
```

p5/.store in=\TmpPlaceFive,p5/.default=0,p5,

2079

2.31 potenzmengen-konstruktion.sty

```
2124 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                              2125 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-potenzmengen-konstruktion}[2021/02/21 Hilfsmakros
                              2126 einzusetzen bei der Potenzmengen-Konstruktion (Potenzmengen-Algorithmus)]
                              2127 \liLadePakete{formale-sprachen}
                              2128 \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}
                                   }
                                 }
                              \liZustandsnameGross{#1}
                              2130
                                   {
                              2131
                              2132
                                      \footnotesize
                              2133
                                      \liPotenzmenge{
                              2134
                                        \str_case:nn {#1} #2
                              2135
                              2136
                                    }
                              2137 }
\liZustandsMengenSammlungNr
                              2138 \def\liZustandsMengenSammlungNr#1#2{
                                   \liZustandsnameGross{#1}
                                    {
                              2140
```

```
2141 \footnotesize

2142 \liZustandsmengeNr{

2143 \str_case:nn {#1} #2

2144 }

2145 }

2146 }

2147 \ExplSyntaxOff

2148
```

2.32 pseudo.sty

```
2149 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2150 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-pseudo}[2020/12/30 Paket zum Setzen
2151 von Pseudo-Code, Hüll-Paket um algorithm2e]
\begin{algorithm}[H]
\KwData\{\G = (V,E,w)\: ein zusammenhängender, ungerichteter,
kantengewichteter Graph kruskal(G)}
$E'\leftarrow \emptyset $\;
$L\leftarrow E$\;
Sortiere die Kanten in L aufsteigend nach ihrem Kantengewicht.\;
 \While{$L \neq \emptyset $}{
  wähle eine Kante $e\in L$ mit kleinstem Kantengewicht\;
  entferne die Kante e aus L\;
  \If{der Graph $(V, E' \cup \lbrace e\rbrace)$ keinen Kreis enthält}{
     $E'\leftarrow E'\cup \lbrace e\rbrace $\;
  }
}
 \KwResult{$M = (V,E')$ ist ein minimaler Spannbaum von G.}
 \caption{Minimaler Spannbaum nach Kruskal\footcite{wiki:kruskal}}
 \end{algorithm}
```

Algorithmus 1: Minimaler Spannbaum nach Kruskal Data: G = (V, E, w): ein zusammenhängender, ungerichteter, kantengewichteter Graph kruskal(G) $E' \leftarrow \emptyset$; $L \leftarrow E$; Sortiere die Kanten in L aufsteigend nach ihrem Kantengewicht.; while $L \neq \emptyset$ do wähle eine Kante $e \in L$ mit kleinstem Kantengewicht; entferne die Kante e aus L; if $der Graph (V, E' \cup \{e\})$ keinen Kreis enthält then $E' \leftarrow E' \cup \{e\}$; end

2152 \RequirePackage[german,boxruled]{algorithm2e}

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

2153

end

2.33 pumping-lemma.sty

```
2154 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                       2155 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-pumping-lemma}[2021/08/11 Enthält die
                       2156 Definitionen für das Pumping-Lemma in der Regulären Sprache und
                       2157 in der Kontextfreien Sprache]
   \liPumpingRegulaer
                       2158 \def\liPumpingRegulaer{%
                             Es sei $L$ eine reguläre Sprache. Dann gibt es eine Zahl $j$, sodass für
                       2159
                             alle Wörter $\omega \in L$ mit $|\omega| \geq j$ (jedes Wort $\omega$ in
                       2160
                             $L$ mit Mindestlänge $j$) jeweils eine Zerlegung $\omega = uvw$
                       2161
                       2162
                             existiert, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
                       2163
                       2164
                             \begin{enumerate}
                       2165
                             \int  |v| \leq 1
                       2166
                             (Das Wort $v$ ist nicht leer.)
                       2167
                       2168
                             \item $|uv| \leq j$
                       2169
                             (Die beiden Wörter $u$ und $v$ haben zusammen höchstens die Länge $j$.)
                       2170
                             \item Für alle $i = 0, 1, 2, \dots$ gilt $uv^iw \in L$
                       2171
                             (Für jede natürliche Zahl (mit $0$) $i$ ist das Wort $uv^{i}w$ in der
                       2172
                             Sprache $L$)
                       2173
                             \end{enumerate}
                       2174
                       2175
                             Die kleinste Zahl $j$, die diese Eigenschaften erfüllt, wird
                             Pumping-Zahl der Sprache $L$ genannt.\footcite{wiki:pumping-lemma}
                       2178 }
\liPumpingKontextfrei
                       2179 \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:
                       2182
                       2183
                       2184
                             \begin{enumerate}
                       2185
                             \item $|vx| \geq 1$
                       2186
                             (Die Wörter $v$ und $x$ sind nicht leer.)
                       2187
                             \star \ \item \|vwx\| \leq j
                       2188
                             (Die Wörter $v$, $w$ und $x$ haben zusammen höchstens die Länge $j$.)
                       2189
                       2190
                       2191
                             \item Für alle $i \in \mathbb{N}_O$ gilt $u v^i w x^i y \in L$ (Für jede
                             natürliche Zahl (mit $0$) $i$ ist das Wort $u v^i w x^i y$ in der
                       2192
                             Sprache $L$)
                       2193
                       2194
                             \end{enumerate}
                       2195 }
                       2196
```

2.34 quicksort.sty

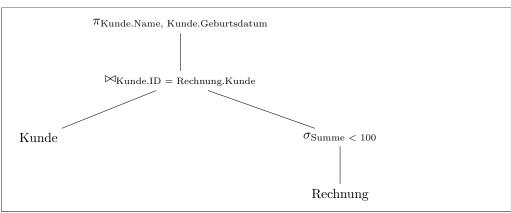
```
2197 % https://tex.stackexchange.com/a/142634
2198 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2199 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-quicksort}[2020/06/12]
2201 %-----
2202 % USAGE:
2203 % \QSinitialize{comma, separated, numerical, values}
2204 % \loop
2205 % \QSpivotStep
2206 % \ifnum\value{pivotcount}>0
2207 %
      \QSsortStep
2208 % \repeat
2209 %-----
2210
2211 % xintfrac does not load xinttools, this must be done explicitely if needed as here.
2212 \RequirePackage{xintfrac, xinttools}
2213
2214 \RequirePackage{tikz}
2215
2216 %-----
2217 % FIRST PART: TikZ styles and macros for the actual drawing
2218 \newcounter{cellcount}% used for coordinates of the node
2219 \newcounter{pivotcount}% when it will remain at zero, will signal the sort is finished.
2221 % Styles defined by Tom Bombaldi. (modified: all share the same size)
2222 % (re-modified \bf -> \bfseries due to extremely annoying warnings from
2223 % KOMA-script which are truly a pain and do not make any sense regarding \bf:
2224 % if I want to use \bf, and know what I am doing, why should I get HARASSED
2225\;\text{\%} by police of LaTeX good conduct ? )
2226 \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},
2227
2228
           r/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black,
2229 % 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,
2231 % nicer:
2232
           b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=white, text=magenta
2233
           g/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=gray, text=white, :
2234
2235 % NOTE the b style was originally the same as the r(aised) style apart from
2236 % not being raised, but I find it nicer with a somewhat different
2237 % specification. I have not updated the images though.
2238
2239 % How the nodes are drawn depending on whether on the left of the pivot value
2240 % or on the right, or is a pivot value, or a raised pivot during selection phase.
2242 \def\DecoLEFT #1{%
2243
      \xintFor* ##1 in {#1} \do
       {\stepcounter{cellcount}\node[o] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2244
2245 }
2246
2247 \def\DecoINERT #1{%
      \xintFor* ##1 in {#1} \do
      {\stepcounter{cellcount}\node[g] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2249
2250 }
2252 \def\DecoRIGHT #1{%
2253
      \xintFor* ##1 in {#1} \do
      \label{locality} $$ \operatorname{cellcount} \in [1] $ at (\arabic{cellcount},0) {\#$1};}% $$
2254
2255 }
2257 \def\DecoLEFTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
       \xintFor* ##1 in {#1} \do
```

```
{\stepcounter{cellcount}%
2259
2260
         \xintifForLast {\node[r]}{\node[o]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2261 }
2262
2263 \def\DecoINERTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
        \xintFor* ##1 in {#1} \do
2264
        {\stepcounter{cellcount}%
2265
2266
         \xintifForLast {\node[b]}{\node[g]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2267 }
2268
2269 \def\DecoRIGHTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
        \xintFor* ##1 in {#1} \do
2270
2271
        {\stepcounter{cellcount}%
         \xintifForLast {\node[r]}{\node[l]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2272
2273 }
2274
2275 %-----
2276\ \% SECOND PART: the actual sorting routines.
2277
2278 \def\QS@sort@a #1{\expandafter \QS@sort@b \expandafter {\xintLength {#1}}{#1}}
2279 \def\QS@sort@b #1{\ifcase #1}
                          \expandafter\QS@sort@empty
2281
                      \or\expandafter\QS@sort@single
2282
                    \else\expandafter\QS@sort@c
2283
                    \fi
2284 }%
2285 \def\QS@sort@empty #1{}
2286 \def\QS@sort@single #1{\QSIr {#1}}
2288 % This step is to pick the last as pivot.
2289 \def\QS@sort@c #1%
      {\operatorname{QS@sort@d}}_{1}_{1}_{1}_{1}}
2291
2292 % Here \QSLr, \QSIr, \QSr have been let to \relax.
2293 % The trick with \xintApplyUnbraced is that for example when selecting
2294 % the elements smaller than pivot, if we had been using \xintApply we
2295\ \% would have had at the minimum an empty brace pair. Thus we use the
2296 \% "unbraced" variant, but then the \QS@select@smaller has added in
2297 % anticipation a level of braces.
2298 \def\QS@sort@d #1#2{%
       \QSLr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@smaller {#1}}{#2}}%
2300
        \QSIr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@equal
2301
        \QSRr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@greater {#1}}{#2}}%
2302 }%
2303 \def\QS@select@smaller #1#2{\xintifLt \{#2\}{\#2}}{ }}% space will stop a f-
   expansion
2304 \def\QS@select@equal #1#2{\xintifEq {#2}{\#1}{{\#2}}{ }}% space will stop a f-
   expansion
2305 \def\QS@select@greater #1#2{\xintifGt \{#2\}_{\#1}_{\#2}_{}}% space will stop a f-
   expansion
2306
2307 %
2308 % NOTE 1: thus, each comparison with the pivot is done three (!) times.
2310 \% NOTE 2: we may well end up with \QSLr {<empty>} situations. This is handled
2311 % silently by the \times the \infty, and also when \QSLr becomes \QSC sort\QSC, the
2312 % latter must handle correctly an empty argument.
2313
2314 %-----
2315 % THIRD PART: the main macros \QSpivotStep, \QSsortStep and \QSinitialize.
2316
2317 % This draws all with suitable highlighting for the newly chosen pivots
2318 % (which will be shown raised)
```

```
2319 \def\QSpivotStep {\let\QSLr\DecoLEFTwithPivot
2320
                     \let\QSIr\DecoINERT
2321
                     \let\QSIrr\DecoINERT
                     \let\QSRr\DecoRIGHTwithPivot
2322
2323 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}%
                \setcounter{cellcount}{0}\setcounter{pivotcount}{0}%
2324
2325
                \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2326 }
2327
2328 % This sorts and then draws, showing where the pivot chosen in the previous
2329 % step go. Next time they will have become "inert". If pivotcount is still at
2330 % zero on exit from \QSpivotStep, then this is the signal to stop before
2331 % executing \QSsortStep.
2332 \def\QSsortStep {\def\QSLr {\noexpand\QS@sort@a}%
                      \def\QSRr {\noexpand\QS@sort@a}%
2333
                      \def\QSIr {\noexpand\QSIrr}%
2334
2335
                      \let\QSIrr\relax
2336
                         \edef\QS@list{\QS@list}%
                     \let\QSLr\relax
2337
                     \let\QSRr\relax
2338
                     \let\QSIr\relax
2339
2340
                         \edef\QS@list{\QS@list}%
2341
                     \let\QSLr\DecoLEFT
                     \let\QSIr\DecoINERTwithPivot
2342
                     \let\QSIrr\DecoINERT
2343
                     \let\QSRr\DecoRIGHT
2344
2345 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}}%
                \setcounter{cellcount}{0}%
2346
2347
                \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2348 }
2349
2350 \def\QSinitialize #1{%
2351
        \% 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
2352
        \edef\QS@list {\noexpand\QSRr {\xintCSVtoList {#1}}}%
2353
        \let\QSRr\DecoRIGHT
2354
        \% The \QSRr marker mutated to draw the last element as
2355
        \% pivot and the earlier ones with the suitable style.
2356
2357
2358
        % The list of marked braced items \QS@list is used both for drawing
2359
        % (as here) and for doing the exchange of elements during sort.
2360
        \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}\setcounter{cellcount}{0}%
2361
                     \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2362 }
2363
```

2.35 relationale-algebra.sty

```
2364 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2365 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-relationale-algebra} [2020/12/11]
2366 \RequirePackage{amsmath}
2367 \RequirePackage{amssymb}
   Zum Zeichen von Operatorenbäumen verwenden wir TikZ
 \begin{tikzpicture}
   \node
     (pi) {$\pi_{\text{Kunde.Name, Kunde.Geburtsdatum}}$};
   \node[below=of pi]
     (theta join) {$\bowtie_{\text{Kunde.ID = Rechnung.Kunde}}$}
     edge (pi);
   \node[below left=of theta join]
     {Kunde}
     edge(theta join);
   \node[below right=of theta join]
     (sigma rechnung) {$\sigma_{\text{Summe < 100}}$}</pre>
     edge (theta join);
   \node[below=of sigma rechnung]
     {Rechnung}
     edge(sigma rechnung);
 \end{tikzpicture}
```



