

lehramt-informatik

Hermine Bschlangaul *

September 6, 2021

Contents

1	Klassen	4
1.1	Vorlage Theorie-Teil	5
1.2	Vorlage Aufgabensammlung	6
1.3	Vorlage Aufgabe	7
2	Pakete	8
2.1	abmessung.sty	9
2.2	aufgaben-einbinden.sty	10
2.3	aufgaben-metadaten.sty	11
2.4	automaten.sty	12
2.4.1	Endlicher Automat	12
2.4.2	Kellerautomat	14
2.4.3	Turingmaschine	15
2.5	basis.sty	18
2.6	baum.sty	22
2.6.1	Binärbaum	23
2.6.2	AVL-Baum	24
2.6.3	B-Baum	25
2.7	checkbox.sty	26
2.8	chomsky-normalform.sty	27
2.8.1	Makro-Kürzel	27
2.8.2	TeX-Markup-Grundgerüst	27
2.8.3	Konkretes TeX-Markup-Beispiel	27
2.9	cpm.sty	30
2.9.1	Makro-Kürzel	30
2.9.2	Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle	31
2.10	cyk-algorithmus.sty	33
2.10.1	Makro-Kürzel	33
2.10.2	TeX-Markup-Beispiel	33
2.11	entwurfsmuster.sty	34
2.11.1	Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:	34
2.11.2	Reihenfolge	34
2.11.3	Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)	34
2.11.4	Adapter	35
2.11.5	Beobachter (Observer)	37
2.11.6	Dekorierer (Decorator)	39
2.11.7	Einfache Fabrik (Simple Factory)	40
2.11.8	Einzelstück (Singleton)	41
2.11.9	Erbauer (Builder)	41
2.11.10	Fabrikmethode (Factory Method)	43
2.11.11	Kompositum (Composite)	44
2.11.12	Modell-Präsentation-Steuerung (Model-View-Controller)	45

*E-mail: hermine.bschlangaul@gmx.net

2.11.13 Zustand (State)	46
2.12 er.sty	48
2.12.1 Tex-Markup-Beispiel: Komplettes Diagramm	48
2.12.2 Tex-Markup-Beispiel: EER Enhanced Entity-Relation-Modell nach Elmasri/Navante	49
2.12.3 Makro-Kürzel	49
2.13 formale-sprachen.sty	51
2.14 formatierung.sty	54
2.14.1 Schriftarten / Typographie	54
2.14.2 Farben	54
2.14.3 Überschriften	54
2.14.4 Listen	54
2.14.5 Kasten	54
2.14.6 Header	54
2.15 gantt.sty	55
2.16 grafik.sty	56
2.17 graph.sty	57
2.18 hanoi.sty	59
2.19 klassen-konfiguration-aufgabe.sty	60
2.20 klassen-konfiguration-examen.sty	61
2.21 komplexitaetstheorie.sty	63
2.21.1 Makro-Kürzel	63
2.22 kontrollflussgraph.sty	65
2.22.1 Makro-Kürzel	65
2.22.2 TeX-Markup-Beispiel	65
2.22.3 TikZ: pin	65
2.22.4 Umgebungen	66
2.22.5 Makros	67
2.23 kopf-fusszeilen.sty	68
2.24 literatur-dummy.sty	69
2.25 literatur.sty	70
2.26 makros.sty	71
2.27 master-theorem.sty	75
2.27.1 Makro-Kürzel	75
2.28 mathe.sty	79
2.29 minimierung.sty	80
2.30 normalformen.sty	83
2.30.1 Makro-Kürzel	83
2.31 petri.sty	86
2.31.1 Makro-Kürzel	86
2.32 potenzmengen-konstruktion.sty	88
2.33 pseudo.sty	90
2.34 pumping-lemma.sty	91
2.35 quicksort.sty	92
2.36 relationale-algebra.sty	95
2.37 rmodell.sty	96
2.37.1 Makro-Kürzel	96
2.38 sortieren.sty	97
2.39 spalten.sty	99
2.40 sql.sty	100
2.41 struktogramm.sty	101
2.42 syntax.sty	102
2.42.1 Makro-Kürzel	102
2.43 syntaxbaum.sty	104
2.44 synthese-algorithmus.sty	105
2.44.1 Makro-Kürzel	105
2.44.2 TeX-Markup Grundgerüst	105
2.44.3 TeX-Markup Linksreduktion	105

2.44.4	TeX-Markup Rechtreduktion	105
2.44.5	TeX-Markup Relationen formen	106
2.45	tabelle.sty	109
2.46	typographie.sty	110
2.47	uml.sty	112
2.48	vollstaendige-induktion.sty	114
2.48.1	Makro-Kürzel	114
2.49	wasserfall.sty	116
2.50	wpkalkuel.sty	117
2.50.1	Makro-Kürzel	117
3	Index	118

1 Klassen

1.1 Vorlage Theorie-Teil

```
\documentclass{lehramt-informatik-haupt}

\begin{document}

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Theorie-Teil
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

\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:}
}

\end{document}
```

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 }
13
```

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. B.
\liExamensAufgabe{46116/2015/09/Thema-2/Teilaufgabe-1/Aufgabe-3}
19 \def\liExamensAufgabe#1{
20   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1.tex}
21 }

\liExamensAufgabeTTA
22 \def\liExamensAufgabeTTA #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 \def\liExamensAufgabeTA #1 / #2 / #3 : Thema #4 Aufgabe #5 {
26   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Thema-#4/Aufgabe-#5.tex}
27 }

\liExamensAufgabeA
28 \def\liExamensAufgabeA #1 / #2 / #3 : Aufgabe #4 {
29   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Aufgabe-#4.tex}
30 }

31
```

2.3 aufgaben-metadaten.sty

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

35 \ExplSyntaxOn

\liMetaSetze Setze die Metadaten einer Aufgabe.

36 \def\liMetaSetze#1{
37   \_setze_variablen_zurueck:
38
39   \tl_clear:N \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl
40
41   \keys_set:nn { aufgabenmetadaten } {
42     #1
43   }
44
45   \_setze_relativen_pfad:
46 }

\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,
}

47 \def\liAufgabenMetadaten#1{
48   \liMetaSetze{#1}
49
50   \_gib_examen_titel: {}
51
52   \section{\_gib_aufgaben_titel:}
53 }

54 \ExplSyntaxOff

\liAufgabenTitel Momentan eine dummy Makro das die Thematik enthält.

55 \def\liAufgabenTitel#1{}

56
```

2.4 automaten.sty

```
57 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
58 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-automaten}[2021/02/14 Zum Setzen von Automaten]
```

2.4.1 Endlicher Automat

```
59 \liLadePakete{formale-sprachen}

\begin{tikzpicture}[li automat]
\node[state,initial,accepting] (0) {$z_0$};
\node[state,right of=0] (1) {$z_1$};

\path (0) edge[above] node{1} (1);
\path (0) edge[loop,above] node{0} (0);
\path (1) edge[loop,above] node{0} (1);
\end{tikzpicture}
```



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

`\liAutomat` `\liAutomat[⟨automaten-name⟩]{⟨zustaende=Z,alphabet=Σ,delta=δ,ende=E,start=z0⟩}`

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

```
66 \ExplSyntaxOn
67 \NewDocumentCommand {\liAutomat} { 0{A} m } {
68   \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
69   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
70   \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
71   \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
72   \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
73   \tl_set:Nn \l_typ_tl {}
74
75   \keys_define:nn { automat } {
76     zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},
77     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
78     delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
79     ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
```

```

80     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
81     dea .value_forbidden:n = true,
82     dea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{DEA}}}},
83     nea .value_forbidden:n = true,
84     nea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{NEA}}}},
85   }
86
87   \keys_set:nn { automat } { #2 }
88
89   $#1 \l_typ_tl = (
90     \l_zustaende_tl,
91     \l_alphabet_tl,
92     \l_delta_tl,
93     \l_ende_tl,
94     \l_start_tl
95   )$
96 }
97 \ExplSyntaxOff

```

`\liAutomatenKante` **Let-Abkürzung:** `\let\k=\liAutomatenKante`

```

98 \def\liAutomatenKante#1#2#3#4{
99   \path (#1) edge[#4] node{#3} (#2);
100 }

101 \tikzset{
102   li automat/.style={
103     ->,
104     node distance=2cm
105   },
106 }

```

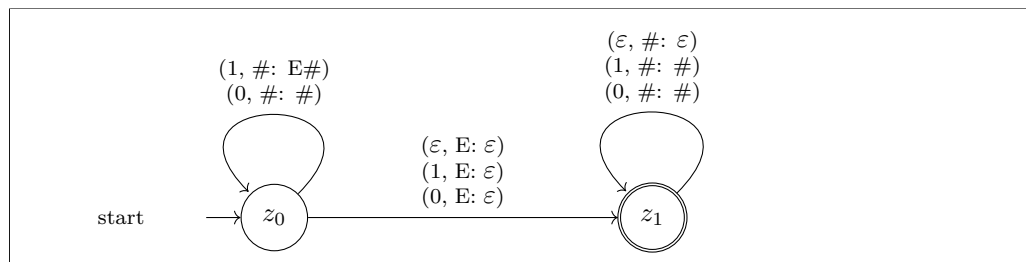
2.4.2 Kellerautomat

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

\liKellerKante[above,loop]{0}{0}{
  1, KELLERBODEN, E KELLERBODEN;
  0, KELLERBODEN, KELLERBODEN;
}

\liKellerKante[above]{0}{1}{
  EPSILON, E, EPSILON;
  1, E, EPSILON;
  0, E, EPSILON;
}

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



```
\liKellerAutomat \liKellerAutomat[\langle automaten-name \rangle]
{\zustaende=Z,alphabet=\Sigma,kelleralphabet=\Gamma,delta=\delta,start=z_0,kellerboden=\#,ende=E}

\liKellerAutomat{
  zustaende={z_0, z_1, z_2},
  alphabet={a, b, c},
  kelleralphabet={\#, A},
  ende={z_2},
}
```

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

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

```

123     kellerboden .code:n = {\tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {##1}},
124     ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
125   }
126
127   \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
128
129   $#1 = (
130     \l_zustaende_tl,
131     \l_alphabet_tl,
132     \l_kelleralphabet_tl,
133     \l_delta_tl,
134     \l_start_tl,
135     \l_kellerboden_tl,
136     \l_ende_tl
137   )$
138 }
139 \ExplSyntaxOff

```

\liKellerUebergang **Let-Abkürzung:** `\let\u=\liKellerUebergang`
`\liKellerUebergang{a, KELLERBODEN, A; b KELLERBODEN, EPSILON}`

(a, #: A)
(b, #: ε)

Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: `\((.*)`, `(.*)`, `(.*)\)` `\u{$1 $2 $3}`

```

140 \ExplSyntaxOn
141 \def\liKellerUebergang#1{
142   \directlua{automaten.drucke_keller_uebergaenge('#1')}
143 }
144 \ExplSyntaxOff

```

\liKellerKante `\liKellerKante[\tikz-optionen]{\von}{\zu}{\übergange}`
Let-Abkürzung: `\let\k=\liKellerKante`

```

145 \NewDocumentCommand{\liKellerKante} { 0{above} m m m } {
146   \path (#2) edge[#1] node{\liKellerUebergang{#4}} (#3);
147 }

148 \tikzset{
149   li keller knoten/.style={
150     text width=2cm,
151     align=center,
152     font=\footnotesize,
153   },
154   li kellerautomat/.style={
155     li automat,
156     every edge/.append style={
157       every node/.style={
158         li keller knoten
159       }
160     }
161   }
162 }

```

2.4.3 Turingmaschine

```

163 \RequirePackage{amssymb}

```

\liTuringLeerzeichen

□

```

164 \def\liTuringLeerzeichen{\Box}

```

```

\liTuringMaschine \liTuringMaschine[\langle automaten-name \rangle]
{\zustaende=Z,alphabet= $\Sigma$ ,bandalphabet= $\Gamma$ ,delta= $\delta$ ,start= $z_0$ ,leerzeichen= $\square$ ,ende=E)}

\liTuringMaschine{
  zustaende={z_0, z_1, z_2},
  alphabet={a, b, c},
  bandalphabet={\liTuringLeerzeichen, A},
  ende={z_2},
}

```

$$TM = (\{z_0, z_1, z_2\}, \{a, b, c\}, \{\square, A\}, \delta, z_0, \square, \{z_2\})$$

```

165 \ExplSyntaxOn
166 \NewDocumentCommand {\liTuringMaschine} { O{TM} m } {
167   \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
168   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
169   \tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\Gamma}
170   \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
171   \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
172   \tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {\liTuringLeerzeichen}
173   \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
174
175   \keys_define:nn { kellerautomat } {
176     zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},
177     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
178     bandalphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\liMenge{##1}}},
179     delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
180     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
181     leerzeichen .code:n = {\tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {##1}},
182     ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
183   }
184
185   \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
186
187   $\text{#1} = (
188     \l_zustaende_tl,
189     \l_alphabet_tl,
190     \l_bandalphabet_tl,
191     \l_delta_tl,
192     \l_start_tl,
193     \l_leerzeichen_tl,
194     \l_ende_tl
195   )$
196 }
197 \ExplSyntaxOff

```

\liTuringUebergangZelle Formatiert einen Zustandsübergang für eine Übergangstabelle.

Let-Abkürzung: `\let\t=\liTuringUebergangZelle`

`\liTuringUebergangZelle{z_1, LEER, R}:(z_1: \square , R) \liTuringUebergangZelle{z1, leer, l}:`
`(z1: \square , L)`

```

198 \ExplSyntaxOn
199 \def\liTuringUebergangZelle#1{
200   \directlua{tex.print(automaten.gib_einen_turing_uebergang('#1'))}
201 }
202 \ExplSyntaxOff

```

\liTuringUebergaenge Nur in den TikZ-Grafiken zu verwenden. Setzt Zeilenumbrüche ans Ende. Nicht für die Tabelle geeignet.

Let-Abkürzung: `\let\t=\liTuringUebergaenge`

`(z1: \square , L)`

`(\square : \square , R)`


```

203 \ExplSyntaxOn
204 \def\liTuringUebergaenge#1{
205   \directlua{automaten.drucke_turing_uebergaenge('#1')}
206 }
207 \ExplSyntaxOff

\liTuringKante \liTuringKante[\tikz-optionen]{\zustand-oder-lese}{\schreibe}{\richtung}
Let-Abkürzung: \let\t=\liTuringKante

208 \NewDocumentCommand{\liTuringKante} { 0{above} m m m } {
209   \path (#2) edge[#1] node{\liTuringUebergaenge{#4}} (#3);
210 }

\liTuringUeberfuehrung

211 \def\liTuringUeberfuehrung{
212    $\Delta : Z \times \Gamma \rightarrow Z \times \Gamma \times \{ L, R, N \}$ 
213 }

214 \tikzset{
215   li turingmaschine/.style={
216     li automat,
217     every edge/.append style={
218       every node/.style={
219         li keller knoten
220       }
221     }
222   }
223 }
224

```

2.5 basis.sty

```
225 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
226 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-basis}[2020/11/27]

227 \RequirePackage{xparse}

228 \ExplSyntaxOn

\liLadePakete

229 \NewDocumentCommand{\liLadePakete}{ m }
230 {
231   \clist_map_inline:nn { #1 } { \RequirePackage{lehramt-informatik-##1} }
232 }

\liLadeAllePakete

233 \def\liLadeAllePakete{
234   \liLadePakete{
235     aufgaben-einbinden,
236     automaten,
237     checkbox,
238     chomsky-normalform,
239     cpm,
240     cyk-algorithmus,
241     entwurfsmuster,
242     er,
243     formale-sprachen,
244     gantt,
245     grafik,
246     graph,
247     hanoi,
248     kontrollflussgraph,
249     komplexitaetstheorie,
250     makros,
251     master-theorem,
252     mathe,
253     minimierung,
254     normalformen,
255     petri,
256     potenzmengen-konstruktion,
257     pumping-lemma,
258     pseudo,
259     quicksort,
260     relationale-algebra,
261     rmodell,
262     sortieren,
263     spalten,
264     struktogramm,
265     syntax,
266     syntaxbaum,
267     synthese-algorithmus,
268     tabelle,
269     typographie,
270     uml,
271     vollstaendige-induktion,
272     wasserfall,
273     wpkalkuel,
274     baum, % am Schluss sonst Fehler: undefined command \edge
275   }
276 }
```

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.

```

277 \clist_new:N \g_auf_schluessel_clist
278 \clist_set:Nn \g_auf_schluessel_clist {
279   titel,
280   thematik,
281   stichwoerter,
282   zitat_schluessel,
283   zitat_beschreibung,
284   %
285   bearbeitungs_stand,
286   korrektheit,
287   %
288   relativer_pfad,
289   identische_aufgabe,
290   %
291   examen_nummer,
292   examen_fach,
293   examen_jahr,
294   examen_monat,
295   examen_jahreszeit,
296   examen_thema_nr,
297   examen_teilaufgabe_nr,
298   examen_aufgabe_nr,
299 }

```

Initialisierung der globalen Token-List-Variablen `\g_auf_***_tl`. auf steht für Aufgabe.

```

300 \clist_map_inline:Nn \g_auf_schluessel_clist {
301   \tl_new:c {g_auf_#1_tl}
302 }

```

Funktion über alle globalen Token-List-Variablen zurückzusetzen.

```

303 \cs_new:Npn \setze_variablen_zurueck: {
304   \clist_map_inline:Nn \g_auf_schluessel_clist {
305     \tl_clear:c {g_auf_##1_tl}
306   }
307 }

```

Die einzelnen Schlüssel sind im Interface `AufgabenMetadaten` in der Typescript-Datei `.scripts/nodejs/src/aufgaben.ts` erklärt.

```

308 \keys_define:nn { aufgabenmetadaten }
309 {
310   Titel .tl_gset:N = \g_auf_titel_tl,
311   Thematik .tl_gset:N = \g_auf_thematik_tl,
312   Stichwoerter .tl_gset:N = \g_auf_stichwoerter_tl,
313   ZitatSchluessel .tl_gset:N = \g_auf_zitat_beschreibung_tl,
314   ZitatBeschreibung .tl_gset:N = \g_auf_zitat_schluessel_tl,
315   %
316   BearbeitungsStand .tl_gset:N = \g_auf_bearbeitungs_stand_tl,
317   Korrektheit .tl_gset:N = \g_auf_korrektheit_tl,
318   %
319   RelativerPfad .tl_gset:N = \g_auf_relativer_pfad_tl,
320   IdentischeAufgabe .tl_gset:N = \g_auf_identische_aufgabe_tl,
321   %
322   ExamenNummer .tl_gset:N = \g_auf_examen_nummer_tl,
323   ExamenFach .tl_gset:N = \g_auf_examen_fach_tl,
324   ExamenJahr .tl_gset:N = \g_auf_examen_jahr_tl,
325   ExamenMonat .tl_gset:N = \g_auf_examen_monat_tl,
326   ExamenJahreszeit .tl_gset:N = \g_auf_examen_jahreszeit_tl,
327   ExamenThemaNr .tl_gset:N = \g_auf_examen_thema_nr_tl,
328   ExamenTeilaufgabeNr .tl_gset:N = \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl,
329   ExamenAufgabeNr .tl_gset:N = \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl,
330 }
331 \cs_gset:Npn \setze_relativen_pfad: {
332   \tl_if_empty:NTF \g_auf_relativer_pfad_tl

```

```

333 {
334   \bool_if:nTF
335   {
336     ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_nummer_tl &&
337     ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_jahr_tl &&
338     ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_monat_tl
339   }
340   {
341     \tl_gset:Nn \g_auf_relativer_pfad_tl {
342       Staatsexamen /
343       \g_auf_examen_nummer_tl /
344       \g_auf_examen_jahr_tl /
345       \g_auf_examen_monat_tl /
346       \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} { Thema - \g_auf_examen_thema_nr_tl / }
347       \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} { Teilaufgabe - \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl / }
348       \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} { Aufgabe - \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl / }
349     }
350   }
351   {}
352 }
353 {}
354 }

355 \cs_gset:Npn \_gib_examen_titel: {
356   \cs_set:Nn \_trenner: { \, / \, }
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 &&
362     ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
363   }
364   {
365     {
366       \footnotesize
367       \par
368       \noindent
369       Staatsexamen ~
370       \g_auf_examen_nummer_tl \_trenner:
371       \g_auf_examen_jahr_tl \_trenner:
372
373       \tl_case:Nn \g_auf_examen_monat_tl
374       {
375         { 03 } { Frühjahr }
376         { 09 } { Herbst }
377       } \_trenner:
378
379       \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} {
380         Thema ~ Nr. ~ \g_auf_examen_thema_nr_tl \_trenner:
381       }
382       \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} {
383         Teilaufgabe ~ Nr. ~ \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl \_trenner:
384       }
385       \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} {
386         Aufgabe ~ Nr. ~ \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
387       }
388       \par
389       \bigskip
390     }
391   }
392 }

393 \cs_new:Npn \_gib_github_url: {
394   \tl_if_empty:NTF \g_auf_relativer_pfad_tl {} {
395     Github :~\href{

```

```

396     \LehramtInformatikGithubRawDomain /
397     \LehramtInformatikGithubTexRepo /
398     \LehramtInformatikGitBranch /
399     \g_auf_relativer_pfad_tl
400   }{
401     \nolinkurl{\g_auf_relativer_pfad_tl}
402   }
403 }
404 }

405 \cs_new:Npn \_gib_aufgaben_titel: {
406   \g_auf_titel_tl
407
408   \tl_if_empty:NTF \g_auf_thematik_tl
409   {}
410   {
411     \, ~ [
412       \g_auf_thematik_tl
413     ]
414   }
415 }

416 \msg_new:nnn { aufgabenmetadaten } { kein-titel }
417 { 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-qtrees.]

425 \RequirePackage{tikz}

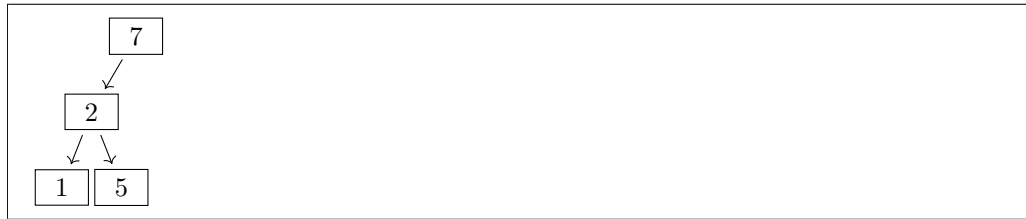
    für li binaer baum
426 \RequirePackage{tikz-qtrees}

    Für b baum
427 \usetikzlibrary{shapes.multipart}
```

2.6.1 Binärbaum

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

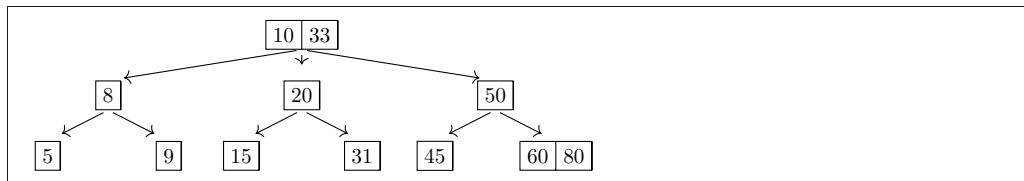


2.6.3 B-Baum

```

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

\liRichtig Angekreuztes Kästchen (nur innerhalb der itemize-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]

493 \ExplSyntaxOn

494 \liLadePakete{typographie}
```

2.8.1 Makro-Kürzel

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

2.8.2 TeX-Markup-Grundgerüst

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

2.8.3 Konkretes TeX-Markup-Beispiel

```
\begin{enumerate}
\item \schrittE{1}

\liNichtsZuTun

\item \schrittE{2}

\begin{liProduktionsRegeln}
S -> d S e | a | U c T | S b U,
T -> d S e | a,
U -> d S e | a | U c T,
\end{liProduktionsRegeln}

\item \schrittE{3}

\begin{liProduktionsRegeln}
S -> D S E | a | U C T | S B U,
T -> D S E | a,
U -> D S E | a | U C T,
B -> b,
C -> c,
D -> d,
E -> e,
\end{liProduktionsRegeln}

\item \schrittE{4}
% S -> S S.1 | T2 S.2 | a | U S.3
% T -> T2 S.2 | a
% U -> T2 S.2 | a | U S.3
% T1 -> b
% T2 -> d
% T3 -> e
% T4 -> c
% S.1 -> T1 U
% S.2 -> S T3
% S.3 -> T4 T
```

```

\begin{liProduktionsRegeln}
S -> D S_E | a | U C_T | S B_U, % S -> S S.1 | T2 S.2 | a | U S.3
T -> D S_E | a, % T -> T2 S.2 | a
U -> D S_E | a | U C_T, % U -> T2 S.2 | a | U S.3
B -> b, % T1 -> b
C -> c, % T4 -> c
D -> d, % T2 -> d
E -> e, % T3 -> e
S_E -> S E, % S.2 -> S T3
C_T -> C T, % S.3 -> T4 T
B_U -> B U, % S.1 -> T1 U
\end{liProduktionsRegeln}
\end{enumerate}

```

\liChomskyUeberschrift **Let-Abkürzung:** \let\schritt=\liChomskyUeberschrift

```

495 \def\liChomskyUeberschrift#1{
496 {
497   \bfseries
498   \sffamily
499   \str_case:nn {#1} {
500     {1} {Elimination-der- $\varepsilon$ -Regeln}
501     {2} {Elimination-von-Kettenregeln}
502     {3} {Separation-von-Terminalzeichen}
503     {4} {Elimination-von-mehrelementigen-Nonterminalketten}
504   }
505 }
506 }

```

\liChomskyErklaerung **Let-Abkürzung:** \let\erklaerung=\liChomskyErklaerung
Hoffmann Seite 180

```

507 \def\liChomsky@erklaerung@texte#1{
508   \str_case:nn {#1} {
509     %
510     {1} {
511       Alle-Regeln-der-Form- $A \rightarrow \varepsilon$ -werden-eliminiert.~
512       Die-Ersetzung-von- $A$ -wird-durch- $\varepsilon$ -in-allen-anderen-
513       Regeln-vorweggenommen.
514     }
515     {2} {
516       Jede-Produktion-der-Form- $A \rightarrow B$ -mit- $A, B$ -in- $S$ -wird-
517       als-Kettenregel-bezeichnet.~Diese-tragen-nicht-zur-Produktion-
518       von-Terminalzeichen-bei-und-lassen-sich-ebenfalls-eliminieren.
519     }
520     {3} {
521       Jedes-Terminalzeichen- $\sigma$ ,~das-in-Kombination-mit-anderen-
522       Symbolen-auftaucht,~wird-durch-ein-neues-Nonterminal-
523        $S_{\sigma}$ -ersetzt-und-die-Menge-der-Produktionen-durch-die-
524       Regel- $S_{\sigma} \rightarrow \sigma$ -ergänzt.
525     }
526     {4} {
527       Alle-Produktionen-der-Form-
528        $A \rightarrow B_{\{1\}} B_{\{2\}} \dots B_{\{n\}}$ -
529       werden-in-die-Produktionen-
530        $A \rightarrow$ 
531        $A_{\{n-1\}} B_{\{n\}}, A_{\{n-1\}} \rightarrow$ 
532        $A_{\{n-2\}} B_{\{n-1\}}, \dots,$ 
533        $A_{\{2\}} \rightarrow B_{\{1\}} B_{\{2\}}$ -zerteilt.~
534       Nach-der-Ersetzung-sind-alle-längeren-Nonterminalketten-
535       vollständig-heruntergebrochen-und-die-Chomsky-Normalform-erreicht.
536     }
537   }

```

```

538 }
539 \def\liChomskyErklaerung#1{
540   {
541     \itshape
542     \footnotesize
543     \liParagraphMitLinien{\li@chomsky@erklaerung@texte{#1}}
544   }
545 }

```

\liChomskyUeberErklaerung **Let-Abkürzung:** \let\schrittE=\liChomskyUeberErklaerung

