

lehramt-informatik

Hermine Bschlangaul *

September 2, 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	aufgaben-einbinden.sty	9
2.2	aufgaben-metadaten.sty	10
2.3	automaten.sty	11
2.3.1	Endlicher Automat	11
2.3.2	Kellerautomat	13
2.3.3	Turingmaschine	14
2.4	basis.sty	17
2.5	baum.sty	21
2.5.1	Binärbaum	22
2.5.2	AVL-Baum	23
2.5.3	B-Baum	24
2.6	checkbox.sty	25
2.7	chomsky-normalform.sty	26
2.8	cpm.sty	28
2.8.1	Makro-Kürzel	28
2.8.2	Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle	29
2.9	cyk-algorithmus.sty	31
2.10	entwurfsmuster.sty	32
2.10.1	Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:	32
2.10.2	Reihenfolge	32
2.10.3	Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)	32
2.10.4	Adapter	33
2.10.5	Beobachter (Observer)	35
2.10.6	Dekorierer (Decorator)	37
2.10.7	Einfache Fabrik (Simple Factory)	38
2.10.8	Einzelstück (Singleton)	39
2.10.9	Erbauer (Builder)	39
2.10.10	Fabrikmethode (Factory Method)	41
2.10.11	Kompositum (Composite)	42
2.10.12	Modell-Präsentation-Steuerung (Model-View-Controller)	43
2.10.13	Zustand (State)	44
2.11	er.sty	46
2.11.1	Tex-Markup-Beispiel: Komplettes Diagramm	46
2.11.2	Tex-Markup-Beispiel: EER Enhanced Entity-Relation-Modell nach Elmasri/Navante	47
2.11.3	Makro-Kürzel	47

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

2.12	formale-sprachen.sty	49
2.13	formatierung.sty	52
2.13.1	Schriftarten / Typographie	52
2.13.2	Farben	52
2.13.3	Überschriften	52
2.13.4	Listen	52
2.13.5	Kasten	52
2.13.6	Header	52
2.14	gantt.sty	53
2.15	grafik.sty	54
2.16	graph.sty	55
2.17	hanoi.sty	57
2.18	klassen-konfiguration-aufgabe.sty	58
2.19	komplexitaetstheorie.sty	59
2.19.1	Makro-Kürzel	59
2.20	kontrollflussgraph.sty	61
2.20.1	Makro-Kürzel	61
2.20.2	TeX-Markup-Beispiel	61
2.20.3	TikZ: pin	61
2.20.4	Umgebungen	62
2.20.5	Makros	63
2.21	kopf-fusszeilen.sty	64
2.22	literatur-dummy.sty	65
2.23	literatur.sty	66
2.24	makros.sty	67
2.25	master-theorem.sty	71
2.25.1	Makro-Kürzel	71
2.26	mathe.sty	75
2.27	minimierung.sty	76
2.28	normalformen.sty	79
2.28.1	Makro-Kürzel	79
2.29	petri.sty	82
2.29.1	Makro-Kürzel	82
2.30	potenzmengen-konstruktion.sty	84
2.31	pseudo.sty	86
2.32	pumping-lemma.sty	87
2.33	quicksort.sty	88
2.34	relationale-algebra.sty	91
2.35	rmodell.sty	92
2.35.1	Makro-Kürzel	92
2.36	sortieren.sty	93
2.37	spalten.sty	95
2.38	sql.sty	96
2.39	struktogramm.sty	97
2.40	syntax.sty	98
2.40.1	Makro-Kürzel	98
2.41	syntaxbaum.sty	100
2.42	synthese-algorithmus.sty	101
2.42.1	Makro-Kürzel	101
2.42.2	TeX-Markup Grundgerüst	101
2.42.3	TeX-Markup Linksreduktion	101
2.42.4	TeX-Markup Rechtsreduktion	101
2.42.5	TeX-Markup Relationen formen	102
2.43	tabelle.sty	105
2.44	typographie.sty	106
2.45	uml.sty	107
2.46	vollstaendige-induktion.sty	109
2.46.1	Makro-Kürzel	109

2.47	wasserfall.sty	111
2.48	wpkalkuel.sty	112
2.48.1	Makro-Kürzel	112
3	Index	113

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 aufgaben-einbinden.sty

```
1 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-aufgaben-einbinden}[2020/06/13]

\liAufgabe Eine Aufgaben mit den Pfad relativ zu Wurzelverzeichnis dieses Repository einbinden.
3 \def\liAufgabe#1{
4   \input{\LehramtInformatikRepository/#1.tex}
5 }

\liExamensAufgabe Eine Examensaufgaben mit den Pfad relativ zu Staatsexamen einbinden, z. B.
\liExamensAufgabe{46116/2015/09/Thema-2/Teilaufgabe-1/Aufgabe-3}
6 \def\liExamensAufgabe#1{
7   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1.tex}
8 }

\liExamensAufgabeTTA
9 \def\liExamensAufgabeTTA #1 / #2 / #3 : Thema #4 Teilaufgabe #5 Aufgabe #6 {
10  \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Thema-#4/Teilaufgabe-
    #5/Aufgabe-#6.tex}
11 }

\liExamensAufgabeTA
12 \def\liExamensAufgabeTA #1 / #2 / #3 : Thema #4 Aufgabe #5 {
13   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Thema-#4/Aufgabe-#5.tex}
14 }

\liExamensAufgabeA
15 \def\liExamensAufgabeA #1 / #2 / #3 : Aufgabe #4 {
16   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Aufgabe-#4.tex}
17 }

18
```

2.2 aufgaben-metadaten.sty

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

22 \ExplSyntaxOn

\liAufgabenTitel Momentan eine dummy Makro das die Thematik enthält.
23 \def\liAufgabenTitel#1{
24 }

\liAufgabenMetadaten Setzen der Aufgaben-Metadaten über eine plist bzw. über key-values.
Die Schlüssel-Werte-Paare sind in der Datei basis.sty definiert. In der Typescript-
Datei .scripts/nodejs/src/aufgaben.ts gibt es ein entsprechendes Interface AufgabenMetadaten.

\liAufgabenMetadaten{
  Titel = {Aufgabe 2},
  Thematik = {Petri-Netz},
  Stichwoerter = {Feld (Array), Implementierung in Java}
  ZitatSchluessel = sosy:pu:4,
  ZitatBeschreibung = {Seite 11},
  BearbeitungsStand = OCR,
  Korrektheit = absolut korrekt,
  RelativerPfad = Staatsexamen/46116/2016/03/Thema-2/Teilaufgabe-1/Aufgabe-2.tex,
  ExamenNummer = 46116,
  ExamenJahr = 2016,
  ExamenMonat = 03,
  ExamenThemaNr = 2,
  ExamenTeilaufgabeNr = 1,
  ExamenAufgabeNr = 2,
}

25 \def\liAufgabenMetadaten#1{
26
27   \_setze_variablen_zurueck:
28
29   \tl_clear:N \g_auf_examen_telaufgabe_nr_tl
30
31   \keys_set:nn { aufgabenmetadaten } {
32     #1
33   }
34
35   \_setze_relativen_pfad:
36
37   \tl_if_empty:NTF \g_auf_titel_tl
38   {
39     \msg_fatal:nn { aufgabenmetadaten } { kein-titel }
40   }
41   {
42   }
43
44   \_gib_examen_titel: {}
45
46   \section{\_gib_aufgaben_titel:}
47
48   \bigskip
49 }

50 \ExplSyntaxOff

51
```

2.3 automaten.sty

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

2.3.1 Endlicher Automat

```
54 \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}
```



```
55 \RequirePackage{tikz}
56 \usetikzlibrary{arrows,automata,positioning}
57 \liLadePakete{mathe}
58 \directlua{
59   automaten = require('lehramt-informatik-automaten')
60 }
```

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

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

```

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

```

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

```

93 \def\liAutomatenKante#1#2#3#4{
94   \path (#1) edge[#4] node{#3} (#2);
95 }

96 \tikzset{
97   li automat/.style={
98     ->,
99     node distance=2cm
100   },
101 }

```

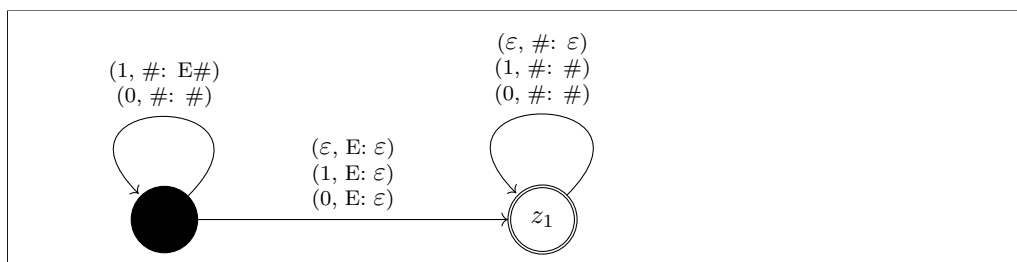
2.3.2 Kellerautomat

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

\liKellerKante[above,loop]{0}{0}{
  1, KELLERBODEN, E KELLERBODEN;
  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=z0,kellerboden=#,ende=E}

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

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

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

```

118     kellerboden .code:n = {\tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {##1}},
119     ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
120 }
121
122 \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
123
124 $#1 = (
125     \l_zustaende_tl,
126     \l_alphabet_tl,
127     \l_kelleralphabet_tl,
128     \l_delta_tl,
129     \l_start_tl,
130     \l_kellerboden_tl,
131     \l_ende_tl
132 )$
133 }
134 \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}`

```

135 \ExplSyntaxOn
136 \def\liKellerUebergang#1{
137     \directlua{automaten.drucke_keller_uebergaenge('#1')}
138 }
139 \ExplSyntaxOff

```

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

```

140 \NewDocumentCommand{\liKellerKante} { 0{above} m m m } {
141     \path (#2) edge[#1] node{\liKellerUebergang{#4}} (#3);
142 }
143 \tikzset{
144     li keller knoten/.style={
145         text width=2cm,
146         align=center,
147         font=\footnotesize,
148     },
149     li kellerautomat/.style={
150         li automat,
151         every edge/.append style={
152             every node/.style={
153                 li keller knoten
154             }
155         }
156     }
157 }

```

2.3.3 Turingmaschine

```

158 \RequirePackage{amssymb}

```

\liTuringLeerzeichen

□

```

159 \def\liTuringLeerzeichen{\Box}

```

```

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

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

```

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

```

160 \ExplSyntaxOn
161 \NewDocumentCommand {\liTuringMaschine} { O{TM} m } {
162   \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
163   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
164   \tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\Gamma}
165   \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
166   \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
167   \tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {\liTuringLeerzeichen}
168   \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
169
170   \keys_define:nn { kellerautomat } {
171     zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},
172     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
173     bandalphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\liMenge{##1}}},
174     delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
175     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
176     leerzeichen .code:n = {\tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {##1}},
177     ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
178   }
179
180   \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
181
182   $\text{#1} = (
183     \l_zustaende_tl,
184     \l_alphabet_tl,
185     \l_bandalphabet_tl,
186     \l_delta_tl,
187     \l_start_tl,
188     \l_leerzeichen_tl,
189     \l_ende_tl
190   )$
191 }
192 \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}:(z_1: \square, L)`

```

193 \ExplSyntaxOn
194 \def\liTuringUebergangZelle#1{
195   \directlua{tex.print(automaten.gib_einen_turing_uebergang('#1'))}
196 }
197 \ExplSyntaxOff

```

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

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

`(z_1: \square, L)`

`(\square: \square, R)`

```

198 \ExplSyntaxOn
199 \def\liTuringUebergaenge#1{
200   \directlua{automaten.drucke_turing_uebergaenge('#1')}
201 }
202 \ExplSyntaxOff

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

203 \NewDocumentCommand{\liTuringKante} { 0{above} m m m } {
204   \path (#2) edge[#1] node{\liTuringUebergaenge{#4}} (#3);
205 }

\liTuringUeberfuehrung

206 \def\liTuringUeberfuehrung{
207    $\Delta : Z \times \Gamma \rightarrow Z \times \Gamma \times \{ L, R, N \}$ 
208 }

209 \tikzset{
210   li turingmaschine/.style={
211     li automat,
212     every edge/.append style={
213       every node/.style={
214         li keller knoten
215       }
216     }
217   }
218 }
219

```


2.4 basis.sty

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

222 \RequirePackage{xparse}

223 \ExplSyntaxOn

\liLadePakete

224 \NewDocumentCommand{\liLadePakete}{ m }
225 {
226   \clist_map_inline:nn { #1 } { \RequirePackage{lehramt-informatik-##1} }
227 }

\liLadeAllePakete

228 \def\liLadeAllePakete{
229   \liLadePakete{
230     aufgaben-einbinden,
231     automaten,
232     baum,
233     checkbox,
234     chomsky-normalform,
235     cpm,
236     cyk-algorithmus,
237     entwurfsmuster,
238     er,
239     formale-sprachen,
240     gantt,
241     grafik,
242     graph,
243     hanoi,
244     kontrollflussgraph,
245     makros,
246     master-theorem,
247     mathe,
248     minimierung,
249     normalformen,
250     petri,
251     potenzmengen-konstruktion,
252     pseudo,
253     quicksort,
254     relationale-algebra,
255     rmodell,
256     sortieren,
257     spalten,
258     struktogramm,
259     syntax,
260     syntaxbaum,
261     synthese-algorithmus,
262     tabelle,
263     typographie,
264     uml,
265     vollstaendige-induktion,
266     wasserfall,
267     wpkalkuel,
268   }
269 }
```

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.

```
270 \clist_new:N \g_auf_schluesssel_clist
271 \clist_set:Nn \g_auf_schluesssel_clist {
```

```

272  titel,
273  thematik,
274  stichwoerter,
275  zitat_schluessel,
276  zitat_beschreibung,
277  %
278  bearbeitungs_stand,
279  korrektheit,
280  %
281  relativer_pfad,
282  %
283  examen_nummer,
284  examen_jahr,
285  examen_monat,
286  examen_thema_nr,
287  examen_telaufgabe_nr,
288  examen_aufgabe_nr,
289 }

```

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

```

290 \clist_map_inline:Nn \g_auf_schluessel_clist {
291   \tl_new:c {g_auf_#1_tl}
292 }

```

Funktion über alle globalen Token-List-Variablen zurückzusetzen.

```

293 \cs_new:Npn \setze_variablen_zurueck: {
294   \clist_map_inline:Nn \g_auf_schluessel_clist {
295     \tl_clear:c {g_auf_##1_tl}
296   }
297 }

```

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

```

298 \keys_define:nn { aufgabenmetadaten }
299 {
300   Titel .tl_gset:N = \g_auf_titel_tl,
301   Thematik .tl_gset:N = \g_auf_thematik_tl,
302   Stichwoerter .tl_gset:N = \g_auf_stichwoerter_tl,
303   ZitatSchluessel .tl_gset:N = \g_auf_zitat_beschreibung_tl,
304   ZitatBeschreibung .tl_gset:N = \g_auf_zitat_schluessel_tl,
305   %
306   BearbeitungsStand .tl_gset:N = \g_auf_bearbeitungs_stand_tl,
307   Korrektheit .tl_gset:N = \g_auf_korrekttheit_tl,
308   %
309   RelativerPfad .tl_gset:N = \g_auf_relativer_pfad_tl,
310   %
311   ExamenNummer .tl_gset:N = \g_auf_examen_nummer_tl,
312   ExamenJahr .tl_gset:N = \g_auf_examen_jahr_tl,
313   ExamenMonat .tl_gset:N = \g_auf_examen_monat_tl,
314   ExamenThemaNr .tl_gset:N = \g_auf_examen_thema_nr_tl,
315   ExamenTeilaufgabeNr .tl_gset:N = \g_auf_examen_telaufgabe_nr_tl,
316   ExamenAufgabeNr .tl_gset:N = \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl,
317 }

318 \cs_gset:Npn \setze_relativen_pfad: {
319   \tl_if_empty:NTF \g_auf_relativer_pfad_tl
320   {
321     \bool_if:nTF
322     {
323       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_nummer_tl &&
324       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_jahr_tl &&
325       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_monat_tl
326     }
327     {

```

```

328 \tl_gset:Nn \g_auf_relativer_pfad_tl {
329   Staatsexamen /
330   \g_auf_examen_nummer_tl /
331   \g_auf_examen_jahr_tl /
332   \g_auf_examen_monat_tl /
333   \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} { Thema - \g_auf_examen_thema_nr_tl / }
334   \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} { Teilaufgabe - \g_auf_examen_teil
335   \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} { Aufgabe - \g_auf_examen_aufgabe_nr
336 }
337 }
338 {}
339 }
340 {}
341 }

342 \cs_gset:Npn \_gib_examen_titel: {
343   \cs_set:Nn \_trenner: { \, / \, }
344   \bool_if:nTF
345   {
346     ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_nummer_tl &&
347     ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_jahr_tl &&
348     ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_monat_tl &&
349     ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
350   }
351   {
352     {
353       \footnotesize
354       \par
355       \noindent
356       Staatsexamen ~
357       \g_auf_examen_nummer_tl \_trenner:
358       \g_auf_examen_jahr_tl \_trenner:
359
360       \tl_case:Nn \g_auf_examen_monat_tl
361       {
362         { 03 } { Frühjahr }
363         { 09 } { Herbst }
364       } \_trenner:
365
366       \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} {
367         Thema ~ Nr. ~ \g_auf_examen_thema_nr_tl \_trenner:
368       }
369       \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} {
370         Teilaufgabe ~ Nr. ~ \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl \_trenner:
371       }
372       \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} {
373         Aufgabe ~ Nr. ~ \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
374       }
375       \par
376       \bigskip
377     }
378   }
379 }

380 \cs_new:Npn \_gib_github_url: {
381   \tl_if_empty:NTF \g_auf_relativer_pfad_tl {} {
382     Github :~\href{
383       \LehramtInformatikGithubRawDomain /
384       \LehramtInformatikGithubTexRepo /
385       \LehramtInformatikGitBranch /
386       \g_auf_relativer_pfad_tl
387     }{
388       \nolinkurl{\g_auf_relativer_pfad_tl}
389     }
390   }

```

```

391 }
392 \cs_new:Npn \_gib_aufgaben_titel: {
393   \g_auf_titel_tl
394
395   \tl_if_empty:NTF \g_auf_thematik_tl
396   {}
397   {
398     \, ~ [
399       \g_auf_thematik_tl
400     ]
401   }
402 }
403 \msg_new:nnn { aufgabenmetadaten } { kein-titel }
404 { Der~Schlüssel~ist~zwingend~notwendig }
405
406 \def\LehramtInformatikRepository{/pfad/zum/repository}
407 \input /etc/lehramt-informatik.config.tex
408 biblatex not working with lualatex and babel
409 % \RequirePackage{polyglossia}
410 % \setmainlanguage{german}
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500

```

2.5 baum.sty

```
409 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
410 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-baum}[2020/06/13 Zum Setzen von
411 Binär- und AVL-Bäumen. Hüll-Paket um TikZ and tikz-qtree.]
412 \RequirePackage{tikz}

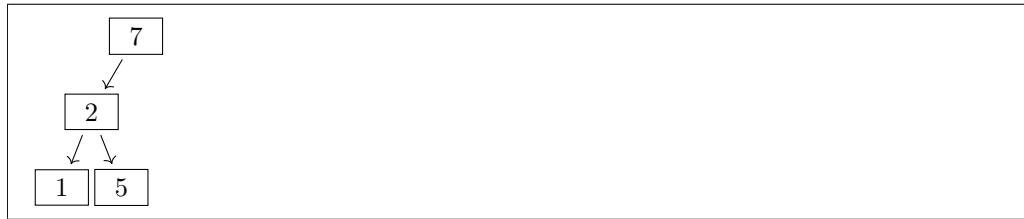
    für li binaer baum
413 \RequirePackage{tikz-qtree}

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

2.5.1 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}
```



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

2.5.2 AVL-Baum

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

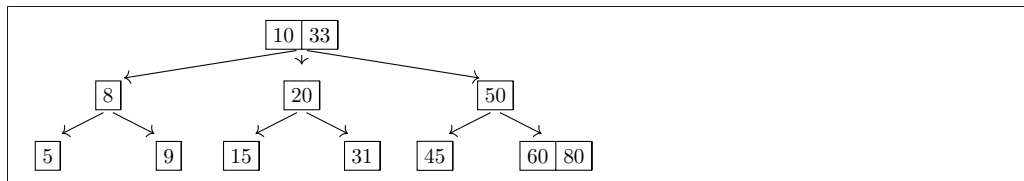


2.5.3 B-Baum

```

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

```



```

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

```


2.6 checkbox.sty

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

\liRichtig Angekreuztes Kästchen (nur innerhalb der itemize-Umgebung zu verwenden.
474 \def\liRichtig{\item[$\boxtimes$]}

\liFalsch Nicht angekreuztes Kästchen (nur innerhalb der itemize-Umgebung zu verwenden.
475 \def\liFalsch{\item[$\square$]}

476
```

2.7 chomsky-normalform.sty

```

477 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
478 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-chomsky-normalform}[2021/03/26
479 Hilfsmakros zum Setzen des Algorithmus zum Erreichen der Chomsky-Normalform]
480
481 \ExplSyntaxOn
482
483 \liLadePakete{typographie}

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

484 \def\liChomskyUeberschrift#1{
485   {
486     \bfseries
487     \sffamily
488     \str_case:nn {#1} {
489       {1} {Elimination~der~ $\varepsilon$ -Regeln}
490       {2} {Elimination~von~Kettenregeln}
491       {3} {Separation~von~Terminalzeichen}
492       {4} {Elimination~von~mehrelementigen~Nonterminalketten}
493     }
494   }
495 }

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

496 \def\li@chomsky@erklaerung@texte#1{
497   \str_case:nn {#1} {
498     %
499     {1} {
500       Alle~Regeln~der~Form~ $A \rightarrow \varepsilon$ ~werden~eliminiert.~
501       Die~Ersetzung~von~ $A$ ~wird~durch~ $\varepsilon$ ~in~allen~anderen~
502       Regeln~vorweggenommen.
503     }
504     {2} {
505       Jede~Produktion~der~Form~ $A \rightarrow B$ ~mit~ $A, B \in S$ ~wird~
506       als~Kettenregel~bezeichnet.~Diese~tragen~nicht~zur~Produktion~
507       von~Terminalzeichen~bei~und~lassen~sich~ebenfalls~eliminieren.
508     }
509     {3} {
510       Jedes~Terminalzeichen~ $\sigma$ ,~das~in~Kombination~mit~anderen~
511       Symbolen~auftaucht,~wird~durch~ein~neues~Nonterminal~
512        $S_{\sigma}$ ~ersetzt~und~die~Menge~der~Produktionen~durch~die~
513       Regel~ $S_{\sigma} \rightarrow \sigma$ ~ergänzt.
514     }
515     {4} {
516       Alle~Produktionen~der~Form~
517        $A \rightarrow B_{\{1\}} B_{\{2\}} \dots B_{\{n\}}$ ~
518       werden~in~die~Produktionen~
519        $A \rightarrow$ 
520        $A_{\{n-1\}} B_{\{n\}}, A_{\{n-1\}} \rightarrow$ 
521        $A_{\{n-2\}} B_{\{n-1\}}, \dots,$ 
522        $A_{\{2\}} \rightarrow B_{\{1\}} B_{\{2\}}$ ~zerteilt.~
523       Nach~der~Ersetzung~sind~alle~längeren~Nonterminalketten~
524       vollständig~heruntergebrochen~und~die~Chomsky-Normalform~erreicht.
525     }
526   }
527 }

