

lehramt-informatik

Hermine Bschlangaul *

September 8, 2021

Contents

1	Klassen	4
1.1	Vorlage Theorie-Teil	5
1.2	Vorlage Aufgabensammlung	6
1.3	Vorlage Aufgabe	7
2	Pakete	8
2.1	abmessung.sty	9
2.2	aufgaben-einbinden.sty	10
2.3	aufgaben-metadaten.sty	11
2.4	automaten.sty	12
2.4.1	Endlicher Automat	12
2.4.2	Kellerautomat	14
2.4.3	Turingmaschine	15
2.5	basis.sty	18
2.6	baum.sty	23
2.6.1	Binärbaum	24
2.6.2	AVL-Baum	25
2.6.3	B-Baum	26
2.7	checkbox.sty	27
2.8	chomsky-normalform.sty	28
2.8.1	Makro-Kürzel	28
2.8.2	TeX-Markup-Grundgerüst	28
2.8.3	Konkretes TeX-Markup-Beispiel	28
2.9	cpm.sty	31
2.9.1	Makro-Kürzel	31
2.9.2	TeX-Markup-Beispiel: Graph	31
2.9.3	TeX-Markup-Beispiel: Ergebnistabelle	31
2.9.4	TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Frühester Zeitpunkt“	31
2.9.5	TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Spätester Zeitpunkt“	32
2.9.6	Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle	33
2.10	cyk-algorithmus.sty	35
2.10.1	Makro-Kürzel	35
2.10.2	TeX-Markup-Beispiel	35
2.11	entwurfsmuster.sty	36
2.11.1	Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:	36
2.11.2	Reihenfolge	36
2.11.3	Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)	36
2.11.4	Adapter	38
2.11.5	Beobachter (Observer)	39
2.11.6	Dekorierer (Decorator)	41
2.11.7	Einfache Fabrik (Simple Factory)	42
2.11.8	Einzelstück (Singleton)	43

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

2.11.9	Erbauer (Builder)	44
2.11.10	Fabrikmethode (Factory Method)	45
2.11.11	Kompositum (Composite)	47
2.11.12	Modell-Präsentation-Steuerung (Model-View-Controller)	47
2.11.13	Stellvertreter (Proxy)	48
2.11.14	Zustand (State)	49
2.12	er.sty	51
2.12.1	Tex-Markup-Beispiel: Komplettes Diagramm	51
2.12.2	Tex-Markup-Beispiel: EER Enhanced Entity-Relation-Modell nach Elmasri/Navante	52
2.12.3	Makro-Kürzel	52
2.13	formale-sprachen.sty	54
2.14	formatierung.sty	57
2.14.1	Schriftarten / Typographie	57
2.14.2	Farben	57
2.14.3	Überschriften	57
2.14.4	Listen	57
2.14.5	Kasten	57
2.14.6	Header	57
2.15	gantt.sty	58
2.16	grafik.sty	59
2.17	graph.sty	60
2.18	hanoi.sty	62
2.19	klassen-konfiguration-aufgabe.sty	63
2.20	klassen-konfiguration-examen.sty	64
2.21	komplexitaetstheorie.sty	66
2.21.1	Makro-Kürzel	66
2.22	kontrollflussgraph.sty	68
2.22.1	Makro-Kürzel	68
2.22.2	TeX-Markup-Beispiel	68
2.22.3	TikZ: pin	68
2.22.4	Umgebungen	69
2.22.5	Makros	70
2.23	kopf-fusszeilen.sty	71
2.24	literatur-dummy.sty	72
2.25	literatur.sty	73
2.26	makros.sty	74
2.27	master-theorem.sty	78
2.27.1	Makro-Kürzel	78
2.28	mathe.sty	82
2.29	minimierung.sty	83
2.30	normalformen.sty	86
2.30.1	Makro-Kürzel	86
2.31	o-notation.sty	89
2.31.1	Makro-Kürzel	89
2.31.2	TeX-Markup-Beispiel: Funktionsgraphen mit pgfplots	89
2.32	petri.sty	90
2.32.1	Makro-Kürzel	90
2.33	potenzmengen-konstruktion.sty	92
2.34	pseudo.sty	94
2.35	pumping-lemma.sty	95
2.36	quicksort.sty	96
2.37	relationale-algebra.sty	99
2.38	rmodell.sty	100
2.38.1	Makro-Kürzel	100
2.39	sortieren.sty	101
2.40	spalten.sty	103
2.41	sql.sty	104

2.42	struktogramm.sty	105
2.43	syntax.sty	106
2.43.1	Makro-Kürzel	106
2.44	syntaxbaum.sty	108
2.45	synthese-algorithmus.sty	109
2.45.1	Makro-Kürzel	109
2.45.2	TeX-Markup Grundgerüst	109
2.45.3	TeX-Markup Linksreduktion	109
2.45.4	TeX-Markup Rechtsreduktion	109
2.45.5	TeX-Markup Relationen formen	110
2.46	tabelle.sty	113
2.47	typographie.sty	114
2.48	uml.sty	116
2.49	vollstaendige-induktion.sty	118
2.49.1	Makro-Kürzel	118
2.50	wasserfall.sty	120
2.51	wpkalkuel.sty	121
2.51.1	Makro-Kürzel	121
3	Index	122

1 Klassen

1.1 Vorlage Theorie-Teil

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

\begin{document}

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

\chapter{Thema des Theorie-Teils}

\literatur

\end{document}
```

1.2 Vorlage Aufgabensammlung

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

\begin{document}
\liAufgabe{30_AUD/06_Graphen/20_Dijkstra/Aufgabe_Graph-A-I}
\liAufgabe{30_AUD/06_Graphen/20_Dijkstra/Aufgabe_Graph-M-A-P-R-N}
\liAufgabe{30_AUD/06_Graphen/20_Dijkstra/Aufgabe_Staedte-A-F}
\liExamensAufgabe{46114/2008/09/Thema-1/Aufgabe-2}
\liExamensAufgabe{46115/2013/03/Thema-2/Aufgabe-5}
\liExamensAufgabe{66112/2004/03/Thema-1/Aufgabe-5}
\liExamensAufgabe{66115/2013/09/Thema-2/Aufgabe-9}
\liExamensAufgabe{66115/2015/03/Thema-2/Aufgabe-7}
\liExamensAufgabe{66115/2016/03/Thema-2/Aufgabe-6}
\liExamensAufgabe{66115/2017/03/Thema-1/Aufgabe-1}
\liExamensAufgabe{66115/2018/03/Thema-2/Aufgabe-9}
\liExamensAufgabe{66115/2020/09/Thema-1/Teilaufgabe-2/Aufgabe-3}
\end{document}
```

1.3 Vorlage Aufgabe

```
\documentclass{lehramt-informatik-aufgabe}
\liLadePakete{}
\begin{document}
\liAufgabenTitel{}
\section{
\index{DB}
\footcite{examen:}
}

\end{document}
```

2 Pakete

2.1 abmessung.sty

```
1 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-baum}[2021/09/04 Einstellung der
3 Seitenabmessung mit Hilfe des geometry-Pakets.]
4 \RequirePackage{geometry}
5 \geometry{
6   a4paper,
7   margin=2cm,
8   includeheadfoot,
9   %showframe,
10  %showcrop,
11  %verbose=true,
12 }
13
```

2.2 aufgaben-einbinden.sty

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

\liAufgabe Eine Aufgaben mit den Pfad relativ zu Wurzelverzeichnis dieses Repository einbinden.
16 \def\liAufgabe#1{
17   \input{\LehramtInformatikRepository/#1.tex}
18 }

\liExamensAufgabe Eine Examensaufgaben mit den Pfad relativ zu Staatsexamen einbinden, z. B.
\liExamensAufgabe{46116/2015/09/Thema-2/Teilaufgabe-1/Aufgabe-3}
19 \def\liExamensAufgabe#1{
20   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1.tex}
21 }

\liExamensAufgabeTTA
22 \def\liExamensAufgabeTTA #1 / #2 / #3 : Thema #4 Teilaufgabe #5 Aufgabe #6 {
23   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Thema-#4/Teilaufgabe-
      #5/Aufgabe-#6.tex}
24 }

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

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

31
```

2.3 aufgaben-metadaten.sty

```

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

35 \ExplSyntaxOn

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

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

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

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

54 \ExplSyntaxOff

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

56

```

2.4 automaten.sty

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

2.4.1 Endlicher Automat

```
59 \liLadePakete{formale-sprachen}

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

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



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

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

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

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

```

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

```

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

```

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

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

```

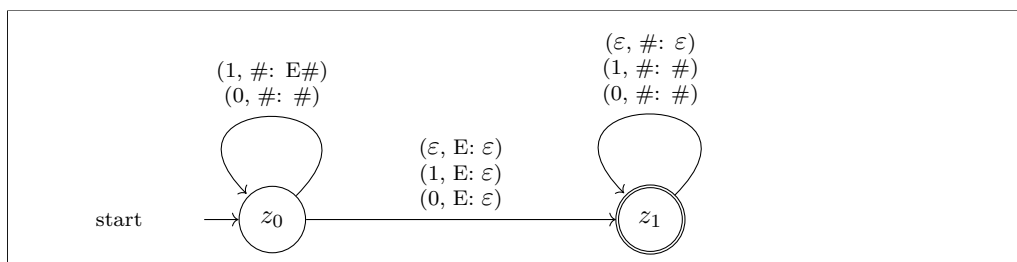
2.4.2 Kellerautomat

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

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

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

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



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

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

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

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

```

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

```

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

(a, #: A)
(b, #: ε)

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

```

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

```

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

```

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

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

```

2.4.3 Turingmaschine

```
163 \RequirePackage{amssymb}
```

\liTuringLeerzeichen

□

```
164 \def\liTuringLeerzeichen{\Box}
```

```

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

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

```

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

```

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

```

\liTuringUebergangZelle Formatiert einen Zustandsübergang für eine Übergangstabelle.

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

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

```

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

```

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

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

`(z1: \square , L)`

`(\square : \square , R)`


```

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

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

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

\liTuringUeberfuehrung

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

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

```

2.5 basis.sty

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

227 \RequirePackage{xparse}

228 \ExplSyntaxOn

\liLadePakete

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

\liLadeAllePakete

233 \def\liLadeAllePakete{
234   \liLadePakete{
235     aufgaben-einbinden,
236     automaten,
237     checkbox,
238     chomsky-normalform,
239     cpm,
240     cyk-algorithmus,
241     entwurfsmuster,
242     er,
243     formale-sprachen,
244     gantt,
245     grafik,
246     graph,
247     hanoi,
248     kontrollflussgraph,
249     komplexitaetstheorie,
250     makros,
251     master-theorem,
252     mathe,
253     minimierung,
254     normalformen,
255     petri,
256     potenzmengen-konstruktion,
257     pumping-lemma,
258     pseudo,
259     quicksort,
260     relationale-algebra,
261     rmodell,
262     sortieren,
263     spalten,
264     struktogramm,
265     sql,
266     syntax,
267     syntaxbaum,
268     synthese-algorithmus,
269     tabelle,
270     typographie,
271     uml,
272     vollstaendige-induktion,
273     wasserfall,
274     wpkalkuel,
275     %
276     baum, % am Schluss sonst Fehler: undefined command \edge
277   }
278 }
```

Definition einer Komma-getrennten-Liste mit deren Hilfe die vielen globalen Token-List-Variablen definiert werden können. Die einzelnen Schlüssel sind im Interface

AufgabenMetadaten in der Typescript-Datei `.scripts/nodejs/src/aufgaben.ts` erklärt.

```
279 \clist_new:N \g_auf_schluessel_clist
280 \clist_set:Nn \g_auf_schluessel_clist {
281   titel,
282   thematik,
283   stichwoerter,
284   zitat_schluessel,
285   zitat_beschreibung,
286   %
287   bearbeitungs_stand,
288   korrektheit,
289   %
290   relativer_pfad,
291   identische_aufgabe,
292   %
293   examen_nummer,
294   examen_fach,
295   examen_jahr,
296   examen_monat,
297   examen_jahreszeit,
298   examen_thema_nr,
299   examen_teilaufgabe_nr,
300   examen_aufgabe_nr,
301 }
```

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

```
302 \clist_map_inline:Nn \g_auf_schluessel_clist {
303   \tl_new:c {g_auf_#1_tl}
304 }
```

Funktion über alle globalen Token-List-Variablen zurückzusetzen.

```
305 \cs_new:Npn \setze_variablen_zurueck: {
306   \clist_map_inline:Nn \g_auf_schluessel_clist {
307     \tl_clear:c {g_auf_##1_tl}
308   }
309 }
```

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

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

```

333 \cs_gset:Npn \_setze_relativen_pfad: {
334   \tl_if_empty:NTF \g_auf_relativer_pfad_tl
335   {
336     \bool_if:nTF
337     {
338       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_nummer_tl &&
339       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_jahr_tl &&
340       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_monat_tl
341     }
342     {
343       \tl_gset:Nn \g_auf_relativer_pfad_tl {
344         Staatsexamen /
345         \g_auf_examen_nummer_tl /
346         \g_auf_examen_jahr_tl /
347         \g_auf_examen_monat_tl /
348         \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} { Thema - \g_auf_examen_thema_nr_tl / }
349         \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} { Teilaufgabe - \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl / }
350         \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} { Aufgabe - \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl / }
351       }
352     }
353   {}
354 }
355 {}
356 }

357 \cs_set:Nn \_trenner: {
358   \, / \,
359 }

360 \cs_gset:Npn \_gib_jahreszeit_durch_monat: #1 {
361   % \str_case funktioniert nicht mit den Tokenlist variablen.
362   \tl_case:Nn { #1 }
363   {
364     { 3 } { Frühjahr }
365     { 03 } { Frühjahr }
366     { 9 } { Herbst }
367     { 09 } { Herbst }
368   }
369 }

```

Definiert auch in .scripts/nodejs/src/examen.ts funktioniert nicht

```

370 \cs_gset:Npn \_gib_examen_fach_durch_nummer: #1 {
371   \tl_case:Nn { #1 }
372   {
373     { 46110 } { Grundlagen der Informatik (nicht vertieft) }
374     { 46111 } { Programmentwicklung / Systemprogrammierung / Datenbanksysteme (nicht vertieft) }
375     { 46112 } { Grundlagen der Informatik (nicht vertieft) }
376     { 46113 } { Theoretische Informatik (nicht vertieft) }
377     { 46114 } { Algorithmen / Datenstrukturen / Programmiermethoden (nicht vertieft) }
378     { 46115 } { Theoretische Informatik / Algorithmen / Datenstrukturen (nicht vertieft) }
379     { 46116 } { Softwaretechnologie / Datenbanksysteme (nicht vertieft) }
380     { 46118 } { Fachdidaktik (Mittelschulen) }
381     { 46119 } { Fachdidaktik (Realschulen) }
382     { 46121 } { Fachdidaktik (berufliche Schulen) }
383     { 66110 } { Automatentheorie, Algorithmische Sprache (vertieft) }
384     { 66111 } { Betriebssysteme / Datenbanksysteme / Rechnerarchitektur (vertieft) }
385     { 66112 } { Automatentheorie / Komplexität / Algorithmen (vertieft) }
386     { 66113 } { Rechnerarchitektur / Datenbanken / Betriebssysteme (vertieft) }
387     { 66114 } { Datenbank- und Betriebssysteme (vertieft) }
388     { 66115 } { Theoretische Informatik / Algorithmen (vertieft) }
389     { 66116 } { Datenbanksysteme / Softwaretechnologie (vertieft) }
390     { 66118 } { Fachdidaktik (Gymnasium) }
391   }
392 }

```

Einzelprüfungsnummer / Jahr / Jahreszeit mit Trennzeichen

```

393 \cs_gset:Npn \_gib_einzelpreuefung_trenner: {
394   Staatsexamen ~
395   \g_auf_examen_nummer_tl
396
397   \_trenner:
398
399   \g_auf_examen_jahr_tl
400
401   \_trenner:
402
403   \gib_jahreszeit_durch_monat: \g_auf_examen_monat_tl
404 }

Thema Nr.1 / Teilaufgabe Nr. 2 / Aufgabe 3
405 \cs_gset:Npn \_gib_aufgaben_pfad_trenner: {
406   \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} {
407     Thema ~ \g_auf_examen_thema_nr_tl \_trenner:
408   }
409   \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_telaufgabe_nr_tl {} {
410     Teilaufgabe ~ \g_auf_examen_telaufgabe_nr_tl \_trenner:
411   }
412   \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} {
413     Aufgabe ~ \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
414   }
415 }

416 \cs_gset:Npn \_gib_examen_titel: {
417   \cs_set:Nn \_trenner: { \, / \, }
418   \bool_if:nTF
419   {
420     ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_nummer_tl &&
421     ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_jahr_tl &&
422     ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_monat_tl &&
423     ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
424   }
425   {
426     {
427       \footnotesize
428       \par
429       \noindent
430       Staatsexamen ~
431       \g_auf_examen_nummer_tl \_trenner:
432       \g_auf_examen_jahr_tl \_trenner:
433
434       \tl_case:Nn \g_auf_examen_monat_tl
435       {
436         { 03 } { Frühjahr }
437         { 09 } { Herbst }
438       } \_trenner:
439
440       \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} {
441         Thema ~ Nr. ~ \g_auf_examen_thema_nr_tl \_trenner:
442       }
443       \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_telaufgabe_nr_tl {} {
444         Teilaufgabe ~ Nr. ~ \g_auf_examen_telaufgabe_nr_tl \_trenner:
445       }
446       \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} {
447         Aufgabe ~ Nr. ~ \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
448       }
449       \par
450       \bigskip
451     }
452   }
453 }

```

```

454 \cs_new:Npn \_gib_github_url: {
455   \LehramtInformatikGithubDomain /
456   \LehramtInformatikGithubTexRepo /
457   blob /
458   \LehramtInformatikGitBranch /
459   \g_auf_relativer_pfad_tl
460 }

461 \cs_new:Npn \_gib_github_url_href: {
462   \tl_if_empty:NTF \g_auf_relativer_pfad_tl {} {
463     \url{ \_gib_github_url: }
464   }
465 }

466 \cs_new:Npn \_gib_aufgaben_titel: {
467   \g_auf_titel_tl
468
469   \tl_if_empty:NTF \g_auf_thematik_tl
470   {}
471   {
472     \, ~ [
473       \g_auf_thematik_tl
474     ]
475   }
476 }

477 \msg_new:nnn { aufgabenmetadaten } { kein-titel }
478 { Der~Schlüssel~ist~zwingend~notwendig }

\def\LehramtInformatikRepository{/pfad/zum/repository}
479 \input /etc/lehramt-informatik.config.tex

biblatex not working with lualatex and babel
480 % \RequirePackage{polyglossia}
481 % \setmainlanguage{german}
482

```

2.6 baum.sty

```
483 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
484 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-baum}[2020/06/13 Zum Setzen von
485 Binär- und AVL-Bäumen. Hüll-Paket um TikZ and tikz-qtrees.]

486 \RequirePackage{tikz}

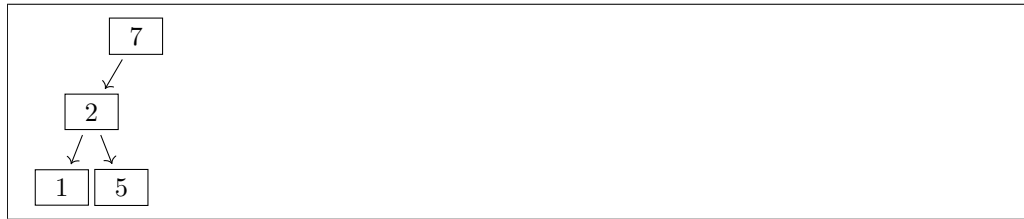
    für li binaer baum
487 \RequirePackage{tikz-qtrees}

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

2.6.1 Binärbaum

TikZ-Stil: li binaer baum: Knoten als Kreise, Kanten als Pfeile.

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



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


2.6.2 AVL-Baum

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

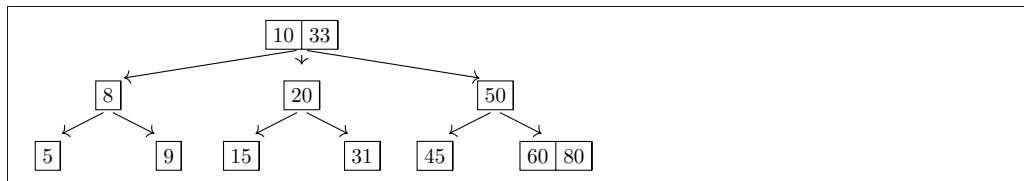


2.6.3 B-Baum

```

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

```



```

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

```

2.7 checkbox.sty

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

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

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

550
```

2.8 chomsky-normalform.sty

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

554 \ExplSyntaxOn

555 \liLadePakete{typographie}
```

2.8.1 Makro-Kürzel

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

2.8.2 TeX-Markup-Grundgerüst

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

2.8.3 Konkretes TeX-Markup-Beispiel

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

\liNichtsZuTun

\item \schrittE{2}

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

\item \schrittE{3}

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

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

```

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

```

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

```

556 \def\liChomskyUeberschrift#1{
557   {
558     \bfseries
559     \sffamily
560     \str_case:nn {#1} {
561       {1} {Elimination-der- $\varepsilon$ -Regeln}
562       {2} {Elimination-von-Kettenregeln}
563       {3} {Separation-von-Terminalzeichen}
564       {4} {Elimination-von-mehrelementigen-Nonterminalketten}
565     }
566   }
567 }

```

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

```

568 \def\liChomsky@erklaerung@texte#1{
569   \str_case:nn {#1} {
570     %
571     {1} {
572       Alle-Regeln-der-Form- $A \rightarrow \varepsilon$ -werden-eliminiert.~
573       Die-Ersetzung-von- $A$ -wird-durch- $\varepsilon$ -in-allen-anderen-
574       Regeln-vorweggenommen.
575     }
576     {2} {
577       Jede-Produktion-der-Form- $A \rightarrow B$ -mit- $A, B$ -in- $S$ -wird-
578       als-Kettenregel-bezeichnet.~Diese-tragen-nicht-zur-Produktion-
579       von-Terminalzeichen-bei-und-lassen-sich-ebenfalls-eliminieren.
580     }
581     {3} {
582       Jedes-Terminalzeichen- $\sigma$ ,~das-in-Kombination-mit-anderen-
583       Symbolen-auftaucht,~wird-durch-ein-neues-Nonterminal-
584        $S_{\sigma}$ -ersetzt-und-die-Menge-der-Produktionen-durch-die-
585       Regel- $S_{\sigma} \rightarrow \sigma$ -ergänzt.
586     }
587     {4} {
588       Alle-Produktionen-der-Form-
589        $A \rightarrow B_{\{1\}} B_{\{2\}} \dots B_{\{n\}}$ -
590       werden-in-die-Produktionen-
591        $A \rightarrow$ 
592        $A_{\{n-1\}} B_{\{n\}}, A_{\{n-1\}} \rightarrow$ 
593        $A_{\{n-2\}} B_{\{n-1\}}, \dots,$ 
594        $A_{\{2\}} \rightarrow B_{\{1\}} B_{\{2\}}$ -zerteilt.~
595       Nach-der-Ersetzung-sind-alle-längeren-Nonterminalketten-
596       vollständig-heruntergebrochen-und-die-Chomsky-Normalform-erreicht.
597     }
598   }

```

```

599 }
600 \def\liChomskyErklaerung#1{
601   {
602     \itshape
603     \footnotesize
604     \liParagraphMitLinien{\li@chomsky@erklaerung@texte{#1}}
605   }
606 }

```

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

```

607 \def\liChomskyUeberErklaerung#1{
608   \liChomskyUeberschrift{#1}\par
609   \liChomskyErklaerung{#1}
610 }

```

```

611 \ExplSyntaxOff
612

```

2.9 cpm.sty

```

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

616 \liLadePakete{mathe,typographie}

```

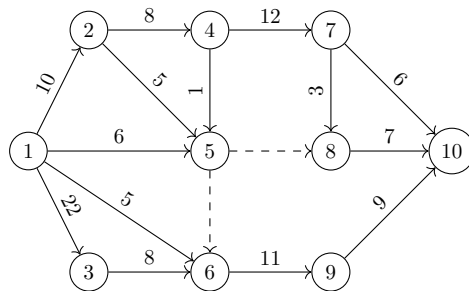
2.9.1 Makro-Kürzel

```

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

```

2.9.2 TeX-Markup-Beispiel: Graph



```

\begin{tikzpicture}[scale=0.8,transform shape]
\liCpmEreignis{1}{0}{2}
\liCpmEreignis{2}{1}{4}
\liCpmEreignis{3}{1}{0}

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

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

```

2.9.3 TeX-Markup-Beispiel: Ergebnistabelle

```

\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}

```

2.9.4 TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Frühester Zeitpunkt“

```

\liCpmFruehErklaerung
\begin{tabular}{|l|l|r|}
\hline
\hline
i & Nebenrechnung & \FZ \\ \hline
1 & & 0 \\
2 & & 5 \\
3 & & 18
\end{tabular}

```

```

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

```

2.9.5 TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Spätester Zeitpunkt“

```

\liCpmSpaetErklaerung
% Absteigend nach i sortieren
\begin{tabular}{|l|l|r|}
\hline
i & Nebenrechnung & \SZ \\ \\hline
8 & siehe \FZ[8] & 30 \\
7 & & 24 \\
6 & & 26 \\
5 & & 19 \\
4 & & 9 \\
3 &  $\min(18_6, 23_7)$  & 18 \\
2 & & 5 \\
1 &  $\min(0_2, 0_3, 2_4)$  & 0 \\ \\hline
\end{tabular}