```
2.36 rmodell.sty
```

```
2377 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                                                           2378 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-rmodell} [2020/09/01
                                                           2379 Makros und Umgebungen zum Setzen des Relationenmodells beim Thema
                                                           2380 Datenbanken.]
                                                           2381 \RequirePackage{soul}
                                                           2.36.1 Makro-Kürzel
                                                           \let\a=\liAttribut
                                                           \let\f=\liFremd
                                                           \let\p=\liPrimaer
                                                           \let\r=\liRelationMenge
                                \liPrimaer \liPrimaer{text}: Unterstreichung für den Primärschlüssel
                                                           2382 \left[ \frac{41}{1} \right]
                                    \liFremd \liFremd{text}: Überstreichung für den Fremdschlüssel
                                                           2383 \def\liFremd#1{{\setul{-0.9em}{}\ul{#1}}}
                                  liRmodell \begin{liRmodell} \end{liRmodell}: Kleinere Schrift und Schreibmaschinenschrift.
                                                           2384 \end{center} $$2384 \end{center} ic Rmodell@Schrift{\footnotesize\ttfamily}
                                                           2385 \ExplSyntaxOn
                                                           2386 \NewDocumentEnvironment { liRmodell }
                                                           2387 { +b }
                                                           2388 {
                                                           2389
                                                                        \medskip
                                                           2390
                                                                       {
                                                           2391
                                                                             \linespread{2}
                                                                            \setlength{\parindent}{0pt}
                                                           2392
                                                                            \li@Rmodell@Schrift#1
                                                           2393
                                                                       }
                                                           2394
                                                                       \medskip
                                                           2395
                                                           2396 } {}
                                                           2397 \ExplSyntaxOff
                  \liRelationMenge
                                                          Let-Abkürzung: \let\r=\liRelationMenge
                                                                  \liRelationMenge{name}{attribut, attribut}: Umhüllen der Attribute mit geschweiften
                                                           und dann eckigen Klammern.
                                                           2398 \def\liRelationMenge#1#2{
                                                           2399 \noindent
                                                           2400 #1 : \{[ #2 ]\}
                                                           2401 \par
                                                           2402 }
                             \liAttribut Let-Abkürzung: \let\a=\liAttribut
                                                                  \liAttribut{text}: Gleiche Schrift wie Umgebung liRmodell
                                                           2403 \end{center} $$ 2403 \end{center} $$ 1{{\tilde{c}}\end{center} $$ 2403 \end{center} $$ 2403
                                                          Dummy-Umgebung, zum Parsen durch Java gedacht.
{\tt liRelationenSchemaFormat}
                                                             \begin{liRelationenSchemaFormat}
                                                             Springer(Startnummer*, Nachname, Vorname, Geburtsdatum, Körpergröße)
                                                             Sprung(SID*, Beschreibung, Schwierigkeit)
                                                             springt(SID[Sprung], Startnummer[Springer], Durchgang)
                                                             \end{liRelationenSchemaFormat}
                                                           2404\ \mbox{NewDocumentEnvironment} \ \{ \ \mbox{liRelationenSchemaFormat} \ \} \ \{ \ \ \} \ \{ \} \ 
                                                           2405
```

2.37 sortieren.sty

```
2406 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2407 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-sortieren}[2020/06/10 Schaubilder
2408 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}
}
```

```
2409 \RequirePackage{tikz}
2410 \usetikzlibrary{shapes.multipart,positioning}
```

\liVertauschen

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

```
2411 \def\liVertauschen#1{
2412 \directlua{
2413 local sortieren = require('lehramt-informatik-sortieren')
2414 sortieren('#1')
2415 }
2416 }
```

\liSortierPfeil

```
2417 \def\liSortierPfeil#1#2{
2418 \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 north) -- ++(0,0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 north);
2419 }
```

\liSortierPfeilUnten

```
2420 \def\liSortierPfeilUnten#1#2{
2421 \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 south) -- ++(0,-0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 south)
2422 }
```

\liSortierMarkierung

```
2423 \def\liSortierMarkierung#1#2{\node[
2424
     draw,
2425
     very thick,
2426 fit=(reihe.#1) (reihe.#2),
2427
     inner sep=0pt
2428] {};
2429 }
2430 \text{tikzset}{}
2431 li sortierung zahlenreihe/.style={
2432
        draw,
2433
        thin,
        font=\large,
2434
        rectangle split horizontal,
2435
2436
        rectangle split,
2437 }
2438 }
```

```
2439 % https://tex.stackexchange.com/a/140895
2440 \RequirePackage{forest,xstring}
2441 \usetikzlibrary{calc}
2442
2443 \text{ } \text{makeatletter}
2444 \pgfmathdeclarefunction{strrepeat}{2}{%
      \begingroup\pgfmathint{#2}\pgfmath@count\pgfmathresult
2446
        \let\pgfmathresult\pgfutil@empty
        \pgfutil@loop\ifnum\pgfmath@count>0\relax
2447
          \expandafter\def\expandafter\pgfmathresult\expandafter{\pgfmathresult#1}%
2448
2449
          \advance\pgfmath@count-1\relax
2450
        \pgfutil@repeat\pgfmath@smuggleone\pgfmathresult\endgroup}
2451 \makeatother
2452
2453 \def\myNodes{}
2454
2455 \ExplSyntaxOn
2456 \newcommand*\sortList[1]{%
      \clist_sort:Nn#1{\int_compare:nNnTF{##1}>{##2}\sort_return_swapped:\sort_return_same:}}
2458 \ExplSyntaxOff
2459
2460 \setminus forestset{}
      sort/.code={%
2461
        \pgfmathparse{level()>\forestSortLevel}%
2462
        \ifnum\pgfmathresult=0
2463
          \StrSubstitute{\forestov{content}}{ }{,}[\myList]%
2464
          \sortList\myList
2465
          \StrSubstitute{\myList}{,}{ }[\myList]%
2466
          \pgfmathparse{strrepeat("1",level())}%
2467
          \xappto\myNodes{\noexpand\node at ($(\forestov{name}|-m)!-1!(\forestov{name})$)
2468
            (m\forestov{name}) {\myList}}%
2469
          \pgfmathparse{level()==\forestSortLevel}%
2470
2471
          \ifnum\pgfmathresult=1
            \forestOget{\forestov{@first}}{name}\forestFirst
2472
2473
            \forestOget{\forestov{@last}}{name}\forestLast
            \xappto\myNodes{{[<-]edge (\forestOv{\forestov{@first}}{name})
2474
              \ifx\forestFirst\forestLast\else edge (\forestOv{\forestov{@last}}{name})\fi}}%
2475
          \fi
2476
          \ifnum\forestov{@parent}=0\else
2477
            \xappto\myNodes{edge (m\forestOv{\forestov{@parent}}{name})}%
2478
2479
2480
          \gappto\myNodes{;}%
2481
        fi}
2482
2483 \forestset{sort level/.code=%
      \pgfmathparse{#1}\let\forestSortLevel\pgfmathresult
2484
      \pgfmathparse{strrepeat("1",\forestSortLevel+1)}\let\forestOnes\pgfmathresult}
2485
2486
```

2.38 spalten.sty

```
2487 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2488 \ensuremath{\mbox{\sc ProvidesPackage{lehramt-informatik-spalten}[2020/12/07\ L\"{a}dt\ das\ Paket}
2489\ \tt multicol", damit mehrspaltiger Satz mit Hilfe der Umgebung <code> multicols"</code> 2490\ realisiert werden kann.]
2491 \RequirePackage{multicol}
```

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

2493

2.39 sql.sty

```
2494 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2495 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-tabelle}[2021/09/02 Zu Setzen von SQL]
2496 \liLadePakete{syntax}
2497 \RequirePackage{fancyvrb}
2498 \DefineVerbatimEnvironment{liSqlErgebnis}{Verbatim}
2499 {fontsize=\footnotesize}
2500
```

2.40 struktogramm.sty

```
2501 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2502 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-struktogramm}[2021/01/31 Lädt das
2503 Paket struktex zum Setzen von Struktogrammen]
2504 \RequirePackage{struktex}
2505
```

2.41 syntax.sty

\liJavaCode

2545

2546

2547

\li@GithubLink

```
2506 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2507 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-syntax}[2020/06/10 Ein Hüll-Paket um
2508 `minted`, das sich um die Syntax-Hervorhebung des Java-Codes kümmert.]
2509 \RequirePackage{xparse}
```

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

```
2.41.1 Makro-Kürzel
               \let\j=\liJavaCode
               \let\s=\liSqlCode
               2510 \ExplSyntaxOn
               2511 \directlua{
               2512 syntax = require('lehramt-informatik-syntax')
                     syntax.importiere_konfiguration('tex_repo_lokaler_pfad', '\LehramtInformatikRepository')
               2514
                     syntax.importiere_konfiguration('github_domain', '\LehramtInformatikGithubDomain')
                     \verb|syntax.importiere_konfiguration('github_raw_domain', '\LehramtInformatikGithubRawDomain')| \\
               2515
               2516
                     {\tt syntax.importiere\_konfiguration('github\_tex\_repo', '\LehramtInformatikGithubTexRepo')}
                     \verb|syntax.importiere_konfiguration('github_code_repo', '\LehramtInformatikGithubCodeRepo')| \\
               2517
                     syntax.importiere_konfiguration('git_branch', '\LehramtInformatikGitBranch')
               2518
               2519 }
               2520 \RequirePackage{hyperref}
               2521 \RequirePackage{minted}
               2522 % pygmentize -L styles
               2523 \usemintedstyle{colorful}
               2524 %\BeforeBeginEnvironment{minted}{\begin{mdframed}}
               2525 %\AfterEndEnvironment{minted}{\end{mdframed}}
               2526 %\setminted{breaklines=true,linenos}
               2527 \setminus setminted{
               2528 breaklines=true,
               2529
                    linenos,
               2530
                     fontsize=\footnotesize,
               2531 }
               Im Zeilenfluss einen kurzen Java-Code-Ausschnitt setzen.
               Let-Abkürzung: \let\j=\liJavaCode
               2532 \def \simeq Code#1{\,\mintinline{java}|#1|\,}
\liLatexCode Im Zeilenfluss einen kurzen IATEX-Code-Ausschnitt setzen.
               2533 \def\liLatexCode#1{\mintinline{latex}|#1|}
               2534 \def\li@GithubLink#1#2{
                     \begin{flushright}
               2535
               2536
                       Code-Beispiel~auf~Github~ansehen:~
               2537
                       \href{#1}{\nolinkurl{#2}}
               2538
               2539
                     \end{flushright}
               2540 }
\liJavaDatei
              Eine komplette Java-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/main/java/org/bschlangaul
               2541 \ensuremath{\mbox{NewDocumentCommand}{\liJavaDatei}} \{ O\{firstline=3\} \ m \} \{ O\{firstline=3\} \ m \} \} 
               2542
                     \inputminted[#1]{java}{
                       \directlua{
               2543
               2544
                          syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', false)
                       }
```

```
{\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', false)}}
                                           2549
                                                           {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', false)}}
                                           2550 }
                                          Eine komplette Java-Test-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/test/java/org/bschlangaul
      \liJavaTestDatei
                                           2551 \NewDocumentCommand{\liJavaTestDatei}{ O{firstline=3} m }{
                                           2552
                                                       \inputminted[#1]{java}{
                                           2553
                                                           \directlua{
                                           2554
                                                               syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', true)
                                           2555
                                           2556
                                           2557
                                                       \li@GithubLink
                                           2558
                                                           {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', true)}}
                                           2559
                                                           {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', true)}}
                                           2560 }
            \liJavaExamen
                                          \liJavaExamen{66116}{2015}{03}{Kunde} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \\liJavaDatei(\[...]
                                           \\liJavaExamen$1{$2}{$3}{$4}{$5}
                                           2561 \NewDocumentCommand{\liJavaExamen}{ O{firstline=3} m m m }{
                                           2562
                                                       \inputminted[#1]{java}{
                                           2563
                                                           \directlua{
                                           2564
                                                               syntax.drucke_absoluten_examens_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')
                                           2565
                                                       }
                                           2566
                                           2567
                                                       \li@GithubLink
                                           2568
                                                       \label{lem:continuity} $$ \left( \frac{syntax.drucke\_github\_examens\_url('#2', '#3', '#4', '#5')} \right) $$
                                           2569
                                                       {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
                                           2570
                                           2571 }
      \liAssemblerCode
                                           2572 \def \leq 2572 \def \leq 1{\min\{asm\}} | #1|}
                                          \liAssemblerDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Assembler-Datei.
    \liAssemblerDatei
                                           2573 \NewDocumentCommand{\liAssemblerDatei}{ m }{
                                                      \inputminted{asm}{#1}
                                           2575 }
                                          \liMinispracheDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Minisprachen-Datei
\liMinispracheDatei
                                           (Hochsprache für die Minimaschine von Albert Wiedemann).
                                           2576 \NewDocumentCommand{\liMinispracheDatei}{ m }{
                                           2577 \inputminted{componentpascal}{#1}
                                           2578 }
          \liHaskellCode
                                          \liHaskellCode{haskell}: Zum Setzen von Haskell-Code.
                                           2579 \ensuremath{\mbox{\mbox{$1$}\mbox{\mbox{$1$}}} \ensuremath{\mbox{$1$}\mbox{$1$}} \ensuremath{\mbox{$1$}\mbox{$1$}} \ensuremath{\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}} \ensuremath{\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1$}\mbox{$1
                                          \liHaskellDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Haskell-Datei.
        \liHaskellDatei
                                           2580 \NewDocumentCommand{\liHaskellDatei}{ m }{
                                           2581
                                                       \inputminted{haskell}{#1}
                                           2582 }
                                           2583 \ExplSyntaxOff
                                          \liHaskellCode{sql}: Zum Setzen von SQL-Code.
                   \liSqlCode
                                           Let-Abkürzung: \let\s=\liSqlCode
                                           2584 \ensuremath{\mbox{\code}\#1{\rm liSqlCode}\#1{\rm line}\{sql\}\#1|}
```

2585

2.42 syntaxbaum.sty

```
2586 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2587 \ensuremath{\mbox{\sc ProvidesPackage{lehramt-informatik-syntaxbaum}} [2021/02/14 \ensuremath{\mbox{\sc Zum Setzen von}}]
2588 Syntaxbäumen mit Hilfe des Pakets tikz-qtree]
2589 \ \texttt{RequirePackage\{tikz-qtree\}}
2590
2591 \tikzset{li parsetree/.style={
         every internal node/.style={
2592
           draw,circle
2593
2594
         every leaf node/.style={
2595
2596
           draw, rectangle
2597
      }
2598
2599 }
2600
```

2.43 synthese-algorithmus.sty

