

# lehramt-informatik

Hermine Bschlangaul \*

September 10, 2021

## Contents

<b>1</b>	<b>Klassen</b>	<b>4</b>
1.1	Vorlage Theorie-Teil	5
1.2	Vorlage Aufgabensammlung	6
1.3	Vorlage Aufgabe	7
<b>2</b>	<b>Pakete</b>	<b>8</b>
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
2.14.7	Zeilenabstände	57
2.15	gantt.sty	59
2.16	grafik.sty	60
2.17	graph.sty	61
2.18	hanoi.sty	63
2.19	klassen-konfiguration-aufgabe.sty	64
2.20	klassen-konfiguration-examen.sty	66
2.21	komplexitaetstheorie.sty	68
2.21.1	Makro-Kürzel	68
2.22	kontrollflussgraph.sty	70
2.22.1	Makro-Kürzel	70
2.22.2	TeX-Markup-Beispiel	70
2.22.3	TikZ: pin	70
2.22.4	Umgebungen	71
2.22.5	Makros	72
2.23	kopf-fusszeilen.sty	73
2.24	literatur-dummy.sty	74
2.25	literatur.sty	75
2.26	makros.sty	76
2.27	master-theorem.sty	80
2.27.1	Makro-Kürzel	80
2.28	mathe.sty	84
2.29	meta.sty	85
2.30	minimierung.sty	87
2.31	normalformen.sty	90
2.31.1	Makro-Kürzel	90
2.32	o-notation.sty	93
2.32.1	Makro-Kürzel	93
2.32.2	TeX-Markup-Beispiel: Funktionsgraphen mit pgfplots	93
2.33	petri.sty	94
2.33.1	Makro-Kürzel	94
2.34	potenzmengen-konstruktion.sty	96
2.35	pseudo.sty	98
2.36	pumping-lemma.sty	99
2.37	quicksort.sty	100
2.38	relationale-algebra.sty	103
2.39	rmodell.sty	104
2.39.1	Makro-Kürzel	104
2.40	sortieren.sty	105

2.41	spalten.sty . . . . .	107
2.42	sql.sty . . . . .	108
2.43	struktogramm.sty . . . . .	109
2.44	syntax.sty . . . . .	110
2.44.1	Makro-Kürzel . . . . .	110
2.45	syntaxbaum.sty . . . . .	113
2.46	synthese-algorithmus.sty . . . . .	114
2.46.1	Makro-Kürzel . . . . .	114
2.46.2	TeX-Markup Grundgerüst . . . . .	114
2.46.3	TeX-Markup Linksreduktion . . . . .	114
2.46.4	TeX-Markup Rechtsreduktion . . . . .	114
2.46.5	TeX-Markup Relationen formen . . . . .	115
2.47	tabelle.sty . . . . .	118
2.48	typographie.sty . . . . .	119
2.49	uml.sty . . . . .	121
2.50	vollstaendige-induktion.sty . . . . .	123
2.50.1	Makro-Kürzel . . . . .	123
2.51	wasserfall.sty . . . . .	125
2.52	wpkalkuel.sty . . . . .	126
2.52.1	Makro-Kürzel . . . . .	126

### 3 Index 127

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

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

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

```

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

```

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

```

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

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

```

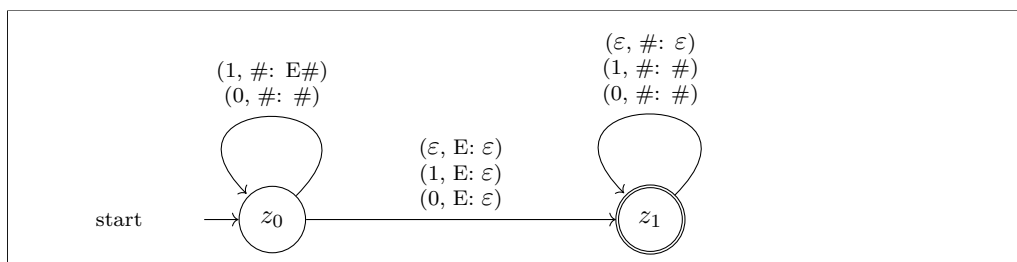
## 2.4.2 Kellerautomat

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

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

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

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



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

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

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

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

```

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

```

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

(a, #: A)  
(b, #:  $\varepsilon$ )

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]{\langlezustaende=Z,alphabet= $\Sigma$ ,bandalphabet= $\Gamma$ ,delta= $\delta$ ,start= $z_0$ ,leerzeichen= $\square$ ,ende=E\rangle}

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

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

```
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}:(z_1:  $\square$ , 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`

`(z_1:  $\square$ , 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_telaufgabe_nr_tl {} { Teilaufgabe - \g_auf_examen_te
350         \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} { Aufgabe - \g_auf_examen_aufgabe_nr
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-qtreet.]

486 \RequirePackage{tikz}

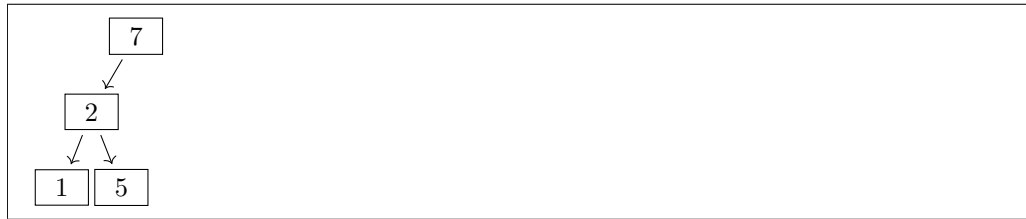
    für li binaer baum
487 \RequirePackage{tikz-qtreet}

    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}
```

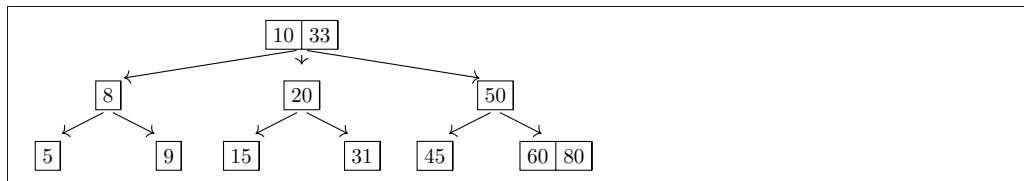


### 2.6.3 B-Baum

```

\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     \rmfamily
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        $A \rightarrow A_{\{n-1\}} B_{\{n\}}, A_{\{n-1\}} \rightarrow A_{\{n-2\}} B_{\{n-1\}}, \dots,$ 
592        $A_{\{2\}} \rightarrow B_{\{1\}} B_{\{2\}}$ -zerteilt.~
593       Nach-der-Ersetzung-sind-alle-längeren-Nonterminalketten-
594       vollständig-heruntergebrochen-und-die-Chomsky-Normalform-erreicht.
595     }
596   }
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}

```

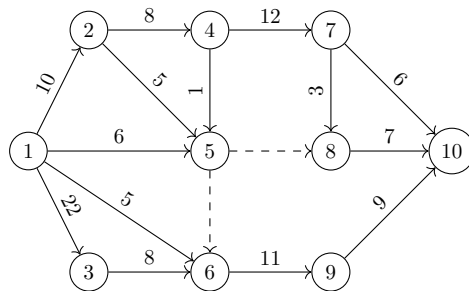
### 2.9.1 Makro-Kürzel

```

\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}{3}
\end{tikzpicture}