```

```

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

```

```

617 \ExplSyntaxOn
618 \NewDocumentCommand { \liCpmEreignis } { 0 } m m m } {
619   \tl_set:Nn \l_name_tl {}
620
621   \keys_define:nn { cpmEreignis } {
622     name .code:n = {\tl_set:Nn \l_name_tl {##1}},
623   }
624
625   \keys_set:nn { cpmEreignis } { #1 }
626
627   \tl_if_empty:NT \l_name_tl {
628     \tl_set:Nn \l_name_tl {#2}
629   }
630
631   \node[circle,draw] (\l_name_tl) at (#3,#4) {#2};
632 }
633 \ExplSyntaxOff

```

```

\liCpmVorgang \liCpmVORGANG\{((.*)>(.*))\}\{(.*)\}

```

```

634 \ExplSyntaxOn
635 \NewDocumentCommand { \liCpmVorgang } { 0 } m m m } {
636   \tl_set:Nn \l_schein_tl {}
637   \tl_set:Nn \l_kritisch_tl {}
638
639   \keys_define:nn { cpmVorgang } {
640     schein .code:n = {\tl_set:Nn \l_schein_tl {dashed}},
641     kritisch .code:n = {\tl_set:Nn \l_kritisch_tl {thick}},
642   }
643
644   \keys_set:nn { cpmVorgang } { #1 }
645
646   \path[->,\l_schein_tl,\l_kritisch_tl] (#2) edge node[auto,sloped] {#4} (#3);
647 }
648 \ExplSyntaxOff

```


2.9.6 Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle

```

\begin{tabular}{|l||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):  $1_{(2 \rightarrow 3)}$ 
649 \def\liCpmVonZuOhneMathe#1(#2-#3){#1_{\scriptscriptstyle(#2\rightarrow#3)}}
650 \def\liCpmVonZu#1(#2-#3){%
651 \ifmmode%
652 \liCpmVonZuOhneMathe{#1}(#2-#3)%
653 \else%
654 $\liCpmVonZuOhneMathe{#1}(#2-#3)$%
655 \fi%
656 }

\liCpmVon Let-Abkürzung: \let\v=\liCpmVon
\liCpmVon{1}(2):  $1_{(\rightarrow 2)}$ 
657 \def\liCpmVonOhneMathe#1(#2){#1_{\scriptscriptstyle(\rightarrow#2)}}
658 \def\liCpmVon#1(#2){%
659 \ifmmode%
660 \liCpmVonOhneMathe{#1}(#2)%
661 \else%
662 $\liCpmVonOhneMathe{#1}(#2)$%
663 \fi%
664 }

\liCpmZu Let-Abkürzung: \let\z=\liCpmZu
\liCpmZu{1}(2):  $1_{(\leftarrow 2)}$ 
665 \def\liCpmZuOhneMathe#1(#2){#1_{\scriptscriptstyle(\leftarrow#2)}}
666 \def\liCpmZu#1(#2){%
667 \ifmmode%
668 \liCpmZuOhneMathe{#1}(#2)%
669 \else%
670 $\liCpmZuOhneMathe{#1}(#2)$%
671 \fi%
672 }

673 \ExplSyntaxOn

\liCpmSpaetI Spätester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann
Let-Abkürzung: \let\SZ=\liCpmSpaetI
674 \NewDocumentCommand{ \liCpmSpaetI } { 0{i} } {
675 \ifmmode
676 SZ\sb{#1}
677 \else
678 $\SZ\sb{#1}$
679 \fi
680 }

\liCpmFruehI Frühester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann.
Let-Abkürzung: \let\FZ=\liCpmFruehI
681 \NewDocumentCommand{ \liCpmFruehI } { 0{i} } {
682 \ifmmode
683 FZ\sb{#1}
684 \else
685 $\FZ\sb{#1}$

```

```

686 \fi
687 }

```

\liCpmFruehErklaerung

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

```

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

```

\liCpmSpaetErklaerung

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

```

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

724 \ExplSyntaxOff
725

```

2.10 cyk-algorithmus.sty

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

2.10.1 Makro-Kürzel

```
\let\l=\liKurzeTabellenLinie
```

2.10.2 TeX-Markup-Beispiel

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

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

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

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

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

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

```
730 \NewDocumentCommand{ \liWortInSprache } { m O{L(G)} } {
731   \bigskip
732   \noindent
733   $\Rrightarrow #1 \in #2$
734 }
```

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

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

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

```
740
```

2.11 entwurfsmuster.sty

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

2.11.1 Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:

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

2.11.2 Reihenfolge

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

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

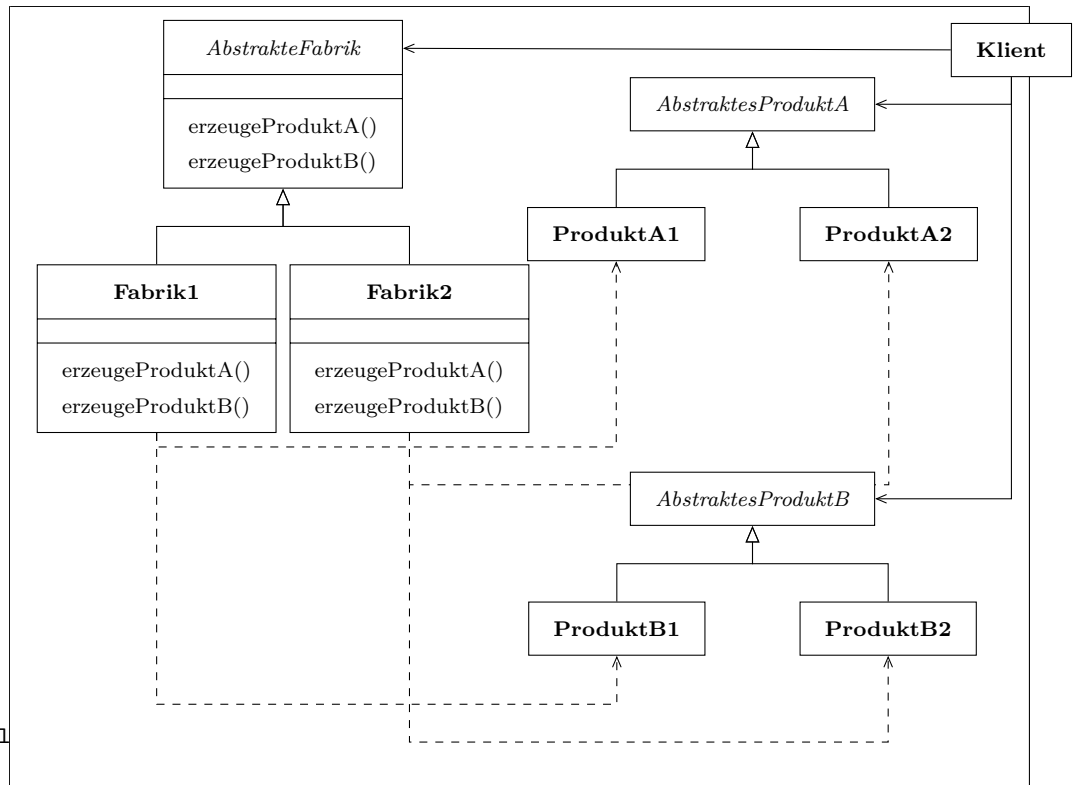
\li@EntwurfsCodeAllgemein Allgemeine Code-Beispiele zu den UML-Diagrammen und Stellvertretern

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

2.11.3 Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)

sAbstrakteFabrikBeschreibung

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



```

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

```

```

791 \umluniassoc[anchor2=25]{Klient}{AbstrakteFabrik}
792 \umlVHuniassoc[arm1=-1cm]{Klient}{AbstraktesProduktA}
793 \umlVHuniassoc{Klient}{AbstraktesProduktB}
794 \end{tikzpicture}
795 }

```

iEntwurfsAbstrakteFabrikCode

```

796 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrikCode{
797 \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Produkte}
798 \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{AbstrakteFabrik}
799 \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Klient}
800 }

```

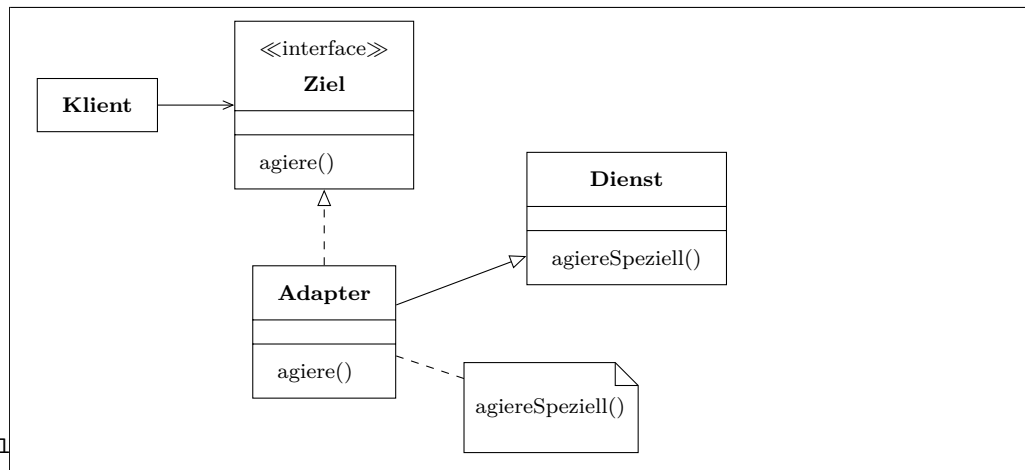
\liEntwurfsAbstrakteFabrik

```

801 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrik{
802 \liEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung
803
804 \liEntwurfsAbstrakteFabrikUml
805
806 \liEntwurfsAbstrakteFabrikCode
807 }

```

2.11.4 Adapter



\liEntwurfsAdapterUml

```

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

```

\liEntwurfsAdapterAkteure

Ziel (Target) Das Ziel definiert die Schnittstelle, die der Klient nutzen kann.

Klient (Client) Der Klient nutzt Dienste über inkompatible Schnittstellen und greift dabei auf adaptierte Schnittstellen zurück.

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

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

```

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

```

\liEntwurfsAdapterCode

```

847 \def\liEntwurfsAdapterCode{
848   \li@EntwurfsCode{adapter}{Dienst}
849   \li@EntwurfsCode{adapter}{Ziel}
850   \li@EntwurfsCode{adapter}{Adapter}
851   \li@EntwurfsCode{adapter}{Klient}
852 }

```

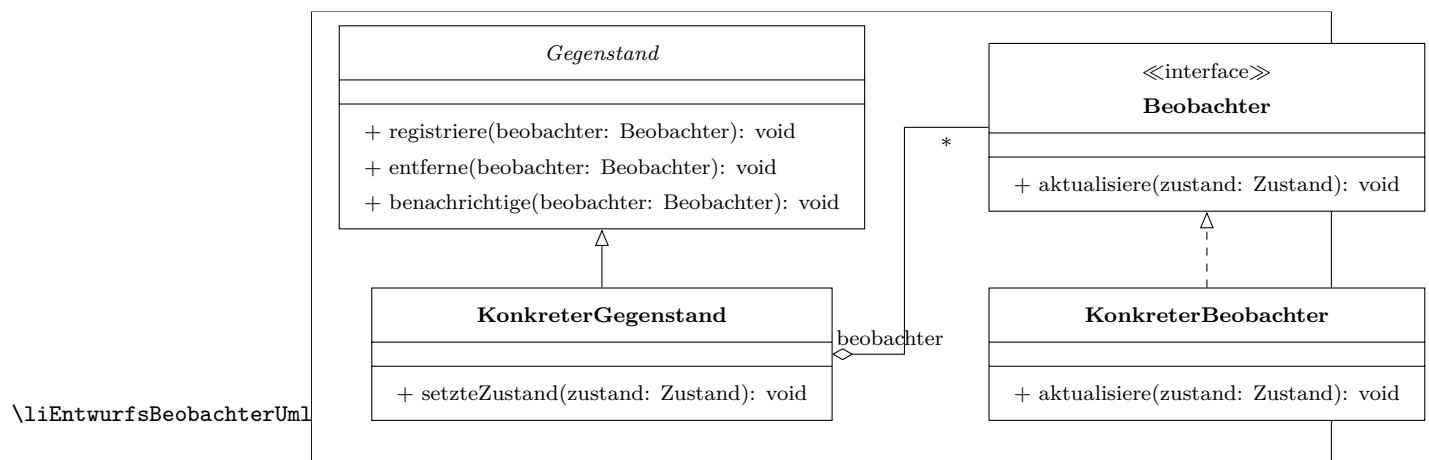
\liEntwurfsAdapter

```

853 \def\liEntwurfsAdapter{
854   \liEntwurfsAdapterUml
855   \liEntwurfsAdapterAkteure
856   \liEntwurfsAdapterCode
857 }

```

2.11.5 Beobachter (Observer)



```

858 \def\liEntwurfsBeobachterUml{
859   \begin{tikzpicture}
860     \umlclass[x=0,y=0,type=abstract]{Gegenstand}{}{

```

```

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

```

\liEntwurfsBeobachterAkteure

Gegenstand / Subjekt (Subject / Observable) Ein Subjekt (beobachtbares Objekt, auf Englisch publisher, also „Veröffentlicher“, genannt) hat eine Liste von Beobachtern, ohne deren konkrete Typen zu kennen. Es bietet eine Schnittstelle zur An- und Abmeldung von Beobachtern und eine Schnittstelle zur Benachrichtigung von Beobachtern über Änderungen an.

Beobachter (Observer) Die Beobachter (auf Englisch auch subscriber, also „Abonnent“, genannt) definieren eine Aktualisierungsschnittstelle.

konkreter/s Gegenstand / Subjekt (ConcreteSubject / ConcreteObservable)

Ein konkretes Subjekt (konkretes, beobachtbares Objekt) speichert den relevanten Zustand und benachrichtigt alle Beobachter bei Zustandsänderungen über deren Aktualisierungsschnittstelle. Es verfügt über eine Schnittstelle zur Erfragung des aktuellen Zustands.

Konkrete Beobachter (ConcreteObserver) Konkrete Beobachter verwalten die Referenz auf ein konkretes Subjekt, dessen Zustand sie beobachten und speichern und dessen Zustand konsistent ist. Sie implementieren eine Aktualisierungsschnittstelle unter Verwendung der Abfrageschnittstelle des konkreten Subjekts.

```

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

```



```

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

```

\liEntwurfsBeobachterCode

```

916 \def\liEntwurfsBeobachterCode{
917 \li@EntwurfsCode{beobachter}{Gegenstand}
918 \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterGegenstand}
919 \li@EntwurfsCode{beobachter}{Beobachter}
920 \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterA}
921 \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterB}
922 \li@EntwurfsCode{beobachter}{Klient}
923 }

```

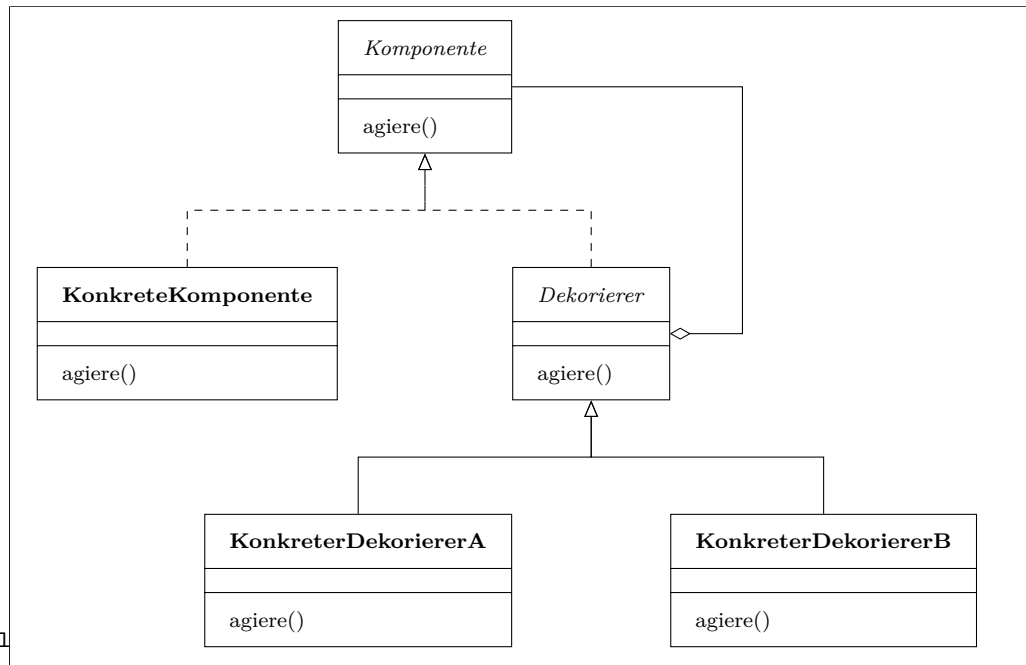
\liEntwurfsBeobachter

```

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

```

2.11.6 Dekorierer (Decorator)



\liEntwurfsDekoriererUml

```

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

```

```

935 \umlVHVreal{KonkreteKomponente}{Komponente}
936 \umlVHVreal{Dekorierer}{Komponente}
937
938 \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererA}{-}{agiere()}
939 \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererB}{-}{agiere()}
940
941 \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererA}{Dekorierer}
942 \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererB}{Dekorierer}
943
944 \umlHVHaggreg[arm1=2cm]{Dekorierer}{Komponente}
945 \footcite{wiki:dekorierer}
946 \end{tikzpicture}
947 }

```

\liEntwurfsDekoriererCode

```

948 \def\liEntwurfsDekoriererCode{
949 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Komponente}
950 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreteKomponente}
951 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Dekorierer}
952 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererA}
953 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererB}
954 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Klient}
955 }

```

\liEntwurfsDekorierer

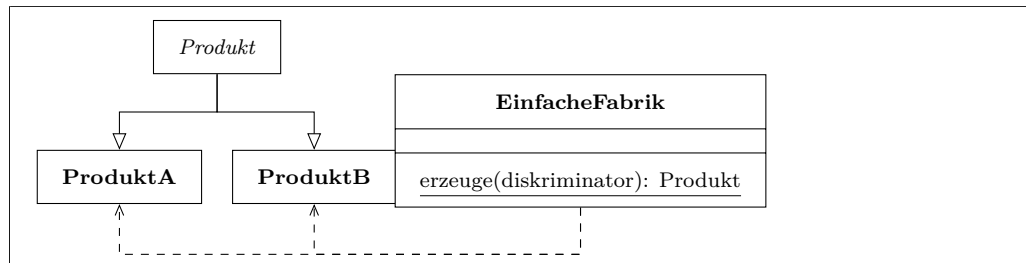
```

956 \def\liEntwurfsDekorierer{
957 \liEntwurfsDekoriererUml
958 \liEntwurfsDekoriererAkteure
959 \liEntwurfsDekoriererCode
960 }

```

2.11.7 Einfache Fabrik (Simple Factory)

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



```

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

```

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.

```

976 \def\liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure{
977   \begin{description}
978     \item[EinfacheFabrik]
979
980     Eine Klasse mit einer Erzeugungsmethode, die über eine größere
981     Bedingung verschiedene Objekt instanziert.
982
983     \item[Produkt]
984
985     Eine abstrakte Klasse, die von den konkreten Produkten geerbt wird.
986
987     \item[KonkretesProdukt]
988
989     Ein konkretes Produkt, das von der einfachen Fabrik erzeugt wird.
990   \end{description}
991 }
```

\liEntwurfsEinfacheFabrik

```

992 \def\liEntwurfsEinfacheFabrik{
993   \liEntwurfsEinfacheFabrikUml
994   \liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure
995 }
```

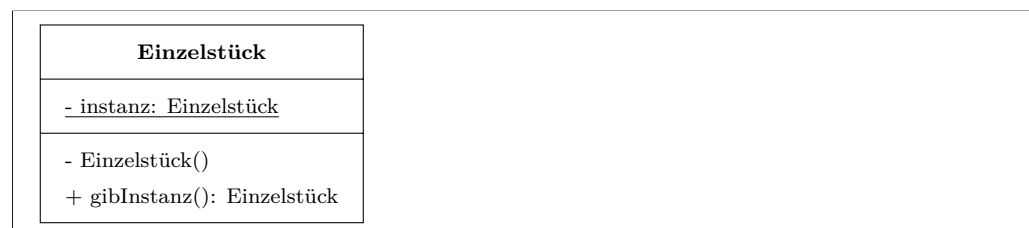
2.11.8 Einzelstück (Singleton)

urfsEinzelstueckBeschreibung

```

996 \def\liEntwurfsEinzelstueckBeschreibung{
997   Stellt sicher, dass nur \emph{genau eine Instanz einer Klasse} erzeugt
998   wird.\footcite[Seite 38]{eilebrecht}
999 }
1000
```

\liEntwurfsEinzelstueckUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

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

iEntwurfsEinzelstueckAkteure Quelle: frei überstetzt aus GoF

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

```

1011 \def\liEntwurfsEinzelstueckAkteure{
1012   \begin{description}
1013     \item[Einzelstück (Singleton)]
1014
1015     stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten
1016     nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.
1017   \end{description}
1018 }

```

\liEntwurfsEinzelstueckCode

```

1019 \def\liEntwurfsEinzelstueckCode{
1020   \li@EntwurfsCode{einzelstueck}{Einzelstueck}
1021 }

```

\liEntwurfsEinzelstueck

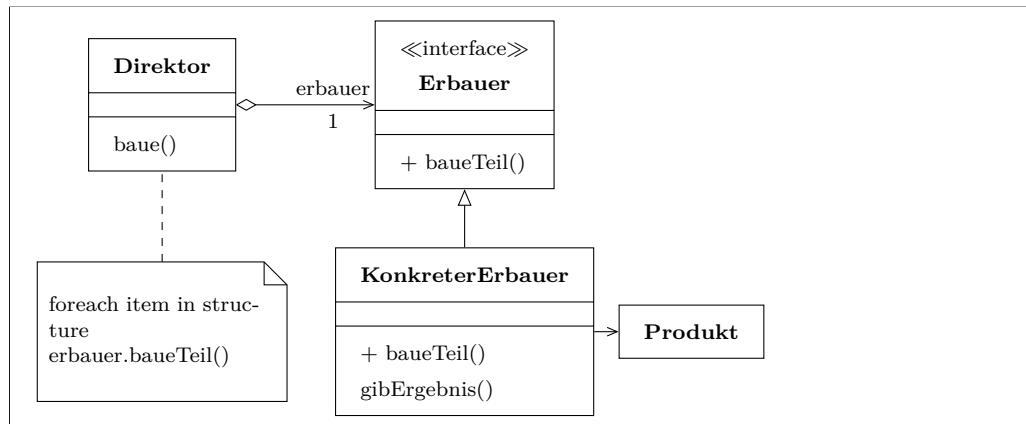
```

1022 \def\liEntwurfsEinzelstueck{
1023   \liEntwurfsEinzelstueckBeschreibung
1024
1025   \liEntwurfsEinzelstueckUml
1026
1027   \liEntwurfsEinzelstueckAkteure
1028
1029   \liEntwurfsEinzelstueckCode
1030 }

```

2.11.9 Erbauer (Builder)

\liEntwurfsErbauerUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

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

```

```

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

```

\liEntwurfsErbauerAkteure Quelle: deutsche Wikipedia

Erbauer Der Erbauer spezifiziert eine abstrakte Schnittstelle zur Erzeugung der Teile eines komplexen Objektes.

KonkreterErbauer Der konkrete Erbauer erzeugt die Teile des komplexen Objekts durch Implementierung der Schnittstelle. Außerdem definiert und verwaltet er die von ihm erzeugte Repräsentation des Produkts. Er bietet auch eine Schnittstelle zum Auslesen des Produkts.

Direktor Der Direktor konstruiert ein komplexes Objekt unter Verwendung der Schnittstelle des Erbauers. Der Direktor arbeitet eng mit dem Erbauer zusammen: Er weiß, welche Baureihenfolge der Erbauer verträgt oder benötigt. Der Direktor entkoppelt somit den Konstruktionsablauf vom Klienten.

Produkt Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.

```

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

```

\liEntwurfsErbauer

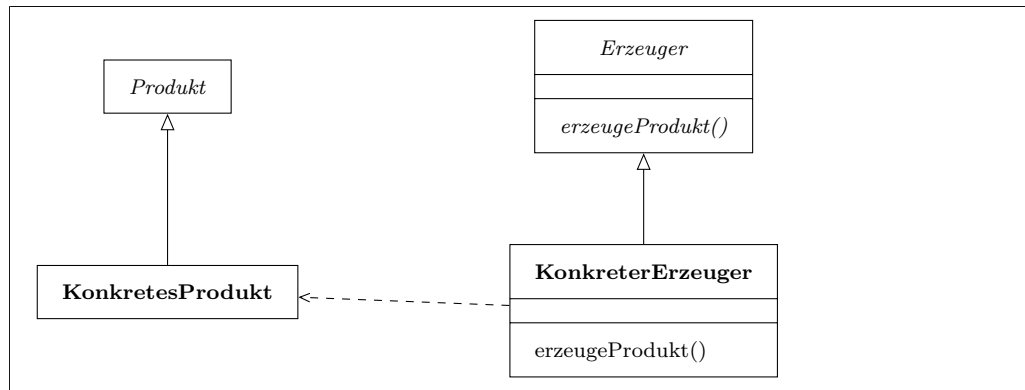
```

1079 \def\liEntwurfsErbauer{
1080   \liEntwurfsErbauerUml
1081   \liEntwurfsErbauerAkteure
1082 }

```

2.11.10 Fabrikmethode (Factory Method)

\liEntwurfsFabrikmethodeUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

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

```

EntwurfsFabrikmethodeAkteure Quelle: deutsche Wikipedia

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

KonkretesProdukt KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.