```
2601 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2602 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-synthese-algorithmus}[2021/03/19
2603 Hilfsmakros zum Setzen des Synthese-Algroithmuses zur Umformung einer
2604 Relation in die 3. Normalform]
2605 \liLadePakete{normalformen,mathe,typographie}
2606 \ExplSyntaxOn
```

2.43.1 Makro-Kürzel

\let\schrittE=\liSyntheseUeberErklaerung

2.43.2 TeX-Markup Grundgerüst

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

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

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

2.43.3 TeX-Markup Linksreduktion

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

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

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

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

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

2.43.4 TeX-Markup Rechtreduktion

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

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

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

2.43.5 TeX-Markup Relationen formen

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

1. Kanonische Überdeckung

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

(a) Linksreduktion

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

(b) Rechtsreduktion

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

(c) Löschen leerer Klauseln

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

(d) Vereinigung

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

2. Relationsschemata formen

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

3. Schlüssel hinzufügen

4. Entfernung überflüssiger Teilschemata

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

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

```
2607 \def\liSyntheseUeberschrift#1{
2608
2609
        \bfseries
2610
        \sffamily
2611
        \str_case:nn {#1} {
2612
          {1} {Kanonische~Überdeckung}
2613
          {1-1} {Linksreduktion}
2614
          {1-2} {Rechtsreduktion}
          {1-3} {Löschen~leerer~Klauseln}
2615
          {1-4} {Vereinigung}
2616
2617
          {2} {Relationsschemata~formen}
          {3} {Schlüssel~hinzufügen}
2618
          {4} {Entfernung~überflüssiger~Teilschemata}
2619
        }
2620
```

```
2621
                            }
                      2622 }
                      Let-Abkürzung: \let\erklaerung=\liSyntheseErklaerung
\liSyntheseErklaerung
                      2623 \def\li@synthese@erklaerung@texte#1{
                            \str_case:nn {#1} {
                      2624
                              {1} {
                      2625
                      2626
                                Die~kanonische~Überdeckung~-~also~die~kleinst~mögliche~noch~
                                äquivalente~Menge~von~funktionalen~Abhängigkeiten~kann~in~vier~
                      2627
                                Schritten~erreicht~werden.
                      2628
                      2629
                              }
                      2630
                              {1-1} {
                                Führe~für~jede~funktionale~Anhängigkeit~
                      2631
                                $\alpha~\rightarrow~\beta~\in~F$~die~Linksreduktion~durch,~
                      2632
                                überprüfe~also~für~alle~
                      2633
                                $A~\in~\alpha$,~ob~$A$~überflüssig~ist,~d.~h.~ob~
                      2634
                                $\beta~\subseteq~\liAttributHuelle{F,~\alpha~-~A}.$
                      2635
                      2636
                      2637
                              {1-2} {
                      2638
                                Führe~für~jede~(verbliebene)~funktionale~Abhängigkeit~$\alpha~
                                \rightarrow~\beta$~die~Rechtsreduktion~durch,~überprüfe~also~für~
                      2639
                      2640
                                alle~B^{\sin^{8}}in~\beta$,~ob~B^{\sin^{1}}in~\liAttributHuelle{F~-~(\alpha~
                      2641
                                \rightarrow~\beta)~\cup~(\alpha~\rightarrow~(\beta~-~B)),~
                      2642
                                \alpha}$~gilt.~In~diesem~Fall~ist~B~auf~der~rechten~Seite~
                                überflüssig~und~kann~eleminiert~werden,~\dh~$\alpha~
                      2643
                                \rightarrow~\beta$~wird~durch~$\alpha~\rightarrow~(\beta~-~B)$~
                      2644
                      2645
                                ersetzt.
                              }
                      2646
                      2647
                              {1-3} {
                      2648
                                Entferne~die~funktionalen~Abhängigkeiten~der~Form~$\alpha~
                                \rightarrow~\emptyset$,~die~im~2.~Schritt~möglicherweise~
                      2649
                                entstanden~sind.
                      2650
                              }
                      2651
                      2652
                              \{1-4\} {
                                Fasse~mittels~der~Vereinigungsregel~funktionale~Abhängigkeiten~
                      2653
                                der~Form~$\alpha~\rightarrow~\beta\sb{1},~\dots,~\alpha~\rightarrow~
                      2654
                                2655
                                \beta\sb{n}$~verbleibt.
                      2656
                              }
                      2657
                      2658
                              % Kemper Seite 197
                      2659
                              {2} {
                      2660
                                Erzeuge~für~jede~funktionale~Abhängigkeit~$\alpha~\rightarrow~
                      2661
                                2662
                                 :=~\alpha~\cup~\beta$.
                              }
                      2663
                              {3} {
                      2664
                                Falls~eines~der~in~Schritt~2.~erzeugten~Schemata~$R\sb{\alpha}$~
                      2665
                      2666
                                einen~Schlüsselkandidaten~von~$\mathcal{R}$~bezüglich~$F\sb{c}$~
                                enthält,~sind~wir~fertig,~sonst~wähle~einen~Schlüsselkandidaten~
                      2667
                      2668
                                $\mathcal{K}~\subseteq~\mathcal{R}$~aus~und~definiere~folgendes~
                                zus "atzliche" - Schema: "$\mathbb{R}\sb{\mathcal{K}}" := \mathcal{K}$
                      2669
                                und~$\mathcal{F}\sb{\mathcal{K}}~:=~\emptyset$
                      2670
                              }
                      2671
                              {4} {
                      2672
                      2673
                                Eliminiere~diejenigen~Schemata~$R\sb{\alpha}$,~die~in~einem~
                      2674
                                anderen~Relationenschema~$R\sb{\alpha'}$~enthalten~sind,~d.~h.~
                      2675
                                $R\sb{\alpha}~\subseteq~R\sb{\alpha'}$.
                      2676
                      2677
                      2678 }
                      2679 \def\liSyntheseErklaerung#1{
                      2680
                            {
                      2681
                               \itshape
```

2682

\footnotesize

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

2.44 tabelle.sty

2692 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2693 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-tabelle}[2020/12/05 Lädt das Paket tabluarx]
2694 \RequirePackage{tabularx}
2695

2.45 typographie.sty

2721

2722

2723 2724 }

2726

\vspace{#4}

\par

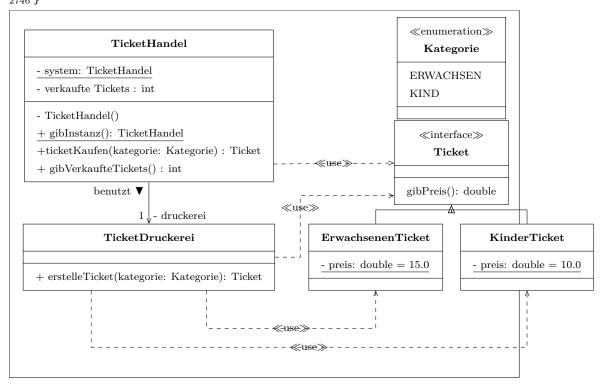
2725 \ExplSyntaxOff

```
2696 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                         2697 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-typographie}[2021/03/20 Typographische Makros,
                         2698 die das Erscheinungsbild verändern. Die Schriftdefinition sind in
                         2699 formatierung.sty definiert.]
                         2700 \ExplSyntaxOn
                            Mit dem Packet wasysym gab es Unverträglichkeiten, deshalb verwenden wir fontawe-
                         2701 \RequirePackage{fontawesome}
                        \liErledigt: У
           \liErledigt
                         2702 \let\liErledigt=\faCheckSquareO
        \liNichtsZuTun \liNichtsZuTun: ∅ Nichts zu tun
                         2703 \def\liNichtsZuTun{$\emptyset$~Nichts~zu~tun}
                        \liParagraphMitLinien{Lorem ipsum...}:
 \liParagraphMitLinien
                         — Lorem ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor
                         sit, ipsum dolor sit -
                         2704 \def\liParagraphMitLinien#1{
                         2705
                               \noindent
                         2706
                               \vrule height 2pt depth -1.6pt width 0.4cm
                         2707
                               \enspace
                         2708
                               #1
                         2709
                               \enspace
                               \leaders\vrule height 2pt depth -1.6pt \hfill \null
                         2710
                         2711
                               \medskip
                         2712
                         2713 }
\liGeschweifteKlammern Große geschweifte Klammer mit Istgleich-Zeichen.
                           Variable = 
                                                                Inhalt
                         2714 \def\liGeschweifteKlammern#1#2#3#4{
                         2715
                               \par
                         2716
                               \medskip
                         2717
                               \noindent
                               #1 \, $= \Bigl\{$
                         2718
                               \vspace{#3}
                         2719
                               #2
                         2720
```

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

2.46 uml.sty

```
2727 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2728 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-uml}[2020/06/13 Ein Hüll-Paket um
2729 `tikz-uml', das einige Design-Einstellungen vornimmt und manche
2730 Erweiterung bereitstellt]
2731 \RequirePackage{tikz-uml}
2732 \RequirePackage{tikz-uml-activity}
2733 % Not compatible with wasysym
2734 %\RequirePackage{mathabx}
2735 \RequirePackage{wasysym}
2736 \usetikzlibrary{positioning}
2737 \tikzumlset{
2738 fill class=white!0,
     font=\footnotesize,
     fill object=white!0,
     fill note=white!0,
2742
     fill state=white!0,
2743
     % Use case
2744 fill usecase=white!0,
2745 fill system=white!0,
2746 }
```



\liUmlLeserichtung

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

```
2747 \NewDocumentCommand{ \liUmlLeserichtung } { O{dir=right} m } {
2748
      \def\@liDirLeft{}
2749
      \def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}
2750
      \pgfkeys{/lese/dir/.is choice}
      \pgfkeys{/lese/dir/up/.code={\def\@liDirRight{ \UParrow}}}
2751
      \pgfkeys{/lese/dir/down/.code={\def\@liDirRight{ \DOWNarrow}}}
2752
      \pgfkeys{/lese/dir/left/.code={\def\@liDirRight{}\def\@liDirLeft{\LEFTarrow }}}
2753
2754
      \pgfkeys{/lese/dir/right/.code={\def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}}}
2755
      \def\@liPos{above}
2756
      \pgfkeys{/lese/pos/.code={\def\@liPos{##1}}}
2757
2758
```

```
2759 \def\@liDistance{0cm}
2760 \pgfkeys{/lese/distance/.code={\def\@liDistance{##1}}}
2761
2762 \pgfkeys{/lese/.cd,#1}
2763
2764 \node[\@liPos = \@liDistance of #2-middle] {
2765 \@liDirLeft{\footnotesize#2}\@liDirRight
2766 };
2767 }
```

2.47 vollstaendige-induktion.sty

```
2769 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2770 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-vollstaendige-induktion}[2021/07/01
2771 Hilfsmakros zum Setzen der Vollständigen Induktion, vor allem die
2772 Überschriften für die einzelnen Schritte]
2.47.1 Makro-Kürzel
\let\m=\liInduktionMarkierung
\let\e=\liInduktionErklaerung
  \begin{align*}
  C_{n+1}
  \& = \frac
             {(4 \cdot (m{n + 1} - 1) + 2) \cdot (m{n + 1} - 1)}
             \{ m\{n + 1\} + 1 \}
  & \e{Java nach Mathe}\\
  %
  & = \frac{1}{2}
             \{(4\mbox{m}n) + 2) \cdot \text{cn}(\mbox{m}n)\}
             {m{n + 2}}
  & \e{addiert, subtrahiert}\\
  \& = \frac
             {(4n + 2) \setminus cdot \setminus m{(2n)!}}
             {(n + 2) \setminus dot \setminus m\{(n + 1)! \setminus dot n!\}}
  & \e{für cn(n) Formel eingesetzt}\\
  %
  & = \frac{1}{12}
             {(4n + 2) \cdot (2n)! \cdot m{\cdot (n + 1)}}
             {(n + 2) \cdot (n + 1)! \cdot n! \m{\cdot (n + 1)}}
  & \ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{\ensuremath{$\&$}}\ensuremath{\mbox{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ensuremath{\ens
  \& = \frac
             {(4n + 2) \setminus cdot \setminus m\{(n + 1) \setminus cdot (2n)!}}
             {(n + 2) \cdot (n + 1)! \cdot (n + 1) \cdot (n + 1) \cdot (n + 1)!}
  & \e{umsortiert} \\
  %
  \& = \frac
             {m{(2(n + 1))!}}
             {m{(n + 2)! \cdot (n + 1)!}}
  & \e{Hilfsgleichungen verwendet}\\
  %
  \& = \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
2773 \RequirePackage{lehramt-informatik-typographie}
2774 \RequirePackage{lehramt-informatik-mathe}
2775 \RequirePackage{lehramt-informatik-syntax}
2776 \ExplSyntaxOn
Hilfsmakro um Teile von mathematischen Formeln markieren zu können.
Let-Abkürzung: \let\m=\liInduktionMarkierung
```

\liInduktionMarkierung

 $2777 \end{arkierung \#1 (\text{violet} \#1)}$

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

```
Let-Abkürzung: \let\e=\liInduktionErklaerung
                                                                                  2778 \def\liInduktionErklaerung#1{\scriptsize\text{#1}}
                     \liInduktionAnfang
                                                                                  2779 \def\liInduktionAnfang{
                                                                                                    \liPseudoUeberschrift{Induktionsanfang}
                                                                                  2780
                                                                                  2781
                                                                                                    % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
                                                                                  2782
                                                                                                    \liParagraphMitLinien{
                                                                                 2783
                                                                                  2784
                                                                                                          Beweise, ~dass~$A(1)$~eine~wahre~Aussage~ist.
                                                                                  2785
                                                                                                   }
                                                                                  2786 }
\liInduktionVoraussetzung
                                                                                  2787 \def\liInduktionVoraussetzung{
                                                                                                    \liPseudoUeberschrift{Induktionsvoraussetzung}
                                                                                  2788
                                                                                  2789
                                                                                                    % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
                                                                                  2790
                                                                                  2791
                                                                                                    \liParagraphMitLinien{
                                                                                  2792
                                                                                                          \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_
                                                                                  2793
                                                                                  2794 }
                 \liInduktionSchritt
                                                                                  2795 \def\liInduktionSchritt{
                                                                                                    \liPseudoUeberschrift{Induktionsschritt}
                                                                                  2796
                                                                                  2797
                                                                                                    % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
                                                                                  2798
                                                                                  2799
                                                                                                   \liParagraphMitLinien{
                                                                                  2800
                                                                                                          Beweise, ~dass~wenn~$A(n=k)$~wahr~ist,~
                                                                                  2801
                                                                                                          auch~$A(n=k+1)$~wahr~sein~muss.
                                                                                                   }
                                                                                  2802
                                                                                  2803 }
                                                                                  2804 \ExplSyntaxOff
                                                                                  2805
```

2.48 wasserfall.sty