```

### 2.9.3 TeX-Markup-Beispiel: Ergebnistabelle

```

\begin{tabular}{|l|l|l|l|l|l|l|l|}
\hline
i & a & b & c & d & e & f & g \\
\hline
\FZ & 0 & 2 & 5 & 6 & 10 & 3 & 12 \\
\SZ & 0 & 2 & 5 & 10 & 10 & 6 & 12 \\
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
i & Nebenrechnung & \FZ \\
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}
```

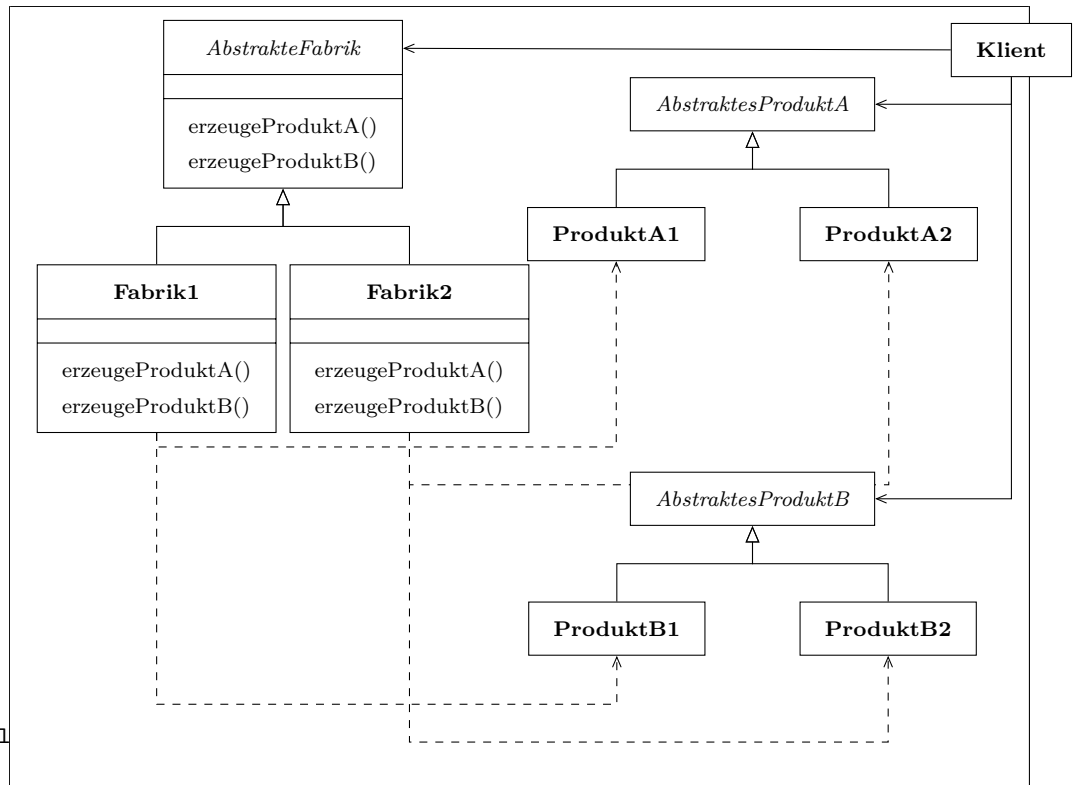
\li@EntwurfsCodeAllgemein Allgemeine Code-Beispiele zu den UML-Diagrammen und Stellvertretern

```
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 }

```

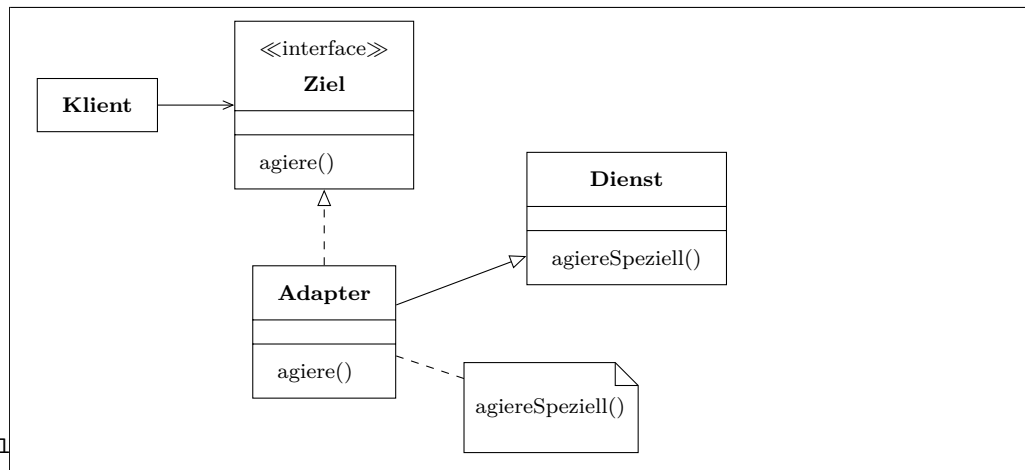
\liEntwurfsAbstrakteFabrik

```

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 }

```

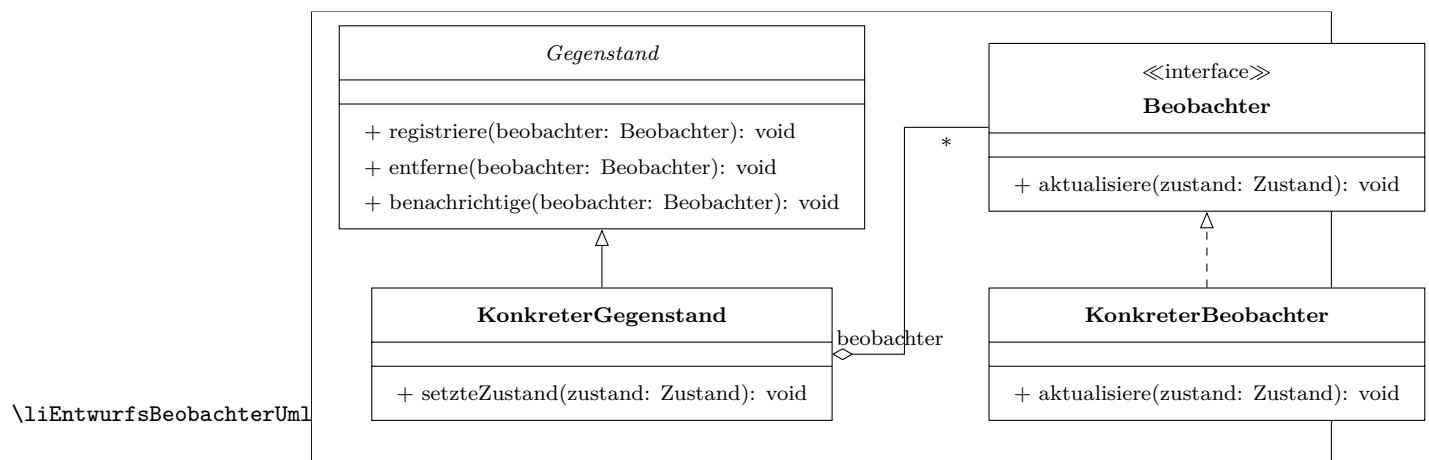
\liEntwurfsAdapter

```

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 }