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

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

```

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

```

```

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

```

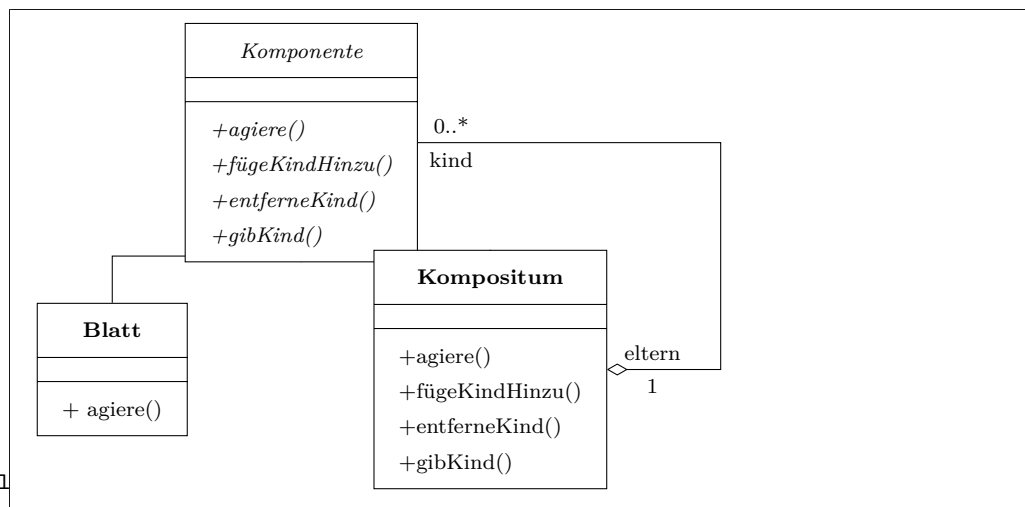
\liEntwurfsFabrikmethode

```

1125 \def\liEntwurfsFabrikmethode{
1126   \liEntwurfsFabrikmethodeUml
1127   \liEntwurfsFabrikmethodeAkteure
1128 }

```

2.11.11 Kompositum (Composite)



\liEntwurfsKompositumUml

```

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

```

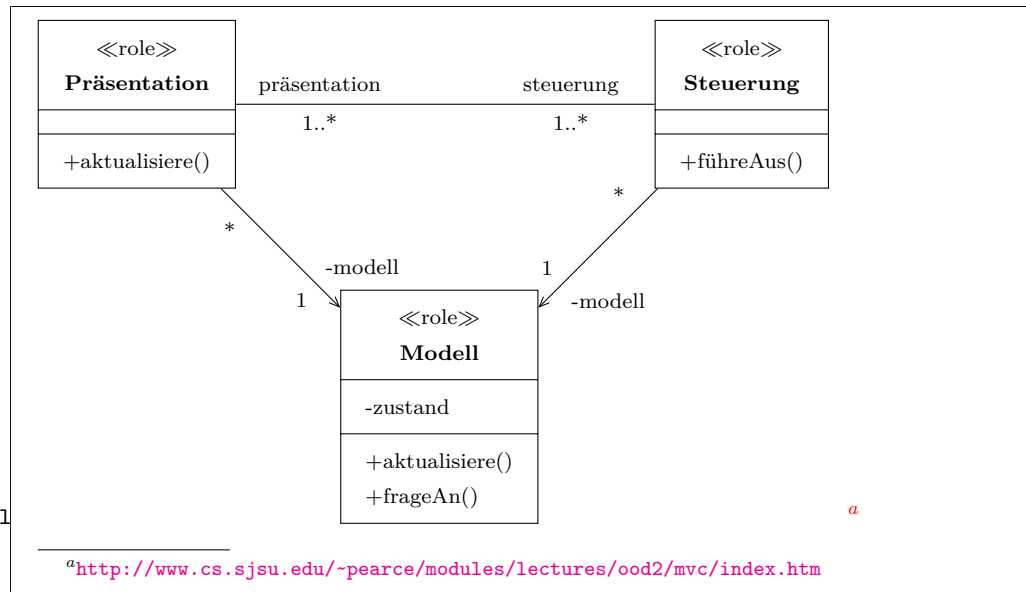
\liEntwurfsFabrikmethode

```

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

```

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



```

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

```

ModellPraesentationSteuerung

```

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

```

2.11.13 Stellvertreter (Proxy)

\liEntwurfsStellvertreterUml

```

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

```

\liEntwurfsStellvertreterCode


```

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

```

\liEntwurfsStellvertreter

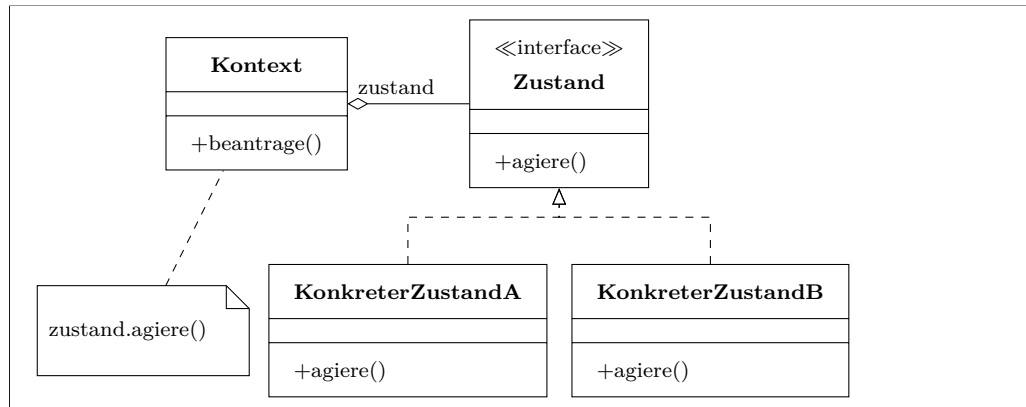
```

1195 \def\liEntwurfsStellvertreter{
1196   \liEntwurfsStellvertreterUml
1197   \liEntwurfsStellvertreterCode
1198 }

```

2.11.14 Zustand (State)

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



```

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

```

\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.

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

```

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

```

```

1219     Zustandsklassen.
1220
1221     \item[State (Zustand)]
1222
1223     definiert eine einheitliche Schnittstelle aller Zustandsobjekte und
1224     implementiert gegebenenfalls ein Standardverhalten.
1225
1226     \item[KontreterZustand (ConcreteState)]
1227
1228     implementiert das Verhalten, das mit dem Zustand des Kontextobjektes
1229     verbunden ist.
1230 \end{description}
1231 }

```

\liEntwurfsZustandCode

```

1232 \def\liEntwurfsZustandCode{
1233   \li@EntwurfsCode{zustand}{Kontext}
1234   \li@EntwurfsCode{zustand}{Zustand}
1235 }

```

\liEntwurfsZustand

```

1236 \def\liEntwurfsZustand{
1237   \liEntwurfsZustandUml
1238   \liEntwurfsZustandAkteure
1239   \liEntwurfsZustandCode
1240 }

```

```

1241

```

2.12 er.sty

```
1242 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1243 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-er}[2020/06/13 Zum Setzen von
1244 ER-Diagrammen]
```

```
1245 \RequirePackage{tikz-er2}
1246 \usetikzlibrary{positioning}
```

2.12.1 Tex-Markup-Beispiel: Komplettes Diagramm

```
\begin{tikzpicture}[er2,scale=0.7,transform shape]
% Person
\node[entity] (Person) {Person};
\node[attribute,right=1cm of Person] {\key{E-Mail}} edge (Person);
\node[multi attribute,above left=1cm of Person] {Vornamen} edge (Person);
\node[attribute,left=1cm of Person] {Nachnamen} edge (Person);
\node[attribute,above right=1cm of Person] {Geburtsdatum} edge (Person);

% Kunde
\node[entity,below left=1cm of Person] (Kunde) {Kunde};

% Händler
\node[entity,below right=1cm of Person] (Händler) {Händler};

\node[specialization,below=0.2cm of Person]{is-a}
  edge (Kunde) edge (Händler) edge (Person);

% Transaktion
\node[relationship,below=2cm of Person] (Transaktion) {Transaktion}
  edge node[auto]{1} (Kunde)
  edge node[auto]{1} (Händler);
\node[attribute,below=1cm of Transaktion] {Preis} edge (Transaktion);
\node[attribute,left=1cm of Transaktion,text width=2cm] {Abschlussdatum} edge (Transaktion);
\node[attribute,right=1cm of Transaktion] {Lieferadresse} edge (Transaktion);

% Zahlungsmittel
\node[entity,below=4cm of Händler] (Zahlungsmittel) {Zahlungsmittel}
  edge node[auto]{1} (Transaktion);
\node[attribute,right=1cm of Zahlungsmittel] {Inhaber} edge (Zahlungsmittel);

% Bankverbindung
\node[entity,below left=1cm and 0cm of Zahlungsmittel] (Bankverbindung) {Bankverbindung};
\node[attribute,below left=1cm of Bankverbindung] {\key{IBAN}} edge (Bankverbindung);

% Kreditkarte
\node[entity,below right=3cm and -2cm of Zahlungsmittel]
  (Kreditkarte) {Kreditkarte};

\node[attribute,below left=1cm of Kreditkarte]
  {\key{Nummer}} edge (Kreditkarte);

\node[attribute,below right=1cm of Kreditkarte,text width=2cm]
  {Ablaufdatum} edge (Kreditkarte);

\node[attribute,right=1cm of Kreditkarte]
  {Anbieter} edge (Kreditkarte);

\node[generalization,below=0.8cm of Zahlungsmittel]{is-a}
  edge (Zahlungsmittel) edge (Bankverbindung) edge (Kreditkarte);

% Produkt
\node[entity,below=4cm of Kunde] (Produkt) {Produkt}
  edge node[auto]{1} (Transaktion);
\node[attribute,left=1cm of Produkt] {\key{Bezeichnung}} edge (Produkt);
\node[attribute,below left=1cm of Produkt,text width=2cm] {Beschreibungstext} edge (Produkt);
```

```

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

```

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

```

\node[below=1cm of Forscher,circle,draw] (union) {u}
  edge (Sekretär) edge (Forscher) edge (Techniker);

\node[below=1cm of union,entity] (AktiveMitarbeiter) {Aktive Mitarbeiter}
  edge node {$\bigcup$} (union);

```

```
1247 \RequirePackage{soul}
```

```
1248 \RequirePackage{fontawesome}
```

2.12.3 Makro-Kürzel

```

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

```

```
1249 \ExplSyntaxOn
```

```
\liErEntity
```

```
1250 \def\liErEntity#1{\textbf{#1}}
```

```
\liErRelationship
```

```
1251 \def\liErRelationship#1{\ul{#1}}
```

```
\liErAttribute
```

```
1252 \def\liErAttribute#1{\emph{#1}}
```

```
\liErMpEntity mp = marginpar
```

Let-Abkürzung: \let\e=\liErMpEntity

```

1253 \def\liErMpEntity#1{
1254   \liErEntity{#1}
1255   \marginpar{
1256     \liErEntity{\tiny\faSquareO{~E:~#1}
1257   }
1258 }

```

□

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

```

1259 \def\liErMpRelationship#1{
1260   \liErRelationship{#1}
1261   \marginpar{
1262     \liErRelationship{\tiny\faGg{~R:~#1}
1263   }
1264 }

```

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

```

1265 \def\liErMpAttribute#1{
1266   \liErAttribute{#1}
1267   \marginpar{
1268     \liErAttribute{\tiny\faCircleThin{~A:~#1}
1269   }
1270 }

```

```

\liErDatenbankName Let-Abkürzung: \let\d=\liErDatenbankName
                    datenbank name
1271 \def\liErDatenbankName#1{
1272   {
1273     \footnotesize\texttt{(#1)}
1274   }
1275 }

1276 \ExplSyntaxOff
1277

```

2.13 formale-sprachen.sty

```

1278 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1279 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-formale-sprachen}[2021/02/21 Hilfsmakros
1280 zum Setzen von mathematischen Formeln bei dem Thema Formale Sprachen]

1281 \directlua{
1282   formale_sprachen = require('lehramt-informatik-formale-sprachen')
1283 }

1284 \RequirePackage{hyperref}

1285 \liLadePakete{mathe,typographie}

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

1286 \def\liMengeOhneMathe#1{\{ #1 \}}
1287 \def\liMenge#1{%
1288   \ifmode%
1289     \liMengeOhneMathe{#1}%
1290   \else%
1291     $\liMengeOhneMathe{#1}$%
1292   \fi%
1293 }

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

1294 \def\liEpsilon{$\varepsilon$}

\liPotenzmenge Umgeben mit geschweiften Klammern in einer Mathematik-Umgebung

1295 \def\erzeuge@tiefgestellt#1{\directlua{formale_sprachen.erzeuge_tiefgestellt('#1')}}
1296 \def\liPotenzmengeOhneMathe#1{\{ \erzeuge@tiefgestellt{#1} \}}
1297 \def\liPotenzmenge#1{$\liPotenzmengeOhneMathe{#1}$}

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

1298 \let\liZustandsmengeOhneMathe=\liPotenzmengeOhneMathe
1299 \let\liZustandsmenge=\liPotenzmenge

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

1300 \def\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe#1{\delta(\erzeuge@tiefgestellt{#1})}
1301 \def\liUeberfuehrungsFunktion#1{
1302   \ifmode
1303     \liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}
1304   \else
1305     $\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}$
1306   \fi
1307 }

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

1308 \def\liAlphabet#1{$\Sigma = \{ #1 \}$}

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

1309 \def\liBandAlphabet#1{$\Gamma = \Sigma \cup \{ #1 \}$}

\liZustandsBuchstabe

1310 \def\liZustandsBuchstabe{z}

\liZustandsBuchstabeGross

1311 \def\liZustandsBuchstabeGross{Z}

```

```

\liZustandsmengeNr
1312 \def\zustandsnamens@liste#1#2{
1313   $
1314   \{
1315     \directlua{formale_sprachen.erzeuge_zustandsnamens_liste('#1', '#2')}
1316   \}
1317   $
1318 }
1319 \def\liZustandsmengeNr#1{\zustandsnamens@liste{\liZustandsBuchstabe}{#1}}

\liZustandsmengeNrGross
1320 \def\liZustandsmengeNrGross#1{\zustandsnamens@liste{\liZustandsBuchstabeGross}{#1}}

\liZustandsname \liZustandsname{1}: $z_1$
1321 \def\liZustandsname#1{\liZustandsBuchstabe_#1$}

\liZustandsnameGross \liZustandsnameGross{1}: $Z_1$
1322 \def\liZustandsnameGross#1{\liZustandsBuchstabeGross_#1$}

\liAbleitung \liAbleitung{S -> aB -> ab}:  $S \vdash aB \vdash ab$ 
1323 \def\liAbleitung#1{\directlua{formale_sprachen.formatiere_ableitung('#1')}}$}

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

1324 \NewDocumentEnvironment { liProduktionsRegeln }
1325 { 0{P} +b }
1326 {
1327   \liGeschweifteKlammern{#1}
1328   {
1329     \begin{align*}
1330       \directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#2')}
1331     \end{align*}
1332   }{-0.2cm}{-1.5cm}
1333 } {}

\liProduktionen \liProduktionen{S -> A, A -> a}:  $\{S \rightarrow A, A \rightarrow a\}$ 
1334 \def\liProduktionen#1{
1335   \liMenge{\directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#1', true)}}
1336 }

\liZustandsnameTiefgestellt Automatisch tiefgestellte Nummerierung \z1
Let-Abkürzung: \let\z=\liZustandsnameTiefgestellt
1337 \def\liZustandsnameTiefgestellt#1{
1338   \ifmmode
1339     \liZustandsBuchstabe\sb{#1}
1340   \else
1341     $\liZustandsBuchstabe\sb{#1}$
1342   \fi
1343 }

1344 \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}

```

```

1345 \NewDocumentCommand{ \liAusdruck } { O{L} m m } {
1346   $
1347   \tl_if_empty:nTF {#1} {} {#1 =}
1348   \{
1349     \, #2 \,
1350     |
1351     \, #3 \,
1352   \}$
1353 }
1354 \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

1355 \def\liFlaci#1{%
1356   \par
1357   {%
1358     \scriptsize
1359     Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte
1360     Automaten, Compiler und Interpreter) Ein Projekt der Hochschule
1361     Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz:
1362     \href{https://flaci.com/#1}{flaci.com/#1}%
1363   }%
1364   \par
1365 }

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

1366 \ExplSyntaxOn
1367 \NewDocumentCommand {\liGrammatik} { O{G} m } {
1368   \tl_set:Nn \l_variablen_tl {V}
1369   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
1370   \tl_set:Nn \l_produktionen_tl {P}
1371   \tl_set:Nn \l_start_tl {S}
1372
1373   \keys_define:nn { grammatik } {
1374     variablen .code:n = {\tl_set:Nn \l_variablen_tl {\liMenge{##1}}},
1375     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
1376     produktionen .code:n = {\tl_set:Nn \l_produktionen_tl {\liProduktionen{##1}}},
1377     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
1378   }
1379
1380   \keys_set:nn { grammatik } { #2 }
1381
1382   $#1 = (
1383     \l_variablen_tl,
1384     \l_alphabet_tl,
1385     \l_produktionen_tl,
1386     \l_start_tl
1387   )$
1388 }
1389 \ExplSyntaxOff
1390

```


2.14 formatierung.sty

```
1391 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1392 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-formatierung}[2020/11/27]
```

2.14.1 Schriftarten / Typographie

```
1393 \RequirePackage{mathpazo}
1394 \RequirePackage[no-math]{fontspec}
1395 \setmainfont{texgyrepagella}
1396 \setsansfont{QTAncientOlive}
1397 \RequirePackage{sectsty}
1398 \allsectionsfont{\fontspec{QTAncientOlive}}
```

2.14.2 Farben

```
1399 \RequirePackage{xcolor}
1400 \definecolor{infogray}{rgb}{0.97,0.97,0.97}
```

2.14.3 Überschriften

```
1401 \RequirePackage{titlesec}
1402 \titleformat{\chapter}[display]{\sffamily\bfseries}{\Opt}{\LARGE}
1403 \titlespacing{\chapter}{0pt}{0pt}{*1}
1404 \titleformat{\paragraph}[hang]{\sffamily\normalsize\bfseries}{\theparagraph}{1em}{}
1405 \setcounter{secnumdepth}{0}
```

2.14.4 Listen

```
1406 \RequirePackage{paralist}
1407 \renewcommand\labelitemi{-}
1408 \renewcommand\labelitemii{-}
1409 \renewcommand\labelitemiii{-}
1410 \renewcommand\labelitemiv{-}
1411 % Counter: enumi enumii enumiii enumiv
1412 % Styles: \arabic{counter} \alph{counter} \Alph{counter} \roman{counter} \Roman{counter}
1413 \renewcommand{\labelenumi}{(\alph{enumi})}
1414 \renewcommand{\labelenumii}{(\roman{enumii})}
```

2.14.5 Kasten

```
1415 \RequirePackage{mdframed}
1416 \mdfsetup{backgroundcolor=infogray}
```

liKasten

```
1417 \NewDocumentEnvironment { liKasten }{ } {
1418   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
1419 } {
1420   \end{mdframed}
1421 }
```

2.14.6 Header

```
1422 \RequirePackage{fancyhdr}
1423 \fancyhead[L,C,R]{}
1424 \fancyfoot[L]{}
1425 \fancyfoot[C]{}
1426 \fancyfoot[R]{\thepage}
1427 \pagestyle{fancy}
1428 \renewcommand{\headrulewidth}{0pt}
1429 \renewcommand{\footrulewidth}{0pt}
1430
```

2.15 gantt.sty

```

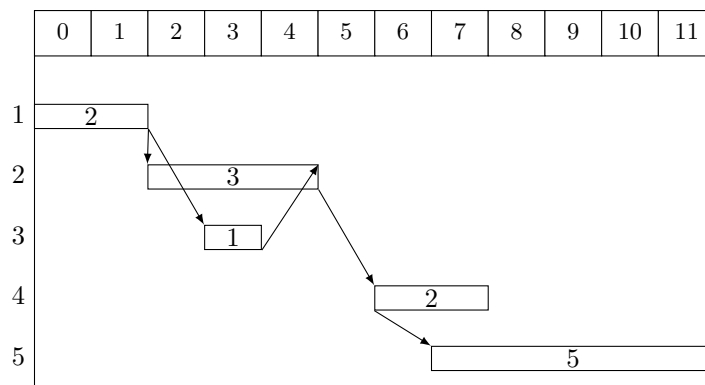
1431 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1432 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-gantt}[2020/09/05]

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

```



```

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

1439

```

2.16 grafik.sty

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

2.17 graph.sty

```

1445 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1446 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-graph}[2020/06/09]
1447 \RequirePackage{tikz}

```

Für die die Adjazenzliste (`xrightharrow`)

```

1448 \RequirePackage{amsmath}

```

Für Adjazenz-Matrix

```

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

```

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

```

1449 \RequirePackage{blkarray}
1450 \usetikzlibrary{arrows.meta}

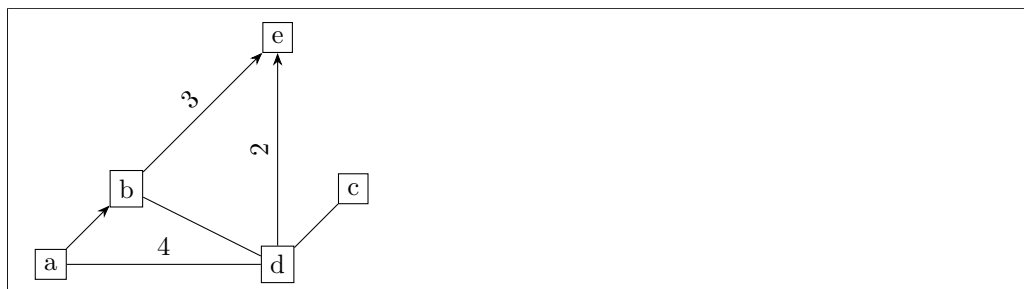
```

```

\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}

```



```

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

```

liGraphenFormat Dummy-Umgebung, zum Parsen durch Java gedacht.

```

\begin{liGraphenFormat}
a: 0 0
b: 1 1
c: 4 1
d: 3 0
e: 2 2
a -> b
b -- d
b -> e: 3
c -- d
d -> e: 2
d -- a: 4
\end{liGraphenFormat}

```

```

1472 \NewDocumentEnvironment { liGraphenFormat }{ +b } {} {}

```

```

1473

```

2.18 hanoi.sty

1474 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
 1475 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-hanoi}[2020/12/19 Paket zum Setzen
 1476 von Hanoi-Grafiken]

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

```
1477 \RequirePackage{tikz}
1478 \RequirePackage{xcolor}

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

1479 \def\li@mset #1[#2]=#3{%
1480 \expandafter\xdef\csname #1#2\endcsname{#3}
1481 }
1482 \def\li@mget #1[#2]{%
1483 \csname #1#2\endcsname
1484 }
1485 \def\li@minc #1[#2]+=#3{%
1486 \pgfmthparse{\li@mget #1[#2]+#3}%
1487 \li@mset #1[#2]=\pgfmthresult
1488 }
1489
1490 \def\liHanoi#1#2{
1491   \edef\li@numdiscs{#1}
1492   \def\li@sequence{#2}
1493   \begin{tikzpicture}[line width=4mm,brown!40,line cap=round,xscale=3]
1494     % init colors
1495     \foreach[count=\j] \c in {red,green!80!black,blue,orange,violet,gray,yellow!80!black,purple!80!black}{
1496       \li@mset col[\j]={\c};
1497     }
1498     % draw poles and init pole counters
1499     \foreach \j in {1,2,3}{
1500       \li@mset pos[\j]=0
1501       \draw (\j,-.5) -- +(0, .5 + .5*\li@numdiscs);
1502     }
1503     % draw base
1504     \draw (.5,-.5) -- +(3,0);
1505     % draw discs
1506     \foreach[count=\k] \i/\j in \li@sequence{
1507       \draw[draw={\li@mget col[\i]}] (\j,\li@mget pos[\j]) +(-.4*\i/\li@numdiscs,0) -- +(.4*\i/\li@numdiscs,0);
1508       \li@minc pos[\j]+=.5
1509     }
1510   \end{tikzpicture}
1511 }
```

2.19 klassen-konfiguration-aufgabe.sty

```
1512 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1513 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-klassen-konfiguration-aufgabe}[2021/09/01 Die
1514 Klasse Aufgabe konfigurieren, d. h. Laden von einigen Paketen, Registrierung von Hooks]
```

Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option clash

```
1515 \liLadePakete{
1516   formatierung,
1517   abmessung,
1518   literatur-dummy,
1519   makros,
1520   aufgaben-metadaten,
1521   kopf-fusszeilen,
1522   mathe
1523 }
1524
1525 % Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
1526 \RequirePackage[ngerman]{babel}
1527 \ExplSyntaxOn
```