528 \def\liChomskyErklaerung#1{
529   {
530     \itshape
531     \footnotesize
532     \liParagraphMitLinien{\li@chomsky@erklaerung@texte{#1}}
533   }

```

534 }

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

535 \def\liChomskyUeberErklaerung#1{

536 \liChomskyUeberschrift{#1}\par

537 \liChomskyErklaerung{#1}

538 }

539 \ExplSyntaxOff

540

2.8 cpm.sty

```

541 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
542 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-cpm}[2020/09/03]
543 \RequirePackage{tikz}
544 \liLadePakete{mathe}

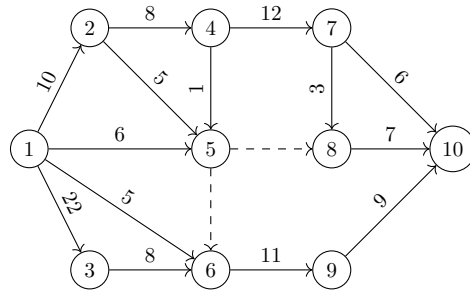
```

2.8.1 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}

```

```

545 \ExplSyntaxOn
546 \NewDocumentCommand { \liCpmEreignis } { 0{} m m m } {
547   \tl_set:Nn \l_name_tl {}
548
549   \keys_define:nn { cpmEreignis } {
550     name .code:n = {\tl_set:Nn \l_name_tl {##1}},
551   }
552
553   \keys_set:nn { cpmEreignis } { #1 }
554
555   \tl_if_empty:NT \l_name_tl {
556     \tl_set:Nn \l_name_tl {#2}
557   }

```

```

558
559 \node[circle,draw] (\l_name_tl) at (#3,#4) {#2};
560 }
561 \ExplSyntaxOff

\liCpmVorgang \liCpmVORGANG\((.*)>(.*))\{(.*)\}
562 \ExplSyntaxOn
563 \NewDocumentCommand { \liCpmVorgang } { 0{ } m m m } {
564   \tl_set:Nn \l_schein_tl {}
565   \tl_set:Nn \l_kritisch_tl {}
566
567   \keys_define:nn { cpmVorgang } {
568     schein .code:n = {\tl_set:Nn \l_schein_tl {dashed}},
569     kritisch .code:n = {\tl_set:Nn \l_kritisch_tl {thick}},
570   }
571
572   \keys_set:nn { cpmVorgang } { #1 }
573
574   \path[->,\l_schein_tl,\l_kritisch_tl] (#2) edge node[auto,sloped] {#4} (#3);
575 }
576 \ExplSyntaxOff

```

2.8.2 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):  $l_{(2 \rightarrow 3)}$ 
577 \def\liCpmVonZuOhneMathe#1(#2-#3){#1_{\scriptscriptstyle(#2\rightarrow#3)}}
578 \def\liCpmVonZu#1(#2-#3){%
579   \ifmmode%
580     \liCpmVonZuOhneMathe{#1}(\#2-\#3)%
581   \else%
582     $\liCpmVonZuOhneMathe{#1}(\#2-\#3)$%
583   \fi%
584 }

```

```

\liCpmVon Let-Abkürzung: \let\v=\liCpmVon
\liCpmVon{1}(2):  $l_{(\rightarrow 2)}$ 
585 \def\liCpmVonOhneMathe#1(#2){#1_{\scriptscriptstyle(\rightarrow#2)}}
586 \def\liCpmVon#1(#2){%
587   \ifmmode%
588     \liCpmVonOhneMathe{#1}(\#2)%
589   \else%
590     $\liCpmVonOhneMathe{#1}(\#2)$%
591   \fi%
592 }

```

```

\liCpmZu Let-Abkürzung: \let\z=\liCpmZu
\liCpmZu{1}(2):  $l_{(\leftarrow 2)}$ 
593 \def\liCpmZuOhneMathe#1(#2){#1_{\scriptscriptstyle(\leftarrow#2)}}
594 \def\liCpmZu#1(#2){%
595   \ifmmode%
596     \liCpmZuOhneMathe{#1}(\#2)%
597   \else%
598     $\liCpmZuOhneMathe{#1}(\#2)$%

```

```

599 \fi%
600 }

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

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

603

```

2.9 cyk-algorithmus.sty

```
604 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
605 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-cyk-algorithmus}[2021/06/18 Hilfsmakros
606 zum Setzen des CYK-Algorithmus]
```

```
\begin{tabular}{|c|c|c|c|c|c|}
a      & c      & b      & c      & a      & b \\ \hline \hline

$R_a$ & $R_c$ & $R_b$ & $R_c$ & $R_a$ & $R_b$ \16
B      & A      & A      & B      & C \15
S      & -      & S      & S \14
-      & -      & - \13
-      & - \12
S \11
\end{tabular}
```

```
\liKurzeTabellenLinie Let-Abkürzung: \let\l=\liKurzeTabellenLinie
607 \def\liKurzeTabellenLinie#1{\ccline{1-#1}}
```

```
\liWortInSprache  $\Rightarrow abc \in L(Y)$ 
608 \NewDocumentCommand{ \liWortInSprache } { m O{L(G)} } {
609   \bigskip
610   \noindent
611   $\Rrightarrow$ #1 \in #2$
612 }
```

```
\liWortNichtInSprache  $\Rightarrow abc \notin L(G)$ 
613 \NewDocumentCommand{ \liWortNichtInSprache } { m O{L(G)} } {
614   \bigskip
615   \noindent
616   $\Rrightarrow$ #1 \notin #2$
617 }

618
```

2.10 entwurfsmuster.sty

```

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

```

2.10.1 Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:

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

2.10.2 Reihenfolge

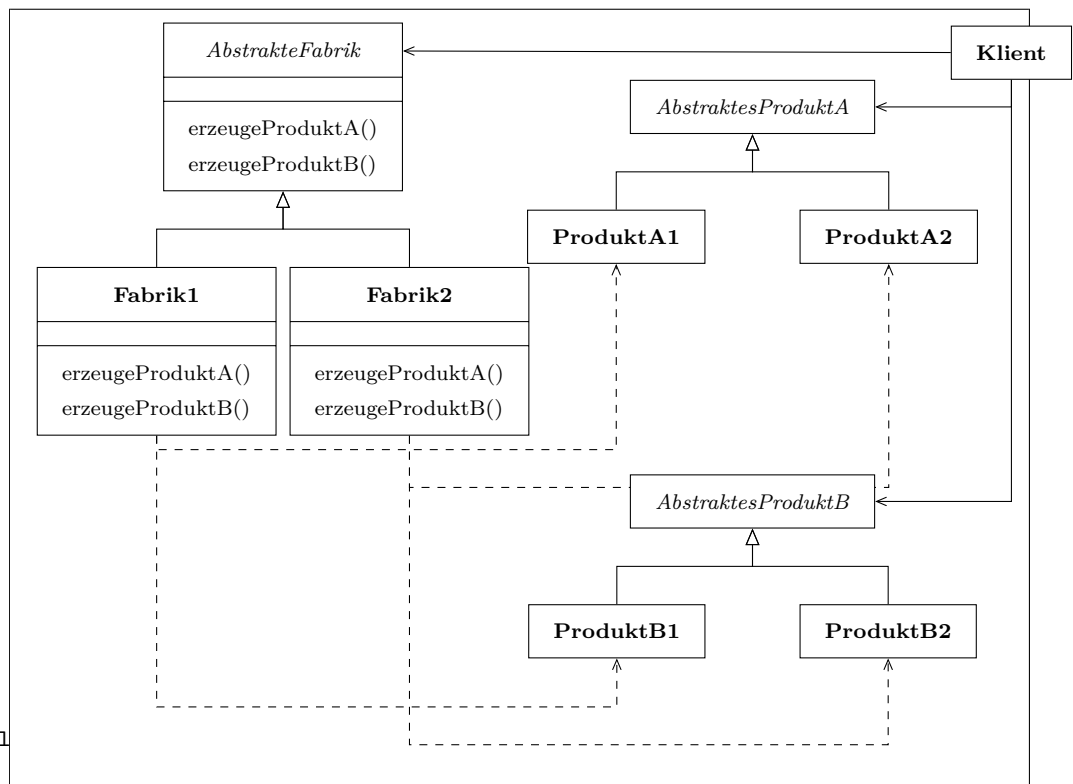
1. **Uml:** Uml-Klassendiagramm \liEntwurfsEinzelstueckUml
2. **Akteure:** Akteure, beteiligte Klassen \liEntwurfsEinzelstueckAkteure
3. **Code:** Allgemeines Code-Beispiel \liEntwurfsEinzelstueckCode
4. **ohne:** Ohne Suffix, Bündelung der einzelnen Makros eines Entwurfsmusters \liEntwurfsEinzelstueckAkteure

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

- EntwurfsCodeAllgemein Allgemeine Code-Beispiele zu den UML-Diagrammen und Stellvertretern

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

2.10.3 Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)



```

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

```



```

633 \umlclass[below left=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik1}{-}{
634     erzeugeProduktA()\
635     erzeugeProduktB()\
636 }
637 \umlclass[below right=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik2}{-}{
638     erzeugeProduktA()\
639     erzeugeProduktB()\
640 }
641 \umlVHVinherit{Fabrik1}{AbstrakteFabrik}
642 \umlVHVinherit{Fabrik2}{AbstrakteFabrik}
643
644 \umlsimpleclass[right=3cm of AbstrakteFabrik,type=abstract]{AbstraktesProduktA}
645 \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA1}
646 \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA2}
647 \umlVHVinherit{ProduktA1}{AbstraktesProduktA}
648 \umlVHVinherit{ProduktA2}{AbstraktesProduktA}
649
650 \umlsimpleclass[above right=0cm and 1cm of AbstraktesProduktA]{Klient}
651
652 \umlsimpleclass[below=4.5cm of AbstraktesProduktA,type=abstract]{AbstraktesProduktB}
653 \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB1}
654 \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB2}
655 \umlVHVinherit{ProduktB1}{AbstraktesProduktB}
656 \umlVHVinherit{ProduktB2}{AbstraktesProduktB}
657
658 \umlVHVdep[arm1=-1.3cm,arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktA1}
659 \umlVHVdep[arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktB1}
660
661 \umlVHVdep[arm1=-1.8cm,arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktA2}
662 \umlVHVdep[arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktB2}
663
664 \umluniassoc[anchor2=25]{Klient}{AbstrakteFabrik}
665 \umlVHuniassoc[arm1=-1cm]{Klient}{AbstraktesProduktA}
666 \umlVHuniassoc{Klient}{AbstraktesProduktB}
667 \end{tikzpicture}
668 }

```

iEntwurfsAbstrakteFabrikCode

```

669 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrikCode{
670     \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Produkte}
671     \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{AbstrakteFabrik}
672     \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Klient}
673 }

```

\liEntwurfsAbstrakteFabrik

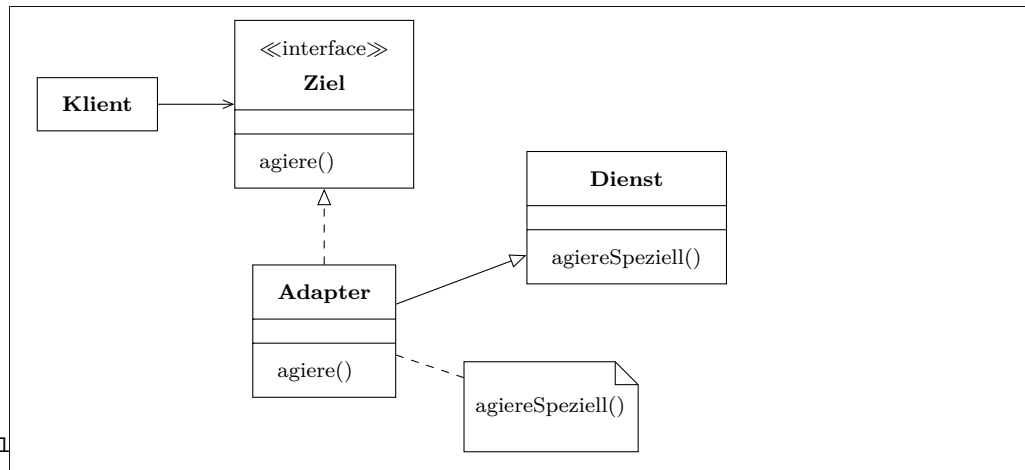
```

674 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrik{
675     \liEntwurfsAbstrakteFabrikUml
676     \liEntwurfsAbstrakteFabrikCode
677 }

```

2.10.4 Adapter

\liEntwurfsAdapterUml



```

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

```

\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.

```

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

```

```

714
715 \end{description}
716 }

```

\liEntwurfsAdapterCode

```

717 \def\liEntwurfsAdapterCode{
718 \li@EntwurfsCode{adapter}{Dienst}
719 \li@EntwurfsCode{adapter}{Ziel}
720 \li@EntwurfsCode{adapter}{Adapter}
721 \li@EntwurfsCode{adapter}{Klient}
722 }

```

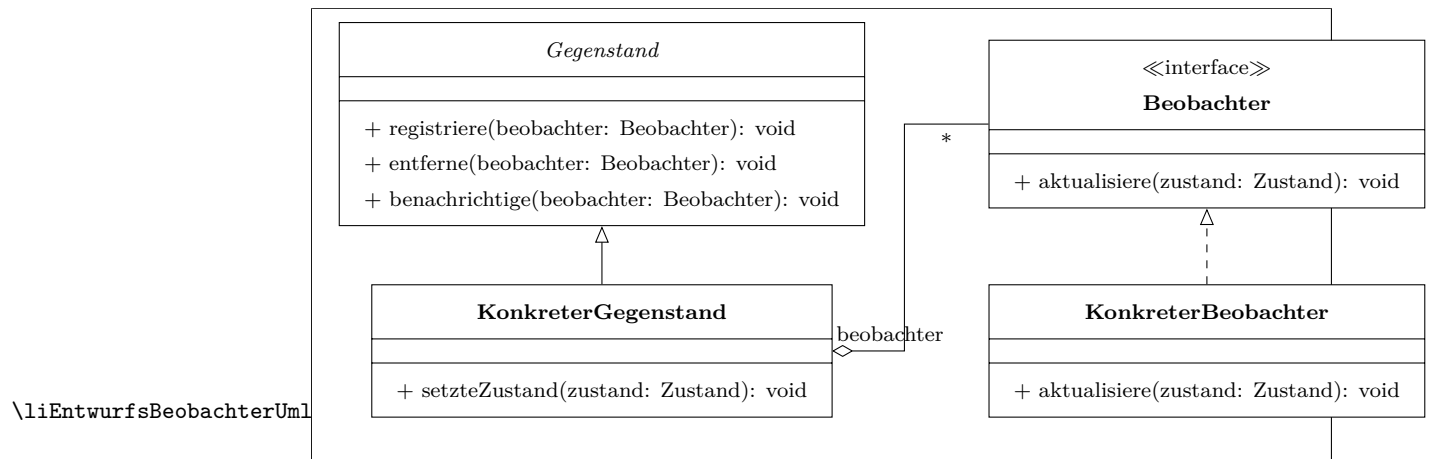
\liEntwurfsAdapter

```

723 \def\liEntwurfsAdapter{
724 \liEntwurfsAdapterUml
725 \liEntwurfsAdapterAkteure
726 \liEntwurfsAdapterCode
727 }

```

2.10.5 Beobachter (Observer)



```

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

```

\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.

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

\liEntwurfsBeobachterCode

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

```

792 \li@EntwurfsCode{beobachter}{Klient}
793 }

```

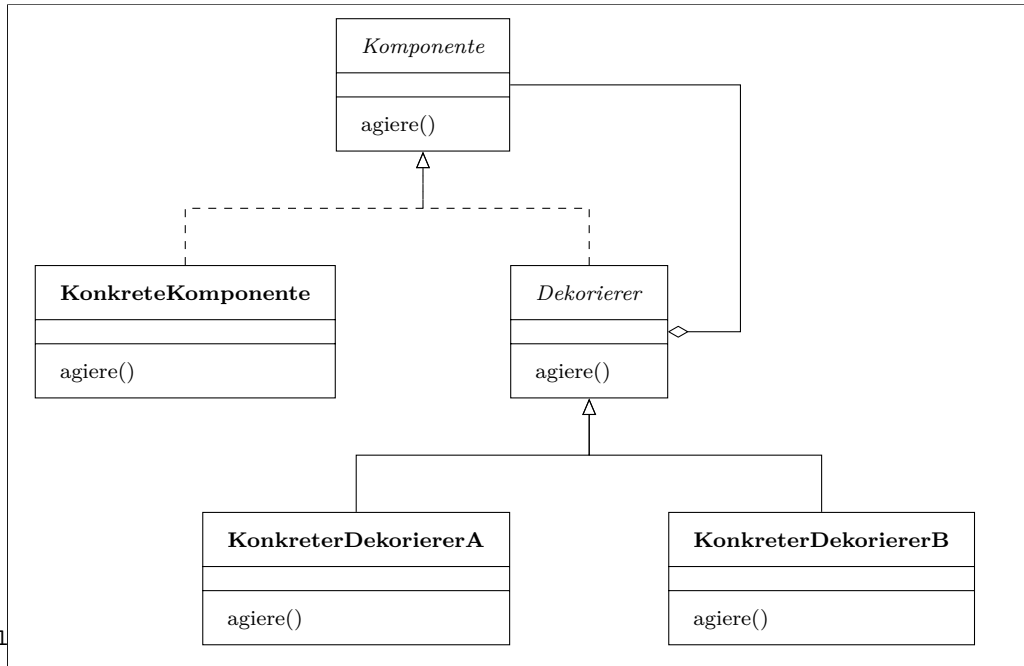
\liEntwurfsBeobachter

```

794 \def\liEntwurfsBeobachter{
795 \liEntwurfsBeobachterUml
796 \liEntwurfsBeobachterAkteure
797 \liEntwurfsBeobachterCode
798 }

```

2.10.6 Dekorierer (Decorator)



\liEntwurfsDekoriererUml

```

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

```

\liEntwurfsDekoriererCode

```

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

```

\liEntwurfsDekorierer

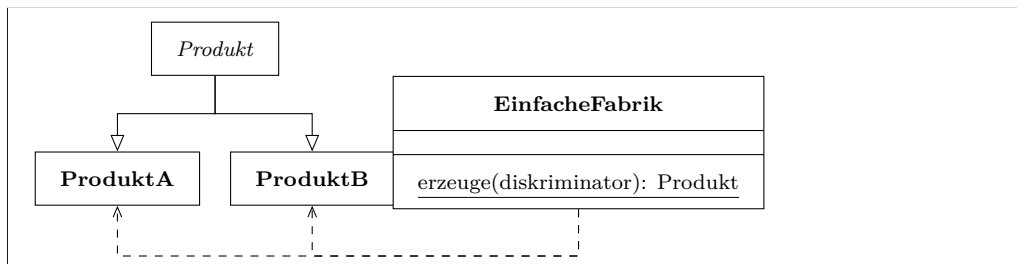
```

826 \def\liEntwurfsDekorierer{
827   \liEntwurfsDekoriererUml
828   \liEntwurfsDekoriererAkteure
829   \liEntwurfsDekoriererCode
830 }

```

2.10.7 Einfache Fabrik (Simple Factory)

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



```

831 \def\liEntwurfsEinfacheFabrikUml{
832   \begin{tikzpicture}
833     \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
834     \umlsimpleclass[below left=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktA}
835     \umlsimpleclass[below right=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktB}
836     \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktA}
837     \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktB}
838     \umlclass[below right=0cm and 1.5cm of Produkt]{EinfacheFabrik}{
839     }{
840       \umlstatic{erzeuge(diskriminator): Produkt}\
841     }
842     \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktA}
843     \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktB}
844   \end{tikzpicture}
845 }

```

ntwurfsEinfacheFabrikAkteure Quelle: frei überstetzt aus GoF

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

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

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

```

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

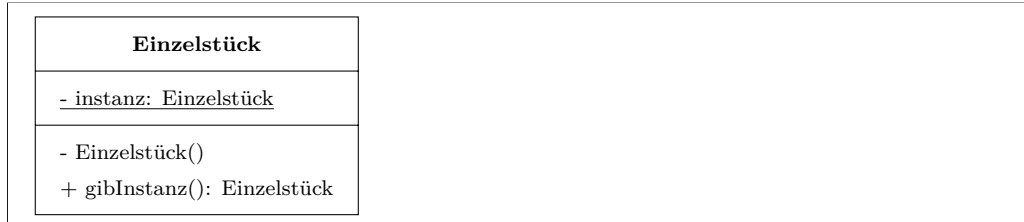
```

\liEntwurfsEinfacheFabrik

```
862 \def\liEntwurfsEinfacheFabrik{
863   \liEntwurfsEinfacheFabrikUml
864   \liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure
865 }
```

2.10.8 Einzelstück (Singleton)

\liEntwurfsEinzelstueckUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



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

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.