```

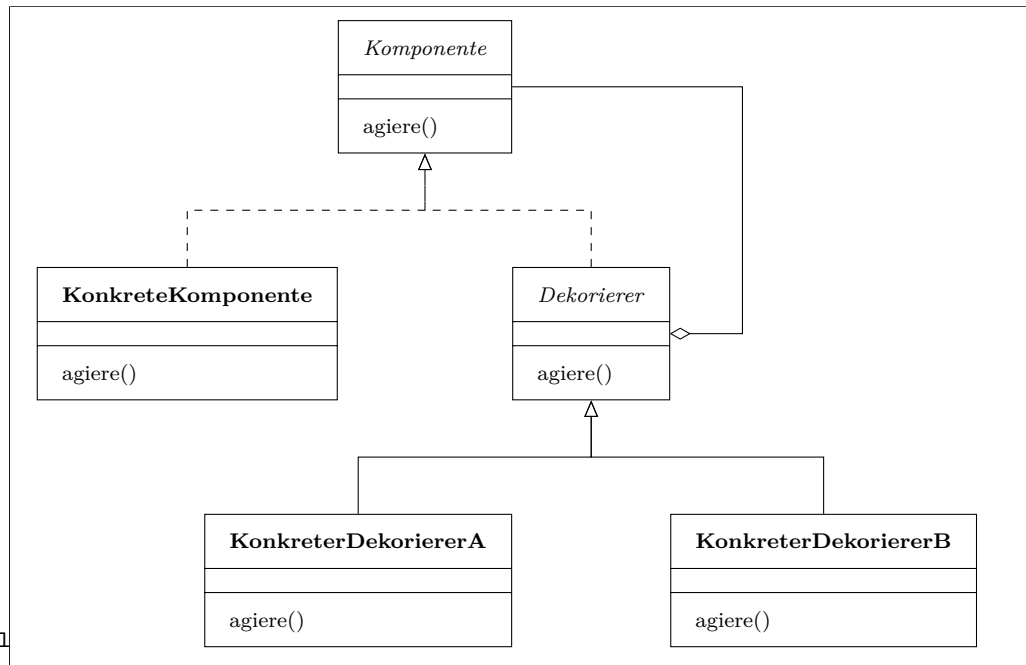
\liEntwurfsBeobachter

```

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

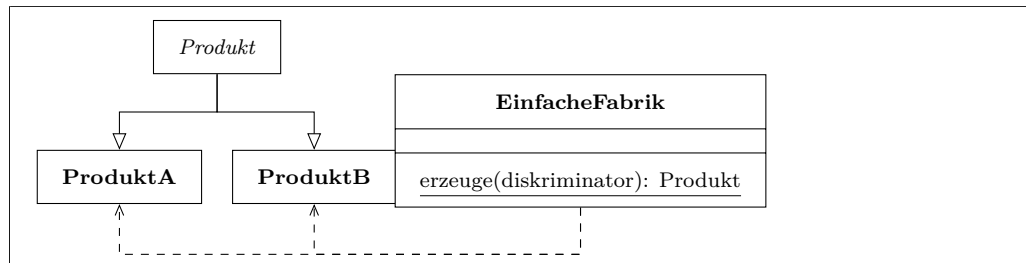
```

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 }
```

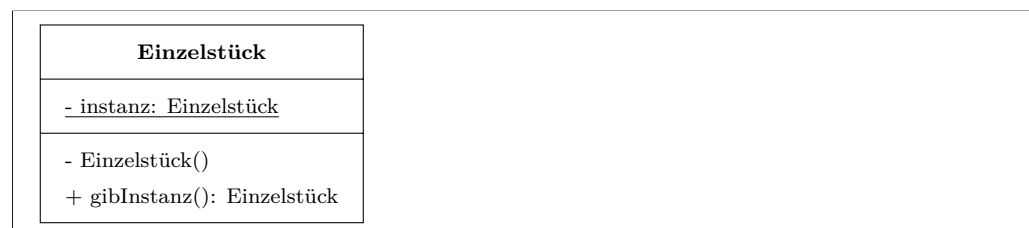
### 2.11.8 Einzelstück (Singleton)

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

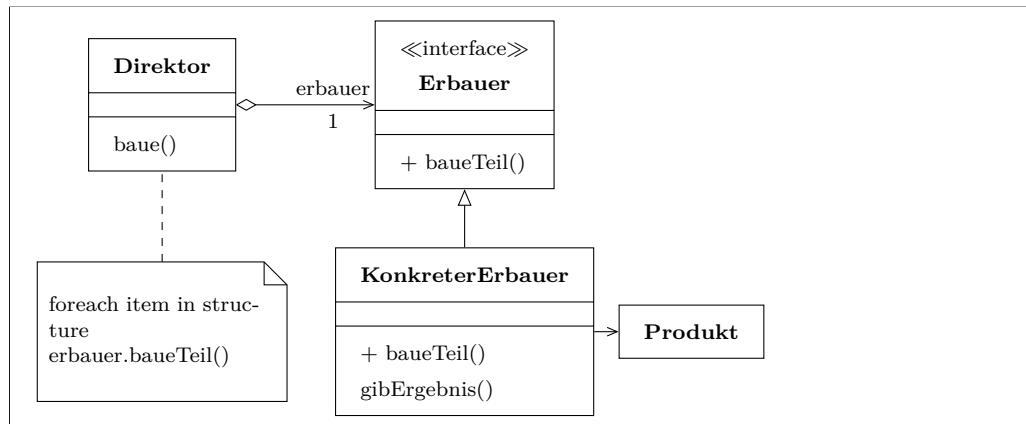
```

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     \umlclass[x=0,y=3]{Direktor}{}{baue()}
1039
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

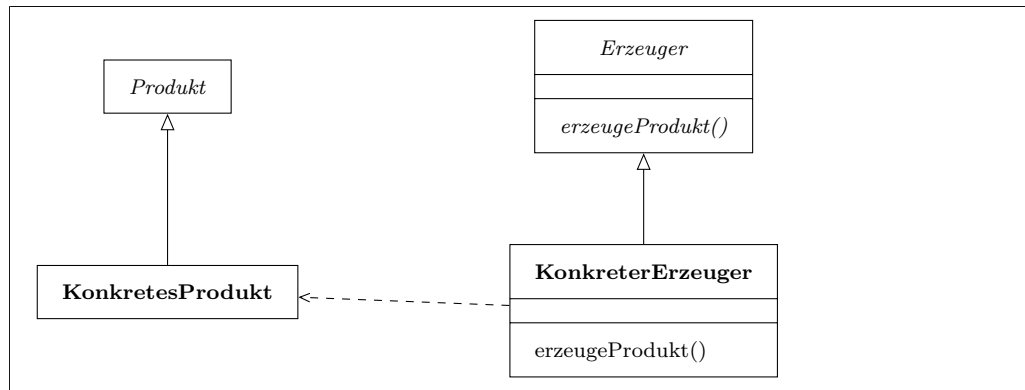
```

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 }