\liAufgabenMetadaten

```
1528 \def\liAufgabenMetadaten#1{
1529   \liMetaSetze{#1}
1530
1531   \noindent
1532   {\large \_gib_einzelpruefung_trenner: \par}
1533
1534   \medskip
1535
1536   \noindent
1537   {\bfseries\Large\_gib_aufgaben_pfad_trenner:}
1538
1539   \medskip
1540
1541   \par
1542   \@afterindentfalse
1543   \@afterheading
1544 }
1545 \AddToHook{enddocument}{
1546   \vfill
1547   {
1548     \tiny
1549     \noindent
1550     Hilf~mit!~
1551     Das~ist~ein~Community~Projekt.~
1552     Verbesserungsvorschläge,~Fehlerkorrekturen,~weitere~Lösungen~sind~
1553     sehr~willkommen~~egal~wie~~per~Pull~Request~oder~per~E-Mail~an~
1554     \href{mailto:hermine.bsclangaul@gmx.net}{hermine.bsclangaul@gmx.net}~
1555
1556     \par\noindent
1557     Der~\TeX-Quelltext~dieses~PDFs~kann~unter~folgender~URL~aufgerufen~werden:~
1558
1559     \par\noindent\vfill
1560     \_gib_github_url_href:}
1561 }
1562 \ExplSyntaxOff
1563
```

2.20 klassen-konfiguration-examen.sty

```
1564 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1565 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-klassen-konfiguration-examen}[2021/09/04 Die
1566 Klasse liSetzeExamen konfigurieren, d. h. Laden von einigen Paketen, Registrierung von Hooks]
```

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

```
1567 \liLadePakete{
1568   formatierung,
1569   literatur-dummy,
1570   makros,
1571   aufgaben-metadaten,
1572   abmessung,
1573   typographie
1574 }
```

Formatierung für die Überschriften setzen.

```
1575 \RequirePackage{titlesec}
1576 \titleformat{\section}{\sffamily\huge\filcenter\bfseries}{\thesection}{1em}{}
1577 \newcommand{\sectionbreak}{\clearpage}
1578 \setcounter{secnumdepth}{0}
1579 \liLadeAllePakete
```

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

```
1580 \RequirePackage[ngerman]{babel}
1581 \RequirePackage{standalone}
1582 \ExplSyntaxOn
```

\liSetzeExamenThemaNr

```
1583 \def\liSetzeExamenThemaNr#1{
1584   \tl_gset:Nn \g_auf_examen_thema_nr_tl { #1 }
1585   \section{Thema-Nr.~#1}
1586 }
```

\liSetzeExamenTeilaufgabeNr

```
1587 \def\liSetzeExamenTeilaufgabeNr#1{
1588   \tl_gset:Nn \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl { #1 }
1589   \subsection{Teilaufgabe-Nr.~#1}
1590 }
```

\liBindeAufgabeEin

```
1591 \def\liBindeAufgabeEin#1{
1592   \tl_gset:Nn \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl { #1 }
1593   \input{
1594     \LehramtInformatikRepository /
1595     Staatsexamen /
1596     \g_auf_examen_nummer_tl /
1597     \g_auf_examen_jahr_tl /
1598     \g_auf_examen_monat_tl /
1599     \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} {
1600       Thema - \g_auf_examen_thema_nr_tl /
1601     }
1602     \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} {
1603       Teilaufgabe - \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl /
1604     }
1605     Aufgabe - \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl .tex
1606   }
1607 }
```

\liAufgabenMetadaten Das Metadaten-Makro überschreiben

```
1608 \def\liAufgabenMetadaten#1{
1609   \liMetaSetze{#1}
1610   \subsubsection{\_gib_aufgaben_titel:}
1611 }
```



```

1612 \setcounter{tocdepth}{4}
1613 \RequirePackage[titles]{tocloft}
1614 \AddToHook{begindocument}{
1615   \pagestyle{empty}
1616   \begin{center}
1617     \large
1618     Erste-Staatsprüfung-für-ein-Lehramt-an-öffentlichen-Schulen \par
1619
1620     \vspace{0.5cm}
1621
1622     Fach-Informatik \par
1623
1624     \vfill
1625
1626     {
1627       \sffamily\bfseries\Huge
1628
1629       \g_auf_examen_jahreszeit_tl \par
1630
1631       \g_auf_examen_jahr_tl \par
1632     }
1633
1634     \vspace{2cm}
1635
1636     {\LARGE \g_auf_examen_nummer_tl \par}
1637
1638     \vspace{0.5cm}
1639
1640     \g_auf_examen_fach_tl \par
1641
1642     \vspace{3cm}
1643
1644     Aufgabenstellungen-mit-Lösungsvorschlägen \par
1645
1646     \end{center}
1647
1648     % für den Abstand vor den section im Inhaltsverzeichnis
1649     % https://tex.stackexchange.com/questions/241445/how-to-control-spacing-in-toc-for-different-sections
1650     \setlength{\cftbeforesecskip}{1.5cm}
1651     \setlength{\cftbeforesubsecskip}{0.5cm}
1652     \renewcommand{\cftsubsecafterpnum}{\vspace{\cftbeforesubsecskip}}
1653     \setlength{\cftbeforesubsubsecskip}{0.1cm}
1654
1655     \vfill
1656     \renewcommand{\contentsname}{Aufgabenübersicht}
1657     \tableofcontents
1658     \clearpage
1659 }
1660 \ExplSyntaxOff
1661

```

2.21 komplexitaetstheorie.sty

```
1662 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1663 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-komplexitaetstheorie}[2021/07/08 Zum
1664 Setzen von Karp's NP-vollständigen Problemen, Hilfsmakros für die
1665 Polynomialzeitreduktion.]
```

2.21.1 Makro-Kürzel

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

```
1666 \liLadePakete{mathe}
```

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

```
1667 \RequirePackage{mdframed}
```

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

```
1668 \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`

```
1669 \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`

```
1670 \def\liProblemBeschreibung#1#2#3{
1671   \begin{mdframed}[
1672     userdefinedwidth=9cm,
1673     align=center,
1674     backgroundcolor=white!0,
1675   ]
1676     \centerline{\large\liProblemName{#1}}
1677
1678     \medskip
1679
1680     \begin{description}
1681       \item[Gegeben:] #2
1682       \item[Frage:] #3
1683     \end{description}
1684   \end{mdframed}
1685 }
```

```

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

1686 \NewDocumentCommand{ \liPolynomiellReduzierbar } { m O{p} m } {
1687 \begin{displaymath}
1688 \liProblemName{#1}
1689 \preceq_{#2}
1690 \liProblemName{#3}
1691 \end{displaymath}
1692 }

\liProblemVertexCover

1693 \def\liProblemClique{%
1694 Das \textbf{Cliquesproblem} fragt nach der Existenz einer Clique der
1695 Mindestgröße  $n$  in einem gegebenen Graphen.
1696 \footcite[Seite 76]{theo:fs:4}
1697 Eine Clique ist eine Teilmenge von Knoten in einem ungerichteten
1698 Graphen, bei der \emph{jedes Knotenpaar durch eine Kante} verbunden ist.
1699 \footcite{wiki:cliquenproblem}
1700 }

\liProblemVertexCover

1701 \def\liProblemVertexCover{%
1702 %
1703 Das \textbf{Knotenüberdeckungsproblem} (\liProblemName{Vertex Cover})
1704 fragt, ob zu einem gegebenen einfachen Graphen und einer natürlichen
1705 Zahl  $k$  eine Knotenüberdeckung der Größe von höchstens  $k$  existiert.
1706 \footcite{wiki:knotenueberdeckung}
1707
1708 Das heißt, ob es eine aus maximal  $k$  Knoten bestehende Teilmenge  $U$ 
1709 der Knotenmenge gibt, so dass jede Kante des Graphen mit
1710 mindestens einem Knoten aus  $U$  verbunden ist.
1711 \footcite[Seite 78]{theo:fs:4}%
1712 }

\liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

1713 \def\liProblemSubsetSum{%
1714 Das \textbf{Teilsommenproblem} (\liProblemName{Subset Sum} oder
1715 \liProblemName{SSP}) ist ein spezielles Rucksackproblem.
1716 \footcite{wiki:teilsommenproblem}
1717 Gegeben sei eine Menge von ganzen Zahlen  $I = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ .
1718 Gesucht ist eine Untermenge, deren Elementsumme maximal, aber nicht
1719 größer als eine gegebene obere Schranke  $c$  ist.
1720 \footcite[Seite 74]{theo:fs:4}
1721 }

\liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

1722 \def\liProblemSat{%
1723 Das \textbf{Erfüllbarkeitsproblem der Aussagenlogik} \liProblemName{Sat}
1724 und \liProblemName{k-SAT} mit  $k \geq 3$ ,  $k \in \mathbb{N}$  (Satz von
1725 Cook) fragt, ob eine aussagenlogische Formel erfüllbar
1726 ist.\footcite{wiki:sat} Das Erfüllbarkeitsproblem der
1727 \emph{Aussagenlogik} ist in exponentieller Zeit in Abhängigkeit der
1728 Anzahl der Variablen mit Hilfe einer Wahrheitstabelle entscheidbar.
1729 Diese \emph{Wahrheitstabelle} kann nicht in polynomieller Zeit
1730 aufgestellt werden.
1731 \footcite[Seite 71]{theo:fs:4}
1732 }
1733

```

2.22 kontrollflussgraph.sty

1734 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

1735 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-kontrollflussgraph}[2020/11/07]

2.22.1 Makro-Kürzel

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

2.22.2 TeX-Markup-Beispiel

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

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

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

2.22.3 TikZ: pin

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

```
pin=[options]angle:text

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

```

1736 \RequirePackage{tikz}
1737 \usetikzlibrary{positioning}
1738 \tikzset{
1739   li kontrollfluss/.style={
1740     knoten/.style={
1741       circle,
1742       draw
1743     },
1744     usebox/.style={
1745       draw,
1746       rectangle,
1747       font=\scriptsize,
1748       anchor=west,
1749       align=left,
1750     },
1751     bedingung/.style={
1752       midway,
1753       draw=none,
1754       font=\scriptsize
1755     },
1756     knotenbeschriftung/.style={
1757       draw,
1758       rectangle,
1759       midway,
1760       font=\scriptsize
1761     },
1762     wahr/.style={
1763       thick
1764     },
1765     falsch/.style={
1766       dashed
1767     },
1768     every node/.style={
1769       circle,
1770       draw,
1771     },
1772     every edge/.append style={
1773       every node/.style={
1774         draw=none,
1775         bedingung,
1776       }
1777     },
1778     every path/.style={
1779       draw,
1780       ->,
1781     },
1782     every pin/.style={
1783       draw,
1784       dotted,
1785       rectangle,
1786       pin position=right
1787     },
1788     every pin edge/.style={
1789       dotted,
1790       arrows=-,
1791     }
1792   }
1793 }

```

2.22.4 Umgebungen

liKontrollflussgraph

```

1794 \NewDocumentEnvironment { liKontrollflussgraph } { 0{} } {

```

```

1795 \begin{tikzpicture}[
1796     li kontrollfluss,
1797     #1
1798 ]
1799 } {
1800 \end{tikzpicture}
1801 }

```

2.22.5 Makros

`\liAnweisung`

```
1802 \def\liAnweisung#1(#2,#3){\node[knoten] at (#2,#3) (#1) {#1};}
```

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

```
1803 \def\liBedingung#1#2{\node[bedingung,#1]{\texttt{#2}}}
```

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

```
1804 \def\liBedingungWahr#1{\node[bedingung,#1]{\texttt{[true]}}}
```

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

```
1805 \def\liBedingungFalsch#1{\node[bedingung,#1]{\texttt{[false]}}}
```

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

```
1806 \def\liKontrollCode#1{{\tiny\texttt{\textcolor{gray}{#1}}}}
```

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

```
1807 \def\liKontrollTextzeileKnoten#1{\raisebox{-2pt}{\tikz[scale=0.5,transform shape] \node[draw
```

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

```
1808 \ExplSyntaxOn
```

```
1809 \NewDocumentCommand { \liKontrollKnotenPfad } { m }
```

```
1810 {
```

```
1811   \seq_set_split:Nnn \l_tmpa_seq { - } { #1 }
```

```
1812   \seq_set_map:NNn \l_tmpa_seq \l_tmpa_seq {\liKontrollTextzeileKnoten{##1}}
```

```
1813   \seq_use:Nn \l_tmpa_seq { ~~~~ }
```

```
1814 }
```

```
1815 \ExplSyntaxOff
```

```
1816
```

2.23 kopf-fusszeilen.sty

```
1817 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1818 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-kopf-fusszeilen}[2021/08/20 Kopf-
1819 und Fußzeilen mit Hilfe des Pakets fancyhdr.]

1820 \ExplSyntaxOn

1821 \fancyhead{}
1822 \fancyhead[R0,LE]{\scriptsize\LehramtInformatikTitel}
1823 \fancyhead[L0,RE]{\scriptsize\today}
1824 \fancyfoot{}
1825 \fancyfoot[LE,R0]{\thepage}
1826 \fancyfoot[L0,CE]{\scriptsize\LehramtInformatikAutorName}
1827 \fancyfoot[CO,RE]{\scriptsize\LehramtInformatikAutorEmail}
1828 \renewcommand{\headrulewidth}{0.4pt}
1829 \renewcommand{\footrulewidth}{0.4pt}
1830 \setlength{\headwidth}{\textwidth}

1831 \ExplSyntaxOff

1832
```

2.24 literatur-dummy.sty

```
1833 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1834 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-literatur-dummy}[2020/11/27]

\literatur

1835 \def\literatur{}

\footcite

1836 % \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}
1837 \NewDocumentCommand{ \footcite } { o m }{}

1838
```


2.25 literatur.sty

```
1839 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1840 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-literatur}[2020/11/27]

1841 \RequirePackage{csquotes}
1842 \RequirePackage[
1843   bibencoding=utf8,
1844   citestyle=authortitle,
1845   backend=biber,
1846 ]{biblatex}
1847 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/10_DB.bib}
1848 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/20_OOMUP.bib}
1849 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/30_AUD.bib}
1850 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/40_SOSY.bib}
1851 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/60_FUMUP.bib}
1852 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/70_THEO.bib}
1853 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/80_DDI.bib}
1854 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Allgemein.bib}
1855 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Examen.bib}
1856 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Wikipedia.bib}
1857 % To allow footnotes in the heading
1858 \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}

\literatur

1859 \def\literatur{\printbibliography[heading=subbibliography]}

1860
```

2.26 makros.sty

```

1861 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1862 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-makros}[2020/11/27 Eine Sammlung von
1863 häufig verwendeten Makros und Umgebungen, die thematisch zu keinem
1864 anderen Paket passen]
1865 \RequirePackage{hyperref}
1866 \RequirePackage{graphicx}

    Für die Umgebung liQuellen benötigt.
1867 \RequirePackage{paralist}

\inhaltsverzeichnis
1868 \def\inhaltsverzeichnis {
1869     \begin{mdframed}
1870         \begin{group}
1871             \let\clearpage\relax
1872             \tableofcontents
1873         \end{group}
1874     \end{mdframed}
1875 }

\memph \mephm (\marginpar and \emph)
1876 \newcommand{\memph}[1]{\emph{#1}\marginpar{\tiny#1}}

\SLASH
1877 \newcommand\SLASH{\char`\\}

\liPseudoUeberschrift Text, der sich wie eine Überschrift verhält.
1878 \newcommand{\liPseudoUeberschrift}[1]{
1879     \bigskip
1880     \noindent
1881     \textsf{\textbf{#1}}
1882     \noindent
1883 }

\liBeschriftung Ähnlich dem Makro \liPseudoUeberschrift{}. Am Ende des Textes wird ein Doppelpunktzeichen angehängt.
1884 \newcommand{\liBeschriftung}[1]{
1885     \par
1886     \noindent
1887     \medskip
1888     \textbf{#1}:
1889     \medskip
1890     \noindent
1891 }

\hinweis
1892 \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.
1893 \NewDocumentEnvironment { liProjektSprache }{ o +b } {} {}

liEinbettung
1894 \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.
1895 \RequirePackage{xparse}
1896 \ExplSyntaxOn

```

```

1897 \NewDocumentEnvironment{ liAntwort } { 0{standard} }
1898 {
1899   \str_case:nn {#1} {
1900     {standard} {
1901       \def\beschriftung{}
1902       \mdfsetup{backgroundcolor=gray!1,linecolor=gray}
1903     }
1904     {richtig} {
1905       \def\beschriftung{richtig}
1906       \mdfsetup{backgroundcolor=green!5,linecolor=green}
1907     }
1908     {falsch} {
1909       \def\beschriftung{falsch}
1910       \mdfsetup{backgroundcolor=red!3,linecolor=red}
1911     }
1912     {muster} {
1913       \def\beschriftung{Musterlösung}
1914       \mdfsetup{backgroundcolor=green!12,linecolor=green}
1915     }
1916   }
1917   \ifx\beschriftung\empty\else
1918     \noindent
1919     \textbf{\beschriftung{:}}
1920   \fi
1921   \begin{mdframed}
1922 }
1923 {\end{mdframed}}

```

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

```

1924 \NewDocumentEnvironment{ liAdditum } { o }
1925 {
1926   \begin{mdframed}[backgroundcolor=yellow!5]
1927     \IfNoValueTF {#1}
1928     { \liPseudoUeberschrift{Additum} }
1929     { \liPseudoUeberschrift{Additum:~#1} }
1930   }
1931 {\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.

```

1932 \NewDocumentEnvironment{ liExkurs }{o +b}{
1933   \vspace{0.2cm}%
1934   \begin{mdframed}[
1935     backgroundcolor=white,
1936     bottomline=false,
1937     innermargin=1cm,
1938     leftline=true,
1939     linecolor=black,
1940     linewidth=0.1cm,
1941     outermargin=1cm,
1942     rightline=false,
1943     topline=false,
1944   ]

```

```

1945 \footnotesize
1946 \noindent%
1947 \textbf{Exkurs:~#1}\par%
1948 \noindent%
1949 #2
1950 \end{mdframed}
1951 \vspace{0.2cm}
1952 }{}

```

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

```

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

```

Weiterführende Literatur:

- Quelle 1
- Quelle 2

```

1953 \cs_new:Npn \listen@punkt #1 {\item #1}
1954 \NewDocumentEnvironment { liQuellen }{ +b }
1955 {
1956   \seq_clear_new:N \l_quellen
1957   \seq_set_split:Nnn \l_quellen {\item} {#1}
1958   \seq_remove_all:Nn \l_quellen {}
1959   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
1960     \footnotesize
1961     \noindent
1962     \textsf{\textbf{Weiterführende~Literatur:}}
1963     \medskip
1964     \begin{compactitem}
1965       \seq_map_function:NN \l_quellen {\listen@punkt}
1966     \end{compactitem}
1967   \end{mdframed}
1968   %
1969   \makeatletter
1970   \par\@afterindentfalse\@afterheading
1971   \makeatother
1972 } {}

```

liLernkartei

```

1973 \NewDocumentEnvironment { liLernkartei }{ m +b }
1974 {
1975   \begin{mdframed}
1976     \footnotesize
1977     \noindent%
1978     \textbf{Lernkarteikarte:~#1}\par%
1979     \noindent%
1980     #2
1981   \end{mdframed}
1982 } {}

```

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

```

1983 \NewDocumentEnvironment { liDiagramm }{ m +b }
1984 {
1985   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
1986     \small
1987     \noindent%
1988     \textit{#1}:
1989     \begin{center}

```

```

1990   #2
1991   \medskip
1992   \end{center}
1993   \end{mdframed}
1994 } {}
1995 \ExplSyntaxOff

\liFussnoteUrl \liFussnoteUrl[⟨zusätzlicher-text⟩]{⟨url⟩} \liFussnoteUrl[zusätzlicher Text]{url}:
Eine HTTP-URL als Fußnote setzen.
1996 \NewDocumentCommand{\liFussnoteUrl} { o m } {
1997   \footnote{\url{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ ( #1)}}
1998 }
1999

\liFussnoteLink \liFussnoteLink[⟨zusätzlicher-text⟩]{⟨link-text⟩}{⟨url⟩} \liFussnoteLink[zusätzlicher Text]{tex
Einen Link, d. h. einen Link-Text und eine URL als Fußnote setzen.
2000 \NewDocumentCommand{\liFussnoteLink} { o m m } {
2001   \footnote{\href{#3}{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ ( #1)}}
2002 }

\zB
2003 \def\zB{z.\,B. }

\ZB
2004 \def\ZB{Z.\,B. }

\dh
2005 \def\dh{d.\,h. }

2006

```

2.27 master-theorem.sty

2007 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2008 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-master-theorem}[2021/04/13]

2.27.1 Makro-Kürzel

\let\O=\liO

\let\o=\liOmega

\let\T=\liT

\let\t=\liTheta

\liMasterVariablenDeklaration

{3} % a

{3} % b

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

\liMasterFallRechnung

% 1. Fall

{für $\varepsilon = 4$: \}

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

% 2. Fall

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

% 3. Fall

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

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

\liMasterVariablenDeklaration

{ } % a

{ } % b

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

\liMasterFallRechnung

% 1. Fall

{ }

% 2. Fall

{ }

% 3. Fall

{ }

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

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

2009 \ExplSyntaxOn

2010 \RequirePackage{amsmath}

\liRundeKlammer

2011 \def\liRundeKlammer#1{

2012 \negthinspace \left(#1 \right)

2013 }

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

2014 \def\liThetaOhneMathe#1{

2015 \Theta \liRundeKlammer{#1}

2016 }

2017 \def\liTheta#1{

2018 \ifmmode

2019 \liThetaOhneMathe{#1}

2020 \else

2021 \$\liThetaOhneMathe{#1}\$

2022 \fi

2023 }

```

\liOmega \liOmega{n^2}:  $\Omega(n^2)$ 
2024 \def\liOmegaOhneMathe#1{
2025 \Omega \liRundeKlammer{#1}
2026 }
2027 \def\liOmega#1{
2028 \ifmmode
2029 \liOmegaOhneMathe{#1}
2030 \else
2031 $\liOmegaOhneMathe{#1}$
2032 \fi
2033 }

\liO \liO{n^2}:  $\mathcal{O}(n^2)$ 
2034 \def\liOOhneMathe#1{
2035 \mathcal{O} \liRundeKlammer{#1}
2036 }
2037 \def\liO#1{
2038 \ifmmode
2039 \liOOhneMathe{#1}
2040 \else
2041 $\liOOhneMathe{#1}$
2042 \fi
2043 }

\liT Let-Abkürzung: \let\T=\liT
\liT{16}{2}:  $16 \cdot T\left(\frac{n}{2}\right)$  \liT{}{2}:  $T\left(\frac{n}{2}\right)$ 
2044 \def\liTOhneMathe#1#2{
2045 \tl_if_blank:nTF {#1}
2046 {}
2047 {#1 \cdot }
2048 T
2049 \liRundeKlammer{\frac{n}{#2}}
2050 }
2051 \def\liT#1#2{
2052 \ifmmode
2053 \liTOhneMathe{#1}{#2}
2054 \else
2055 $\liTOhneMathe{#1}{#2}$
2056 \fi
2057 }

\liRekursionsGleichung \liRekursionsGleichung:  $T(n) = a \cdot T\left(\frac{n}{b}\right) + f(n)$ 
2058 \def\liRekursionsGleichung{
2059 $T(n) = \liT{a}{b} + f(n)$
2060 }

\liBedingungEins \liBedingungEins:  $f(n) \in \mathcal{O}(n^{\log_b a - \varepsilon})$ 
2061 \def\liBedingungEins{
2062 $f(n) \in \liO{n^{\log\sb{b}a - \varepsilon}}$
2063 }

\liBedingungZwei \liBedingungZwei:  $f(n) \in \Theta(n^{\log_b a})$ 
2064 \def\liBedingungZwei{
2065 $f(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a}}$
2066 }

\liBedingungDrei \liBedingungDrei:  $f(n) \in \Omega(n^{\log_b a + \varepsilon})$ 
2067 \def\liBedingungDrei{
2068 $f(n) \in \liOmega{n^{\log\sb{b}a + \varepsilon}}$
2069 }

2070 \ExplSyntaxOff

```

\liMasterVariablen

```

2071 \def\liMasterVariablen{
2072   \begin{displaymath}
2073     T(n) = \liT{a}{b} + f(n)
2074   \end{displaymath}
2075
2076   \begin{itemize}
2077     \item[$a = $]
2078       Anzahl der rekursiven Aufrufe, Anzahl der Unterprobleme in der
2079       Rekursion
2080       ($a \geq 1$).
2081
2082     \item[$\textstyle{\frac{1}{b}} = $]
2083       Teil des Originalproblems, welches wiederum durch alle Unterprobleme
2084       repräsentiert wird, Anteil an der Verkleinerung des Problems ($b > 1$).
2085
2086     \item[$f(n) = $]
2087       Kosten (Aufwand, Nebenkosten), die durch die Division des Problems und
2088       die Kombination der Teillösungen entstehen. Eine von $T(n)$
2089       unabhängige und nicht negative Funktion.
2090   \end{itemize}
2091   \footcite{wiki:master-theorem}
2092   \footcite[Seite 19-35]{aud:fs:2}
2093 }
```

\liMasterFaelle

```

2094 \def\liMasterFaelle{
2095   \begin{description}
2096     \item[1. Fall:]
2097       $T(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a}}$
2098
2099       \hfill falls \liBedingungEins
2100       für $\varepsilon > 0$
2101
2102     \item[2. Fall:]
2103       $T(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a} \cdot \log n}$
2104
2105       \hfill falls \liBedingungZwei
2106
2107     \item[3. Fall:]
2108       $T(n) \in \liTheta{f(n)}$
2109
2110       \hfill falls \liBedingungDrei
2111       für $\varepsilon > 0$
2112       und ebenfalls für ein $c$ mit $0 < c < 1$ und alle hinreichend großen $n$
2113       gilt:
2114       $a \cdot f(\textstyle{\frac{n}{b}}) \leq c \cdot f(n)$
2115   \end{description}
2116 }
```