```
2806 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2807 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-wasserfall}[2020/06/10]
2808 \RequirePackage{tikz}
2809 \tikzset{wasserfall/.style={
2810 >=stealth,
2811\, node distance = 2mm and -8mm,
2812 start chain = A going below right,
2813 every node/.style = {
      draw,
2814
2815
     text width=24mm,
2816
    minimum height=12mm,
2817
    align=center,
2818
    inner sep=1mm,
2819 fill=white,
2820 drop shadow={fill=black},
     on chain=A
2821
2822 },
2823 }}
2824 \usetikzlibrary{chains,positioning,shadows}
```

2.49 wpkalkuel.sty

```
2826 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                   2827 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-wpkalkuel}[2020/06/13]
                   2.49.1 Makro-Kürzel
                   \let\wp=\liWpKalkuel
                   \let\equivalent=\liWpEquivalent
                   \let\erklaerung=\liWpErklaerung
                   2828 \RequirePackage{amsmath}
                   2829 \ExplSyntaxOn
   \liWpKalkuel
                  Let-Abkürzung: \let\wp=\liWpKalkuel
                   2830 \ensuremath{$\setminus$} 1iWpKalkuelOhneMathe\#1\#2\{
                   2831 \text{wp}(\texttt{\scriptsize"#1"},\thinspace #2)
                   2832 }
                   2833 \ensuremath{\mbox{\sc liWpKalkuel#1#2}} \label{liwpKalkuel#1#2} \\
                        \ifmmode
                   2834
                           \liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}
                   2835
                   2836
                         \else
                           $\liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}$
                   2837
                   2838
                         \fi
                   2839 }
      \MatheEnv
                   2840 \left| \text{MatheEnv#1} \right|
                   2841
                         \medskip
                   2842
                         \hspace{1em}#1
                   2843
                   2844
                   2845
                         \medskip
                   2846 }
         \Mathe
                   2847 \left( \frac{Mathe#1}{} \right)
                         \MatheEnv{$#1$}
\liWpEquivalent Let-Abkürzung: \let\equivalent=\liWpEquivalent
                   2850 \end{area} $$1iWpEquivalent#1{}
                         \MatheEnv{$\equiv$\hspace{1em}$#1$}
                   2852 }
\liWpErklaerung Let-Abkürzung: \let\erklaerung=\liWpErklaerung
                   2853 \newlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}
                   2854 \def\liWpErklaerung#1{
                         \setlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}{\leftskip}
                   2855
                   2856
                         \setlength{\leftskip}{0.5cm}
                   2857
                   2858
                         \par
                         \noindent
                   2859
                   2860
                   2861
                           \scriptsize
                   2862
                           #1
                   2863
                   2864
                         \par
                   2865
                   2866
                         \setlength{\leftskip}{\@Skip@Erklaerung@Reset}
                   2867 }
```

\liWpErklaerungVerzweigung

```
2868 \def\liWpErklaerungVerzweigung{
2869    $\liWpKalkuelOhneMathe{if~\{~b~\}~then~\{~a1~\}~else~\{~a2~\}}{Q}}
2870   \equiv
2871    (b \land \liWpKalkuelOhneMathe{a1}{Q})
2872    \lor
2873    (\neg b \land \liWpKalkuelOhneMathe{a2}{Q})$
2874 }