```

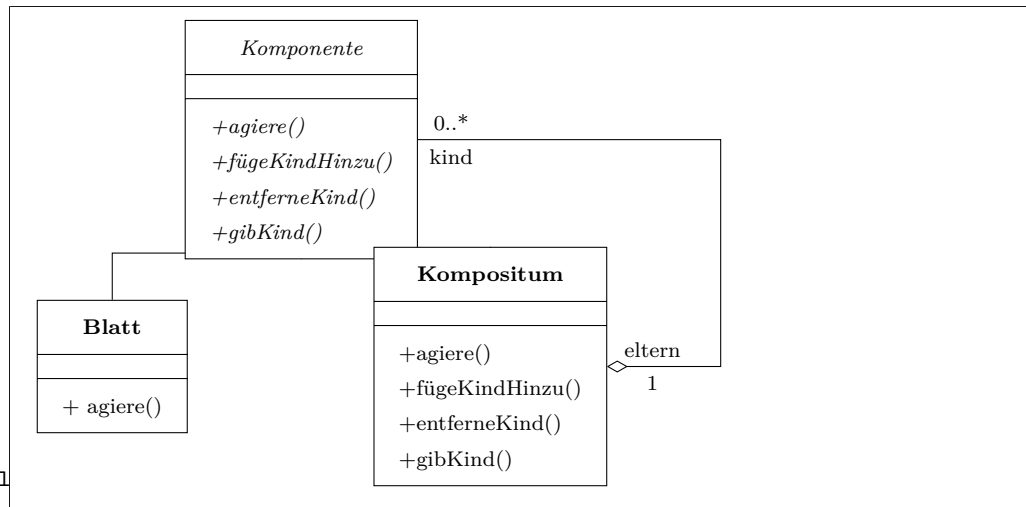
\liEntwurfsFabrikmethode

```

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

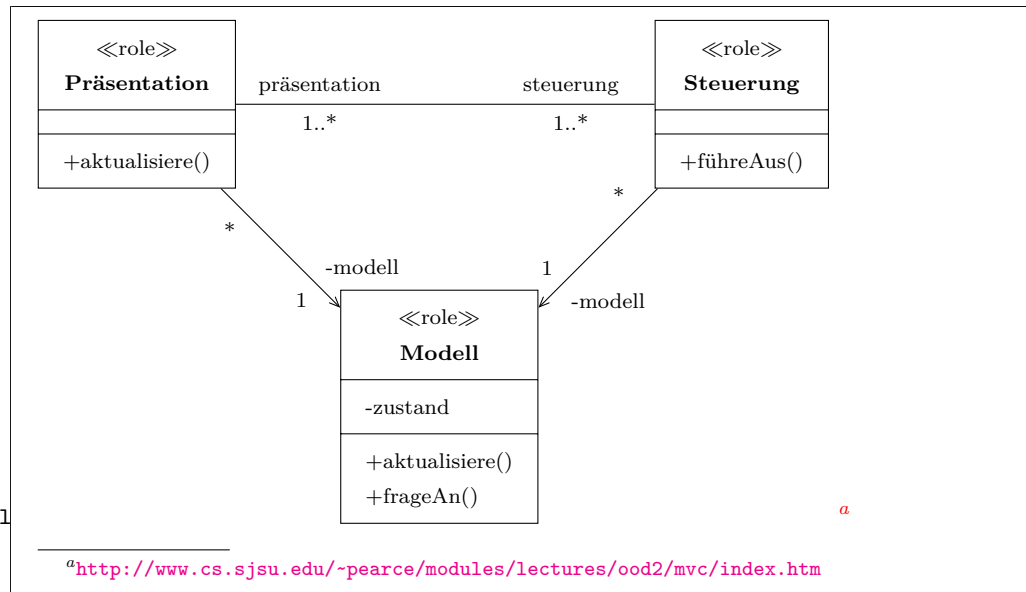
```

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

```

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

ModellPraesentationSteuerungUml



```

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

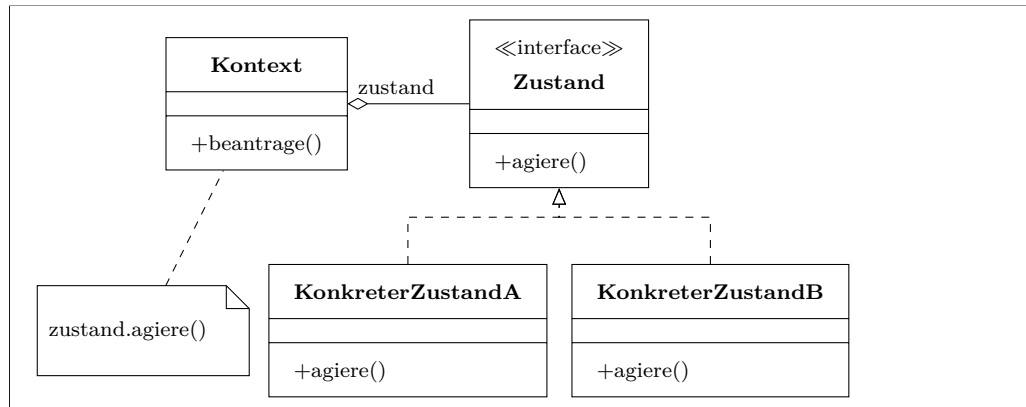
```

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

The package mathpazo Loading this package changes the default roman font family to Adobe Palatino, and the virtual ‘mathpazo’ fonts will be used for math. These virtual fonts are made up basically from Palatino Italic, with the missing math symbols coming from the CM and Pazo math fonts.

```
1393 \RequirePackage{mathpazo}
1394 \RequirePackage[no-math]{fontspec}
1395 \setmainfont{texgyrepagella}
```

### 2.14.2 Farben

```
1396 \RequirePackage{xcolor}
1397 \definecolor{infogray}{rgb}{0.97,0.97,0.97}
```

### 2.14.3 Überschriften

```
1398 \RequirePackage{titlesec}
1399 \titleformat{\chapter}[display]{\bfseries}{\Opt}{\LARGE}
1400 \titlespacing{\chapter}{\Opt}{\Opt}{*1}
1401 \titleformat{\paragraph}[hang]{\normalsize\bfseries}{\theparagraph}{1em}{\}
1402 \setcounter{secnumdepth}{0}
```

### 2.14.4 Listen

```
1403 \RequirePackage{paralist}
1404 \renewcommand\labelitemi{-}
1405 \renewcommand\labelitemii{-}
1406 \renewcommand\labelitemiii{-}
1407 \renewcommand\labelitemiv{-}
1408 % Counter: enumi enumii enumiii enumiv
1409 % Styles: \arabic{counter} \alph{counter} \Alph{counter} \roman{counter} \Roman{counter}
1410 \renewcommand{\labelenumi}{(\alph{enumi})}
1411 \renewcommand{\labelenumii}{(\roman{enumii})}
```

### 2.14.5 Kasten

```
1412 \RequirePackage{mdframed}
1413 \mdfsetup{backgroundcolor=infogray}
```

liKasten

```
1414 \NewDocumentEnvironment { liKasten }{ } {
1415   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
1416 } {
1417   \end{mdframed}
1418 }
```

### 2.14.6 Header

```
1419 \RequirePackage{fancyhdr}
1420 \fancyhead[L,C,R]{\}
1421 \fancyfoot[L]{\}
1422 \fancyfoot[C]{\}
1423 \fancyfoot[R]{\thepage}
1424 \pagestyle{fancy}
1425 \renewcommand{\headrulewidth}{\Opt}
1426 \renewcommand{\footrulewidth}{\Opt}
```

### 2.14.7 Zeilenabstände

Werden kleinere Schriften verwendet, passt sich der Zeilenabstand nicht entsprechend an. Mit der Umgebung spacing funktioniert es dann.