\liMasterVariablenDeklaration

```

2117 \def\liMasterVariablenDeklaration#1#2#3{
2118   \begin{description}
2119     \item[Allgemeine Rekursionsgleichung:] \strut
2120
2121     \liRekursionsGleichung
2122
2123     \item[Anzahl der rekursiven Aufrufe ($a$):] \strut
2124
2125     #1
2126
2127     \item[Anteil Verkleinerung des Problems ($b$):] \strut
2128   \end{description}
```



```

2129     um  $\frac{1}{b}$  also  $b = \frac{1}{a}$ 
2130
2131     \item[Laufzeit der rekursiven Funktion ( $f(n)$ ):] \strut
2132
2133      $T(n) = \frac{1}{b} + T(\frac{n}{b})$ 
2134
2135     \item[Ergibt folgende Rekursionsgleichung:] \strut
2136
2137      $T(n) = \frac{1}{b} + T(\frac{n}{b})$ 
2138 \end{description}
2139 }

\liMasterFallRechnung
2140 \def\liMasterFallRechnung#1#2#3{
2141   \begin{description}
2142     \item[1. Fall:] \liBedingungEins:
2143
2144     #1
2145
2146     \item[2. Fall:] \liBedingungZwei:
2147
2148     #2
2149
2150     \item[3. Fall:] \liBedingungDrei:
2151
2152     #3
2153   \end{description}
2154 }

\liMasterExkurs
2155 \def\liMasterExkurs{
2156   \begin{liExkurs}[Master-Theorem]
2157     \liMasterVariablen
2158
2159     \noindent
2160     Dann gilt:
2161
2162     \liMasterFaelle
2163   \end{liExkurs}
2164 }

\liMasterWolframLink Link zu Wolframalpha (+ durch Prozent 2B ersetzen)
2165 \def\liMasterWolframLink#1{
2166   Berechne die Rekursionsgleichung auf WolframAlpha:
2167   \href{https://www.wolframalpha.com/input/?i=#1}{WolframAlpha}
2168 }

2169

```

2.28 mathe.sty

```
2170 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2171 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-mathe}[2020/06/10]
2172
2173 % for example \ltimes \rtimes
2174 %\RequirePackage{amssymb}
2175 \RequirePackage{amsmath}
2176
2177 %%
2178 % \mlq \mrq
2179 %%
2180 \DeclareMathSymbol{\mlq}{\mathord}{operators}{``}
2181 \DeclareMathSymbol{\mrq}{\mathord}{operators}{`}
2182
```

2.29 minimierung.sty

```

2183 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2184 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-mathe}[2021/03/13 Für den
2185 Minimierungsalgorithmus von einem NEA zu einem DEA]

2186 \liLadePakete{typographie}

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

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

\liFussnoten

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

\liFussnote

2187 \def\liFussnote#1{\$x_{#1}\$}

2188 \def\li@fussnote@text#1#2{
2189 \liFussnote{#1}
2190 \quad
2191 {\footnotesize #2}
2192 }

\liFussnoteEinsText
2193 \def\liFussnoteEinsText{
2194 \li@fussnote@text{1}
2195 {Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.}
2196 }

\liFussnoteZweiText
2197 \def\liFussnoteZweiText{
2198 \li@fussnote@text{2}
2199 {Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.}
2200 }

\liFussnoteDreiText
2201 \def\liFussnoteDreiText{
2202 \li@fussnote@text{3}

```

```

2203 {In weiteren Iterationen markierte Zustände.}
2204 }

\liFussnoteVierText
2205 \def\liFussnoteVierText{
2206   \li@fussnote@text{4}
2207   {...}
2208 }

\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.                          |
| $x_4$ | ...                                                                  |



2209 \def\liFussnoten{
2210   \bigskip
2211
2212   \noindent
2213   \liFussnoteEinsText
2214
2215   \noindent
2216   \liFussnoteZweiText
2217
2218   \noindent
2219   \liFussnoteDreiText
2220
2221   \noindent
2222   \liFussnoteVierText
2223 }

\liLeereZelle \liLeereZelle:  $\emptyset$ 
Let-Abkürzung: \let\l=\liLeereZelle
2224 \def\liLeereZelle{\$\emptyset\$}

\liZustandsPaarVariablenName
2225 \def\liZustandsPaarVariablenName{z}

\liZustandsPaar
2226 \def\liZustandsPaar#1#2{
2227   $(
2228     \liZustandsPaarVariablenName_#1,
2229     \liZustandsPaarVariablenName_#2
2230   )$
2231 }

liUebergangsTabelle
2232 \renewcommand{\arraystretch}{1.4}
2233 \NewDocumentEnvironment{ liUebergangsTabelle } { m m } {
2234   \liPseudoUeberschrift{Übergangstabelle}
2235   \begin{center}
2236     \begin{tabular}{r|l|l}
2237       \textbf{Zustandspaar} & \textbf{#1} & \textbf{#2} \\ \hline
2238     \end{tabular}
2239   \end{center}
2240 }

liUeberschriftDreiecksTabelle \liUeberschriftDreiecksTabelle: Minimierungstabelle (Table filling)

2242 \ExplSyntaxOn
2243 \def\liUeberschriftDreiecksTabelle{
2244   \liPseudoUeberschrift{Minimierungstabelle~(Table~filling)}
2245 }

```

\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. —————

```

2246 \def\liMinimierungErklaerung{
2247   %\footcite[Seite~19]{koenig}
2248   \liParagraphMitLinien{
2249     Der~Minimierungs-Algorithmus~(auch~Table-Filling-Algorithmus-genannt)~
2250     trägt~in~seinem~Verlauf~eine~Markierung~in~alle~
2251     diejenigen~Zellen~der~Tabelle~ein,~die~zueinander~nicht~äquivalente~
2252     Zustände~bezeichnen.~Die~Markierung~„ $x_{\sb{n}}$ “~in~einer~Tabellenzelle~( $i$ ,~
2253      $j$ )~bedeutet~dabei,~dass~das~Zustandspaar~( $i$ ,~ $j$ )~in~der~ $k$ -ten~
2254     Iteration~des~Algorithmus~markiert~wurde~und~die~Zustände~ $i$ ~und~ $j$ ~
2255     somit~zueinander~( $k - 1$ )~äquivalent,~aber~nicht~ $k$ -äquivalent~und~
2256     somit~insbesondere~nicht~äquivalent~sind.~Bleibt~eine~Zelle~bis~zum~Ende~
2257     unmarkiert,~sind~die~entsprechenden~Zustände~zueinander~äquivalent.
2258   }
2259 }
2260 \ExplSyntaxOff
2261

```

2.30 normalformen.sty

```

2262 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2263 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-normalformen}[2020/12/10
2264 Hilfsmakros zum Setzen von Normalformen, Funktionalen Abhängigkeiten,
2265 Attributhülle]

```

```

Mathe für textit tex etc, typographie für geschweifte Klammer
2266 \liLadePakete{mathe,typographie}
2267 \directlua{
2268   helfer = require('lehramt-informatik-helfer')
2269   normalformen = require('lehramt-informatik-normalformen')
2270 }

```

2.30.1 Makro-Kürzel

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

```

2271 \def\liTeilen#1{
2272   \directlua{tex.print(normalformen.teilen('#1'))}
2273 }

```

```

\liAttributHuelle Let-Abkürzung: \let\ah=\liAttributHuelle
                  \ah{F, \m{A, B}} AttrHülle( $F, \{A, B\}$ ) Regulärer Ausdruck zum Konvertieren
                  AttrHülle\(((.*)\)\ \ah{$1}

2274 \def\liAttributHuelleOhneMathe#1{\text{AttrHülle}(#1)}
2275 \def\liAttributHuelle#1{
2276 \ifmmode
2277   \liAttributHuelleOhneMathe{#1}
2278 \else
2279   $\liAttributHuelleOhneMathe{#1}$
2280 \fi
2281 }

```

\liAttributMenge **Let-Abkürzung:** \let\m=\liAttributMenge
2282 \def\liAttributMenge#1{\{ \textit{#1} \}}

```

liAHuelle
2283 \NewDocumentEnvironment{ liAHuelle } { +b } {
2284   \begingroup
2285   \footnotesize
2286   \begin{multline*}
2287     #1
2288   \end{multline*}
2289   \endgroup
2290 } { }

```

```

\liLinksReduktion Nur innerhalb von liAHuelle zu verwenden bzw. multiline
Let-Abkürzung: \let\ahL=\liLinksReduktion
    \ahL{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}

2291 \def\liLinksReduktion#1#2#3{
2292   \shoveleft{
2293     \liAttributHuelleOhneMathe{FA,
2294       \liAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
2295     } \\\

```

```

2296 \shoveright{
2297   \liAttributMenge{#3}
2298 } \\\
2299 }

```

```

\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( $F, \{A, E \setminus E\}$ ) =  $\{A, E, F, B, D\}$ 
2300 \def\liLinksReduktionInline#1#2#3{%
2301   {%
2302     \footnotesize%
2303     $\liAttributHuelleOhneMathe{F,
2304       \liAttributMenge{#1} \string\ #2}} =
2305     \liAttributMenge{#3}$
2306   }
2307 }

```

```

\liLinksReduktionInline Let-Abkürzung: \let\ahr=\liLinksReduktionInline
    \ahr{gelöschte FA}{neue FA ohne rechts Attribut}{gegebene Attribute}{Ergebnis}
2308 \def\liRechtsReduktionInline#1#2#3#4{%
2309   {%
2310     \footnotesize%
2311     $\liAttributHuelleOhneMathe{
2312       F \setminus
2313       \liFunktionaleAbhaengigkeit{#1}
2314       \def\tmp{#2}\ifx\tmp\empty
2315       \else
2316         \cup \liFunktionaleAbhaengigkeit{#2}
2317       \fi
2318       ,
2319       \liAttributMenge{#3}
2320     } =
2321     \liAttributMenge{#4}$
2322   }
2323 }

```

```

\liFunktionaleAbhaengigkeit Let-Abkürzung: \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
    \fa{A, B -> C, D}:  $\{A, B\} \rightarrow \{C, D\}$  Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
    \$(.*?) \\\rightarrow (.*)\$ \fa{$1 -> $2}
2324 \def\liFunktionaleAbhaengigkeit#1{%
2325   \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeit('#1', false)}%
2326 }

```

```

\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;

```

```

2327 \NewDocumentCommand {\liFunktionaleAbhaengigkeiten} { O{FA} m } {
2328   \liGeschweifteKlammern
2329   {#1}
2330   {
2331     \begin{align*}
2332       \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeiten('#2')}
2333     \end{align*}
2334   }
2335   {-0.5cm}
2336   {-1.7cm}
2337 }

\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}

2338 \NewDocumentCommand {\liRelation} { O{R} m } {
2339   $\directlua{
2340     local name = helper.konvertiere_tiefgestellt('#1')
2341     tex.print(name)
2342   }$(\textit{\,#2\,})
2343 }

2344

```


2.31 o-notation.sty

2345 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2346 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-o-notation}[2021/09/08]

2.31.1 Makro-Kürzel

\let\O=\liONotationO

2.31.2 TeX-Markup-Beispiel: Funktionsgraphen mit pgfplots

```
\begin{tikzpicture}
  \begin{axis}[
    xlabel=$n$,
    legend entries={\f a, \f b, \f c, \f d, \f e},
    ymax=500,
    xmin=0,
    xmax=7,
    legend pos=north west,
    domain=0:7
  ]
    \addplot{sqrt(x^5) + (4 * x) - 5};
    \addplot{log2(log2(x))};
    \addplot{2^x};
    \addplot{x^2 * log10(x) + (2 * x)};
    \addplot{4^x / (log2(x))};
  \end{axis}
\end{tikzpicture}
```

2347 \ExplSyntaxOn

2348 \RequirePackage{amssymb}

2349 \RequirePackage{pgfplots}

Für echte Teilmenge \subsetneq: \subsetneq

2350 \RequirePackage{amssymb}

\liRundeKlammer

```
2351 \def\liRundeKlammer#1{
2352   \negthinspace \left( #1 \right)
2353 }
```

\liONotationO $\mathcal{O}(n^2)$

```
2354 \cs_new:Npn \o_notation_O:n #1 {
2355   \mathcal{O} \liRundeKlammer{#1}
2356 }
2357 \def\liONotationO#1{
2358   \ifmmode
2359     \o_notation_O:n { #1 }
2360   \else
2361     $ \o_notation_O:n { #1 } $
2362   \fi
2363 }
```

2364

2.32 petri.sty

2365 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2366 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-petri}[2020/12/03]

2.32.1 Makro-Kürzel

\let\t=\liPetriTransitionsName

\let\tp=\liPetriTransPfeile

\let\k=\liPetriErreichKnotenDrei

2367 \RequirePackage{tikz}

2368 \usetikzlibrary{petri,arrows.meta}

Für die Darstellungsmatrix

2369 \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

2370 \def\liPetriSetzeSchluessel{%

2371 \def\TmpTransitionOne{}%

2372 \def\TmpTransitionTwo{}%

2373 \def\TmpTransitionThree{}%

2374 \def\TmpTransitionFour{}%

2375 \def\TmpTransitionFive{}%

2376 \def\TmpTransitionSix{}%

2377 \def\TmpTransitionSeven{}%

2378 \def\TmpTransitionEight{}%

2379 \def\TmpTransitionNine{}%

2380 \def\TmpTransitionTen{}%

2381 \pgfkeys{/petri/.cd,

2382 p1/.store in=\TmpPlaceOne,p1/.default=0,p1,

2383 p2/.store in=\TmpPlaceTwo,p2/.default=0,p2,

2384 p3/.store in=\TmpPlaceThree,p3/.default=0,p3,

2385 p4/.store in=\TmpPlaceFour,p4/.default=0,p4,

```

2386 p5/.store in=\TmpPlaceFive,p5/.default=0,p5,
2387 p6/.store in=\TmpPlaceSix,p6/.default=0,p6,
2388 p7/.store in=\TmpPlaceSeven,p7/.default=0,p7,
2389 p8/.store in=\TmpPlaceEight,p8/.default=0,p8,
2390 p9/.store in=\TmpPlaceNine,p9/.default=0,p9,
2391 p10/.store in=\TmpPlaceTen,p10/.default=0,p10,
2392 t1/.store in=\TmpTransitionOne,t1/.default=activated,
2393 t2/.store in=\TmpTransitionTwo,t2/.default=activated,
2394 t3/.store in=\TmpTransitionThree,t3/.default=activated,
2395 t4/.store in=\TmpTransitionFour,t4/.default=activated,
2396 t5/.store in=\TmpTransitionFive,t5/.default=activated,
2397 t6/.store in=\TmpTransitionSix,t6/.default=activated,
2398 t7/.store in=\TmpTransitionSeven,t7/.default=activated,
2399 t8/.store in=\TmpTransitionEight,t8/.default=activated,
2400 t9/.store in=\TmpTransitionNine,t9/.default=activated,
2401 t10/.store in=\TmpTransitionTen,t10/.default=activated,
2402 scale/.store in=\TmpScale,scale/.default=0.5,
2403 x/.store in=\TmpX,x/.default=5,
2404 y/.store in=\TmpY,y/.default=5,
2405 }%
2406 }

```

```

2407 \tikzset{
2408   li petri/.style={
2409     activated/.style={
2410       very thick
2411     },
2412     inhibitor/.style={
2413       {Circle[open,length=2mm,fill=white]}-
2414     }
2415   }
2416 }

```

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

```

2417 \def\liPetriTransitionsNameOhneMathe#1{t\sb{#1}}
2418 \def\liPetriTransitionsName#1{
2419   \ifmmode
2420     \liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}
2421   \else
2422     $\liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}$
2423   \fi
2424 }

```

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

```

2425 \NewDocumentCommand{ \liPetriErreichTransition } { m m m O{} O{} } {
2426   \draw[->] (#1) edge[#4] node[pos=0.5,auto,sloped,#5]{t\sb{#3}$} (#2);
2427 }

```

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

```

2428 \def\liPetriErreichKnotenDrei#1#2#3{(#1,#2,#3)}

```

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

```

2429 \def\liPetriTransPfeile#1{ $\rightarrow \hspace{0.4cm} \liPetriTransitionsName{#1} \hspace{0.3cm}
2430 }

```

2.33 potenzmengen-konstruktion.sty

```
2431 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2432 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-potenzmengen-konstruktion}[2021/02/21 Hilfsmakros
2433 einzusetzen bei der Potenzmengen-Konstruktion (Potenzmengen-Algorithmus)]
```

```
2434 \liLadePakete{formale-sprachen}
2435 \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}
    }
  }
}
```

```
2436 \def\liZustandsMengenSammlung#1#2{
2437   \liZustandsnameGross{#1}
2438   {
2439     \footnotesize
2440     \liPotenzmenge{
2441       \str_case:nn {#1} {#2
2442       }
2443     }
2444 }
```

```
\liZustandsMengenSammlungNr
```

```
2445 \def\liZustandsMengenSammlungNr#1#2{
2446   \liZustandsnameGross{#1}
2447   {
```

```
2448     \footnotesize
2449     \liZustandsmengeNr{
2450         \str_case:nn {#1} #2
2451     }
2452 }
2453 }

2454 \ExplSyntaxOff
2455
```

2.34 pseudo.sty

```

2456 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2457 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-pseudo}[2020/12/30 Paket zum Setzen
2458 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 <div style="margin-left: 20px;">$E' \leftarrow E' \cup \{e\}$;</div> end </div> <p>end</p> <p>Result: $M = (V, E')$ ist ein minimaler Spannbaum von G.</p>
--

```

2459 \RequirePackage[german,boxruled]{algorithm2e}

```

```

2460

```

2.35 pumping-lemma.sty

2461 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
 2462 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-pumping-lemma}[2021/08/11 Enthält die
 2463 Definitionen für das Pumping-Lemma in der Regulären Sprache und
 2464 in der Kontextfreien Sprache]

\liPumpingRegulaer

```
2465 \def\liPumpingRegulaer{%
2466   Es sei  $L$  eine reguläre Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass für
2467   alle Wörter  $\omega$  in  $L$  mit  $|\omega| \geq j$  (jedes Wort  $\omega$  in
2468    $L$  mit Mindestlänge  $j$ ) jeweils eine Zerlegung  $\omega = uvw$ 
2469   existiert, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
2470
2471   \begin{enumerate}
2472     \item  $|v| \geq 1$ 
2473     (Das Wort  $v$  ist nicht leer.)
2474
2475     \item  $|uv| \leq j$ 
2476     (Die beiden Wörter  $u$  und  $v$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
2477
2478     \item Für alle  $i = 0, 1, 2, \dots$  gilt  $uv^i w$  in  $L$ 
2479     (Für jede natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^i w$  in der
2480     Sprache  $L$ )
2481   \end{enumerate}
2482
2483   Die kleinste Zahl  $j$ , die diese Eigenschaften erfüllt, wird
2484   Pumping-Zahl der Sprache  $L$  genannt.\footcite{wiki:pumping-lemma}
2485 }
```

\liPumpingKontextfrei

```
2486 \def\liPumpingKontextfrei{%
2487   Es sei  $L$  eine kontextfreie Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass
2488   sich alle Wörter  $\omega$  in  $L$  mit  $|\omega| \geq j$  zerlegen lassen in
2489    $\omega = uvwxy$ , sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
2490
2491   \begin{enumerate}
2492     \item  $|vx| \geq 1$ 
2493     (Die Wörter  $v$  und  $x$  sind nicht leer.)
2494
2495     \item  $|vwx| \leq j$ 
2496     (Die Wörter  $v$ ,  $w$  und  $x$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
2497
2498     \item Für alle  $i \in \mathbb{N}_0$  gilt  $uv^iwx^iy$  in  $L$  (Für jede
2499     natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^iwx^iy$  in der
2500     Sprache  $L$ )
2501   \end{enumerate}
2502 }
2503
```

2.36 quicksort.sty

```

2504 % https://tex.stackexchange.com/a/142634
2505 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2506 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-quicksort}[2020/06/12]
2507
2508 %-----
2509 % USAGE:
2510 % \QSinitialize{comma, separated, numerical, values}
2511 % \loop
2512 % \QSpivotStep
2513 % \ifnum\value{pivotcount}>0
2514 %   \QSSortStep
2515 % \repeat
2516 %-----
2517
2518 % xintfrac does not load xinttools, this must be done explicitly if needed as here.
2519 \RequirePackage{xintfrac, xinttools}
2520
2521 \RequirePackage{tikz}
2522
2523 %-----
2524 % FIRST PART: TikZ styles and macros for the actual drawing
2525 \newcounter{cellcount}% used for coordinates of the node
2526 \newcounter{pivotcount}% when it will remain at zero, will signal the sort is finished.
2527
2528 % Styles defined by Tom Bombaldi. (modified: all share the same size)
2529 % (re-modified \bf -> \bfseries due to extremely annoying warnings from
2530 % KOMA-script which are truly a pain and do not make any sense regarding \bf:
2531 % if I want to use \bf, and know what I am doing, why should I get HARASSED
2532 % by police of LaTeX good conduct ? )
2533 \tikzset{ll/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=lime!70!gray},
2534          ol/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=olive!50},
2535          rl/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black, text=white},
2536 % this is the "b" style as used in the image below
2537          bl/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black, text=white},
2538 % nicer:
2539          bw/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=white, text=magenta},
2540          gb/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=gray, text=white, text=white},
2541
2542 % NOTE the b style was originally the same as the r(aised) style apart from
2543 % not being raised, but I find it nicer with a somewhat different
2544 % specification. I have not updated the images though.
2545
2546 % How the nodes are drawn depending on whether on the left of the pivot value
2547 % or on the right, or is a pivot value, or a raised pivot during selection phase.
2548
2549 \def\DecoLEFT #1{%
2550   \xintFor* ##1 in {#1} \do
2551     {\stepcounter{cellcount}\node[o] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2552 }
2553
2554 \def\DecoINERT #1{%
2555   \xintFor* ##1 in {#1} \do
2556     {\stepcounter{cellcount}\node[g] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2557 }
2558
2559 \def\DecoRIGHT #1{%
2560   \xintFor* ##1 in {#1} \do
2561     {\stepcounter{cellcount}\node[l] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2562 }
2563
2564 \def\DecoLEFTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
2565   \xintFor* ##1 in {#1} \do

```



```

2566     {\stepcounter{cellcount}}%
2567     \xintifForLast {\node[r]}\node[o]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2568 }
2569
2570 \def\DecoINERTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
2571     \xintFor* ##1 in {#1} \do
2572     {\stepcounter{cellcount}}%
2573     \xintifForLast {\node[b]}\node[g]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2574 }
2575
2576 \def\DecoRIGHTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
2577     \xintFor* ##1 in {#1} \do
2578     {\stepcounter{cellcount}}%
2579     \xintifForLast {\node[r]}\node[l]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2580 }
2581
2582 %-----
2583 % SECOND PART: the actual sorting routines.
2584
2585 \def\QS@sort@a #1{\expandafter \QS@sort@b \expandafter {\xintLength {#1}}{#1}}
2586 \def\QS@sort@b #1{\ifcase #1
2587     \expandafter\QS@sort@empty
2588     \or\expandafter\QS@sort@single
2589     \else\expandafter\QS@sort@c
2590     \fi
2591 }%
2592 \def\QS@sort@empty #1{}
2593 \def\QS@sort@single #1{\QSIr {#1}}
2594
2595 % This step is to pick the last as pivot.
2596 \def\QS@sort@c #1%
2597     {\expandafter\QS@sort@d\expandafter {\romannumeral0\xintnthelt {-1}{#1}}{#1}}%
2598
2599 % Here \QSLr, \QSIr, \QSR have been let to \relax.
2600 % The trick with \xintApplyUnbraced is that for example when selecting
2601 % the elements smaller than pivot, if we had been using \xintApply we
2602 % would have had at the minimum an empty brace pair. Thus we use the
2603 % "unbraced" variant, but then the \QS@select@smaller has added in
2604 % anticipation a level of braces.
2605 \def\QS@sort@d #1#2{%
2606     \QSLr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@smaller {#1}}{#2}}}%
2607     \QSIr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@equal {#1}}{#2}}}%
2608     \QSRr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@greater {#1}}{#2}}}%
2609 }%
2610 \def\QS@select@smaller #1#2{\xintifLt {#2}{#1}{{#2}}{ }}% space will stop a f-
    expansion
2611 \def\QS@select@equal #1#2{\xintifEq {#2}{#1}{{#2}}{ }}% space will stop a f-
    expansion
2612 \def\QS@select@greater #1#2{\xintifGt {#2}{#1}{{#2}}{ }}% space will stop a f-
    expansion
2613
2614 %
2615 % NOTE 1: thus, each comparison with the pivot is done three (!) times.
2616 %
2617 % NOTE 2: we may well end up with \QSLr {<empty>} situations. This is handled
2618 % silently by the \xintFor loops, and also when \QSLr becomes \QS@sort@a, the
2619 % latter must handle correctly an empty argument.
2620
2621 %-----
2622 % THIRD PART: the main macros \QSpivotStep, \QSsortStep and \QSinitialize.
2623
2624 % This draws all with suitable highlighting for the newly chosen pivots
2625 % (which will be shown raised)

```