```

546 \def\liChomskyUeberErklaerung#1{
547   \liChomskyUeberschrift{#1}\par
548   \liChomskyErklaerung{#1}
549 }

```

```

550 \ExplSyntaxOff
551

```

2.9 cpm.sty

```

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

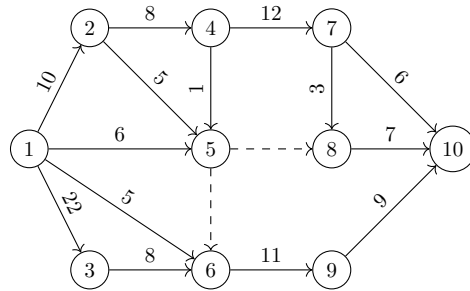
```

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}
\liCpmEreignis{2}{1}{4}
\liCpmEreignis{3}{1}{0}

\liCpmVorgang{1}{2}{10}
\liCpmVorgang{1}{3}{22}
\liCpmVorgang{1}{5}{6}

\liCpmVorgang[schein]{5}{6}{ }
\liCpmVorgang[schein]{5}{8}{ }
\end{tikzpicture}

```

```

\begin{tabular}{|l|l|l|l|l|l|l|l|}
\hline
\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 & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 3 & 0 \\
\hline
\end{tabular}

```

```

\liCpmEreignis liCpmEreignis\{(.*)\}\{((.*),(.*))\} -> liCpmEreignis{\$1}{\$2}{\$3}

```

```

556 \ExplSyntaxOn
557 \NewDocumentCommand { \liCpmEreignis } { 0{} m m m } {
558   \tl_set:Nn \l_name_tl {}
559
560   \keys_define:nn { cpmEreignis } {
561     name .code:n = {\tl_set:Nn \l_name_tl {##1}},
562   }
563
564   \keys_set:nn { cpmEreignis } { #1 }
565
566   \tl_if_empty:NT \l_name_tl {
567     \tl_set:Nn \l_name_tl {#2}
568   }

```

```

569
570 \node[circle,draw] (\l_name_tl) at (#3,#4) {#2};
571 }
572 \ExplSyntaxOff

\liCpmVorgang liCpmVORGANG\((.*)>(.*))\{(.*)\}
573 \ExplSyntaxOn
574 \NewDocumentCommand { \liCpmVorgang } { 0{ } m m m } {
575   \tl_set:Nn \l_schein_tl {}
576   \tl_set:Nn \l_kritisch_tl {}
577
578   \keys_define:nn { cpmVorgang } {
579     schein .code:n = {\tl_set:Nn \l_schein_tl {dashed}},
580     kritisch .code:n = {\tl_set:Nn \l_kritisch_tl {thick}},
581   }
582
583   \keys_set:nn { cpmVorgang } { #1 }
584
585   \path[->,\l_schein_tl,\l_kritisch_tl] (#2) edge node[auto,sloped] {#4} (#3);
586 }
587 \ExplSyntaxOff

```

2.9.2 Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle

```

\begin{tabular}{|l||l|l|l|l|l|l|l|l|}
\hline
$i$ & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & \\
\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
\liCpmVonZu{1}(2-3):  $l_{(2 \rightarrow 3)}$ 
588 \def\liCpmVonZuOhneMathe#1(#2-#3){#1_{\scriptscriptstyle(#2\rightarrow#3)}}
589 \def\liCpmVonZu#1(#2-#3){%
590   \ifmmode%
591     \liCpmVonZuOhneMathe{#1}(\#2-\#3)%
592   \else%
593     $\liCpmVonZuOhneMathe{#1}(\#2-\#3)$%
594   \fi%
595 }

```

```

\liCpmVon Let-Abkürzung: \let\v=\liCpmVon
\liCpmVon{1}(2):  $l_{(\rightarrow 2)}$ 
596 \def\liCpmVonOhneMathe#1(#2){#1_{\scriptscriptstyle(\rightarrow#2)}}
597 \def\liCpmVon#1(#2){%
598   \ifmmode%
599     \liCpmVonOhneMathe{#1}(\#2)%
600   \else%
601     $\liCpmVonOhneMathe{#1}(\#2)$%
602   \fi%
603 }

```

```

\liCpmZu Let-Abkürzung: \let\z=\liCpmZu
\liCpmZu{1}(2):  $l_{(\leftarrow 2)}$ 
604 \def\liCpmZuOhneMathe#1(#2){#1_{\scriptscriptstyle(\leftarrow#2)}}
605 \def\liCpmZu#1(#2){%
606   \ifmmode%
607     \liCpmZuOhneMathe{#1}(\#2)%
608   \else%
609     $\liCpmZuOhneMathe{#1}(\#2)$%

```

```

610 \fi%
611 }

\liCpmSpaetesterI Spätester Zeitpunkt, zu dem Ereignis  $i$  eintreten kann
Let-Abkürzung: \let\SZ=\liCpmSpaetesterI
612 \def\liCpmSpaetesterI{$SZ_i$}

\liCpmFruehesterI Frühester Zeitpunkt, zu dem Ereignis  $i$  eintreten kann.
Let-Abkürzung: \let\FZ=\liCpmFruehesterI
613 \def\liCpmFruehesterI{$FZ_i$}

614

```


2.10 cyk-algorithmus.sty

```
615 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
616 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-cyk-algorithmus}[2021/06/18 Hilfsmakros
617 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|c|}
a      & c      & b      & c      & a      & b \\\hline\hline

$R_a$ & $R_c$ & $R_b$ & $R_c$ & $R_a$ & $R_b$ \l6
B      & A      & A      & B      & C      & \l5
S      & -      & S      & S      & \l4
-      & -      & -      & \l3
-      & -      & \l2
S \l1
\end{tabular}
\liWortInSprache{acbcab}
```

\liKurzeTabellenLinie **Let-Abkürzung:** `\let\l=\liKurzeTabellenLinie`

```
618 \def\liKurzeTabellenLinie#1{\ccline{1-#1}}
```

\liWortInSprache `\liWortInSprache{abc}: $\Rightarrow abc \in L(G)$`

`\liWortInSprache{abc}[L(Z)]: $\Rightarrow abc \in L(Z)$`

```
619 \NewDocumentCommand{ \liWortInSprache } { m O{L(G)} } {
620   \bigskip
621   \noindent
622   $\Rrightarrow #1 \in #2$
623 }
```

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

`\liWortNichtInSprache{abc}[L(Z)]: $\Rightarrow abc \notin L(Z)$`

```
624 \NewDocumentCommand{ \liWortNichtInSprache } { m O{L(G)} } {
625   \bigskip
626   \noindent
627   $\Rrightarrow #1 \notin #2$
628 }
```

```
629
```

2.11 entwurfsmuster.sty

```
630 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
631 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-entwurfsmuster}[2021/05/06]
632 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

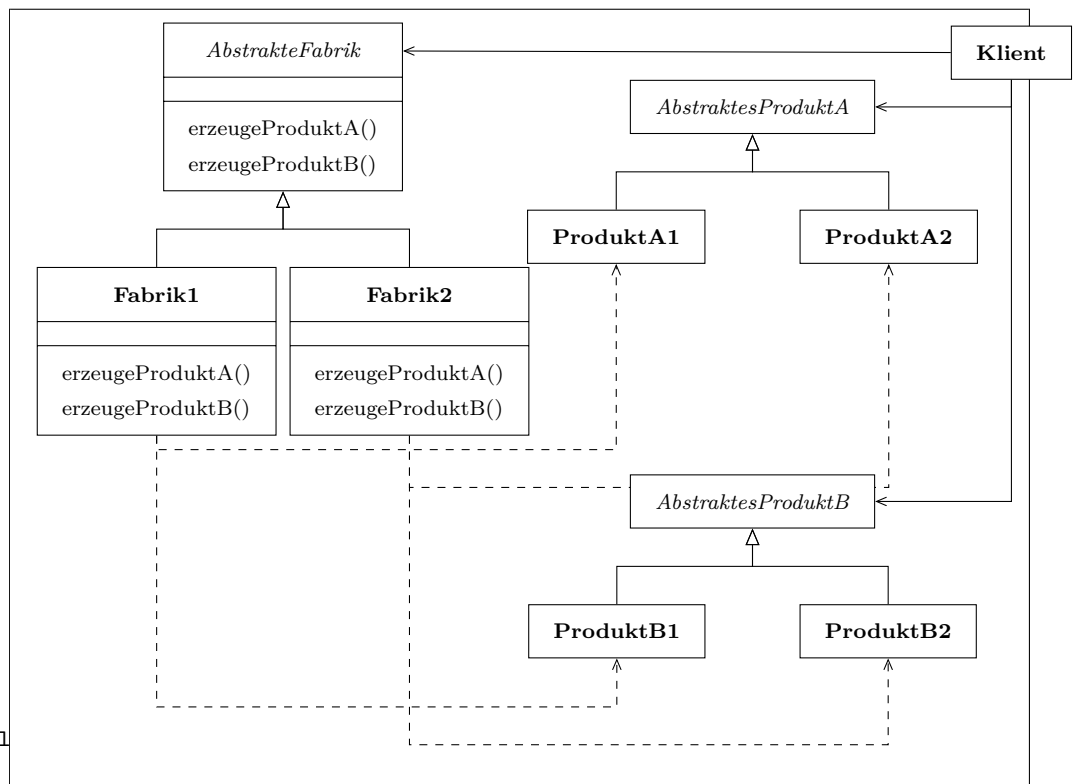
1. Uml: Uml-Klassendiagramm \liEntwurfsEinzelstueckUml
2. Akteure: Akteure, beteiligte Klassen \liEntwurfsEinzelstueckAkteure
3. Code: Allgemeines Code-Beispiel \liEntwurfsEinzelstueckCode
4. ohne: Ohne Suffix, Bündelung der einzelnen Makros eines Entwurfsmusters \liEntwurfsEinzelstueckAkteure

```
633 \RequirePackage{lehramt-informatik-uml}
```

\liEntwurfsCodeAllgemein Allgemeine Code-Beispiele zu den UML-Diagrammen und Stellvertretern

```
634 \RequirePackage{lehramt-informatik-syntax}
635 \def\liEntwurfsCode#1#2{
636   \liJavaDatei{entwurfsmuster/#1/allgemein/#2}
637 }
```

2.11.3 Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)



```
638 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrikUml{
639   \begin{tikzpicture}
640     \umlclass[type=abstract]{AbstrakteFabrik}{-}{-}{
641       erzeugeProduktA()\
642       erzeugeProduktB()\
643     }
```

```

644 \umlclass[below left=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik1}{-}{
645     erzeugeProduktA()\
646     erzeugeProduktB()\
647 }
648 \umlclass[below right=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik2}{-}{
649     erzeugeProduktA()\
650     erzeugeProduktB()\
651 }
652 \umlVHVinherit{Fabrik1}{AbstrakteFabrik}
653 \umlVHVinherit{Fabrik2}{AbstrakteFabrik}
654
655 \umlsimpleclass[right=3cm of AbstrakteFabrik,type=abstract]{AbstraktesProduktA}
656 \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA1}
657 \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA2}
658 \umlVHVinherit{ProduktA1}{AbstraktesProduktA}
659 \umlVHVinherit{ProduktA2}{AbstraktesProduktA}
660
661 \umlsimpleclass[above right=0cm and 1cm of AbstraktesProduktA]{Klient}
662
663 \umlsimpleclass[below=4.5cm of AbstraktesProduktA,type=abstract]{AbstraktesProduktB}
664 \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB1}
665 \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB2}
666 \umlVHVinherit{ProduktB1}{AbstraktesProduktB}
667 \umlVHVinherit{ProduktB2}{AbstraktesProduktB}
668
669 \umlVHVdep[arm1=-1.3cm,arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktA1}
670 \umlVHVdep[arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktB1}
671
672 \umlVHVdep[arm1=-1.8cm,arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktA2}
673 \umlVHVdep[arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktB2}
674
675 \umluniassoc[anchor2=25]{Klient}{AbstrakteFabrik}
676 \umlVHuniassoc[arm1=-1cm]{Klient}{AbstraktesProduktA}
677 \umlVHuniassoc{Klient}{AbstraktesProduktB}
678 \end{tikzpicture}
679 }

```

iEntwurfsAbstrakteFabrikCode

```

680 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrikCode{
681     \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Produkte}
682     \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{AbstrakteFabrik}
683     \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Klient}
684 }

```

\liEntwurfsAbstrakteFabrik

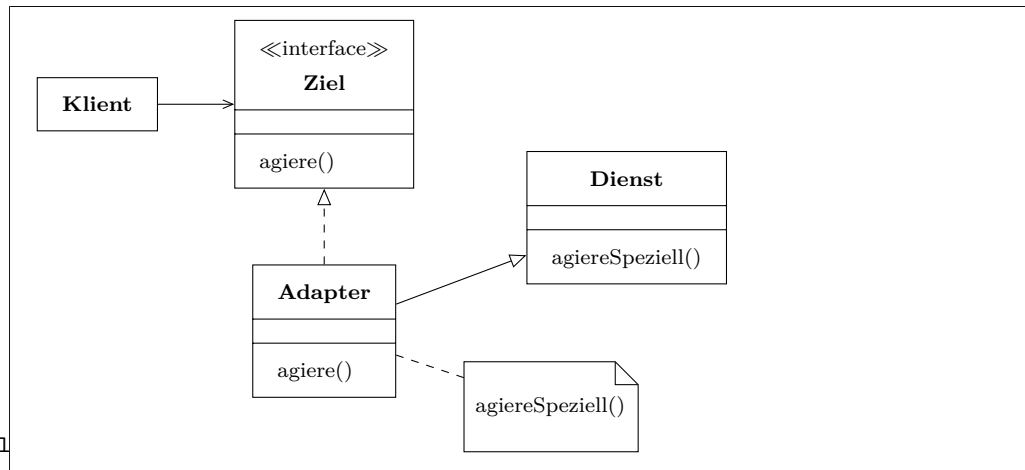
```

685 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrik{
686     \liEntwurfsAbstrakteFabrikUml
687     \liEntwurfsAbstrakteFabrikCode
688 }

```

2.11.4 Adapter

\liEntwurfsAdapterUml



```

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

```

\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.

```

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

```

```

725
726 \end{description}
727 }

```

\liEntwurfsAdapterCode

```

728 \def\liEntwurfsAdapterCode{
729 \li@EntwurfsCode{adapter}{Dienst}
730 \li@EntwurfsCode{adapter}{Ziel}
731 \li@EntwurfsCode{adapter}{Adapter}
732 \li@EntwurfsCode{adapter}{Klient}
733 }

```

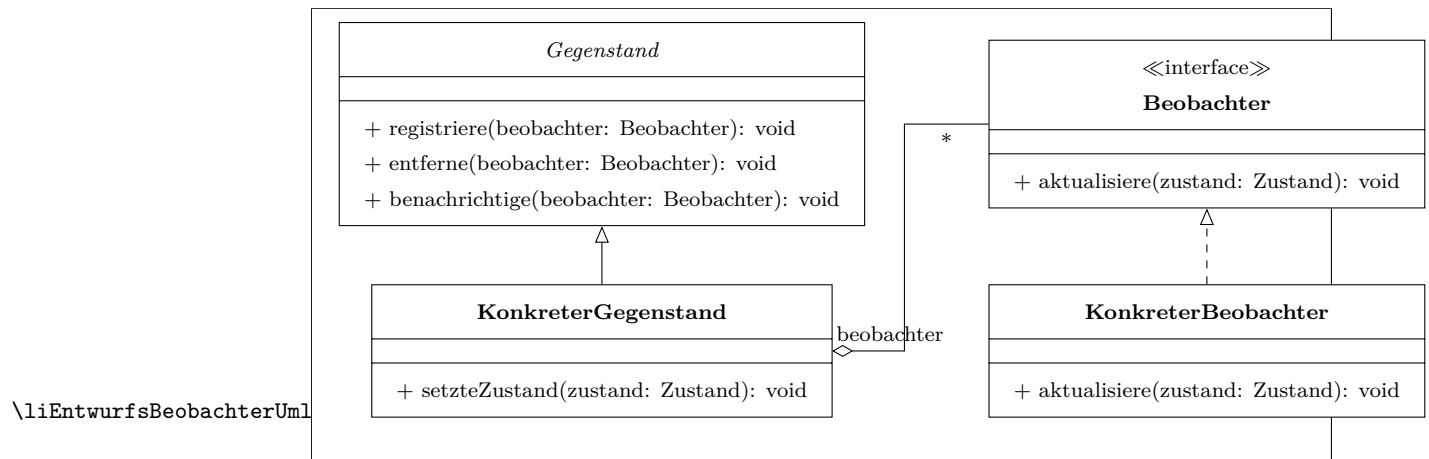
\liEntwurfsAdapter

```

734 \def\liEntwurfsAdapter{
735 \liEntwurfsAdapterUml
736 \liEntwurfsAdapterAkteure
737 \liEntwurfsAdapterCode
738 }

```

2.11.5 Beobachter (Observer)



```

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

```

\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.

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

\liEntwurfsBeobachterCode

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

```

803 \li@EntwurfsCode{beobachter}{Klient}
804 }

```

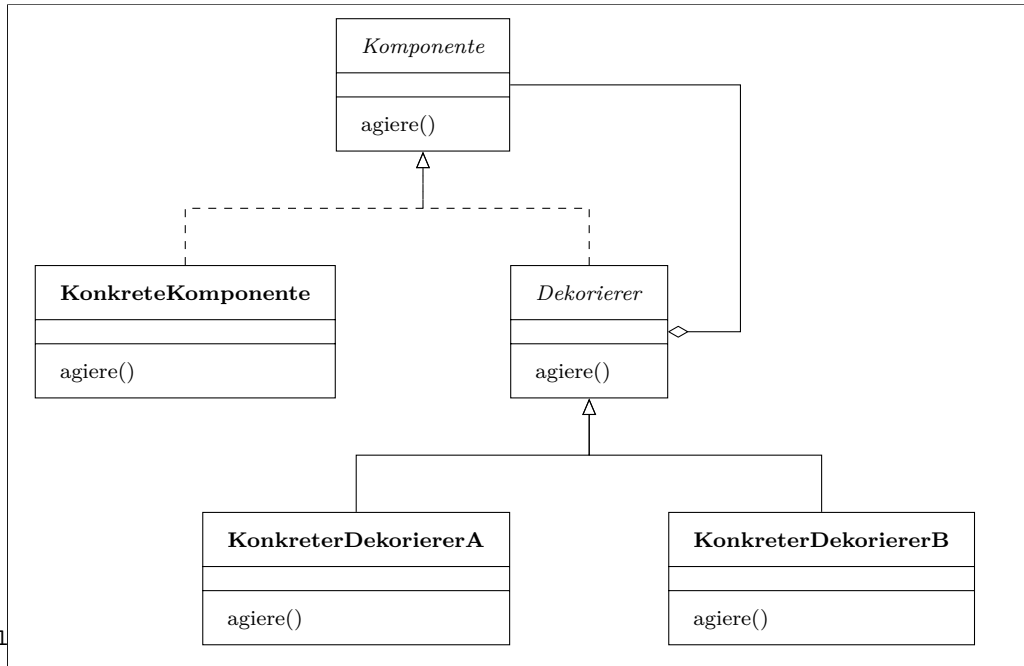
\liEntwurfsBeobachter

```

805 \def\liEntwurfsBeobachter{
806 \liEntwurfsBeobachterUml
807 \liEntwurfsBeobachterAkteure
808 \liEntwurfsBeobachterCode
809 }

```

2.11.6 Dekorierer (Decorator)



\liEntwurfsDekoriererUml

```

810 \def\liEntwurfsDekoriererUml{
811 \begin{tikzpicture}
812 \umlclass[type=abstract]{Komponente}{-}{agiere()}
813 \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Komponente]{KonkreteKomponente}{-}{agiere()}
814 \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Komponente,type=abstract]{Dekorierer}{-}{agiere()}
815
816 \umlVHVreal{KonkreteKomponente}{Komponente}
817 \umlVHVreal{Dekorierer}{Komponente}
818
819 \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererA}{-}{agiere()}
820 \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererB}{-}{agiere()}
821
822 \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererA}{Dekorierer}
823 \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererB}{Dekorierer}
824
825 \umlHVVHaggreg[arm1=2cm]{Dekorierer}{Komponente}
826 \footcite{wiki:dekorierer}
827 \end{tikzpicture}
828 }

```

\liEntwurfsDekoriererCode

```

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

```

\liEntwurfsDekorierer

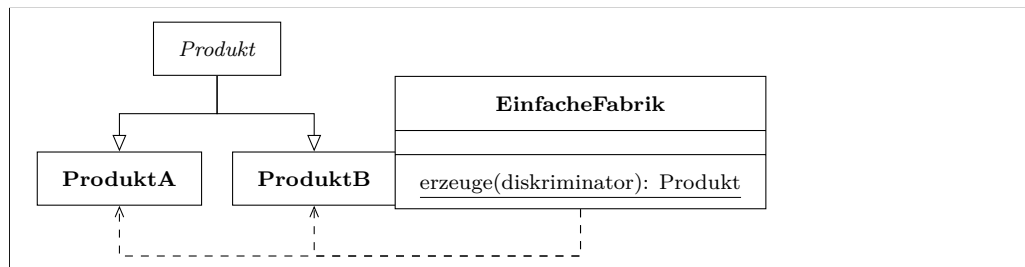
```

837 \def\liEntwurfsDekorierer{
838   \liEntwurfsDekoriererUml
839   \liEntwurfsDekoriererAkteure
840   \liEntwurfsDekoriererCode
841 }

```

2.11.7 Einfache Fabrik (Simple Factory)

\liEntwurfsEinfacheFabrikUml Quelle: <https://refactoring.guru/design-patterns/factory-comparison>



```

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

```

ntwurfsEinfacheFabrikAkteure Quelle: frei überstetzt aus GoF

EinfacheFabrik Eine Klasse mit einer Erzeugungsmethode, die über eine größere Bedingung verschiedene Objekt instanziiert.

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

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

```

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

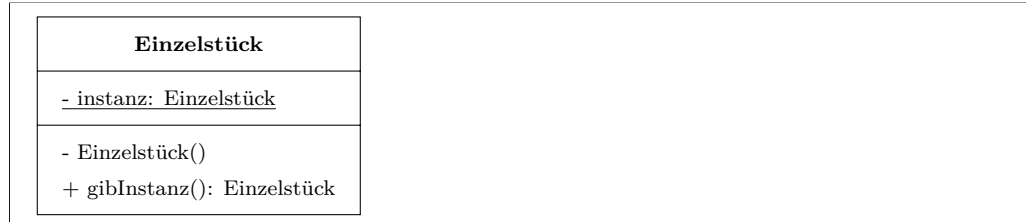
```


\liEntwurfsEinfacheFabrik

```
873 \def\liEntwurfsEinfacheFabrik{
874   \liEntwurfsEinfacheFabrikUml
875   \liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure
876 }
```

2.11.8 Einzelstück (Singleton)

\liEntwurfsEinzelstueckUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



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

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.

```
887 \def\liEntwurfsEinzelstueckAkteure{
888   \begin{description}
889     \item[Einzelstück (Singleton)]
890
891     stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten
892     nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.
893   \end{description}
894 }
```

\liEntwurfsEinzelstueckCode

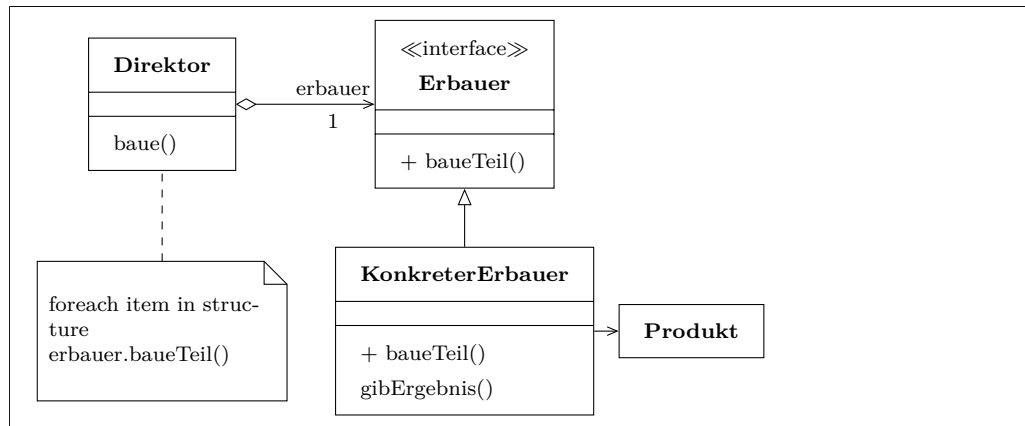
```
895 \def\liEntwurfsEinzelstueckCode{
896   \li@EntwurfsCode{einzelstueck}{Einzelstueck}
897 }
```

\liEntwurfsEinzelstueck

```
898 \def\liEntwurfsEinzelstueck{
899   \liEntwurfsEinzelstueckUml
900   \liEntwurfsEinzelstueckAkteure
901   \liEntwurfsEinzelstueckCode
902 }
```

2.11.9 Erbauer (Builder)

\liEntwurfsErbauerUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

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

```

\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.

```

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

```

```

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

```

\liEntwurfsErbauer

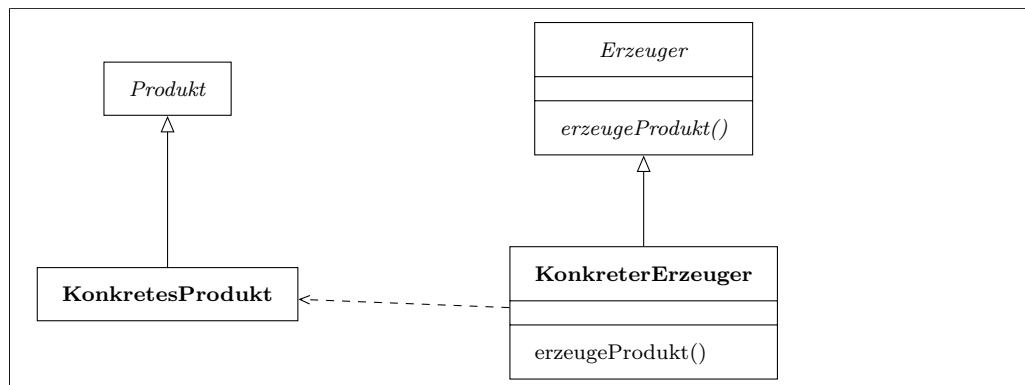
```

951 \def\liEntwurfsErbauer{
952   \liEntwurfsErbauerUml
953   \liEntwurfsErbauerAkteure
954 }

```

2.11.10 Fabrikmethode (Factory Method)

\liEntwurfsFabrikmethodeUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

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

```

EntwurfsFabrikmethodeAkteure Quelle: deutsche Wikipedia

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

KonkretesProdukt KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.

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

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