```
1427 \RequirePackage{setspace}
```



## 2.15 gantt.sty

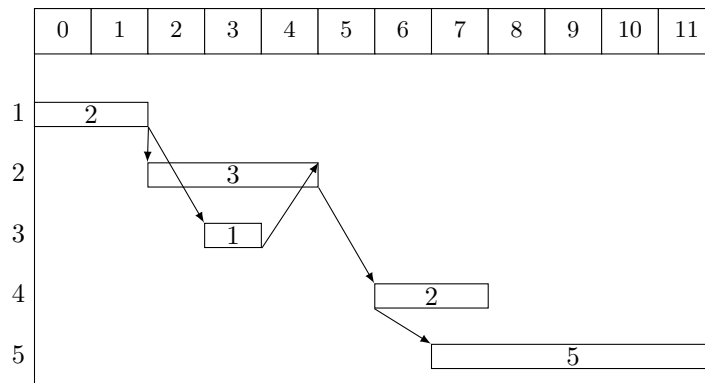
1429 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

1430 \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}
```



```
1431 \RequirePackage{tikz-uml}
1432 \RequirePackage{pgfgantt}
1433 \setganttlinklabel{f-s}{}
1434 \setganttlinklabel{s-s}{}
1435 \setganttlinklabel{f-f}{}
1436 \setganttlinklabel{s-f}{}
1437
```

## 2.16 grafik.sty

```
1438 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1439 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-grafik}[2020/12/27 Lädt das Paket
1440 TikZ, um Grafiken zeichnen zu können und graphicx um Bilder laden zu können.]
1441 \ExplSyntaxOn
1442 \RequirePackage{tikz}
1443 \RequirePackage{graphicx}

\liGrafikLogoPfad

1444 \def\liGrafikLogoPfad#1{
1445   \LehramtInformatikRepository / .tex / Logo / #1
1446 }

\liGrafikCCLizenz

1447 \NewDocumentCommand{ \liGrafikCCLizenz } { 0{} } {
1448   \includegraphics[#1]{
1449     \liGrafikLogoPfad{CC-by-nc-sa.eps}
1450   }
1451 }

\liGrafikLogo

1452 \NewDocumentCommand{ \liGrafikLogo } { 0{} } {
1453   \includegraphics[#1]{
1454     \liGrafikLogoPfad{Logo_nur-Pfade.eps}
1455   }
1456 }

1457 \ExplSyntaxOff
1458
```

## 2.17 graph.sty

```

1459 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1460 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-graph}[2020/06/09]
1461 \RequirePackage{tikz}

```

Für die die Adjazenzliste (`xrightharrow`)

```

1462 \RequirePackage{amsmath}

```

Für Adjazenz-Matrix

```

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

```

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

```

1463 \RequirePackage{blkarray}

```

```

1464 \usetikzlibrary{arrows.meta}

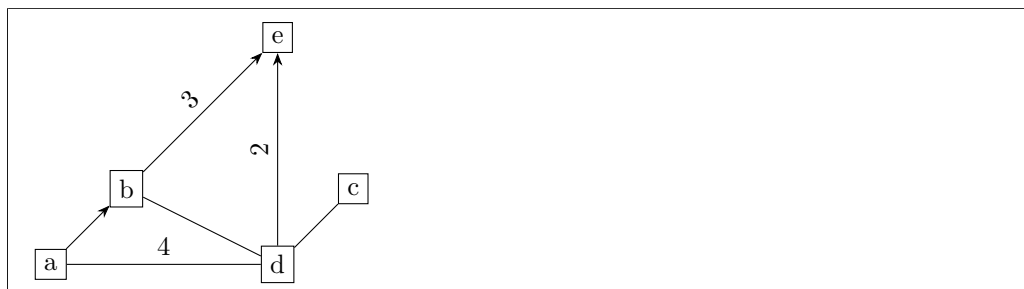
```

```

\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}

```



```

1465 \tikzset{
1466   li graph/.style={
1467     every node/.style={
1468       rectangle,
1469       draw,
1470     },
1471     every edge/.style={
1472       >={Stealth[black]},
1473       draw,
1474     },
1475     every edge/.append style={
1476       every node/.style={
1477         sloped,
1478         auto,
1479       }
1480     }
1481   },
1482   li markierung/.style={
1483     ultra thick,
1484   }
1485 }

```

**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}

```

```

1486 \NewDocumentEnvironment { liGraphenFormat }{ +b } {} {}

```

```

1487

```

## 2.18 hanoi.sty

1488 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]  
 1489 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-hanoi}[2020/12/19 Paket zum Setzen  
 1490 von Hanoi-Grafiken]

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

```

1491 \RequirePackage{tikz}
1492 \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}

1493 \def\li@mset #1[#2]=#3{%
1494 \expandafter\xdef\csname #1#2\endcsname{#3}
1495 }
1496 \def\li@mget #1[#2]{%
1497 \csname #1#2\endcsname
1498 }
1499 \def\li@minc #1[#2]+=#3{%
1500 \pgfmthparse{\li@mget #1[#2]+#3}%
1501 \li@mset #1[#2]=\pgfmthresult
1502 }
1503
1504 \def\liHanoi#1#2{
1505   \edef\li@numdiscs{#1}
1506   \def\li@sequence{#2}
1507   \begin{tikzpicture}[line width=4mm,brown!40,line cap=round,xscale=3]
1508     % init colors
1509     \foreach[count=\j] \c in {red,green!80!black,blue,orange,violet,gray,yellow!80!black,purp
1510     \li@mset col[\j]={\c};
1511     % draw poles and init pole counters
1512     \foreach \j in {1,2,3}{
1513       \li@mset pos[\j]=0
1514       \draw (\j,-.5) -- +(0, .5 + .5*\li@numdiscs);
1515     }
1516     % draw base
1517     \draw (.5,-.5) -- +(3,0);
1518     % draw discs
1519     \foreach[count=\k] \i/\j in \li@sequence{
1520       \draw[draw={\li@mget col[\i]}] (\j,\li@mget pos[\j]) +(-.4*\i/\li@numdiscs,0) -- +(.4*
1521       \li@minc pos[\j]+=.5}
1522     }
1523   \end{tikzpicture}
1524 }

1525
```

## 2.19 klassen-konfiguration-aufgabe.sty

```
1526 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1527 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-klassen-konfiguration-aufgabe}[2021/09/01 Die
1528 Klasse Aufgabe konfigurieren, d. h. Laden von einigen Paketen, Registrierung von Hooks]
```

Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option clash

```
1529 \liLadePakete{
1530   formatierung,
1531   abmessung,
1532   literatur-dummy,
1533   makros,
1534   aufgaben-metadaten,
1535   kopf-fusszeilen,
1536   mathe,
1537   grafik,
1538   meta
1539 }
1540
1541 % Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
1542 \RequirePackage[ngerman]{babel}
1543 \ExplSyntaxOn
1544 \cs_gset:Npn \stichwoerter_formatiert: {
1545   \tl_if_empty:NTF \g_auf_stichwoerter_tl {} {
1546     \textbf{Stichwörter:} ~
1547     \g_auf_stichwoerter_tl
1548   \par
1549   }
1550 }
1551 \cs_gset:Npn \horizontale_linie: {
1552   \par
1553   \noindent
1554   \rule{\textwidth}{0.8pt}
1555   \par
1556 }
1557 \cs_gset:Npn \thematik_formatiert: {
1558   \tl_if_empty:NTF \g_auf_thematik_tl {} {
1559     \textit{
1560       ( \g_auf_thematik_tl )
1561     }
1562   }
1563 }
```

\liAufgabenMetadaten

```
1564 \def\liAufgabenMetadaten#1{
1565   \liMetaSetze{#1}
1566
1567   \noindent
1568   {\large \_gib_einzelpruefung_trenner: \par}
1569
1570   \medskip
1571
1572   \noindent
1573   {\bfseries\Large\_gib_aufgaben_pfad_trenner:}
1574   \hfill \thematik_formatiert:
1575   \par
1576
1577   \medskip
1578
1579   \noindent
1580   {\footnotesize\stichwoerter_formatiert:}
1581
1582   \horizontale_linie:
```