2875 \ExplSyntaxOff
2876
```

3 Index

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

Symbols	\AddToHook 1373	\bfseries 499, 1247,
\# 122	\advance 2449	1249, 2222, 2228,
356, 411, 1194,	\AfterEndEnvironment 2525	2230, 2232, 2233, 2609
1196, 1719, 1720,	\allsectionsfont 1243	\Bigl 2718
1721, 2055, 2532, 2718	\Alph 1257	\Bigr 2722
\@Skip@Erklaerung@Reset	\alph 1257, 1258	\bigskip 61, 389,
2853, 2855, 2866	\alpha 2632, 2634, 2635,	622, 627, 1595, 1923
\@afterheading 1686	2638, 2640, 2641,	\bool 334, 357
\@afterindentfalse . 1686	2642, 2643, 2644,	\bowtie
\@liDirLeft 2748, 2753, 2765	2648, 2654, 2655,	2370, 2373, 2374, 2375
\@liDirRight 2749, 2751,	2660, 2661, 2662,	\Box 172
2752, 2753, 2754, 2765	2665, 2673, 2674, 2675	\boxtimes 487
\@liDistance	\arabic 1257, 2244, 2249,	
2759, 2760, 2764	2254, 2260, 2266, 2272	${f C}$
\@liPos 2756, 2757, 2764	\arraystretch 1945	\c 1340, 1341
\\	·	\cdot 1763, 1816, 1827
644, 647, 648, 651,	В	\centerline
652, 744, 745, 746,	\BeforeBeginEnvironment	1392, 2323, 2345, 2360
853, 882, 884, 910,		\chapter 1247, 1248
919, 964, 1006,	\begin 641, 692, 707, 742,	\char 1593
1007, 1008, 1013,	766, 813, 845, 860,	\clearpage 1587
1014, 1015, 1035,	880, 890, 906, 926,	\cline 620
1593, 1950, 2008, 2011	958, 975, 1004,	\clist 239, 283,
\{ 220, 1131,	1029, 1050, 1065,	284, 303, 307, 2457
1141, 1153, 1154,	1174, 1263, 1338,	\columnbreak 2492
1159, 1193, 1433,	1387, 1396, 1403,	\cs 306, 331, 355,
1995, 2400, 2718, 2869	1511, 1585, 1637,	356, 393, 405, 1669
\} 220, 1131,	1642, 1650, 1675,	\csname 1325, 1328
1141, 1153, 1154,	1680, 1691, 1701,	\cup 1154,
1161, 1197, 1434,	1705, 1788, 1792,	2029, 2641, 2655, 2662
1995, 2400, 2722, 2869	1808, 1831, 1854,	, , ,
\ 40, 48, 57, 59,	1869, 1948, 1949,	D
306, 331, 355, 356,	1999, 2044, 2164,	\DeclareMathSymbol
370, 371, 377, 380,	2184, 2325, 2347,	1893, 1894
383, 393, 405, 1374	2361, 2524, 2535, 2722	\DecoINERT
, , ,	\begingroup 1586, 1997, 2445	2247, 2320, 2321, 2343
	\beschriftung	\DecoINERTwithPivot .
\	\dots 1617, 1621,	$\dots \dots 2263, 2342$
	1625, 1629, 1633, 1635	\DecoLEFT 2242, 2341
${f A}$	\beta 2632,	\DecoLEFTwithPivot
\addbibresource	2635, 2639, 2640,	2257, 2319
1563, 1564, 1565,	2641, 2644, 2654,	\DecoRIGHT 2252, 2344, 2354
1566, 1567, 1568,	2655, 2656, 2661, 2662	\DecoRIGHTwithPivot .
1569, 1570, 1571, 1572	\bf 2222, 2223, 2224	$\dots \dots 2269, 2322$

\definecolor 1245		1000 1001 1000
\	liKontrollflussgraph	1608, 1661, 1676,
\DefineVerbatimEnvironment		1692, 1904, 1998,
	liLernkartei $\underline{1689}$	2015, 2023, 2132,
\delta 78, 120, 178, 220, 1145	liProduktionsRegeln	2141, 2384, 2499,
\dh		2530, 2682, 2739, 2765
\directlua	liProjektSprache 1609	\footrulewidth . 1274, 1545
71, 150, 208, 213,	liQuellen $\underline{1669}$	\foreach . 1340, 1343, 1350
1126, 1140, 1160,		:\forestFirst 2472, 2475
1168, 1175, 1180,		\forestLast 2473, 2475
1980, 1985, 2038,	liRmodell <u>2384</u>	\forest0get 2472, 2473
2045, 2052, 2412,	liUebergangsTabelle	\forestOnes 2485
2511, 2543, 2548,		\forest0v 2474, 2475, 2478
2549, 2553, 2558,	\equiv 2851, 2870	\forestov . 2464, 2468,
2559, 2563, 2569, 2570 \do 2243, 2248,	\erzeuge@tiefgestellt 1140, 1141, 1145	2469, 2472, 2473,
2253, 2258, 2264, 2270		2474, 2475, 2477, 2478
\dots 530, 534,	\expandafter	\forestset 2460, 2483
1433, 2171, 2654, 2655	1325, 2278, 2280, 2281, 2282, 2290, 2448	\forestSortLevel 2462, 2470, 2484, 2485
\DOWNarrow 2752	\ExplSyntaxOff	\frac 1765, 1796, 1827, 1842
\draw 1345, 1348,	63, 105, 147, 152,	\fullouterjoin 2375
1351, 2119, 2418, 2421	205, 210, 215, 552,	Authoriter John
1001, 2110, 2110, 2121	574, 589, 1121,	${f G}$
${f E}$	1199, 1234, 1376,	\g 42, 50, 283, 284, 303,
\edef 1336,	1531, 1547, 1711,	307, 313, 314, 315,
2336, 2340, 2352, 2353	1786, 1973, 2147,	316, 317, 319, 320,
\else 594, 602,	2397, 2458, 2583,	322, 324, 325, 326,
610, 1135, 1149,	2690, 2725, 2804, 2875	327, 328, 329, 332,
1185, 1633, 1736,	\ExplSyntaxOn 35,	336, 337, 338, 341,
1746, 1756, 1770,	74, 115, 148, 173,	343, 344, 345, 346,
1991, 2028, 2114,	206, 211, 236, 494,	347, 348, 359, 360,
2282, 2475, 2477, 2836	558, 575, 1094,	361, 362, 370, 371,
\emph 1097,	1189, 1211, 1372,	373, 379, 380, 382,
1414, 1443, 1445, 1592	1524, 1536, 1612,	383, 385, 386, 394,
\empty 1633, 2027	1725, 1955, 2128,	399, 401, 406, 408, 412
\emptyset	2385, 2455, 2510,	\Gamma . 119, 177, 220, 1154
1937, 2649, 2670, 2703	2606, 2700, 2776, 2829	\gappto 2480
\end 680, 703, 728, 763,	_	\geometry 5
797, 829, 857, 873,	F	\geometry 5 \geq 1440,
797, 829, 857, 873, 887, 895, 922, 951,	\faCheckSquareO 2702	\geometry 5
797, 829, 857, 873, 887, 895, 922, 951, 972, 997, 1022,	$\label{lem:continuous} $$ \faCheckSquare0 \dots 2702 $$ \faCircleThin \dots 1113 $$$	\geometry 5 \geq 1440, 2160, 2165, 2181, 2185
797, 829, 857, 873, 887, 895, 922, 951, 972, 997, 1022, 1042, 1062, 1080,	\faCheckSquare0 2702 \faCircleThin 1113 \faGg 1107	\geometry
797, 829, 857, 873, 887, 895, 922, 951, 972, 997, 1022, 1042, 1062, 1080, 1176, 1265, 1354,	\faCheckSquare0 2702 \faCircleThin 1113 \faGg 1107 \fancyfoot	\geometry
797, 829, 857, 873, 887, 895, 922, 951, 972, 997, 1022, 1042, 1062, 1080, 1176, 1265, 1354, 1399, 1400, 1407,	\faCheckSquare0 2702 \faCircleThin 1113 \faGg 1107 \fancyfoot	\geometry 5 \geq 1440,
797, 829, 857, 873, 887, 895, 922, 951, 972, 997, 1022, 1042, 1062, 1080, 1176, 1265, 1354, 1399, 1400, 1407, 1516, 1590, 1639,	\faCheckSquare0 2702 \faCircleThin 1113 \faGg 1107 \fancyfoot	\geometry 5 \geq 1440, 2160, 2165, 2181, 2185 H \hbox 2370 \headrulewidth . 1273, 1544 \headwidth
797, 829, 857, 873, 887, 895, 922, 951, 972, 997, 1022, 1042, 1062, 1080, 1176, 1265, 1354, 1399, 1400, 1407, 1516, 1590, 1639, 1647, 1666, 1682,	\faCheckSquare0 2702 \faCircleThin 1113 \faGg 1107 \fancyfoot	\geometry 5 \geq 1440, 2160, 2165, 2181, 2185 H \hbox 2370 \headrulewidth 1546 \hfill 1812, 1818, 1823, 2710
797, 829, 857, 873, 887, 895, 922, 951, 972, 997, 1022, 1042, 1062, 1080, 1176, 1265, 1354, 1399, 1400, 1407, 1516, 1590, 1639, 1647, 1666, 1682, 1683, 1697, 1708,	\faCheckSquare0 2702 \faCircleThin 1113 \faGg 1107 \fancyfoot	\geometry 5 \geq 1440, 2160, 2165, 2181, 2185 H \hbox 2370 \headrulewidth . 1273, 1544 \headwidth 1546 \hfill 1812, 1818, 1823, 2710 \hinweis
797, 829, 857, 873, 887, 895, 922, 951, 972, 997, 1022, 1042, 1062, 1080, 1176, 1265, 1354, 1399, 1400, 1407, 1516, 1590, 1639, 1647, 1666, 1682, 1683, 1697, 1708, 1709, 1790, 1803,	\faCheckSquare0	\geometry 5 \geq 1440, 2160, 2165, 2181, 2185 H \hbox 2370 \headrulewidth 1546 \hfill 1812, 1818, 1823, 2710 \hinweis
797, 829, 857, 873, 887, 895, 922, 951, 972, 997, 1022, 1042, 1062, 1080, 1176, 1265, 1354, 1399, 1400, 1407, 1516, 1590, 1639, 1647, 1666, 1682, 1683, 1697, 1708, 1709, 1790, 1803, 1828, 1851, 1866,	\faCheckSquare0	\geometry 5 \geq 1440,
797, 829, 857, 873, 887, 895, 922, 951, 972, 997, 1022, 1042, 1062, 1080, 1176, 1265, 1354, 1399, 1400, 1407, 1516, 1590, 1639, 1647, 1666, 1682, 1683, 1697, 1708, 1709, 1790, 1803, 1828, 1851, 1866, 1876, 1952, 1953,	\faCheckSquare0	\geometry 5 \geq 1440,
797, 829, 857, 873, 887, 895, 922, 951, 972, 997, 1022, 1042, 1062, 1080, 1176, 1265, 1354, 1399, 1400, 1407, 1516, 1590, 1639, 1647, 1666, 1682, 1683, 1697, 1708, 1709, 1790, 1803, 1828, 1851, 1866, 1876, 1952, 1953, 2001, 2046, 2174,	$eq:linear_continuous_con$	\geometry 5 \geq 1440, 2160, 2165, 2181, 2185 H \hbox 2370 \headrulewidth 1546 \hfill 1812, 1818, 1823, 2710 \hinweis
797, 829, 857, 873, 887, 895, 922, 951, 972, 997, 1022, 1042, 1062, 1080, 1176, 1265, 1354, 1399, 1400, 1407, 1516, 1590, 1639, 1647, 1666, 1682, 1683, 1697, 1708, 1709, 1790, 1803, 1828, 1851, 1866, 1876, 1952, 1953, 2001, 2046, 2174, 2194, 2325, 2347,	\faCheckSquare0 2702 \faCircleThin	\geometry 5 \geq 1440,
797, 829, 857, 873, 887, 895, 922, 951, 972, 997, 1022, 1042, 1062, 1080, 1176, 1265, 1354, 1399, 1400, 1407, 1516, 1590, 1639, 1647, 1666, 1682, 1683, 1697, 1708, 1709, 1790, 1803, 1828, 1851, 1866, 1876, 1952, 1953, 2001, 2046, 2174,	$\label{eq:linear_control_control_control} $$ \left(\frac{2702}{faCircleThin} \dots \frac{1113}{1107} \right) $$ \left(\frac{1107}{fancyfoot} \dots \frac{1269}{1270}, \frac{1271}{1271}, \frac{1540}{1541}, \frac{1542}{1542}, \frac{1543}{1536} \right) $$ \left(\frac{1268}{1537}, \frac{1538}{1539}, \frac{1538}{1539} \right) $$ \left(\frac{128}{1537}, \frac{1538}{1539}, \frac{1538}{1539}, \frac{1539}{1539} \right) $$ \left(\frac{1151}{1187}, \frac{1636}{1636}, \frac{1738}{1748}, \frac{1758}{1758}, \frac{1772}{1993}, \frac{12030}{2030}, \frac{2116}{2283}, \frac{22475}{2475}, \right) $$$	\geometry 5 \geq 1440, 2160, 2165, 2181, 2185 H \hbox 2370 \headrulewidth 1546 \hfill 1812, 1818, 1823, 2710 \hinweis
797, 829, 857, 873, 887, 895, 922, 951, 972, 997, 1022, 1042, 1062, 1080, 1176, 1265, 1354, 1399, 1400, 1407, 1516, 1590, 1639, 1647, 1666, 1682, 1683, 1697, 1708, 1709, 1790, 1803, 1828, 1851, 1866, 1876, 1952, 1953, 2001, 2046, 2174, 2194, 2325, 2347, 2361, 2525, 2539, 2722	\faCheckSquare0 2702 \faCircleThin	\\geometry 5 \\geq 1440,
$\begin{array}{c} 797,\ 829,\ 857,\ 873,\\ 887,\ 895,\ 922,\ 951,\\ 972,\ \ 997,\ \ 1022,\\ 1042,\ 1062,\ 1080,\\ 1176,\ 1265,\ 1354,\\ 1399,\ 1400,\ 1407,\\ 1516,\ 1590,\ 1639,\\ 1647,\ 1666,\ 1682,\\ 1683,\ 1697,\ 1708,\\ 1709,\ 1790,\ 1803,\\ 1828,\ 1851,\ 1866,\\ 1876,\ 1952,\ 1953,\\ 2001,\ 2046,\ 2174,\\ 2194,\ 2325,\ 2347,\\ 2361,\ 2525,\ 2539,\ 2722\\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\$	\faCheckSquare0 2702 \faCircleThin	\geometry 5 \geq 1440,
797, 829, 857, 873, 887, 895, 922, 951, 972, 997, 1022, 1042, 1062, 1080, 1176, 1265, 1354, 1399, 1400, 1407, 1516, 1590, 1639, 1647, 1666, 1682, 1683, 1697, 1708, 1709, 1790, 1803, 1828, 1851, 1866, 1876, 1952, 1953, 2001, 2046, 2174, 2194, 2325, 2347, 2361, 2525, 2539, 2722 \endcsname 1325, 1328 \endgroup 1589, 2002, 2450 \enspace 2707, 2709 environments:	$\label{eq:linear_control_control_control} $$ \faCircleThin 1113 $$ \faGg 1107 $$ \fancyfoot 1269, 1270, 1271, 1540, 1541, 1542, 1543 $$ \fancyhead 1268, 1537, 1538, 1539 $$ \faSquare0 1101 $$ \fi 596, 604, 612, 1137, 1151, 1187, 1636, 1738, 1748, 1758, 1772, 1993, 2030, 2116, 2283, 2475, 2476, 2479, 2481, 2838 $$ \fontspec 1243 $$$	\geometry 5 \geq 1440,
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	$eq:linear_control_con$	\geometry 5 \geq 1440,
797, 829, 857, 873, 887, 895, 922, 951, 972, 997, 1022, 1042, 1062, 1080, 1176, 1265, 1354, 1399, 1400, 1407, 1516, 1590, 1639, 1647, 1666, 1682, 1683, 1697, 1708, 1709, 1790, 1803, 1828, 1851, 1866, 1876, 1952, 1953, 2001, 2046, 2174, 2194, 2325, 2347, 2361, 2525, 2539, 2722 \endcsname 1325, 1328 \endgroup 1589, 2002, 2450 \enspace 2707, 2709 environments: 1iAdditum 1640 1iAHuelle 1996	$\label{eq:linear_control_control_control} \begin{tabular}{ll} $$ \arrowvert_{faCircleThin}$ & $	\geometry 5 \geq 1440,
797, 829, 857, 873, 887, 895, 922, 951, 972, 997, 1022, 1042, 1062, 1080, 1176, 1265, 1354, 1399, 1400, 1407, 1516, 1590, 1639, 1647, 1666, 1682, 1683, 1697, 1708, 1709, 1790, 1803, 1828, 1851, 1866, 1876, 1952, 1953, 2001, 2046, 2174, 2194, 2325, 2347, 2361, 2525, 2539, 2722 \endcsname 1325, 1328 \endgroup 1589, 2002, 2450 \enspace 2707, 2709 environments: 1iAdditum 1640 1iAHuelle 1996 1iAntwort 1611	\faCheckSquare0 2702 \faCircleThin	\geometry 5 \geq 1440,
797, 829, 857, 873, 887, 895, 922, 951, 972, 997, 1022, 1042, 1062, 1080, 1176, 1265, 1354, 1399, 1400, 1407, 1516, 1590, 1639, 1647, 1666, 1682, 1683, 1697, 1708, 1709, 1790, 1803, 1828, 1851, 1866, 1876, 1952, 1953, 2001, 2046, 2174, 2194, 2325, 2347, 2361, 2525, 2539, 2722 \endcsname 1325, 1328 \endgroup 1589, 2002, 2450 \enspace 2707, 2709 environments: 1iAdditum 1640 1iAHuelle 1996 1iAntwort 1611 1iDiagramm 1699	\faCheckSquare0 2702 \faCircleThin	\\geometry
797, 829, 857, 873, 887, 895, 922, 951, 972, 997, 1022, 1042, 1062, 1080, 1176, 1265, 1354, 1399, 1400, 1407, 1516, 1590, 1639, 1647, 1666, 1682, 1683, 1697, 1708, 1709, 1790, 1803, 1828, 1851, 1866, 1876, 1952, 1953, 2001, 2046, 2174, 2194, 2325, 2347, 2361, 2525, 2539, 2722 \endcsname 1325, 1328 \endgroup 1589, 2002, 2450 \enspace 2707, 2709 environments: 1iAdditum 1640 1iAHuelle 1996 1iAntwort 1611 1iDiagramm 1699 1iEinbettung 1610	\faCheckSquare0 2702 \faCircleThin	\\geometry