```

972 \def\liEntwurfsFabrikmethodeAkteure{
973   \begin{description}
974     \item[Produkt]
975
976     Das Produkt ist der Basistyp (Klasse oder Schnittstelle) für das
977     zu erzeugende Produkt.
978
979     \item[KonkretesProdukt]
980
981     KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.
982
983     \item[Erzeuger]
984
985     Der Erzeuger deklariert die Fabrikmethode, um ein solches Produkt
986     zu erzeugen und kann eine Default-Implementierung beinhalten.
987
988     \item[KonkreterErzeuger]
989
990     KonkreterErzeuger überschreibt die Fabrikmethode, um die ihm
991     entsprechenden konkreten Produkte zu erzeugen (z. B. indem er den
992     Konstruktor einer konkreten Produkt-Klasse aufruft).
993
994     \footcite{wiki:fabrikmethode}
995   \end{description}
996 }

```

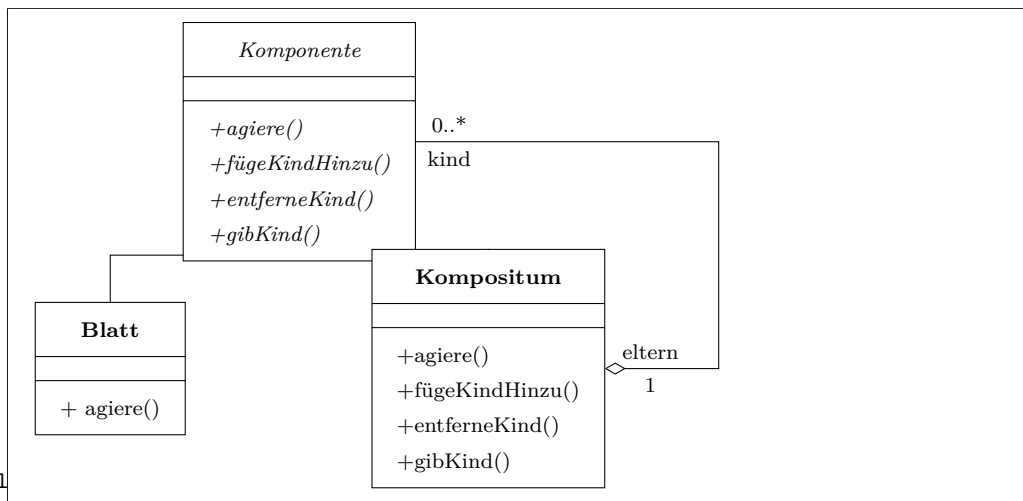
\liEntwurfsFabrikmethode

```

997 \def\liEntwurfsFabrikmethode{
998   \liEntwurfsFabrikmethodeUml
999   \liEntwurfsFabrikmethodeAkteure
1000 }

```

2.11.11 Kompositum (Composite)



\liEntwurfsKompositumUml

```

1001 \def\liEntwurfsKompositumUml{
1002   \begin{tikzpicture}
1003     \umlclass[x=2.5,y=3,type=abstract]{Komponente}{-}{
1004       \textit{+agiere()}\
1005       \textit{+fügeKindHinzu()}\
1006       \textit{+entferneKind()}\
1007       \textit{+gibKind()}
1008     }
1009     \umlclass[x=0]{Blatt}{-}{+ agiere()}
1010     \umlclass[x=5]{Kompositum}{-}{
1011       +agiere()\
1012       +fügeKindHinzu()\
1013       +entferneKind()\
1014       +gibKind()
1015     }
1016
1017     \umlVHVinherit{Kompositum}{Komponente}
1018     \umlVHVinherit{Blatt}{Komponente}
1019     \umlHVVHaggreg[anchor1=east,arm1=1.5cm,arg1=eltern,mult1=1,arg2=kind,mult2=0..*,pos2=2.9,]
1020   \end{tikzpicture}
1021 }

```

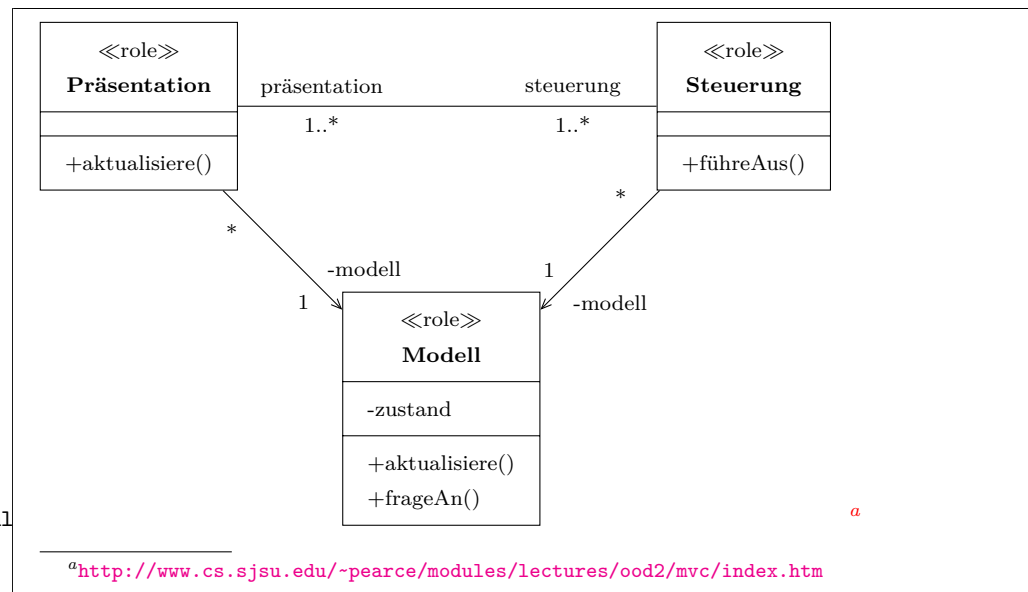
\liEntwurfsFabrikmethode

```

1022 \def\liEntwurfsKompositum{
1023   \liEntwurfsKompositumUml
1024   \liEntwurfsKompositumAkteure
1025 }

```

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



```

1026 \def\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml{
1027   \begin{tikzpicture}
1028     \umlclass[x=-4cm,type=role]{Präsentation}{-}{+aktualisiere()}
1029     \umlclass[x=4cm,type=role]{Steuerung}{-}{+führeAus()}
1030     \umlclass[y=-4cm,type=role]{Modell}{-}{
1031       -zustand
1032     }{
1033       +aktualisiere()\
1034       +frageAn()
1035     }
1036
1037     \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Präsentation}{Modell}
1038     \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Steuerung}{Modell}

```

```

1039 \umlassoc[arg1=präsentation,mult1=1..*,arg2=steuerung,mult2=1..*]{Präsentation}{Steuerung}
1040 \end{tikzpicture}
1041 \liFussnoteUrl{http://www.cs.sjsu.edu/~pearce/modules/lectures/ood2/mvc/index.htm}
1042 }

```

ModellPraesentationSteuerung

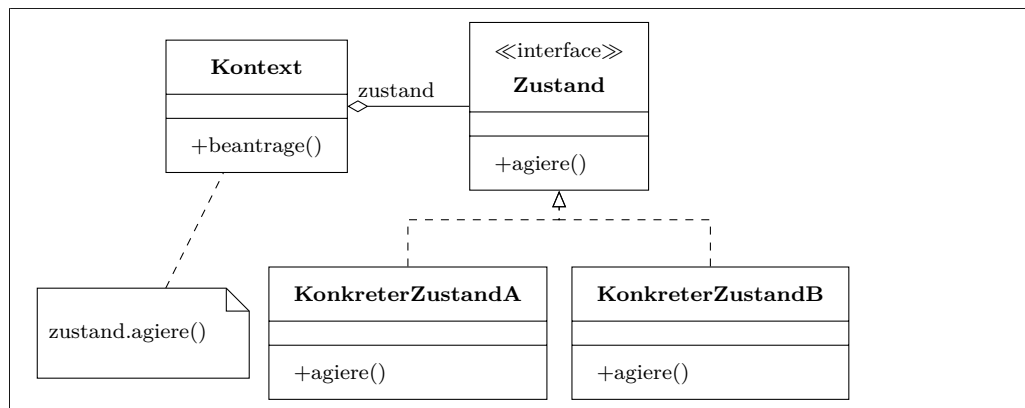
```

1043 \def\liEntwurfs{
1044 \liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml
1045 \liEntwurfsModellPraesentationSteuerungAkteure
1046 }

```

2.11.13 Zustand (State)

\liEntwurfsZustandUml Quelle: Englische Wikipedia, so ähnlich wie in GoF



```

1047 \def\liEntwurfsZustandUml{
1048 \begin{tikzpicture}
1049 \umlcclass[x=-1,y=3]{Kontext}{+beantrage()}
1050 \umlcclass[x=3,y=3,type=interface]{Zustand}{+agiere()}
1051 \umlcclass[x=1,y=0]{KonkreterZustandA}{+agiere()}
1052 \umlcclass[x=5,y=0]{KonkreterZustandB}{+agiere()}
1053
1054 \umlVHVreal{KonkreterZustandA}{Zustand}
1055 \umlVHVreal{KonkreterZustandB}{Zustand}
1056
1057 \umlagg[reg[arg=zustand,pos=0.4]{Kontext}{Zustand}
1058
1059 \umlnote[x=-2.5,y=0,width=2.5cm]{Kontext}{zustand.agiere()}
1060 \end{tikzpicture}
1061 }

```

\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.

```

1062 \def\liEntwurfsZustandAkteure{
1063 \begin{description}
1064 \item[Kontext (Context)]
1065
1066 definiert die clientseitige Schnittstelle und verwaltet die separaten
1067 Zustandsklassen.
1068

```

```

1069 \item[State (Zustand)]
1070
1071 definiert eine einheitliche Schnittstelle aller Zustandsobjekte und
1072 implementiert gegebenenfalls ein Standardverhalten.
1073
1074 \item[KontreterZustand (ConcreteState)]
1075
1076 implementiert das Verhalten, das mit dem Zustand des Kontextobjektes
1077 verbunden ist.
1078 \end{description}
1079 }

```

\liEntwurfsZustand

```

1080 \def\liEntwurfsZustand{
1081 \liEntwurfsZustandUml
1082 \liEntwurfsZustandAkteure
1083 }
1084

```

2.12 er.sty

```
1085 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1086 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-er}[2020/06/13 Zum Setzen von
1087 ER-Diagrammen]
```

```
1088 \RequirePackage{tikz-er2}
1089 \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);

% Kunde
\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);

```

```
1090 \RequirePackage{soul}
```

```
1091 \RequirePackage{fontawesome}
```

2.12.3 Makro-Kürzel

```

\let\a=\liErMpAttribute
\let\d=\liErDatenbankName
\let\e=\liErMpEntity
\let\r=\liErMpRelationship

```

```
1092 \ExplSyntaxOn
```

```
\liErEntity
```

```
1093 \def\liErEntity#1{\textbf{#1}}
```

```
\liErRelationship
```

```
1094 \def\liErRelationship#1{\ul{#1}}
```

```
\liErAttribute
```

```
1095 \def\liErAttribute#1{\emph{#1}}
```

```
\liErMpEntity
```

```
mp = marginpar
Let-Abkürzung: \let\e=\liErMpEntity
```

```

1096 \def\liErMpEntity#1{
1097   \liErEntity{#1}
1098   \marginpar{
1099     \liErEntity{\tiny\faSquareO{~E:~#1}
1100   }
1101 }

```

□

```
\liErMpRelationship
```

```
Let-Abkürzung: \let\r=\liErMpRelationship
```

```

1102 \def\liErMpRelationship#1{
1103   \liErRelationship{#1}
1104   \marginpar{
1105     \liErRelationship{\tiny\faGg{~R:~#1}
1106   }
1107 }

```

```
\liErMpAttribute
```

```
Let-Abkürzung: \let\a=\liErMpAttribute
```

```

1108 \def\liErMpAttribute#1{
1109   \liErAttribute{#1}
1110   \marginpar{
1111     \liErAttribute{\tiny\faCircleThin{~A:~#1}
1112   }
1113 }

```

```

\liErDatenbankName Let-Abkürzung: \let\d=\liErDatenbankName
                    datenbank name
1114 \def\liErDatenbankName#1{
1115   {
1116     \footnotesize\texttt{(#1)}
1117   }
1118 }

1119 \ExplSyntaxOff
1120

```

2.13 formale-sprachen.sty

```

1121 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1122 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-formale-sprachen}[2021/02/21 Hilfsmakros
1123 zum Setzen von mathematischen Formeln bei dem Thema Formale Sprachen]

1124 \directlua{
1125   formale_sprachen = require('lehramt-informatik-formale-sprachen')
1126 }

1127 \RequirePackage{hyperref}

1128 \liLadePakete{mathe,typographie}

\liMenge   $\liMenge{a, b, c}$:  $\{a, b, c\}$ 
Let-Abkürzung: \let\m=\liMenge

1129 \def\liMengeOhneMathe#1{\{ #1 \}}
1130 \def\liMenge#1{%
1131   \ifmode%
1132     \liMengeOhneMathe{#1}%
1133   \else%
1134     $\liMengeOhneMathe{#1}$%
1135   \fi%
1136 }

\liEpsilon \liEpsilon:  $\varepsilon$ 
Let-Abkürzung: \let\e=\liEpsilon

1137 \def\liEpsilon{$\varepsilon$}

\liPotenzmenge Umgeben mit geschweiften Klammern in einer Mathematik-Umgebung

1138 \def\erzeuge@tiefgestellt#1{\directlua{formale_sprachen.erzeuge_tiefgestellt('#1')}}
1139 \def\liPotenzmengeOhneMathe#1{\{ \erzeuge@tiefgestellt{#1} \}}
1140 \def\liPotenzmenge#1{$\liPotenzmengeOhneMathe{#1}$}

\liZustandsmenge \liZustandsmenge{z1, z2}:  $\{z_1, z_2\}$ 

1141 \let\liZustandsmengeOhneMathe=\liPotenzmengeOhneMathe
1142 \let\liZustandsmenge=\liPotenzmenge

\liUeberfuehrungsFunktion \liUeberfuehrungsFunktion{z0, a}:  $\delta(z_0, a)$ 
Let-Abkürzung: \let\d=\liUeberfuehrungsFunktion

1143 \def\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe#1{\delta(\erzeuge@tiefgestellt{#1})}
1144 \def\liUeberfuehrungsFunktion#1{
1145   \ifmode
1146     \liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}
1147   \else
1148     $\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}$
1149   \fi
1150 }

\liAlphabet \liAlphabet{a, b} ( $\Sigma = \{a, b\}$ ):  $\Sigma = \{a, b\}$ 

1151 \def\liAlphabet#1{$\Sigma = \{ #1 \}$}

\liBandAlphabet \liBandAlphabet{\liTuringLeerzeichen}:  $\Gamma = \Sigma \cup \{\square\}$ 

1152 \def\liBandAlphabet#1{$\Gamma = \Sigma \cup \{ #1 \}$}

\liZustandsBuchstabe

1153 \def\liZustandsBuchstabe{z}

\liZustandsBuchstabeGross

1154 \def\liZustandsBuchstabeGross{Z}

```

\liZustandsmengeNr

```

1155 \def\zustandsnamens@liste#1#2{
1156   $
1157   \{
1158     \directlua{formale_sprachen.erzeuge_zustandsnamens_liste('#1', '#2')}
1159   \}
1160   $
1161 }
1162 \def\liZustandsmengeNr#1{\zustandsnamens@liste{\liZustandsBuchstabe}{#1}}

```

\liZustandsmengeNrGross

```

1163 \def\liZustandsmengeNrGross#1{\zustandsnamens@liste{\liZustandsBuchstabeGross}{#1}}

```

\liZustandsname

```

\liZustandsname{1}: $z_1$
1164 \def\liZustandsname#1{\liZustandsBuchstabe_#1$}

```

\liZustandsnameGross

```

\liZustandsnameGross{1}: $Z_1$
1165 \def\liZustandsnameGross#1{\liZustandsBuchstabeGross_#1$}

```

\liAbleitung

```

\liAbleitung{S -> aB -> ab}:  $S \vdash aB \vdash ab$ 
1166 \def\liAbleitung#1{\directlua{formale_sprachen.formatiere_ableitung('#1')}}$}

```

liProduktionsRegeln

```

\begin{liProduktionsRegeln}[P_1]
  S -> S A B | EPSILON,
  B A -> A B,
  A A -> a a,
  B B -> b b
\end{liProduktionsRegeln}

1167 \NewDocumentEnvironment { liProduktionsRegeln }
1168 { 0{P} +b }
1169 {
1170   \liGeschweifteKlammern{#1}
1171   {
1172     \begin{align*}
1173       \directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#2')}
1174     \end{align*}
1175   }{-0.2cm}{-1.5cm}
1176 } {}

```

\liProduktionen

```

\liProduktionen{S -> A, A -> a}:  $\{S \rightarrow A, A \rightarrow a\}$ 
1177 \def\liProduktionen#1{
1178   \liMenge{\directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#1', true)}}
1179 }

```

\liZustandsnameTiefgestellt

Automatisch tiefgestellte Nummerierung \z1
Let-Abkürzung: \let\z=\liZustandsnameTiefgestellt

```

1180 \def\liZustandsnameTiefgestellt#1{
1181   \ifmmode
1182     \liZustandsBuchstabe\sb{#1}
1183   \else
1184     $\liZustandsBuchstabe\sb{#1}$
1185   \fi
1186 }

```

```

1187 \ExplSyntaxOn

```

\liAusdruck

```

\liAusdruck[L_2]{a_1,a_2,\dots,a_n}{n \in N}:  $L_2 = \{a_1, a_2, \dots, a_n \mid n \in N\}$ 
  Ohne „=: \liAusdruck[] {x}{y}:  $\{x \mid y\}$ 
  Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
  \$(.*) += +\\{ *(.*) ( *\\, *)?\\ ( *\\, *)?(.*) *\\}\\$
  \liAusdruck[$1]{$2}{$5}

```

```

1188 \NewDocumentCommand{ \liAusdruck } { O{L} m m } {
1189   $
1190   \tl_if_empty:nTF {#1} {} {#1 =}
1191   \{
1192     \, #2 \,
1193     |
1194     \, #3 \,
1195   \}$
1196 }
1197 \ExplSyntaxOff

\liFlaci   Link zur flaci.com Website: \liFlaci{Grxk1oczg}:
           Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte Automaten, Compiler und Interpreter)
           Ein Projekt der Hochschule Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz: flaci.com/Grxk1oczg

1198 \def\liFlaci#1{%
1199   \par
1200   {%
1201     \scriptsize
1202     Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte
1203     Automaten, Compiler und Interpreter) Ein Projekt der Hochschule
1204     Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz:
1205     \href{https://flaci.com/#1}{flaci.com/#1}%
1206   }%
1207   \par
1208 }

\liGrammatik \liGrammatik[\langle grammatik-name \rangle]{\langle variablen=V,alphabet=\Sigma,produktionen=P,start=S \rangle}
              \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}:  $G = (V, \Sigma, P, X)$ 

1209 \ExplSyntaxOn
1210 \NewDocumentCommand {\liGrammatik} { O{G} m } {
1211   \tl_set:Nn \l_variablen_tl {V}
1212   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
1213   \tl_set:Nn \l_produktionen_tl {P}
1214   \tl_set:Nn \l_start_tl {S}
1215
1216   \keys_define:nn { grammatik } {
1217     variablen .code:n = {\tl_set:Nn \l_variablen_tl {\liMenge{##1}}},
1218     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
1219     produktionen .code:n = {\tl_set:Nn \l_produktionen_tl {\liProduktionen{##1}}},
1220     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
1221   }
1222
1223   \keys_set:nn { grammatik } { #2 }
1224
1225   $#1 = (
1226     \l_variablen_tl,
1227     \l_alphabet_tl,
1228     \l_produktionen_tl,
1229     \l_start_tl
1230   )$
1231 }
1232 \ExplSyntaxOff
1233

```

2.14 formatierung.sty

```
1234 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1235 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-formatierung}[2020/11/27]
```

2.14.1 Schriftarten / Typographie

```
1236 \RequirePackage{mathpazo}
1237 \RequirePackage[no-math]{fontspec}
1238 \setmainfont{texgyrepagella}
1239 \setsansfont{QTAncientOlive}
1240 \RequirePackage{sectsty}
1241 \allsectionsfont{\fontspec{QTAncientOlive}}
```

2.14.2 Farben

```
1242 \RequirePackage{xcolor}
1243 \definecolor{infogray}{rgb}{0.97,0.97,0.97}
```

2.14.3 Überschriften

```
1244 \RequirePackage{titlesec}
1245 \titleformat{\chapter}[display]{\sffamily\bfseries}{\Opt}{\LARGE}
1246 \titlespacing{\chapter}{Opt}{Opt}{*1}
1247 \titleformat{\paragraph}[hang]{\sffamily\normalsize\bfseries}{\theparagraph}{1em}{}
1248 \setcounter{secnumdepth}{0}
```

2.14.4 Listen

```
1249 \RequirePackage{paralist}
1250 \renewcommand\labelitemi{-}
1251 \renewcommand\labelitemii{-}
1252 \renewcommand\labelitemiii{-}
1253 \renewcommand\labelitemiv{-}
1254 % Counter: enumi enumii enumiii enumiv
1255 % Styles: \arabic{counter} \alph{counter} \Alph{counter} \roman{counter} \Roman{counter}
1256 \renewcommand{\labelenumi}{(\alph{enumi})}
1257 \renewcommand{\labelenumii}{(\roman{enumii})}
```

2.14.5 Kasten

```
1258 \RequirePackage{mdframed}
1259 \mdfsetup{backgroundcolor=infogray}
```

liKasten

```
1260 \NewDocumentEnvironment { liKasten }{ } {
1261   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
1262 } {
1263   \end{mdframed}
1264 }
```

2.14.6 Header

```
1265 \RequirePackage{fancyhdr}
1266 \fancyhead[L,C,R]{}
1267 \fancyfoot[L]{}
1268 \fancyfoot[C]{}
1269 \fancyfoot[R]{\thepage}
1270 \pagestyle{fancy}
1271 \renewcommand{\headrulewidth}{Opt}
1272 \renewcommand{\footrulewidth}{Opt}
1273
```

2.15 gantt.sty

```

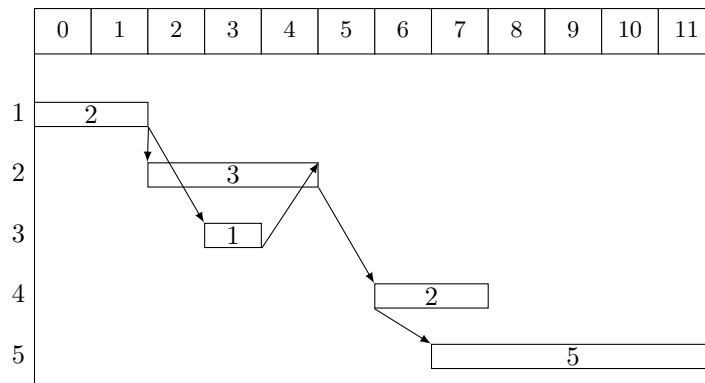
1274 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1275 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-gantt}[2020/09/05]

\begin{ganttchart}[x unit=0.75cm, y unit chart=0.8cm]{0}{11}
\gantttitlelist{0,...,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}

```



```

1276 \RequirePackage{tikz-uml}
1277 \RequirePackage{pgfgantt}
1278 \setganttlinklabel{f-s}{}
1279 \setganttlinklabel{s-s}{}
1280 \setganttlinklabel{f-f}{}
1281 \setganttlinklabel{s-f}{}
1282

```

2.16 grafik.sty

```
1283 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1284 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-grafik}[2020/12/27 Lädt das Paket
1285 TikZ, um Grafiken zeichnen zu können.]
1286 \RequirePackage{tikz}
1287
```


2.17 graph.sty

```

1288 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1289 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-graph}[2020/06/09]
1290 \RequirePackage{tikz}

```

Für die die Adjazenzliste (`xrightrightarrow`)

```

1291 \RequirePackage{amsmath}

```

Für Adjazenz-Matrix

```

\begin{blockarray}{c}
\begin{block}{c}
& a & b & c & d & e \\
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 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0
\end{block}
\end{blockarray}

```

$$\begin{array}{c}
 a \\ b \\ c \\ d \\ e
 \end{array}
 \begin{pmatrix}
 0 & 1 & 0 & 4 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 3 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 4 & 1 & 1 & 0 & 2 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0
 \end{pmatrix}$$

```

1292 \RequirePackage{blkarray}
1293 \usetikzlibrary{arrows.meta}

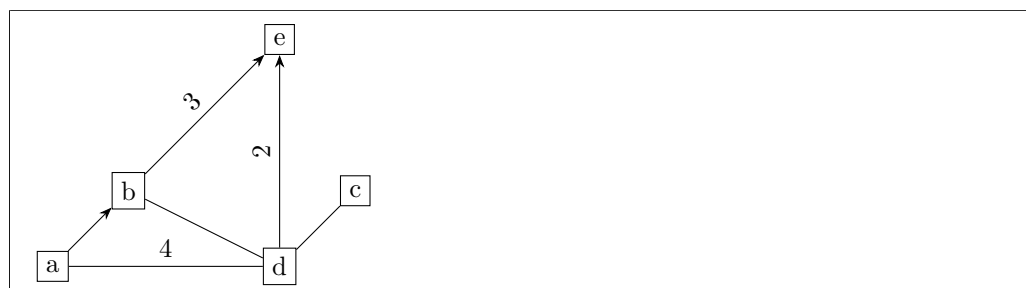
```

```

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

```



```

1294 \tikzset{
1295   li graph/.style={
1296     every node/.style={
1297       rectangle,
1298       draw,
1299     },
1300     every edge/.style={
1301       >={Stealth[black]},
1302       draw,
1303     },
1304     every edge/.append style={
1305       every node/.style={
1306         sloped,
1307         auto,
1308       }
1309     }
1310   },
1311   li markierung/.style={
1312     ultra thick,
1313   }
1314 }

```

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}

```

```

1315 \NewDocumentEnvironment { liGraphenFormat }{ +b } {} {}

```

```

1316

```

2.18 hanoi.sty

1317 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
 1318 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-hanoi}[2020/12/19 Paket zum Setzen
 1319 von Hanoi-Grafiken]

Quelle: <https://kleinco.de/latex-snippets/7/tikz-towers-of-hanoi-illustration-for-lat>

```

1320 \RequirePackage{tikz}
1321 \RequirePackage{xcolor}

\liHanoi \liHanoi{anzahl-scheiben}{gewicht-scheibe/turm-nr,gewicht-scheibe/turm-nr},
z. B. : \liHanoi{4}{4/1,3/1,2/3,1/2}

1322 \def\li@mset #1[#2]=#3{%
1323 \expandafter\xdef\csname #1#2\endcsname{#3}
1324 }
1325 \def\li@mget #1[#2]{%
1326 \csname #1#2\endcsname
1327 }
1328 \def\li@minc #1[#2] += #3{%
1329 \pgfmathparse{\li@mget #1[#2] + #3}%
1330 \li@mset #1[#2] = \pgfmathresult
1331 }
1332
1333 \def\liHanoi#1#2{
1334   \edef\li@numdiscs{#1}
1335   \def\li@sequence{#2}
1336   \begin{tikzpicture}[line width=4mm,brown!40,line cap=round,xscale=3]
1337     % init colors
1338     \foreach[count=\j] \c in {red,green!80!black,blue,orange,violet,gray,yellow!80!black,purple!80!black}{
1339       \li@mset col[\j]=\c;
1340     }
1341     % draw poles and init pole counters
1342     \foreach \j in {1,2,3}{
1343       \li@mset pos[\j]=0
1344       \draw (\j,-.5) -- +(0, .5 + .5*\li@numdiscs);
1345     }
1346     % draw base
1347     \draw (.5,-.5) -- +(3,0);
1348     % draw discs
1349     \foreach[count=\k] \i/\j in \li@sequence{
1350       \draw[draw={\li@mget col[\i]}] (\j,\li@mget pos[\j]) +(-.4*\i/\li@numdiscs,0) -- +(.4*\i/\li@numdiscs,0);
1351       \li@minc pos[\j] += {.5}
1352     }
1353   \end{tikzpicture}
1354 }
```

2.19 klassen-konfiguration-aufgabe.sty

```
1355 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1356 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-klassen-konfiguration-aufgabe}[2021/09/01 Die
1357 Klasse Aufgabe konfigurieren, d. h. Laden von einigen Paketen, Registrierung von Hooks]

    Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option clash
1358 \liLadePakete{
1359   formatierung,
1360   abmessung,
1361   literatur-dummy,
1362   makros,
1363   aufgaben-metadaten,
1364   kopf-fusszeilen,
1365   mathe
1366 }
1367
1368 % Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
1369 \RequirePackage[ngerman]{babel}
1370 \ExplSyntaxOn
1371 \AddToHook{enddocument}{
1372   \_gib_github_url:
1373 }
1374 \ExplSyntaxOff
1375
```

2.20 klassen-konfiguration-examen.sty

```
1376 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1377 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-klassen-konfiguration-examen}[2021/09/04 Die
1378 Klasse liSetzeExamen konfigurieren, d. h. Laden von einigen Paketen, Registrierung von Hooks]
```