```

1583
1584 \bigskip
1585
1586 \par
1587 % Keine Einrückung
1588 \@afterindentfalse
1589 \@afterheading
1590 }

1591 \AddToHook{enddocument}{
1592 \vfill
1593 {
1594
1595 \begin{minipage}{5.5cm}
1596 \liGrafikLogo[width=5cm]
1597 \end{minipage}
1598 \begin{minipage}{10cm}
1599 {
1600 \bfseries
1601 \liMetaBschlangaulSammlung
1602 }\par
1603
1604 \liMetaHermineBschlangaulAndFriends\par
1605 \medskip\par
1606
1607 \begin{spacing}{1}
1608 \footnotesize
1609 \liMetaUeberDasProjekt
1610 \end{spacing}
1611 \end{minipage}
1612
1613 \par
1614
1615 \bigskip
1616
1617 \begin{minipage}{5.5cm}
1618 \centerline{\liGrafikCCLizenz[width=3cm]}
1619 \end{minipage}
1620 \begin{minipage}{10cm}
1621 \begin{spacing}{1}
1622 \scriptsize
1623 \liMetaCCLink
1624 \end{spacing}
1625 \end{minipage}
1626
1627 \bigskip
1628
1629 \begin{spacing}{1}
1630 \tiny
1631 \noindent
1632 \liMetaHilfMit
1633
1634 \liMetaQuelltext
1635 \_gib_github_url_href:
1636 \end{spacing}
1637 }
1638 }

1639 \ExplSyntaxOff
1640

```

## 2.20 klassen-konfiguration-examen.sty

```
1641 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1642 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-klassen-konfiguration-examen}[2021/09/04 Die
1643 Klasse liSetzeExamen konfigurieren, d. h. Laden von einigen Paketen, Registrierung von Hooks]
```

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

```
1644 \liLadePakete{
1645   formatierung,
1646   literatur-dummy,
1647   makros,
1648   aufgaben-metadaten,
1649   abmessung,
1650   typographie,
1651   grafik
1652 }
```

Formatierung für die Überschriften setzen.

```
1653 \RequirePackage{titlesec}
1654 \titleformat{\section}{\huge\filcenter\bfseries}{\thesection}{1em}{}
1655 \newcommand{\sectionbreak}{\clearpage}
1656 \setcounter{secnumdepth}{0}
1657 \liLadeAllePakete
```

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

```
1658 \RequirePackage[ngerman]{babel}
1659 \RequirePackage{standalone}
1660 \ExplSyntaxOn
```

`\liSetzeExamenThemaNr`

```
1661 \def\liSetzeExamenThemaNr#1{
1662   \tl_gset:Nn \g_auf_examen_thema_nr_tl { #1 }
1663   \section{Thema-Nr.~#1}
1664 }
```

`\liSetzeExamenTeilaufgabeNr`

```
1665 \def\liSetzeExamenTeilaufgabeNr#1{
1666   \tl_gset:Nn \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl { #1 }
1667   \subsection{Teilaufgabe-Nr.~#1}
1668 }
```

`\liBindeAufgabeEin`

```
1669 \def\liBindeAufgabeEin#1{
1670   \tl_gset:Nn \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl { #1 }
1671   \input{
1672     \LehramtInformatikRepository /
1673     Staatsexamen /
1674     \g_auf_examen_nummer_tl /
1675     \g_auf_examen_jahr_tl /
1676     \g_auf_examen_monat_tl /
1677     \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} {
1678       Thema - \g_auf_examen_thema_nr_tl /
1679     }
1680     \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} {
1681       Teilaufgabe - \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl /
1682     }
1683     Aufgabe - \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl .tex
1684   }
1685 }
```

`\liAufgabenMetadaten` Das Metadaten-Makro überschreiben

```
1686 \def\liAufgabenMetadaten#1{
1687   \liMetaSetze{#1}
1688   \subsubsection{\_gib_aufgaben_titel:}
1689 }
```

```

1690 \setcounter{tocdepth}{4}
1691 \RequirePackage[titles]{tocloft}
1692 \AddToHook{begindocument}{
1693   \pagestyle{empty}
1694   \begin{center}
1695     \large
1696     Erste-Staatsprüfung-für-ein-Lehramt-an-öffentlichen-Schulen \par
1697
1698     \vspace{0.5cm}
1699
1700     Fach-Informatik \par
1701
1702     \vfill
1703
1704     \liGrafikLogo[width=8cm]\par
1705     \bigskip
1706     Die-Bschlangaul-Sammlung \par
1707     {\footnotesize zusammengestellt-von-Hermine-Bschlangaul-und-Freunden} \par
1708
1709     \vfill
1710
1711     {
1712       \bfseries\Huge
1713
1714       \g_auf_examen_jahreszeit_tl \par
1715
1716       \g_auf_examen_jahr_tl \par
1717     }
1718
1719     \vspace{2cm}
1720
1721     {\LARGE \g_auf_examen_nummer_tl \par}
1722
1723     \vspace{0.5cm}
1724
1725     \g_auf_examen_fach_tl \par
1726
1727     \vspace{3cm}
1728
1729     Aufgabenstellungen-mit-Lösungsvorschlägen \par
1730
1731     \end{center}
1732
1733     % für den Abstand vor den section im Inhaltsverzeichnis
1734     % https://tex.stackexchange.com/questions/241445/how-to-control-spacing-in-toc-for-different-sections
1735     \setlength{\cftbeforesecskip}{1.5cm}
1736     \setlength{\cftbeforesubsecskip}{0.5cm}
1737     \renewcommand{\cftsubsecafterpnum}{\vspace{\cftbeforesubsecskip}}
1738     \setlength{\cftbeforesubsubsecskip}{0.1cm}
1739
1740     \vfill
1741     \renewcommand{\contentsname}{Aufgabenübersicht}
1742     \tableofcontents
1743     \clearpage
1744 }
1745 \ExplSyntaxOff
1746

```

## 2.21 komplexitaetstheorie.sty

```
1747 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1748 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-komplexitaetstheorie}[2021/07/08 Zum
1749 Setzen von Karp's NP-vollständigen Problemen, Hilfsmakros für die
1750 Polynomialzeitreduktion.]
```

### 2.21.1 Makro-Kürzel

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

```
1751 \liLadePakete{mathe}
```

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

```
1752 \RequirePackage{mdframed}
```

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

```
1753 \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`

```
1754 \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`

```
1755 \def\liProblemBeschreibung#1#2#3{
1756   \begin{mdframed}[
1757     userdefinedwidth=9cm,
1758     align=center,
1759     backgroundcolor=white!0,
1760   ]
1761     \centerline{\large\liProblemName{#1}}
1762
1763     \medskip
1764
1765     \begin{description}
1766       \item[Gegeben:] #2
1767       \item[Frage:] #3
1768     \end{description}
1769   \end{mdframed}
1770 }
```

```

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

1771 \NewDocumentCommand{ \liPolynomiellReduzierbar } { m O{p} m } {
1772 \begin{displaymath}
1773 \liProblemName{#1}
1774 \preceq_{#2}
1775 \liProblemName{#3}
1776 \end{displaymath}
1777 }