```
876 \def\liEntwurfsEinzelstueckAkteure{
877   \begin{description}
878     \item[Einzelstück (Singleton)]
879
880     stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten
881     nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.
882   \end{description}
883 }
```

\liEntwurfsEinzelstueckCode

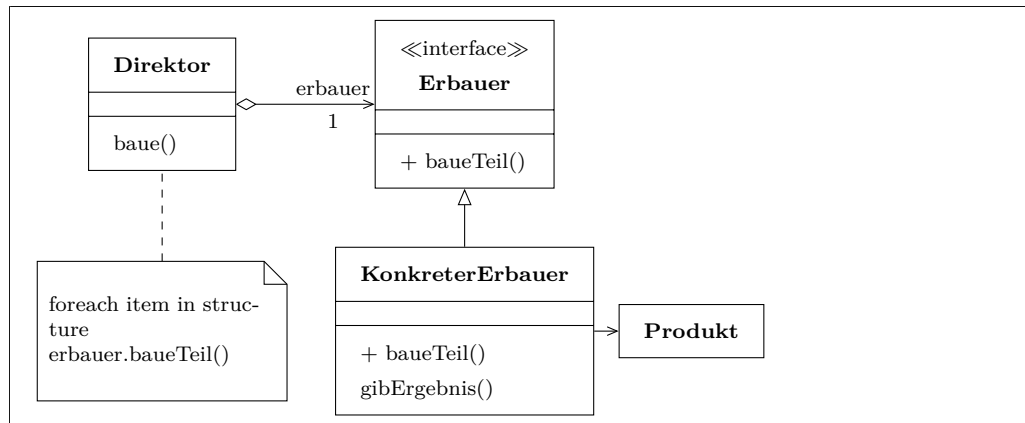
```
884 \def\liEntwurfsEinzelstueckCode{
885   \li@EntwurfsCode{einzelstueck}{Einzelstueck}
886 }
```

\liEntwurfsEinzelstueck

```
887 \def\liEntwurfsEinzelstueck{
888   \liEntwurfsEinzelstueckUml
889   \liEntwurfsEinzelstueckAkteure
890   \liEntwurfsEinzelstueckCode
891 }
```

2.10.9 Erbauer (Builder)

\liEntwurfsErbauerUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

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

```

\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.

```

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

```



```

923     die von ihm erzeugte Repräsentation des Produkts. Er bietet auch eine
924     Schnittstelle zum Auslesen des Produkts.
925
926     \item[Direktor]
927
928     Der Direktor konstruiert ein komplexes Objekt unter Verwendung der
929     Schnittstelle des Erbauers. Der Direktor arbeitet eng mit dem Erbauer
930     zusammen: Er weiß, welche Baureihenfolge der Erbauer verträgt oder
931     benötigt. Der Direktor entkoppelt somit den Konstruktionsablauf vom
932     Klienten.
933
934     \item[Produkt]
935
936     Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.
937     \footcite{wiki:erbauer}
938 \end{description}
939 }

```

\liEntwurfsErbauer

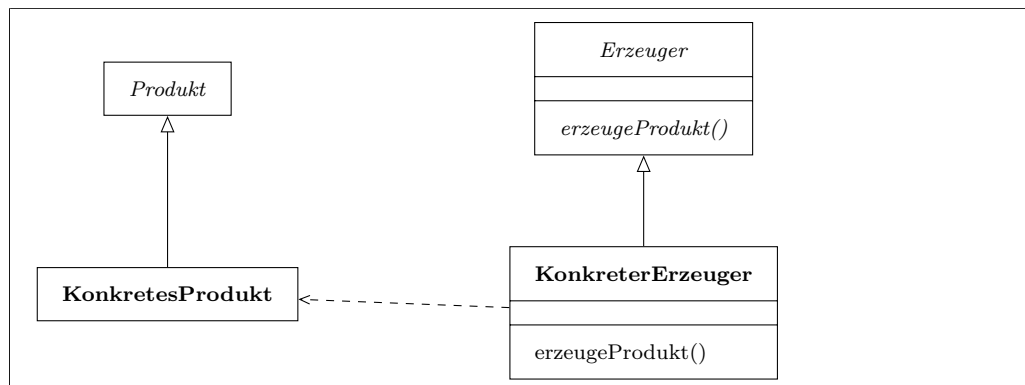
```

940 \def\liEntwurfsErbauer{
941   \liEntwurfsErbauerUml
942   \liEntwurfsErbauerAkteure
943 }

```

2.10.10 Fabrikmethode (Factory Method)

\liEntwurfsFabrikmethodeUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

944 \def\liEntwurfsFabrikmethodeUml{
945   \begin{tikzpicture}
946     \umlclass[type=abstract]{Produkt}
947     \umlclass[below=2cm of Produkt]{KonkretesProdukt}
948     \umlinherit{KonkretesProdukt}{Produkt}
949
950     \umlclass[type=abstract,right=4cm of Produkt]{Erzeuger}{\{
951       \textit{erzeugeProdukt()}\}
952     }
953     \umlclass[below=1.2cm of Erzeuger]{KonkreterErzeuger}{\{
954       erzeugeProdukt()
955     }
956     \umlinherit{KonkreterErzeuger}{Erzeuger}
957
958     \umldep{KonkreterErzeuger}{KonkretesProdukt}
959   \end{tikzpicture}
960 }

```

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).

```

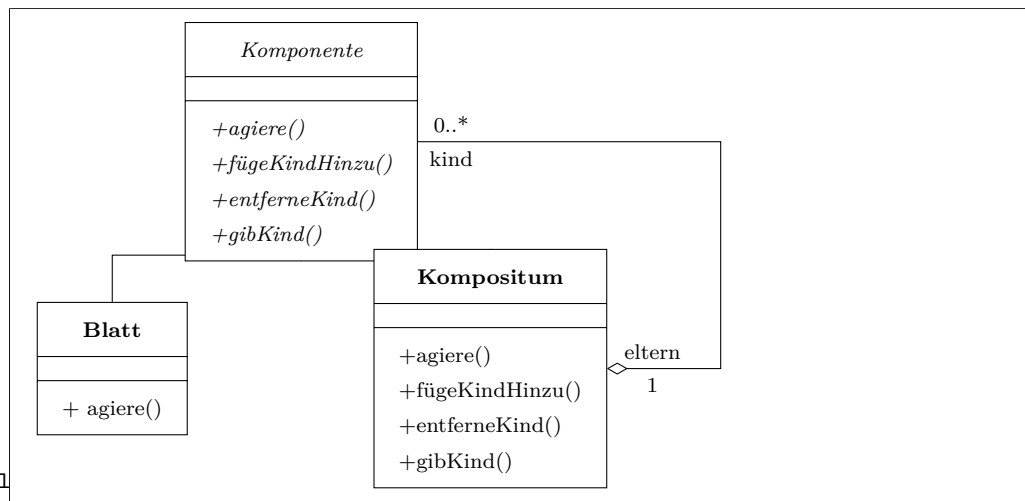
961 \def\liEntwurfsFabrikmethodeAkteure{
962   \begin{description}
963     \item[Produkt]
964
965     Das Produkt ist der Basistyp (Klasse oder Schnittstelle) für das
966     zu erzeugende Produkt.
967
968     \item[KonkretesProdukt]
969
970     KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.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

\liEntwurfsFabrikmethode

```

986 \def\liEntwurfsFabrikmethode{
987   \liEntwurfsFabrikmethodeUml
988   \liEntwurfsFabrikmethodeAkteure
989 }
```

2.10.11 Kompositum (Composite)



\liEntwurfsKompositumUml

```

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

```

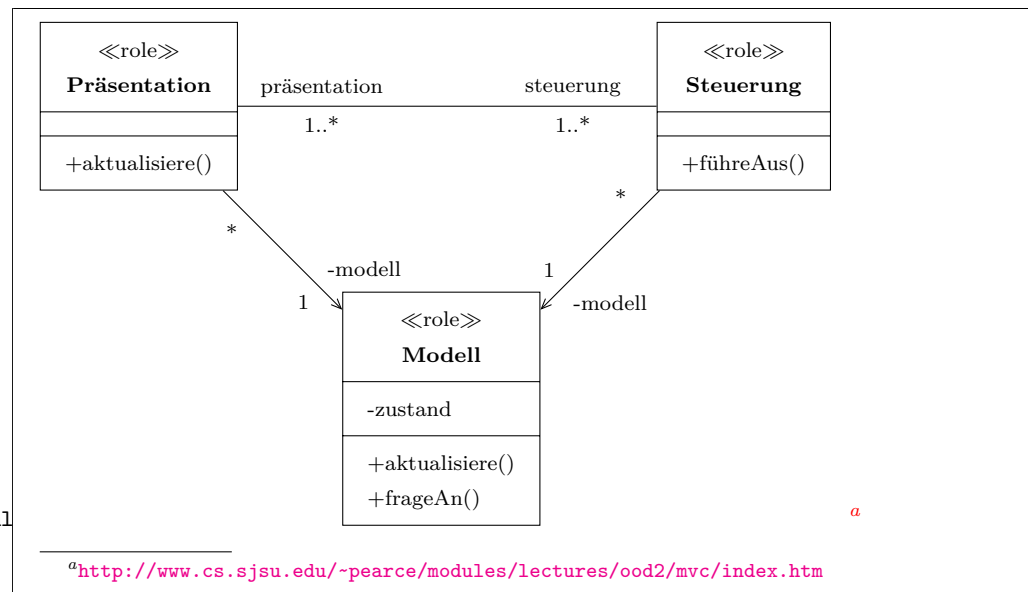
\liEntwurfsFabrikmethode

```

1011 \def\liEntwurfsKompositum{
1012   \liEntwurfsKompositumUml
1013   \liEntwurfsKompositumAkteure
1014 }

```

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



```

1015 \def\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml{
1016   \begin{tikzpicture}
1017     \umlclass[x=-4cm,type=role]{Präsentation}{-}{+aktualisiere()}
1018     \umlclass[x=4cm,type=role]{Steuerung}{-}{+führeAus()}
1019     \umlclass[y=-4cm,type=role]{Modell}{-}{
1020       -zustand
1021     }{
1022       +aktualisiere()\
1023       +frageAn()
1024     }
1025
1026     \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Präsentation}{Modell}
1027     \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Steuerung}{Modell}

```

```

1028 \umlassoc[arg1=präsentation,mult1=1..*,arg2=steuerung,mult2=1..*]{Präsentation}{Steuerung}
1029 \end{tikzpicture}
1030 \liFussnoteUrl{http://www.cs.sjsu.edu/~pearce/modules/lectures/ood2/mvc/index.htm}
1031 }

```

ModellPraesentationSteuerung

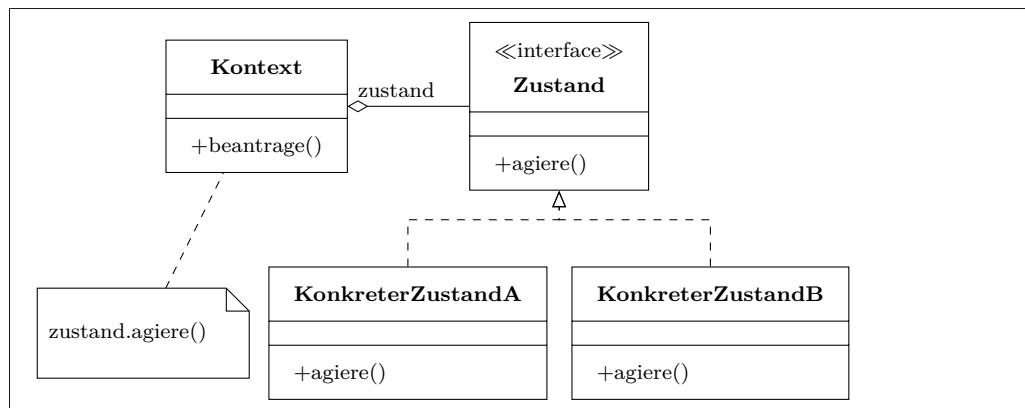
```

1032 \def\liEntwurfs{
1033 \liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml
1034 \liEntwurfsModellPraesentationSteuerungAkteure
1035 }

```

2.10.13 Zustand (State)

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



```

1036 \def\liEntwurfsZustandUml{
1037 \begin{tikzpicture}
1038 \umlcclass[x=-1,y=3]{Kontext}{+beantrage()}
1039 \umlcclass[x=3,y=3,type=interface]{Zustand}{+agiere()}
1040 \umlcclass[x=1,y=0]{KonkreterZustandA}{+agiere()}
1041 \umlcclass[x=5,y=0]{KonkreterZustandB}{+agiere()}
1042
1043 \umlVHVreal{KonkreterZustandA}{Zustand}
1044 \umlVHVreal{KonkreterZustandB}{Zustand}
1045
1046 \umlagg[reg[arg=zustand,pos=0.4]{Kontext}{Zustand}
1047
1048 \umlnote[x=-2.5,y=0,width=2.5cm]{Kontext}{zustand.agiere()}
1049 \end{tikzpicture}
1050 }

```

\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.

```

1051 \def\liEntwurfsZustandAkteure{
1052 \begin{description}
1053 \item[Kontext (Context)]
1054
1055 definiert die clientseitige Schnittstelle und verwaltet die separaten
1056 Zustandsklassen.
1057

```

```

1058 \item[State (Zustand)]
1059
1060 definiert eine einheitliche Schnittstelle aller Zustandsobjekte und
1061 implementiert gegebenenfalls ein Standardverhalten.
1062
1063 \item[KontreterZustand (ConcreteState)]
1064
1065 implementiert das Verhalten, das mit dem Zustand des Kontextobjektes
1066 verbunden ist.
1067 \end{description}
1068 }

\liEntwurfsZustand
1069 \def\liEntwurfsZustand{
1070 \liEntwurfsZustandUml
1071 \liEntwurfsZustandAkteure
1072 }

1073

```

2.11 er.sty

```
1074 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1075 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-er}[2020/06/13 Zum Setzen von
1076 ER-Diagrammen]
1077 \RequirePackage{tikz-er2}
1078 \usetikzlibrary{positioning}
```

2.11.1 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}

```

2.11.2 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);

```

```
1079 \RequirePackage{soul}
```

```
1080 \RequirePackage{fontawesome}
```

2.11.3 Makro-Kürzel

```

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

```

```
1081 \ExplSyntaxOn
```

```
\liErEntity
```

```
1082 \def\liErEntity#1{\textbf{#1}}
```

```
\liErRelationship
```

```
1083 \def\liErRelationship#1{\ul{#1}}
```

```
\liErAttribute
```

```
1084 \def\liErAttribute#1{\emph{#1}}
```

```
\liErMpEntity mp = marginpar
```

Let-Abkürzung: \let\e=\liErMpEntity

```

1085 \def\liErMpEntity#1{
1086   \liErEntity{#1}
1087   \marginpar{
1088     \liErEntity{\tiny\faSquareO{~E:~#1}
1089   }
1090 }

```

□

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

```

1091 \def\liErMpRelationship#1{
1092   \liErRelationship{#1}
1093   \marginpar{
1094     \liErRelationship{\tiny\faGg{~R:~#1}
1095   }
1096 }

```

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

```

1097 \def\liErMpAttribute#1{
1098   \liErAttribute{#1}
1099   \marginpar{
1100     \liErAttribute{\tiny\faCircleThin{~A:~#1}
1101   }
1102 }

```

```

\liErDatenbankName Let-Abkürzung: \let\d=\liErDatenbankName
                    datenbank name
1103 \def\liErDatenbankName#1{
1104   {
1105     \footnotesize\texttt{(#1)}
1106   }
1107 }

1108 \ExplSyntaxOff
1109

```


2.12 formale-sprachen.sty

```

1110 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1111 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-formale-sprachen}[2021/02/21 Hilfsmakros
1112 zum Setzen von mathematischen Formeln bei dem Thema Formale Sprachen]

1113 \directlua{
1114   formale_sprachen = require('lehramt-informatik-formale-sprachen')
1115 }

1116 \RequirePackage{hyperref}

1117 \liLadePakete{mathe,typographie}

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

1118 \def\liMengeOhneMathe#1{\{ #1 \}}
1119 \def\liMenge#1{%
1120   \ifmmode%
1121     \liMengeOhneMathe{#1}%
1122   \else%
1123     $\liMengeOhneMathe{#1}$%
1124   \fi%
1125 }

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

1126 \def\liEpsilon{$\varepsilon$}

\liPotenzmenge Umgeben mit geschweiften Klammern in einer Mathematik-Umgebung

1127 \def\erzeuge@tiefgestellt#1{\directlua{formale_sprachen.erzeuge_tiefgestellt('#1')}}
1128 \def\liPotenzmengeOhneMathe#1{\{ \erzeuge@tiefgestellt{#1} \}}
1129 \def\liPotenzmenge#1{$\liPotenzmengeOhneMathe{#1}$}

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

1130 \let\liZustandsmengeOhneMathe=\liPotenzmengeOhneMathe
1131 \let\liZustandsmenge=\liPotenzmenge

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

1132 \def\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe#1{\delta(\erzeuge@tiefgestellt{#1})}
1133 \def\liUeberfuehrungsFunktion#1{
1134   \ifmmode
1135     \liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}
1136   \else
1137     $\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}$
1138   \fi
1139 }

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

1140 \def\liAlphabet#1{$\Sigma = \{ #1 \}$}

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

1141 \def\liBandAlphabet#1{$\Gamma = \Sigma \cup \{ #1 \}$}

\liZustandsBuchstabe

1142 \def\liZustandsBuchstabe{z}

\liZustandsBuchstabeGross

1143 \def\liZustandsBuchstabeGross{Z}

```

```

\liZustandsmengeNr
1144 \def\zustandsnamens@liste#1#2{
1145   $
1146   \{
1147     \directlua{formale_sprachen.erzeuge_zustandsnamens_liste('#1', '#2')}
1148   \}
1149   $
1150 }
1151 \def\liZustandsmengeNr#1{\zustandsnamens@liste{\liZustandsBuchstabe}{#1}}

\liZustandsmengeNrGross
1152 \def\liZustandsmengeNrGross#1{\zustandsnamens@liste{\liZustandsBuchstabeGross}{#1}}

\liZustandsname \liZustandsname{1}: $z_1$
1153 \def\liZustandsname#1{\liZustandsBuchstabe_#1$}

\liZustandsnameGross \liZustandsnameGross{1}: $Z_1$
1154 \def\liZustandsnameGross#1{\liZustandsBuchstabeGross_#1$}

\liAbleitung \liAbleitung{S -> aB -> ab}:  $S \vdash aB \vdash ab$ 
1155 \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}

1156 \NewDocumentEnvironment { liProduktionsRegeln }
1157 { 0{P} +b }
1158 {
1159   \liGeschweifteKlammern{#1}
1160   {
1161     \begin{align*}
1162       \directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#2')}
1163     \end{align*}
1164   }{-0.2cm}{-1.5cm}
1165 } {}

\liProduktionen \liProduktionen{S -> A, A -> a}:  $\{S \rightarrow A, A \rightarrow a\}$ 
1166 \def\liProduktionen#1{
1167   \liMenge{\directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#1', true)}}
1168 }

\liZustandsnameTiefgestelltt Automatisch tiefgestellte Nummerierung \z1
Let-Abkürzung: \let\z=\liZustandsnameTiefgestelltt
1169 \def\liZustandsnameTiefgestelltt#1{
1170   \ifmmode
1171     \liZustandsBuchstabe\sb{#1}
1172   \else
1173     $\liZustandsBuchstabe\sb{#1}$
1174   \fi
1175 }

1176 \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}

```

```

1177 \NewDocumentCommand{ \liAusdruck } { O{L} m m } {
1178   $
1179   \tl_if_empty:nTF {#1} {} {#1 =}
1180   \{
1181     \, #2 \,
1182     |
1183     \, #3 \,
1184   \}$
1185 }
1186 \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

1187 \def\liFlaci#1{%
1188   \par
1189   {%
1190     \scriptsize
1191     Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte
1192     Automaten, Compiler und Interpreter) Ein Projekt der Hochschule
1193     Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz:
1194     \href{https://flaci.com/#1}{flaci.com/#1}%
1195   }%
1196   \par
1197 }

\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}:  $G = (V, \Sigma, P, X)$ 

1198 \ExplSyntaxOn
1199 \NewDocumentCommand {\liGrammatik} { O{G} m } {
1200   \tl_set:Nn \l_variablen_tl {V}
1201   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
1202   \tl_set:Nn \l_produktionen_tl {P}
1203   \tl_set:Nn \l_start_tl {S}
1204
1205   \keys_define:nn { grammatik } {
1206     variablen .code:n = {\tl_set:Nn \l_variablen_tl {\liMenge{##1}}},
1207     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
1208     produktionen .code:n = {\tl_set:Nn \l_produktionen_tl {\liProduktionen{##1}}},
1209     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
1210   }
1211
1212   \keys_set:nn { grammatik } { #2 }
1213
1214   $#1 = (
1215     \l_variablen_tl,
1216     \l_alphabet_tl,
1217     \l_produktionen_tl,
1218     \l_start_tl
1219   )$
1220 }
1221 \ExplSyntaxOff
1222

```

2.13 formatierung.sty

```
1223 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1224 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-formatierung}[2020/11/27]
```

2.13.1 Schriftarten / Typographie

```
1225 \RequirePackage{mathpazo}
1226 \RequirePackage[no-math]{fontspec}
1227 \setmainfont{texgyrepagella}
1228 \setsansfont{QTAncientOlive}
1229 \RequirePackage{sectsty}
1230 \allsectionsfont{\fontspec{QTAncientOlive}}
```

2.13.2 Farben

```
1231 \RequirePackage{xcolor}
1232 \definecolor{infogray}{rgb}{0.97,0.97,0.97}
```

2.13.3 Überschriften

```
1233 \RequirePackage{titlesec}
1234 \titleformat{\chapter}[display]{\sffamily\bfseries}{\Opt}{\LARGE}
1235 \titlespacing{\chapter}{0pt}{0pt}{*1}
1236 \titleformat{\paragraph}[hang]{\sffamily\normalsize\bfseries}{\theparagraph}{1em}{}
1237 \setcounter{secnumdepth}{0}
```

2.13.4 Listen

```
1238 \RequirePackage{paralist}
1239 \renewcommand\labelitemi{-}
1240 \renewcommand\labelitemii{-}
1241 \renewcommand\labelitemiii{-}
1242 \renewcommand\labelitemiv{-}
1243 % Counter: enumi enumii enumiii enumiv
1244 % Styles: \arabic{counter} \alph{counter} \Alph{counter} \roman{counter} \Roman{counter}
1245 \renewcommand{\labelenumi}{(\alph{enumi})}
1246 \renewcommand{\labelenumii}{(\roman{enumii})}
```

2.13.5 Kasten

```
1247 \RequirePackage{mdframed}
1248 \mdfsetup{backgroundcolor=infogray}
```

liKasten

```
1249 \NewDocumentEnvironment { liKasten }{ } {
1250   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
1251 } {
1252   \end{mdframed}
1253 }
```

2.13.6 Header

```
1254 \RequirePackage{fancyhdr}
1255 \fancyhead[L,C,R]{}
1256 \fancyfoot[L]{}
1257 \fancyfoot[C]{}
1258 \fancyfoot[R]{\thepage}
1259 \pagestyle{fancy}
1260 \renewcommand{\headrulewidth}{0pt}
1261 \renewcommand{\footrulewidth}{0pt}
1262
```

2.14 gantt.sty

```

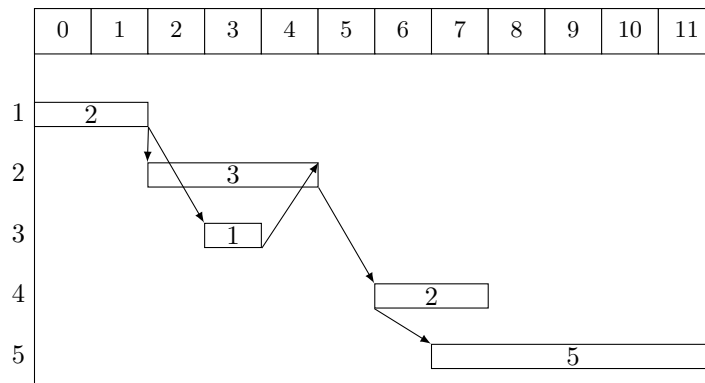
1263 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1264 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-gantt}[2020/09/05]

\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}

```



```

1265 \RequirePackage{tikz-uml}
1266 \RequirePackage{pgfgantt}
1267 \setganttlinklabel{f-s}{}
1268 \setganttlinklabel{s-s}{}
1269 \setganttlinklabel{f-f}{}
1270 \setganttlinklabel{s-f}{}
1271

```

2.15 grafik.sty

```
1272 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1273 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-grafik}[2020/12/27 Lädt das Paket
1274 TikZ, um Grafiken zeichnen zu können.]
1275 \RequirePackage{tikz}
1276
```

2.16 graph.sty

```

1277 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1278 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-graph}[2020/06/09]
1279 \RequirePackage{tikz}

```

Für die die Adjazenzliste (`xrightrightarrow`)

```

1280 \RequirePackage{amsmath}