Lade die wichtigsten Pakete. Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option clash

```
1379 \liLadePakete{
1380   formatierung,
1381   literatur-dummy,
1382   makros,
1383   aufgaben-metadaten,
1384   abmessung,
1385   typographie
1386 }
```

Formatierung für die Überschriften setzen.

```
1387 \RequirePackage{titlesec}
1388 \titleformat{\section}{\sffamily\huge\filcenter\bfseries}{\thesection}{1em}{}
1389 \newcommand{\sectionbreak}{\clearpage}
1390 \setcounter{secnumdepth}{0}
1391 \liLadeAllePakete
```

Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung

```
1392 \RequirePackage[ngerman]{babel}
1393 \RequirePackage{standalone}
1394 \ExplSyntaxOn
```

`\liSetzeExamenThemaNr`

```
1395 \def\liSetzeExamenThemaNr#1{
1396   \tl_gset:Nn \g_auf_examen_thema_nr_tl { #1 }
1397   \section{Thema-Nr.~#1}
1398 }
```

`\liSetzeExamenTeilaufgabeNr`

```
1399 \def\liSetzeExamenTeilaufgabeNr#1{
1400   \tl_gset:Nn \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl { #1 }
1401   \subsection{Teilaufgabe-Nr.~#1}
1402 }
```

`\liBindeAufgabeEin`

```
1403 \def\liBindeAufgabeEin#1{
1404   \tl_gset:Nn \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl { #1 }
1405   \input{
1406     \LehramtInformatikRepository /
1407     Staatsexamen /
1408     \g_auf_examen_nummer_tl /
1409     \g_auf_examen_jahr_tl /
1410     \g_auf_examen_monat_tl /
1411     \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} {
1412       Thema - \g_auf_examen_thema_nr_tl /
1413     }
1414     \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} {
1415       Teilaufgabe - \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl /
1416     }
1417     Aufgabe - \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl .tex
1418   }
1419 }
```

`\liAufgabenMetadaten` Das Metadaten-Makro überschreiben

```
1420 \def\liAufgabenMetadaten#1{
1421   \liMetaSetze{#1}
1422   \subsubsection{\_gib_aufgaben_titel:}
1423 }
```

```

1424 \setcounter{tocdepth}{4}
1425 \AddToHook{begindocument}{
1426   \begin{center}
1427     \liTypoUeberGross{Erste-Staatsprüfung-für-ein-Lehramt-an-öffentlichen-Schulen}
1428   \end{center}
1429
1430   \vfill
1431
1432   \begin{center}
1433     \liTypoUeberGROSS{\g_auf_examen_nummer_tl}
1434   \end{center}
1435
1436   \begin{center}
1437     \liTypoUeberGROSS{\g_auf_examen_jahr_tl}
1438   \end{center}
1439
1440   \begin{center}
1441     \liTypoUeberGROSS{\g_auf_examen_monat_tl}
1442   \end{center}
1443
1444   \vfill
1445   \tableofcontents
1446   \clearpage
1447 }
1448 \ExplSyntaxOff
1449

```

2.21 komplexitaetstheorie.sty

```
1450 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1451 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-komplexitaetstheorie}[2021/07/08 Zum
1452 Setzen von Karp's NP-vollständigen Problemen, Hilfsmakros für die
1453 Polynomialzeitreduktion.]
```

2.21.1 Makro-Kürzel

```
\let\n=\liProblemName
\let\r=\liPolynomiellReduzierbar
\let\b=\liProblemBeschreibung
```

```
1454 \liLadePakete{mathe}
```

Für das Makro `\liProblemBeschreibung{ }{ }` benötigt.

```
1455 \RequirePackage{mdframed}
```

```
\liStrich $L, \liStrich{L}$:  $L, L'$ 
```

```
1456 \def\liStrich#1{#1^{\prime}}
```

`\liProblemName` Zu Setzen von Problemnamen wie zum Beispiel SAT, COL, VERTEX COVER

Let-Abkürzung: `\let\n=\liProblemName`

`\liProblemName: SAT VERTEX COVER`

```
1457 \def\liProblemName#1{\texttt{\textsc{#1}}}
```

`\liProblemBeschreibung` Zu setzen von Problem-Beschreibungen:

```
\liProblemBeschreibung
```

```
{ }
```

```
{ }
```

```
{ }
```

<p>CLIQUE</p> <p>Gegeben: Ein ungerichteter Graph $G = (V, E)$, eine Zahl $k \in \mathcal{N}$</p> <p>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?</p>
--

Let-Abkürzung: `\let\b=\liProblemBeschreibung`

```
1458 \def\liProblemBeschreibung#1#2#3{
1459   \begin{mdframed}[
1460     userdefinedwidth=9cm,
1461     align=center,
1462     backgroundcolor=white!0,
1463   ]
1464     \centerline{\large\liProblemName{#1}}
1465
1466     \medskip
1467
1468     \begin{description}
1469       \item[Gegeben:] #2
1470       \item[Frage:] #3
1471     \end{description}
1472   \end{mdframed}
1473 }
```

```

\liPolynomiellReduzierbar Let-Abkürzung: \let\r=\liPolynomiellReduzierbar

1474 \NewDocumentCommand{ \liPolynomiellReduzierbar } { m O{p} m } {
1475 \begin{displaymath}
1476 \liProblemName{#1}
1477 \preceq_{#2}
1478 \liProblemName{#3}
1479 \end{displaymath}
1480 }

\liProblemVertexCover

1481 \def\liProblemClique{%
1482 Das \textbf{Cliquesproblem} fragt nach der Existenz einer Clique der
1483 Mindestgröße  $n$  in einem gegebenen Graphen.
1484 \footcite[Seite 76]{theo:fs:4}
1485 Eine Clique ist eine Teilmenge von Knoten in einem ungerichteten
1486 Graphen, bei der \emph{jedes Knotenpaar durch eine Kante} verbunden ist.
1487 \footcite{wiki:cliquenproblem}
1488 }

\liProblemVertexCover

1489 \def\liProblemVertexCover{%
1490 %
1491 Das \textbf{Knotenüberdeckungsproblem} (\liProblemName{Vertex Cover})
1492 fragt, ob zu einem gegebenen einfachen Graphen und einer natürlichen
1493 Zahl  $k$  eine Knotenüberdeckung der Größe von höchstens  $k$  existiert.
1494 \footcite{wiki:knotenueberdeckung}
1495
1496 Das heißt, ob es eine aus maximal  $k$  Knoten bestehende Teilmenge  $U$ 
1497 der Knotenmenge gibt, so dass jede Kante des Graphen mit
1498 mindestens einem Knoten aus  $U$  verbunden ist.
1499 \footcite[Seite 78]{theo:fs:4}%
1500 }

\liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

1501 \def\liProblemSubsetSum{%
1502 Das \textbf{Teilsommenproblem} (\liProblemName{Subset Sum} oder
1503 \liProblemName{SSP}) ist ein spezielles Rucksackproblem.
1504 \footcite{wiki:teilsommenproblem}
1505 Gegeben sei eine Menge von ganzen Zahlen  $I = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ .
1506 Gesucht ist eine Untermenge, deren Elementsumme maximal, aber nicht
1507 größer als eine gegebene obere Schranke  $c$  ist.
1508 \footcite[Seite 74]{theo:fs:4}
1509 }

\liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

1510 \def\liProblemSat{%
1511 Das \textbf{Erfüllbarkeitsproblem der Aussagenlogik} \liProblemName{Sat}
1512 und \liProblemName{k-SAT} mit  $k \geq 3$ ,  $k \in \mathbb{N}$  (Satz von
1513 Cook) fragt, ob eine aussagenlogische Formel erfüllbar
1514 ist.\footcite{wiki:sat} Das Erfüllbarkeitsproblem der
1515 \emph{Aussagenlogik} ist in exponentieller Zeit in Abhängigkeit der
1516 Anzahl der Variablen mit Hilfe einer Wahrheitstabelle entscheidbar.
1517 Diese \emph{Wahrheitstabelle} kann nicht in polynomieller Zeit
1518 aufgestellt werden.
1519 \footcite[Seite 71]{theo:fs:4}
1520 }

1521

```


2.22 kontrollflussgraph.sty

1522 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

1523 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-kontrollflussgraph}[2020/11/07]

2.22.1 Makro-Kürzel

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

2.22.2 TeX-Markup-Beispiel

```
\begin{liKontrollflussgraph}[xscale=1,yscale=-1.6]
\node[knoten] at (0,0) (S) {S};

\node[pin=\c{boolean resultat = false;}] at (0,1) (2) {2};
\node[pin=\c{if (wort != null)}] at (0,2) (3) {3};
\node[pin=\c{int laenge = wort.length;}] at (1,3) (4) {4};
\node[pin=\c{if (laenge >= 2)}] at (1,4) (5) {5};
\node[pin=\c{resultat = true; int i = 0;}] at (2,5) (6) {6};
\node[pin=\c{for (i < laenge / 2;)}] at (2,6) (7) {7};
\node[pin=\c{char c1; char c2 ...}] at (3,7) (8) {8};
\node[pin=\c{if (Char...) }] at (2,8) (10) {10};
\node[pin=\c{resultat = false; break;}] at (2,9) (12) {12};
\node[pin=\c{if (laenge == 1)}] at (1,10) (17) {17};
\node[pin=\c{resultat = true;}] at (1,11) (18) {18};
\node[pin=180:\c{return resultat;}] at (-1,9) (22) {22};
\node[knoten] at (-1,10) (E) {E};

\path (S) -- (2);
\path (2) -- (3);
\path[wahr] (3) -- (4) \b{right}{wort != null};
\path[falsch] (3) -- (22) \b{left}{wort == null};
\path (4) -- (5);
\path[wahr] (5) -- (6) \b{right}{laenge >= 2};
\path[falsch] (5) -- (17) \b{left,rotate=70,pos=0.2}{laenge < 2};
\path (6) -- (7);
\path[wahr] (7) -- (8) \b{right}{i < laenge / 2};
\path[falsch] (7) -- (22) \b{left}{i >= laenge / 2};
\path (8) -- (10);
\path[wahr] (10) -- (12) \b{right}{c != c};
\path[falsch] (10) -- (7) \b{left,rotate=70,pos=0.8}{c == c};
\path (12) -- (22);
\path[wahr] (17) -- (18) \b{right}{laenge == 1};
\path[falsch] (17) -- (22) \b{right,rotate=-20,pos=0.99}{laenge != 1};
\path (18) -- (22);
\path (22) -- (E);
\end{liKontrollflussgraph}
```

2.22.3 TikZ: pin

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

```
pin={[options]angle:text}

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

```

1524 \RequirePackage{tikz}
1525 \usetikzlibrary{positioning}
1526 \tikzset{
1527   li kontrollfluss/.style={
1528     knoten/.style={
1529       circle,
1530       draw
1531     },
1532     usebox/.style={
1533       draw,
1534       rectangle,
1535       font=\scriptsize,
1536       anchor=west,
1537       align=left,
1538     },
1539     bedingung/.style={
1540       midway,
1541       draw=none,
1542       font=\scriptsize
1543     },
1544     knotenbeschriftung/.style={
1545       draw,
1546       rectangle,
1547       midway,
1548       font=\scriptsize
1549     },
1550     wahr/.style={
1551       thick
1552     },
1553     falsch/.style={
1554       dashed
1555     },
1556     every node/.style={
1557       circle,
1558       draw,
1559     },
1560     every edge/.append style={
1561       every node/.style={
1562         draw=none,
1563         bedingung,
1564       }
1565     },
1566     every path/.style={
1567       draw,
1568       ->,
1569     },
1570     every pin/.style={
1571       draw,
1572       dotted,
1573       rectangle,
1574       pin position=right
1575     },
1576     every pin edge/.style={
1577       dotted,
1578       arrows=-,
1579     }
1580   }
1581 }

```

2.22.4 Umgebungen

liKontrollflussgraph

```

1582 \NewDocumentEnvironment { liKontrollflussgraph } { 0{} } {

```

```

1583 \begin{tikzpicture}[
1584     li kontrollfluss,
1585     #1
1586 ]
1587 } {
1588 \end{tikzpicture}
1589 }

```

2.22.5 Makros

`\liAnweisung`

```
1590 \def\liAnweisung#1(#2,#3){\node[knoten] at (#2,#3) (#1) {#1};}
```

`\liBedingung` **Let-Abkürzung:** `\let\b=\liBedingung`

```
1591 \def\liBedingung#1#2{\node[bedingung,#1]{\texttt{#2}}}
```

`\liBedingungWahr` **Let-Abkürzung:** `\let\w=\liBedingungWahr`

```
1592 \def\liBedingungWahr#1{\node[bedingung,#1]{\texttt{[true]}}}
```

`\liBedingungFalsch` **Let-Abkürzung:** `\let\f=\liBedingungFalsch`

```
1593 \def\liBedingungFalsch#1{\node[bedingung,#1]{\texttt{[false]}}}
```

`\liKontrollCode` **Let-Abkürzung:** `\let\c=\liKontrollCode`

```
1594 \def\liKontrollCode#1{{\tiny\texttt{\textcolor{gray}{#1}}}}
```

`\liKontrollTextzeileKnoten` **Let-Abkürzung:** `\let\k=\liKontrollTextzeileKnoten`

```
1595 \def\liKontrollTextzeileKnoten#1{\raisebox{-2pt}{\tikz[scale=0.5,transform shape] \node[draw
```

`\liKontrollKnotenPfad` **Let-Abkürzung:** `\let\p=\liKontrollKnotenPfad`

```
1596 \ExplSyntaxOn
```

```
1597 \NewDocumentCommand { \liKontrollKnotenPfad } { m }
```

```
1598 {
```

```
1599   \seq_set_split:Nnn \l_tmpa_seq { - } { #1 }
```

```
1600   \seq_set_map:NNn \l_tmpa_seq \l_tmpa_seq {\liKontrollTextzeileKnoten{##1}}
```

```
1601   \seq_use:Nn \l_tmpa_seq { ~~~~ }
```

```
1602 }
```

```
1603 \ExplSyntaxOff
```

```
1604
```

2.23 kopf-fusszeilen.sty

```
1605 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1606 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-kopf-fusszeilen}[2021/08/20 Kopf-
1607 und Fußzeilen mit Hilfe des Pakets fancyhdr.]

1608 \ExplSyntaxOn

1609 \fancyhead{}
1610 \fancyhead[R0,LE]{\scriptsize\LehramtInformatikTitel}
1611 \fancyhead[L0,RE]{\scriptsize\today}
1612 \fancyfoot{}
1613 \fancyfoot[LE,R0]{\thepage}
1614 \fancyfoot[L0,CE]{\scriptsize\LehramtInformatikAutorName}
1615 \fancyfoot[CO,RE]{\scriptsize\LehramtInformatikAutorEmail}
1616 \renewcommand{\headrulewidth}{0.4pt}
1617 \renewcommand{\footrulewidth}{0.4pt}
1618 \setlength{\headwidth}{\textwidth}

1619 \ExplSyntaxOff

1620
```

2.24 literatur-dummy.sty

```
1621 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1622 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-literatur-dummy}[2020/11/27]

\literatur

1623 \def\literatur{}

\footcite

1624 % \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}
1625 \NewDocumentCommand{ \footcite } { o m }{}

1626
```

2.25 literatur.sty

```
1627 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1628 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-literatur}[2020/11/27]

1629 \RequirePackage{csquotes}
1630 \RequirePackage[
1631   bibencoding=utf8,
1632   citestyle=authortitle,
1633   backend=biber,
1634 ]{biblatex}
1635 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/10_DB.bib}
1636 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/20_OOMUP.bib}
1637 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/30_AUD.bib}
1638 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/40_SOSY.bib}
1639 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/60_FUMUP.bib}
1640 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/70_THEO.bib}
1641 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/80_DDI.bib}
1642 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Allgemein.bib}
1643 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Examen.bib}
1644 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Wikipedia.bib}
1645 % To allow footnotes in the heading
1646 \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}

\literatur

1647 \def\literatur{\printbibliography[heading=subbibliography]}

1648
```

2.26 makros.sty

```

1649 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1650 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-makros}[2020/11/27 Eine Sammlung von
1651 häufig verwendeten Makros und Umgebungen, die thematisch zu keinem
1652 anderen Paket passen]
1653 \RequirePackage{hyperref}
1654 \RequirePackage{graphicx}

Für die Umgebung liQuellen benötigt.
1655 \RequirePackage{paralist}

\inhaltsverzeichnis
1656 \def\inhaltsverzeichnis {
1657   \begin{mdframed}
1658     \begin{group}
1659       \let\clearpage\relax
1660       \tableofcontents
1661     \end{group}
1662   \end{mdframed}
1663 }

\memph \mephm (\marginpar and \emph)
1664 \newcommand{\memph}[1]{\emph{#1}\marginpar{\tiny#1}}

\SLASH
1665 \newcommand\SLASH{\char`\\}

\liPseudoUeberschrift Text, der sich wie eine Überschrift verhält.
1666 \newcommand{\liPseudoUeberschrift}[1]{
1667   \bigskip
1668   \noindent
1669   \textsf{\textbf{#1}}
1670   \noindent
1671 }

\liBeschriftung Ähnlich dem Makro \liPseudoUeberschrift{}. Am Ende des Textes wird ein Doppelpunktzeichen angehängt.
1672 \newcommand{\liBeschriftung}[1]{
1673   \par
1674   \noindent
1675   \medskip
1676   \textbf{#1}:
1677   \medskip
1678   \noindent
1679 }

\hinweis
1680 \def\hinweis#1{{\footnotesize#1}}

liProjektSprache \begin{liProjektSprache}{NameProjektSprache} \end{liProjektSprache}: Zum
Einbetten von projekteigenen Minisprachen/DSLs (Domain-specific language) (z. B. RelationenSchema). Der Inhalt der Umgebung wird nicht von TeX kompiliert, sondern von
dem Java-Kommandozeilen-Programm didaktik.java verarbeitet.
1681 \NewDocumentEnvironment { liProjektSprache }{ o +b } {} {}

liEinbettung
1682 \NewDocumentEnvironment { liEinbettung }{ o +b } {#2} {}

liAntwort Zum Setzen von Antworten. Sie werden mit einem Kasten umgeben. Könnten eventuell
ausgeblendet werden, wenn man nur die Lösung sehen will.
1683 \RequirePackage{xparse}
1684 \ExplSyntaxOn

```

```

1685 \NewDocumentEnvironment{ liAntwort } { 0{standard} }
1686 {
1687   \str_case:nn {#1} {
1688     {standard} {
1689       \def\beschriftung{}
1690       \mdfsetup{backgroundcolor=gray!1,linecolor=gray}
1691     }
1692     {richtig} {
1693       \def\beschriftung{richtig}
1694       \mdfsetup{backgroundcolor=green!5,linecolor=green}
1695     }
1696     {falsch} {
1697       \def\beschriftung{falsch}
1698       \mdfsetup{backgroundcolor=red!3,linecolor=red}
1699     }
1700     {muster} {
1701       \def\beschriftung{Musterlösung}
1702       \mdfsetup{backgroundcolor=green!12,linecolor=green}
1703     }
1704   }
1705   \ifx\beschriftung\empty\else
1706     \noindent
1707     \textbf{\beschriftung{:}}
1708     \fi
1709     \begin{mdframed}
1710   }
1711 {\end{mdframed}}

```

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

```

1712 \NewDocumentEnvironment{ liAdditum } { o }
1713 {
1714   \begin{mdframed}[backgroundcolor=yellow!5]
1715     \IfNoValueTF {#1}
1716     { \liPseudoUeberschrift{Additum} }
1717     { \liPseudoUeberschrift{Additum:~#1} }
1718   }
1719 {\end{mdframed}}

```

liExkurs \begin{liExkurs}[Linear rekursiv]
 Die häufigste Rekursionsform ist die lineare Rekursion, bei der in jedem Fall der rekursiven Definition höchstens ein rekursiver Aufruf vorkommen darf.
 \end{liExkurs}

Exkurs: Linear rekursiv

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

```

1720 \NewDocumentEnvironment{ liExkurs }{o +b}{
1721   \vspace{0.2cm}%
1722   \begin{mdframed}[
1723     backgroundcolor=white,
1724     bottomline=false,
1725     innermargin=1cm,
1726     leftline=true,
1727     linecolor=black,
1728     linewidth=0.1cm,
1729     outermargin=1cm,
1730     rightline=false,
1731     topline=false,
1732   ]

```



```

1733 \footnotesize
1734 \noindent%
1735 \textbf{Exkurs:~\#1}\par%
1736 \noindent%
1737 #2
1738 \end{mdframed}
1739 \vspace{0.2cm}
1740 }{}

```

liQuellen <https://tex.stackexchange.com/a/229004>

```

\begin{liQuellen}
\item Quelle 1
\item Quelle 2
\end{liQuellen}

```

Weiterführende Literatur:

- Quelle 1
- Quelle 2

```

1741 \cs_new:Npn \listen@punkt #1 {\item #1}
1742 \NewDocumentEnvironment { liQuellen }{ +b }
1743 {
1744   \seq_clear_new:N \l_quellen
1745   \seq_set_split:Nnn \l_quellen {\item} {#1}
1746   \seq_remove_all:Nn \l_quellen {}
1747   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
1748     \footnotesize
1749     \noindent
1750     \textsf{\textbf{Weiterführende~Literatur:}}
1751     \medskip
1752     \begin{compactitem}
1753       \seq_map_function:NN \l_quellen {\listen@punkt}
1754     \end{compactitem}
1755   \end{mdframed}
1756   %
1757   \makeatletter
1758   \par\@afterindentfalse\@afterheading
1759   \makeatother
1760 } {}

```

liLernkartei

```

1761 \NewDocumentEnvironment { liLernkartei }{ m +b }
1762 {
1763   \begin{mdframed}
1764     \footnotesize
1765     \noindent%
1766     \textbf{Lernkarteikarte:~\#1}\par%
1767     \noindent%
1768     #2
1769   \end{mdframed}
1770 } {}

```

liDiagramm \begin{liDiagramm}{beschriftung}\end{liDiagramm}: Zu setzen einer Graphik bzw eines Diagramms.

```

1771 \NewDocumentEnvironment { liDiagramm }{ m +b }
1772 {
1773   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
1774     \small
1775     \noindent%
1776     \textit{#1}:
1777     \begin{center}

```

```

1778 #2
1779 \medskip
1780 \end{center}
1781 \end{mdframed}
1782 } {}
1783 \ExplSyntaxOff

\liFussnoteUrl \liFussnoteUrl[\langle zusätzlicher-text \rangle]{\langle url \rangle} \liFussnoteUrl[zusätzlicher Text]{url}:
Eine HTTP-URL als Fußnote setzen.
1784 \NewDocumentCommand{\liFussnoteUrl} { o m } {
1785 \footnote{\url{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ ( #1 )}}
1786 }
1787

\liFussnoteLink \liFussnoteLink[\langle zusätzlicher-text \rangle]{\langle link-text \rangle}{\langle url \rangle} \liFussnoteLink[zusätzlicher Text]{tex
Einen Link, d. h. einen Link-Text und eine URL als Fußnote setzen.
1788 \NewDocumentCommand{\liFussnoteLink} { o m m } {
1789 \footnote{\href{#3}{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ ( #1 )}}
1790 }

\zB
1791 \def\zB{z.\,B. }

\ZB
1792 \def\ZB{Z.\,B. }

\dh
1793 \def\dh{d.\,h. }

1794

```

2.27 master-theorem.sty

1795 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

1796 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-master-theorem}[2021/04/13]

2.27.1 Makro-Kürzel

\let\O=\liO

\let\o=\liOmega

\let\T=\liT

\let\t=\liTheta

\liMasterVariablenDeklaration

{3} % a

{3} % b

{\mathcal{O}(1)} % f(n)

\liMasterFallRechnung

% 1. Fall

{für $\varepsilon = 4$: \}

$f(n) = 5n^2 \in \mathcal{O}(n^{\log_2 8 - 4}) = \mathcal{O}(n^{\log_2 4}) = \mathcal{O}(n^2)$

% 2. Fall

$f(n) = 5n^2 \notin \mathcal{T}(n^{\log_2 8}) = \mathcal{T}(n^3)$

% 3. Fall

$f(n) = 5n^2 \notin \mathcal{O}(n^{\log_2 8 + \varepsilon})$

\liMasterWolframLink{T[n]=9T[n/3]\%2B5n^2}

\liMasterVariablenDeklaration

{ } % a

{ } % b

{ } % f(n) ohne \$mathe\$

\liMasterFallRechnung

% 1. Fall

{ }

% 2. Fall

{ }

% 3. Fall

{ }

$\rightarrow T(n) \in \mathcal{T}(n^2 \cdot \log n)$

\liMasterWolframLink{T[n]=9T[n/3]\%2B5n^2}

1797 \ExplSyntaxOn

1798 \RequirePackage{amsmath}

\liRundeKlammer

1799 \def\liRundeKlammer#1{

1800 \negthinspace \left(#1 \right)

1801 }

\liTheta \liTheta{n^2}: $\Theta(n^2)$

1802 \def\liThetaOhneMathe#1{

1803 \Theta \liRundeKlammer{#1}

1804 }

1805 \def\liTheta#1{

1806 \ifmmode

1807 \liThetaOhneMathe{#1}

1808 \else

1809 \$\liThetaOhneMathe{#1}\$

1810 \fi

1811 }

```

\liOmega \liOmega{n^2}:  $\Omega(n^2)$ 
1812 \def\liOmegaOhneMathe#1{
1813 \Omega \liRundeKlammer{#1}
1814 }
1815 \def\liOmega#1{
1816 \ifmmode
1817 \liOmegaOhneMathe{#1}
1818 \else
1819 $\liOmegaOhneMathe{#1}$
1820 \fi
1821 }

\liO \liO{n^2}:  $\mathcal{O}(n^2)$ 
1822 \def\liOOhneMathe#1{
1823 \mathcal{O} \liRundeKlammer{#1}
1824 }
1825 \def\liO#1{
1826 \ifmmode
1827 \liOOhneMathe{#1}
1828 \else
1829 $\liOOhneMathe{#1}$
1830 \fi
1831 }

\liT Let-Abkürzung: \let\T=\liT
\liT{16}{2}:  $16 \cdot T\left(\frac{n}{2}\right)$  \liT{}{2}:  $T\left(\frac{n}{2}\right)$ 
1832 \def\liTOhneMathe#1#2{
1833 \tl_if_blank:nTF {#1}
1834 {}
1835 {#1 \cdot }
1836 T
1837 \liRundeKlammer{\frac{n}{#2}}
1838 }
1839 \def\liT#1#2{
1840 \ifmmode
1841 \liTOhneMathe{#1}{#2}
1842 \else
1843 $\liTOhneMathe{#1}{#2}$
1844 \fi
1845 }

\liRekursionsGleichung \liRekursionsGleichung:  $T(n) = a \cdot T\left(\frac{n}{b}\right) + f(n)$ 
1846 \def\liRekursionsGleichung{
1847 $T(n) = \liT{a}{b} + f(n)$
1848 }

\liBedingungEins \liBedingungEins:  $f(n) \in \mathcal{O}(n^{\log_b a - \varepsilon})$ 
1849 \def\liBedingungEins{
1850 $f(n) \in \liO{n^{\log\sb{b}a - \varepsilon}}$
1851 }

\liBedingungZwei \liBedingungZwei:  $f(n) \in \Theta(n^{\log_b a})$ 
1852 \def\liBedingungZwei{
1853 $f(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a}}$
1854 }

\liBedingungDrei \liBedingungDrei:  $f(n) \in \Omega(n^{\log_b a + \varepsilon})$ 
1855 \def\liBedingungDrei{
1856 $f(n) \in \liOmega{n^{\log\sb{b}a + \varepsilon}}$
1857 }