\liProblemVertexCover

1778 \def\liProblemClique{%
1779 Das \textbf{Cliquesproblem} fragt nach der Existenz einer Clique der
1780 Mindestgröße  $n$  in einem gegebenen Graphen.
1781 \footcite[Seite 76]{theo:fs:4}
1782 Eine Clique ist eine Teilmenge von Knoten in einem ungerichteten
1783 Graphen, bei der \emph{jedes Knotenpaar durch eine Kante} verbunden ist.
1784 \footcite{wiki:cliquenproblem}
1785 }

\liProblemVertexCover

1786 \def\liProblemVertexCover{%
1787 %
1788 Das \textbf{Knotenüberdeckungsproblem} (\liProblemName{Vertex Cover})
1789 fragt, ob zu einem gegebenen einfachen Graphen und einer natürlichen
1790 Zahl  $k$  eine Knotenüberdeckung der Größe von höchstens  $k$  existiert.
1791 \footcite{wiki:knotenueberdeckung}
1792
1793 Das heißt, ob es eine aus maximal  $k$  Knoten bestehende Teilmenge  $U$ 
1794 der Knotenmenge gibt, so dass jede Kante des Graphen mit
1795 mindestens einem Knoten aus  $U$  verbunden ist.
1796 \footcite[Seite 78]{theo:fs:4}%
1797 }

\liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

1798 \def\liProblemSubsetSum{%
1799 Das \textbf{Teilsommenproblem} (\liProblemName{Subset Sum} oder
1800 \liProblemName{SSP}) ist ein spezielles Rucksackproblem.
1801 \footcite{wiki:teilsommenproblem}
1802 Gegeben sei eine Menge von ganzen Zahlen  $I = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ .
1803 Gesucht ist eine Untermenge, deren Elementsumme maximal, aber nicht
1804 größer als eine gegebene obere Schranke  $c$  ist.
1805 \footcite[Seite 74]{theo:fs:4}
1806 }

\liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

1807 \def\liProblemSat{%
1808 Das \textbf{Erfüllbarkeitsproblem der Aussagenlogik} \liProblemName{Sat}
1809 und \liProblemName{k-SAT} mit  $k \geq 3$ ,  $k \in \mathbb{N}$  (Satz von
1810 Cook) fragt, ob eine aussagenlogische Formel erfüllbar
1811 ist.\footcite{wiki:sat} Das Erfüllbarkeitsproblem der
1812 \emph{Aussagenlogik} ist in exponentieller Zeit in Abhängigkeit der
1813 Anzahl der Variablen mit Hilfe einer Wahrheitstabelle entscheidbar.
1814 Diese \emph{Wahrheitstabelle} kann nicht in polynomieller Zeit
1815 aufgestellt werden.
1816 \footcite[Seite 71]{theo:fs:4}
1817 }

1818

```

## 2.22 kontrollflussgraph.sty

1819 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

1820 \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 = ...}]
```

```

1821 \RequirePackage{tikz}
1822 \usetikzlibrary{positioning}
1823 \tikzset{
1824   li kontrollfluss/.style={
1825     knoten/.style={
1826       circle,
1827       draw
1828     },
1829     usebox/.style={
1830       draw,
1831       rectangle,
1832       font=\scriptsize,
1833       anchor=west,
1834       align=left,
1835     },
1836     bedingung/.style={
1837       midway,
1838       draw=none,
1839       font=\scriptsize
1840     },
1841     knotenbeschriftung/.style={
1842       draw,
1843       rectangle,
1844       midway,
1845       font=\scriptsize
1846     },
1847     wahr/.style={
1848       thick
1849     },
1850     falsch/.style={
1851       dashed
1852     },
1853     every node/.style={
1854       circle,
1855       draw,
1856     },
1857     every edge/.append style={
1858       every node/.style={
1859         draw=none,
1860         bedingung,
1861       }
1862     },
1863     every path/.style={
1864       draw,
1865       ->,
1866     },
1867     every pin/.style={
1868       draw,
1869       dotted,
1870       rectangle,
1871       pin position=right
1872     },
1873     every pin edge/.style={
1874       dotted,
1875       arrows=-,
1876     }
1877   }
1878 }

```

#### 2.22.4 Umgebungen

liKontrollflussgraph

```

1879 \NewDocumentEnvironment { liKontrollflussgraph } { 0{} } {

```

```

1880 \begin{tikzpicture}[
1881     li kontrollfluss,
1882     #1
1883 ]
1884 } {
1885 \end{tikzpicture}
1886 }

```

## 2.22.5 Makros

`\liAnweisung`

```
1887 \def\liAnweisung#1(#2,#3){\node[knoten] at (#2,#3) (#1) {#1};}
```

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

```
1888 \def\liBedingung#1#2{\node[bedingung,#1]{\texttt{#2}}}
```

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

```
1889 \def\liBedingungWahr#1{\node[bedingung,#1]{\texttt{[true]}}}
```

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

```
1890 \def\liBedingungFalsch#1{\node[bedingung,#1]{\texttt{[false]}}}
```

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

```
1891 \def\liKontrollCode#1{{\tiny\texttt{\textcolor{gray}{#1}}}}
```

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

```
1892 \def\liKontrollTextzeileKnoten#1{\raisebox{-2pt}{\tikz[scale=0.5,transform shape] \node[draw
```

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

```
1893 \ExplSyntaxOn
```

```
1894 \NewDocumentCommand { \liKontrollKnotenPfad } { m }
```

```
1895 {
```

```
1896   \seq_set_split:Nnn \l_tmpa_seq { - } { #1 }
```

```
1897   \seq_set_map:NNn \l_tmpa_seq \l_tmpa_seq {\liKontrollTextzeileKnoten{##1}}
```

```
1898   \seq_use:Nn \l_tmpa_seq { ~~~~ }
```

```
1899 }
```

```
1900 \ExplSyntaxOff
```

```
1901
```



## 2.23 kopf-fusszeilen.sty

```
1902 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1903 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-kopf-fusszeilen}[2021/08/20 Kopf-
1904 und Fußzeilen mit Hilfe des Pakets fancyhdr.]
1905 \ExplSyntaxOn
1906 \fancyhead{}
1907 \fancyhead[R0,LE]{\scriptsize\LehramtInformatikTitel}
1908 \fancyhead[L0,RE]{\scriptsize\today}
1909 \fancyfoot{}
1910 \fancyfoot[LE,R0]{\thepage}
1911 \fancyfoot[L0,CE]{\scriptsize\LehramtInformatikAutorName}
1912 \fancyfoot[CO,RE]{\scriptsize\LehramtInformatikAutorEmail}
1913 \renewcommand{\headrulewidth}{0.4pt}
1914 \renewcommand{\footrulewidth}{0.4pt}
1915 \setlength{\headwidth}{\textwidth}
1916 \ExplSyntaxOff
1917
```

## 2.24 literatur-dummy.sty

```
1918 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1919 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-literatur-dummy}[2020/11/27]

\literatur

1920 \def\literatur{}

\footcite

1921 % \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}
1922 \NewDocumentCommand{ \footcite } { o m }{}

1923
```

## 2.25 literatur.sty

```
1924 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1925 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-literatur}[2020/11/27]

1926 \RequirePackage{csquotes}
1927 \RequirePackage[
1928   bibencoding=utf8,
1929   citestyle=authortitle,
1930   backend=biber,
1931 ]{biblatex}
1932 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/10_DB.bib}
1933 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/20_OOMUP.bib}
1934 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/30_AUD.bib}
1935 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/40_SOSY.bib}
1936 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/60_FUMUP.bib}
1937 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/70_THEO.bib}
1938 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/80_DDI.bib}
1939 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Allgemein.bib}
1940 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Examen.bib}
1941 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Wikipedia.bib}
1942 % To allow footnotes in the heading
1943 \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}

\literatur

1944 \def\literatur{\printbibliography[heading=subbibliography]}

1945
```