```

Für Adjazenz-Matrix

```

\[
\begin{blockarray}{ccccc}
& a & b & c & d & e \\
\begin{block}{c(ccccc)}
a & 0 & 1 & 0 & 4 & 0 \\
b & 0 & 0 & 0 & 1 & 3 \\
c & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
d & 4 & 1 & 1 & 0 & 2 \\
e & 0 & 0 & 0 & 0 & 0
\end{block}
\end{blockarray}
\]

```

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

```

1281 \RequirePackage{blkarray}
1282 \usetikzlibrary{arrows.meta}

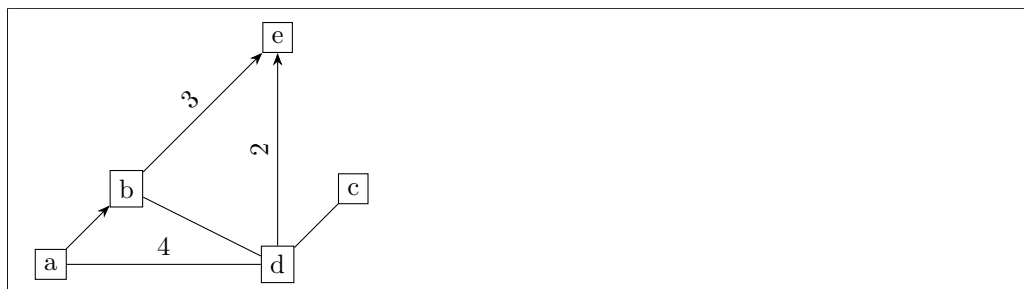
```

```

\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}

```



```

1283 \tikzset{
1284   li graph/.style={
1285     every node/.style={
1286       rectangle,
1287       draw,
1288     },
1289     every edge/.style={
1290       >={Stealth[black]},
1291       draw,
1292     },
1293     every edge/.append style={
1294       every node/.style={
1295         sloped,
1296         auto,
1297       }
1298     }
1299   },
1300   li markierung/.style={
1301     ultra thick,
1302   }
1303 }

```

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}

```

```

1304 \NewDocumentEnvironment { liGraphenFormat }{ +b } {} {}

```

```

1305

```


2.17 hanoi.sty

1306 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
 1307 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-hanoi}[2020/12/19 Paket zum Setzen
 1308 von Hanoi-Grafiken]

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

```
1309 \RequirePackage{tikz}
1310 \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}

1311 \def\li@mset #1[#2]=#3{%
1312 \expandafter\xdef\csname #1#2\endcsname{#3}
1313 }
1314 \def\li@mget #1[#2]{%
1315 \csname #1#2\endcsname
1316 }
1317 \def\li@minc #1[#2]+=#3{%
1318 \pgfmthparse{\li@mget #1[#2]+#3}%
1319 \li@mset #1[#2]=\pgfmthresult
1320 }
1321
1322 \def\liHanoi#1#2{
1323   \edef\li@numdiscs{#1}
1324   \def\li@sequence{#2}
1325   \begin{tikzpicture}[line width=4mm,brown!40,line cap=round,xscale=3]
1326     % init colors
1327     \foreach[count=\j] \c in {red,green!80!black,blue,orange,violet,gray,yellow!80!black,purp
1328     \li@mset col[\j]={\c};
1329     % draw poles and init pole counters
1330     \foreach \j in {1,2,3}{
1331       \li@mset pos[\j]=0
1332       \draw (\j,-.5) -- +(0, .5 + .5*\li@numdiscs);
1333     }
1334     % draw base
1335     \draw (.5,-.5) -- +(3,0);
1336     % draw discs
1337     \foreach[count=\k] \i/\j in \li@sequence{
1338       \draw[draw={\li@mget col[\i]}] (\j,\li@mget pos[\j]) +(-.4*\i/\li@numdiscs,0) -- +(.4*
1339       \li@minc pos[\j]+=.5}
1340     }
1341   \end{tikzpicture}
1342 }

1343
```

2.18 klassen-konfiguration-aufgabe.sty

```
1344 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1345 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-klassen-konfiguration-aufgabe}[2021/09/01 Die
1346 Klasse Aufgabe konfigurieren, d. h. Laden von einigen Paketen, Registrierung von Hooks]
1347 \liLadePakete{mathe}
1348 \ExplSyntaxOn
1349 \AddToHook{enddocument}{
1350 \_gib_github_url:
1351 }
1352 \ExplSyntaxOff
1353
```

2.19 komplexitaetstheorie.sty

```
1354 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1355 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-komplexitaetstheorie}[2021/07/08 Zum
1356 Setzen von Karp's NP-vollständigen Problemen, Hilfsmakros für die
1357 Polynomialzeitreduktion.]
```

2.19.1 Makro-Kürzel

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

```
1358 \liLadePakete{mathe}
```

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

```
1359 \RequirePackage{mdframed}
```

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

```
1360 \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`

```
1361 \def\liProblemName#1{\texttt{\textsc{#1}}}
```

`\liProblemBeschreibung` Zu setzen von Problem-Beschreibungen:

```
\liProblemBeschreibung
```

```
{ }
```

```
{ }
```

```
{ }
```

CLIQUE

Gegeben: Ein ungerichteter Graph $G = (V, E)$, eine Zahl $k \in \mathcal{N}$

Frage: Gibt es eine Menge $S \subseteq V$ mit $|S| = k$, sodass für alle Knoten $u \neq v \in V$ gilt, dass $\{u, v\}$ eine Kante in E ist?

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

```
1362 \def\liProblemBeschreibung#1#2#3{
1363   \begin{mdframed}[
1364     userdefinedwidth=9cm,
1365     align=center,
1366     backgroundcolor=white!0,
1367   ]
1368     \centerline{\large\liProblemName{#1}}
1369
1370     \medskip
1371
1372     \begin{description}
1373       \item[Gegeben:] #2
1374       \item[Frage:] #3
1375     \end{description}
1376   \end{mdframed}
1377 }
```

```

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

1378 \NewDocumentCommand{ \liPolynomiellReduzierbar } { m O{p} m } {
1379 \begin{displaymath}
1380 \liProblemName{#1}
1381 \preceq_{#2}
1382 \liProblemName{#3}
1383 \end{displaymath}
1384 }

\liProblemVertexCover

1385 \def\liProblemClique{%
1386 Das \textbf{Cliquesproblem} fragt nach der Existenz einer Clique der
1387 Mindestgröße  $n$  in einem gegebenen Graphen.
1388 \footcite[Seite 76]{theo:fs:4}
1389 Eine Clique ist eine Teilmenge von Knoten in einem ungerichteten
1390 Graphen, bei der \emph{jedes Knotenpaar durch eine Kante} verbunden ist.
1391 \footcite{wiki:cliquenproblem}
1392 }

\liProblemVertexCover

1393 \def\liProblemVertexCover{%
1394 %
1395 Das \textbf{Knotenüberdeckungsproblem} (\liProblemName{Vertex Cover})
1396 fragt, ob zu einem gegebenen einfachen Graphen und einer natürlichen
1397 Zahl  $k$  eine Knotenüberdeckung der Größe von höchstens  $k$  existiert.
1398 \footcite{wiki:knotenueberdeckung}
1399
1400 Das heißt, ob es eine aus maximal  $k$  Knoten bestehende Teilmenge  $U$ 
1401 der Knotenmenge gibt, so dass jede Kante des Graphen mit
1402 mindestens einem Knoten aus  $U$  verbunden ist.
1403 \footcite[Seite 78]{theo:fs:4}%
1404 }

\liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

1405 \def\liProblemSubsetSum{%
1406 Das \textbf{Teilsommenproblem} (\liProblemName{Subset Sum} oder
1407 \liProblemName{SSP}) ist ein spezielles Rucksackproblem.
1408 \footcite{wiki:teilsommenproblem}
1409 Gegeben sei eine Menge von ganzen Zahlen  $I = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ .
1410 Gesucht ist eine Untermenge, deren Elementsumme maximal, aber nicht
1411 größer als eine gegebene obere Schranke  $c$  ist.
1412 \footcite[Seite 74]{theo:fs:4}
1413 }

\liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

1414 \def\liProblemSat{%
1415 Das \textbf{Erfüllbarkeitsproblem der Aussagenlogik} \liProblemName{Sat}
1416 und \liProblemName{k-SAT} mit  $k \geq 3$ ,  $k \in \mathbb{N}$  (Satz von
1417 Cook) fragt, ob eine aussagenlogische Formel erfüllbar
1418 ist.\footcite{wiki:sat} Das Erfüllbarkeitsproblem der
1419 \emph{Aussagenlogik} ist in exponentieller Zeit in Abhängigkeit der
1420 Anzahl der Variablen mit Hilfe einer Wahrheitstabelle entscheidbar.
1421 Diese \emph{Wahrheitstabelle} kann nicht in polynomieller Zeit
1422 aufgestellt werden.
1423 \footcite[Seite 71]{theo:fs:4}
1424 }

1425

```

2.20 kontrollflussgraph.sty

1426 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

1427 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-kontrollflussgraph}[2020/11/07]

2.20.1 Makro-Kürzel

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

2.20.2 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}
```

2.20.3 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 = ...}]
```

```

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

```

2.20.4 Umgebungen

liKontrollflussgraph

```

1486 \NewDocumentEnvironment { liKontrollflussgraph } { 0{} } {

```

```

1487 \begin{tikzpicture}[
1488     li kontrollfluss,
1489     #1
1490 ]
1491 } {
1492 \end{tikzpicture}
1493 }

```

2.20.5 Makros

`\liAnweisung`

```
1494 \def\liAnweisung#1(#2,#3){\node[knoten] at (#2,#3) (#1) {#1};}
```

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

```
1495 \def\liBedingung#1#2{\node[bedingung,#1]{\texttt{#2}}}
```

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

```
1496 \def\liBedingungWahr#1{\node[bedingung,#1]{\texttt{[true]}}}
```

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

```
1497 \def\liBedingungFalsch#1{\node[bedingung,#1]{\texttt{[false]}}}
```

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

```
1498 \def\liKontrollCode#1{{\tiny\texttt{\textcolor{gray}{#1}}}}
```

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

```
1499 \def\liKontrollTextzeileKnoten#1{\raisebox{-2pt}{\tikz[scale=0.5,transform shape] \node[draw
```

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

```

1500 \ExplSyntaxOn
1501 \NewDocumentCommand { \liKontrollKnotenPfad } { m }
1502 {
1503   \seq_set_split:Nnn \l_tmpa_seq { - } { #1 }
1504   \seq_set_map:Nnn \l_tmpa_seq \l_tmpa_seq {\liKontrollTextzeileKnoten{##1}}
1505   \seq_use:Nn \l_tmpa_seq { ~~~~ }
1506 }
1507 \ExplSyntaxOff

```

1508

2.21 kopf-fusszeilen.sty

```
1509 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1510 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-kopf-fusszeilen}[2021/08/20 Kopf-
1511 und Fußzeilen mit Hilfe des Pakets fancyhdr.]

1512 \ExplSyntaxOn

1513 \fancyhead{}
1514 \fancyhead[R0,LE]{\scriptsize\LehramtInformatikTitel}
1515 \fancyhead[L0,RE]{\scriptsize\today}
1516 \fancyfoot{}
1517 \fancyfoot[LE,R0]{\thepage}
1518 \fancyfoot[L0,CE]{\scriptsize\LehramtInformatikAutorName}
1519 \fancyfoot[CO,RE]{\scriptsize\LehramtInformatikAutorEmail}
1520 \renewcommand{\headrulewidth}{0.4pt}
1521 \renewcommand{\footrulewidth}{0.4pt}

1522 \ExplSyntaxOff

1523
```


2.22 literatur-dummy.sty

```
1524 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1525 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-literatur-dummy}[2020/11/27]

\literatur

1526 \def\literatur{}

\footcite

1527 % \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}
1528 \NewDocumentCommand{ \footcite } { o m }{}

1529
```

2.23 literatur.sty

```
1530 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1531 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-literatur}[2020/11/27]

1532 \RequirePackage{csquotes}
1533 \RequirePackage[
1534   bibencoding=utf8,
1535   citestyle=authortitle,
1536   backend=biber,
1537 ]{biblatex}
1538 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/10_DB.bib}
1539 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/20_OOMUP.bib}
1540 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/30_AUD.bib}
1541 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/40_SOSY.bib}
1542 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/60_FUMUP.bib}
1543 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/70_THEO.bib}
1544 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/80_DDI.bib}
1545 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Allgemein.bib}
1546 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Examen.bib}
1547 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Wikipedia.bib}
1548 % To allow footnotes in the heading
1549 \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}

\literatur

1550 \def\literatur{\printbibliography[heading=subbibliography]}

1551
```

2.24 makros.sty

```

1552 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1553 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-makros}[2020/11/27 Eine Sammlung von
1554 häufig verwendeten Makros und Umgebungen, die thematisch zu keinem
1555 anderen Paket passen]
1556 \RequirePackage{hyperref}
1557 \RequirePackage{graphicx}

Für die Umgebung liQuellen benötigt.
1558 \RequirePackage{paralist}

\inhaltsverzeichnis
1559 \def\inhaltsverzeichnis {
1560   \begin{mdframed}
1561     \begin{group}
1562       \let\clearpage\relax
1563       \tableofcontents
1564     \end{group}
1565   \end{mdframed}
1566 }

\memph \mephm (\marginpar and \emph)
1567 \newcommand{\memph}[1]{\emph{#1}\marginpar{\tiny#1}}

\SLASH
1568 \newcommand\SLASH{\char`\\}

\liPseudoUeberschrift Text, der sich wie eine Überschrift verhält.
1569 \newcommand{\liPseudoUeberschrift}[1]{
1570   \bigskip
1571   \noindent
1572   \textsf{\textbf{#1}}
1573   \noindent
1574 }

\liBeschriftung Ähnlich dem Makro \liPseudoUeberschrift{}. Am Ende des Textes wird ein Doppelpunktzeichen angehängt.
1575 \newcommand{\liBeschriftung}[1]{
1576   \par
1577   \noindent
1578   \medskip
1579   \textbf{#1}:
1580   \medskip
1581   \noindent
1582 }

\hinweis
1583 \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.
1584 \NewDocumentEnvironment { liProjektSprache }{ o +b } {} {}

liEinbettung
1585 \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.
1586 \RequirePackage{xparse}
1587 \ExplSyntaxOn

```

```

1588 \NewDocumentEnvironment{ liAntwort } { 0{standard} }
1589 {
1590   \str_case:nn {#1} {
1591     {standard} {
1592       \def\beschriftung{}
1593       \mdfsetup{backgroundcolor=gray!1,linecolor=gray}
1594     }
1595     {richtig} {
1596       \def\beschriftung{richtig}
1597       \mdfsetup{backgroundcolor=green!5,linecolor=green}
1598     }
1599     {falsch} {
1600       \def\beschriftung{falsch}
1601       \mdfsetup{backgroundcolor=red!3,linecolor=red}
1602     }
1603     {muster} {
1604       \def\beschriftung{Musterlösung}
1605       \mdfsetup{backgroundcolor=green!12,linecolor=green}
1606     }
1607   }
1608   \ifx\beschriftung\empty\else
1609     \noindent
1610     \textbf{\beschriftung{:}}
1611   \fi
1612   \begin{mdframed}
1613 }
1614 {\end{mdframed}}

```

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

```

1615 \NewDocumentEnvironment{ liAdditum } { o }
1616 {
1617   \begin{mdframed}[backgroundcolor=yellow!5]
1618     \IfNoValueTF {#1}
1619     { \liPseudoUeberschrift{Additum} }
1620     { \liPseudoUeberschrift{Additum:~#1} }
1621   }
1622 {\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.

```

1623 \NewDocumentEnvironment{ liExkurs }{o +b}{
1624   \vspace{0.2cm}%
1625   \begin{mdframed}[
1626     backgroundcolor=white,
1627     bottomline=false,
1628     innermargin=1cm,
1629     leftline=true,
1630     linecolor=black,
1631     linewidth=0.1cm,
1632     outermargin=1cm,
1633     rightline=false,
1634     topline=false,
1635   ]

```

```

1636 \footnotesize
1637 \noindent%
1638 \textbf{Exkurs:~#1}\par%
1639 \noindent%
1640 #2
1641 \end{mdframed}
1642 \vspace{0.2cm}
1643 }{}

```

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

```

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

```

Weiterführende Literatur:

- Quelle 1
- Quelle 2

```

1644 \cs_new:Npn \listen@punkt #1 {\item #1}
1645 \NewDocumentEnvironment { liQuellen }{ +b }
1646 {
1647   \seq_clear_new:N \l_quellen
1648   \seq_set_split:Nnn \l_quellen {\item} {#1}
1649   \seq_remove_all:Nn \l_quellen {}
1650   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
1651     \footnotesize
1652     \noindent
1653     \textsf{\textbf{Weiterführende~Literatur:}}
1654     \medskip
1655     \begin{compactitem}
1656       \seq_map_function:NN \l_quellen {\listen@punkt}
1657     \end{compactitem}
1658   \end{mdframed}
1659   %
1660   \makeatletter
1661   \par\@afterindentfalse\@afterheading
1662   \makeatother
1663 } {}

```

liLernkartei

```

1664 \NewDocumentEnvironment { liLernkartei }{ m +b }
1665 {
1666   \begin{mdframed}
1667     \footnotesize
1668     \noindent%
1669     \textbf{Lernkarteikarte:~#1}\par%
1670     \noindent%
1671     #2
1672   \end{mdframed}
1673 } {}

```

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

```

1674 \NewDocumentEnvironment { liDiagramm }{ m +b }
1675 {
1676   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
1677     \small
1678     \noindent%
1679     \textit{#1}:
1680     \begin{center}

```

```

1681 #2
1682 \medskip
1683 \end{center}
1684 \end{mdframed}
1685 } {}
1686 \ExplSyntaxOff

\liFussnoteUrl \liFussnoteUrl[\langle zusätzlicher-text \rangle]{\langle url \rangle} \liFussnoteUrl[zusätzlicher Text]{url}:
Eine HTTP-URL als Fußnote setzen.
1687 \NewDocumentCommand{\liFussnoteUrl} { o m } {
1688 \footnote{\url{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ ( #1 )}}
1689 }
1690

\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.
1691 \NewDocumentCommand{\liFussnoteLink} { o m m } {
1692 \footnote{\href{#3}{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ ( #1 )}}
1693 }

\zB
1694 \def\zB{z.\,B. }

\ZB
1695 \def\ZB{Z.\,B. }

\dh
1696 \def\dh{d.\,h. }

1697

```

2.25 master-theorem.sty

1698 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

1699 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-master-theorem}[2021/04/13]

2.25.1 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}

1700 \ExplSyntaxOn

1701 \RequirePackage{amsmath}

\liRundeKlammer

1702 \def\liRundeKlammer#1{

1703 \negthinspace \left(#1 \right)

1704 }

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

1705 \def\liThetaOhneMathe#1{

1706 \Theta \liRundeKlammer{#1}

1707 }

1708 \def\liTheta#1{

1709 \ifmmode

1710 \liThetaOhneMathe{#1}

1711 \else

1712 \$\liThetaOhneMathe{#1}\$

1713 \fi

1714 }

```

\liOmega \liOmega{n^2}:  $\Omega(n^2)$ 
1715 \def\liOmegaOhneMathe#1{
1716 \Omega \liRundeKlammer{#1}
1717 }
1718 \def\liOmega#1{
1719 \ifmmode
1720 \liOmegaOhneMathe{#1}
1721 \else
1722 $\liOmegaOhneMathe{#1}$
1723 \fi
1724 }

\liO \liO{n^2}:  $\mathcal{O}(n^2)$ 
1725 \def\liOOhneMathe#1{
1726 \mathcal{O} \liRundeKlammer{#1}
1727 }
1728 \def\liO#1{
1729 \ifmmode
1730 \liOOhneMathe{#1}
1731 \else
1732 $\liOOhneMathe{#1}$
1733 \fi
1734 }

\liT Let-Abkürzung: \let\T=\liT
\liT{16}{2}:  $16 \cdot T\left(\frac{n}{2}\right)$  \liT{}{2}:  $T\left(\frac{n}{2}\right)$ 
1735 \def\liTOhneMathe#1#2{
1736 \tl_if_blank:nTF {#1}
1737 {}
1738 {#1 \cdot }
1739 T
1740 \liRundeKlammer{\frac{n}{#2}}
1741 }
1742 \def\liT#1#2{
1743 \ifmmode
1744 \liTOhneMathe{#1}{#2}
1745 \else
1746 $\liTOhneMathe{#1}{#2}$
1747 \fi
1748 }

\liRekursionsGleichung \liRekursionsGleichung:  $T(n) = a \cdot T\left(\frac{n}{b}\right) + f(n)$ 
1749 \def\liRekursionsGleichung{
1750 $T(n) = \liT{a}{b} + f(n)$
1751 }

\liBedingungEins \liBedingungEins:  $f(n) \in \mathcal{O}(n^{\log_b a - \varepsilon})$ 
1752 \def\liBedingungEins{
1753 $f(n) \in \liO{n^{\log\sb{b}a - \varepsilon}}$
1754 }

\liBedingungZwei \liBedingungZwei:  $f(n) \in \Theta(n^{\log_b a})$ 
1755 \def\liBedingungZwei{
1756 $f(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a}}$
1757 }

\liBedingungDrei \liBedingungDrei:  $f(n) \in \Omega(n^{\log_b a + \varepsilon})$ 
1758 \def\liBedingungDrei{
1759 $f(n) \in \liOmega{n^{\log\sb{b}a + \varepsilon}}$
1760 }

1761 \ExplSyntaxOff

```


\liMasterVariablen

```

1762 \def\liMasterVariablen{
1763   \begin{displaymath}
1764     T(n) = \liT{a}{b} + f(n)
1765   \end{displaymath}
1766
1767   \begin{itemize}
1768     \item[$a = $]
1769     Anzahl der Unterprobleme in der Rekursion
1770
1771     \item[$\textstyle{\frac{1}{b}} = $]
1772     Teil des Originalproblems, welches wiederum durch alle Unterprobleme
1773     repräsentiert wird
1774
1775     \item[$f(n) = $]
1776     Kosten (Aufwand, Nebenkosten), die durch die Division des Problems und
1777     die Kombination der Teillösungen entstehen
1778   \end{itemize}
1779   \footcite{wiki:master-theorem}
1780   \footcite[Seite 19-35 (PDF 11-24)]{aud:fs:2}
1781 }

```

\liMasterFaelle

```

1782 \def\liMasterFaelle{
1783   \begin{description}
1784     \item[1. Fall:]
1785      $T(n) \in \liTheta{n^{\log_{sb{b}}a}}$ 
1786
1787     \hfill falls \liBedingungEins
1788     für  $\varepsilon > 0$ 
1789
1790     \item[2. Fall:]
1791      $T(n) \in \liTheta{n^{\log_{sb{b}}a} \cdot \log n}$ 
1792
1793     \hfill falls \liBedingungZwei
1794
1795     \item[3. Fall:]
1796      $T(n) \in \liTheta{f(n)}$ 
1797
1798     \hfill falls \liBedingungDrei
1799     für  $\varepsilon > 0$ 
1800     und ebenfalls für ein  $c$  mit  $0 < c < 1$  und alle hinreichend großen  $n$ 
1801     gilt:
1802      $a \cdot f(\textstyle{\frac{n}{b}}) \leq c \cdot f(n)$ 
1803   \end{description}
1804 }

```

\liMasterVariablenDeklaration