```

2626 \def\QSpivotStep {\let\QSLr\DecoLEFTwithPivot
2627             \let\QSIr\DecoINERT
2628             \let\QSIrr\DecoINERT
2629             \let\QSRr\DecoRIGHTwithPivot
2630 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}}%
2631             \setcounter{cellcount}{0}\setcounter{pivotcount}{0}%
2632             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2633 }
2634
2635 % This sorts and then draws, showing where the pivot chosen in the previous
2636 % step go. Next time they will have become "inert". If pivotcount is still at
2637 % zero on exit from \QSpivotStep, then this is the signal to stop before
2638 % executing \QSsortStep.
2639 \def\QSsortStep {\def\QSLr {\noexpand\QS@sort@a}%
2640             \def\QSRr {\noexpand\QS@sort@a}%
2641             \def\QSIr {\noexpand\QSIrr}%
2642             \let\QSIrr\relax
2643             \edef\QS@list{\QS@list}%
2644             \let\QSLr\relax
2645             \let\QSRr\relax
2646             \let\QSIr\relax
2647             \edef\QS@list{\QS@list}%
2648             \let\QSLr\DecoLEFT
2649             \let\QSIr\DecoINERTwithPivot
2650             \let\QSIrr\DecoINERT
2651             \let\QSRr\DecoRIGHT
2652 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}}%
2653             \setcounter{cellcount}{0}%
2654             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2655 }
2656
2657 \def\QSinitialize #1{%
2658     % first, we convert the comma separated values into a list of braced items
2659     % we use an \edef, and anyhow many \edef's will be used later
2660     \edef\QS@list {\noexpand\QSRr {\xintCSVtoList {#1}}}%
2661     \let\QSRr\DecoRIGHT
2662     % The \QSRr marker mutated to draw the last element as
2663     % pivot and the earlier ones with the suitable style.
2664     %
2665     % The list of marked braced items \QS@list is used both for drawing
2666     % (as here) and for doing the exchange of elements during sort.
2667     \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}\setcounter{cellcount}{0}%
2668             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2669 }
2670

```

2.37 relationale-algebra.sty

```

2671 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2672 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-relationale-algebra}[2020/12/11]
2673 \RequirePackage{amsmath}
2674 \RequirePackage{amssymb}

```

```

    Zum Zeichnen von Operatorenbäumen verwenden wir TikZ
\begin{tikzpicture}
  \node
    (pi) {\pi_{\text{Kunde.Name, Kunde.Geburtsdatum}}};

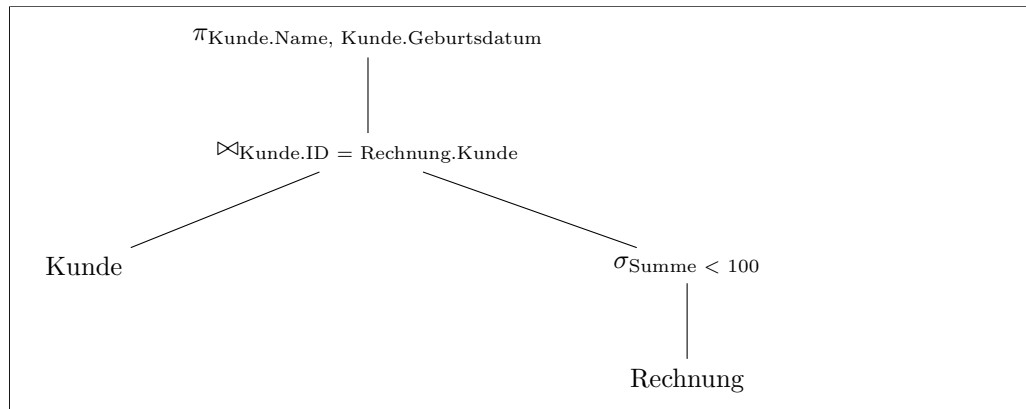
  \node[below=of pi]
    (theta join) {\bowtie_{\text{Kunde.ID = Rechnung.Kunde}}};
    edge (pi);

  \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}

```



```

2675 \RequirePackage{tikz}
2676 \usetikzlibrary{positioning}

    Privates Makros, das zwei Querstriche erzeugt.
2677 \def\o@join{\setbox0=\hbox{\bowtie}}%
2678   \rule[-.02ex]{.25em}{.4pt}\llap{\rule[\ht0]{.25em}{.4pt}}%
2679 }

\leftouterjoin A \leftouterjoin B: A ⋈ B
2680 \def\leftouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie}}

\rightouterjoin A \rightouterjoin B: A ⋉ B
2681 \def\rightouterjoin{\mathbin{\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}

\fullouterjoin A \fullouterjoin B: A ⋈⋉ B
2682 \def\fullouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}
2683

```

2.38 rmodell.sty

```
2684 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2685 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-rmodell}[2020/09/01]
2686 Makros und Umgebungen zum Setzen des Relationenmodells beim Thema
2687 Datenbanken.]
2688 \RequirePackage{soul}
```

2.38.1 Makro-Kürzel

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

`\liPrimaer` `\liPrimaer{text}`: Unterstreichung für den Primärschlüssel

```
2689 \def\liPrimaer#1{\ul{#1}}
```

`\liFremd` `\liFremd{text}`: Überstreichung für den Fremdschlüssel

```
2690 \def\liFremd#1{{\setul{-0.9em}{}\ul{#1}}}
```

`liRmodell` `\begin{liRmodell}` `\end{liRmodell}`: Kleinere Schrift und Schreibmaschinenschrift.

```
2691 \def\li@Rmodell@Schrift{\footnotesize\ttfamily}
2692 \ExplSyntaxOn
2693 \NewDocumentEnvironment { liRmodell }
2694 { +b }
2695 {
2696   \medskip
2697   {
2698     \linespread{2}
2699     \setlength{\parindent}{0pt}
2700     \li@Rmodell@Schrift#1
2701   }
2702   \medskip
2703 } {}
2704 \ExplSyntaxOff
```

`\liRelationMenge` **Let-Abkürzung:** `\let\r=\liRelationMenge`

`\liRelationMenge{name}{attribut, attribut}`: Umhüllen der Attribute mit geschweiften und dann eckigen Klammern.

```
2705 \def\liRelationMenge#1#2{
2706 \noindent
2707 #1 : \[ #2 ]\}
2708 \par
2709 }
```

`\liAttribut` **Let-Abkürzung:** `\let\a=\liAttribut`

`\liAttribut{text}`: Gleiche Schrift wie Umgebung `liRmodell`

```
2710 \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}
```

```
2711 \NewDocumentEnvironment { liRelationenSchemaFormat }{ +b } {} {}
```

```
2712
```

2.39 sortieren.sty

```
2713 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2714 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-sortieren}[2020/06/10 Schaubilder
2715 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}
}
```



```
2716 \RequirePackage{tikz}
2717 \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.

```
2718 \def\liVertauschen#1{
2719   \directlua{
2720     local sortieren = require('lehramt-informatik-sortieren')
2721     sortieren('#1')
2722   }
2723 }
```

`\liSortierPfeil`

```
2724 \def\liSortierPfeil#1#2{
2725   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 north) -- ++(0,0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 north);
2726 }
```

`\liSortierPfeilUnten`

```
2727 \def\liSortierPfeilUnten#1#2{
2728   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 south) -- ++(0,-0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 south);
2729 }
```

`\liSortierMarkierung`

```
2730 \def\liSortierMarkierung#1#2{\node[
2731   draw,
2732   very thick,
2733   fit=(reihe.#1) (reihe.#2),
2734   inner sep=0pt
2735 ] {}
2736 }

2737 \tikzset{
2738   li sortierung zahlenreihe/.style={
2739     draw,
2740     thin,
2741     font=\large,
2742     rectangle split horizontal,
2743     rectangle split,
2744   }
2745 }
```

```

2746 % https://tex.stackexchange.com/a/140895
2747 \RequirePackage{forest,xstring}
2748 \usetikzlibrary{calc}
2749
2750 \makeatletter
2751 \pgfmathdeclarefunction{strrepeat}{2}{%
2752   \begingroup\pgfmathint{#2}\pgfmath@count\pgfmathresult
2753   \let\pgfmathresult\pgfutil@empty
2754   \pgfutil@loop\ifnum\pgfmath@count>0\relax
2755     \expandafter\def\expandafter\pgfmathresult\expandafter{\pgfmathresult#1}%
2756     \advance\pgfmath@count-1\relax
2757   \pgfutil@repeat\pgfmath@smuggleone\pgfmathresult\endgroup}
2758 \makeatother
2759
2760 \def\myNodes{}
2761
2762 \ExplSyntaxOn
2763 \newcommand*\sortList[1]{%
2764   \clist_sort:Nn#1{\int_compare:nNnTF{##1}>{##2}\sort_return_swapped:\sort_return_same:}}
2765 \ExplSyntaxOff
2766
2767 \forestset{
2768   sort/.code={%
2769     \pgfmathparse{level()>\forestSortLevel}%
2770     \ifnum\pgfmathresult=0
2771       \StrSubstitute{\forestov{content}}{ }{,}[\myList]%
2772       \sortList\myList
2773       \StrSubstitute{\myList}{,}{ }[\myList]%
2774       \pgfmathparse{strrepeat("1",level())}%
2775       \xappto\myNodes{\noexpand\node at ({\forestov{name}|-m})!-1!({\forestov{name}}$)
2776         (m\forestov{name}) {\myList}}%
2777       \pgfmathparse{level()=\forestSortLevel}%
2778       \ifnum\pgfmathresult=1
2779         \forestOget{\forestov{@first}}{name}\forestFirst
2780         \forestOget{\forestov{@last}}{name}\forestLast
2781         \xappto\myNodes{{[-]edge (\forestOv{\forestov{@first}}{name})
2782           \ifx\forestFirst\forestLast\else edge (\forestOv{\forestov{@last}}{name})\fi}}%
2783       \fi
2784       \ifnum\forestov{@parent}=0\else
2785         \xappto\myNodes{edge (m\forestOv{\forestov{@parent}}{name})}%
2786       \fi
2787       \gappto\myNodes{;}%
2788     \fi}}
2789
2790 \forestset{sort level/.code=%
2791   \pgfmathparse{#1}\let\forestSortLevel\pgfmathresult
2792   \pgfmathparse{strrepeat("1",\forestSortLevel+1)}\let\forestOnes\pgfmathresult}
2793

```

2.40 spalten.sty

```
2794 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2795 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-spalten}[2020/12/07 Lädt das Paket
2796 „multicol“, damit mehrspaltiger Satz mit Hilfe der Umgebung „multicols“
2797 realisiert werden kann.]
2798 \RequirePackage{multicol}
```

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

```
2799 \def\liSpaltenUmbruch{\vfill\strut\columnbreak}
```

```
2800
```

2.41 sql.sty

```
2801 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2802 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-tabelle}[2021/09/02 Zu Setzen von SQL]
2803 \liLadePakete{syntax}
2804 \RequirePackage{fancyvrb}
2805 \DefineVerbatimEnvironment{liSqlErgebnis}{Verbatim}
2806 {fontsize=\footnotesize}
2807
```


2.42 struktogramm.sty

```
2808 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2809 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-struktogramm}[2021/01/31 Lädt das
2810 Paket struktex zum Setzen von Struktogrammen]
2811 \RequirePackage{struktex}
2812
```

2.43 syntax.sty

```

2813 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2814 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-syntax}[2020/06/10 Ein Hüll-Paket um
2815 `minted`, das sich um die Syntax-Hervorhebung des Java-Codes kümmert.]
2816 \RequirePackage{xparse}

```

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

2.43.1 Makro-Kürzel

```

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

```

```

2817 \ExplSyntaxOn
2818 \directlua{
2819   syntax = require('lehramt-informatik-syntax')
2820   syntax.importiere_konfiguration('tex_repo_lokaler_pfad', '\LehramtInformatikRepository')
2821   syntax.importiere_konfiguration('github_domain', '\LehramtInformatikGithubDomain')
2822   syntax.importiere_konfiguration('github_raw_domain', '\LehramtInformatikGithubRawDomain')
2823   syntax.importiere_konfiguration('github_tex_repo', '\LehramtInformatikGithubTexRepo')
2824   syntax.importiere_konfiguration('github_code_repo', '\LehramtInformatikGithubCodeRepo')
2825   syntax.importiere_konfiguration('git_branch', '\LehramtInformatikGitBranch')
2826 }
2827 \RequirePackage{hyperref}
2828 \RequirePackage{minted}
2829 % pygmentize -L styles
2830 \usemintedstyle{colorful}
2831 %\BeforeBeginEnvironment{minted}{\begin{mdframed}}
2832 %\AfterEndEnvironment{minted}{\end{mdframed}}
2833 %\setminted{breaklines=true,linenos}
2834 \setminted{
2835   breaklines=true,
2836   linenos,
2837   fontsize=\footnotesize,
2838 }

```

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

Let-Abkürzung: `\let\j=\liJavaCode`

```

2839 \def\liJavaCode#1{\,\mintinline{java}|#1|\,}

```

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

```

2840 \def\liLatexCode#1{\mintinline{latex}|#1|}

```

```

2841 \def\li@GithubLink#1#2{
2842   \begin{flushright}
2843     \tiny
2844     Code-Beispiel~auf~Github~ansehen:~
2845     \href{#1}{\nolinkurl{#2}}
2846   \end{flushright}
2847 }

```

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

```

2848 \NewDocumentCommand{\liJavaDatei}{0{firstline=3} m }{
2849   \inputminted[#1]{java}{
2850     \directlua{
2851       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', false)
2852     }
2853   }
2854   \li@GithubLink

```

```

2855     {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', false)}}
2856     {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', false)}}
2857 }

\liJavaTestDatei Eine komplette Java-Test-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/test/java/org/bschlangaul
liegt.
2858 \NewDocumentCommand{\liJavaTestDatei}{ 0{firstline=3} m }{
2859   \inputminted[#1]{java}{
2860     \directlua{
2861       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', true)
2862     }
2863   }
2864   \li@GithubLink
2865   {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', true)}}
2866   {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', true)}}
2867 }

\liJavaExamen \liJavaExamen{66116}{2015}{03}{Kunde} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \liJavaDatei(\[.
\liJavaExamen$1{$2}{$3}{$4}{$5}
2868 \NewDocumentCommand{\liJavaExamen}{ 0{firstline=3} m m m m }{
2869   \inputminted[#1]{java}{
2870     \directlua{
2871       syntax.drucke_absoluten_examens_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')
2872     }
2873   }
2874
2875   \li@GithubLink
2876   {\directlua{syntax.drucke_github_examens_url('#2', '#3', '#4', '#5')}}
2877   {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
2878 }

\liAssemblerCode
2879 \def\liAssemblerCode#1{\mintinline{asm}|#1|}

\liAssemblerDatei \liAssemblerDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Assembler-Datei.
2880 \NewDocumentCommand{\liAssemblerDatei}{ m }{
2881   \inputminted{asm}{#1}
2882 }

\liMinispracheDatei \liMinispracheDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Minisprachen-Datei
(Hochsprache für die Minimaschine von Albert Wiedemann).
2883 \NewDocumentCommand{\liMinispracheDatei}{ m }{
2884   \inputminted{componentpascal}{#1}
2885 }

\liHaskellCode \liHaskellCode{haskell}: Zum Setzen von Haskell-Code.
2886 \def\liHaskellCode#1{\mintinline{haskell}|#1|}

\liHaskellDatei \liHaskellDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Haskell-Datei.
2887 \NewDocumentCommand{\liHaskellDatei}{ m }{
2888   \inputminted{haskell}{#1}
2889 }

2890 \ExplSyntaxOff

\liSqlCode \liHaskellCode{sql}: Zum Setzen von SQL-Code.
Let-Abkürzung: \let\s=\liSqlCode
2891 \def\liSqlCode#1{\mintinline{sql}|#1|}
2892

```

2.44 syntaxbaum.sty

```
2893 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2894 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-syntaxbaum}[2021/02/14 Zum Setzen von
2895 Syntaxbäumen mit Hilfe des Pakets tikz-qtrees]
2896 \RequirePackage{tikz-qtrees}
2897
2898 \tikzset{li parsetree/.style={
2899     every internal node/.style={
2900         draw,circle
2901     },
2902     every leaf node/.style={
2903         draw,rectangle
2904     },
2905 }
2906 }
2907
```

2.45 synthese-algorithmus.sty

```
2908 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2909 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-synthese-algorithmus}[2021/03/19
2910 Hilfsmakros zum Setzen des Synthese-Algorithmuses zur Umformung einer
2911 Relation in die 3. Normalform]

2912 \liLadePakete{normalformen,mathe,typographie}
2913 \ExplSyntaxOn
```

2.45.1 Makro-Kürzel

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

2.45.2 TeX-Markup Grundgerüst

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

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

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

2.45.3 TeX-Markup Linksreduktion

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

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

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

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

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

2.45.4 TeX-Markup Rechtsreduktion

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

\liPseudoUeberschrift{F}

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

\liPseudoUeberschrift{A}

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

2.45.5 TeX-Markup Relationen formen

```
\let\r=\liRelation
\let\u=\underline

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

1. Kanonische Überdeckung

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

(a) Linksreduktion

— Führe für jede funktionale 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 $\mathcal{R}_\alpha := \alpha \cup \beta$. —

3. Schlüssel hinzufügen

— Falls eines der in Schritt 2. erzeugten Schemata \mathcal{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 \mathcal{R}_α , die in einem anderen Relationenschema $\mathcal{R}_{\alpha'}$ enthalten sind, d. h. $\mathcal{R}_\alpha \subseteq \mathcal{R}_{\alpha'}$. —

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

```
2914 \def\liSyntheseUeberschrift#1{
2915   {
2916     \bfseries
2917     \sffamily
2918     \str_case:nn {#1} {
2919       {1} {Kanonische-Überdeckung}
2920       {1-1} {Linksreduktion}
2921       {1-2} {Rechtsreduktion}
2922       {1-3} {Löschen-leerer-Klauseln}
2923       {1-4} {Vereinigung}
2924       {2} {Relationsschemata-formen}
2925       {3} {Schlüssel-hinzufügen}
2926       {4} {Entfernung-überflüssiger-Teilschemata}
2927     }
```

```

2928 }
2929 }

\liSyntheseErklaerung Let-Abkürzung: \let\verklaerung=\liSyntheseErklaerung
2930 \def\li@synthese@erklaerung@texte#1{
2931   \str_case:nn {#1} {
2932     {1} {
2933       Die~kanonische~Überdeckung~---also~die~kleinst~mögliche~noch~
2934       äquivalente~Menge~von~funktionalen~Abhängigkeiten~kann~in~vier~
2935       Schritten~erreicht~werden.
2936     }
2937     {1-1} {
2938       Führe~für~jede~funktionale~Anhängigkeit~
2939        $\alpha \rightarrow \beta$ ~die~Linksreduktion~durch,~
2940       überprüfe~also~für~alle~
2941        $A \in \alpha$ ,~ob~ $A$ ~überflüssig~ist,~d.h.~ob~
2942        $\beta \subseteqq \text{liAttributHuelle}\{F, \alpha \cup A\}$ .
2943     }
2944     {1-2} {
2945       Führe~für~jede~(verbliebene)~funktionale~Abhängigkeit~ $\alpha \rightarrow \beta$ ~die~Rechtsreduktion~durch,~überprüfe~also~für~
2946       alle~ $B \in \beta$ ,~ob~ $B \in \text{liAttributHuelle}\{F \cup (\alpha \rightarrow \beta) \cup (\alpha \rightarrow B)\}$ ,~
2947        $\alpha$ ~gilt.~In~diesem~Fall~ist~ $B$ ~auf~der~rechten~Seite~
2948       überflüssig~und~kann~eliminiert~werden,~d.h.~ $\alpha \rightarrow \beta$ ~wird~durch~ $\alpha \rightarrow (\beta \cup B)$ ~
2949       ersetzt.
2950     }
2951     {1-3} {
2952       Entferne~die~funktionalen~Abhängigkeiten~der~Form~ $\alpha \rightarrow \emptyset$ ,~die~im~2.~Schritt~möglicherweise~
2953       entstanden~sind.
2954     }
2955     {1-4} {
2956       Fasse~mittels~der~Vereinigungsregel~funktionale~Abhängigkeiten~
2957       der~Form~ $\alpha \rightarrow \beta_{\{1\}}, \dots, \alpha \rightarrow \beta_{\{n\}}$ ,~so~dass~ $\alpha \rightarrow \beta_{\{1\}} \cup \dots \cup \beta_{\{n\}}$ ~
2958       verbleibt.
2959     }
2960     % Kemper Seite 197
2961     {2} {
2962       Erzeuge~für~jede~funktionale~Abhängigkeit~ $\alpha \rightarrow \beta$ ~in~ $F$ ~ein~Relationenschema~ $\mathcal{R}_{\alpha}$ ~
2963        $:= \alpha \cup \beta$ .
2964     }
2965     {3} {
2966       Falls~eines~der~in~Schritt~2.~erzeugten~Schemata~ $\mathcal{R}_{\alpha}$ ~
2967       einen~Schlüsselkandidaten~von~ $\mathcal{R}$ ~bezüglich~ $F$ ~
2968       enthält,~sind~wir~fertig,~sonst~wähle~einen~Schlüsselkandidaten~
2969        $\mathcal{K} \subseteqq \mathcal{R}$ ~aus~und~definiere~folgendes~
2970       zusätzliche~Schema:~ $\mathcal{R}_{\mathcal{K}} := \mathcal{K}$ ~
2971       und~ $\mathcal{F}_{\mathcal{K}} := \emptyset$ 
2972     }
2973     {4} {
2974       Eliminiere~diejenigen~Schemata~ $\mathcal{R}_{\alpha}$ ,~die~in~einem~
2975       anderen~Relationenschema~ $\mathcal{R}_{\alpha'}$ ~enthalten~sind,~d.h.~
2976        $\mathcal{R}_{\alpha} \subseteqq \mathcal{R}_{\alpha'}$ .
2977     }
2978   }
2979 }
2980 \def\liSyntheseErklaerung#1{
2981   {
2982     \itshape
2983     \footnotesize

```

```

2990     \liParagraphMitLinien{\li@synthese@erklaerung@texte{#1}}
2991   }
2992 }

```

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

```

2993 \def\liSyntheseUeberErklaerung#1{
2994   \liSyntheseUeberschrift{#1}\par
2995   \liSyntheseErklaerung{#1}
2996 }

```

```

2997 \ExplSyntaxOff
2998

```


2.46 tabelle.sty

```
2999 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3000 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-tabelle}[2020/12/05 Lädt das Paket tabluarx]
3001 \RequirePackage{tabularx}
3002
```

2.47 typographie.sty

```

3003 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3004 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-typographie}[2021/03/20 Typographische Makros,
3005 die das Erscheinungsbild verändern. Die Schriftdefinition sind in
3006 formatierung.sty definiert.]
3007 \ExplSyntaxOn

```

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

```
3008 \RequirePackage{fontawesome}
```

`\liErledigt` `\liErledigt:` ☑

```
3009 \let\liErledigt=\faCheckSquareO
```

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

```
3010 \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 —

```

3011 \def\liParagraphMitLinien#1{
3012   \noindent
3013   \vrule height 2pt depth -1.6pt width 0.4cm
3014   \enspace
3015   #1
3016   \enspace
3017   \leaders\vrule height 2pt depth -1.6pt \hfill \null
3018   \par
3019   \medskip
3020 }

```

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

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

```

3021 \def\liGeschweifteKlammern#1#2#3#4{
3022   \par
3023   \medskip
3024   \noindent
3025   #1 \, $= \Bigl\{ \$
3026   \vspace{#3}
3027   #2
3028   \vspace{#4}
3029   \begin{flushright} \$\Bigr\} \$\end{flushright}
3030   \par
3031 }

```

`\liTypoUeberschrift`

```

3032 \def\liTypoUeberschrift#1{
3033   {
3034     \bfseries\sffamily
3035     #1
3036   }
3037 }

```

\liTypoUeberGross

```
3038 \def\liTypoUeberGross#1{
3039   {
3040     \huge
3041     \liTypoUeberschrift{#1}
3042   }
3043 }
```

\liTypoUeberGross

```
3044 \def\liTypoUeberGROSS#1{
3045   {
3046     \Huge
3047     \liTypoUeberschrift{#1}
3048   }
3049 }
```

```
3050 \ExplSyntaxOff
```

```
3051
```