1858 \ExplSyntaxOff

```

\liMasterVariablen

```

1859 \def\liMasterVariablen{
1860   \begin{displaymath}
1861     T(n) = \liT{a}{b} + f(n)
1862   \end{displaymath}
1863
1864   \begin{itemize}
1865     \item[$a = $]
1866       Anzahl der rekursiven Aufrufe, Anzahl der Unterprobleme in der
1867       Rekursion
1868       ($a \geq 1$).
1869
1870     \item[$\textstyle{\frac{1}{b}} = $]
1871       Teil des Originalproblems, welches wiederum durch alle Unterprobleme
1872       repräsentiert wird, Anteil an der Verkleinerung des Problems ($b > 1$).
1873
1874     \item[$f(n) = $]
1875       Kosten (Aufwand, Nebenkosten), die durch die Division des Problems und
1876       die Kombination der Teillösungen entstehen. Eine von $T(n)$
1877       unabhängige und nicht negative Funktion.
1878   \end{itemize}
1879   \footcite{wiki:master-theorem}
1880   \footcite[Seite 19-35]{aud:fs:2}
1881 }

```

\liMasterFaelle

```

1882 \def\liMasterFaelle{
1883   \begin{description}
1884     \item[1. Fall:]
1885       $T(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a}}$
1886
1887       \hfill falls \liBedingungEins
1888       für $\varepsilon > 0$
1889
1890     \item[2. Fall:]
1891       $T(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a} \cdot \log n}$
1892
1893       \hfill falls \liBedingungZwei
1894
1895     \item[3. Fall:]
1896       $T(n) \in \liTheta{f(n)}$
1897
1898       \hfill falls \liBedingungDrei
1899       für $\varepsilon > 0$
1900       und ebenfalls für ein $c$ mit $0 < c < 1$ und alle hinreichend großen $n$
1901       gilt:
1902       $a \cdot f(\textstyle{\frac{n}{b}}) \leq c \cdot f(n)$
1903   \end{description}
1904 }

```

\liMasterVariablenDeklaration

```

1905 \def\liMasterVariablenDeklaration#1#2#3{
1906   \begin{description}
1907     \item[Allgemeine Rekursionsgleichung:] \strut
1908
1909     \liRekursionsGleichung
1910
1911     \item[Anzahl der rekursiven Aufrufe ($a$):] \strut
1912
1913     #1
1914
1915     \item[Anteil Verkleinerung des Problems ($b$):] \strut
1916

```

```

1917     um  $\frac{1}{\#2}$  also  $b = \#2$ 
1918
1919     \item[Laufzeit der rekursiven Funktion ( $f(n)$ ):] \strut
1920
1921      $\#3$ 
1922
1923     \item[Ergibt folgende Rekursionsgleichung:] \strut
1924
1925      $T(n) = \text{\liT{\#1}{\#2}} + \#3$ 
1926 \end{description}
1927 }

\liMasterFallRechnung
1928 \def\liMasterFallRechnung#1#2#3{
1929     \begin{description}
1930     \item[1. Fall:] \liBedingungEins:
1931
1932     #1
1933
1934     \item[2. Fall:] \liBedingungZwei:
1935
1936     #2
1937
1938     \item[3. Fall:] \liBedingungDrei:
1939
1940     #3
1941     \end{description}
1942 }

\liMasterExkurs
1943 \def\liMasterExkurs{
1944     \begin{liExkurs}[Master-Theorem]
1945     \liMasterVariablen
1946
1947     \noindent
1948     Dann gilt:
1949
1950     \liMasterFaelle
1951     \end{liExkurs}
1952 }

\liMasterWolframLink Link zu Wolframalpha (+ durch Prozent 2B ersetzen)
1953 \def\liMasterWolframLink#1{
1954     Berechne die Rekursionsgleichung auf WolframAlpha:
1955     \href{https://www.wolframalpha.com/input/?i=\#1}{WolframAlpha}
1956 }

1957

```

2.28 mathe.sty

```
1958 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1959 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-mathe}[2020/06/10]
1960
1961 % for example \ltimes \rtimes
1962 %\RequirePackage{amssymb}
1963 \RequirePackage{amsmath}
1964
1965 %%
1966 % \mlq \mrq
1967 %%
1968 \DeclareMathSymbol{\mlq}{\mathord}{operators}{``}
1969 \DeclareMathSymbol{\mrq}{\mathord}{operators}{`'}
1970
```

2.29 minimierung.sty

```

1971 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1972 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-mathe}[2021/03/13 Für den
1973 Minimierungsalgorithmus von einem NEA zu einem DEA]

1974 \liLadePakete{typographie}

\let\z=\liZustandsnameTiefgestellt
\let\f=\liFussnote
\let\l=\liLeereZelle
\let\Z=\liZustandsPaar
\let\erklaerung=\liMinimierungErklaerung

\begin{tabular}{|c||c|c|c|c|c|c|c|c|c|}
\hline
\z0 & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l \\
\z1 & & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l \\
\z2 & & & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l \\
\z3 & & & & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l \\
\z4 & & & & & \l & \l & \l & \l & \l & \l \\
\z5 & & & & & & \l & \l & \l & \l & \l \\
\z6 & & & & & & & \l & \l & \l & \l \\
\z7 & & & & & & & & \l & \l & \l \\
\z8 & & & & & & & & & \l & \l \\
& \z0 & \z1 & \z2 & \z3 & \z4 & \z5 & \z6 & \z7 & \z8 & \l \\
\end{tabular}

\liFussnoten

\begin{liUebergangsTabelle}{0}{1}
\Z01 & \Z10 & \Z23 & \\
\Z05 & \Z15 & \Z25 & \f2 \\
\Z15 & \Z05 & \Z35 & \f2 \\
\Z23 & \Z44 & \Z55 & \\
\Z24 & \Z44 & \Z55 & \\
\Z34 & \Z44 & \Z55 & \\
\end{liUebergangsTabelle}

\liFussnote

1975 \def\liFussnote#1{\$x_{#1}\$}

1976 \def\li@fussnote@text#1#2{
1977 \liFussnote{#1}
1978 \quad
1979 {\footnotesize #2}
1980 }

\liFussnoteEinsText

1981 \def\liFussnoteEinsText{
1982 \li@fussnote@text{1}
1983 {Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.}
1984 }

\liFussnoteZweiText

1985 \def\liFussnoteZweiText{
1986 \li@fussnote@text{2}
1987 {Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.}
1988 }

\liFussnoteDreiText

1989 \def\liFussnoteDreiText{
1990 \li@fussnote@text{3}

```



```

1991 {In weiteren Iterationen markierte Zustände.}
1992 }

\liFussnoteVierText
1993 \def\liFussnoteVierText{
1994 \li@fussnote@text{4}
1995 {...}
1996 }

\liFussnoten
1997 \def\liFussnoten{
1998 \bigskip
1999
2000 \noindent
2001 \liFussnoteEinsText
2002
2003 \noindent
2004 \liFussnoteZweiText
2005
2006 \noindent
2007 \liFussnoteDreiText
2008
2009 \noindent
2010 \liFussnoteVierText
2011 }

\liLeereZelle \liLeereZelle:  $\emptyset$ 
Let-Abkürzung: \let\l=\liLeereZelle
2012 \def\liLeereZelle{\$\emptyset\$}

\liZustandsPaarVariablenName
2013 \def\liZustandsPaarVariablenName{z}

\liZustandsPaar
2014 \def\liZustandsPaar#1#2{
2015 $(
2016 \liZustandsPaarVariablenName_#1,
2017 \liZustandsPaarVariablenName_#2
2018 )$
2019 }

liUebergangsTabelle
2020 \renewcommand{\arraystretch}{1.4}
2021 \NewDocumentEnvironment{ liUebergangsTabelle } { m m } {
2022 \liPseudoUeberschrift{Übergangstabelle}
2023 \begin{center}
2024 \begin{tabular}{r|l|l}
2025 \textbf{Zustandspaar} & \textbf{#1} & \textbf{#2} \\ \hline
2026 } {
2027 \end{tabular}
2028 \end{center}
2029 }

liUeberschriftDreiecksTabelle \liUeberschriftDreiecksTabelle: Minimierungstabelle (Table filling)
2030 \ExplSyntaxOn
2031 \def\liUeberschriftDreiecksTabelle{
2032 \liPseudoUeberschrift{Minimierungstabelle~(Table~filling)}
2033 }

```

\liMinimierungErklaerung **Let-Abkürzung:** `\let\verklaerung=\liMinimierungErklaerung`

— Der Minimierungs-Algorithmus (auch Table-Filling-Algorithmus genannt) trägt in seinem Verlauf eine Markierung in alle diejenigen Zellen der Tabelle ein, die zueinander nicht äquivalente Zustände bezeichnen. Die Markierung „ x_n “ in einer Tabellenzelle (i, j) bedeutet dabei, dass das Zustandspaar (i, j) in der k -ten Iteration des Algorithmus markiert wurde und die Zustände i und j somit zueinander $(k - 1)$ -äquivalent, aber nicht k -äquivalent und somit insbesondere nicht äquivalent sind. Bleibt eine Zelle bis zum Ende unmarkiert, sind die entsprechenden Zustände zueinander äquivalent. —

```

2034 \def\liMinimierungErklaerung{
2035   %\footcite[Seite~19]{koenig}
2036   \liParagraphMitLinien{
2037     Der~Minimierungs-Algorithmus~(auch~Table-Filling-Algorithmus-genannt)~
2038     trägt~in~seinem~Verlauf~eine~Markierung~in~alle~
2039     diejenigen~Zellen~der~Tabelle~ein,~die~zueinander~nicht~äquivalente~
2040     Zustände~bezeichnen.~Die~Markierung~„ $x_{\sb{n}}$ “~in~einer~Tabellenzelle~( $i$ ,~
2041      $j$ )~bedeutet~dabei,~dass~das~Zustandspaar~( $i$ ,~ $j$ )~in~der~ $k$ -ten~
2042     Iteration~des~Algorithmus~markiert~wurde~und~die~Zustände~ $i$ ~und~ $j$ ~
2043     somit~zueinander~( $k - 1$ )~äquivalent,~aber~nicht~ $k$ -äquivalent~und~
2044     somit~insbesondere~nicht~äquivalent~sind.~Bleibt~eine~Zelle~bis~zum~Ende~
2045     unmarkiert,~sind~die~entsprechenden~Zustände~zueinander~äquivalent.
2046   }
2047 }
2048 \ExplSyntaxOff
2049

```

2.30 normalformen.sty

```
2050 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2051 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-normalformen}[2020/12/10
2052 Hilfsmakros zum Setzen von Normalformen, Funktionalen Abhängigkeiten,
2053 Attributhülle]
```

Mathe für textit tex etc, typographie für geschweifte Klammer

```
2054 \liLadePakete{mathe,typographie}
2055 \directlua{
2056   helfer = require('lehramt-informatik-helfer')
2057   normalformen = require('lehramt-informatik-normalformen')
2058 }
```

2.30.1 Makro-Kürzel

```
\let\ah=\liAttributHuelle
\let\ahL=\liLinksReduktion
\let\ahl=\liLinksReduktionInline
\let\ahr=\liRechtsReduktionInline
\let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
\let\FA=\liFunktionaleAbhaengigkeiten
\let\m=\liAttributMenge
\let\r=\liRelation
\let\u=\underline
```

```
2059 \def\liTeilen#1{
2060   \directlua{tex.print(normalformen.teilen('#1'))}
2061 }
```

```
\liAttributHuelle Let-Abkürzung: \let\ah=\liAttributHuelle
                  \ah{F, \m{A, B}} AttrHülle( $F, \{A, B\}$ ) Regulärer Ausdruck zum Konvertieren
                  AttrHülle((.*)\ ) \ah{$1}
2062 \def\liAttributHuelleOhneMathe#1{\text{AttrHülle}(\#1)}
2063 \def\liAttributHuelle#1{
2064   \ifmmode
2065     \liAttributHuelleOhneMathe{\#1}
2066   \else
2067     $\liAttributHuelleOhneMathe{\#1}$
2068   \fi
2069 }
```

```
\liAttributMenge Let-Abkürzung: \let\m=\liAttributMenge
2070 \def\liAttributMenge#1{\{ \textit{\#1} \}}
```

liAHuelle

```
2071 \NewDocumentEnvironment{ liAHuelle } { +b } {
2072   \begingroup
2073   \footnotesize
2074   \begin{multline*}
2075     \#1
2076   \end{multline*}
2077   \endgroup
2078 } { }
```

```
\liLinksReduktion Nur innerhalb von liAHuelle zu verwenden bzw. multline
Let-Abkürzung: \let\ahL=\liLinksReduktion
                  \ahL{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
2079 \def\liLinksReduktion#1#2#3{
2080   \shoveleft{
2081     \liAttributHuelleOhneMathe{FA,
2082       \liAttributMenge{\#1 \string\ #2}} =
2083   } \\\
```

```

2084 \shoveright{
2085   \liAttributMenge{#3}
2086 } \\\
2087 }

```

```

\liLinksReduktionInline Let-Abkürzung: \let\ahL=\liLinksReduktionInline
    \ahl{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
\ahl{A, E}{E}{A, E, F, B, \textbf{D}}: AttrHülle( $F, \{A, E \setminus E\}$ ) =  $\{A, E, F, B, D\}$ 
2088 \def\liLinksReduktionInline#1#2#3{%
2089   {%
2090     \footnotesize%
2091     $\liAttributHuelleOhneMathe{F,
2092       \liAttributMenge{#1} \string\ #2}} =
2093     \liAttributMenge{#3}$
2094   }
2095 }

```

```

\liLinksReduktionInline Let-Abkürzung: \let\ahr=\liLinksReduktionInline
    \ahr{gelöschte FA}{neue FA ohne rechts Attribut}{gegebene Attribute}{Ergebnis}
2096 \def\liRechtsReduktionInline#1#2#3#4{%
2097   {%
2098     \footnotesize%
2099     $\liAttributHuelleOhneMathe{
2100       F \setminus
2101       \liFunktionaleAbhaengigkeit{#1}
2102       \def\tmp{#2}\ifx\tmp\empty
2103       \else
2104         \cup \liFunktionaleAbhaengigkeit{#2}
2105       \fi
2106     ,
2107     \liAttributMenge{#3}
2108   } =
2109   \liAttributMenge{#4}$
2110 }
2111 }

```

```

\liFunktionaleAbhaengigkeit Let-Abkürzung: \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
    \fa{A, B -> C, D}:  $\{A, B\} \rightarrow \{C, D\}$  Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
\$(.*?) \\\rightarrow (.*)\$ \fa{$1 -> $2}
2112 \def\liFunktionaleAbhaengigkeit#1{%
2113   \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeit('#1', false)}%
2114 }

```

```

\liFunktionaleAbhaengigkeiten \FA[F]{
    M -> M;
    M -> N;
    V -> T, P, PN;
    P -> PN;
}

```

$$F = \left\{ \begin{array}{l} \{M\} \rightarrow \{M\}, \\ \{M\} \rightarrow \{N\}, \\ \{V\} \rightarrow \{T, P, PN\}, \\ \{P\} \rightarrow \{PN\}, \end{array} \right\}$$

```

Let-Abkürzung: \let\FA=\liFunktionaleAbhaengigkeiten
    Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \item \$(.*) \\\rightarrow (.*)\$ \fa{(.*) \\\rightarrow
$1 -> $2;

```

```

2115 \NewDocumentCommand {\liFunktionaleAbhaengigkeiten} { O{FA} m } {
2116   \liGeschweifteKlammern
2117   {#1}
2118   {
2119     \begin{align*}
2120       \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeiten('#2')}
2121     \end{align*}
2122   }
2123   {-0.5cm}
2124   {-1.7cm}
2125 }

\liRelation Let-Abkürzung: \let\r=\liRelation
      \r[R3]{\u{A}, B, C}:  $R_3(\underline{A}, B, C)$  Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
      \$(R.*)\((.*)\)\$ \liRelation[$1]{$2}

2126 \NewDocumentCommand {\liRelation} { O{R} m } {
2127   $\directlua{
2128     local name = helper.konvertiere_tiefgestellt('#1')
2129     tex.print(name)
2130   }$(\textit{\,#2\,})
2131 }

2132

```

2.31 petri.sty

2133 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2134 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-petri}[2020/12/03]

2.31.1 Makro-Kürzel

\let\t=\liPetriTransitionsName

\let\tp=\liPetriTransPfeile

\let\k=\liPetriErreichKnotenDrei

2135 \RequirePackage{tikz}

2136 \usetikzlibrary{petri,arrows.meta}

Für die Darstellungsmatrix

2137 \RequirePackage{blkarray}

```
\def\TmpA#1{
  \liPetriSetzeSchluessel%
  \pgfkeys{/petri/.cd,#1}%
  \begin{tikzpicture}[li petri]
    \node at (-0.25,-0.25) {};
    \node at (\TmpX,\TmpY) {};

    \begin{scope}[transform canvas={scale=\TmpScale},x=2cm,y=2cm,]
      \node[place,tokens=\TmpPlaceOne,label=$p_1$] at (0,1) (p1) {};
      \node[place,tokens=\TmpPlaceTwo,label=$p_2$] at (2,2) (p2) {};
      \node[place,tokens=\TmpPlaceThree,label=east:$p_3$] at (2,0) (p3) {};

      \node[transition,label=east:$t_1$, \TmpTransitionOne] at (2,1) {}
        edge[pre] (p2)
        edge[post] (p3);
      \node[transition,label=$t_2$, \TmpTransitionTwo] at (1,1.5) {}
        edge[pre] (p1)
        edge[post] (p2);
      \node[transition,label=$t_3$, \TmpTransitionThree] at (1,0.5) {}
        edge[pre] (p3)
        edge[post] (p1);
      \node[transition,label=$t_4$, \TmpTransitionFour] at (1,1) {}
        edge[pre] (p2)
        edge[pre] (p3)
        edge[post] (p1);
    \end{scope}
  \end{tikzpicture}
}
```

\liPetriSetzeSchluessel

2138 \def\liPetriSetzeSchluessel{%

2139 \def\TmpTransitionOne{}%

2140 \def\TmpTransitionTwo{}%

2141 \def\TmpTransitionThree{}%

2142 \def\TmpTransitionFour{}%

2143 \def\TmpTransitionFive{}%

2144 \def\TmpTransitionSix{}%

2145 \def\TmpTransitionSeven{}%

2146 \def\TmpTransitionEight{}%

2147 \def\TmpTransitionNine{}%

2148 \def\TmpTransitionTen{}%

2149 \pgfkeys{/petri/.cd,

2150 p1/.store in=\TmpPlaceOne,p1/.default=0,p1,

2151 p2/.store in=\TmpPlaceTwo,p2/.default=0,p2,

2152 p3/.store in=\TmpPlaceThree,p3/.default=0,p3,

2153 p4/.store in=\TmpPlaceFour,p4/.default=0,p4,

```

2154     p5/.store in=\TmpPlaceFive,p5/.default=0,p5,
2155     p6/.store in=\TmpPlaceSix,p6/.default=0,p6,
2156     p7/.store in=\TmpPlaceSeven,p7/.default=0,p7,
2157     p8/.store in=\TmpPlaceEight,p8/.default=0,p8,
2158     p9/.store in=\TmpPlaceNine,p9/.default=0,p9,
2159     p10/.store in=\TmpPlaceTen,p10/.default=0,p10,
2160     t1/.store in=\TmpTransitionOne,t1/.default=activated,
2161     t2/.store in=\TmpTransitionTwo,t2/.default=activated,
2162     t3/.store in=\TmpTransitionThree,t3/.default=activated,
2163     t4/.store in=\TmpTransitionFour,t4/.default=activated,
2164     t5/.store in=\TmpTransitionFive,t5/.default=activated,
2165     t6/.store in=\TmpTransitionSix,t6/.default=activated,
2166     t7/.store in=\TmpTransitionSeven,t7/.default=activated,
2167     t8/.store in=\TmpTransitionEight,t8/.default=activated,
2168     t9/.store in=\TmpTransitionNine,t9/.default=activated,
2169     t10/.store in=\TmpTransitionTen,t10/.default=activated,
2170     scale/.store in=\TmpScale,scale/.default=0.5,
2171     x/.store in=\TmpX,x/.default=5,
2172     y/.store in=\TmpY,y/.default=5,
2173 }%
2174 }

```

```

2175 \tikzset{
2176   li petri/.style={
2177     activated/.style={
2178       very thick
2179     },
2180     inhibitor/.style={
2181       {Circle[open,length=2mm,fill=white]}-
2182     }
2183   }
2184 }

```

\liPetriTransitionsName **Let-Abkürzung:** \let\t=\liPetriTransitionsName
 \t_(\d+)\\$ \t\$1

```

2185 \def\liPetriTransitionsNameOhneMathe#1{t\sb{#1}}
2186 \def\liPetriTransitionsName#1{
2187   \ifmmode
2188     \liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}
2189   \else
2190     $\liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}$
2191   \fi
2192 }

```

\liPetriErreichTransition **Let-Abkürzung:** \let\t=\liPetriErreichTransition

```

2193 \NewDocumentCommand{ \liPetriErreichTransition } { m m m O{} O{} } {
2194   \draw[->] (#1) edge[#4] node[pos=0.5,auto,sloped,#5]{t\sb{#3}$} (#2);
2195 }

```

\liPetriErreichKnotenDrei **Let-Abkürzung:** \let\k=\liPetriErreichKnotenDrei

```

2196 \def\liPetriErreichKnotenDrei#1#2#3{(#1,#2,#3)}

```

\liPetriTransPfeile **Let-Abkürzung:** \let\tp=\liPetriTransPfeile

```

2197 \def\liPetriTransPfeile#1{ $\rightarrow \hspace{0.4cm} \liPetriTransitionsName{#1} \hspace{0.3cm}
2198 }

```

2.32 potenzmengen-konstruktion.sty

```
2199 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2200 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-potenzmengen-konstruktion}[2021/02/21 Hilfsmakros
2201 einzusetzen bei der Potenzmengen-Konstruktion (Potenzmengen-Algorithmus)]
```

```
2202 \liLadePakete{formale-sprachen}
2203 \ExplSyntaxOn
```

```
\def\z#1{
  \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}{l|l|l}
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 \liZustandsMengenSammlung{nummer}{latex3 str_case:nn}
```

```
\def\z#1{
  \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}
    }
  }
}
```

```
2204 \def\liZustandsMengenSammlung#1#2{
2205   \liZustandsnameGross{#1}
2206   {
2207     \footnotesize
2208     \liPotenzmenge{
2209       \str_case:nn {#1} {#2
2210       }
2211     }
2212 }
```

```
\liZustandsMengenSammlungNr
```

```
2213 \def\liZustandsMengenSammlungNr#1#2{
2214   \liZustandsnameGross{#1}
2215   {
```



```
2216     \footnotesize
2217     \liZustandsmengeNr{
2218         \str_case:nn {#1} #2
2219     }
2220 }
2221 }

2222 \ExplSyntaxOff
2223
```

2.33 pseudo.sty

```

2224 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2225 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-pseudo}[2020/12/30 Paket zum Setzen
2226 von Pseudo-Code, Hüll-Paket um algorithm2e]

\begin{algorithm}[H]
\KwData{$G = (V, E, w)$: ein zusammenhängender, ungerichteter,
kantengewichteter Graph  $\text{kruskal}(G)$ }
$E' \leftarrow \emptyset$;
$L \leftarrow E$;
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  $(V, E' \cup \{e\})$  keinen Kreis enthält}{
    $E' \leftarrow E' \cup \{e\}$;
  }
}
\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

<p>Data: $G = (V, E, w)$: ein zusammenhängender, ungerichteter, kantengewichteter Graph $\text{kruskal}(G)$</p> <p>$E' \leftarrow \emptyset$; $L \leftarrow E$; Sortiere die Kanten in L aufsteigend nach ihrem Kantengewicht.;</p> <p>while $L \neq \emptyset$ do</p> <div style="margin-left: 20px;"> 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 </div> <p>end</p> <p>Result: $M = (V, E')$ ist ein minimaler Spannbaum von G.</p>

```

2227 \RequirePackage[german,boxruled]{algorithm2e}

```

```

2228

```

2.34 pumping-lemma.sty

2229 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
 2230 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-pumping-lemma}[2021/08/11 Enthält die
 2231 Definitionen für das Pumping-Lemma in der Regulären Sprache und
 2232 in der Kontextfreien Sprache]

\liPumpingRegulaer

```
2233 \def\liPumpingRegulaer{%
2234   Es sei  $L$  eine reguläre Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass für
2235   alle Wörter  $\omega \in L$  mit  $|\omega| \geq j$  (jedes Wort  $\omega$  in
2236    $L$  mit Mindestlänge  $j$ ) jeweils eine Zerlegung  $\omega = uvw$ 
2237   existiert, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
2238
2239   \begin{enumerate}
2240     \item  $|v| \geq 1$ 
2241     (Das Wort  $v$  ist nicht leer.)
2242
2243     \item  $|uv| \leq j$ 
2244     (Die beiden Wörter  $u$  und  $v$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
2245
2246     \item Für alle  $i = 0, 1, 2, \dots$  gilt  $uv^i w \in L$ 
2247     (Für jede natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^i w$  in der
2248     Sprache  $L$ )
2249   \end{enumerate}
2250
2251   Die kleinste Zahl  $j$ , die diese Eigenschaften erfüllt, wird
2252   Pumping-Zahl der Sprache  $L$  genannt.\footcite{wiki:pumping-lemma}
2253 }
```

\liPumpingKontextfrei

```
2254 \def\liPumpingKontextfrei{%
2255   Es sei  $L$  eine kontextfreie Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass
2256   sich alle Wörter  $\omega \in L$  mit  $|\omega| \geq j$  zerlegen lassen in
2257    $\omega = uvwxy$ , sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
2258
2259   \begin{enumerate}
2260     \item  $|vx| \geq 1$ 
2261     (Die Wörter  $v$  und  $x$  sind nicht leer.)
2262
2263     \item  $|vwx| \leq j$ 
2264     (Die Wörter  $v$ ,  $w$  und  $x$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
2265
2266     \item Für alle  $i \in \mathbb{N}_0$  gilt  $uv^iwx^iy \in L$  (Für jede
2267     natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^iwx^iy$  in der
2268     Sprache  $L$ )
2269   \end{enumerate}
2270 }
```

2271

2.35 quicksort.sty

```

2272 % https://tex.stackexchange.com/a/142634
2273 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2274 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-quicksort}[2020/06/12]
2275
2276 %-----
2277 % USAGE:
2278 % \QSinitialize{comma, separated, numerical, values}
2279 % \loop
2280 % \QSpivotStep
2281 % \ifnum\value{pivotcount}>0
2282 %   \QSSortStep
2283 % \repeat
2284 %-----
2285
2286 % xintfrac does not load xinttools, this must be done explicitly if needed as here.
2287 \RequirePackage{xintfrac, xinttools}
2288
2289 \RequirePackage{tikz}
2290
2291 %-----
2292 % FIRST PART: TikZ styles and macros for the actual drawing
2293 \newcounter{cellcount}% used for coordinates of the node
2294 \newcounter{pivotcount}% when it will remain at zero, will signal the sort is finished.
2295
2296 % Styles defined by Tom Bombaldi. (modified: all share the same size)
2297 % (re-modified \bf -> \bfseries due to extremely annoying warnings from
2298 % KOMA-script which are truly a pain and do not make any sense regarding \bf:
2299 % if I want to use \bf, and know what I am doing, why should I get HARASSED
2300 % by police of LaTeX good conduct ? )
2301 \tikzset{l/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=lime!70!gray},
2302          o/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=olive!50},
2303          r/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black, text=white},
2304 % this is the "b" style as used in the image below
2305          b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black, text=white},
2306 % nicer:
2307          b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=white, text=magenta},
2308          g/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=gray, text=white, text=white},
2309
2310 % NOTE the b style was originally the same as the r(aised) style apart from
2311 % not being raised, but I find it nicer with a somewhat different
2312 % specification. I have not updated the images though.
2313
2314 % How the nodes are drawn depending on whether on the left of the pivot value
2315 % or on the right, or is a pivot value, or a raised pivot during selection phase.
2316
2317 \def\DecoLEFT #1{%
2318   \xintFor* ##1 in {#1} \do
2319     {\stepcounter{cellcount}\node[o] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2320 }
2321
2322 \def\DecoINERT #1{%
2323   \xintFor* ##1 in {#1} \do
2324     {\stepcounter{cellcount}\node[g] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2325 }
2326
2327 \def\DecoRIGHT #1{%
2328   \xintFor* ##1 in {#1} \do
2329     {\stepcounter{cellcount}\node[l] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2330 }
2331
2332 \def\DecoLEFTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
2333   \xintFor* ##1 in {#1} \do