```

1805 \def\liMasterVariablenDeklaration#1#2#3{
1806   \begin{description}
1807     \item[Allgemeine Rekursionsgleichung:] \strut
1808
1809     \liRekursionsGleichung
1810
1811     \item[Anzahl der rekursiven Aufrufe ( $a$ ):] \strut
1812
1813     #1
1814
1815     \item[Anteil Verkleinerung des Problems ( $b$ ):] \strut
1816
1817     um  $\frac{1}{#2}$  also  $b = #2$ 
1818
1819     \item[Laufzeit der rekursiven Funktion ( $f(n)$ ):] \strut

```

```

1820
1821     $#3$
1822
1823     \item[Ergibt folgende Rekursionsgleichung:] \strut
1824
1825     $T(n) = \liT{\#1}{\#2} + \#3$
1826 \end{description}
1827 }

\liMasterFallRechnung
1828 \def\liMasterFallRechnung#1#2#3{
1829 \begin{description}
1830 \item[1. Fall:] \liBedingungEins:
1831
1832     #1
1833
1834 \item[2. Fall:] \liBedingungZwei:
1835
1836     #2
1837
1838 \item[3. Fall:] \liBedingungDrei:
1839
1840     #3
1841 \end{description}
1842 }

\liMasterExkurs
1843 \def\liMasterExkurs{
1844 \begin{liExkurs}[Master-Theorem]
1845 \liMasterVariablen
1846
1847 \noindent
1848 Dann gilt:
1849
1850 \liMasterFaelle
1851 \end{liExkurs}
1852 }

\liMasterWolframLink Link zu Wolframalpha (+ durch Prozent 2B ersetzen)
1853 \def\liMasterWolframLink#1{
1854 Berechne die Rekursionsgleichung auf WolframAlpha:
1855 \href{https://www.wolframalpha.com/input/?i=\#1}{WolframAlpha}
1856 }

1857

```

2.26 mathe.sty

```
1858 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1859 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-mathe}[2020/06/10]
1860
1861 % for example \ltimes \rtimes
1862 %\RequirePackage{amssymb}
1863 \RequirePackage{amsmath}
1864
1865 %%
1866 % \mlq \mrq
1867 %%
1868 \DeclareMathSymbol{\mlq}{\mathord}{operators}{``}
1869 \DeclareMathSymbol{\mrq}{\mathord}{operators}{`'}
1870
```

2.27 minimierung.sty

```

1871 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1872 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-mathe}[2021/03/13 Für den
1873 Minimierungsalgorithmus von einem NEA zu einem DEA]
1874 \liLadePakete{typographie}

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

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

\liFussnoten

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

1875 \def\liFussnote#1{$x_{\#1}$}

1876 \def\li@fussnote@text#1#2{
1877 \liFussnote{#1}
1878 \quad
1879 {\footnotesize #2}
1880 }

1881 \def\liFussnoteEinsText{
1882 \li@fussnote@text{1}
1883 {Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.}
1884 }

1885 \def\liFussnoteZweiText{
1886 \li@fussnote@text{2}
1887 {Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.}
1888 }

1889 \def\liFussnoteDreiText{
1890 \li@fussnote@text{3}

```

```

1891 {In weiteren Iterationen markierte Zustände.}
1892 }

\liFussnoteVierText
1893 \def\liFussnoteVierText{
1894   \li@fussnote@text{4}
1895   {...}
1896 }

\liFussnoten


|       |                                                                      |
|-------|----------------------------------------------------------------------|
| $x_1$ | Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.          |
| $x_2$ | Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt. |
| $x_3$ | In weiteren Iterationen markierte Zustände.                          |
| $x_4$ | ...                                                                  |



1897 \def\liFussnoten{
1898   \bigskip
1899
1900   \noindent
1901   \liFussnoteEinsText
1902
1903   \noindent
1904   \liFussnoteZweiText
1905
1906   \noindent
1907   \liFussnoteDreiText
1908
1909   \noindent
1910   \liFussnoteVierText
1911 }

\liLeereZelle \liLeereZelle:  $\emptyset$ 
Let-Abkürzung: \let\l=\liLeereZelle
1912 \def\liLeereZelle{\$\emptyset\$}

\liZustandsPaarVariablenName
1913 \def\liZustandsPaarVariablenName{z}

\liZustandsPaar
1914 \def\liZustandsPaar#1#2{
1915   $(
1916     \liZustandsPaarVariablenName_#1,
1917     \liZustandsPaarVariablenName_#2
1918   )$
1919 }

liUebergangsTabelle
1920 \renewcommand{\arraystretch}{1.4}
1921 \NewDocumentEnvironment{ liUebergangsTabelle } { m m } {
1922   \liPseudoUeberschrift{Übergangstabelle}
1923   \begin{center}
1924     \begin{tabular}{r|l|l}
1925       \textbf{Zustandspaar} & \textbf{\#1} & \textbf{\#2} \\ \hline
1926     \end{tabular}
1927   \end{center}
1928 }
1929 }

liUeberschriftDreiecksTabelle \liUeberschriftDreiecksTabelle: Minimierungstabelle (Table filling)

1930 \ExplSyntaxOn
1931 \def\liUeberschriftDreiecksTabelle{
1932   \liPseudoUeberschrift{Minimierungstabelle~(Table~filling)}
1933 }

```

\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. —————

```

1934 \def\liMinimierungErklaerung{
1935   %\footcite[Seite~19]{koenig}
1936   \liParagraphMitLinien{
1937     Der~Minimierungs-Algorithmus~(auch~Table-Filling-Algorithmus-genannt)~
1938     trägt~in~seinem~Verlauf~eine~Markierung~in~alle~
1939     diejenigen~Zellen~der~Tabelle~ein,~die~zueinander~nicht~äquivalente~
1940     Zustände~bezeichnen.~Die~Markierung~„ $x_{\sb{n}}$ “~in~einer~Tabellenzelle~( $i$ ,~
1941      $j$ )~bedeutet~dabei,~dass~das~Zustandspaar~( $i$ ,~ $j$ )~in~der~ $k$ -ten~
1942     Iteration~des~Algorithmus~markiert~wurde~und~die~Zustände~ $i$ ~und~ $j$ ~
1943     somit~zueinander~( $k - 1$ )~äquivalent,~aber~nicht~ $k$ -äquivalent~und~
1944     somit~insbesondere~nicht~äquivalent~sind.~Bleibt~eine~Zelle~bis~zum~Ende~
1945     unmarkiert,~sind~die~entsprechenden~Zustände~zueinander~äquivalent.
1946   }
1947 }
1948 \ExplSyntaxOff

```

1949

2.28 normalformen.sty

```
1950 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1951 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-normalformen}[2020/12/10
1952 Hilfsmakros zum Setzen von Normalformen, Funktionalen Abhängigkeiten,
1953 Attributhülle]
```

Mathe für textit tex etc, typographie für geschweifte Klammer

```
1954 \liLadePakete{mathe,typographie}
1955 \directlua{
1956   helfer = require('lehramt-informatik-helfer')
1957   normalformen = require('lehramt-informatik-normalformen')
1958 }
```

2.28.1 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
```

```
1959 \def\liTeilen#1{
1960   \directlua{tex.print(normalformen.teilen('#1'))}
1961 }
```

```
\liAttributHuelle Let-Abkürzung: \let\ah=\liAttributHuelle
                  \ah{F, \m{A, B}} AttrHülle( $F, \{A, B\}$ ) Regulärer Ausdruck zum Konvertieren
                  AttrHülle((.*)) \ah{$1}
1962 \def\liAttributHuelleOhneMathe#1{\text{AttrHülle}(#1)}
1963 \def\liAttributHuelle#1{
1964   \ifmmode
1965     \liAttributHuelleOhneMathe{#1}
1966   \else
1967     $\liAttributHuelleOhneMathe{#1}$
1968   \fi
1969 }
```

```
\liAttributMenge Let-Abkürzung: \let\m=\liAttributMenge
1970 \def\liAttributMenge#1{\{ \textit{#1} \}}
```

liAHuelle

```
1971 \NewDocumentEnvironment{ liAHuelle } { +b } {
1972   \begingroup
1973   \footnotesize
1974   \begin{multline*}
1975     #1
1976   \end{multline*}
1977   \endgroup
1978 } { }
```

```
\liLinksReduktion Nur innerhalb von liAHuelle zu verwenden bzw. multline
Let-Abkürzung: \let\ahL=\liLinksReduktion
                  \ahL{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
1979 \def\liLinksReduktion#1#2#3{
1980   \shoveleft{
1981     \liAttributHuelleOhneMathe{FA,
1982       \liAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
1983   } \}
```

```

1984 \shoveright{
1985   \liAttributMenge{#3}
1986 } \\\
1987 }

```

```

\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( $F, \{A, E \setminus E\}$ ) =  $\{A, E, F, B, D\}$ 
1988 \def\liLinksReduktionInline#1#2#3{%
1989   {%
1990     \footnotesize%
1991     $\liAttributHuelleOhneMathe{F,
1992       \liAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
1993       \liAttributMenge{#3}$
1994   }
1995 }

```

```

\liLinksReduktionInline Let-Abkürzung: \let\ahr=\liLinksReduktionInline
    \ahr{gelöschte FA}{neue FA ohne rechts Attribut}{gegebene Attribute}{Ergebnis}
1996 \def\liRechtsReduktionInline#1#2#3#4{%
1997   {%
1998     \footnotesize%
1999     $\liAttributHuelleOhneMathe{
2000       F \setminus
2001       \liFunktionaleAbhaengigkeit{#1}
2002       \def\tmp{#2}\ifx\tmp\empty
2003       \else
2004         \cup \liFunktionaleAbhaengigkeit{#2}
2005       \fi
2006       ,
2007       \liAttributMenge{#3}
2008     } =
2009     \liAttributMenge{#4}$
2010   }
2011 }

```

```

\liFunktionaleAbhaengigkeit Let-Abkürzung: \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
    \fa{A, B -> C, D}:  $\{A, B\} \rightarrow \{C, D\}$  Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
    \$(.*?) \\\rightarrow (.*)\$ \fa{$1 -> $2}
2012 \def\liFunktionaleAbhaengigkeit#1{%
2013   \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeit('#1', false)}%
2014 }

```

```

\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;

```



```

2015 \NewDocumentCommand {\liFunktionaleAbhaengigkeiten} { O{FA} m } {
2016   \liGeschweifteKlammern
2017   {#1}
2018   {
2019     \begin{align*}
2020       \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeiten('#2')}
2021     \end{align*}
2022   }
2023   {-0.5cm}
2024   {-1.7cm}
2025 }

\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}

2026 \NewDocumentCommand {\liRelation} { O{R} m } {
2027   $\directlua{
2028     local name = helper.konvertiere_tiefgestellt('#1')
2029     tex.print(name)
2030   }$(\textit{\, #2\,})
2031 }

2032

```

2.29 petri.sty

2033 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2034 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-petri}[2020/12/03]

2.29.1 Makro-Kürzel

\let\t=\liPetriTransitionsName

\let\tp=\liPetriTransPfeile

\let\k=\liPetriErreichKnotenDrei

2035 \RequirePackage{tikz}

2036 \usetikzlibrary{petri,arrows.meta}

Für die Darstellungsmatrix

2037 \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

```
2038 \def\liPetriSetzeSchluessel{%
2039   \def\TmpTransitionOne{}%
2040   \def\TmpTransitionTwo{}%
2041   \def\TmpTransitionThree{}%
2042   \def\TmpTransitionFour{}%
2043   \def\TmpTransitionFive{}%
2044   \def\TmpTransitionSix{}%
2045   \def\TmpTransitionSeven{}%
2046   \def\TmpTransitionEight{}%
2047   \def\TmpTransitionNine{}%
2048   \def\TmpTransitionTen{}%
2049   \pgfkeys{/petri/.cd,
2050     p1/.store in=\TmpPlaceOne,p1/.default=0,p1,
2051     p2/.store in=\TmpPlaceTwo,p2/.default=0,p2,
2052     p3/.store in=\TmpPlaceThree,p3/.default=0,p3,
2053     p4/.store in=\TmpPlaceFour,p4/.default=0,p4,
```

```

2054 p5/.store in=\TmpPlaceFive,p5/.default=0,p5,
2055 p6/.store in=\TmpPlaceSix,p6/.default=0,p6,
2056 p7/.store in=\TmpPlaceSeven,p7/.default=0,p7,
2057 p8/.store in=\TmpPlaceEight,p8/.default=0,p8,
2058 p9/.store in=\TmpPlaceNine,p9/.default=0,p9,
2059 p10/.store in=\TmpPlaceTen,p10/.default=0,p10,
2060 t1/.store in=\TmpTransitionOne,t1/.default=activated,
2061 t2/.store in=\TmpTransitionTwo,t2/.default=activated,
2062 t3/.store in=\TmpTransitionThree,t3/.default=activated,
2063 t4/.store in=\TmpTransitionFour,t4/.default=activated,
2064 t5/.store in=\TmpTransitionFive,t5/.default=activated,
2065 t6/.store in=\TmpTransitionSix,t6/.default=activated,
2066 t7/.store in=\TmpTransitionSeven,t7/.default=activated,
2067 t8/.store in=\TmpTransitionEight,t8/.default=activated,
2068 t9/.store in=\TmpTransitionNine,t9/.default=activated,
2069 t10/.store in=\TmpTransitionTen,t10/.default=activated,
2070 scale/.store in=\TmpScale,scale/.default=0.5,
2071 x/.store in=\TmpX,x/.default=5,
2072 y/.store in=\TmpY,y/.default=5,
2073 }%
2074 }

```

```

2075 \tikzset{
2076   li petri/.style={
2077     activated/.style={
2078       very thick
2079     },
2080     inhibitor/.style={
2081       {Circle[open,length=2mm,fill=white]}-
2082     }
2083   }
2084 }

```

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

```

2085 \def\liPetriTransitionsNameOhneMathe#1{t\sb{#1}}
2086 \def\liPetriTransitionsName#1{
2087   \ifmmode
2088     \liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}
2089   \else
2090     $\liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}$
2091   \fi
2092 }

```

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

```

2093 \NewDocumentCommand{ \liPetriErreichTransition } { m m m O{} O{} } {
2094   \draw[->] (#1) edge[#4] node[pos=0.5,auto,sloped,#5]{t\sb{#3}$} (#2);
2095 }

```

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

```

2096 \def\liPetriErreichKnotenDrei#1#2#3{(#1,#2,#3)}

```

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

```

2097 \def\liPetriTransPfeile#1{ $\rightarrow \hspace{0.4cm} \liPetriTransitionsName{#1} \hspace{0.3cm}
2098 }

```

2.30 potenzmengen-konstruktion.sty

```
2099 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2100 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-potenzmengen-konstruktion}[2021/02/21 Hilfsmakros
2101 einzusetzen bei der Potenzmengen-Konstruktion (Potenzmengen-Algorithmus)]
```

```
2102 \liLadePakete{formale-sprachen}
2103 \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}
    }
  }
}
```

```
2104 \def\liZustandsMengenSammlung#1#2{
2105   \liZustandsnameGross{#1}
2106   {
2107     \footnotesize
2108     \liPotenzmenge{
2109       \str_case:nn {#1} {#2
2110       }
2111     }
2112 }
```

```
\liZustandsMengenSammlungNr
```

```
2113 \def\liZustandsMengenSammlungNr#1#2{
2114   \liZustandsnameGross{#1}
2115   {
```

```
2116     \footnotesize
2117     \liZustandsmengeNr{
2118         \str_case:nn {#1} #2
2119     }
2120 }
2121 }

2122 \ExplSyntaxOff
2123
```

2.31 pseudo.sty

```

2124 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2125 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-pseudo}[2020/12/30 Paket zum Setzen
2126 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>

```

2127 \RequirePackage[german,boxruled]{algorithm2e}

```

```

2128

```

2.32 pumping-lemma.sty

2129 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
 2130 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-pumping-lemma}[2021/08/11 Enthält die
 2131 Definitionen für das Pumping-Lemma in der Regulären Sprache und
 2132 in der Kontextfreien Sprache]

\liPumpingRegulaer

```
2133 \def\liPumpingRegulaer{%
2134   Es sei  $L$  eine reguläre Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass für
2135   alle Wörter  $\omega \in L$  mit  $|\omega| \geq j$  (jedes Wort  $\omega$  in
2136    $L$  mit Mindestlänge  $j$ ) jeweils eine Zerlegung  $\omega = uvw$ 
2137   existiert, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
2138
2139   \begin{enumerate}
2140     \item  $|v| \geq 1$ 
2141     (Das Wort  $v$  ist nicht leer.)
2142
2143     \item  $|uv| \leq j$ 
2144     (Die beiden Wörter  $u$  und  $v$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
2145
2146     \item Für alle  $i = 0, 1, 2, \dots$  gilt  $uv^i w \in L$ 
2147     (Für jede natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^i w$  in der
2148     Sprache  $L$ )
2149   \end{enumerate}
2150
2151   Die kleinste Zahl  $j$ , die diese Eigenschaften erfüllt, wird
2152   Pumping-Zahl der Sprache  $L$  genannt.\footcite{wiki:pumping-lemma}
2153 }
```

\liPumpingKontextfrei

```
2154 \def\liPumpingKontextfrei{%
2155   Es sei  $L$  eine kontextfreie Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass
2156   sich alle Wörter  $\omega \in L$  mit  $|\omega| \geq j$  zerlegen lassen in
2157    $\omega = uvwxy$ , sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
2158
2159   \begin{enumerate}
2160     \item  $|vx| \geq 1$ 
2161     (Die Wörter  $v$  und  $x$  sind nicht leer.)
2162
2163     \item  $|vwx| \leq j$ 
2164     (Die Wörter  $v$ ,  $w$  und  $x$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
2165
2166     \item Für alle  $i \in \mathbb{N}_0$  gilt  $uv^iwx^iy \in L$  (Für jede
2167     natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^iwx^iy$  in der
2168     Sprache  $L$ )
2169   \end{enumerate}
2170 }
```

2171

2.33 quicksort.sty

```

2172 % https://tex.stackexchange.com/a/142634
2173 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2174 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-quicksort}[2020/06/12]
2175
2176 %-----
2177 % USAGE:
2178 % \QSinitialize{comma, separated, numerical, values}
2179 % \loop
2180 % \QSpivotStep
2181 % \ifnum\value{pivotcount}>0
2182 %   \QSSortStep
2183 % \repeat
2184 %-----
2185
2186 % xintfrac does not load xinttools, this must be done explicitly if needed as here.
2187 \RequirePackage{xintfrac, xinttools}
2188
2189 \RequirePackage{tikz}
2190
2191 %-----
2192 % FIRST PART: TikZ styles and macros for the actual drawing
2193 \newcounter{cellcount}% used for coordinates of the node
2194 \newcounter{pivotcount}% when it will remain at zero, will signal the sort is finished.
2195
2196 % Styles defined by Tom Bombaldi. (modified: all share the same size)
2197 % (re-modified \bf -> \bfseries due to extremely annoying warnings from
2198 % KOMA-script which are truly a pain and do not make any sense regarding \bf:
2199 % if I want to use \bf, and know what I am doing, why should I get HARASSED
2200 % by police of LaTeX good conduct ? )
2201 \tikzset{l/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=lime!70!gray},
2202          o/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=olive!50},
2203          r/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black, text=white},
2204 % this is the "b" style as used in the image below
2205 %   b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black, text=white},
2206 % nicer:
2207 %   b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=white, text=magenta},
2208 %   g/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=gray, text=white, text=white},
2209
2210 % NOTE the b style was originally the same as the r(aised) style apart from
2211 % not being raised, but I find it nicer with a somewhat different
2212 % specification. I have not updated the images though.
2213
2214 % How the nodes are drawn depending on whether on the left of the pivot value
2215 % or on the right, or is a pivot value, or a raised pivot during selection phase.
2216
2217 \def\DecoLEFT #1{%
2218   \xintFor* ##1 in {#1} \do
2219     {\stepcounter{cellcount}\node[o] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2220 }
2221
2222 \def\DecoINERT #1{%
2223   \xintFor* ##1 in {#1} \do
2224     {\stepcounter{cellcount}\node[g] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2225 }
2226
2227 \def\DecoRIGHT #1{%
2228   \xintFor* ##1 in {#1} \do
2229     {\stepcounter{cellcount}\node[l] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2230 }
2231
2232 \def\DecoLEFTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
2233   \xintFor* ##1 in {#1} \do

```



```

2234     {\stepcounter{cellcount}}%
2235     \xintifForLast {\node[r]}\node[o]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2236 }
2237
2238 \def\DecoINERTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
2239     \xintFor* ##1 in {#1} \do
2240     {\stepcounter{cellcount}}%
2241     \xintifForLast {\node[b]}\node[g]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2242 }
2243
2244 \def\DecoRIGHTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
2245     \xintFor* ##1 in {#1} \do
2246     {\stepcounter{cellcount}}%
2247     \xintifForLast {\node[r]}\node[l]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2248 }
2249
2250 %-----
2251 % SECOND PART: the actual sorting routines.
2252
2253 \def\QS@sort@a #1{\expandafter \QS@sort@b \expandafter {\xintLength {#1}}{#1}}
2254 \def\QS@sort@b #1{\ifcase #1
2255     \expandafter\QS@sort@empty
2256     \or\expandafter\QS@sort@single
2257     \else\expandafter\QS@sort@c
2258     \fi
2259 }%
2260 \def\QS@sort@empty #1{}
2261 \def\QS@sort@single #1{\QSIr {#1}}
2262
2263 % This step is to pick the last as pivot.
2264 \def\QS@sort@c #1%
2265     {\expandafter\QS@sort@d\expandafter {\romannumeral0\xintnthelt {-1}{#1}}{#1}}%
2266
2267 % Here \QSLr, \QSIr, \QSR have been let to \relax.
2268 % The trick with \xintApplyUnbraced is that for example when selecting
2269 % the elements smaller than pivot, if we had been using \xintApply we
2270 % would have had at the minimum an empty brace pair. Thus we use the
2271 % "unbraced" variant, but then the \QS@select@smaller has added in
2272 % anticipation a level of braces.
2273 \def\QS@sort@d #1#2{%
2274     \QSLr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@smaller {#1}}{#2}}}%
2275     \QSIr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@equal {#1}}{#2}}}%
2276     \QSRr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@greater {#1}}{#2}}}%
2277 }%
2278 \def\QS@select@smaller #1#2{\xintifLt {#2}{#1}{{#2}}{ }}% space will stop a f-
    expansion
2279 \def\QS@select@equal #1#2{\xintifEq {#2}{#1}{{#2}}{ }}% space will stop a f-
    expansion
2280 \def\QS@select@greater #1#2{\xintifGt {#2}{#1}{{#2}}{ }}% space will stop a f-
    expansion
2281
2282 %
2283 % NOTE 1: thus, each comparison with the pivot is done three (!) times.
2284 %
2285 % NOTE 2: we may well end up with \QSLr {<empty>} situations. This is handled
2286 % silently by the \xintFor loops, and also when \QSLr becomes \QS@sort@a, the
2287 % latter must handle correctly an empty argument.
2288
2289 %-----
2290 % THIRD PART: the main macros \QSpivotStep, \QSsortStep and \QSinitialize.
2291
2292 % This draws all with suitable highlighting for the newly chosen pivots
2293 % (which will be shown raised)

```