797, 829, 857, 873, 887, 895, 922, 951, 972, 997, 1022, 1042, 1062, 1080, 1176, 1265, 1354, 1399, 1400, 1407, 1516, 1590, 1639, 1647, 1666, 1682, 1683, 1697, 1708, 1709, 1790, 1803, 1828, 1851, 1866, 1876, 1952, 1953, 2001, 2046, 2174, 2194, 2325, 2347, 2361, 2525, 2539, 2722 \endcsname 1325, 1328 \endgroup 1589, 2002, 2450 \enspace 2707, 2709 environments: 1iAdditum 1640 1iAHuelle 1996 1iAntwort 1611 1iDiagramm 1699 1iEinbettung 1610 1iExkurs 1648	\faCheckSquare0 2702 \faCircleThin	\\ \text{geq} \
797, 829, 857, 873, 887, 895, 922, 951, 972, 997, 1022, 1042, 1062, 1080, 1176, 1265, 1354, 1399, 1400, 1407, 1516, 1590, 1639, 1647, 1666, 1682, 1683, 1697, 1708, 1709, 1790, 1803, 1828, 1851, 1866, 1876, 1952, 1953, 2001, 2046, 2174, 2194, 2325, 2347, 2361, 2525, 2539, 2722 \endcsname 1325, 1328 \endgroup 1589, 2002, 2450 \enspace 2707, 2709 environments: liAdditum 1640 liAhuelle 1996 liAntwort 1611 liDiagramm 1699 liEinbettung 1610 liExkurs 1648 liGraphenFormat .1317	\faCheckSquare0 2702 \faCircleThin	\\geometry
797, 829, 857, 873, 887, 895, 922, 951, 972, 997, 1022, 1042, 1062, 1080, 1176, 1265, 1354, 1399, 1400, 1407, 1516, 1590, 1639, 1647, 1666, 1682, 1683, 1697, 1708, 1709, 1790, 1803, 1828, 1851, 1866, 1876, 1952, 1953, 2001, 2046, 2174, 2194, 2325, 2347, 2361, 2525, 2539, 2722 \endcsname 1325, 1328 \endgroup 1589, 2002, 2450 \enspace 2707, 2709 environments: 1iAdditum 1640 1iAHuelle 1996 1iAntwort 1611 1iDiagramm 1699 1iEinbettung 1610 1iExkurs 1648	\faCheckSquare0 2702 \faCircleThin	\\ \text{geq} \

$ \ \ \backslash \text{in} \ldots \ 518, 624, \\$	$\label{labelenumii} 1259$	\li@numdiscs
1440, 1778, 1781,	\labelitemi 1252	\dots 1336, 1345, 1351
1784, 1810, 1816,	\labelitemii 1253	\li@Rmodell@Schrift .
1821, 2160, 2171,	\labelitemiii 1254	$\dots 2384, 2393, 2403$
2181, 2191, 2632,	\labelitemiv 1255	\li@sequence 1337, 1350
2634, 2640, 2661, 2792	\land 2871, 2873	\li@synthese@erklaerung@texte
\inhaltsverzeichnis 1584		2623, 2683
\input 17, 20, 23, 26, 29, 418	\LARGE 1247	\liAbleitung <u>1168</u>
\inputminted 2542, 2552,	\large 1392, 2434	liAdditum (environment)
2562, 2574, 2577, 2581	\leaders 2710	
\int 2457	\left 1728	
	\LEFTarrow 2753	liAHuelle (environment)
\item 487,	\leftarrow 606	
488, 709, 713, 718,	\leftouterjoin 2373	\liAlphabet <u>1153</u>
723, 767, 776, 781,	\leftskip 2855, 2856, 2866	liAntwort (environment)
789, 861, 866, 870,	\I chromt InformatikAutorEmai	
891, 927, 932, 939,	\Lenramciniormacikaucoremai	$\frac{1}{1}$ liAnweisung $\frac{1011}{1518}$
947, 976, 981, 985,		\liAssemblerCode 2572
990, 1066, 1071,	\LehramtInformatikAutorName	2 \liAssemblerDatei 2573
1076, 1397, 1398,	1542	\liAttribut <u>2403</u>
1669, 1673, 1793,	\LehramtInformatikGitBranch	\liAttributHuelle
1796, 1800, 1809,		1987, 2635, 2640
1815, 1820, 1832,	\LehramtInformatikGithubCod	leRepattributHuelleOhneMathe
1836, 1840, 1844,	2517	1987, 1990,
1848, 1855, 1859,	\LehramtInformatikGithubDom	1992, 2006, 2016, 2024
1863, 2165, 2168,		\liAttributMenge
2171, 2185, 2188, 2191	\LehramtInformatikGithubRaw	
\itshape 543, 2681		<u>1000</u> , 2001, 2010,
(10211aps 010, 2001		2017, 2018, 2032, 2034
J		ReprAufgabe
\j 1340, 1341, 1343, 1344,		\liAufgabenMetadaten . 38
1345, 1350, 1351, 1352	17, 20,	Y\liAufgabenTitel 36
,,,,,,		\liAusdruck <u>1190</u>
K	23, 26, 29, 1563,	\liAutomat
\k 1350	1564, 1565, 1566,	\liAutomatenKante 106
	1567 1569 1560	
	1567, 1568, 1569, 1570, 1571, 1572, 2512	\liBandAlphabet <u>1154</u>
\keys $\dots 44, 83,$	1570, 1571, 1572, 2513	\liBedingung $\underline{1519}$
\keys 44, 83, 95, 125, 135, 183,	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung <u>1519</u> \liBedingungDrei
\keys 44, 83, 95, 125, 135, 183, 193, 311, 562, 566,	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel 1538	\liBedingung <u>1519</u> \liBedingungDrei <u>1783</u> , 1823, 1863
\keys 44, 83, 95, 125, 135, 183,	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung <u>1519</u> \liBedingungDrei <u>1783</u> , 1823, 1863 \liBedingungEins
\keys 44, 83, 95, 125, 135, 183, 193, 311, 562, 566, 580, 585, 1218, 1225	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung
\keys 44, 83, 95, 125, 135, 183, 193, 311, 562, 566, 580, 585, 1218, 1225	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung <u>1519</u> \liBedingungDrei <u>1783</u> , 1823, 1863 \liBedingungEins
\keys 44, 83, 95, 125, 135, 183, 193, 311, 562, 566, 580, 585, 1218, 1225 L \lambda \text{L} \lambda \text{T} \text{1} \tag{6}, 77, 78, 79, 80,	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung
\keys 44, 83, 95, 125, 135, 183, 193, 311, 562, 566, 580, 585, 1218, 1225 L \1 76, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 87,	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung <u>1519</u> \liBedingungDrei <u>1783</u> , 1823, 1863 \liBedingungEins <u>1777</u> , 1812, 1855 \liBedingungFalsch . <u>1521</u>
\keys 44, 83, 95, 125, 135, 183, 193, 311, 562, 566, 580, 585, 1218, 1225 L \lambda 1 76, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 92, 97, 98,	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung <u>1519</u> \liBedingungDrei <u>1783</u> , 1823, 1863 \liBedingungEins <u>1777</u> , 1812, 1855 \liBedingungFalsch . <u>1521</u> \liBedingungWahr <u>1520</u>
\keys	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung
\keys	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung
\keys	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung
\keys \ldots \delta 44, 83, 95, 125, 135, 183, 193, 311, 562, 566, 580, 585, 1218, 1225 L \l \ldots 76, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 92, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130,	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung
\keys \ldots 44, 83, \\ \ 95, 125, 135, 183, \\ \ 193, 311, 562, 566, \\ \ 580, 585, 1218, 1225 \textbf{L} \lambda \ldots 76, 77, 78, 79, 80, \\ \ 81, 84, 85, 86, 87, \\ \ 88, 90, 92, 97, 98, \\ \ 99, 100, 101, 102, \\ \ 117, 118, 119, 120, \\ \ 121, 122, 123, 126, \\ \ 127, 128, 129, 130, \\ \ 131, 132, 138, 139, \end{array}	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung
\keys \ldots \delta 44, 83, 95, 125, 135, 183, 193, 311, 562, 566, 580, 585, 1218, 1225 L \lambda 76, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 92, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 138, 139, 140, 141, 142, 143,	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung
\keys \ldots \ldots 44, 83, 95, 125, 135, 183, 193, 311, 562, 566, 580, 585, 1218, 1225 L \ldots 76, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 92, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 175, 176, 177,	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung
\keys \ldots \ldots 44, 83, 95, 125, 135, 183, 193, 311, 562, 566, 580, 585, 1218, 1225 L \ldots 76, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 92, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181,	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung
\keys \ldots \ldots 44, 83, 95, 125, 135, 183, 193, 311, 562, 566, 580, 585, 1218, 1225 L \ldots A, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 92, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 184, 185, 186, 187,	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung
\keys \ldots \ldots 44, 83, 95, 125, 135, 183, 193, 311, 562, 566, 580, 585, 1218, 1225 L \ldots A \ldots 76, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 92, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 196,	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung
\keys \ldots \ldots 44, 83, 95, 125, 135, 183, 193, 311, 562, 566, 580, 585, 1218, 1225 L \ldots A, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 92, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 196, 197, 198, 199, 200,	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung
\keys \ldots \ldots 44, 83, 95, 125, 135, 183, 193, 311, 562, 566, 580, 585, 1218, 1225 L \ldots A \ldots 76, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 92, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 560, 563,	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung
\keys \ldots \ldots 44, 83, 95, 125, 135, 183, 193, 311, 562, 566, 580, 585, 1218, 1225 L \ldots \ldots 67, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 92, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 560, 563, 568, 569, 572, 577,	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung
\keys \ldots \ldots 44, 83, 95, 125, 135, 183, 193, 311, 562, 566, 580, 585, 1218, 1225 L \l \ldots 76, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 92, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 560, 563, 568, 569, 572, 577, 578, 581, 582, 587,	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung
\keys \ldots \ldots 44, 83, 95, 125, 135, 183, 193, 311, 562, 566, 580, 585, 1218, 1225 L \ldots 76, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 92, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 560, 563, 568, 569, 572, 577, 578, 581, 582, 587, 1213, 1214, 1215,	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung
\keys \ldots \ldots 44, 83, 95, 125, 135, 183, 193, 311, 562, 566, 580, 585, 1218, 1225 L \ldots 76, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 92, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 560, 563, 568, 569, 572, 577, 578, 581, 582, 587, 1213, 1214, 1215, 1216, 1219, 1220,	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung
\keys \ldots \ldots 44, 83, 95, 125, 135, 183, 193, 311, 562, 566, 580, 585, 1218, 1225 L \ldots 76, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 92, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 560, 563, 568, 569, 572, 577, 578, 581, 582, 587, 1213, 1214, 1215, 1216, 1219, 1220, 1221, 1222, 1228,	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung
\keys \ldots \ldots 44, 83, 95, 125, 135, 183, 193, 311, 562, 566, 580, 585, 1218, 1225 L \ldots 76, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 92, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 560, 563, 568, 569, 572, 577, 578, 581, 582, 587, 1213, 1214, 1215, 1216, 1219, 1220, 1221, 1222, 1228, 1229, 1230, 1231,	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung
\keys \ldots \ldots 44, 83, 95, 125, 135, 183, 193, 311, 562, 566, 580, 585, 1218, 1225 L \ldots 76, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 92, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 560, 563, 568, 569, 572, 577, 578, 581, 582, 587, 1213, 1214, 1215, 1216, 1219, 1220, 1221, 1222, 1228, 1229, 1230, 1231, 1527, 1528, 1529,	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung
\keys \ldots \ldots 44, 83, 95, 125, 135, 183, 193, 311, 562, 566, 580, 585, 1218, 1225 \rightarrow L \lambda \ldots 76, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 92, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 560, 563, 568, 569, 572, 577, 578, 581, 582, 587, 1213, 1214, 1215, 1216, 1219, 1220, 1221, 1222, 1228, 1229, 1230, 1231, 1527, 1528, 1529, 1672, 1673, 1674, 1681	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung
\keys \ldots \ldots 44, 83, 95, 125, 135, 183, 193, 311, 562, 566, 580, 585, 1218, 1225 L \ldots 76, 77, 78, 79, 80, 81, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 92, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 560, 563, 568, 569, 572, 577, 578, 581, 582, 587, 1213, 1214, 1215, 1216, 1219, 1220, 1221, 1222, 1228, 1229, 1230, 1231, 1527, 1528, 1529,	1570, 1571, 1572, 2513 \LehramtInformatikTitel	\liBedingung

/		N
liDiagramm (environ- ment) <u>1699</u>	\liEntwurfsModellPraesentat	\liJavaExamen 2561
liEinbettung (environ-	\liEntwurfsModellPraesentat	
ment) <u>1610</u>		liKasten (environment) 1262
\liEntwurfs 1045	\liEntwurfsModellPraesentat	
\liEntwurfsAbstrakteFabrik	$$ $\underline{1028}$, 1046	\liKellerKante 153
<u>687</u>	$\label{lientwurfsZustand} \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \$	\liKellerUebergang
\liEntwurfsAbstrakteFabrikC		$148, 154$
		\liKontrollCode $\underline{1522}$
\liEntwurfsAbstrakteFabrikU		${\tt liKontrollflussgraph}$
		(environment) $\underline{1510}$
\liEntwurfsAdapter 736 \liEntwurfsAdapterAkteure	\liErAttribute	\liKontrollKnotenPfad
	<u>1097</u> , 1111, 1113	
\liEntwurfsAdapterCode	\liErDatenbankName . 1116	\liKontrollTextzeileKnoten
	\liErEntity <u>1095</u> , 1099, 1101	
\liEntwurfsAdapterUml	\liErledigt 2702	\likurzeTabellenLinie 620
691, 737	\liErMpAttribute 1110	\liLadeAllePakete 241