```

```

2334     {\stepcounter{cellcount}}%
2335     \xintifForLast {\node[r]}\node[o]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2336 }
2337
2338 \def\DecoINERTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
2339     \xintFor* ##1 in {#1} \do
2340     {\stepcounter{cellcount}}%
2341     \xintifForLast {\node[b]}\node[g]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2342 }
2343
2344 \def\DecoRIGHTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
2345     \xintFor* ##1 in {#1} \do
2346     {\stepcounter{cellcount}}%
2347     \xintifForLast {\node[r]}\node[l]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2348 }
2349
2350 %-----
2351 % SECOND PART: the actual sorting routines.
2352
2353 \def\QS@sort@a #1{\expandafter \QS@sort@b \expandafter {\xintLength {#1}}{#1}}
2354 \def\QS@sort@b #1{\ifcase #1
2355     \expandafter\QS@sort@empty
2356     \or\expandafter\QS@sort@single
2357     \else\expandafter\QS@sort@c
2358     \fi
2359 }%
2360 \def\QS@sort@empty #1{}
2361 \def\QS@sort@single #1{\QS@Ir {#1}}
2362
2363 % This step is to pick the last as pivot.
2364 \def\QS@sort@c #1%
2365     {\expandafter\QS@sort@d\expandafter {\romannumeral0\xintnthelt {-1}{#1}}{#1}}%
2366
2367 % Here \QSLr, \QSIr, \QSR have been let to \relax.
2368 % The trick with \xintApplyUnbraced is that for example when selecting
2369 % the elements smaller than pivot, if we had been using \xintApply we
2370 % would have had at the minimum an empty brace pair. Thus we use the
2371 % "unbraced" variant, but then the \QS@select@smaller has added in
2372 % anticipation a level of braces.
2373 \def\QS@sort@d #1#2{%
2374     \QSLr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@smaller {#1}}{#2}}}%
2375     \QSIr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@equal {#1}}{#2}}}%
2376     \QSRr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@greater {#1}}{#2}}}%
2377 }%
2378 \def\QS@select@smaller #1#2{\xintifLt {#2}{#1}{{#2}}{ }}% space will stop a f-
    expansion
2379 \def\QS@select@equal #1#2{\xintifEq {#2}{#1}{{#2}}{ }}% space will stop a f-
    expansion
2380 \def\QS@select@greater #1#2{\xintifGt {#2}{#1}{{#2}}{ }}% space will stop a f-
    expansion
2381
2382 %
2383 % NOTE 1: thus, each comparison with the pivot is done three (!) times.
2384 %
2385 % NOTE 2: we may well end up with \QSLr {<empty>} situations. This is handled
2386 % silently by the \xintFor loops, and also when \QSLr becomes \QS@sort@a, the
2387 % latter must handle correctly an empty argument.
2388
2389 %-----
2390 % THIRD PART: the main macros \QSpivotStep, \QSsortStep and \QSinitialize.
2391
2392 % This draws all with suitable highlighting for the newly chosen pivots
2393 % (which will be shown raised)

```

```

2394 \def\QSpivotStep {\let\QSLr\DecoLEFTwithPivot
2395             \let\QSIr\DecoINERT
2396             \let\QSIrr\DecoINERT
2397             \let\QSRr\DecoRIGHTwithPivot
2398 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}}%
2399             \setcounter{cellcount}{0}\setcounter{pivotcount}{0}%
2400             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2401 }
2402
2403 % This sorts and then draws, showing where the pivot chosen in the previous
2404 % step go. Next time they will have become "inert". If pivotcount is still at
2405 % zero on exit from \QSpivotStep, then this is the signal to stop before
2406 % executing \QSSortStep.
2407 \def\QSSortStep {\def\QSLr {\noexpand\QS@sort@a}%
2408             \def\QSRr {\noexpand\QS@sort@a}%
2409             \def\QSIr {\noexpand\QSIrr}%
2410             \let\QSIrr\relax
2411             \edef\QS@list{\QS@list}%
2412             \let\QSLr\relax
2413             \let\QSRr\relax
2414             \let\QSIr\relax
2415             \edef\QS@list{\QS@list}%
2416             \let\QSLr\DecoLEFT
2417             \let\QSIr\DecoINERTwithPivot
2418             \let\QSIrr\DecoINERT
2419             \let\QSRr\DecoRIGHT
2420 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}}%
2421             \setcounter{cellcount}{0}%
2422             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2423 }
2424
2425 \def\QSinitialize #1{%
2426     % first, we convert the comma separated values into a list of braced items
2427     % we use an \edef, and anyhow many \edef's will be used later
2428     \edef\QS@list {\noexpand\QSRr {\xintCSVtoList {#1}}}%
2429     \let\QSRr\DecoRIGHT
2430     % The \QSRr marker mutated to draw the last element as
2431     % pivot and the earlier ones with the suitable style.
2432     %
2433     % The list of marked braced items \QS@list is used both for drawing
2434     % (as here) and for doing the exchange of elements during sort.
2435     \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}\setcounter{cellcount}{0}%
2436             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2437 }
2438

```

2.36 relationale-algebra.sty

2439 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
 2440 \ProvidesPackage{lehrant-informatik-relationale-algebra}[2020/12/11]

2441 \RequirePackage{amsmath}

2442 \RequirePackage{amssymb}

Zum Zeichnen von Operatorenbäumen verwenden wir TikZ

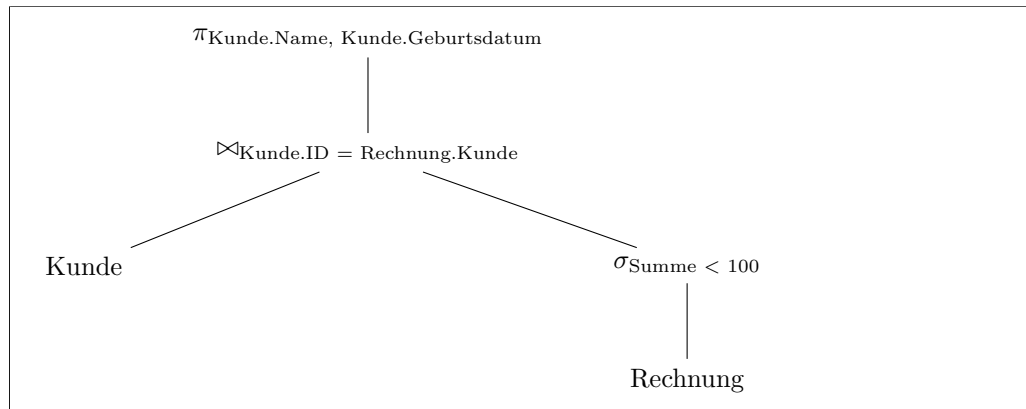
```
\begin{tikzpicture}
  \node
    (pi) {\pi_{\text{Kunde.Name, Kunde.Geburtsdatum}}};

  \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}}};
    edge (theta join);

  \node[below=of sigma rechnung]
    {Rechnung}
    edge(sigma rechnung);
\end{tikzpicture}
```



2443 \RequirePackage{tikz}

2444 \usetikzlibrary{positioning}

Privates Makros, das zwei Querstriche erzeugt.

```
2445 \def\o@join{\setbox0=\hbox{\bowtie}}%
2446 \rule[-.02ex]{.25em}{.4pt}\llap{\rule[\ht0]{.25em}{.4pt}}%
2447 }
```

\leftouterjoin A \leftouterjoin B: $A \bowtie B$

2448 \def\leftouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie}}

\rightouterjoin A \rightouterjoin B: $A \bowtie B$

2449 \def\rightouterjoin{\mathbin{\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}

\fullouterjoin A \fullouterjoin B: $A \bowtie B$

2450 \def\fullouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}

2451

2.37 rmodell.sty

```
2452 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2453 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-rmodell}[2020/09/01]
2454 Makros und Umgebungen zum Setzen des Relationenmodells beim Thema
2455 Datenbanken.]
2456 \RequirePackage{soul}
```

2.37.1 Makro-Kürzel

```
\let\a=\liAttribut
\let\f=\liFremd
\let\p=\liPrimaer
\let\r=\liRelationMenge
```

```
\liPrimaer \liPrimaer{text}: Unterstreichung für den Primärschlüssel
2457 \def\liPrimaer#1{\ul{#1}}
```

```
\liFremd \liFremd{text}: Überstreichung für den Fremdschlüssel
2458 \def\liFremd#1{{\setul{-0.9em}{}\ul{#1}}}
```

```
liRmodell \begin{liRmodell} \end{liRmodell}: Kleinere Schrift und Schreibmaschinenschrift.
2459 \def\li@Rmodell@Schrift{\footnotesize\ttfamily}
2460 \ExplSyntaxOn
2461 \NewDocumentEnvironment { liRmodell }
2462 { +b }
2463 {
2464   \medskip
2465   {
2466     \linespread{2}
2467     \setlength{\parindent}{0pt}
2468     \li@Rmodell@Schrift#1
2469   }
2470   \medskip
2471 } {}
2472 \ExplSyntaxOff
```

```
\liRelationMenge Let-Abkürzung: \let\r=\liRelationMenge
\liRelationMenge{name}{attribut, attribut}: Umhüllen der Attribute mit geschweiften
und dann eckigen Klammern.
2473 \def\liRelationMenge#1#2{
2474 \noindent
2475 #1 : \[ #2 ]\}
2476 \par
2477 }
```

```
\liAttribut Let-Abkürzung: \let\a=\liAttribut
\liAttribut{text}: Gleiche Schrift wie Umgebung liRmodell
2478 \def\liAttribut#1{{\li@Rmodell@Schrift#1}}
```

```
liRelationenSchemaFormat Dummy-Umgebung, zum Parsen durch Java gedacht.
```

```
\begin{liRelationenSchemaFormat}
Springer(Startnummer*, Nachname, Vorname, Geburtsdatum, Körpergröße)
Sprung(SID*, Beschreibung, Schwierigkeit)
springt(SID[Sprung], Startnummer[Springer], Durchgang)
\end{liRelationenSchemaFormat}
```

```
2479 \NewDocumentEnvironment { liRelationenSchemaFormat }{ +b } {} {}
```

```
2480
```


2.38 sortieren.sty

```
2481 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2482 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-sortieren}[2020/06/10 Schaubilder
2483 für händisches Sortieren bzw. einen Schreibtischlauf setzen]
```

```
\tikz[
  rectangle split parts=5,
]{
  \node[li sortierung zahlenreihe] (reihe) {\nodepart{one} 2 \nodepart{two} 1 \nodepart{three} 3 \nodepart{four} 4 \nodepart{five} 5}
  \liSortierPfeil{one}{two}
  \liSortierPfeil{two}{three}
  \liSortierMarkierung{two split south}{three split north}
  \liSortierPfeilUnten{three}{one}
}
```



```
2484 \RequirePackage{tikz}
2485 \usetikzlibrary{shapes.multipart,positioning}
```

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

```
2486 \def\liVertauschen#1{
2487   \directlua{
2488     local sortieren = require('lehramt-informatik-sortieren')
2489     sortieren('#1')
2490   }
2491 }
```

`\liSortierPfeil`

```
2492 \def\liSortierPfeil#1#2{
2493   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 north) -- ++(0,0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 north);
2494 }
```

`\liSortierPfeilUnten`

```
2495 \def\liSortierPfeilUnten#1#2{
2496   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 south) -- ++(0,-0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 south);
2497 }
```

`\liSortierMarkierung`

```
2498 \def\liSortierMarkierung#1#2{\node[
2499   draw,
2500   very thick,
2501   fit=(reihe.#1) (reihe.#2),
2502   inner sep=0pt
2503 ] {}
2504 }

2505 \tikzset{
2506   li sortierung zahlenreihe/.style={
2507     draw,
2508     thin,
2509     font=\large,
2510     rectangle split horizontal,
2511     rectangle split,
2512   }
2513 }
```

```

2514 % https://tex.stackexchange.com/a/140895
2515 \RequirePackage{forest,xstring}
2516 \usetikzlibrary{calc}
2517
2518 \makeatletter
2519 \pgfmathdeclarefunction{strrepeat}{2}{%
2520   \begingroup\pgfmathint{#2}\pgfmath@count\pgfmathresult
2521   \let\pgfmathresult\pgfutil@empty
2522   \pgfutil@loop\ifnum\pgfmath@count>0\relax
2523     \expandafter\def\expandafter\pgfmathresult\expandafter{\pgfmathresult#1}%
2524     \advance\pgfmath@count-1\relax
2525   \pgfutil@repeat\pgfmath@smuggleone\pgfmathresult\endgroup}
2526 \makeatother
2527
2528 \def\myNodes{}
2529
2530 \ExplSyntaxOn
2531 \newcommand*\sortList[1]{%
2532   \clist_sort:Nn#1{\int_compare:nNnTF{##1}>{##2}\sort_return_swapped:\sort_return_same:}}
2533 \ExplSyntaxOff
2534
2535 \forestset{
2536   sort/.code={%
2537     \pgfmathparse{level()}>\forestSortLevel}%
2538     \ifnum\pgfmathresult=0
2539       \StrSubstitute{\forestov{content}}{ }{,}{\myList}%
2540       \sortList\myList
2541       \StrSubstitute{\myList}{,}{ }{\myList}%
2542       \pgfmathparse{strrepeat("1",level())}%
2543       \xappto\myNodes{\noexpand\node at ({\forestov{name}}|-m)!-1!({\forestov{name}}$)
2544         (m\forestov{name}) {\myList}}%
2545       \pgfmathparse{level()}==\forestSortLevel}%
2546       \ifnum\pgfmathresult=1
2547         \forestOget{\forestov{@first}}{name}\forestFirst
2548         \forestOget{\forestov{@last}}{name}\forestLast
2549         \xappto\myNodes{{[<-]edge (\forestOv{\forestov{@first}}{name})
2550           \ifx\forestFirst\forestLast\else edge (\forestOv{\forestov{@last}}{name})\fi}}%
2551       \fi
2552       \ifnum\forestov{@parent}=0\else
2553         \xappto\myNodes{edge (m\forestOv{\forestov{@parent}}{name})}%
2554       \fi
2555       \gappto\myNodes{;}%
2556     \fi}}
2557
2558 \forestset{sort level/.code=%
2559   \pgfmathparse{#1}\let\forestSortLevel\pgfmathresult
2560   \pgfmathparse{strrepeat("1",\forestSortLevel+1)}\let\forestOnes\pgfmathresult}
2561

```

2.39 spalten.sty

```
2562 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2563 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-spalten}[2020/12/07 Lädt das Paket
2564 „multicol“, damit mehrspaltiger Satz mit Hilfe der Umgebung „multicols“
2565 realisiert werden kann.]
2566 \RequirePackage{multicol}
```

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

```
2567 \def\liSpaltenUmbruch{\vfill\strut\columnbreak}
```

```
2568
```

2.40 sql.sty

```
2569 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2570 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-tabelle}[2021/09/02 Zu Setzen von SQL]
2571 \liLadePakete{syntax}
2572 \RequirePackage{fancyvrb}
2573 \DefineVerbatimEnvironment{liSqlErgebnis}{Verbatim}
2574 {fontsize=\footnotesize}
2575
```

2.41 struktogramm.sty

```
2576 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2577 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-struktogramm}[2021/01/31 Lädt das
2578 Paket struktex zum Setzen von Struktogrammen]
2579 \RequirePackage{struktex}
2580
```

2.42 syntax.sty

```
2581 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2582 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-syntax}[2020/06/10 Ein Hüll-Paket um
2583 `minted`, das sich um die Syntax-Hervorhebung des Java-Codes kümmert.]
2584 \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.

2.42.1 Makro-Kürzel

```
\let\j=\liJavaCode
\let\s=\liSqlCode
```

```
2585 \ExplSyntaxOn
2586 \directlua{
2587   syntax = require('lehramt-informatik-syntax')
2588   syntax.importiere_konfiguration('tex_repo_lokaler_pfad', '\LehramtInformatikRepository')
2589   syntax.importiere_konfiguration('github_domain', '\LehramtInformatikGithubDomain')
2590   syntax.importiere_konfiguration('github_raw_domain', '\LehramtInformatikGithubRawDomain')
2591   syntax.importiere_konfiguration('github_tex_repo', '\LehramtInformatikGithubTexRepo')
2592   syntax.importiere_konfiguration('github_code_repo', '\LehramtInformatikGithubCodeRepo')
2593   syntax.importiere_konfiguration('git_branch', '\LehramtInformatikGitBranch')
2594 }
2595 \RequirePackage{hyperref}
2596 \RequirePackage{minted}
2597 % pygmentize -L styles
2598 \usemintedstyle{colorful}
2599 %\BeforeBeginEnvironment{minted}{\begin{mdframed}}
2600 %\AfterEndEnvironment{minted}{\end{mdframed}}
2601 %\setminted{breaklines=true,linenos}
2602 \setminted{
2603   breaklines=true,
2604   linenos,
2605   fontsize=\footnotesize,
2606 }
```

`\liJavaCode` Im Zeilenfluss einen kurzen Java-Code-Ausschnitt setzen.

Let-Abkürzung: `\let\j=\liJavaCode`

```
2607 \def\liJavaCode#1{\,\mintinline{java}|#1|\,}
```

`\liLatexCode` Im Zeilenfluss einen kurzen L^AT_EX-Code-Ausschnitt setzen.

```
2608 \def\liLatexCode#1{\mintinline{latex}|#1|}
```

```
2609 \def\li@GithubLink#1#2{
2610   \begin{flushright}
2611     \tiny
2612     Code-Beispiel~auf~Github~ansehen:~
2613     \href{#1}{\nolinkurl{#2}}
2614   \end{flushright}
2615 }
```

`\liJavaDatei` Eine komplette Java-Datei einbinden, die Verzeichnis `./Code/src/main/java/org/bschlangaul` liegt.

```
2616 \NewDocumentCommand{\liJavaDatei}{0{firstline=3} m }{
2617   \inputminted[#1]{java}{
2618     \directlua{
2619       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', false)
2620     }
2621   }
2622   \li@GithubLink
```

```

2623     {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', false)}}
2624     {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', false)}}
2625 }

\liJavaTestDatei Eine komplette Java-Test-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/test/java/org/bschlangaul
liegt.
2626 \NewDocumentCommand{\liJavaTestDatei}{ 0{firstline=3} m }{
2627   \inputminted[#1]{java}{
2628     \directlua{
2629       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', true)
2630     }
2631   }
2632   \li@GithubLink
2633   {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', true)}}
2634   {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', true)}}
2635 }

\liJavaExamen \liJavaExamen{66116}{2015}{03}{Kunde} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \liJavaDatei([.
\liJavaExamen$1{$2}{$3}{$4}{$5}
2636 \NewDocumentCommand{\liJavaExamen}{ 0{firstline=3} m m m m }{
2637   \inputminted[#1]{java}{
2638     \directlua{
2639       syntax.drucke_absoluten_examens_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')
2640     }
2641   }
2642
2643   \li@GithubLink
2644   {\directlua{syntax.drucke_github_examens_url('#2', '#3', '#4', '#5')}}
2645   {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
2646 }

\liAssemblerCode
2647 \def\liAssemblerCode#1{\mintinline{asm}|#1|}

\liAssemblerDatei \liAssemblerDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Assembler-Datei.
2648 \NewDocumentCommand{\liAssemblerDatei}{ m }{
2649   \inputminted{asm}{#1}
2650 }

\liMinispracheDatei \liMinispracheDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Minisprachen-Datei
(Hochsprache für die Minimaschine von Albert Wiedemann).
2651 \NewDocumentCommand{\liMinispracheDatei}{ m }{
2652   \inputminted{componentpascal}{#1}
2653 }

\liHaskellCode \liHaskellCode{haskell}: Zum Setzen von Haskell-Code.
2654 \def\liHaskellCode#1{\mintinline{haskell}|#1|}

\liHaskellDatei \liHaskellDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Haskell-Datei.
2655 \NewDocumentCommand{\liHaskellDatei}{ m }{
2656   \inputminted{haskell}{#1}
2657 }

2658 \ExplSyntaxOff

\liSqlCode \liHaskellCode{sql}: Zum Setzen von SQL-Code.
Let-Abkürzung: \let\s=\liSqlCode
2659 \def\liSqlCode#1{\mintinline{sql}|#1|}
2660

```

2.43 syntaxbaum.sty

```
2661 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2662 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-syntaxbaum}[2021/02/14 Zum Setzen von
2663 Syntaxbäumen mit Hilfe des Pakets tikz-qtrees]
2664 \RequirePackage{tikz-qtrees}
2665
2666 \tikzset{li parsetree/.style={
2667     every internal node/.style={
2668         draw,circle
2669     },
2670     every leaf node/.style={
2671         draw,rectangle
2672     },
2673 }
2674 }
2675
```


2.44 synthese-algorithmus.sty

```
2676 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2677 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-synthese-algorithmus}[2021/03/19
2678 Hilfsmakros zum Setzen des Synthese-Algorithmuses zur Umformung einer
2679 Relation in die 3. Normalform]

2680 \liLadePakete{normalformen,mathe,typographie}
2681 \ExplSyntaxOn
```

2.44.1 Makro-Kürzel

```
\let\schrittE=\liSyntheseUeberErklaerung
```

2.44.2 TeX-Markup Grundgerüst

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

\begin{enumerate}
\item \schrittE{1-1}
\item \schrittE{1-2}
\item \schrittE{1-3}
\item \schrittE{1-4}
\end{enumerate}

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

2.44.3 TeX-Markup Linksreduktion

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

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

 $\mathbf{D, X} \in \mathbf{ahl}\{C, E\}\{A, C, B, \mathbf{D, X}\} \setminus$ 
 $\mathbf{D, X} \notin \mathbf{ahl}\{C, E\}\{E, F\}$ 

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

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

2.44.4 TeX-Markup Rechtsreduktion

```
\let\ahr=\liRechtsReduktionInline
\let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit

\liPseudoUeberschrift{F}

 $F \in \mathbf{ahr}\{E -> F, X\}\{E -> F\}\{E, \mathbf{F}\}$ 

\liPseudoUeberschrift{A}

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

2.44.5 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 Abhängigkeit $\alpha \rightarrow \beta \in F$ die Linksreduktion durch, überprüfe also für alle $A \in \alpha$, ob A überflüssig ist, d. h. ob $\beta \subseteq \text{AttrHülle}(F, \alpha - A)$.

(b) Rechtsreduktion

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

(c) Löschen leerer Klauseln

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

(d) Vereinigung

— Fasse mittels der Vereinigungsregel funktionale Abhängigkeiten der Form $\alpha \rightarrow \beta_1, \dots, \alpha \rightarrow \beta_n$, so dass $\alpha \rightarrow \beta_1 \cup \dots \cup \beta_n$ verbleibt. —

2. Relationsschemata formen

— Erzeuge für jede funktionale Abhängigkeit $\alpha \rightarrow \beta \in F_c$ ein Relationenschema $R_\alpha := \alpha \cup \beta$. —

3. Schlüssel hinzufügen

— Falls eines der in Schritt 2. erzeugten Schemata R_α einen Schlüsselkandidaten von \mathcal{R} bezüglich F_c enthält, sind wir fertig, sonst wähle einen Schlüsselkandidaten $\mathcal{K} \subseteq \mathcal{R}$ aus und definiere folgendes zusätzliche Schema: $\mathcal{R}_\mathcal{K} := \mathcal{K}$ und $\mathcal{F}_\mathcal{K} := \emptyset$ —

4. Entfernung überflüssiger Teilschemata

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

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

```
2682 \def\liSyntheseUeberschrift#1{
2683   {
2684     \bfseries
2685     \sffamily
2686     \str_case:nn {#1} {
2687       {1} {Kanonische-Überdeckung}
2688       {1-1} {Linksreduktion}
2689       {1-2} {Rechtsreduktion}
2690       {1-3} {Löschen-leerer-Klauseln}
2691       {1-4} {Vereinigung}
2692       {2} {Relationsschemata-formen}
2693       {3} {Schlüssel-hinzufügen}
2694       {4} {Entfernung-überflüssiger-Teilschemata}
2695     }
```

2696 }
2697 }

\liSyntheseErklaerung **Let-Abkürzung:** \let\erklaerung=\liSyntheseErklaerung

```
2698 \def\li@synthese@erklaerung@texte#1{
2699   \str_case:nn {#1} {
2700     {1} {
2701       Die~kanonische~Überdeckung~---also~die~kleinst~mögliche~noch~
2702       äquivalente~Menge~von~funktionalen~Abhängigkeiten~kann~in~vier~
2703       Schritten~erreicht~werden.
2704     }
2705     {1-1} {
2706       Führe~für~jede~funktionale~Anhängigkeit~
2707        $\alpha \rightarrow \beta$ ~die~Linksreduktion~durch,~
2708       überprüfe~also~für~alle~
2709        $A \in \alpha$ ,~ob~ $A$ ~überflüssig~ist,~d.h.~ob~
2710        $\beta \subseteqq \text{\liAttributHuelle}\{F, \alpha\}$ .
2711     }
2712     {1-2} {
2713       Führe~für~jede~(verbliebene)~funktionale~Abhängigkeit~ $\alpha \rightarrow \beta$ ~die~Rechtsreduktion~durch,~überprüfe~also~für~
2714       alle~ $B \in \beta$ ,~ob~ $B \in \text{\liAttributHuelle}\{F, (\alpha \rightarrow \beta) \cup (\alpha \rightarrow B)\}$ ,~
2715        $\alpha$ ~gilt.~In~diesem~Fall~ist~ $B$ ~auf~der~rechten~Seite~
2716       überflüssig~und~kann~eliminiert~werden,~d.h.~ $\alpha \rightarrow \beta$ ~wird~durch~ $\alpha \rightarrow (\beta \cup B)$ ~
2717       ersetzt.
2718     }
2719     {1-3} {
2720       Entferne~die~funktionalen~Abhängigkeiten~der~Form~ $\alpha \rightarrow \emptyset$ ,~die~im~2.~Schritt~möglicherweise~
2721       entstanden~sind.
2722     }
2723     {1-4} {
2724       Fasse~mittels~der~Vereinigungsregel~funktionale~Abhängigkeiten~
2725       der~Form~ $\alpha \rightarrow \beta_{\{1\}}, \dots, \alpha \rightarrow \beta_{\{n\}}$ ,~so~dass~ $\alpha \rightarrow \beta_{\{1\}} \cup \dots \cup \beta_{\{n\}}$ ~
2726       verbleibt.
2727     }
2728     % Kemper Seite 197
2729     {2} {
2730       Erzeuge~für~jede~funktionale~Abhängigkeit~ $\alpha \rightarrow \beta$ ~ein~Relationenschema~ $\mathcal{R}_{\alpha}$ ~
2731        $:= \alpha \cup \beta$ .
2732     }
2733     {3} {
2734       Falls~eines~der~in~Schritt~2.~erzeugten~Schemata~ $\mathcal{R}_{\alpha}$ ~
2735       einen~Schlüsselkandidaten~von~ $\mathcal{R}$ ~bezüglich~ $F_{\{c\}}$ ~
2736       enthält,~sind~wir~fertig,~sonst~wähle~einen~Schlüsselkandidaten~
2737        $\mathcal{K} \subseteqq \mathcal{R}$ ~aus~und~definiere~folgendes~
2738       zusätzliche~Schema:~ $\mathcal{R}_{\mathcal{K}} := \mathcal{K}$ ~
2739       und~ $\mathcal{F}_{\mathcal{K}} := \emptyset$ 
2740     }
2741     {4} {
2742       Eliminiere~diejenigen~Schemata~ $\mathcal{R}_{\alpha}$ ,~die~in~einem~
2743       anderen~Relationenschema~ $\mathcal{R}_{\alpha'}$ ~enthalten~sind,~d.h.~
2744        $\mathcal{R}_{\alpha} \subseteqq \mathcal{R}_{\alpha'}$ .
2745     }
2746   }
2747 }
2748 \def\liSyntheseErklaerung#1{
2749 {
2750   \itshape
2751   \footnotesize
2752 }
```

```

2758     \liParagraphMitLinien{\li@synthese@erklaerung@texte{#1}}
2759   }
2760 }

```

\liSyntheseUeberErklaerung **Let-Abkürzung:** \let\schritteE=\liSyntheseUeberErklaerung

```

2761 \def\liSyntheseUeberErklaerung#1{
2762   \liSyntheseUeberschrift{#1}\par
2763   \liSyntheseErklaerung{#1}
2764 }

```

```

2765 \ExplSyntaxOff
2766

```

2.45 tabelle.sty

2767 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2768 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-tabelle}[2020/12/05 Lädt das Paket tabluarx]

2769 \RequirePackage{tabularx}

2770

2.46 typographie.sty

```
2771 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2772 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-typographie}[2021/03/20 Typographische Makros,
2773 die das Erscheinungsbild verändern. Die Schriftdefinition sind in
2774 formatierung.sty definiert.]
```

```
2775 \ExplSyntaxOn
```

Mit dem Packet wasysym gab es Unverträglichkeiten, deshalb verwenden wir fontawesome.

```
2776 \RequirePackage{fontawesome}
```

`\liErledigt` `\liErledigt:` ✓

```
2777 \let\liErledigt=\faCheckSquareO
```

`\liNichtsZuTun` `\liNichtsZuTun:` ∅ Nichts zu tun

```
2778 \def\liNichtsZuTun{\$\emptyset$~Nichts~zu~tun}
```

`\liParagraphMitLinien` `\liParagraphMitLinien{Lorem ipsum...}:`

— Lorem ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor sit —

```
2779 \def\liParagraphMitLinien#1{
2780   \noindent
2781   \vrule height 2pt depth -1.6pt width 0.4cm
2782   \enspace
2783   #1
2784   \enspace
2785   \leaders\vrule height 2pt depth -1.6pt \hfill \null
2786   \par
2787   \medskip
2788 }
```

`\liGeschweifteKlammern` Große geschweifte Klammer mit Istgleich-Zeichen.