```

2294 \def\QSpivotStep {\let\QSLr\DecoLEFTwithPivot
2295             \let\QSIr\DecoINERT
2296             \let\QSIrr\DecoINERT
2297             \let\QSRr\DecoRIGHTwithPivot
2298 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}}%
2299             \setcounter{cellcount}{0}\setcounter{pivotcount}{0}%
2300             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2301 }
2302
2303 % This sorts and then draws, showing where the pivot chosen in the previous
2304 % step go. Next time they will have become "inert". If pivotcount is still at
2305 % zero on exit from \QSpivotStep, then this is the signal to stop before
2306 % executing \QSsortStep.
2307 \def\QSsortStep {\def\QSLr {\noexpand\QS@sort@a}%
2308             \def\QSRr {\noexpand\QS@sort@a}%
2309             \def\QSIr {\noexpand\QSIrr}%
2310             \let\QSIrr\relax
2311             \edef\QS@list{\QS@list}%
2312             \let\QSLr\relax
2313             \let\QSRr\relax
2314             \let\QSIr\relax
2315             \edef\QS@list{\QS@list}%
2316             \let\QSLr\DecoLEFT
2317             \let\QSIr\DecoINERTwithPivot
2318             \let\QSIrr\DecoINERT
2319             \let\QSRr\DecoRIGHT
2320 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}}%
2321             \setcounter{cellcount}{0}%
2322             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2323 }
2324
2325 \def\QSinitialize #1{%
2326     % first, we convert the comma separated values into a list of braced items
2327     % we use an \edef, and anyhow many \edef's will be used later
2328     \edef\QS@list {\noexpand\QSRr {\xintCSVtoList {#1}}}%
2329     \let\QSRr\DecoRIGHT
2330     % The \QSRr marker mutated to draw the last element as
2331     % pivot and the earlier ones with the suitable style.
2332     %
2333     % The list of marked braced items \QS@list is used both for drawing
2334     % (as here) and for doing the exchange of elements during sort.
2335     \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}\setcounter{cellcount}{0}%
2336             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2337 }
2338

```

2.34 relationale-algebra.sty

```
2339 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2340 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-relationale-algebra}[2020/12/11]
```

```
2341 \RequirePackage{amsmath}
```

```
2342 \RequirePackage{amssymb}
```

Zum Zeichnen von Operatorenbäumen verwenden wir TikZ

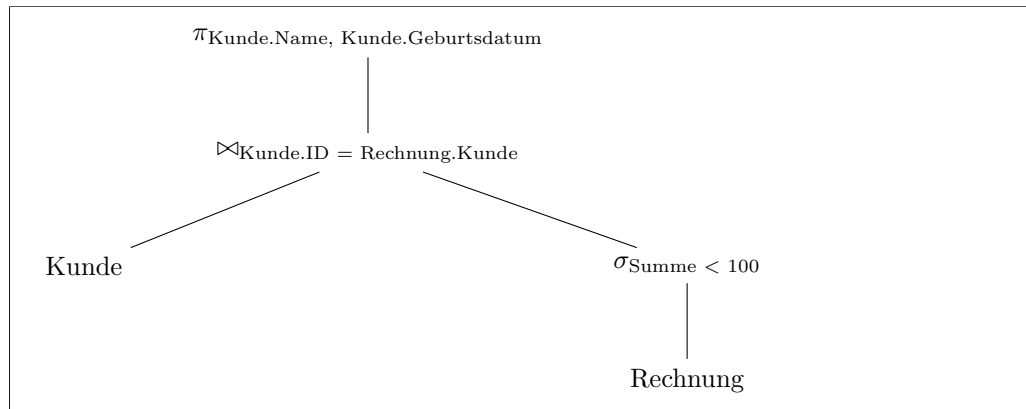
```
\begin{tikzpicture}
  \node
    (pi) {\pi_{\text{Kunde.Name, Kunde.Geburtsdatum}}};

  \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}
```



```
2343 \RequirePackage{tikz}
```

```
2344 \usetikzlibrary{positioning}
```

Privates Makros, das zwei Querstriche erzeugt.

```
2345 \def\o@join{\setbox0=\hbox{\bowtie}}%
2346 \rule[-.02ex]{.25em}{.4pt}\llap{\rule[\ht0]{.25em}{.4pt}}%
2347 }
```

```
\leftouterjoin A \leftouterjoin B: A ⋈ B
```

```
2348 \def\leftouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie}}
```

```
\rightouterjoin A \rightouterjoin B: A ⋈ B
```

```
2349 \def\rightouterjoin{\mathbin{\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}
```

```
\fullouterjoin A \fullouterjoin B: A ⋈ B
```

```
2350 \def\fullouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}
```

```
2351
```

2.35 rmodell.sty

```
2352 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2353 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-rmodell}[2020/09/01]
2354 Makros und Umgebungen zum Setzen des Relationenmodells beim Thema
2355 Datenbanken.]
2356 \RequirePackage{soul}
```

2.35.1 Makro-Kürzel

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

```
\liPrimaer \liPrimaer{text}: Unterstreichung für den Primärschlüssel
2357 \def\liPrimaer#1{\ul{#1}}
```

```
\liFremd \liFremd{text}: Überstreichung für den Fremdschlüssel
2358 \def\liFremd#1{{\setul{-0.9em}{}\ul{#1}}}
```

```
liRmodell \begin{liRmodell} \end{liRmodell}: Kleinere Schrift und Schreibmaschinenschrift.
2359 \def\li@Rmodell@Schrift{\footnotesize\ttfamily}
2360 \ExplSyntaxOn
2361 \NewDocumentEnvironment { liRmodell }
2362 { +b }
2363 {
2364 \medskip
2365 {
2366 \linespread{2}
2367 \setlength{\parindent}{0pt}
2368 \li@Rmodell@Schrift#1
2369 }
2370 \medskip
2371 } {}
2372 \ExplSyntaxOff
```

```
\liRelationMenge Let-Abkürzung: \let\l=r=\liRelationMenge
\liRelationMenge{name}{attribut, attribut}: Umhüllen der Attribute mit geschweiften
und dann eckigen Klammern.
2373 \def\liRelationMenge#1#2{
2374 \noindent
2375 #1 : \{ [ #2 ] \}
2376 \par
2377 }
```

```
\liAttribut Let-Abkürzung: \let\l=a=\liAttribut
\liAttribut{text}: Gleiche Schrift wie Umgebung liRmodell
2378 \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}
```

```
2379 \NewDocumentEnvironment { liRelationenSchemaFormat }{ +b } {} {}
```

```
2380
```

2.36 sortieren.sty

```
2381 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2382 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-sortieren}[2020/06/10 Schaubilder
2383 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} \nodepart{five} }
  \liSortierPfeil{one}{two}
  \liSortierPfeil{two}{three}
  \liSortierMarkierung{two split south}{three split north}
  \liSortierPfeilUnten{three}{one}
}
```



```
2384 \RequirePackage{tikz}
2385 \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.

```
2386 \def\liVertauschen#1{
2387   \directlua{
2388     local sortieren = require('lehramt-informatik-sortieren')
2389     sortieren('#1')
2390   }
2391 }
```

`\liSortierPfeil`

```
2392 \def\liSortierPfeil#1#2{
2393   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 north) -- ++(0,0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 north);
2394 }
```

`\liSortierPfeilUnten`

```
2395 \def\liSortierPfeilUnten#1#2{
2396   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 south) -- ++(0,-0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 south);
2397 }
```

`\liSortierMarkierung`

```
2398 \def\liSortierMarkierung#1#2{\node[
2399   draw,
2400   very thick,
2401   fit=(reihe.#1) (reihe.#2),
2402   inner sep=0pt
2403 ] {}
2404 }

2405 \tikzset{
2406   li sortierung zahlenreihe/.style={
2407     draw,
2408     thin,
2409     font=\large,
2410     rectangle split horizontal,
2411     rectangle split,
2412   }
2413 }
```

```

2414 % https://tex.stackexchange.com/a/140895
2415 \RequirePackage{forest,xstring}
2416 \usetikzlibrary{calc}
2417
2418 \makeatletter
2419 \pgfmathdeclarefunction{strrepeat}{2}{%
2420   \begingroup\pgfmathint{#2}\pgfmath@count\pgfmathresult
2421   \let\pgfmathresult\pgfutil@empty
2422   \pgfutil@loop\ifnum\pgfmath@count>0\relax
2423     \expandafter\def\expandafter\pgfmathresult\expandafter{\pgfmathresult#1}%
2424     \advance\pgfmath@count-1\relax
2425   \pgfutil@repeat\pgfmath@smuggleone\pgfmathresult\endgroup}
2426 \makeatother
2427
2428 \def\myNodes{}
2429
2430 \ExplSyntaxOn
2431 \newcommand*\sortList[1]{%
2432   \clist_sort:Nn#1{\int_compare:nNnTF{##1}>{##2}\sort_return_swapped:\sort_return_same:}}
2433 \ExplSyntaxOff
2434
2435 \forestset{
2436   sort/.code={%
2437     \pgfmathparse{level()>\forestSortLevel}%
2438     \ifnum\pgfmathresult=0
2439       \StrSubstitute{\forestov{content}}{ }{,}{\myList}%
2440       \sortList\myList
2441       \StrSubstitute{\myList}{,}{ }{\myList}%
2442       \pgfmathparse{strrepeat("1",level())}%
2443       \xappto\myNodes{\noexpand\node at ({\forestov{name}}|-m)!-1!({\forestov{name}}$)
2444         (m\forestov{name}) {\myList}}%
2445       \pgfmathparse{level()=\forestSortLevel}%
2446       \ifnum\pgfmathresult=1
2447         \forestOget{\forestov{@first}}{name}\forestFirst
2448         \forestOget{\forestov{@last}}{name}\forestLast
2449         \xappto\myNodes{{[<-]edge (\forestOv{\forestov{@first}}{name})
2450           \ifx\forestFirst\forestLast\else edge (\forestOv{\forestov{@last}}{name})\fi}}%
2451       \fi
2452       \ifnum\forestov{@parent}=0\else
2453         \xappto\myNodes{edge (m\forestOv{\forestov{@parent}}{name})}%
2454       \fi
2455       \gappto\myNodes{;}%
2456     \fi}}
2457
2458 \forestset{sort level/.code=%
2459   \pgfmathparse{#1}\let\forestSortLevel\pgfmathresult
2460   \pgfmathparse{strrepeat("1",\forestSortLevel+1)}\let\forestOnes\pgfmathresult}
2461

```

2.37 spalten.sty

```
2462 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2463 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-spalten}[2020/12/07 Lädt das Paket
2464 „multicol“, damit mehrspaltiger Satz mit Hilfe der Umgebung „multicols“
2465 realisiert werden kann.]
2466 \RequirePackage{multicol}
```

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

```
2467 \def\liSpaltenUmbruch{\vfill\strut\columnbreak}
```

```
2468
```

2.38 sql.sty

```
2469 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2470 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-tabelle}[2021/09/02 Zu Setzen von SQL]

2471 \RequirePackage{fancyvrb}
2472 \DefineVerbatimEnvironment{liSqlErgebnis}{Verbatim}
2473 {fontsize=\footnotesize}

2474
```


2.39 struktogramm.sty

```
2475 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2476 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-struktogramm}[2021/01/31 Lädt das
2477 Paket struktex zum Setzen von Struktogrammen]
2478 \RequirePackage{struktex}
2479
```

2.40 syntax.sty

```
2480 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2481 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-syntax}[2020/06/10 Ein Hüll-Paket um
2482 `minted`, das sich um die Syntax-Hervorhebung des Java-Codes kümmert.]
2483 \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.

2.40.1 Makro-Kürzel

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

```
2484 \ExplSyntaxOn
2485 \directlua{
2486   syntax = require('lehramt-informatik-syntax')
2487   syntax.importiere_konfiguration('tex_repo_lokaler_pfad', '\LehramtInformatikRepository')
2488   syntax.importiere_konfiguration('github_domain', '\LehramtInformatikGithubDomain')
2489   syntax.importiere_konfiguration('github_raw_domain', '\LehramtInformatikGithubRawDomain')
2490   syntax.importiere_konfiguration('github_tex_repo', '\LehramtInformatikGithubTexRepo')
2491   syntax.importiere_konfiguration('github_code_repo', '\LehramtInformatikGithubCodeRepo')
2492   syntax.importiere_konfiguration('git_branch', '\LehramtInformatikGitBranch')
2493 }
2494 \RequirePackage{hyperref}
2495 \RequirePackage{minted}
2496 % pygmentize -L styles
2497 \usemintedstyle{colorful}
2498 %\BeforeBeginEnvironment{minted}{\begin{mdframed}}
2499 %\AfterEndEnvironment{minted}{\end{mdframed}}
2500 %\setminted{breaklines=true,linenos}
2501 \setminted{
2502   breaklines=true,
2503   linenos,
2504   fontsize=\footnotesize,
2505 }
```

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

Let-Abkürzung: `\let\j=\liJavaCode`

```
2506 \def\liJavaCode#1{\,\mintinline{java}|#1|\,}
```

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

```
2507 \def\liLatexCode#1{\mintinline{latex}|#1|}
```

```
2508 \def\li@GithubLink#1#2{
2509   \begin{flushright}
2510     \tiny
2511     Code-Beispiel~auf~Github~ansehen:~
2512     \href{#1}{\nolinkurl{#2}}
2513   \end{flushright}
2514 }
```

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

```
2515 \NewDocumentCommand{\liJavaDatei}{0{firstline=3} m }{
2516   \inputminted[#1]{java}{
2517     \directlua{
2518       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', false)
2519     }
2520   }
2521   \li@GithubLink
```

```

2522     {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', false)}}
2523     {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', false)}}
2524 }

\liJavaTestDatei Eine komplette Java-Test-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/test/java/org/bschlangaul
liegt.
2525 \NewDocumentCommand{\liJavaTestDatei}{ 0{firstline=3} m }{
2526   \inputminted[#1]{java}{
2527     \directlua{
2528       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', true)
2529     }
2530   }
2531   \li@GithubLink
2532   {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', true)}}
2533   {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', true)}}
2534 }

\liJavaExamen \liJavaExamen{66116}{2015}{03}{Kunde} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \liJavaDatei([.
\liJavaExamen$1{$2}{$3}{$4}{$5}
2535 \NewDocumentCommand{\liJavaExamen}{ 0{firstline=3} m m m m }{
2536   \inputminted[#1]{java}{
2537     \directlua{
2538       syntax.drucke_absoluten_examens_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')
2539     }
2540   }
2541   \li@GithubLink
2542   {\directlua{syntax.drucke_github_examens_url('#2', '#3', '#4', '#5')}}
2543   {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
2544   {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
2545 }

\liAssemblerCode
2546 \def\liAssemblerCode#1{\mintinline{asm}|#1|}

\liAssemblerDatei \liAssemblerDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Assembler-Datei.
2547 \NewDocumentCommand{\liAssemblerDatei}{ m }{
2548   \inputminted{asm}{#1}
2549 }

\liMinispracheDatei \liMinispracheDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Minisprachen-Datei
(Hochsprache für die Minimaschine von Albert Wiedemann).
2550 \NewDocumentCommand{\liMinispracheDatei}{ m }{
2551   \inputminted{componentpascal}{#1}
2552 }

\liHaskellCode \liHaskellCode{haskell}: Zum Setzen von Haskell-Code.
2553 \def\liHaskellCode#1{\mintinline{haskell}|#1|}

\liHaskellDatei \liHaskellDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Haskell-Datei.
2554 \NewDocumentCommand{\liHaskellDatei}{ m }{
2555   \inputminted{haskell}{#1}
2556 }

2557 \ExplSyntaxOff

\liSqlCode \liHaskellCode{sql}: Zum Setzen von SQL-Code.
Let-Abkürzung: \let\s=\liSqlCode
2558 \def\liSqlCode#1{\mintinline{sql}|#1|}

2559

```

2.41 syntaxbaum.sty

```
2560 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2561 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-syntaxbaum}[2021/02/14 Zum Setzen von
2562 Syntaxbäumen mit Hilfe des Pakets tikz-qtrees]
2563 \RequirePackage{tikz-qtrees}
2564
2565 \tikzset{li parsetree/.style={
2566     every internal node/.style={
2567         draw,circle
2568     },
2569     every leaf node/.style={
2570         draw,rectangle
2571     },
2572 }
2573 }
2574
```

2.42 synthese-algorithmus.sty

```
2575 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2576 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-synthese-algorithmus}[2021/03/19
2577 Hilfsmakros zum Setzen des Synthese-Algorithmuses zur Umformung einer
2578 Relation in die 3. Normalform]

2579 \liLadePakete{normalformen,mathe,typographie}
2580 \ExplSyntaxOn
```

2.42.1 Makro-Kürzel

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

2.42.2 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}
```

2.42.3 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}}

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

2.42.4 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}

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

2.42.5 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

```
2581 \def\liSyntheseUeberschrift#1{
2582   {
2583     \bfseries
2584     \sffamily
2585     \str_case:nn {#1} {
2586       {1} {Kanonische-Überdeckung}
2587       {1-1} {Linksreduktion}
2588       {1-2} {Rechtsreduktion}
2589       {1-3} {Löschen-leerer-Klauseln}
2590       {1-4} {Vereinigung}
2591       {2} {Relationsschemata-formen}
2592       {3} {Schlüssel-hinzufügen}
2593       {4} {Entfernung-überflüssiger-Teilschemata}
2594     }
```

```

2595 }
2596 }

```

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

```

2597 \def\li@synthese@erklaerung@texte#1{
2598   \str_case:nn {#1} {
2599     {1} {
2600       Die~kanonische~Überdeckung~---also~die~kleinst~mögliche~noch~
2601       äquivalente~Menge~von~funktionalen~Abhängigkeiten~kann~in~vier~
2602       Schritten~erreicht~werden.
2603     }
2604     {1-1} {
2605       Führe~für~jede~funktionale~Anhängigkeit~
2606        $\alpha \rightarrow \beta$ ~in~F~die~Linksreduktion~durch,~
2607       überprüfe~also~für~alle~
2608        $A \in \alpha$ ,~ob~ $A$ ~überflüssig~ist,~d.h.~ob~
2609        $\beta \subseteqq \text{liAttributHuelle}\{F, \alpha \cup A\}$ .
2610     }
2611     {1-2} {
2612       Führe~für~jede~(verbliebene)~funktionale~Abhängigkeit~ $\alpha \rightarrow \beta$ ~die~Rechtsreduktion~durch,~überprüfe~also~für~
2613       alle~ $B \in \beta$ ,~ob~ $B \in \text{liAttributHuelle}\{F, (\alpha \rightarrow \beta) \cup (\alpha \rightarrow B)\}$ ,~
2614        $\alpha$ ~gilt.~In~diesem~Fall~ist~B~auf~der~rechten~Seite~
2615       überflüssig~und~kann~eliminiert~werden,~d.h.~ $\alpha \rightarrow \beta$ ~wird~durch~ $\alpha \rightarrow (\beta \cup B)$ ~
2616       ersetzt.
2617     }
2618     {1-3} {
2619       Entferne~die~funktionalen~Abhängigkeiten~der~Form~ $\alpha \rightarrow \emptyset$ ,~die~im~2.~Schritt~möglicherweise~
2620       entstanden~sind.
2621     }
2622     {1-4} {
2623       Fasse~mittels~der~Vereinigungsregel~funktionale~Abhängigkeiten~
2624       der~Form~ $\alpha \rightarrow \beta_{\{1\}}, \dots, \alpha \rightarrow \beta_{\{n\}}$ ,~so~dass~ $\alpha \rightarrow \beta_{\{1\}} \cup \dots \cup \beta_{\{n\}}$ ~
2625       verbleibt.
2626     }
2627     % Kemper Seite 197
2628     {2} {
2629       Erzeuge~für~jede~funktionale~Abhängigkeit~ $\alpha \rightarrow \beta$ ~in~F~ein~Relationenschema~ $\text{mathcal{R}}_{\alpha \cup \beta}$ ~
2630        $:= \alpha \cup \beta$ .
2631     }
2632     {3} {
2633       Falls~eines~der~in~Schritt~2.~erzeugten~Schemata~ $\text{mathcal{R}}_{\alpha}$ ~
2634       einen~Schlüsselkandidaten~von~ $\text{mathcal{R}}$ ~bezüglich~ $F_{\{c\}}$ ~
2635       enthält,~sind~wir~fertig,~sonst~wähle~einen~Schlüsselkandidaten~
2636        $\text{mathcal{K}} \subseteqq \text{mathcal{R}}$ ~aus~und~definiere~folgendes~
2637       zusätzliche~Schema:~ $\text{mathcal{R}}_{\text{mathcal{K}}} := \text{mathcal{K}}$ ~
2638       und~ $\text{mathcal{F}}_{\text{mathcal{K}}} := \emptyset$ 
2639     }
2640     {4} {
2641       Eliminiere~diejenigen~Schemata~ $\text{mathcal{R}}_{\alpha}$ ,~die~in~einem~
2642       anderen~Relationenschema~ $\text{mathcal{R}}_{\alpha'}$ ~enthalten~sind,~d.h.~
2643        $\text{mathcal{R}}_{\alpha} \subseteqq \text{mathcal{R}}_{\alpha'}$ .
2644     }
2645   }
2646 }
2647 \def\liSyntheseErklaerung#1{
2648 {
2649   \itshape
2650   \footnotesize

```

```

2657     \liParagraphMitLinien{\li@synthese@erklaerung@texte{#1}}
2658   }
2659 }

```

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

```

2660 \def\liSyntheseUeberErklaerung#1{
2661   \liSyntheseUeberschrift{#1}\par
2662   \liSyntheseErklaerung{#1}
2663 }

```

```

2664 \ExplSyntaxOff
2665

```


2.43 tabelle.sty

```
2666 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2667 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-tabelle}[2020/12/05 Lädt das Paket tabluarx]
2668 \RequirePackage{tabularx}
2669
```

2.44 typographie.sty

```
2670 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2671 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-typographie}[2021/03/20 Typographische Makros,
2672 die das Erscheinungsbild verändern. Die Schriftdefinition sind in
2673 formatierung.sty definiert.]
```

```
2674 \ExplSyntaxOn
```

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

```
2675 \RequirePackage{fontawesome}
```

```
\liErledigt \liErledigt: ☑
```

```
2676 \let\liErledigt=\faCheckSquareO
```

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

```
2677 \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 —

```
2678 \def\liParagraphMitLinien#1{
```

```
2679 \noindent
```

```
2680 \vrule height 2pt depth -1.6pt width 0.4cm
```

```
2681 \enspace
```

```
2682 #1
```

```
2683 \enspace
```

```
2684 \leaders\vrule height 2pt depth -1.6pt \hfill \null
```

```
2685 \par
```

```
2686 \medskip
```

```
2687 }
```

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

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