2.48 uml.sty

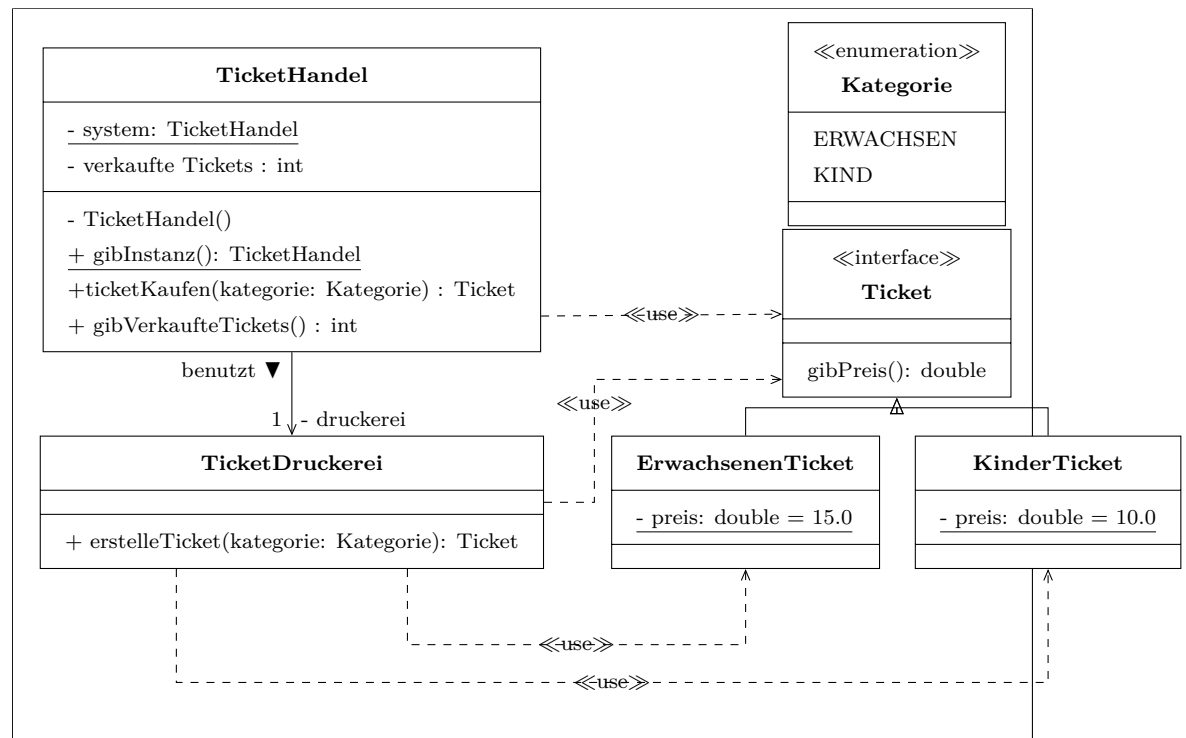
```

3052 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3053 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-uml}[2020/06/13 Ein Hüll-Paket um
3054 `tikz-uml', das einige Design-Einstellungen vornimmt und manche
3055 Erweiterung bereitstellt]

3056 \RequirePackage{tikz-uml}
3057 \RequirePackage{tikz-uml-activity}
3058 % Not compatible with wasysym
3059 %\RequirePackage{mathabx}
3060 \RequirePackage{wasysym}
3061 \usetikzlibrary{positioning}

3062 \tikzumlset{
3063   fill class=white!0,
3064   font=\footnotesize,
3065   fill object=white!0,
3066   fill note=white!0,
3067   fill state=white!0,
3068   % Use case
3069   fill usecase=white!0,
3070   fill system=white!0,
3071 }

```



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

```

3072 \NewDocumentCommand{ \liUmlLeserichtung } { 0{dir=right} m } {
3073   \def\@liDirLeft{}
3074   \def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}
3075   \pgfkeys{/lese/dir/.is choice}
3076   \pgfkeys{/lese/dir/up/.code={\def\@liDirRight{ \UParrow}}}
3077   \pgfkeys{/lese/dir/down/.code={\def\@liDirRight{ \DOWNarrow}}}
3078   \pgfkeys{/lese/dir/left/.code={\def\@liDirRight{}\def\@liDirLeft{ \LEFTarrow }}}
3079   \pgfkeys{/lese/dir/right/.code={\def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}}}
3080
3081   \def\@liPos{above}
3082   \pgfkeys{/lese/pos/.code={\def\@liPos{##1}}}
3083

```

```

3084 \def\@liDistance{0cm}
3085 \pgfkeys{/lese/distance/.code={\def\@liDistance{##1}}}}
3086
3087 \pgfkeys{/lese/.cd,#1}
3088
3089 \node[\@liPos = \@liDistance of #2-middle] {
3090   \@liDirLeft{\footnotesize#2}\@liDirRight
3091 };
3092 }
3093

```

2.49 vollstaendige-induktion.sty

3094 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
 3095 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-vollstaendige-induktion}[2021/07/01
 3096 Hilfsmakros zum Setzen der Vollständigen Induktion, vor allem die
 3097 Überschriften für die einzelnen Schritte]

2.49.1 Makro-Kürzel

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

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

Lade häufig benötigte Pakete

3098 \RequirePackage{lehramt-informatik-typographie}
 3099 \RequirePackage{lehramt-informatik-mathe}
 3100 \RequirePackage{lehramt-informatik-syntax}
 3101 \ExplSyntaxOn

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

Let-Abkürzung: \let\m=\liInduktionMarkierung

3102 \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

```
3103 \def\liInduktionErklaerung#1{\scriptsize\text{#1}}
```

\liInduktionAnfang

```
3104 \def\liInduktionAnfang{
3105   \liPseudoUeberschrift{Induktionsanfang}
3106
3107   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
3108   \liParagraphMitLinien{
3109     Beweise,~dass~ $A(1)$ ~eine~wahre~Aussage~ist.
3110   }
3111 }
```

\liInduktionVoraussetzung

```
3112 \def\liInduktionVoraussetzung{
3113   \liPseudoUeberschrift{Induktionsvoraussetzung}
3114
3115   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
3116   \liParagraphMitLinien{
3117     Die~Aussage~ $A(k)$ ~ist~wahr~für~ein~beliebiges~ $k \in \mathbb{N}$ $.
3118   }
3119 }
```

\liInduktionSchritt

```
3120 \def\liInduktionSchritt{
3121   \liPseudoUeberschrift{Induktionsschritt}
3122
3123   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
3124   \liParagraphMitLinien{
3125     Beweise,~dass~wenn~ $A(n=k)$ ~wahr~ist,~
3126     auch~ $A(n=k+1)$ ~wahr~sein~muss.
3127   }
3128 }

3129 \ExplSyntaxOff
3130
```

2.50 wasserfall.sty

```
3131 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3132 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-wasserfall}[2020/06/10]
3133 \RequirePackage{tikz}
3134 \tikzset{wasserfall/.style={
3135   >=stealth,
3136   node distance = 2mm and -8mm,
3137   start chain = A going below right,
3138   every node/.style = {
3139     draw,
3140     text width=24mm,
3141     minimum height=12mm,
3142     align=center,
3143     inner sep=1mm,
3144     fill=white,
3145     drop shadow={fill=black},
3146     on chain=A
3147   },
3148 }}
3149 \usetikzlibrary{chains,positioning,shadows}
3150
```


2.51 wpkalkuel.sty

```
3151 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3152 \ProvidesPackage{lehrant-informatik-wpkalkuel}[2020/06/13]
```

2.51.1 Makro-Kürzel

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

```
3153 \RequirePackage{amsmath}
3154 \ExplSyntaxOn
```

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

```
3155 \def\liWpKalkuelOhneMathe#1#2{
3156   \text{wp}(\texttt{\scriptsize"#1"},\thinspace #2)
3157 }
3158 \def\liWpKalkuel#1#2{
3159   \ifmmode
3160     \liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}
3161   \else
3162     $\liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}$
3163   \fi
3164 }
```

\MatheEnv

```
3165 \def\MatheEnv#1{
3166   \medskip
3167
3168   \hspace{1em}#1
3169
3170   \medskip
3171 }
```

\Mathe

```
3172 \def\Mathe#1{
3173   \MatheEnv{${#1}$}
3174 }
```

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

```
3175 \def\liWpEquivalent#1{
3176   \MatheEnv{${\equiv}\hspace{1em}${#1}$}
3177 }
```

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

```
3178 \newlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}
3179 \def\liWpErklaerung#1{
3180   \setlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}{\leftskip}
3181   \setlength{\leftskip}{0.5cm}
3182
3183   \par
3184   \noindent
3185   {
3186     \scriptsize
3187     #1
3188   }
3189   \par
3190
3191   \setlength{\leftskip}{\@Skip@Erklaerung@Reset}
3192 }
```

```

3193 \def\liWpErklaerungVerzweigung{
3194   $\liWpKalkuel0hneMathe{if~\{~b~\}~then~\{~a1~\}~else~\{~a2~\}}{Q}
3195   \equiv
3196   (b \land \liWpKalkuel0hneMathe{a1}{Q})
3197   \lor
3198   (\neg b \land \liWpKalkuel0hneMathe{a2}{Q})$
3199 }

3200 \ExplSyntaxOff

3201

```

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	A	1909, 1913, 1917, 1919
\# 114	\addbibresource	\beta 2939,
\, 358, 417, 472,	1847, 1848, 1849,	2942, 2946, 2947,
699, 717, 1349,	1850, 1851, 1852,	2948, 2951, 2961,
1351, 2003, 2004,	1853, 1854, 1855, 1856	2962, 2963, 2968, 2969
2005, 2342, 2839, 3025	\AddToHook 1545, 1614	\bf 2529, 2530, 2531
\@Skip@Erklaerung@Reset	\advance 2756	\bfseries
... 3178, 3180, 3191	\AfterEndEnvironment 2832	. 558, 1402, 1404,
\@afterheading . 1543, 1970	\allsectionsfont ... 1398	1537, 1576, 1627,
\@afterindentfalse ..	\Alph 1412	2529, 2535, 2537,
..... 1542, 1970	\alpha 1412, 1413	2539, 2540, 2916, 3034
\@liDirLeft 3073, 3078, 3090	\alpha 2939, 2941, 2942,	\Bigl 3025
\@liDirRight 3074, 3076,	2945, 2947, 2948,	\Bigr 3029
3077, 3078, 3079, 3090	2949, 2950, 2951,	\bigskip 450,
\@liDistance	2955, 2961, 2962,	731, 736, 1879, 2210
... 3084, 3085, 3089	2967, 2968, 2969,	\bool 336, 418
\@liPos .. 3081, 3082, 3089	2972, 2980, 2981, 2982	\bowtie
\\ 729, 757, 758,	\arabic 1412, 2551, 2556,	2677, 2680, 2681, 2682
761, 762, 765, 766,	2561, 2567, 2573, 2579	\Box 164
861, 862, 863, 970,	\arraystretch 2232	\boxtimes 548
1004, 1006, 1036,		
1045, 1090, 1132,	B	C
1133, 1134, 1139,	\BeforeBeginEnvironment	\c 1495, 1496
1140, 1141, 1161,	..... 2831	\cdot 2047, 2103, 2114
1877, 2237, 2295, 2298	\begin 755, 809, 824, 859,	\centerline
\{ 212, 1286,	883, 930, 962, 977,	1676, 2630, 2652, 2667
1296, 1308, 1309,	1002, 1012, 1032,	\cftbeforesecskip .. 1650
1314, 1348, 1717,	1052, 1084, 1101,	\cftbeforesubsecskip
2282, 2707, 3025, 3194	1130, 1155, 1176,	..... 1651, 1652
\} 212, 1286,	1200, 1215, 1329,	\cftbeforesubsubsecskip
1296, 1308, 1309,	1418, 1493, 1616,	..... 1653
1316, 1352, 1718,	1671, 1680, 1687,	\cftsubsecfterpnnum 1652
2282, 2707, 3029, 3194	1795, 1869, 1921,	\chapter 1402, 1403
_ 37, 45, 50,	1926, 1934, 1959,	\char 1877
52, 305, 333, 357,	1964, 1975, 1985,	\clearpage 1577, 1658, 1871
360, 370, 393, 397,	1989, 2072, 2076,	\cline 729
401, 403, 405, 407,	2095, 2118, 2141,	\clist 231, 279,
410, 416, 417, 431,	2156, 2235, 2236,	280, 302, 306, 2764
432, 438, 441, 444,	2286, 2331, 2471,	\columnbreak 2799
454, 461, 463, 466,	2491, 2632, 2654,	\contentsname 1656
1532, 1537, 1560, 1610	2668, 2831, 2842, 3029	\cs 305, 333,
	\begingroup 1870, 2284, 2752	357, 360, 370, 393,
	\beschriftung	405, 416, 417, 454,
_ 2294, 2304	..... 1901, 1905,	461, 466, 1953, 2354

<code>\csname</code>	..... 1480, 1483	1931, 1950, 1966,	<code>\fancyfoot</code>	.....
<code>\cup</code>	..... 1309, 2316, 2948, 2962, 2969	1967, 1981, 1992, 1993, 2074, 2090, 2115, 2138, 2153, 2163, 2239, 2240, 2288, 2333, 2481, 2501, 2632, 2654, 2668, 2832, 2846, 3029	<code>\fancyhead</code>	..... 1424, 1425, 1426, 1824, 1825, 1826, 1827 1423, 1821, 1822, 1823
D			<code>\faSquareO</code>	..... 1256
<code>\DeclareMathSymbol</code>	.. ..... 2180, 2181		<code>\fi</code>	. 655, 663, 671, 679, 686, 1292, 1306, 1342, 1920, 2022, 2032, 2042, 2056, 2280, 2317, 2362, 2423, 2590, 2782, 2783, 2786, 2788, 3163
<code>\DecoINERT</code>	..... 2554, 2627, 2628, 2650	<code>\endcsname</code>	.... 1480, 1483	
<code>\DecoINERTwithPivot</code>	.. ..... 2570, 2649	<code>\endgroup</code>	1873, 2289, 2757	
<code>\DecoLEFT</code>	..... 2549, 2648	<code>\enspace</code>	..... 3014, 3016	
<code>\DecoLEFTwithPivot</code>	.. ..... 2564, 2626	environments:		
<code>\DecoRIGHT</code>	2559, 2651, 2661	<code>liAdditum</code>	..... 1924	
<code>\DecoRIGHTwithPivot</code>	.. ..... 2576, 2629	<code>liAHuelle</code>	..... 2283	
<code>\definecolor</code>	..... 1400	<code>liAntwort</code>	..... 1895	
<code>\DefineVerbatimEnvironment</code>	..... 2805	<code>liDiagramm</code>	..... 1983	
<code>\delta</code>	70, 112, 170, 212, 1300	<code>liEinbettung</code>	.... 1894	
<code>\dh</code>	..... 2005, 2950	<code>liExkurs</code>	..... 1932	
<code>\directlua</code>	..... 63, 142, 200, 205, 1281, 1295, 1315, 1323, 1330, 1335, 2267, 2272, 2325, 2332, 2339, 2719, 2818, 2850, 2855, 2856, 2860, 2865, 2866, 2870, 2876, 2877	<code>liGraphenFormat</code>	. 1472	
<code>\do</code>	..... 2550, 2555, 2560, 2565, 2571, 2577	<code>liKasten</code>	..... 1417	
<code>\dots</code>	..... 589, 593, 1717, 2478, 2961, 2962	<code>liKontrollflussgraph</code>	..... 1794	
<code>\DOWNarrow</code>	..... 3077	<code>liLernkartei</code>	.... 1973	
<code>\draw</code>	..... 1500, 1503, 1506, 2426, 2725, 2728	<code>liProduktionsRegeln</code>	..... 1324	
E		<code>liProjektSprache</code>	..... 1893	
<code>\edef</code>	..... 1491, 2643, 2647, 2659, 2660	<code>liQuellen</code>	..... 1953	
<code>\edge</code>	..... 276	<code>liRelationenSchemaFormat</code>	..... 2711	
<code>\else</code>	..... 653, 661, 669, 677, 684, 1290, 1304, 1340, 1917, 2020, 2030, 2040, 2054, 2278, 2315, 2360, 2421, 2589, 2782, 2784, 3161	<code>liRmodell</code>	..... 2691	
<code>\emph</code>	.. 750, 997, 1252, 1698, 1727, 1729, 1876	<code>liUebergangsTabelle</code>	..... 2232	
<code>\empty</code>	..... 1917, 2314	<code>\equiv</code>	..... 3176, 3195	
<code>\emptyset</code>	..... 2224, 2956, 2977, 3010	<code>\erzeuge@tiefgestellt</code>	... 1295, 1296, 1300	
<code>\end</code>	794, 820, 845, 880, 914, 946, 974, 990, 1009, 1017, 1048, 1077, 1098, 1123, 1148, 1168, 1187, 1212, 1230, 1331, 1420, 1509, 1646, 1683, 1684, 1691, 1800, 1874, 1923,	<code>\expandafter</code>	..... 1480, 2585, 2587, 2588, 2589, 2597, 2755	
		<code>\ExplSyntaxOff</code>	. 54, 97, 139, 144, 197, 202, 207, 611, 633, 648, 724, 1276, 1354, 1389, 1562, 1660, 1815, 1831, 1995, 2070, 2260, 2454, 2704, 2765, 2890, 2997, 3050, 3129, 3200		
		<code>\ExplSyntaxOn</code>	..... . 35, 66, 107, 140, 165, 198, 203, 228, 554, 617, 634, 673, 1249, 1344, 1366, 1527, 1582, 1808, 1820, 1896, 2009, 2242, 2347, 2435, 2692, 2762, 2817, 2913, 3007, 3101, 3154	
		F			
		<code>\faCheckSquareO</code>	.... 3009	
		<code>\faCircleThin</code>	..... 1268	
		<code>\faGg</code>	..... 1262	
		G			
		<code>\g</code> 39, 279, 280, 302, 306, 312, 313, 314, 315, 316, 318, 319, 321, 322, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 334, 338, 339, 340, 343, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 395, 399, 403, 406, 407, 409, 410, 412, 413, 420, 421, 422, 423, 431, 432, 434, 440, 441, 443, 444, 446, 447, 459, 462, 467, 469, 473, 1584, 1588, 1592, 1596, 1597,		

1598, 1599, 1600, 1602, 1603, 1605, 1629, 1631, 1636, 1640	\itshape 602, 2988	\LehramtInformatikGithubRawDomain 2822
\Gamma . 111, 169, 212, 1309	J	\LehramtInformatikGithubTexRepo 456, 2823
\gappto 2787	\j 1495, 1496, 1498, 1499, 1500, 1505, 1506, 1507	\LehramtInformatikRepository 17, 20, 23, 26, 29, 1594, 1847, 1848, 1849, 1850, 1851, 1852, 1853, 1854, 1855, 1856, 2820
\geometry 5	K	\LehramtInformatikTitel 1822
\geq 1724, 2080, 2467, 2472, 2488, 2492	\k 1505	\leq 2114, 2475, 2495
H	\keys 41, 75, 87, 117, 127, 175, 185, 310, 621, 625, 639, 644, 1373, 1380	\let 1298, 1299, 1871, 2626, 2627, 2628, 2629, 2642, 2644, 2645, 2646, 2648, 2649, 2650, 2651, 2661, 2753, 2791, 2792, 3009
\hbox 2677	L	\li@chomsky@erklaerung@texte 568, 604
\headrulewidth . 1428, 1828	\l 68, 69, 70, 71, 72, 73, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 84, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 619, 622, 627, 628, 631, 636, 637, 640, 641, 646, 1368, 1369, 1370, 1371, 1374, 1375, 1376, 1377, 1383, 1384, 1385, 1386, 1811, 1812, 1813, 1956, 1957, 1958, 1965	\li@EntwurfsCode 746, 797, 798, 799, 848, 849, 850, 851, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 1020, 1190, 1191, 1192, 1193, 1233, 1234
\headwidth 1830	\l 68, 69, 70, 71, 72, 73, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 84, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 619, 622, 627, 628, 631, 636, 637, 640, 641, 646, 1368, 1369, 1370, 1371, 1374, 1375, 1376, 1377, 1383, 1384, 1385, 1386, 1811, 1812, 1813, 1956, 1957, 1958, 1965	\li@EntwurfsCodeAllgemein 745
\hfill 1559, 2099, 2105, 2110, 3017	\l 68, 69, 70, 71, 72, 73, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 84, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 619, 622, 627, 628, 631, 636, 637, 640, 641, 646, 1368, 1369, 1370, 1371, 1374, 1375, 1376, 1377, 1383, 1384, 1385, 1386, 1811, 1812, 1813, 1956, 1957, 1958, 1965	\li@fussnote@text 2188, 2194, 2198, 2202, 2206
\hinweis 1892	\labelenumi 1413	\li@GithubLink 2841, 2854, 2864, 2875
\hline 2237	\labelenumii 1414	\li@mget . 1482, 1486, 1506
\href 1362, 1554, 2001, 2167, 2845	\labelitemi 1407	\li@minc 1485, 1507
\hspace . . 2429, 3168, 3176	\labelitemii 1408	\li@mset 1479, 1487, 1496, 1499
\ht 2678	\labelitemiii 1409	\li@numdiscs 1491, 1500, 1506
\Huge 1627, 3046	\labelitemiv 1410	\li@Rmodell@Schrift 2691, 2700, 2710
\huge 1576, 3040	\land 3196, 3198	\li@sequence . . 1492, 1505
I	\LARGE 1402, 1636	\li@synthese@erklaerung@texte 2930, 2990
\i 1505, 1506	\Large 1537	\li@Ableitung 1323
\ifcase 2586	\large 1532, 1617, 1676, 2741	liAdditum (environment) 1924
\ifmmode 651, 659, 667, 675, 682, 1288, 1302, 1338, 2018, 2028, 2038, 2052, 2276, 2358, 2419, 3159	\leaders 3017	liAHuelle (environment) 2283
\IfNoValueTF 1927, 1997, 2001	\left 2012, 2352	\li@Alphabet 1308
\ifnum 2513, 2754, 2770, 2778, 2784	\LEFTarrow 3078	\li@Antwort (environment) 1827
\ifx 1917, 2314, 2782	\leftarrow 665	\LehramtInformatikAutorName 1826
\in 577, 733, 1724, 2062, 2065, 2068, 2097, 2103, 2108, 2467, 2478, 2488, 2498, 2939, 2941, 2947, 2968, 3117	\leftouterjoin 2680	\LehramtInformatikGitBranch 458, 2825
\inhaltsverzeichnis 1868	\leftskip 3180, 3181, 3191	\LehramtInformatikGithubCodeRepo 2824
\input 17, 20, 23, 26, 29, 479, 1593	\LehramtInformatikAutorEmail 1827	\LehramtInformatikGithubDomain 455, 2821
\inputminted 2849, 2859, 2869, 2881, 2884, 2888	\LehramtInformatikAutorName 1826	\LehramtInformatikGithubDomain 455, 2821
\int 2764	\LehramtInformatikGitBranch 458, 2825	\LehramtInformatikGithubDomain 455, 2821
\item 548, 549, 826, 830, 835, 840, 884, 893, 898, 906, 978, 983, 987, 1013, 1053, 1058, 1065, 1073, 1102, 1107, 1111, 1116, 1216, 1221, 1226, 1681, 1682, 1953, 1957, 2077, 2082, 2086, 2096, 2102, 2107, 2119, 2123, 2127, 2131, 2135, 2142, 2146, 2150, 2472, 2475, 2478, 2492, 2495, 2498	\LehramtInformatikGithubCodeRepo 2824	\LehramtInformatikGithubDomain 455, 2821

2279, 2293, 2303, 2311	\liEntwurfsAdapterUml	\liEntwurfsZustandAkteure
\liAttributMenge . . . .	. . . . . 808, 854	. . . . . 1214, 1238
2282, 2294, 2297,	\liEntwurfsBeobachter 924	\liEntwurfsZustandCode
2304, 2305, 2319, 2321	\liEntwurfsBeobachterAkteure	. . . . . 1232, 1239
\liAufgabe 16	. . . . . 882, 926	\liEntwurfsZustandUml
\liAufgabenMetadaten	\liEntwurfsBeobachterCode	. . . . . 1199, 1237
. 47, 1528, 1608	. . . . . 916, 927	\liEpsilon 1294
\liAufgabenTitel 55	\liEntwurfsBeobachterUml	\liErAttribute
\liAusdruck 1345	. . . . . 858, 925	. . . . . 1252, 1266, 1268
\liAutomat 66	\liEntwurfsDekorierer 956	\liErDatenbankName . 1271
\liAutomatenKante 98	\liEntwurfsDekoriererAkteure	\liErEntity 1250, 1254, 1256
\liBandAlphabet 1309	. . . . . 958	\liErledigt 3009
\liBedingung 1803	\liEntwurfsDekoriererCode	\liErMpAttribute . . . 1265
\liBedingungDrei . . . .	. . . . . 948, 959	\liErMpEntity 1253
. 2067, 2110, 2150	\liEntwurfsDekoriererUml	\liErMpRelationship 1259
\liBedingungEins . . . .	. . . . . 929, 957	\liErRelationship . . .
. 2061, 2099, 2142	\liEntwurfsEinfacheFabrik	. . . . . 1251, 1260, 1262
\liBedingungFalsch . 1805	. . . . . 992	\liExamensAufgabe . . . 19
\liBedingungWahr . . . 1804	\liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure	\liExamensAufgabeA . . 28
\liBedingungZwei . . . .	. . . . . 976, 994	\liExamensAufgabeTA . . 25
. 2064, 2105, 2146	\liEntwurfsEinfacheFabrikUml	\liExamensAufgabeTTA . 22
\liBeschriftung 1884	. . . . . 961, 993	\liExkurs (environment) 1932
\liBindeAufgabeEin . 1591	\liEntwurfsEinzelstueck	\liFalsch 549
\liChomskyErklaerung	. . . . . 1022	\liFlaci 1355
. 568, 609	\liEntwurfsEinzelstueckAkteure	\liFremd 2690
\liChomskyUeberErklaerung	. . . . . 1011, 1027	\liFunktionaleAbhaengigkeit
. 607	\liEntwurfsEinzelstueckBeschreibung . .	. . . . . 2313, 2316, 2324
\liChomskyUeberschrift	. . . . . 996, 1023	\liFunktionaleAbhaengigkeiten
. 556, 608	\liEntwurfsEinzelstueckCode	. . . . . 2327
\liCpmEreignis 617	. . . . . 1019, 1029	\liFussnote . . . 2187, 2189
\liCpmFruehErklaerung 688	\liEntwurfsEinzelstueckUml	\liFussnoteDreiText .
\liCpmFruehI . . . 681, 701	. . . . . 1001, 1025	. . . . . 2201, 2219
\liCpmSpaetErklaerung 706	\liEntwurfsErbauer . 1079	\liFussnoteEinsText .
\liCpmSpaetI . . . 674, 719	\liEntwurfsErbauerAkteure	. . . . . 2193, 2213
\liCpmVon 657	. . . . . 1051, 1081	\liFussnoteLink 2000
\liCpmVonOhneMathe . .	\liEntwurfsErbauerUml	\liFussnoten 2209
. 657, 660, 662	. . . . . 1031, 1080	\liFussnoteUrl . 1169, 1996
\liCpmVonZu 649	\liEntwurfsFabrikmethode	\liFussnoteVierText .
\liCpmVonZuOhneMathe	. . . . . 1125, 1150	. . . . . 2205, 2222
. 649, 652, 654	\liEntwurfsFabrikmethodeAkteure	\liFussnoteZweiText .
\liCpmVorgang 634	. . . . . 1100, 1127	\liGeschweifteKlammern
\liCpmZu 665	\liEntwurfsFabrikmethodeUml	. . . . . 1327, 2328, 3021
\liCpmZuOhneMathe . . .	. . . . . 1083, 1126	\liGrammatik 1366
. 665, 668, 670	\liEntwurfsKompositum	\liGraphenFormat (envi-
\liDiagramm (environ-	. . . . . 1150	ronment) 1472
ment) 1983	\liEntwurfsKompositumAkteure	\liHanoi 1479
\liEinbettung (environ-	. . . . . 1152	\liHaskellCode 2886
ment) 1894	\liEntwurfsKompositumUml	\liHaskellDatei 2887
\liEntwurfs 1171	. . . . . 1129, 1151	\liInduktionAnfang . 3104
\liEntwurfsAbstrakteFabrik	\liEntwurfsModellPraesentation	\liInduktionErklaerung
. 801	. . . . . 1171	. . . . . 3103
\liEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung	\liEntwurfsModellPraesentationAkteure	\liInduktionErklaerung
. 749, 802	. . . . . 1173	. . . . . 3102
\liEntwurfsAbstrakteFabrikCode	\liEntwurfsModellPraesentationBeschreibung	\liInduktionErklaerung
. 796, 806	. . . . . 1154, 1172	\liInduktionErklaerung
\liEntwurfsAbstrakteFabrikUml	\liEntwurfsStellvertreter	\liInduktionErklaerung
. 754, 804	. . . . . 1195	\liInduktionErklaerung
\liEntwurfsAdapter . . 853	\liEntwurfsStellvertreterCode	\liInduktionErklaerung
\liEntwurfsAdapterAkteure	. . . . . 1189, 1197	\liInduktionErklaerung
. 823, 855	\liEntwurfsStellvertreterUml	\liInduktionErklaerung
\liEntwurfsAdapterCode	. . . . . 1175, 1196	\liInduktionErklaerung
. 847, 856	\liEntwurfsZustand . 1236	\liInduktionErklaerung