$\text{Variable} = \left\{ \begin{array}{l} \text{Inhalt} \end{array} \right\}$

```
2789 \def\liGeschweifteKlammern#1#2#3#4{
2790   \par
2791   \medskip
2792   \noindent
2793   #1 \, $= \Bigl\{ \$
2794   \vspace{#3}
2795   #2
2796   \vspace{#4}
2797   \begin{flushright} \$\Bigr\} \$\end{flushright}
2798   \par
2799 }
```

`\liTypoUeberschrift`

```
2800 \def\liTypoUeberschrift#1{
2801   {
2802     \bfseries\sffamily
2803     #1
2804   }
2805 }
```

\liTypoUeberGross

```
2806 \def\liTypoUeberGross#1{
2807   {
2808     \huge
2809     \liTypoUeberschrift{#1}
2810   }
2811 }
```

\liTypoUeberGross

```
2812 \def\liTypoUeberGROSS#1{
2813   {
2814     \Huge
2815     \liTypoUeberschrift{#1}
2816   }
2817 }
```

2818 \ExplSyntaxOff

2819

2.47 uml.sty

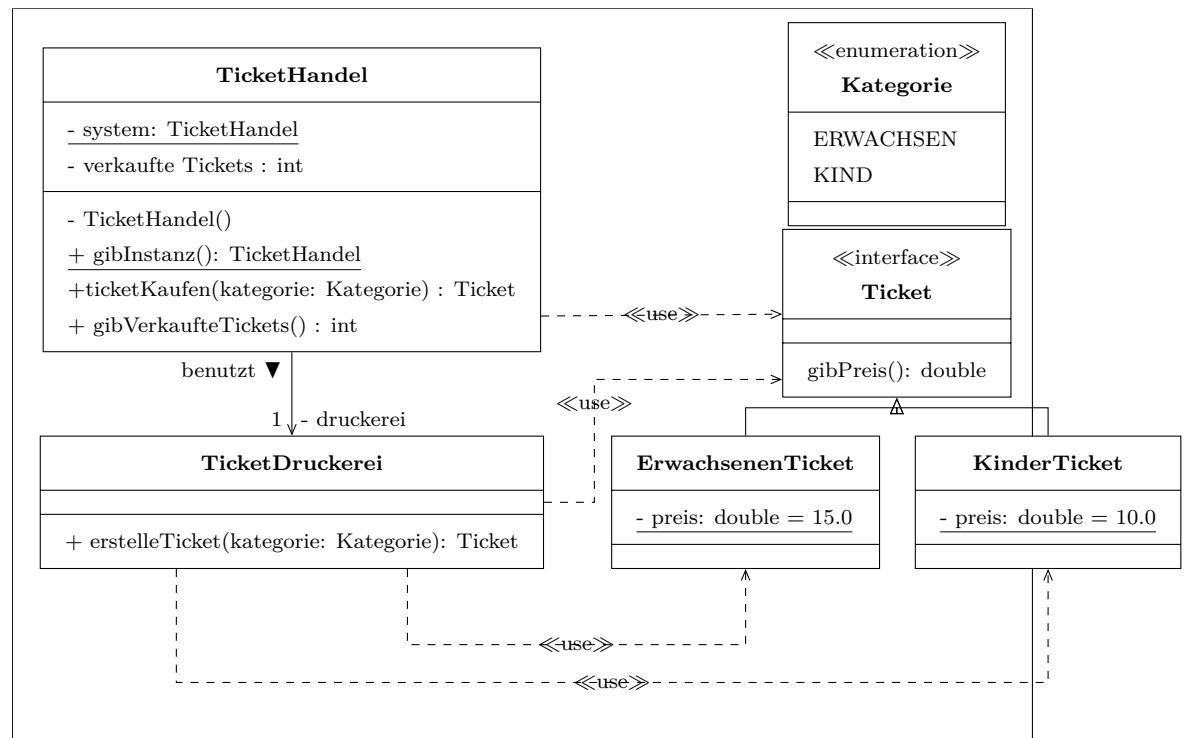
```

2820 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2821 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-uml}[2020/06/13 Ein Hüll-Paket um
2822 `tikz-uml', das einige Design-Einstellungen vornimmt und manche
2823 Erweiterung bereitstellt]

2824 \RequirePackage{tikz-uml}
2825 \RequirePackage{tikz-uml-activity}
2826 % Not compatible with wasysym
2827 %\RequirePackage{mathabx}
2828 \RequirePackage{wasysym}
2829 \usetikzlibrary{positioning}

2830 \tikzumlset{
2831   fill class=white!0,
2832   font=\footnotesize,
2833   fill object=white!0,
2834   fill note=white!0,
2835   fill state=white!0,
2836   % Use case
2837   fill usecase=white!0,
2838   fill system=white!0,
2839 }

```



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

```

2840 \NewDocumentCommand{ \liUmlLeserichtung } { 0{dir=right} m } {
2841   \def\@liDirLeft{}
2842   \def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}
2843   \pgfkeys{/lese/dir/.is choice}
2844   \pgfkeys{/lese/dir/up/.code={\def\@liDirRight{ \Uparrow}}}
2845   \pgfkeys{/lese/dir/down/.code={\def\@liDirRight{ \DOWNarrow}}}
2846   \pgfkeys{/lese/dir/left/.code={\def\@liDirRight{}\def\@liDirLeft{ \LEFTarrow }}}
2847   \pgfkeys{/lese/dir/right/.code={\def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}}}
2848
2849   \def\@liPos{above}
2850   \pgfkeys{/lese/pos/.code={\def\@liPos{##1}}}
2851

```



```

2852 \def\@liDistance{0cm}
2853 \pgfkeys{/lese/distance/.code={\def\@liDistance{##1}}}}
2854
2855 \pgfkeys{/lese/.cd,#1}
2856
2857 \node[\@liPos = \@liDistance of #2-middle] {
2858   \@liDirLeft{\footnotesize#2}\@liDirRight
2859 };
2860 }
2861

```

2.48 vollstaendige-induktion.sty

2862 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
 2863 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-vollstaendige-induktion}[2021/07/01
 2864 Hilfsmakros zum Setzen der Vollständigen Induktion, vor allem die
 2865 Überschriften für die einzelnen Schritte]

2.48.1 Makro-Kürzel

\let\m=\liInduktionMarkierung
 \let\e=\liInduktionErklaerung

```
\begin{align*}
C_{n+1}
&= \frac{
  \{(4 \cdot (\{m\{n + 1\} - 1) + 2) \cdot \text{cn}(\{m\{n + 1\} - 1)\}
  \{m\{n + 1\} + 1\}
}{
  \{e\{Java nach Mathe}\} \\
\%
&= \frac{
  \{(4\{m\{n\} + 2) \cdot \text{cn}(\{m\{n\}\}
  \{m\{n + 2\}\}
}{
  \{e\{addiert, subtrahiert}\} \\
\%
&= \frac{
  \{(4n + 2) \cdot \{m\{(2n)\}\}
  \{(n + 2) \cdot \{m\{(n + 1)\} \cdot n!\}
}{
  \{e\{für cn(n) Formel eingesetzt}\} \\
\%
&= \frac{
  \{(4n + 2) \cdot (2n)! \cdot \{m\{\cdot (n + 1)\}\}
  \{(n + 2) \cdot (n + 1)! \cdot n! \cdot \{m\{\cdot (n + 1)\}\}
}{
  \{e\{(n + 1)\} multipliziert\} \\
\%
&= \frac{
  \{(4n + 2) \cdot \{m\{(n + 1) \cdot (2n)\}\}
  \{(n + 2) \cdot (n + 1)! \cdot \{m\{(n + 1) \cdot n!\}\}
}{
  \{e\{umsortiert\} \\
\%
&= \frac{
  \{\{m\{(2(n + 1))!\}
  \{\{m\{(n + 2)! \cdot (n + 1)!\}
}{
  \{e\{Hilfsgleichungen verwendet}\} \\
\%
&= \frac{
  \{(2(\{m\{n + 1\})!\}
  \{((\{m\{n + 1\}) + 1)! \cdot (\{m\{n + 1\})!\}
}{
  \{e\{(n + 1)\} verdeutlicht\} \\
\end{align*}
```

Lade häufig benötigte Pakete

2866 \RequirePackage{lehramt-informatik-typographie}
 2867 \RequirePackage{lehramt-informatik-mathe}
 2868 \RequirePackage{lehramt-informatik-syntax}
 2869 \ExplSyntaxOn

\liInduktionMarkierung Hilfsmakro um Teile von mathematischen Formeln markieren zu können.

Let-Abkürzung: \let\m=\liInduktionMarkierung

2870 \def\liInduktionMarkierung#1{\textcolor{violet}{#1}}

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

Let-Abkürzung: \let\e=\liInduktionErklaerung

```
2871 \def\liInduktionErklaerung#1{\scriptsize\text{#1}}
```

\liInduktionAnfang

```
2872 \def\liInduktionAnfang{
2873   \liPseudoUeberschrift{Induktionsanfang}
2874
2875   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
2876   \liParagraphMitLinien{
2877     Beweise,~dass~ $A(1)$ ~eine~wahre~Aussage~ist.
2878   }
2879 }
```

\liInduktionVoraussetzung

```
2880 \def\liInduktionVoraussetzung{
2881   \liPseudoUeberschrift{Induktionsvoraussetzung}
2882
2883   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
2884   \liParagraphMitLinien{
2885     Die~Aussage~ $A(k)$ ~ist~wahr~für~ein~beliebiges~ $k \in \mathbb{N}$ $.
2886   }
2887 }
```

\liInduktionSchritt

```
2888 \def\liInduktionSchritt{
2889   \liPseudoUeberschrift{Induktionsschritt}
2890
2891   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
2892   \liParagraphMitLinien{
2893     Beweise,~dass~wenn~ $A(n=k)$ ~wahr~ist,~
2894     auch~ $A(n=k+1)$ ~wahr~sein~muss.
2895   }
2896 }

2897 \ExplSyntaxOff
2898
```

2.49 wasserfall.sty

```
2899 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2900 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-wasserfall}[2020/06/10]
2901 \RequirePackage{tikz}
2902 \tikzset{wasserfall/.style={
2903   >=stealth,
2904   node distance = 2mm and -8mm,
2905   start chain = A going below right,
2906   every node/.style = {
2907     draw,
2908     text width=24mm,
2909     minimum height=12mm,
2910     align=center,
2911     inner sep=1mm,
2912     fill=white,
2913     drop shadow={fill=black},
2914     on chain=A
2915   },
2916 }}
2917 \usetikzlibrary{chains,positioning,shadows}
2918
```

2.50 wpkalkuel.sty

```
2919 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2920 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-wpkalkuel}[2020/06/13]
```

2.50.1 Makro-Kürzel

```
\let\wp=\liWpKalkuel
\let\equivalent=\liWpEquivalent
\let\erklaerung=\liWpErklaerung
```

```
2921 \RequirePackage{amsmath}
2922 \ExplSyntaxOn
```

\liWpKalkuel Let-Abkürzung: `\let\wp=\liWpKalkuel`

```
2923 \def\liWpKalkuelOhneMathe#1#2{
2924   \text{wp}(\texttt{\scriptsize"#1"},\thinspace #2)
2925 }
2926 \def\liWpKalkuel#1#2{
2927   \ifmmode
2928     \liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}
2929   \else
2930     $\liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}$
2931   \fi
2932 }
```

\MatheEnv

```
2933 \def\MatheEnv#1{
2934   \medskip
2935
2936   \hspace{1em}#1
2937
2938   \medskip
2939 }
```

\Mathe

```
2940 \def\Mathe#1{
2941   \MatheEnv{#1$}
2942 }
```

\liWpEquivalent Let-Abkürzung: `\let\equivalent=\liWpEquivalent`

```
2943 \def\liWpEquivalent#1{
2944   \MatheEnv{$\equiv$\hspace{1em}$#1$}
2945 }
```

\liWpErklaerung Let-Abkürzung: `\let\erklaerung=\liWpErklaerung`

```
2946 \newlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}
2947 \def\liWpErklaerung#1{
2948   \setlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}{\leftskip}
2949   \setlength{\leftskip}{0.5cm}
2950
2951   \par
2952   \noindent
2953   {
2954     \scriptsize
2955     #1
2956   }
2957   \par
2958
2959   \setlength{\leftskip}{\@Skip@Erklaerung@Reset}
2960 }
```

\liWpErklaerungVerzweigung

```

2961 \def\liWpErklaerungVerzweigung{
2962   $\liWpKalkuelOhneMathe{if~\{-b~\}~then~\{-a1~\}~else~\{-a2~\}}{Q}
2963   \equiv
2964   (b \land \liWpKalkuelOhneMathe{a1}{Q})
2965   \lor
2966   (\neg b \land \liWpKalkuelOhneMathe{a2}{Q})$
2967 }

2968 \ExplSyntaxOff

2969

```

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			
\#	114	\AddToHook	1371, 1425, 2716, 2719, 2729, 2730, 2731, 2736, 2737
\,	356, 411, 1192, 1194, 1791, 1792, 1793, 2130, 2607, 2793	\advance	2524
\@Skip@Erklaerung@Reset	2946, 2948, 2959	\AfterEndEnvironment	2600
\@afterheading	1758	\allsectionsfont	1241
\@afterindentfalse	1758	\Alph	1255
\@liDirLeft	2841, 2846, 2858	\alph	1255, 1256
\@liDirRight	2842, 2844, 2845, 2846, 2847, 2858	\alpha	2707, 2709, 2710, 2713, 2715, 2716, 2717, 2718, 2719, 2723, 2729, 2730, 2735, 2736, 2737, 2740, 2748, 2749, 2750
\@liDistance	2852, 2853, 2857	\arabic	1255, 2319, 2324, 2329, 2335, 2341, 2347
\@liPos	2849, 2850, 2857	\arraystretch	2020
\\	618, 641, 642, 645, 646, 649, 650, 742, 743, 744, 851, 880, 882, 908, 917, 962, 1004, 1005, 1006, 1011, 1012, 1013, 1033, 1665, 2025, 2083, 2086	B	
\{	212, 1129, 1139, 1151, 1152, 1157, 1191, 1505, 2070, 2475, 2793, 2962	\BeforeBeginEnvironment	2599
\}	212, 1129, 1139, 1151, 1152, 1159, 1195, 1506, 2070, 2475, 2797, 2962	\begin	639, 690, 705, 740, 764, 811, 843, 858, 878, 888, 904, 924, 956, 973, 1002, 1027, 1048, 1063, 1172, 1261, 1336, 1426, 1432, 1436, 1440, 1459, 1468, 1475, 1583, 1657, 1709, 1714, 1722, 1747, 1752, 1763, 1773, 1777, 1860, 1864, 1883, 1906, 1929, 1944, 2023, 2024, 2074, 2119, 2239, 2259, 2400, 2422, 2436, 2599, 2610, 2797
_	37, 45, 50, 52, 303, 331, 355, 356, 370, 371, 377, 380, 383, 393, 405, 1372, 1422	\begingroup	1658, 2072, 2520
_	2082, 2092	\beschriftung	1689, 1693, 1697, 1701, 1705, 1707
A		\beta	2707, 2710, 2714, 2715,
\addbibresource	1635, 1636, 1637, 1638, 1639, 1640, 1641, 1642, 1643, 1644	C	
		\c	1338, 1339
		\cdot	1835, 1891, 1902
		\centerline	1464, 2398, 2420, 2435
		\chapter	1245, 1246
		\char	1665
		\clearpage	1389, 1446, 1659
		\cline	618
		\clist	231, 277, 278, 300, 304, 2532
		\columnbreak	2567
		\cs	303, 331, 355, 356, 393, 405, 1741
		\csname	1323, 1326
		\cup	1152, 2104, 2716, 2730, 2737
		D	
		\DeclareMathSymbol	1968, 1969
		\DecoINERT	2322, 2395, 2396, 2418
		\DecoINERTwithPivot	2338, 2417
		\DecoLEFT	2317, 2416

<code>\DecoLEFTwithPivot</code> 2332, 2394	environments:	<code>\footcite</code> 702, 724, 771, 794, 826, 921, 948, 994, 1484, 1487, 1494, 1499, 1504, 1508, 1514, 1519, 1624, 1879, 1880, 2035, 2252
<code>\DecoRIGHT</code> 2327, 2419, 2429	<code>liAdditum</code> 1712	<code>\footnotesize</code> 152, 366, 448, 542, 1116, 1680, 1733, 1748, 1764, 1979, 2073, 2090, 2098, 2207, 2216, 2459, 2574, 2605, 2757, 2832, 2858
<code>\DecoRIGHTwithPivot</code> 2344, 2397	<code>liAHuelle</code> 2071	<code>\footrulewidth</code> . 1272, 1617
<code>\definecolor</code> 1243	<code>liAntwort</code> 1683	<code>\foreach</code> . 1338, 1341, 1348
<code>\DefineVerbatimEnvironment</code> 2573	<code>liDiagramm</code> 1771	<code>\forestFirst</code> .. 2547, 2550
<code>\delta</code> 70, 112, 170, 212, 1143	<code>liEinbettung</code> 1682	<code>\forestLast</code> ... 2548, 2550
<code>\dh</code> 1793, 2718	<code>liExkurs</code> 1720	<code>\forestOget</code> ... 2547, 2548
<code>\directlua</code> 63, 142, 200, 205, 1124, 1138, 1158, 1166, 1173, 1178, 2055, 2060, 2113, 2120, 2127, 2487, 2586, 2618, 2623, 2624, 2628, 2633, 2634, 2638, 2644, 2645	<code>liGraphenFormat</code> . 1315	<code>\forestOnes</code> 2560
<code>\do</code> 2318, 2323, 2328, 2333, 2339, 2345	<code>liKasten</code> 1260	<code>\forestOv</code> 2549, 2550, 2553
<code>\dots</code> 528, 532, 1505, 2246, 2729, 2730	<code>liKontrollflussgraph</code> 1582	<code>\forestov</code> . 2539, 2543, 2544, 2547, 2548, 2549, 2550, 2552, 2553
<code>\DOWNarrow</code> 2845	<code>liLernkartei</code> 1761	<code>\forestset</code> 2535, 2558
<code>\draw</code> 1343, 1346, 1349, 2194, 2493, 2496	<code>liProduktionsRegeln</code> 1167	<code>\forestSortLevel</code> 2537, 2545, 2559, 2560
E	<code>liProjektSprache</code> 1681	<code>\frac</code> 1837, 1870, 1902, 1917
<code>\edef</code> 1334, 2411, 2415, 2427, 2428	<code>liQuellen</code> 1741	<code>\fullouterjoin</code> 2450
<code>\edge</code> 274	<code>liRelationenSchemaFormat</code> 2479	
<code>\else</code> 592, 600, 608, 1133, 1147, 1183, 1705, 1808, 1818, 1828, 1842, 2066, 2103, 2189, 2357, 2550, 2552, 2929	<code>liRmodell</code> 2459	
<code>\emph</code> 1095, 1486, 1515, 1517, 1664	<code>liUebergangsTabelle</code> 2020	
<code>\empty</code> 1705, 2102	<code>\equiv</code> 2944, 2963	
<code>\emptyset</code> 2012, 2724, 2745, 2778	<code>\erzeuge@tiefgestellt</code> ... 1138, 1139, 1143	
<code>\end</code> 678, 701, 726, 761, 795, 827, 855, 871, 885, 893, 920, 949, 970, 995, 1020, 1040, 1060, 1078, 1174, 1263, 1352, 1428, 1434, 1438, 1442, 1471, 1472, 1479, 1588, 1662, 1711, 1719, 1738, 1754, 1755, 1769, 1780, 1781, 1862, 1878, 1903, 1926, 1941, 1951, 2027, 2028, 2076, 2121, 2249, 2269, 2400, 2422, 2436, 2600, 2614, 2797	<code>\expandafter</code> 1323, 2353, 2355, 2356, 2357, 2365, 2523	
<code>\endcsname</code> 1323, 1326	<code>\ExplSyntaxOff</code> ... 54, 97, 139, 144, 197, 202, 207, 550, 572, 587, 1119, 1197, 1232, 1374, 1448, 1603, 1619, 1783, 1858, 2048, 2222, 2472, 2533, 2658, 2765, 2818, 2897, 2968	
<code>\endgroup</code> 1661, 2077, 2525	<code>\ExplSyntaxOn</code> .. 35, 66, 107, 140, 165, 198, 203, 228, 493, 556, 573, 1092, 1187, 1209, 1370, 1394, 1596, 1608, 1684, 1797, 2030, 2203, 2460, 2530, 2585, 2681, 2775, 2869, 2922	
<code>\enspace</code> 2782, 2784	F	
	<code>\faCheckSquare0</code> 2777	
	<code>\faCircleThin</code> 1111	
	<code>\faGg</code> 1105	
	<code>\fancyfoot</code> 1267, 1268, 1269, 1612, 1613, 1614, 1615	
	<code>\fancyhead</code> 1266, 1609, 1610, 1611	
	<code>\faSquare0</code> 1099	
	<code>\fi</code> 594, 602, 610, 1135, 1149, 1185, 1708, 1810, 1820, 1830, 1844, 2068, 2105, 2191, 2358, 2550, 2551, 2554, 2556, 2931	
	<code>\filcenter</code> 1388	
	<code>\fontspec</code> 1241	
	G	
	<code>\g</code> 39, 277, 278, 300, 304, 310, 311, 312, 313, 314, 316, 317, 319, 320, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 332, 336, 337, 338, 341, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 359, 360, 361, 362, 370, 371, 373, 379, 380, 382, 383, 385, 386, 394, 399, 401, 406, 408, 412, 1396, 1400, 1404, 1408, 1409, 1410, 1411, 1412, 1414, 1415, 1417, 1433, 1437, 1441	
	<code>\Gamma</code> . 111, 169, 212, 1152	
	<code>\gappto</code> 2555	
	<code>\geometry</code> 5	
	<code>\geq</code> 1512, 1868, 2235, 2240, 2256, 2260	
	H	
	<code>\hbox</code> 2445	
	<code>\headrulewidth</code> . 1271, 1616	
	<code>\headwidth</code> 1618	
	<code>\hfill</code> 1887, 1893, 1898, 2785	
	<code>\hinweis</code> 1680	
	<code>\hline</code> 2025	

\liBedingungZwei	1852, 1893, 1934	\liEntwurfsEinzelstueckAkteur	887, 900	\liFussnoten	1997
\liBeschriftung	1672	\liEntwurfsEinzelstueckCode	895, 901	\liFussnoteUrl	1041, 1784
\liBindeAufgabeEin	1403	\liEntwurfsEinzelstueckUml	877, 899	\liFussnoteVierText	1993, 2010
\liChomskyErklaerung	507, 548	\liEntwurfsErbauer	951	\liFussnoteZweiText	1985, 2004
\liChomskyUeberErklaerung	546	\liEntwurfsErbauerAkteure	923, 953	\liGeschweifteKlammern	1170, 2116, 2789
\liChomskyUeberschrift	495, 547	\liEntwurfsErbauerUml	903, 952	\liGrammatik	1209
\liCpmEreignis	556	\liEntwurfsFabrikmethode	997, 1022	liGraphenFormat (environment)	1315
\liCpmFruehsterI	613	\liEntwurfsFabrikmethodeAkteure	972, 999	\liHanoi	1322
\liCpmSpaetesterI	612	\liEntwurfsFabrikmethodeUml	955, 998	\liHaskellCode	2654
\liCpmVon	596	\liEntwurfsKompositum	1022	\liHaskellDatei	2655
\liCpmVonOhneMathe	596, 599, 601	\liEntwurfsKompositumAkteure	1024	\liInduktionAnfang	2872
\liCpmVonZu	588	\liEntwurfsKompositumUml	1001, 1023	\liInduktionErklaerung	2871
\liCpmVonZuOhneMathe	588, 591, 593	\liEntwurfsModellPraesentation	1043	\liInduktionMarkierung	2870
\liCpmVorgang	573	\liEntwurfsModellPraesentationAkteure	1045	\liInduktionSchritt	2888
\liCpmZu	604	\liEntwurfsModellPraesentationSteuerung	1026, 1044	\liInduktionVoraussetzung	2880
\liCpmZuOhneMathe	604, 607, 609	\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml	1080	\liJavaCode	2607
liDiagramm (environment)	1771	\liEntwurfsZustand	1062, 1082	\liJavaDatei	636, 2616
liEinbettung (environment)	1682	\liEntwurfsZustandAkteure	1047, 1081	\liJavaExamen	2636
\liEntwurfs	1043	\liEntwurfsZustandUml	1137	\liJavaTestDatei	2626
\liEntwurfsAbstrakteFabrik	685	\liEpsilon	1095, 1109, 1111	liKasten (environment)	1260
\liEntwurfsAbstrakteFabrikCode	680, 687	\liErAttribute	1114	\liKellerAutomat	107
\liEntwurfsAbstrakteFabrikUml	638, 686	\liErDatenbankName	1093, 1097, 1099	\liKellerKante	145
\liEntwurfsAdapter	734	\liErLedigt	2777	\liKellerUebergang	140, 146
\liEntwurfsAdapterAkteure	704, 736	\liErMpAttribute	1108	\liKontrollCode	1594
\liEntwurfsAdapterCode	728, 737	\liErMpEntity	1096	liKontrollflussgraph (environment)	1582
\liEntwurfsAdapterUml	689, 735	\liErMpRelationship	1102	\liKontrollKnotenPfad	1596
\liEntwurfsBeobachter	805	\liErRelationship	1094, 1103, 1105	\liKontrollTextzeileKnoten	1595, 1600
\liEntwurfsBeobachterAkteure	763, 807	\liExamensAufgabe	19	\liKurzeTabellenLinie	618
\liEntwurfsBeobachterCode	797, 808	\liExamensAufgabeA	28	\liLadeAllePakete	233, 1391
\liEntwurfsBeobachterUml	739, 806	\liExamensAufgabeTA	25	\liLadePakete	59, 62, 229, 234, 494, 555, 1128, 1358, 1379, 1454, 1974, 2054, 2202, 2571, 2680
\liEntwurfsDekorierer	837	\liExamensAufgabeTTA	22	\liLatexCode	2608
\liEntwurfsDekoriererAkteure	839	liExkurs (environment)	1720	\liLeereZelle	2012
\liEntwurfsDekoriererCode	829, 840	\liFalsch	488	liLernkartei (environment)	1761
\liEntwurfsDekoriererUml	810, 838	\liFlaci	1198	\liLinksReduktion	2079
\liEntwurfsEinfacheFabrik	873	\liFremd	2458	\liLinksReduktionInline	2088, 2096
\liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure	857, 875	\liFunktionaleAbhaengigkeit	2101, 2104, 2112	\liMasterExkurs	1943
\liEntwurfsEinfacheFabrikUml	842, 874	\liFunktionaleAbhaengigkeiten	2115	\liMasterFaelle	1882, 1950
\liEntwurfsEinzelstueck	898	liFussnote	1975, 1977	\liMasterFallRechnung	1928
		\liFussnoteDreiText	1989, 2007	\liMasterVariablen	1859, 1945
		\liFussnoteEinsText	1981, 2001	\liMasterVariablenDeklaration	1905
		\liFussnoteLink	1788	\liMasterWolframLink	1953