```
2688 \def\liGeschweifteKlammern#1#2#3#4{
```

```
2689 \par
```

```
2690 \medskip
```

```
2691 \noindent
```

```
2692 #1 \, $= \Bigl\{ $\
```

```
2693 \vspace{#3}
```

```
2694 #2
```

```
2695 \vspace{#4}
```

```
2696 \begin{flushright} $\Bigr\} $\end{flushright}
```

```
2697 \par
```

```
2698 }
```

```
2699 \ExplSyntaxOff
```

```
2700
```

2.45 uml.sty

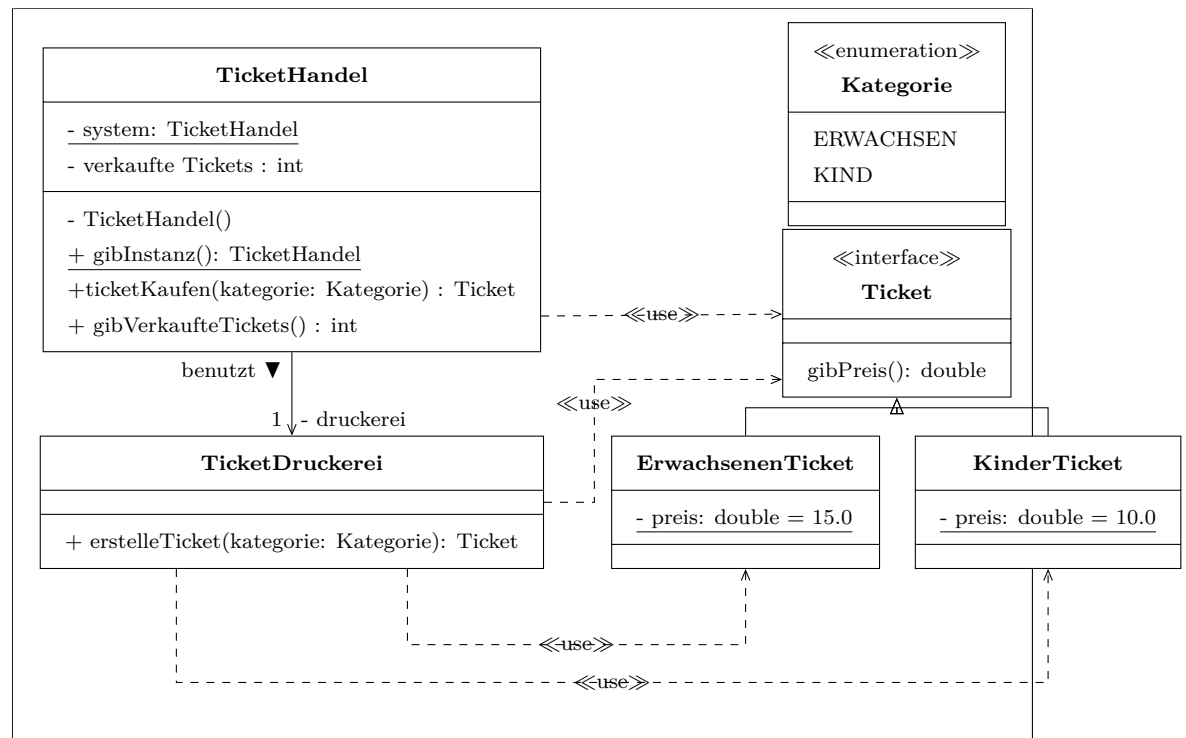
```

2701 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2702 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-uml}[2020/06/13 Ein Hüll-Paket um
2703 `tikz-uml', das einige Design-Einstellungen vornimmt und manche
2704 Erweiterung bereitstellt]

2705 \RequirePackage{tikz-uml}
2706 \RequirePackage{tikz-uml-activity}
2707 % Not compatible with wasysym
2708 %\RequirePackage{mathabx}
2709 \RequirePackage{wasysym}
2710 \usetikzlibrary{positioning}

2711 \tikzumlset{
2712   fill class=white!0,
2713   font=\footnotesize,
2714   fill object=white!0,
2715   fill note=white!0,
2716   fill state=white!0,
2717   % Use case
2718   fill usecase=white!0,
2719   fill system=white!0,
2720 }

```



```

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

```

```

2721 \NewDocumentCommand{ \liUmlLeserichtung } { 0{dir=right} m } {
2722   \def\@liDirLeft{}
2723   \def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}
2724   \pgfkeys{/lese/dir/.is choice}
2725   \pgfkeys{/lese/dir/up/.code={\def\@liDirRight{ \UParrow}}}
2726   \pgfkeys{/lese/dir/down/.code={\def\@liDirRight{ \DOWNarrow}}}
2727   \pgfkeys{/lese/dir/left/.code={\def\@liDirRight{}\def\@liDirLeft{\LEFTarrow }}}
2728   \pgfkeys{/lese/dir/right/.code={\def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}}}
2729
2730   \def\@liPos{above}
2731   \pgfkeys{/lese/pos/.code={\def\@liPos{##1}}}
2732

```

```

2733 \def\@liDistance{0cm}
2734 \pgfkeys{/lese/distance/.code={\def\@liDistance{##1}}}}
2735
2736 \pgfkeys{/lese/.cd,#1}
2737
2738 \node[\@liPos = \@liDistance of #2-middle] {
2739   \@liDirLeft{\footnotesize#2}\@liDirRight
2740 };
2741 }
2742

```

2.46 vollstaendige-induktion.sty

2743 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
 2744 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-vollstaendige-induktion}[2021/07/01
 2745 Hilfsmakros zum Setzen der Vollständigen Induktion, vor allem die
 2746 Überschriften für die einzelnen Schritte]

2.46.1 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 n! \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

2747 \RequirePackage{lehramt-informatik-typographie}
 2748 \RequirePackage{lehramt-informatik-mathe}
 2749 \RequirePackage{lehramt-informatik-syntax}
 2750 \ExplSyntaxOn

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

Let-Abkürzung: \let\m=\liInduktionMarkierung

2751 \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

```
2752 \def\liInduktionErklaerung#1{\scriptsize\text{#1}}
```

\liInduktionAnfang

```
2753 \def\liInduktionAnfang{
2754   \liPseudoUeberschrift{Induktionsanfang}
2755
2756   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
2757   \liParagraphMitLinien{
2758     Beweise,~dass~$A(1)$~eine~wahre~Aussage~ist.
2759   }
2760 }
```

\liInduktionVoraussetzung

```
2761 \def\liInduktionVoraussetzung{
2762   \liPseudoUeberschrift{Induktionsvoraussetzung}
2763
2764   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
2765   \liParagraphMitLinien{
2766     Die~Aussage~$A(k)$~ist~wahr~für~ein~beliebiges~$k$ \in \mathbb{N}$$.
2767   }
2768 }
```

\liInduktionSchritt

```
2769 \def\liInduktionSchritt{
2770   \liPseudoUeberschrift{Induktionsschritt}
2771
2772   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
2773   \liParagraphMitLinien{
2774     Beweise,~dass~wenn~$A(n=k)$~wahr~ist,~
2775     auch~$A(n=k+1)$~wahr~sein~muss.
2776   }
2777 }

2778 \ExplSyntaxOff
2779
```

2.47 wasserfall.sty

```
2780 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2781 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-wasserfall}[2020/06/10]
2782 \RequirePackage{tikz}
2783 \tikzset{wasserfall/.style={
2784   >=stealth,
2785   node distance = 2mm and -8mm,
2786   start chain = A going below right,
2787   every node/.style = {
2788     draw,
2789     text width=24mm,
2790     minimum height=12mm,
2791     align=center,
2792     inner sep=1mm,
2793     fill=white,
2794     drop shadow={fill=black},
2795     on chain=A
2796   },
2797 }}
2798 \usetikzlibrary{chains,positioning,shadows}
2799
```

2.48 wpkalkuel.sty

2800 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2801 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-wpkalkuel}[2020/06/13]

2.48.1 Makro-Kürzel

\let\wp=\liWpKalkuel

\let\equivalent=\liWpEquivalent

\let\erklaerung=\liWpErklaerung

2802 \RequirePackage{amsmath}

2803 \ExplSyntaxOn

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

2804 \def\liWpKalkuelOhneMathe#1#2{

2805 \text{wp}(\texttt{\scriptsize"#1"},\thinspace #2)

2806 }

2807 \def\liWpKalkuel#1#2{

2808 \ifmmode

2809 \liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}

2810 \else

2811 \$\liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}\$

2812 \fi

2813 }

\MatheEnv

2814 \def\MatheEnv#1{

2815 \medskip

2816

2817 \hspace{1em}#1

2818

2819 \medskip

2820 }

\Mathe

2821 \def\Mathe#1{

2822 \MatheEnv{\${#1}\$}

2823 }

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

2824 \def\liWpEquivalent#1{

2825 \MatheEnv{\${\equiv}\hspace{1em}\${#1}\$}

2826 }

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

2827 \newlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}

2828 \def\liWpErklaerung#1{

2829 \setlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}{\leftskip}

2830 \setlength{\leftskip}{0.5cm}

2831

2832 \par

2833 \noindent

2834 {

2835 \scriptsize

2836 #1

2837 }

2838 \par

2839

2840 \setlength{\leftskip}{\@Skip@Erklaerung@Reset}

2841 }

\liWpErklaerungVerzweigung

```

2842 \def\liWpErklaerungVerzweigung{
2843   $\liWpKalkuelOhneMathe{if~\{-b~\}~then~\{-a1~\}~else~\{-a2~\}}{Q}
2844   \equiv
2845   (b \land \liWpKalkuelOhneMathe{a1}{Q})
2846   \lor
2847   (\neg b \land \liWpKalkuelOhneMathe{a2}{Q})$
2848 }