\liEntwurfsBeobachter 807	\liErMpEntity 1098	\liLadePakete . 67, 70, 237, 242,
\liEntwurfsBeobachterAkteur	re\liErMpRelationship 1104	496, 557, 1130,
	\liErRelationship	1360, 1382, 1899,
\liEntwurfsBeobachterCode	$\dots \underline{1096}, 1105, 1107$	1979, 2127, 2496, 2605
	\liExamensAufgabe $\underline{19}$	\liLatexCode 2533
\liEntwurfsBeobachterUml	$\label{lienter} \$ $\$ $\$ $\$ $\$ $\$ $\$ $\$ $\$ $\$	\liLeereZelle 1937
	$\label{lienteq} \$ $\label{lienteq} \frac{25}{}$	liLernkartei (environ-
\liEntwurfsDekorierer <u>839</u>	$\label{lienteq} \$. $\$ $\$ $\$ $\$ $\$ $\$ $\$ $\$ $\$ $\$	ment) <u>1689</u>
\liEntwurfsDekoriererAkteur		\liLinksReduktion 2004
841	\liFalsch <u>488</u>	\liLinksReduktionInline
\liEntwurfsDekoriererCode	\liFlaci <u>1200</u>	
	\liFremd <u>2383</u>	\liMagterFykurg 1868
\liEntwurfsDekoriererUml	\liFunktionaleAbhaengigkeit	\liMasterFaelle $\frac{1807}{1875}$
	2026, 2029, 2037	 /
\liFuturuf = Finfo = b = Fobuilo	\ 1 i Francht i am a 1 a Abha am mi mha i t	\liMasterFallRechnung
\liEntwurfsEinfacheFabrik	\liFunktionaleAbhaengigkeit	\limasterFallRechnung
	\liFunktionaleAbhaengigkeit	\liMasterFallRechnung en
\liEntwurfsEinfacheFabrikAk	\liFunktionaleAbhaengigkeit	
\liEntwurfsEinfacheFabrikAk	$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	\liMasterVariablen
\liEntwurfsEinfacheFabrikAk \liEntwurfsEinfacheFabrikUm	\liFunktionaleAbhaengigkeit	\liMasterVariablen 1787, 1870 \liMasterVariablenDeklaration 1830
\liEntwurfsEinfacheFabrikAk \liEntwurfsEinfacheFabrikUm	$\begin{tabular}{lllllllllllllllllllllllllllllllllll$	\liMasterVariablen
\liEntwurfsEinfacheFabrikAk \therefore \\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	\liFunktionaleAbhaengigkeit \tau \tau \tau \tau \tau \tau \tau \tau	\liMasterVariablen
\liEntwurfsEinfacheFabrikAk \therefore \\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	\liFunktionaleAbhaengigkeit	\liMasterVariablen
\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\	\liFunktionaleAbhaengigkeit	\liMasterVariablen
\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\	\liFussnoteEinsText	\liMasterVariablen
\$75	\liFussnoteEinsText	\liMasterVariablen 1787, 1870 \liMasterVariablenDeklaration 1830 \liMasterWolframLink 1878 \liMenge 84, 85, 87, 126, 127, 128, 132, 184, 185, 186, 190, 1131, 1180, 1219, 1220 \liMengeOhneMathe
\liEntwurfsEinfacheFabrikAk \(\text{\colored} \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	\liFunktionaleAbhaengigkeit	\liMasterVariablen 1787, 1870 \liMasterVariablenDeklaration 1830 \liMasterWolframLink 1878 \liMenge 84, 85, 87, 126, 127, 128, 132, 184, 185, 186, 190, 1131, 1180, 1219, 1220 \liMengeOhneMathe 1131, 1134, 1136
\liEntwurfsEinfacheFabrikAk \(\text{ \ \ 859}, 877 \\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\	\liFunktionaleAbhaengigkeit	\limsterVariablen
\liEntwurfsEinfacheFabrikAk \(Comparison Com	\liMasterVariablen
\liEntwurfsEinfacheFabrikAk \(\liFunktionaleAbhaengigkeit	\liMasterVariablen
\liEntwurfsEinfacheFabrikAk \(Comparison Com	\liMasterVariablen
\liEntwurfsEinfacheFabrikAk \(Comparison Com	\limasterVariablen
\liEntwurfsEinfacheFabrikAk \(Comparison Com	\limasterVariablen
\liEntwurfsEinfacheFabrikAk \(Company Comp	\liMasterVariablen
\liEntwurfsEinfacheFabrikAk \(Company Comp	\liMasterVariablen
\liEntwurfsEinfacheFabrikAk \(Comparison Com	\limasterVariablen
1	Comparison Com	\liMasterVariablen
1	Company Comp	\liMasterVariablen
\liEntwurfsEinfacheFabrikAk \(Comparison Com	\liMasterVariablen
1	Company Comp	\liMasterVariablen
\liEntwurfsEinfacheFabrikAk \(Comparison Com	\liMasterVariablen
1	Comparison Com	\liMasterVariablen
Note	Company Comp	\liMasterVariablen
Note	Company Comp	\liMasterVariablen

\liPetriSetzeSchluessel	\liSyntheseUeberErklaerung	\liZustandsnameTiefgestellt 1182
\liPetriTransitionsName	\liSyntheseUeberschrift	\liZustandsPaar <u>1939</u>
$\dots \dots \underline{2110}, 2122$		\liZustandsPaarVariablenName
\liPetriTransitionsNameOhne	Malie <u>1760</u> , 1775, 1789, 1850	$\dots \underline{1938}, 1941, 1942$
2110, 2113, 2115	\liTeilen 1984	\lap 2371
\liPetriTransPfeile 2122	\literatur 1551, 1575	\log 1778,
\liPolynomiellReduzierbar	\liTheta 1730,	1781, 1784, 1810, 1816
•	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	\loop 2204
	1781, 1810, 1816, 1821	\lor 2872
\liPotenzmenge	\liThetaOhneMathe	
1140, 1144, 2133	\dots 1730, 1735, 1737	\ltimes 1886
\liPotenzmengeOhneMathe	\liTOhneMathe	3.6
1141, 1142, 1143	1760, 1769, 1771	\mathbf{M}
\liPrimaer 2382	\liTuringKante 216	\makeatletter $\dots 1685, 2443$
		\makeatother 1687, 2451
\liProblemBeschreibung	\liTuringLeerzeichen	\marginpar
<u>1386</u>	172, 180	1100, 1106, 1112, 1592
$\label{liproblemClique} 1409$	\liTuringMaschine 173	\mathbb 1440, 2191, 2792
\liProblemName	\liTuringUeberfuehrung	\mathbin . 2373, 2374, 2375
$\dots 1385, 1392,$	219	
$1404, \ 1\overline{406}, \ 1419,$	\liTuringUebergaenge	\mathcal 1751, 2661,
1430, 1431, 1439, 1440		2666, 2668, 2669, 2670
	$\underbrace{211}_{\cdot}, 217$	\Mathe <u>2847</u>
\liProblemSat 1438	\liTuringUebergangZelle	\MatheEnv 2840, 2848, 2851
\liProblemSubsetSum .	$ \begin{array}{ccccccccccccccccccccccccccccccccc$	\mathord 1893, 1894
1429 , 1438	\liUeberfuehrungsFunktion	\mdfsetup 1261,
\liProblemVertexCover		1618, 1622, 1626, 1630
$\dots \dots 1409, 1417$	\liUeberfuehrungsFunktionOh	1010, 1022, 1020, 1030
\liProduktionen 1179, 1221	1145 1140 1150	
	1145, 1148, 1150	1603, 1605, 1679,
liProduktionsRegeln	liUebergangsTabelle	1707, 2389, 2395,
(environment) $\underline{1169}$	(environment) $\underline{1945}$	2712, 2716, 2841, 2845
${ t liProjektSprache}$ (envi-	\liUeberschriftDreiecksTabe	14memph <u>1592</u>
$ronment) \dots \underline{1609}$	1955	\mintinline 2532,
\liPseudoUeberschrift	$\label{limit} \$ liUmlLeserichtung . $\frac{2747}{}$	2533, 2572, 2579, 2584
1594	\liVertauschen 2411	\mkern 2373, 2374, 2375
1644, 1645, 1947,		\mlq 1891, 1893
1957, 2780, 2788, 2796	\liWortInSprache 621	=
	\liWortNichtInSprache 626	\mrq 1891, 1894
\liPumpingKontextfrei	\liWpEquivalent 2850	\msg 52, 416
$ \underline{2179} $	\liWpErklaerung 2853	\myList
$\label{lipumpingRegulaer} \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \$	\liWpErklaerungVerzweigung	2464, 2465, 2466, 2469
liQuellen (environment)		$\mbox{myNodes} \dots 2453,$
	\liWpKalkuel 2830	2468, 2474, 2478, 2480
\liRechtsReduktionInline	-	, , ,
	\liWpKalkuelOhneMathe	${f N}$
	$\dots 2830, 2835,$	\NeedsTeXFormat
\liRekursionsGleichung	2837, 2869, 2871, 2873	
1774, 1834	\liZustandsBuchstabe	1, 14, 32, 65, 233,
\liRelation 2051	$\dots \dots 1155,$	422, 483, 490, 554,
liRelationenSchemaFormat	1164, 1166, 1184, 1186	617, 632, 1087,
(environment) $\underline{2404}$	\liZustandsBuchstabeGross	1123, 1236, 1276,
		1285, 1290, 1319,
\liRelationMenge 2398	$\dots \underline{1156}, 1165, 1167$	1357, 1378, 1450,
\liRichtig <u>487</u>	$\label{lizustandsmenge} lizustandsmenge \underline{1143}$	1533, 1549, 1555,
liRmodell (environment)	\liZustandsmengeNr	1577, 1723, 1883,
	1157, 2142	1896, 1975, 2058,
\liRundeKlammer . $\frac{1727}{}$	\liZustandsmengeNrGross	
1731, 1741, 1751, 1765		2124, 2149, 2154,
\liSortierMarkierung 2423		2198, 2364, 2377,
	\liZustandsMengenSammlung	2406, 2487, 2494,
\lisortierPfeil 2417		2501, 2506, 2586,
\liSortierPfeilUnten <u>2420</u>	$\label{lizustandsMengenSammlungNr} \$	2601, 2692, 2696,
$\label{lispattenumbruch} \ \ \dots \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ $		2727, 2769, 2806, 2826
\liSqlCode 2584	\liZustandsmengeOhneMathe	\neg 2873
\listen@punkt 1669, 1681		\negthinspace 1728
\liStrich <u>1384</u>	\liZustandsname 1166	
		\newcounter 2218, 2219
\liSyntheseErklaerung	\liZustandsnameGross	\NewDocumentCommand .
$$ $\underline{2623}$, 2688	1167, 2130, 2139	75, 116, 153, 174,

216, 237, 559, 576,	\pgfmathresult	\relax 1587,
621, 626, 1190,	$\dots 1332, 2445,$	2292, 2335, 2337,
1212, 1402, 1525,	2446, 2448, 2450,	2338, 2339, 2447, 2449
1553, 1712, 1716,	2463, 2471, 2484, 2485	\renewcommand 1252 ,
2040, 2051, 2118,	\pgfutil@empty 2446	1253, 1254, 1255,
2541, 2551, 2561,	\pgfutil@loop 2447	1258, 1259, 1273,
2573, 2576, 2580, 2747	\pgfutil@repeat 2450	1274, 1544, 1545, 1945
\NewDocumentEnvironment	\preceq 1405	\repeat 2208
1169, 1262, 1317,	\prime 1384	\RequirePackage
1510, 1609, 1610,	\printbibliography . 1575	4, 68, 171,
1613, 1640, 1648,	\ProvidesPackage	235, 239, 419, 425,
1670, 1689, 1699,	2, 15, 33, 66, 234,	426, 486, 556, 635,
1946, 1996, 2386, 2404	423, 484, 491, 555,	636, 1090, 1092,
\newlength 2853	618, 633, 1088,	1093, 1129, 1238,
\node 572, 1518,	1124, 1237, 1277,	1239, 1242, 1244,
1523, 2244, 2249,	1286, 1291, 1320,	1246, 1251, 1260,
2254, 2260, 2266,	1358, 1379, 1451,	1267, 1278, 1279,
2272, 2423, 2468, 2764	1534, 1550, 1556,	1288, 1292, 1293,
\noexpand 2332,	1578, 1724, 1884,	1294, 1322, 1323,
2333, 2334, 2353, 2468	1897, 1976, 2059,	1371, 1383, 1452,
\noindent 368,	2125, 2150, 2155,	1552, 1557, 1558,
623, 628, 1596,	2199, 2365, 2378,	1574, 1581, 1582,
1598, 1602, 1606,	2407, 2488, 2495,	1583, 1611, 1726,
1634, 1662, 1664,	2502, 2507, 2587,	1887, 1888, 2060,
1677, 1693, 1695,	2602, 2693, 2697,	2062, 2152, 2212,
1703, 1872, 1925,	2728, 2770, 2807, 2827	2214, 2366, 2367,
1928, 1931, 1934,	2.20, 2.10, 2001, 2021	2368, 2381, 2409,
	${f Q}$	2440, 2491, 2497,
2399, 2705, 2717, 2859	\QS@list	2504, 2509, 2520,
\nolinkurl 401, 2538 \normalsize 1249	2325, 2336, 2340,	2521, 2589, 2694,
	2347, 2353, 2358, 2361	2701, 2731, 2732,
\notin	\QS@select@equal	2734, 2735, 2773,
\null 2710		
		2774 2775 2808 2828
	\OS@select@greater	2774, 2775, 2808, 2828 \right 1728
O	\QS@select@greater	\right 1728
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305	\right 1728 \RIGHTarrow 2749, 2754
	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller	\right
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303	\right 1728 \RIGHTarrow 2749, 2754 \Rightarrow 624, 629 \rightarrow 220,
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303 \QS@sort@a	\right 1728 \RIGHTarrow 2749, 2754 \Rightarrow 624, 629 \rightarrow 220, 513, 518, 526, 530,
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303 \QS@sort@a	\right 1728 \RIGHTarrow 2749, 2754 \Rightarrow 624, 629 \rightarrow 220, 513, 518, 526, 530, 532, 533, 535, 590,
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303 \QS@sort@a 2278, 2311, 2332, 2333 \QS@sort@b 2278, 2279	\right 1728 \RIGHTarrow 2749, 2754 \Rightarrow 624, 629 \rightarrow 220, 513, 518, 526, 530, 532, 533, 535, 590, 598, 2122, 2632,
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303 \QS@sort@a 2278, 2311, 2332, 2333 \QS@sort@b 2278, 2279 \QS@sort@c 2282, 2289	\right 1728 \RIGHTarrow 2749, 2754 \Rightarrow 624, 629 \rightarrow 220, 513, 518, 526, 530, 532, 533, 535, 590, 598, 2122, 2632, 2639, 2641, 2644,
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303 \QS@sort@a 2278, 2311, 2332, 2333 \QS@sort@b 2278, 2279 \QS@sort@c 2282, 2289 \QS@sort@d 2290, 2298	\right 1728 \RIGHTarrow 2749, 2754 \Rightarrow 624, 629 \rightarrow 220,
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303 \QS@sort@a 2278, 2311, 2332, 2333 \QS@sort@b 2278, 2279 \QS@sort@c 2282, 2289 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@empty . 2280, 2285	\right 1728 \RIGHTarrow 2749, 2754 \Rightarrow 624, 629 \rightarrow 220,
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303 \QS@sort@a 2278, 2311, 2332, 2333 \QS@sort@b 2278, 2279 \QS@sort@c 2282, 2289 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@empty . 2280, 2285 \QS@sort@single 2281, 2286	\right
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303 \QS@sort@a 2278, 2311, 2332, 2333 \QS@sort@b 2278, 2279 \QS@sort@c 2282, 2289 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@empty .2280, 2285 \QS@sort@single 2281, 2286 \QSinitialize	\right
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303 \QS@sort@a 2278, 2311, 2332, 2333 \QS@sort@b 2278, 2279 \QS@sort@c 2282, 2289 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@empty . 2280, 2285 \QS@sort@single 2281, 2286 \QSinitialize 2203, 2315, 2350	\right 1728 \RIGHTarrow 2749, 2754 \Rightarrow 624, 629 \rightarrow 220,
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303 \QS@sort@a 2278, 2311, 2332, 2333 \QS@sort@b 2278, 2279 \QS@sort@c 2282, 2289 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@empty 2280, 2285 \QS@sort@single 2281, 2286 \QSinitialize 2203, 2315, 2350 \QSIr 2286, 2292, 2300,	\right 1728 \RIGHTarrow 2749, 2754 \Rightarrow 624, 629 \rightarrow 220,