<code>\liMenge</code> ... 76, 77, 79, 118, 119, 120, 124, 176, 177, 178, 182, 1129, 1178, 1217, 1218	<code>liQuellen</code> (environment) 1741	<code>\liUeberschriftDreiecksTabelle</code> 2030
<code>\liMengeOhneMathe</code> 1129, 1132, 1134	<code>\liRechtsReduktionInline</code> 2096	<code>\liUmlLeserichtung</code> . 2840
<code>\liMetaSetze</code> 36, 48, 1421	<code>\liRekursionsGleichung</code> 1846, 1909	<code>\liVertauschen</code> 2486
<code>\liMinimierungErklaerung</code> 2034	<code>\liRelation</code> 2126	<code>\liWortInSprache</code> 619
<code>\liMinispracheDatei</code> 2651	<code>liRelationenSchemaFormat</code> (environment) 2479	<code>\liWortNichtInSprache</code> 624
<code>\linespread</code> 2466	<code>\liRelationMenge</code> ... 2473	<code>\liWpEquivalent</code> 2943
<code>\liNichtsZuTun</code> 2778	<code>\liRichtig</code> 487	<code>\liWpErklaerung</code> 2946
<code>\liO</code> 1822, 1850	<code>liRmodell</code> (environment) 2459	<code>\liWpErklaerungVerzweigung</code> 2961
<code>\liOmega</code> 1812, 1856	<code>\liRundeKlammer</code> . 1799, 1803, 1813, 1823, 1837	<code>\liWpKalkuel</code> 2923
<code>\liOmegaOhneMathe</code> 1812, 1817, 1819	<code>\liSetzeExamenTeilaufgabeNr</code> 1399	<code>\liWpKalkuelOhneMathe</code> 2923, 2928, 2930, 2962, 2964, 2966
<code>\liOOhneMathe</code> 1822, 1827, 1829	<code>\liSetzeExamenThemaNr</code> 1395	<code>\liZustandsBuchstabe</code> 1153, 1162, 1164, 1182, 1184
<code>\liParagraphMitLinien</code> ... 543, 2036, 2758, 2779, 2876, 2884, 2892	<code>\liSortierMarkierung</code> 2498	<code>\liZustandsBuchstabeGross</code> ... 1154, 1163, 1165
<code>\liPetriErreichKnotenDrei</code> 2196	<code>\liSortierPfeil</code> 2492	<code>\liZustandsmenge</code> ... 1141
<code>\liPetriErreichTransition</code> 2193	<code>\liSortierPfeilUnten</code> 2495	<code>\liZustandsmengeNr</code> 1155, 2217
<code>\liPetriSetzeSchluessel</code> 2138	<code>\liSpaltenUmbruch</code> .. 2567	<code>\liZustandsmengeNrGross</code> 1163
<code>\liPetriTransitionsName</code> 2185, 2197	<code>\liSqlCode</code> 2659	<code>\liZustandsMengenSammlung</code> 2204
<code>\liPetriTransitionsNameOhneMathe</code> 2761	<code>\listen@punkt</code> .. 1741, 1753	<code>\liZustandsMengenSammlungNr</code> 2213
... 2185, 2188, 2190	<code>\liStrich</code> 1456	<code>\liZustandsmengeOhneMathe</code> 1141
<code>\liPetriTransPfeile</code> 2197	<code>\liSyntheseErklaerung</code> 2698, 2763	<code>\liZustandsname</code> 1164
<code>\liPolynomiellReduzierbar</code> 1474	<code>\liSyntheseUeberErklaerung</code> 2682, 2762	<code>\liZustandsnameGross</code> ... 1165, 2205, 2214
<code>\liPotenzmenge</code> 1138, 1142, 2208	<code>\liT</code> 1832, 1847, 1861, 1925	<code>\liZustandsnameTiefgestellt</code> 1180
<code>\liPotenzmengeOhneMathe</code> ... 1139, 1140, 1141	<code>\liTeilen</code> 2059	<code>\liZustandsPaar</code> 2014
<code>\liPrimaer</code> 2457	<code>\liLiteratur</code> 1623, 1647	<code>\liZustandsPaarVariablenName</code> ... 2013, 2016, 2017
<code>\liProblemBeschreibung</code> 1458	<code>\liTheta</code> 1802, 1853, 1885, 1891, 1896	<code>\llap</code> 2446
<code>\liProblemClique</code> ... 1481	<code>\liThetaOhneMathe</code> 1802, 1807, 1809	<code>\log</code> 1850, 1853, 1856, 1885, 1891
<code>\liProblemName</code> 1457, 1464, 1476, 1478, 1491, 1502, 1503, 1511, 1512	<code>\liTOhneMathe</code> 1832, 1841, 1843	<code>\loop</code> 2279
<code>\liProblemSat</code> 1510	<code>\liTuringKante</code> 208	<code>\lor</code> 2965
<code>\liProblemSubsetSum</code> 1501, 1510	<code>\liTuringLeerzeichen</code> 164, 172	<code>\ltimes</code> 1961
<code>\liProblemVertexCover</code> 1481, 1489	<code>\liTuringMaschine</code> ... 165	
<code>\liProduktionen</code> 1177, 1219	<code>\liTuringUeberfuehrung</code> 211	M
<code>liProduktionsRegeln</code> (environment) 1167	<code>\liTuringUebergaenge</code> 203, 209	<code>\makeatletter</code> .. 1757, 2518
<code>liProjektSprache</code> (envi- ronment) 1681	<code>\liTuringUebergangZelle</code> 198	<code>\makeatother</code> .. 1759, 2526
<code>\liPseudoUeberschrift</code> 1666, 1716, 1717, 2022, 2032, 2873, 2881, 2889	<code>\liTypoUeberGROSS</code> ... 1433, 1437, 1441, 2812	<code>\marginpar</code> 1098, 1104, 1110, 1664
<code>\liPumpingKontextfrei</code> 2254	<code>\liTypoUeberGross</code> 1427, 2806, 2812	<code>\mathbb</code> .. 1512, 2266, 2885
<code>\liPumpingRegulaer</code> . 2233	<code>\liTypoUeberschrift</code> 2800, 2809, 2815	<code>\mathbin</code> . 2448, 2449, 2450
	<code>\liUeberfuehrungsFunktion</code> 1143	<code>\mathcal</code> .. 1823, 2736, 2741, 2743, 2744, 2745
	<code>\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe</code> 1675, 1677, 1751, 1143, 1146, 1148	<code>\Mathe</code> 2940
	<code>liUebergangsTabelle</code> (environment) 2020	<code>\MatheEnv</code> 2933, 2941, 2944
		<code>\mathord</code> 1968, 1969
		<code>\mdfsetup</code> 1259, 1690, 1694, 1698, 1702
		<code>\medskip</code> 1466,
		<code>\loop</code> 2279
		<code>\lor</code> 2965
		<code>\ltimes</code> 1961
		<code>\makeatletter</code> .. 1757, 2518
		<code>\makeatother</code> .. 1759, 2526
		<code>\marginpar</code> 1098, 1104, 1110, 1664
		<code>\mathbb</code> .. 1512, 2266, 2885
		<code>\mathbin</code> . 2448, 2449, 2450
		<code>\mathcal</code> .. 1823, 2736, 2741, 2743, 2744, 2745
		<code>\Mathe</code> 2940
		<code>\MatheEnv</code> 2933, 2941, 2944
		<code>\mathord</code> 1968, 1969
		<code>\mdfsetup</code> 1259, 1690, 1694, 1698, 1702
		<code>\medskip</code> 1466,
		<code>\loop</code> 2279
		<code>\lor</code> 2965
		<code>\ltimes</code> 1961
		<code>\makeatletter</code> .. 1757, 2518
		<code>\makeatother</code> .. 1759, 2526
		<code>\marginpar</code> 1098, 1104, 1110, 1664
		<code>\mathbb</code> .. 1512, 2266, 2885
		<code>\mathbin</code> . 2448, 2449, 2450
		<code>\mathcal</code> .. 1823, 2736, 2741, 2743, 2744, 2745
		<code>\Mathe</code> 2940
		<code>\MatheEnv</code> 2933, 2941, 2944
		<code>\mathord</code> 1968, 1969
		<code>\mdfsetup</code> 1259, 1690, 1694, 1698, 1702
		<code>\medskip</code> 1466,
		<code>\loop</code> 2279
		<code>\lor</code> 2965
		<code>\ltimes</code> 1961
		<code>\makeatletter</code> .. 1757, 2518
		<code>\makeatother</code> .. 1759, 2526
		<code>\marginpar</code> 1098, 1104, 1110, 1664
		<code>\mathbb</code> .. 1512, 2266, 2885
		<code>\mathbin</code> . 2448, 2449, 2450
		<code>\mathcal</code> .. 1823, 2736, 2741, 2743, 2744, 2745
		<code>\Mathe</code> 2940
		<code>\MatheEnv</code> 2933, 2941, 2944
		<code>\mathord</code> 1968, 1969
		<code>\mdfsetup</code> 1259, 1690, 1694, 1698, 1702
		<code>\medskip</code> 1466,
		<code>\loop</code> 2279
		<code>\lor</code> 2965
		<code>\ltimes</code> 1961
		<code>\makeatletter</code> .. 1757, 2518
		<code>\makeatother</code> .. 1759, 2526
		<code>\marginpar</code> 1098, 1104, 1110, 1664
		<code>\mathbb</code> .. 1512, 2266, 2885
		<code>\mathbin</code> . 2448, 2449, 2450
		<code>\mathcal</code> .. 1823, 2736, 2741, 2743, 2744, 2745
		<code>\Mathe</code> 2940
		<code>\MatheEnv</code> 2933, 2941, 2944
		<code>\mathord</code> 1968, 1969
		<code>\mdfsetup</code> 1259, 1690, 1694, 1698, 1702
		<code>\medskip</code> 1466,
		<code>\loop</code> 2279
		<code>\lor</code> 2965
		<code>\ltimes</code> 1961
		<code>\makeatletter</code> .. 1757, 2518
		<code>\makeatother</code> .. 1759, 2526
		<code>\marginpar</code> 1098, 1104, 1110, 1664
		<code>\mathbb</code> .. 1512, 2266, 2885
		<code>\mathbin</code> . 2448, 2449, 2450
		<code>\mathcal</code> .. 1823, 2736, 2741, 2743, 2744, 2745
		<code>\Mathe</code> 2940
		<code>\MatheEnv</code> 2933, 2941, 2944
		<code>\mathord</code> 1968, 1969
		<code>\mdfsetup</code> 1259, 1690, 1694, 1698, 1702
		<code>\medskip</code> 1466,
		<code>\loop</code> 2279
		<code>\lor</code> 2965
		<code>\ltimes</code> 1961
		<code>\makeatletter</code> .. 1757, 2518
		<code>\makeatother</code> .. 1759, 2526
		<code>\marginpar</code> 1098, 1104, 1110, 1664
		<code>\mathbb</code> .. 1512, 2266, 2885
		<code>\mathbin</code> . 2448, 2449, 2450
		<code>\mathcal</code> .. 1823, 2736, 2741, 2743, 2744, 2745
		<code>\Mathe</code> 2940
		<code>\MatheEnv</code> 2933, 2941, 2944
		<code>\mathord</code> 1968, 1969
		<code>\mdfsetup</code> 1259, 1690, 1694, 1698, 1702
		<code>\medskip</code> 1466,
		<code>\loop</code> 2279
		<code>\lor</code> 2965
		<code>\ltimes</code> 1961
		<code>\makeatletter</code> .. 1757, 2518
		<code>\makeatother</code> .. 1759, 2526
		<code>\marginpar</code> 1098, 1104, 1110, 1664
		<code>\mathbb</code> .. 1512, 2266, 2885
		<code>\mathbin</code> . 2448, 2449, 2450
		<code>\mathcal</code> .. 1823, 2736, 2741, 2743, 2744, 2745
		<code>\Mathe</code> 2940
		<code>\MatheEnv</code> 2933, 2941, 2944
		<code>\mathord</code> 1968, 1969
		<code>\mdfsetup</code> 1259, 1690, 1694, 1698, 1702
		<code>\medskip</code> 1466,
		<code>\loop</code> 2279
		<code>\lor</code> 2965
		<code>\ltimes</code> 1961
		<code>\makeatletter</code> .. 1757, 2518
		<code>\makeatother</code> .. 1759, 2526
		<code>\marginpar</code> 1098, 1104, 1110, 1664
		<code>\mathbb</code> .. 1512, 2266, 2885
		<code>\mathbin</code> . 2448, 2449, 2450
		<code>\mathcal</code> .. 1823, 2736, 2741, 2743, 2744, 2745
		<code>\Mathe</code> 2940
		<code>\MatheEnv</code> 2933, 2941, 2944
		<code>\mathord</code> 1968, 1969
		<code>\mdfsetup</code> 1259, 1690, 1694, 1698, 1702
		<code>\medskip</code> 1466,
		<code>\loop</code> 2279
		<code>\lor</code> 2965
		<code>\ltimes</code> 1961
		<code>\makeatletter</code> .. 1757, 2518
		<code>\makeatother</code> .. 1759, 2526
		<code>\marginpar</code> 1098, 1104, 1110, 1664
		<code>\mathbb</code> .. 1512, 2266, 2885
		<code>\mathbin</code> . 2448, 2449, 2450
		<code>\mathcal</code> .. 1823, 2736, 2741, 2743, 2744, 2745
		<code>\Mathe</code> 2940
		<code>\MatheEnv</code> 2933, 2941, 2944
		<code>\mathord</code> 1968, 1969
		<code>\mdfsetup</code> 1259, 1690, 1694, 1698, 1702
		<code>\medskip</code> 1466,
		<code>\loop</code> 2279
		<code>\lor</code> 2965
		<code>\ltimes</code> 1961
		<code>\makeatletter</code> .. 1757, 2518
		<code>\makeatother</code> .. 1759, 2526
		<code>\marginpar</code> 1098, 1104, 1110, 1664
		<code>\mathbb</code> .. 1512, 2266, 2885
		<code>\mathbin</code> . 2448, 2449, 2450
		<code>\mathcal</code> .. 1823, 2736, 2741, 2743, 2744, 2745
		<code>\Mathe</code> 2940
		<code>\MatheEnv</code> 2933, 2941, 2944
		<code>\mathord</code> 1968, 1969
		<code>\mdfsetup</code> 1259, 1690, 1694, 1698, 1702
		<code>\medskip</code> 1466,
		<code>\loop</code> 2279
		<code>\lor</code> 2965
		<code>\ltimes</code> 1961
		<code>\makeatletter</code> .. 1757, 2518
		<code>\makeatother</code> .. 1759, 2526
		<code>\marginpar</code> 1098, 1104, 1110, 1664
		<code>\mathbb</code> .. 1512, 2266, 2885
		<code>\mathbin</code> . 2448, 2449, 2450
		<code>\mathcal</code> .. 1823, 2736, 2741, 2743, 2744, 2745
		<code>\Mathe</code> 2940
		<code>\MatheEnv</code> 2933, 2941, 2944
		<code>\mathord</code> 1968, 1969
		<code>\mdfsetup</code> 1259, 1690, 1694, 1698, 1702
		<code>\medskip</code> 1466,
		<code>\loop</code> 2279
		<code>\lor</code> 2965
		<code>\ltimes</code> 1961
		<code>\makeatletter</code> .. 1757, 2518
		<code>\makeatother</code> .. 1759, 2526
		<code>\marginpar</code> 1098, 1104, 1110, 1664
		<code>\mathbb</code> .. 1512, 2266, 2885
		<code>\mathbin</code> . 2448, 2449, 2450
		<code>\mathcal</code> .. 1823, 2736, 2741, 2743, 2744, 2745
		<code>\Mathe</code> 2940
		<code>\MatheEnv</code> 2933, 2941, 2944
		<code>\mathord</code> 1968, 1969
		<code>\mdfsetup</code> 1259, 1690, 1694, 1698, 1702
		<code>\medskip</code> 1466,
		<code>\loop</code> 2279
		<code>\lor</code> 2965
		<code>\ltimes</code> 1961
		<code>\makeatletter</code> .. 1757, 2518
		<code>\makeatother</code> .. 1759, 2526
		<code>\marginpar</code> 1098, 1104, 1110, 1664
		<code>\mathbb</code> .. 1512, 2266, 2885
		<code>\mathbin</code> . 2448, 2449, 2450
		<code>\mathcal</code> .. 1823, 2736, 2741, 2743, 2744, 2745
		<code>\Mathe</code> 2940
		<code>\MatheEnv</code> 2933, 2941, 2944
		<code>\mathord</code> 1968, 1969
		<code>\mdfsetup</code> 1259, 1690, 1694, 1698, 1702
		<code>\medskip</code> 1466,
		<code>\loop</code> 2279
		<code>\lor</code> 2965
		<code>\ltimes</code> 1961
		<code>\makeatletter</code> .. 1757, 2518
		<code>\makeatother</code> .. 1759, 2526
		<code>\marginpar</code> 1098, 1104, 1110, 1664
		<code>\mathbb</code> .. 1512, 2266, 2885
		<code>\mathbin</code> . 2448, 2449, 2450
		<code>\mathcal</code> .. 1823, 2736, 2741, 2743, 2744, 2745
		<code>\Mathe</code> 2940
		<code>\MatheEnv</code> 2933, 2941, 2944
		<code>\mathord</code> 1968, 1969
		<code>\mdfsetup</code> 1259, 1690, 1694, 1698, 1702
		<code>\medskip</code> 1466,
		<code>\loop</code> 2279
		<code>\lor</code> 2965
		<code>\ltimes</code> 1961
		<code>\makeatletter</code> .. 1757, 2518
		<code>\makeatother</code> .. 1759, 2526
		<code>\marginpar</code> 1098, 1104, 1110, 1664
		<code>\mathbb</code> .. 1512, 2266, 2885
		<code>\mathbin</code> . 2448, 2449, 2450
		<code>\mathcal</code> .. 1823, 2736, 2741, 2743, 2744, 2745
		<code>\Mathe</code> 2940
		<code>\MatheEnv</code> 2933, 2941, 2944
		<code>\mathord</code> 1968, 1969
		<code>\mdfsetup</code> 1259, 1690, 1694, 1698, 1702
		<code>\medskip</code> 1466,
		<code>\loop</code> 2279
		<code>\lor</code> 2965
		<code>\ltimes</</code>

<code>\mintinline</code>	2607, 2608, 2647, 2654, 2659	<code>\null</code>	2785	<code>\QS@select@equal</code>	2375, 2379
<code>\mkern</code>	2448, 2449, 2450	O			
<code>\mlq</code>	1966, 1968	<code>\o@join</code>		<code>\QS@select@greater</code>	2376, 2380
<code>\mrq</code>	1966, 1969		2445, 2448, 2449, 2450	<code>\QS@select@smaller</code>	2371, 2374, 2378
<code>\msg</code>	416	<code>\Omega</code>	1813	<code>\QS@sort@a</code>	2353, 2386, 2407, 2408
<code>\myList</code>	2539, 2540, 2541, 2544	<code>\omega</code> 2235, 2236, 2256, 2257		<code>\QS@sort@b</code>	2353, 2354
<code>\myNodes</code>	2528, 2543, 2549, 2553, 2555	<code>\or</code>	2356	<code>\QS@sort@c</code>	2357, 2364
N		P		<code>\QS@sort@d</code>	2365, 2373
<code>\NeedsTeXFormat</code>	1, 14, 32, 57, 225, 422, 483, 490, 552, 615, 630, 1085, 1121, 1234, 1274, 1283, 1288, 1317, 1355, 1376, 1450, 1522, 1605, 1621, 1627, 1649, 1795, 1958, 1971, 2050, 2133, 2199, 2224, 2229, 2273, 2439, 2452, 2481, 2562, 2569, 2576, 2581, 2661, 2676, 2767, 2771, 2820, 2862, 2899, 2919	<code>\pagestyle</code>	1270	<code>\QS@sort@empty</code>	2355, 2360
		<code>\par</code>	367, 388, 547, 1199, 1207, 1673, 1735, 1758, 1766, 2398, 2420, 2435, 2476, 2762, 2786, 2790, 2798, 2951, 2957	<code>\QS@sort@single</code>	2356, 2361
		<code>\paragraph</code>	1247	<code>\QS@initialize</code>	2278, 2390, 2425
		<code>\parindent</code>	2467	<code>\QSIr</code>	2361, 2367, 2375, 2395, 2409, 2414, 2417
		<code>\path</code>	99, 146, 209, 585	<code>\QSIrr</code>	2396, 2409, 2410, 2418
		<code>\pgfkeys</code>	2149, 2843, 2844, 2845, 2846, 2847, 2850, 2853, 2855	<code>\QSLr</code>	2367, 2374, 2385, 2386, 2394, 2407, 2412, 2416
		<code>\pgfmath@count</code>	2520, 2522, 2524	<code>\QSPivotStep</code>	2280, 2390, 2394, 2405
		<code>\pgfmath@smuggleone</code>	2525	<code>\QSR</code>	2367
		<code>\pgfmathdeclarefunction</code>	2519	<code>\QSRr</code>	2376, 2397, 2408, 2413, 2419, 2428, 2429, 2430
<code>\neg</code>	2966	<code>\pgfmathhint</code>	2520	<code>\QSsortStep</code>	2282, 2390, 2406, 2407
<code>\negthinspace</code>	1800	<code>\pgfmathparse</code>	1329, 2537, 2542, 2545, 2559, 2560	<code>\quad</code>	1978
<code>\newcounter</code>	2293, 2294	R			
<code>\NewDocumentCommand</code>	67, 108, 145, 166, 208, 229, 557, 574, 619, 624, 1188, 1210, 1474, 1597, 1625, 1784, 1788, 2115, 2126, 2193, 2616, 2626, 2636, 2648, 2651, 2655, 2840	<code>\pgfmathresult</code>	1330, 2520, 2521, 2523, 2525, 2538, 2546, 2559, 2560	<code>\raisebox</code>	1595
<code>\NewDocumentEnvironment</code>	1167, 1260, 1315, 1582, 1681, 1682, 1685, 1712, 1720, 1742, 1761, 1771, 2021, 2071, 2461, 2479	<code>\pgfutil@empty</code>	2521	<code>\relax</code>	1659, 2367, 2410, 2412, 2413, 2414, 2522, 2524
<code>\newlength</code>	2946	<code>\pgfutil@loop</code>	2522	<code>\renewcommand</code>	1250, 1251, 1252, 1253, 1256, 1257, 1271, 1272, 1616, 1617, 2020
<code>\node</code>	570, 1590, 1595, 2319, 2324, 2329, 2335, 2341, 2347, 2498, 2543, 2857	<code>\pgfutil@repeat</code>	2525	<code>\repeat</code>	2283
<code>\noexpand</code>	2407, 2408, 2409, 2428, 2543	<code>\preceq</code>	1477	<code>\RequirePackage</code>	4, 60, 163, 227, 231, 419, 425, 426, 486, 554, 633, 634, 1088, 1090, 1091, 1127, 1236, 1237, 1240, 1242, 1244, 1249, 1258, 1265, 1276, 1277, 1286, 1290, 1291, 1292, 1320, 1321, 1369, 1387, 1392, 1393, 1455, 1524, 1624, 1629, 1630, 1646, 1653, 1654, 1655, 1683, 1798, 1962, 1963, 2135, 2137, 2227, 2287, 2289, 2441, 2442, 2443, 2456, 2484, 2515, 2566, 2572, 2579, 2584, 2595, 2596, 2664, 2769,
<code>\noindent</code>	368, 621, 626, 1668, 1670, 1674, 1678, 1706, 1734, 1736, 1749, 1765, 1767, 1775, 1947, 2000, 2003, 2006, 2009, 2474, 2780, 2792, 2952	<code>\prime</code>	1456		
		<code>\printbibliography</code>	1647		
<code>\nolinkurl</code>	401, 2613	<code>\ProvidesPackage</code>	2, 15, 33, 58, 226, 423, 484, 491, 553, 616, 631, 1086, 1122, 1235, 1275, 1284, 1289, 1318, 1356, 1377, 1451, 1523, 1606, 1622, 1628, 1650, 1796, 1959, 1972, 2051, 2134, 2200, 2225, 2230, 2274, 2440, 2453, 2482, 2563, 2570, 2577, 2582, 2662, 2677, 2768, 2772, 2821, 2863, 2900, 2920		
<code>\normalsize</code>	1247	Q			
<code>\notin</code>	627	<code>\QS@list</code>	2400, 2411, 2415, 2422, 2428, 2433, 2436		

[illegible]

<code>\umlHVHaggreg</code>	<code>\umlVHVreal</code>	<code>\xdef</code> 1323
. 759, 825, 1019	. 816, 817, 1054, 1055	<code>\xintApply</code> 2369
<code>\umlinherit</code>	<code>\UParrow</code> 2844	<code>\xintApplyUnbraced</code> . .
698, 749, 914, 959, 967	<code>\url</code> 1785	2368, 2374, 2375, 2376
<code>\umlnote</code> . . . 700, 916, 1059	<code>\usemintedstyle</code> 2598	<code>\xintCSVtoList</code> 2428
<code>\umlreal</code> 696, 757	<code>\usetikzlibrary</code> . . 61,	<code>\xintFor</code>
<code>\umlsimpleclass</code> . . 655,	427, 1089, 1293,	2318, 2323, 2328,
656, 657, 661, 663,	1525, 2136, 2444,	2333, 2339, 2345, 2386
664, 665, 691, 844,	2485, 2516, 2829, 2917	<code>\xintifEq</code> 2379
845, 846, 905, 957, 958	V	<code>\xintifForLast</code>
<code>\umlstatic</code> 851, 880	<code>\value</code> 2281	. . . 2335, 2341, 2347
<code>\umluniaggreg</code> 912	<code>\varepsilon</code> 500,	<code>\xintifGt</code> 2380
<code>\umluniassoc</code> 675,	511, 512, 1137,	<code>\xintifLt</code> 2378
697, 913, 1037, 1038	1850, 1856, 1888, 1899	<code>\xintLength</code> 2353
<code>\umlVHuniassoc</code> . . 676, 677	<code>\vfill</code> . . . 1430, 1444, 2567	<code>\xintntheft</code> 2365
<code>\umlVHVdep</code> 669,	<code>\vrule</code> 2781, 2785	
670, 672, 673, 853, 854	<code>\vspace</code>	Z
<code>\umlVHVinherit</code>	1721, 1739, 2794, 2796	<code>\ZB</code> 1792
652, 653, 658, 659,		<code>\zB</code> 1791
666, 667, 822, 823,	X	<code>\zustandsnamens@liste</code>
847, 848, 1017, 1018	<code>\xappto</code> . . 2543, 2549, 2553	. . . 1155, 1162, 1163