2849 \ExplSyntaxOff

2850

```

3 Index

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

Symbols	\AddToHook 1349	\bfseries . . 486, 1234,
\# 109	\advance 2424	1236, 2197, 2203,
\, 343, 398, 1181,	\AfterEndEnvironment 2499	2205, 2207, 2208, 2583
1183, 1694, 1695,	\allsectionsfont . . . 1230	\Bigl 2692
1696, 2030, 2506, 2692	\Alph 1244	\Bigr 2696
\@Skip@Erklaerung@Reset	\alph 1244, 1245	\bigskip 48, 376,
. . . 2827, 2829, 2840	\alpha 2606, 2608, 2609,	609, 614, 1570, 1898
\@afterheading 1661	2612, 2614, 2615,	\bool 321, 344
\@afterindentfalse . 1661	2616, 2617, 2618,	\bowtie
\@liDirLeft 2722, 2727, 2739	2622, 2628, 2629,	2345, 2348, 2349, 2350
\@liDirRight 2723, 2725,	2634, 2635, 2636,	\Box 159
2726, 2727, 2728, 2739	2639, 2647, 2648, 2649	\boxtimes 474
\@liDistance	\arabic 1244, 2219, 2224,	
. . . 2733, 2734, 2738	2229, 2235, 2241, 2247	C
\@liPos . . 2730, 2731, 2738	\arraystretch 1920	\c 1327, 1328
\ 607,		\cdot 1738, 1791, 1802
630, 631, 634, 635,	B	\centerline
638, 639, 731, 732,	\BeforeBeginEnvironment	1368, 2298, 2320, 2335
733, 840, 869, 871,	. . . . . 2498	\chapter 1234, 1235
897, 906, 951, 993,	\begin . . 628, 679, 694,	\char 1568
994, 995, 1000,	729, 753, 800, 832,	\clearpage 1562
1001, 1002, 1022,	847, 867, 877, 893,	\cline 607
1568, 1925, 1983, 1986	913, 945, 962, 991,	\clist 226, 270,
\{ 207, 1118,	1016, 1037, 1052,	271, 290, 294, 2432
1128, 1140, 1141,	1161, 1250, 1325,	\columnbreak 2467
1146, 1180, 1409,	1363, 1372, 1379,	\cs 293, 318, 342,
1970, 2375, 2692, 2843	1487, 1560, 1612,	343, 380, 392, 1644
\} 207, 1118,	1617, 1625, 1650,	\csname 1312, 1315
1128, 1140, 1141,	1655, 1666, 1676,	\cup 1141,
1148, 1184, 1410,	1680, 1763, 1767,	2004, 2615, 2629, 2636
1970, 2375, 2696, 2843	1783, 1806, 1829,	
_ 27, 35, 44, 46,	1844, 1923, 1924,	D
293, 318, 342, 343,	1974, 2019, 2139,	\DeclareMathSymbol . .
357, 358, 364, 367,	2159, 2300, 2322,	. . . . . 1868, 1869
370, 380, 392, 1350	2336, 2498, 2509, 2696	\DecoINERT
	\begingroup 1561, 1972, 2420	2222, 2295, 2296, 2318
	\beschriftung	\DecoINERTwithPivot .
	. . . . 1592, 1596,	. . . . . 2238, 2317
	1600, 1604, 1608, 1610	\DecoLEFT 2217, 2316
A	\beta 2606,	\DecoLEFTwithPivot . .
\addbibresource	2609, 2613, 2614,	. . . . . 2232, 2294
1538, 1539, 1540,	2615, 2618, 2628,	\DecoRIGHT 2227, 2319, 2329
1541, 1542, 1543,	2629, 2630, 2635, 2636	\DecoRIGHTwithPivot .
1544, 1545, 1546, 1547	\bf 2197, 2198, 2199	. . . . . 2244, 2297

\definecolor	1232	liKontrollflussgraph	1583, 1636, 1651,
\DefineVerbatimEnvironment	. . . . . 1486		1667, 1879, 1973,
. 2472	liLernkartei	1664	1990, 1998, 2107,
\delta 65, 107, 165, 207, 1132	liProduktionsRegeln		2116, 2359, 2473,
\dh 1696, 2617	. . . . . 1156		2504, 2656, 2713, 2739
\directlua	liProjektSprache	1584	\footrulewidth . 1261, 1521
58, 137, 195, 200,	liQuellen	1644	\foreach . 1327, 1330, 1337
1113, 1127, 1147,	liRelationenSchemaFormat		\forestFirst .. 2447, 2450
1155, 1162, 1167,	. . . . . 2379		\forestLast ... 2448, 2450
1955, 1960, 2013,	liRmodell	2359	\forestOget ... 2447, 2448
2020, 2027, 2387,	liUebergangsTabelle		\forestOnes 2460
2485, 2517, 2522,	. . . . . 1920		\forestOv 2449, 2450, 2453
2523, 2527, 2532,	\equiv 2825, 2844		\forestov . 2439, 2443,
2533, 2537, 2543, 2544	\erzeuge@tiefgestellt		2444, 2447, 2448,
\do 2218, 2223,	... 1127, 1128, 1132		2449, 2450, 2452, 2453
2228, 2233, 2239, 2245	\expandafter		\forestset 2435, 2458
\dots 517, 521,	1312, 2253, 2255,		\forestSortLevel
1409, 2146, 2628, 2629	2256, 2257, 2265, 2423		2437, 2445, 2459, 2460
\DOWNarrow 2726	\ExplSyntaxOff		\frac 1740, 1771, 1802, 1817
\draw 1332, 1335,	. 50, 92, 134, 139,		\fullouterjoin 2350
1338, 2094, 2393, 2396	192, 197, 202, 539,		
	561, 576, 1108,		
E	1186, 1221, 1352,		G
\edef 1323,	1507, 1522, 1686,		\g 29, 37, 270, 271, 290,
2311, 2315, 2327, 2328	1761, 1948, 2122,		294, 300, 301, 302,
\else 581, 589,	2372, 2433, 2557,		303, 304, 306, 307,
597, 1122, 1136,	2664, 2699, 2778, 2849		309, 311, 312, 313,
1172, 1608, 1711,	\ExplSyntaxOn 22,		314, 315, 316, 319,
1721, 1731, 1745,	61, 102, 135, 160,		323, 324, 325, 328,
1966, 2003, 2089,	193, 198, 223, 481,		330, 331, 332, 333,
2257, 2450, 2452, 2810	545, 562, 1081,		334, 335, 346, 347,
\emph 1084,	1176, 1198, 1348,		348, 349, 357, 358,
1390, 1419, 1421, 1567	1500, 1512, 1587,		360, 366, 367, 369,
\empty 1608, 2002	1700, 1930, 2103,		370, 372, 373, 381,
\emptyset	2360, 2430, 2484,		386, 388, 393, 395, 399
1912, 2623, 2644, 2677	2580, 2674, 2750, 2803		\Gamma . 106, 164, 207, 1141
\end 667, 690, 715, 750,	F		\gappto 2455
784, 816, 844, 860,	\faCheckSquare0 2676		\geq 1416,
874, 882, 909, 938,	\faCircleThin 1100		2135, 2140, 2156, 2160
959, 984, 1009,	\faGg 1094		H
1029, 1049, 1067,	\fancyfoot		\hbox 2345
1163, 1252, 1341,	1256, 1257, 1258,		\headrulewidth . 1260, 1520
1375, 1376, 1383,	1516, 1517, 1518, 1519		\hfill 1787, 1793, 1798, 2684
1492, 1565, 1614,	\fancyhead		\hinweis 1583
1622, 1641, 1657,	1255, 1513, 1514, 1515		\hline 1925
1658, 1672, 1683,	\faSquare0 1088		\href 382,
1684, 1765, 1778,	\fi 583, 591, 599, 1124,		1194, 1692, 1855, 2512
1803, 1826, 1841,	1138, 1174, 1611,		\hspace .. 2097, 2817, 2825
1851, 1927, 1928,	1713, 1723, 1733,		\ht 2346
1976, 2021, 2149,	1747, 1968, 2005,		I
2169, 2300, 2322,	2091, 2258, 2450,		\i 1337, 1338
2336, 2499, 2513, 2696	2451, 2454, 2456, 2812		\ifcase 2254
\endcsname 1312, 1315	\fontspec 1230		\ifmmode 579, 587, 595,
\endgroup 1564, 1977, 2425	\footcite		1120, 1134, 1170,
\enspace 2681, 2683	691, 713, 760, 783,		1709, 1719, 1729,
environments:	815, 910, 937, 983,		1743, 1964, 2087, 2808
liAdditum 1615	1388, 1391, 1398,		\IfNoValueTF
liAHuelle 1971	1403, 1408, 1412,		... 1618, 1688, 1692
liAntwort 1586	1418, 1423, 1527,		\ifnum 2181,
liDiagramm 1674	1779, 1780,		

1759, 1785, 1791, 1796, 2135, 2146, 2156, 2166, 2606, 2608, 2614, 2635, 2766	\inhaltsverzeichnis 1559	\labelitemii 1240	\li@Rmodell@Schrift 2359, 2368, 2378
\input . 4, 7, 10, 13, 16, 405	\inputminted 2516, 2526, 2536, 2548, 2551, 2555	\labelitemiii 1241	\li@sequence .. 1324, 1337
\int 2432	\item 474, 475, 696, 700, 705, 710, 754, 763, 768, 776, 848, 853, 857, 878, 914, 919, 926, 934, 963, 968, 972, 977, 1053, 1058, 1063, 1373, 1374, 1644, 1648, 1768, 1771, 1775, 1784, 1790, 1795, 1807, 1811, 1815, 1819, 1823, 1830, 1834, 1838, 2140, 2143, 2146, 2160, 2163, 2166	\land 2845, 2847	\li@synthese@erklaerung@texte 2597, 2657
\itshape 530, 2655		\LARGE 1234	\liAbleitung 1155
		\large 1368, 2409	liAdditum (environment) 1615
		\leaders 2684	liAHuelle (environment) 1971
		\left 1703	\liAlphabet 1140
		\LEFTarrow 2727	liAntwort (environment) 1586
		\leftarrow 593	\liAnweisung 1494
		\leftouterjoin 2348	\liAssemblerCode ... 2546
		\leftskip 2829, 2830, 2840	\liAssemblerDatei .. 2547
		\LehramtInformatikAutorEmail 1519	\liAttribut 2378
		\LehramtInformatikAutorName 1518	\liAttributHuelle 1962, 2609, 2614
		\LehramtInformatikGitBranch 385, 2492	\liAttributHuelleOhneMathe 1962, 1965,
		\LehramtInformatikGithubCodeRepo 2491	1967, 1981, 1991, 1999
		\LehramtInformatikGithubDomain 2488	\liAttributMenge
		\LehramtInformatikGithubRawDomain 383, 2489	\liAufgabenMetadaten . 25
		\LehramtInformatikGithubTexRepo 384, 2490	\liAufgabenTitel 23
		\LehramtInformatikRepository 4, 7, 10, 13, 16, 1538, 1539, 1540, 1541, 1542, 1543, 1544, 1545, 1546, 1547, 2487	\liAusdruck 1177
		\LehramtInformatikTitel 1514	\liAutomat 61
		\leq 1802, 2143, 2163	\liAutomatenKante 93
		\let 1130, 1131, 1562, 2294, 2295, 2296, 2297, 2310, 2312, 2313, 2314, 2316, 2317, 2318, 2319, 2329, 2421, 2459, 2460, 2676	\liBandAlphabet 1141
		\li@chomsky@erklaerung@texte 496, 532	\liBedingung 1495
		\li@EntwurfsCode	\liBedingungDrei 1758, 1798, 1838
		624, 670, 671, 672, 718, 719, 720, 721, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 885	\liBedingungEins 1752, 1787, 1830
		\li@EntwurfsCodeAllgemein 623	\liBedingungFalsch . 1497
		\li@fussnote@text 1876, 1882, 1886, 1890, 1894	\liBedingungWahr ... 1496
		\li@GithubLink 2508, 2521, 2531, 2542	\liBedingungZwei 1755, 1793, 1834
		\li@mget . 1314, 1318, 1338	\liBeschriftung 1575
		\li@minc 1317, 1339	\liChomskyErklaerung 496, 537
		\li@mset 1311, 1319, 1328, 1331	\liChomskyUeberErklaerung 535
\labelenumi 1245		\li@numdiscs 1323, 1332, 1338	\liChomskyUeberschrift 484, 536
\labelenumii 1246			\liCpmEreignis 545
\labelitemi 1239			\liCpmFruehesterI ... 602
			\liCpmSpaetesterI ... 601
			\liCpmVon 585
			\liCpmVonOhneMathe 585, 588, 590
			\liCpmVonZu 577
			\liCpmVonZuOhneMathe 577, 580, 582
			\liCpmVorgang 562
			\liCpmZu 593
			\liCpmZuOhneMathe 593, 596, 598
			liDiagramm (environ- ment) 1674

\liEinbettung (environment)	1585	\liEntwurfsModellPraesentationStaatDiagramm	1034	\liStaatDiagramm	2525
\liEntwurfs	1032	\liEntwurfsModellPraesentationStellenplanUml	102	\liKasten (environment)	1249
\liEntwurfsAbstrakteFabrik	1015 , 1033	\liEntwurfsModellPraesentationStellenplanUml	102	\liKellerKante	140
.....	674	\liEntwurfsZustand	1069	\liKellerUebergang	135 , 141
\liEntwurfsAbstrakteFabrikCode	669 , 676	\liEntwurfsZustandAkteure	1051 , 1071	\liKontrollCode	1498
\liEntwurfsAbstrakteFabrikUml	627 , 675	\liEntwurfsZustandUml	1036 , 1070	\liKontrollflussgraph (environment)	1486
\liEntwurfsAdapter	723	\liEpsilon	1126	\liKontrollKnotenPfad	1500
\liEntwurfsAdapterAkteure	693 , 725	\liErAttribute	1084 , 1098 , 1100	\liKontrollTextzeileKnoten	1499 , 1504
\liEntwurfsAdapterCode	717 , 726	\liErDatenbankName	1103	\liKurzeTabellenLinie	607
\liEntwurfsAdapterUml	678 , 724	\liErEntity	1082 , 1086 , 1088	\liLadeAllePakete	228
\liEntwurfsBeobachter	794	\liErledigt	2676	\liLadePakete	54 , 57 , 224 , 229 , 483 , 544 , 1117 , 1347 , 1358 , 1874 , 1954 , 2102 , 2579
\liEntwurfsBeobachterAkteure	752 , 796	\liErMpAttribute	1097	\liLatexCode	2507
\liEntwurfsBeobachterCode	786 , 797	\liErMpEntity	1085	\liLeereZelle	1912
\liEntwurfsBeobachterUml	728 , 795	\liErMpRelationship	1091	\liLernkartei (environment)	1664
\liEntwurfsDekorierer	826	\liErRelationship	1083 , 1092 , 1094	\liLinksReduktion	1979
\liEntwurfsDekoriererAkteure	828	\liExamensAufgabe	6	\liLinksReduktionInline	1988 , 1996
\liEntwurfsDekoriererCode	818 , 829	\liExamensAufgabeA	15	\liMasterExkurs	1843
\liEntwurfsDekoriererUml	799 , 827	\liExamensAufgabeTA	12	\liMasterFaelle	1782 , 1850
\liEntwurfsEinfacheFabrik	862	\liExamensAufgabeTTA	9	\liMasterFallRechnung	1828
\liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure	846 , 864	\liExkurs (environment)	1623	\liMasterVariablen	1762 , 1845
\liEntwurfsEinfacheFabrikUml	831 , 863	\liFalsch	475	\liMasterVariablenDeklaration	1805
\liEntwurfsEinzelstueck	887	\liFlaci	1187	\liMasterWolframLink	1853
\liEntwurfsEinzelstueckAkteure	876 , 889	\liFremd	2358	\liMenge	71 , 72 , 74 , 113 , 114 , 115 , 119 , 171 , 172 , 173 , 177 , 1118 , 1167 , 1206 , 1207
\liEntwurfsEinzelstueckCode	884 , 890	\liFunktionaleAbhaengigkeit	2001 , 2004 , 2012	\liMengeOhneMathe	1118 , 1121 , 1123
\liEntwurfsEinzelstueckUml	866 , 888	\liFunktionaleAbhaengigkeiten	2015	\liMinimierungErklaerung	1934
\liEntwurfsErbauer	940	\liFussnote	1875 , 1877	\liMinispracheDatei	2550
\liEntwurfsErbauerAkteure	912 , 942	\liFussnoteDreiText	1889 , 1907	\liLinespread	2366
\liEntwurfsErbauerUml	892 , 941	\liFussnoteEinsText	1881 , 1901	\liNichtsZuTun	2677
\liEntwurfsFabrikmethode	986 , 1011	\liFussnoteLink	1691	\liO	1725 , 1753
\liEntwurfsFabrikmethodeAkteure	961 , 988	\liFussnoteNoten	1897	\liOmega	1715 , 1759
\liEntwurfsFabrikmethodeUml	944 , 987	\liFussnoteUrl	1030 , 1687	\liOmegaOhneMathe	1715 , 1720 , 1722
\liEntwurfsKompositum	1011	\liFussnoteVierText	1893 , 1910	\liOOhneMathe	1725 , 1730 , 1732
\liEntwurfsKompositumAkteure	1013	\liFussnoteZweiText	1885 , 1904	\liParagraphMitLinien	532 , 1936 , 2657 , 2678 , 2757 , 2765 , 2773
\liEntwurfsKompositumUml	990 , 1012	\liGeschweifteKlammern	1159 , 2016 , 2688	\liPetriErreichKnotenDrei	2096
\liEntwurfsModellPraesentationStaatDiagramm	1032	\liGrammatik	1198	\liPetriErreichTransition	2093
.....	1032	\liGraphenFormat (environment)	1304	\liPetriSetzeSchluessel	2038
.....	1032	\liHanoi	1311	\liPetriTransitionsName	2085 , 2097
.....	1032	\liHaskellCode	2553		
.....	1032	\liHaskellDatei	2554		
.....	1032	\liInduktionAnfang	2753		
.....	1032	\liInduktionErklaerung	2752		
.....	1032	\liInduktionMarkierung	2751		
.....	1032	\liInduktionSchritt	2769		
.....	1032	\liInduktionVoraussetzung	2761		
.....	1032	\liJavaCode	2506		
.....	1032	\liJavaExamen	2535		

<code>\liPetriTransitionsNameOhneMathe</code>	1959	<code>\log</code>	1753,
... 2085, 2088, 2090			1756, 1759, 1785, 1791
<code>\liPetriTransPfeile</code>	2097	<code>\loop</code>	2179
<code>\liPolynomiellReduzierbar</code>	1756, 1785, 1791, 1796	<code>\lor</code>	2846
..... 1378		<code>\ltimes</code>	1861
<code>\liPotenzmenge</code>	1127, 1131, 2108	M	
... 1128, 1129, 1130			
<code>\liPotenzmengeOhneMathe</code>	1735, 1744, 1746	<code>\makeatletter</code>	1660, 2418
... 1128, 1129, 1130		<code>\makeatother</code>	1662, 2426
<code>\liPrimaer</code>	2357	<code>\marginpar</code>	1087, 1093, 1099, 1567
<code>\liProblemBeschreibung</code>	1362	<code>\mathbb</code>	1416, 2166, 2766
..... 1362		<code>\mathbin</code>	2348, 2349, 2350
<code>\liProblemClique</code>	1385	<code>\mathcal</code>	1726, 2635,
<code>\liProblemName</code>	1361, 1368, 1380, 1382, 1395, 1406, 1407, 1415, 1416	<code>\Mathe</code>	2640, 2642, 2643, 2644
..... 1414		<code>\MatheEnv</code>	2821, 2822, 2825
<code>\liProblemSat</code>	1414	<code>\mathord</code>	1868, 1869
<code>\liProblemSubsetSum</code>	1405, 1414	<code>\mdfsetup</code>	1248,
..... 1385, 1393			1593, 1597, 1601, 1605
<code>\liProduktionen</code>	1166, 1208	<code>\medskip</code>	1370,
<code>liProduktionsRegeln</code>	1156	... 1578, 1580, 1654,	
(environment)	1584	1682, 2364, 2370,	
<code>liProjektSprache</code>	1930	2686, 2690, 2815, 2819	
(environment)	1930	<code>\emph</code>	1567
<code>\liPseudoUeberschrift</code>	2721	<code>\mintinline</code>	2506,
..... 1569, 1619, 1620, 1922, 1932, 2754, 2762, 2770		2507, 2546, 2553, 2558	
<code>\liPumpingKontextfrei</code>	2154	<code>\mkern</code>	2348, 2349, 2350
..... 2133		<code>\mlq</code>	1866, 1868
<code>liQuellen</code>	1644	<code>\mrq</code>	1866, 1869
(environment)	1996	<code>\msg</code>	39, 403
<code>\liRechtsReduktionInline</code>	1749, 1809	<code>\myList</code>	2439, 2440, 2441, 2444
..... 2026		<code>\myNodes</code>	2428,
<code>liRelationenSchemaFormat</code>	2379	2443, 2449, 2453, 2455	
(environment)	2373	N	
<code>\liRelationMenge</code>	474		
<code>\liRichtig</code>	2359	<code>\NeedsTeXFormat</code>	1, 19, 52, 220,
<code>liRmodell</code>	1702, 1706, 1716, 1726, 1740	... 409, 470, 477, 541,	
(environment)	2398	604, 619, 1074,	
<code>\liSortierMarkierung</code>	2392	1110, 1223, 1263,	
..... 2395		1272, 1277, 1306,	
<code>\liSortierPfeil</code>	2467	1344, 1354, 1426,	
..... 2558		1509, 1524, 1530,	
<code>\liSqlCode</code>	1644, 1656	1552, 1698, 1858,	
..... 1360		1871, 1950, 2033,	
<code>\liStrich</code>	2597, 2662	2099, 2124, 2129,	
..... 2660		2173, 2339, 2352,	
<code>\liSyntheseErklaerung</code>	2581, 2661	2381, 2462, 2469,	
..... 1735, 1750, 1764, 1825		2475, 2480, 2560,	
<code>\liSyntheseUeberErklaerung</code>	2346	2575, 2666, 2670,	
..... 1705, 1710, 1712		2701, 2743, 2780, 2800	
<code>\liTOhneMathe</code>	1705, 1710, 1712	<code>\neg</code>	2847
..... 1705, 1710, 1712		<code>\negthinspace</code>	1703
<code>\liTuringKante</code>	203	<code>\newcounter</code>	2193, 2194
<code>\liTuringLeerzeichen</code>	159, 167	<code>\NewDocumentCommand</code>	62, 103, 140, 161,
..... 160		203, 224, 546, 563,	
<code>\liTuringMaschine</code>	160	608, 613, 1177,	
<code>\liTuringUeberfuehrung</code>	206	1199, 1378, 1501,	
..... 198, 204		1528, 1687, 1691,	
<code>\liTuringUebergange</code>	193	2015, 2026, 2093,	
..... 1132			
<code>\liTuringUebergangZelle</code>	1132, 1135, 1137		
..... 193			
<code>\liUeberfuehrungsFunktion</code>	1920		
..... 1930			
<code>\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe</code>	2721		
..... 2386			
<code>liUebergangsTabelle</code>	608		
(environment)	613		
<code>\liUeberschriftDreiecksTabelle</code>	2824		
..... 2827			
<code>\liUmlLeserichtung</code>	2842		
..... 2804			
<code>\liVertauschen</code>	2804, 2809, 2811, 2843, 2845, 2847		
<code>\liWortInSprache</code>	1142, 1151, 1153, 1171, 1173		
<code>\liWortNichtInSprache</code>	1143, 1152, 1154		
<code>\liWpEquivalent</code>	1130		
<code>\liWpErklaerung</code>	1144, 2117		
<code>\liWpErklaerungVerzweigung</code>	1152		
..... 2104			
<code>\liWpKalkuel</code>	2113		
<code>\liWpKalkuelOhneMathe</code>	1130		
..... 1153			
<code>\liZustandsBuchstabe</code>	1154, 2105, 2114		
..... 1169			
<code>\liZustandsBuchstabeGross</code>	1914		
..... 2104			
<code>\liZustandsmenge</code>	1913, 1916, 1917		
<code>\liZustandsmengeNr</code>	2346		
..... 1144, 2117			
<code>\liZustandsmengeNrGross</code>			
..... 1152			
<code>\liZustandsMengenSammlung</code>			
..... 2104			
<code>\liZustandsMengenSammlungNr</code>			
..... 2113			
<code>\liZustandsmengeOhneMathe</code>			
..... 1130			
<code>\liZustandsname</code>	1153		
<code>\liZustandsnameGross</code>	1154, 2105, 2114		
..... 1169			
<code>\liZustandsnameTiefgestellt</code>	1914		
..... 1913, 1916, 1917			
<code>\liZustandsPaar</code>	2346		
<code>\liZustandsPaarVariablenName</code>			
..... 2346			

2515, 2525, 2535, 2547, 2550, 2554, 2721	\pgfutil@repeat 2425	1245, 1246, 1260, 1261, 1520, 1521, 1920
\NewDocumentEnvironment 1156, 1249, 1304, 1486, 1584, 1585, 1588, 1615, 1623, 1645, 1664, 1674, 1921, 1971, 2361, 2379	\preceq 1381	\repeat 2183
\newlength 2827	\prime 1360	\RequirePackage .. 55, 158, 222, 226, 406, 412, 413, 473, 543, 622, 623, 1077, 1079, 1080, 1116, 1225, 1226, 1229, 1231, 1233, 1238, 1247, 1254, 1265, 1266, 1275, 1279, 1280, 1281, 1309, 1310, 1359, 1428, 1527, 1532, 1533, 1549, 1556, 1557, 1558, 1586, 1701, 1862, 1863, 2035, 2037, 2127, 2187, 2189, 2341, 2342, 2343, 2356, 2384, 2415, 2466, 2471, 2478, 2483, 2494, 2495, 2563, 2668, 2675, 2705, 2706, 2708, 2709, 2747, 2748, 2749, 2782, 2802
\node 559, 1494, 1499, 2219, 2224, 2229, 2235, 2241, 2247, 2398, 2443, 2738	\printbibliography . 1550	\right 1703
\noexpand 2307, 2308, 2309, 2328, 2443	\ProvidesPackage 2, 20, 53, 221, 410, 471, 478, 542, 605, 620, 1075, 1111, 1224, 1264, 1273, 1278, 1307, 1345, 1355, 1427, 1510, 1525, 1531, 1553, 1699, 1859, 1872, 1951, 2034, 2100, 2125, 2130, 2174, 2340, 2353, 2382, 2463, 2470, 2476, 2481, 2561, 2576, 2667, 2671, 2702, 2744, 2781, 2801	\RIGHTarrow ... 2723, 2728
\noindent 355, 610, 615, 1571, 1573, 1577, 1581, 1609, 1637, 1639, 1652, 1668, 1670, 1678, 1847, 1900, 1903, 1906, 1909, 2374, 2679, 2691, 2833	Q	\Rightarrow 611, 616
\nolinkurl 388, 2512	\QS@list 2300, 2311, 2315, 2322, 2328, 2333, 2336	\rightarrow 207, 500, 505, 513, 517, 519, 520, 522, 577, 585, 2097, 2606, 2613, 2615, 2618, 2623, 2628, 2629, 2634
\normalsize 1236	\QS@select@equal 2275, 2279	\rightouterjoin 2349
\notin 616	\QS@select@greater 2276, 2280	\Roman 1244
\null 2684	\QS@select@smaller 2271, 2274, 2278	\roman 1244, 1246
O	\QS@sort@a 2253, 2286, 2307, 2308	\romannumeral 2265
\o@join 2345, 2348, 2349, 2350	\QS@sort@b 2253, 2254	\rtimes 1861
\Omega 1716	\QS@sort@c 2257, 2264	\rule 2298, 2320, 2335, 2346
\omega 2135, 2136, 2156, 2157	\QS@sort@d 2265, 2273	S
\or 2256	\QS@sort@empty . 2255, 2260	\sb 67, 77, 79, 108, 166, 512, 513, 517, 520, 521, 522, 1171, 1173, 1753, 1756, 1759, 1785, 1791, 1940, 2085, 2094, 2628, 2629, 2630, 2635, 2639, 2640, 2643, 2644, 2647, 2648, 2649
P	\QS@sort@single 2256, 2261	\scriptscriptstyle 577, 585, 593
\pagestyle 1259	\QSinitialize 2178, 2290, 2325	\scriptsize 1190, 1439, 1446, 1452, 1514, 1515, 1518, 1519, 2752, 2805, 2835
\par ... 354, 375, 536, 1188, 1196, 1576, 1638, 1661, 1669, 2298, 2320, 2335, 2376, 2661, 2685, 2689, 2697, 2832, 2838	\QSIr . 2261, 2267, 2275, 2295, 2309, 2314, 2317	\section 46
\paragraph 1236	\QSIrr 2296, 2309, 2310, 2318	\seq . 1503, 1504, 1505, 1647, 1648, 1649, 1656
\parindent 2367	\QSLr 2267, 2274, 2285, 2286, 2294, 2307, 2312, 2316	\setbox 2345
\path 94, 141, 204, 574	\QSPivotStep 2180, 2290, 2294, 2305	
\pgfkeys .. 2049, 2724, 2725, 2726, 2727, 2728, 2731, 2734, 2736	\QSR 2267	
\pgfmath@count 2420, 2422, 2424	\QSRr 2276, 2297, 2308, 2313, 2319, 2328, 2329, 2330	
\pgfmath@smuggleone 2425	\QSSortStep 2182, 2290, 2306, 2307	
\pgfmathdeclarefunction 2419	\quad 1878	
\pgfmathhint 2420	R	
\pgfmathparse 1318, 2437, 2442, 2445, 2459, 2460	\raisebox 1499	
\pgfmathresult 1319, 2420, 2421, 2423, 2425, 2438, 2446, 2459, 2460	\relax 1562, 2267, 2310, 2312, 2313, 2314, 2422, 2424	
\pgfutil@empty 2421	\renewcommand ... 1239, 1240, 1241, 1242,	
\pgfutil@loop 2422		

<code>\setcounter</code>	1283, 1430, 2075, 1237, 2299, 2321, 2335	<code>\ttfamily</code>	2359
<code>\setganttlinklabel</code> ..	1267, 1268, 1269, 1270	U	
<code>\setlength</code>	2367, 2829, 2830, 2840	<code>\ul</code>	1083, 2357, 2358
<code>\setmainfont</code>	1227	<code>\umlaggreg</code>	1046
<code>\setmainlanguage</code>	407	<code>\umlassoc</code>	1028
<code>\setminted</code>	2500, 2501	<code>\umlclass</code>	629, 633, 637, 681, 682, 683, 730, 735, 740, 743, 801, 802, 803, 808, 809, 838, 868, 895, 896, 899, 950, 953, 992, 998, 999, 1017, 1018, 1019, 1038, 1039, 1040, 1041
<code>\setminus</code>	2000	<code>\umldep</code>	958
<code>\setsansfont</code>	1228	<code>\umlHVHaggreg</code>	748, 814, 1008
<code>\setul</code>	2358	<code>\umlinherit</code>	687, 738, 903, 948, 956
<code>\sffamily</code>	487, 1234, 1236, 1338, 2584	<code>\umlnote</code> ...	689, 905, 1048
<code>\shoveleft</code>	1980	<code>\umlreal</code>	685, 746
<code>\shoveright</code>	1984	<code>\umlsimpleclass</code> ..	644, 645, 646, 650, 652, 653, 654, 680, 833, 834, 835, 894, 946, 947
<code>\Sigma</code>	64, 105, 163, 1140, 1141, 1201	<code>\umlstatic</code>	840, 869
<code>\sigma</code>	510, 512, 513	<code>\umluniaggreg</code>	901
<code>\SLASH</code>	1568	<code>\umluniassoc</code>	664, 686, 902, 1026, 1027
<code>\small</code>	1677	<code>\umlVHuniassoc</code> ..	665, 666
<code>\sort</code>	2432	<code>\umlVHVdep</code>	658, 659, 661, 662, 842, 843
<code>\sortList</code>	2431, 2440	<code>\umlVHVinherit</code>	641, 642, 647, 648, 655, 656, 811, 812, 836, 837, 1006, 1007
<code>\square</code>	475	<code>\umlVHVreal</code>	805, 806, 1043, 1044
<code>\stepcounter</code> 2219, 2224,	2229, 2232, 2234, 2238, 2240, 2244, 2246	<code>\UParrow</code>	2725
<code>\str</code> ..	488, 497, 1590, 2109, 2118, 2585, 2598	<code>\url</code>	1688
<code>\string</code>	1982, 1992	<code>\usemintedstyle</code>	2497
<code>\StrSubstitute</code> .	2439, 2441	<code>\usetikzlibrary</code> ..	56, 414, 1078, 1282, 1429, 2036, 2344, 2385, 2416, 2710, 2798
<code>\strut</code>	1807, 1811, 1815, 1819, 1823, 2467	V	
<code>\subseq</code> 2609, 2642, 2649		<code>\value</code>	2181
T		<code>\varepsilon</code>	489, 500, 501, 1126, 1753, 1759, 1788, 1799
<code>\tableofcontents</code> ...	1563	<code>\vfill</code>	2467
<code>\text</code>	77, 79, 182, 1962, 2752, 2805	<code>\vrule</code>	2680, 2684
<code>\textbf</code> ...	1082, 1386, 1395, 1406, 1415, 1572, 1579, 1610, 1638, 1653, 1669, 1925	<code>\vspace</code>	1624, 1642, 2693, 2695
<code>\textcolor</code>	1498, 2751	X	
<code>\textit</code>	951, 993, 994, 995, 996, 1679, 1970, 2030	<code>\xappto</code> ..	2443, 2449, 2453
<code>\textsc</code>	1361	<code>\xdef</code>	1312
<code>\textsf</code>	1572, 1653	<code>\xintApply</code>	2269
<code>\textstyle</code>	1771, 1802	<code>\xintApplyUnbraced</code> ..	2268, 2274, 2275, 2276
<code>\texttt</code> 1105, 1361, 1495,	1496, 1497, 1498, 2805	<code>\xintCSVtoList</code>	2328
<code>\thepage</code>	1258, 1517		
<code>\theparagraph</code>	1236		
<code>\Theta</code>	1706		
<code>\thinspace</code>	2805		
<code>\tikz</code>	1499		
<code>tikz: bbaum</code>	24		
<code>tikz: li binaer baum</code>	22		
<code>\tikzchildnode</code>	430		
<code>\tikzparentnode</code>	430		
<code>\tikzset</code>	96, 143, 209, 415, 441,		
<code>\tikzumset</code>	2711		
<code>\times</code>	207		
<code>\tiny</code>	1088, 1094, 1100, 1498, 1567, 2510		
<code>\titleformat</code> ..	1234, 1236		
<code>\titlespacing</code>	1235		
<code>\tl</code> .	29, 37, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 79, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 291, 295, 319, 323, 324, 325, 328, 333, 334, 335, 346, 347, 348, 349, 360, 366, 369, 372, 381, 395, 547, 550, 555, 556, 564, 565, 568, 569, 1179, 1200, 1201, 1202, 1203, 1206, 1207, 1208, 1209, 1736		
<code>\tmp</code>	2002		
<code>\TmpPlaceEight</code>	2057		
<code>\TmpPlaceFive</code>	2054		
<code>\TmpPlaceFour</code>	2053		
<code>\TmpPlaceNine</code>	2058		
<code>\TmpPlaceOne</code>	2050		
<code>\TmpPlaceSeven</code>	2056		
<code>\TmpPlaceSix</code>	2055		
<code>\TmpPlaceTen</code>	2059		
<code>\TmpPlaceThree</code>	2052		
<code>\TmpPlaceTwo</code>	2051		
<code>\TmpScale</code>	2070		
<code>\TmpTransitionEight</code> .	2046, 2067		
<code>\TmpTransitionFive</code> ..	2043, 2064		
<code>\TmpTransitionFour</code> ..	2042, 2063		
<code>\TmpTransitionNine</code> ..	2047, 2068		
<code>\TmpTransitionOne</code> ...	2039, 2060		
<code>\TmpTransitionSeven</code> .	2045, 2066		
<code>\TmpTransitionSix</code> ...	2044, 2065		
<code>\TmpTransitionTen</code> ...	2048, 2069		
<code>\TmpTransitionThree</code> .	2041, 2062		
<code>\TmpTransitionTwo</code> ...	2040, 2061		
<code>\TmpX</code>	2071		
<code>\TmpY</code>	2072		
<code>\today</code>	1515		

\xintFor .....	... 2235, 2241, 2247	Z
2218, 2223, 2228,	\xintifGt 2280	\ZB <u>1695</u>
2233, 2239, 2245, 2286	\xintifLt 2278	\zB <u>1694</u>
\xintifEq 2279	\xintLength 2253	\zustandsnamens@liste
\xintifForLast	\xintnthelt 2265	... 1144, 1151, 1152