<code>\liKellerKante</code>	145	<code>\liPetriSetzeSchluessel</code>	2370	<code>\listen@punkt</code> . .	1953 , 1965
<code>\liKellerUebergang</code> . .	140 , 146	<code>\liPetriTransitionsName</code>	2417 , 2429	<code>\liStrich</code>	1668
<code>\liKontrollCode</code>	1806	<code>\liPetriTransitionsNameOhneMathe</code>	2417 , 2420 , 2422	<code>\liSyntheseErklaerung</code>	2930 , 2995
<code>liKontrollflussgraph</code> (environment)	1794	<code>\liPetriTransPfeile</code>	2429	<code>\liSyntheseUeberErklaerung</code>	2993
<code>\liKontrollKnotenPfad</code>	1808	<code>\liPolynomiellReduzierbar</code>	1686	<code>\liSyntheseUeberschrift</code>	2914 , 2994
<code>\liKontrollTextzeileKnoten</code>	1807 , 1812	<code>\liPotenzmenge</code>	1295 , 1299 , 2440	<code>\liT</code> 2044 , 2059 , 2073 , 2137	
<code>\liKurzeTabellenLinie</code>	729	<code>\liPotenzmengeOhneMathe</code>	1296 , 1297 , 1298	<code>\liTeilen</code>	2271
<code>\liLadeAllePakete</code> . . .	233 , 1579	<code>\liPrimaer</code>	2689	<code>\liLiteratur</code>	1835 , 1859
<code>\liLadePakete</code>	59 , 62 , 229 , 234 , 555 , 616 , 1285 , 1515 , 1567 , 1666 , 2186 , 2266 , 2434 , 2803 , 2912	<code>\liProblemBeschreibung</code>	1670	<code>\liTheta</code>	2014 , 2065 , 2097 , 2103 , 2108
<code>\liLatexCode</code>	2840	<code>\liProblemClique</code> . .	1693	<code>\liThetaOhneMathe</code> . . .	2014 , 2019 , 2021
<code>\liLeereZelle</code>	2224	<code>\liProblemName</code>	1669 , 1676 , 1688 , 1690 , 1703 , 1714 , 1715 , 1723 , 1724	<code>\liTOhneMathe</code>	2044 , 2053 , 2055
<code>liLernkartei</code> (environ- ment)	1973	<code>\liProblemSat</code>	1722	<code>\liTuringKante</code>	208
<code>\liLinksReduktion</code> . .	2291	<code>\liProblemSubsetSum</code> .	1713 , 1722	<code>\liTuringLeerzeichen</code>	164 , 172
<code>\liLinksReduktionInline</code>	2300 , 2308	<code>\liProblemVertexCover</code>	1693 , 1701	<code>\liTuringMaschine</code> . .	165
<code>\liMasterExkurs</code>	2155	<code>\liProduktionen</code> 1334 , 1376		<code>\liTuringUeberfuehrung</code>	211
<code>\liMasterFaelle</code> 2094 , 2162		<code>liProduktionsRegeln</code> (environment)	1324	<code>\liTuringUebergaenge</code>	203 , 209
<code>\liMasterFallRechnung</code>	2140	<code>liProjektSprache</code> (envi- ronment)	1893	<code>\liTuringUebergangZelle</code>	198
<code>\liMasterVariablen</code> . .	2071 , 2157	<code>\liPseudoUeberschrift</code>	1878 , 1928 , 1929 , 2234 , 2244 , 3105 , 3113 , 3121	<code>\liTypoUeberGROSS</code> . .	3044
<code>\liMasterVariablenDeklaration</code>	2117	<code>\liPumpingKontextfrei</code>	2486	<code>\liTypoUeberGross</code> . . .	3038 , 3044
<code>\liMasterWolframLink</code>	2165	<code>\liPumpingRegulaer</code> .	2465	<code>\liTypoUeberschrift</code> .	3032 , 3041 , 3047
<code>\liMenge</code>	76 , 77 , 79 , 118 , 119 , 120 , 124 , 176 , 177 , 178 , 182 , 1286 , 1335 , 1374 , 1375	<code>liQuellen</code> (environment)	1953	<code>\liUeberfuehrungsFunktion</code>	1300
<code>\liMengeOhneMathe</code> . .	1286 , 1289 , 1291	<code>\liRechtsReduktionInline</code>	2308	<code>\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe</code>	1300 , 1303 , 1305
<code>\liMetaSetze</code>	36 , 48 , 1529 , 1609	<code>\liRekursionsGleichung</code>	2058 , 2121	<code>liUebergangsTabelle</code> (environment)	2232
<code>\liMinimierungErklaerung</code>	2246	<code>\liRelation</code>	2338	<code>\liUeberschriftDreiecksTabelle</code>	2242
<code>\liMinispracheDatei</code>	2883	<code>liRelationenSchemaFormat</code> (environment)	2711	<code>\liUmlLeserichtung</code> .	3072
<code>\linespread</code>	2698	<code>\liRelationMenge</code> . .	2705	<code>\liVertauschen</code>	2718
<code>\liNichtsZuTun</code>	3010	<code>\liRichtig</code>	548	<code>\liWortInSprache</code>	730
<code>\liO</code>	2034 , 2062	<code>liRmodell</code> (environment)	2691	<code>\liWortNichtInSprache</code>	735
<code>\liOmega</code>	2024 , 2068	<code>\liRundeKlammer</code>	2011 , 2015 , 2025 , 2035 , 2049 , 2351 , 2355	<code>\liWpEquivalent</code>	3175
<code>\liOmegaOhneMathe</code> . .	2024 , 2029 , 2031	<code>\liSetzeExamenTeilaufgabeNr</code>	1587	<code>\liWpErklaerung</code>	3178
<code>\liONotationO</code>	2354	<code>\liSetzeExamenThemaNr</code>	1583	<code>\liWpErklaerungVerzweigung</code>	3193
<code>\liOOhneMathe</code>	2034 , 2039 , 2041	<code>\liSortierMarkierung</code>	2730	<code>\liWpKalkuel</code>	3155
<code>\liParagraphMitLinien</code>	604 , 689 , 707 , 2248 , 2990 , 3011 , 3108 , 3116 , 3124	<code>\liSortierPfeil</code>	2724	<code>\liWpKalkuelOhneMathe</code>	3155 , 3160 , 3162 , 3194 , 3196 , 3198
<code>\liPetriErreichKnotenDrei</code>	2428	<code>\liSortierPfeilUnten</code>	2727	<code>\liZustandsBuchstabe</code>	1310 , 1319 , 1321 , 1339 , 1341
<code>\liPetriErreichTransition</code>	2425	<code>\liSpaltenUmbruch</code> . .	2799	<code>\liZustandsBuchstabeGross</code>	1311 , 1320 , 1322
		<code>\liSqlCode</code>	2891	<code>\liZustandsmenge</code> . . .	1298
				<code>\liZustandsmengeNr</code> . .	1312 , 2449
				<code>\liZustandsmengeNrGross</code>	1320

<code>\liZustandsMengenSammlung</code>	2262, 2345, 2365,	2630, 2652, 2667,
..... 2436	2431, 2456, 2461,	2708, 2994, 3018,
<code>\liZustandsMengenSammlungNr</code>	2505, 2671, 2684,	3022, 3030, 3183, 3189
..... 2445	2713, 2794, 2801,	<code>\paragraph</code> 1404
<code>\liZustandsmengeOhneMathe</code>	2808, 2813, 2893,	<code>\parindent</code> 2699
..... 1298	2908, 2999, 3003,	<code>\path</code> 99, 146, 209, 646
<code>\liZustandsname</code> 1321	3052, 3094, 3131, 3151	<code>\pgfkeys</code> .. 2381, 3075,
<code>\liZustandsnameGross</code>	<code>\neg</code> 3198	3076, 3077, 3078,
... 1322 , 2437 , 2446	<code>\negthinspace</code> .. 2012, 2352	3079, 3082, 3085, 3087
<code>\liZustandsnameTiefgestellt</code>	<code>\newcounter</code> ... 2525, 2526	<code>\pgfmath@count</code>
..... 1337	<code>\NewDocumentCommand</code> 2752, 2754, 2756
<code>\liZustandsPaar</code> 2226	..... 67, 108,	<code>\pgfmath@smuggleone</code> 2757
<code>\liZustandsPaarVariablenName</code>	145, 166, 208, 229,	<code>\pgfmathdeclarefunction</code>
... 2225 , 2228 , 2229	618, 635, 674, 681,	..... 2751
<code>\llap</code> 2678	730, 735, 1345,	<code>\pgfmathhint</code> 2752
<code>\log</code> 2062,	1367, 1686, 1809,	<code>\pgfmathparse</code>
2065, 2068, 2097, 2103	1837, 1996, 2000,	..... 1486, 2769,
<code>\loop</code> 2511	2327, 2338, 2425,	2774, 2777, 2791, 2792
<code>\lor</code> 3197	2848, 2858, 2868,	<code>\pgfmathresult</code>
<code>\ltimes</code> 2173	2880, 2883, 2887, 3072	..... 1487, 2752,
	<code>\NewDocumentEnvironment</code>	2753, 2755, 2757,
	1324, 1417, 1472,	2770, 2778, 2791, 2792
M	1794, 1893, 1894,	<code>\pgfutil@empty</code> 2753
<code>\makeatletter</code> .. 1969, 2750	1897, 1924, 1932,	<code>\pgfutil@loop</code> 2754
<code>\makeatother</code> .. 1971, 2758	1954, 1973, 1983,	<code>\pgfutil@repeat</code> 2757
<code>\marginpar</code>	2233, 2283, 2693, 2711	<code>\preceq</code> 1689
1255, 1261, 1267, 1876	<code>\newlength</code> 3178	<code>\prime</code> 1668
<code>\mathbb</code> .. 1724, 2498, 3117	<code>\node</code> 631, 1802,	<code>\printbibliography</code> . 1859
<code>\mathbin</code> . 2680, 2681, 2682	1807, 2551, 2556,	<code>\ProvidesPackage</code>
<code>\mathcal</code>	2561, 2567, 2573,	..... 2, 15, 33,
2035, 2355, 2968,	2579, 2730, 2775, 3089	58, 226, 484, 545,
2973, 2975, 2976, 2977	<code>\noexpand</code> 2639,	552, 614, 727, 742,
<code>\Mathe</code> 3172	2640, 2641, 2660, 2775	1243, 1279, 1392,
<code>\MatheEnv</code> 3165 , 3173, 3176	<code>\noindent</code> 429, 732, 737,	1432, 1441, 1446,
<code>\mathord</code> 2180, 2181	1531, 1536, 1549,	1475, 1513, 1565,
<code>\mdfsetup</code> 1416,	1556, 1559, 1880,	1663, 1735, 1818,
1902, 1906, 1910, 1914	1882, 1886, 1890,	1834, 1840, 1862,
<code>\medskip</code>	1918, 1946, 1948,	2008, 2171, 2184,
1534, 1539, 1678,	1961, 1977, 1979,	2263, 2346, 2366,
1887, 1889, 1963,	1987, 2159, 2212,	2432, 2457, 2462,
1991, 2696, 2702,	2215, 2218, 2221,	2506, 2672, 2685,
3019, 3023, 3166, 3170	2706, 3012, 3024, 3184	2714, 2795, 2802,
<code>\memph</code> 1876	<code>\nolinkurl</code> 2845	2809, 2814, 2894,
<code>\mintinline</code> 2839,	<code>\normalsize</code> 1404	2909, 3000, 3004,
2840, 2879, 2886, 2891	<code>\notin</code> 738	3053, 3095, 3132, 3152
<code>\mkern</code> ... 2680, 2681, 2682	<code>\null</code> 3017	
<code>\mlq</code> 2178, 2180		
<code>\mrq</code> 2178, 2181		
<code>\msg</code> 477		
<code>\myList</code>	O	Q
2771, 2772, 2773, 2776	<code>\o</code> 2354, 2359, 2361	<code>\QS@list</code>
<code>\myNodes</code> 2760,	<code>\o@join</code>	2632, 2643, 2647,
2775, 2781, 2785, 2787	2677, 2680, 2681, 2682	2654, 2660, 2665, 2668
	<code>\Omega</code> 2025	<code>\QS@select@equal</code>
	<code>\omega</code> 2467, 2468, 2488, 2489	..... 2607, 2611
	<code>\or</code> 2588	<code>\QS@select@greater</code> ..
		..... 2608, 2612
N		<code>\QS@select@smaller</code> ..
<code>\NeedsTeXFormat</code>	P	... 2603, 2606, 2610
..... 1, 14, 32,	<code>\pagestyle</code> 1427, 1615	<code>\QS@sort@a</code>
57, 225, 483, 544,	<code>\par</code> 428, 449,	2585, 2618, 2639, 2640
551, 613, 726, 741,	608, 1356, 1364,	<code>\QS@sort@b</code> 2585, 2586
1242, 1278, 1391,	1532, 1541, 1556,	<code>\QS@sort@c</code> 2589, 2596
1431, 1440, 1445,	1559, 1618, 1622,	<code>\QS@sort@d</code> 2597, 2605
1474, 1512, 1564,	1629, 1631, 1636,	<code>\QS@sort@empty</code> . 2587, 2592
1662, 1734, 1817,	1640, 1644, 1885,	<code>\QS@sort@single</code> 2588, 2593
1833, 1839, 1861,	1947, 1970, 1978,	
2007, 2170, 2183,		

<code>\QsInitialize</code>	2946, 2948, 2951, 2510, 2622, 2657	<code>\StrSubstitute</code> . 2771, 2773
<code>\QSIr</code> . 2593, 2599, 2607, 2627, 2641, 2646, 2649	<code>\rightouterjoin</code> 2681	<code>\strut</code> 2119, 2123, 2127, 2131, 2135, 2799
<code>\QSIrr</code> 2628, 2641, 2642, 2650	<code>\Roman</code> 1412	<code>\subsection</code> 1589
<code>\QSLr</code> 2599, 2606, 2617, 2618, 2626, 2639, 2644, 2648	<code>\roman</code> 1412, 1414	<code>\subseteq</code> 2942, 2975, 2982
<code>\QSpivotStep</code>	<code>\romannumeral</code> 2597	<code>\subsubsection</code> 1610
2512, 2622, 2626, 2637	<code>\rtimes</code> 2173	
<code>\QSR</code> 2599	<code>\rule</code> 2630, 2652, 2667, 2678	
<code>\QSRr</code> 2608, 2629, 2640, 2645, 2651, 2660, 2661, 2662		
<code>\QSSortStep</code>		
2514, 2622, 2638, 2639		
<code>\quad</code> 2190		
R	S	T
<code>\raisebox</code> 1807	<code>\sb</code> 72, 82, 84, 113, 171, 584, 585, 589, 592, 593, 594, 676, 678, 683, 685, 1339, 1341, 2062, 2065, 2068, 2097, 2103, 2252, 2417, 2426, 2961, 2962, 2963, 2968, 2972, 2973, 2976, 2977, 2980, 2981, 2982	<code>\tableofcontents</code> 1657, 1872
<code>\relax</code> 1871, 2599, 2642, 2644, 2645, 2646, 2754, 2756	<code>\scriptscriptstyle</code> 649, 657, 665	<code>\TeX</code> 1557
<code>\renewcommand</code>	<code>\scriptsize</code> 1358, 1747, 1754, 1760, 1822, 1823, 1826, 1827, 3103, 3156, 3186	<code>\text</code> 82, 84, 187, 2274, 3103, 3156
1407, 1408, 1409, 1410, 1413, 1414, 1428, 1429, 1652, 1656, 1828, 1829, 2232	<code>\section</code> . . . 52, 1576, 1585	<code>\textbf</code> 696, 714, 1250, 1694, 1703, 1714, 1723, 1881, 1888, 1919, 1947, 1962, 1978, 2237
<code>\repeat</code> 2515	<code>\sectionbreak</code> 1577	<code>\textcolor</code> 1806, 3102
<code>\RequirePackage</code>	<code>\seq</code> . 1811, 1812, 1813, 1956, 1957, 1958, 1965	<code>\textit</code> 1090, 1132, 1133, 1134, 1135, 1988, 2282, 2342
. . 4, 60, 163, 227, 231, 480, 486, 487, 547, 615, 744, 745, 1245, 1247, 1248, 1284, 1393, 1394, 1397, 1399, 1401, 1406, 1415, 1422, 1433, 1434, 1443, 1447, 1448, 1449, 1477, 1478, 1526, 1575, 1580, 1581, 1613, 1667, 1736, 1836, 1841, 1842, 1858, 1865, 1866, 1867, 1895, 2010, 2174, 2175, 2348, 2349, 2350, 2367, 2369, 2459, 2519, 2521, 2673, 2674, 2675, 2688, 2716, 2747, 2798, 2804, 2811, 2816, 2827, 2828, 2896, 3001, 3008, 3056, 3057, 3059, 3060, 3098, 3099, 3100, 3133, 3153	<code>\setbox</code> 2677	<code>\textsc</code> 1669
	<code>\setcounter</code> 1405, 1578, 1612, 2631, 2653, 2667	<code>\textsf</code> 1881, 1962
	<code>\setganttlinklabel</code> . . 1435, 1436, 1437, 1438	<code>\textstyle</code> 2082, 2114
	<code>\setlength</code> 1650, 1651, 1653, 1830, 2699, 3180, 3181, 3191	<code>\texttt</code> 1273, 1669, 1803, 1804, 1805, 1806, 3156
	<code>\setmainfont</code> 1395	<code>\textwidth</code> 1830
	<code>\setmainlanguage</code> 481	<code>\the page</code> 1426, 1825
	<code>\setminted</code> 2833, 2834	<code>\theparagraph</code> 1404
	<code>\setminus</code> 2312	<code>\thesection</code> 1576
	<code>\setsansfont</code> 1396	<code>\Theta</code> 2015
	<code>\setul</code> 2690	<code>\thinspace</code> 3156
	<code>\sffamily</code> 559, 1402, 1404, 1506, 1576, 1627, 2917, 3034	<code>\tikz</code> 1807
	<code>\shoveleft</code> 2292	<code>tikz: bbaum</code> 26
	<code>\shoveright</code> 2296	<code>tikz: li binaer baum</code> 24
	<code>\Sigma</code> 69, 110, 168, 1308, 1309, 1369	<code>\tikzchildnode</code> 504
	<code>\sigma</code> 582, 584, 585	<code>\tikzparentnode</code> 504
	<code>\SLASH</code> 1877	<code>\tikzset</code> 101, 148, 214, 489, 515, 1451, 1738, 2407, 2533, 2737, 2898, 3134
	<code>\small</code> 1986	<code>\tikzumset</code> 3062
	<code>\sort</code> 2764	<code>\times</code> 212
	<code>\sortList</code> 2763, 2772	<code>\tiny</code> . 1256, 1262, 1268, 1548, 1806, 1876, 2843
	<code>\square</code> 549	<code>\titleformat</code> 1402, 1404, 1576
<code>\right</code> 2012, 2352	<code>\stepcounter</code> 2551, 2556, 2561, 2564, 2566, 2570, 2572, 2576, 2578	<code>\titlespacing</code> 1403
<code>\RIGHTarrow</code> . . . 3074, 3079	<code>\str</code> 361, 560, 569, 1899, 2441, 2450, 2918, 2931	<code>\tl</code> 39, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 84, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 303, 307, 334, 338, 339, 340, 343, 348, 349, 350, 362, 371, 406, 409, 412, 420, 421, 422, 423, 434,
<code>\rightarrow</code> 733, 738	<code>\string</code> 2294, 2304	
<code>\rightarrow</code> 212, 572, 577, 585, 589, 591, 592, 594, 649, 657, 2429, 2939,		

440, 443, 446, 462, 469, 619, 622, 627, 628, 636, 637, 640, 641, 1347, 1368, 1369, 1370, 1371, 1374, 1375, 1376, 1377, 1584, 1588, 1592, 1599, 1602, 2045	\tmp 2314	\ttfamily 2691	\UParrow 3076
\TmpPlaceEight 2389	\TmpPlaceFive 2386	\TmpPlaceFour 2385	\TmpPlaceNine 2390
\TmpPlaceOne 2382	\TmpPlaceSeven 2388	\TmpPlaceSix 2387	\TmpPlaceTen 2391
\TmpPlaceThree 2384	\TmpPlaceTwo 2383	\TmpScale 2402	\TmpTransitionEight 2378, 2399
\TmpTransitionFive 2375, 2396	\TmpTransitionFour 2374, 2395	\TmpTransitionNine 2379, 2400	\TmpTransitionOne 2371, 2392
\TmpTransitionSeven 2377, 2398	\TmpTransitionSix 2376, 2397	\TmpTransitionTen 2380, 2401	\TmpTransitionThree 2373, 2394
\TmpTransitionTwo 2372, 2393	\TmpX 2403	\TmpY 2404	\today 1823
		756, 760, 764, 811, 812, 813, 860, 865, 870, 873, 931, 932, 933, 938, 939, 968, 1003, 1034, 1035, 1038, 1089, 1092, 1131, 1137, 1138, 1156, 1157, 1158, 1179, 1180, 1181, 1201, 1202, 1203, 1204	U \ul 1251, 2689, 2690 \umlaggreg 1209 \umlassoc 1167 \umlclass 1209
		\umldep 1097	\umlHVHaggreg 878, 944, 1147
		\umlinherit 817, 868, 1042, 1087, 1095	\umlnote .. 819, 1044, 1211
		\umlreal 815, 876	\umlsimpleclass 771, 772, 773, 777, 779, 780, 781, 810, 963, 964, 965, 1033, 1085, 1086, 1177
		\umlstatic 970, 1004	\umluniaggreg 1040
		\umluniassoc 791, 816, 1041, 1165, 1166, 1185, 1186	\umlVHuniassoc .. 792, 793
		\umlVHVdep 785, 786, 788, 789, 972, 973	\umlVHVinherit 768, 769, 774, 775, 782, 783, 941, 942, 966, 967, 1145, 1146, 1183, 1184
		\umlVHVreal 935, 936, 1206, 1207	
			V \value 2513 \varepsilon 561, 572, 573, 1294, 2062, 2068, 2100, 2111 \vfill 1546, 1624, 1655, 2799 \vrule 3013, 3017 \vspace ... 1620, 1634, 1638, 1642, 1652, 1933, 1951, 3026, 3028
			X \xappto .. 2775, 2781, 2785 \xdef 1480 \xintApply 2601 \xintApplyUnbraced .. 2600, 2606, 2607, 2608 \xintCSVtoList 2660 \xintFor 2550, 2555, 2560, 2565, 2571, 2577, 2618 \xintifEq 2611 \xintifForLast 2567, 2573, 2579 \xintifGt 2612 \xintifLt 2610 \xintLength 2585 \xintnthelt 2597
			Z \ZB 2004 \zB 2003 \zustandsnamens@liste ... 1312, 1319, 1320