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303 \QS@sort@a 2278, 2311, 2332, 2333 \QS@sort@b 2278, 2279 \QS@sort@c 2282, 2289 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@empty 2280, 2285 \QS@sort@single 2281, 2286 \QSinitialize 2203, 2315, 2350 \QSIr 2286, 2292, 2300, 2320, 2334, 2339, 2342	\right 1728 \RIGHTarrow 2749, 2754 \Rightarrow 624, 629 \rightarrow 220,
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303 \QS@sort@a 2278, 2311, 2332, 2333 \QS@sort@b 2278, 2279 \QS@sort@c 2282, 2289 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@empty . 2280, 2285 \QSinitialize 2203, 2315, 2350 \QSIr . 2286, 2292, 2300, 2320, 2334, 2339, 2342 \QSIrr 2321, 2334, 2335, 2343	\right 1728 \RIGHTarrow 2749, 2754 \Rightarrow 624, 629 \rightarrow 220,
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303 \QS@sort@a 2278, 2311, 2332, 2333 \QS@sort@b 2278, 2279 \QS@sort@c 2282, 2289 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@empty . 2280, 2285 \QS@sort@single 2281, 2286 \QSinitialize 2203, 2315, 2350 \QSIr . 2286, 2292, 2300, 2320, 2334, 2339, 2342 \QSIrr .2321, 2334, 2335, 2343 \QSLr 2292,	\right 1728 \RIGHTarrow 2749, 2754 \Rightarrow 624, 629 \rightarrow 220,
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303 \QS@sort@a 2278, 2311, 2332, 2333 \QS@sort@b 2278, 2279 \QS@sort@c 2282, 2289 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@empty . 2280, 2285 \QS@sort@single 2281, 2286 \QSinitialize 2203, 2315, 2350 \QSIr . 2286, 2292, 2300, 2320, 2334, 2339, 2342 \QSIrr .2321, 2334, 2335, 2343 \QSLr 2292, 2299, 2310, 2311,	\right 1728 \RIGHTarrow 2749, 2754 \Rightarrow 624, 629 \rightarrow 220,
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303 \QS@sort@a 2278, 2311, 2332, 2333 \QS@sort@b 2278, 2279 \QS@sort@c 2282, 2289 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@empty . 2280, 2285 \QS@sort@single 2281, 2286 \QSinitialize 2203, 2315, 2350 \QSIr 2286, 2292, 2300, 2320, 2334, 2339, 2342 \QSIrr 2321, 2334, 2335, 2343 \QSIr 2292, 2299, 2310, 2311, 2319, 2332, 2337, 2341	\right 1728 \RIGHTarrow 2749, 2754 \Rightarrow 624, 629 \rightarrow 220,
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303 \QS@sort@a 2278, 2311, 2332, 2333 \QS@sort@b 2278, 2279 \QS@sort@c 2282, 2289 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@empty . 2280, 2285 \QS@sort@single 2281, 2286 \QSinitialize 2203, 2315, 2350 \QSIr 2286, 2292, 2300, 2320, 2334, 2339, 2342 \QSIrr 2321, 2334, 2335, 2343 \QSIr 2292, 2299, 2310, 2311, 2319, 2332, 2337, 2341 \QSpivotStep	\right 1728 \RIGHTarrow 2749, 2754 \Rightarrow 624, 629 \rightarrow 220,
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303 \QS@sort@a 2278, 2311, 2332, 2333 \QS@sort@b 2278, 2279 \QS@sort@c 2282, 2289 \QS@sort@c 2282, 2289 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@empty 2280, 2285 \QS@sort@single 2281, 2286 \QSinitialize 2203, 2315, 2350 \QSIr 2286, 2292, 2300, 2320, 2334, 2339, 2342 \QSIrr 2321, 2334, 2335, 2343 \QSIr 2292, 2299, 2310, 2311, 2319, 2332, 2337, 2341 \QSpivotStep 2205, 2315, 2319, 2330	\right 1728 \RIGHTarrow 2749, 2754 \Rightarrow 624, 629 \rightarrow 220,
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303 \QS@sort@a 2278, 2311, 2332, 2333 \QS@sort@b 2278, 2279 \QS@sort@b 2282, 2289 \QS@sort@c 2282, 2289 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@empty . 2280, 2285 \QS@sort@single 2281, 2286 \QSinitialize 2203, 2315, 2350 \QSIr . 2286, 2292, 2300, 2320, 2334, 2339, 2342 \QSIrr .2321, 2334, 2335, 2343 \QSIr 2292, 2299, 2310, 2311, 2319, 2332, 2337, 2341 \QSpivotStep 2205, 2315, 2319, 2330 \QSr 2292	\right 1728 \RIGHTarrow 2749, 2754 \Rightarrow 624, 629 \rightarrow 220,
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303 \QS@sort@a 2278, 2311, 2332, 2333 \QS@sort@b 2278, 2279 \QS@sort@c 2282, 2289 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@empty 2280, 2285 \QS@sort@single 2281, 2286 \QSinitialize 2203, 2315, 2350 \QSIr 2286, 2292, 2300, 2320, 2334, 2339, 2342 \QSIrr 2321, 2334, 2335, 2343 \QSIr 2292, 2310, 2311, 2319, 2332, 2337, 2341 \QSpivotStep 2205, 2315, 2319, 2330 \QSr 2292 \QSRr 2292	\right 1728 \RIGHTarrow 2749, 2754 \Rightarrow 624, 629 \rightarrow 220,
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303 \QS@sort@a 2278, 2311, 2332, 2333 \QS@sort@b 2278, 2279 \QS@sort@c 2282, 2289 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@empty . 2280, 2285 \QS@sort@single 2281, 2286 \QSinitialize 2203, 2315, 2350 \QSIr . 2286, 2292, 2300, 2320, 2334, 2339, 2342 \QSIr . 2286, 2292, 2300, 2320, 2334, 2335, 2343 \QSIr 2292, 2301, 2311, 2319, 2332, 2337, 2341 \QSpivotStep 2292 \QSR 2292 \QSR 2292 \QSR 2301, 2322, 2333, 2338,	\right 1728 \RIGHTarrow 2749, 2754 \Rightarrow 624, 629 \rightarrow 220,
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303 \QS@sort@a 2278, 2311, 2332, 2333 \QS@sort@b 2278, 2279 \QS@sort@c 2282, 2289 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@empty . 2280, 2285 \QS@sort@single 2281, 2286 \QSinitialize 2203, 2315, 2350 \QSIr . 2286, 2292, 2300, 2320, 2334, 2339, 2342 \QSIrr 2321, 2334, 2335, 2343 \QSLr 2292, 2299, 2310, 2311, 2319, 2332, 2337, 2341 \QSpivotStep 2205, 2315, 2319, 2330 \QSr 2292 \QSRr 2301, 2322, 2333, 2338, 2344, 2353, 2354, 2355	\right 1728 \RIGHTarrow 2749, 2754 \Rightarrow 2749, 2754 \Rightarrow 624, 629 \rightarrow 220,
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303 \QS@sort@a 2278, 2311, 2332, 2333 \QS@sort@b 2278, 2279 \QS@sort@c 2282, 2289 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@empty . 2280, 2285 \QS@sort@single 2281, 2286 \QSinitialize 2203, 2315, 2350 \QSIr . 2286, 2292, 2300, 2320, 2334, 2339, 2342 \QSIr . 2286, 2292, 2300, 2320, 2334, 2335, 2343 \QSIr 2292, 2300, 2311, 2311, 2319, 2332, 2337, 2341 \QSpivotStep 2205, 2315, 2319, 2330 \QSr 2292 \QSRr 2301, 2322, 2333, 2338, 2344, 2353, 2354, 2355 \QSsortStep	\right
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303 \QS@sort@a 2278, 2311, 2332, 2333 \QS@sort@b 2278, 2279 \QS@sort@c 2282, 2289 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@empty . 2280, 2285 \QS@sort@single 2281, 2286 \QSinitialize 2203, 2315, 2350 \QSIr 2286, 2292, 2300, 2320, 2334, 2339, 2342 \QSIr 2286, 2292, 2300, 2320, 2334, 2335, 2343 \QSIr 2292, 2301, 2311, 2319, 2332, 2337, 2341 \QSpivotStep 2205, 2315, 2319, 2330 \QSr 2292 \QSRr 2301, 2324, 2333, 2338, 2344, 2353, 2354, 2355 \QSsortStep 2207, 2315, 2331, 2332	\right 1728 \RIGHTarrow 2749, 2754 \Rightarrow 624, 629 \rightarrow 220,
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303 \QS@sort@a 2278, 2311, 2332, 2333 \QS@sort@b 2278, 2279 \QS@sort@c 2282, 2289 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@empty . 2280, 2285 \QS@sort@single 2281, 2286 \QSinitialize 2203, 2315, 2350 \QSIr . 2286, 2292, 2300, 2320, 2334, 2339, 2342 \QSIr . 2286, 2292, 2300, 2320, 2334, 2335, 2343 \QSIr 2292, 2300, 2311, 2311, 2319, 2332, 2337, 2341 \QSpivotStep 2205, 2315, 2319, 2330 \QSr 2292 \QSRr 2301, 2322, 2333, 2338, 2344, 2353, 2354, 2355 \QSsortStep	\right 1728 \RIGHTarrow 2749, 2754 \Rightarrow 624, 629 \rightarrow 220,
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303 \QS@sort@a 2278, 2311, 2332, 2333 \QS@sort@b 2278, 2279 \QS@sort@c 2282, 2289 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@d 2290, 2298 \QS@sort@empty . 2280, 2285 \QS@sort@single 2281, 2286 \QSinitialize 2203, 2315, 2350 \QSIr . 2286, 2292, 2300, 2320, 2334, 2339, 2342 \QSIr . 2286, 2292, 2300, 2320, 2334, 2335, 2343 \QSIr 2292, 2299, 2310, 2311, 2319, 2332, 2337, 2341 \QSpivotStep 2205, 2315, 2319, 2330 \QSr 2292 \QSRr 2301, 2324, 2353, 2354, 2355 \QSsortStep 2301, 2324, 2355 \QSsortStep 2207, 2315, 2331, 2332 1903	\right 1728 \RIGHTarrow 2749, 2754 \Rightarrow 624, 629 \rightarrow 220,
\o@join	\QS@select@greater 2301, 2305 \QS@select@smaller 2296, 2299, 2303 \QS@sort@a 2278, 2311, 2332, 2333 \QS@sort@b 2278, 2279 \QS@sort@c 2282, 2289 \QS@sort@c 2280, 2285 \QS@sort@empty . 2280, 2285 \QS@sort@single 2281, 2286 \QSinitialize 2203, 2315, 2350 \QSIr . 2286, 2292, 2300, 2320, 2334, 2339, 2342 \QSIrr .2321, 2334, 2335, 2343 \QSIr 2292, 2299, 2310, 2311, 2319, 2332, 2337, 2341 \QSpivotStep 2205, 2315, 2319, 2330 \QSr 2292 \QSRr 2301, 2324, 2355 \QSsortStep 2304, 2355 \QSsortStep 2305, 2315, 2331, 2332 1903	\right 1728 \RIGHTarrow 2749, 2754 \Rightarrow 624, 629 \rightarrow 220,

1500 1500 1510		.
1538, 1539, 1542,	tikz: bbaum 25	\TmpTransitionThree .
1543, 2778, 2831, 2861	tikz: li binaer baum 23	
\section 59	\tikzchildnode 443	\TmpTransitionTwo
\seq $.1527, 1528, 1529,$	\tikzparentnode 443	2065, 2086
1672, 1673, 1674, 1681	\tikzset 109,	\TmpX 2096
\setbox 2370	156, 222, 428, 454,	\TmpY 2097
\setcounter	1296, 1454, 2100,	\today 1539
1250, 2324, 2346, 2360	2226, 2430, 2591, 2809	\ttfamily 2384
$\strut_{ ext{setganttlinklabel}}$	\tikzumlset 2737	
1280, 1281, 1282, 1283	\times 220	${f U}$
\setlength \dots 1546 ,	\tiny 1101, 1107,	\ul 1096, 2382, 2383
2392, 2855, 2856, 2866		\umlaggreg 1059
\setmainfont $\dots 1240$	1113, 1522, 1592, 2536	\umlassoc 1041
\setmainlanguage 420	\titleformat 1247, 1249	\umlclass 642, 646,
\setminted 2526 , 2527	\titlespacing 1248	650, 694, 695, 696,
\setminus 2025	\t1 . 42, 50, 76, 77, 78,	743, 748, 753, 756,
\setsansfont \dots 1241	79, 80, 81, 84, 85,	814, 815, 816, 821,
\setul 2383	86, 87, 88, 90, 92,	822, 851, 881, 908,
\sffamily 500,	117, 118, 119, 120,	909, 912, 963, 966,
1247, 1249, 1351, 2610	121, 122, 123, 126,	1005, 1011, 1012,
\shoveleft 2005	127, 128, 129, 130,	1030, 1031, 1032,
\shoveright 2009	131, 132, 175, 176,	
\Sigma 77, 118,	177, 178, 179, 180,	1051, 1052, 1053, 1054
176, 1153, 1154, 1214	181, 184, 185, 186,	\umldep 971
\sigma 523, 525, 526	187, 188, 189, 190,	\umlHVHaggreg
\SLASH 1593	304, 308, 332, 336,	761, 827, 1021
\small 1702	337, 338, 341, 346,	\umlinherit
\sort	347, 348, 359, 360,	700, 751, 916, 961, 969
\sortList 2456, 2465	361, 362, 373, 379,	\umlnote 702, 918, 1061
\square 488	382, 385, 394, 408,	\umlreal 698, 759
\stepcounter 2244, 2249,	560, 563, 568, 569,	\umlsimpleclass 657 ,
2254, 2257, 2259,	577, 578, 581, 582,	658, 659, 663, 665,
2263, 2265, 2269, 2271	1192, 1213, 1214,	666, 667, 693, 846,
\str 501, 510, 1615,	1215, 1216, 1219,	847, 848, 907, 959, 960
2134, 2143, 2611, 2624	1220, 1221, 1222, 1761	\umlstatic 853, 882
\string 2007, 2017	\tmp 2027	\umluniaggreg 914
\StrSubstitute . 2464, 2466	\TmpPlaceEight 2082	\umluniassoc 677,
	\TmpPlaceFive 2079	699, 915, 1039, 1040
\strut 1832, 1836,	\TmpPlaceFour 2078	\umlVHuniassoc 678, 679
1840, 1844, 1848, 2492	\TmpPlaceNine 2083	$\$ \uml\text{umlVHVdep} \cdots \cdots \cdot \frac{671}{1},
\subseteq 2635, 2668, 2675	•	672, 674, 675, 855, 856
${f T}$	\TmpPlaceOne 2075	\umlVHVinherit
\tableofcontents 1588	\TmpPlaceSeven 2081	654, 655, 660, 661,
\text 90, 92,	\TmpPlaceSix 2080	668, 669, 824, 825,
195, 1987, 2778, 2831	\TmpPlaceTen 2084	849, 850, 1019, 1020
	\TmpPlaceThree 2077	\umlVHVreal
\textbf 1095, 1410, 1419, 1430, 1439,	$\TmpPlaceTwo \dots 2076$. 818, 819, 1056, 1057
	\TmpScale 2095	\UParrow 2751
1597, 1604, 1635, 1663, 1678, 1694, 1950	\TmpTransitionEight .	\url 1713
	$\dots \dots 2071, 2092$	\usemintedstyle 2523
\textcolor 1522, 2777	\TmpTransitionFive	\usetikzlibrary 69,
\textit 964,		427, 1091, 1295,
1006, 1007, 1008,	\TmpTransitionFour	1453, 2061, 2369,
1009, 1704, 1995, 2055	2067, 2088	2410, 2441, 2736, 2824
\textsc 1385	\TmpTransitionNine	2110, 2111, 2700, 2021
\textsf 1597, 1678	2072, 2093	\mathbf{V}
\textstyle 1796, 1827	\TmpTransitionOne	\value 2206
\texttt 1118, 1385, 1519,		\varepsilon 502,
1520, 1521, 1522, 2831		\text{varepsiion 502,} \\ 513, \ 514, \ 1139,
\textwidth 1546	\TmpTransitionSeven .	
\thepage 1271, 1541		1778, 1784, 1813, 1824
\theparagraph 1249	\TmpTransitionSix	\vfill 2492
\Theta 1731	2069, 2090	\vrule 2706, 2710
\thinspace 2831	\TmpTransitionTen	\vspace
\tikz 1523	2073, 2094	1649, 1667, 2719, 2721

${f X}$	2243, 2248, 2253,	\xintnthelt 2290
\xappto 2468, 2474, 2478	2258, 2264, 2270, 2311	
\xdef 1325	\xintifEq 2304	7.
\xintApply 2294	\xintifForLast	
\xintApplyUnbraced	2260, 2266, 2272	\ZB <u>1720</u>
2293, 2299, 2300, 2301	\xintifGt 2305	\zB <u>1719</u>
\xintCSVtoList 2353	\xintifLt 2303	\zustandsnamens@liste
\xintFor	\xintLength 2278	1157, 1164, 1165