## 2.26 makros.sty

```

1946 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1947 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-makros}[2020/11/27 Eine Sammlung von
1948 häufig verwendeten Makros und Umgebungen, die thematisch zu keinem
1949 anderen Paket passen]
1950 \RequirePackage{hyperref}
1951 \RequirePackage{graphicx}

    Für die Umgebung liQuellen benötigt.
1952 \RequirePackage{paralist}
1953 \ExplSyntaxOn

\inhaltsverzeichnis
1954 \def\inhaltsverzeichnis {
1955     \begin{mdframed}
1956         \begin{group}
1957             \let\clearpage\relax
1958             \tableofcontents
1959         \end{group}
1960     \end{mdframed}
1961 }

\memph \mephm (\marginpar and \emph)
1962 \newcommand{\memph}[1]{\emph{#1}\marginpar{\tiny#1}}

\SLASH
1963 \newcommand\SLASH{\char`\\}

\liPseudoUeberschrift Text, der sich wie eine Überschrift verhält.
1964 \newcommand{\liPseudoUeberschrift}[1]{
1965     \bigskip
1966
1967     \par
1968     \noindent
1969     \textbf{#1}
1970
1971     \medskip
1972
1973     \par
1974     % Keine Einrückung
1975     \@afterindentfalse
1976     \@afterheading
1977 }

\liBeschriftung Ähnlich dem Makro \liPseudoUeberschrift{}. Am Ende des Textes wird ein Doppelpunktzeichen angehängt.
1978 \newcommand{\liBeschriftung}[1]{
1979     \par
1980     \noindent
1981     \medskip
1982     \textbf{#1}:
1983     \medskip
1984     \noindent
1985 }

\hinweis
1986 \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.
1987 \NewDocumentEnvironment { liProjektSprache }{ o +b } {} {}

```

## liEinbettung

```
1988 \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.

```
1989 \NewDocumentEnvironment{ liAntwort } { O{standard} }
1990 {
1991   \str_case:nn {#1} {
1992     {standard} {
1993       \def\beschriftung{}
1994       \mdfsetup{backgroundcolor=gray!1,linecolor=gray}
1995     }
1996     {richtig} {
1997       \def\beschriftung{richtig}
1998       \mdfsetup{backgroundcolor=green!5,linecolor=green}
1999     }
2000     {falsch} {
2001       \def\beschriftung{falsch}
2002       \mdfsetup{backgroundcolor=red!3,linecolor=red}
2003     }
2004     {muster} {
2005       \def\beschriftung{Musterlösung}
2006       \mdfsetup{backgroundcolor=green!12,linecolor=green}
2007     }
2008   }
2009   \ifx\beschriftung\empty\else
2010     \noindent
2011     \textbf{\beschriftung{:}}
2012     \fi
2013     \begin{mdframed}
2014   }
2015 {\end{mdframed}}
```

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

```
2016 \NewDocumentEnvironment{ liAdditum } { o }
2017 {
2018   \begin{mdframed}[backgroundcolor=yellow!5]
2019   \IfNoValueTF {#1}
2020   { \liPseudoUeberschrift{Additum} }
2021   { \liPseudoUeberschrift{Additum:~#1} }
2022 }
2023 {\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.

```
2024 \NewDocumentEnvironment{ liExkurs }{o +b}{
2025   \vspace{0.2cm}%
2026   \begin{mdframed}[
2027     backgroundcolor=white,
2028     bottomline=false,
2029     innermargin=1cm,
2030     leftline=true,
2031     linecolor=black,
```

```

2032 linewidth=0.1cm,
2033 outermargin=1cm,
2034 rightline=false,
2035 topline=false,
2036 ]
2037 \footnotesize
2038 \noindent%
2039 \textbf{Exkurs:~#1}\par%
2040 \noindent%
2041 #2
2042 \end{mdframed}
2043 \vspace{0.2cm}
2044 }{}

```

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

```

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

```

**Weiterführende Literatur:**

- Quelle 1
- Quelle 2

```

2045 \cs_new:Npn \listen@punkt #1 {\item #1}
2046 \NewDocumentEnvironment { liQuellen }{ +b }
2047 {
2048   \seq_clear_new:N \l_quellen
2049   \seq_set_split:Nnn \l_quellen {\item} {#1}
2050   \seq_remove_all:Nn \l_quellen {}
2051   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
2052     \footnotesize
2053     \noindent
2054     \textsf{\textbf{Weiterführende~Literatur:}}
2055     \medskip
2056     \begin{compactitem}
2057       \seq_map_function:NN \l_quellen {\listen@punkt}
2058     \end{compactitem}
2059   \end{mdframed}
2060   %
2061   \par
2062   \@afterindentfalse
2063   \@afterheading
2064 } {}

```

liLernkartei

```

2065 \NewDocumentEnvironment { liLernkartei }{ m +b }
2066 {
2067   \begin{mdframed}
2068     \footnotesize
2069     \noindent%
2070     \textbf{Lernkarteikarte:~#1}\par%
2071     \noindent%
2072     #2
2073   \end{mdframed}
2074 } {}

```

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

```

2075 \NewDocumentEnvironment { liDiagramm }{ m +b }
2076 {

```

```

2077 \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
2078 \small
2079 \noindent%
2080 \textit{\#1}:
2081 \begin{center}
2082 \#2
2083 \medskip
2084 \end{center}
2085 \end{mdframed}
2086 } {}

\liFussnoteUrl \liFussnoteUrl[\langle zusätzlicher-text \rangle]{\langle url \rangle} \liFussnoteUrl[zusätzlicher Text]{url}:
Eine HTTP-URL als Fußnote setzen.

2087 \NewDocumentCommand{\liFussnoteUrl} { o m } {
2088 \footnote{\url{\#2}\IfNoValueTF{\#1}{-}{ ( \#1 ) }}
2089 }
2090

\liFussnoteLink \liFussnoteLink[\langle zusätzlicher-text \rangle]{\langle link-text \rangle}{\langle url \rangle} \liFussnoteLink[zusätzlicher Text]{tex}
Einen Link, d. h. einen Link-Text und eine URL als Fußnote setzen.

2091 \NewDocumentCommand{\liFussnoteLink} { o m m } {
2092 \footnote{\href{\#3}{\#2}\IfNoValueTF{\#1}{-}{ ( \#1 ) }}
2093 }

\zB
2094 \def\zB{z.\,B. }

\ZB
2095 \def\ZB{Z.\,B. }

\dh
2096 \def\dh{d.\,h. }

2097 \ExplSyntaxOff
2098
```

`\liFussnoteUrl \liFussnoteUrl[<zusätzlicher-text>]{<url>} \liFussnoteUrl[zusätzlicher Text]{url}:`  
Eine HTTP-URL als Fußnote setzen.

```

2087 \NewDocumentCommand{\liFussnoteUrl} { o m } {
2088   \footnote{\url{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{( #1)}}
2089 }
2090

```

`\liFussnoteLink`    `\liFussnoteLink[zusätzlicher-text]{link-text}{url}`    `\liFussnoteLink[zusätzlicher Text]{text}`  
Einen Link, d. h. einen Link-Text und eine URL als Fußnote setzen.

```

2091 \NewDocumentCommand{\liFussnoteLink} { o m m } {
2092   \footnote{\href{#3}{#2}\IfNoValueTF{#1}{-}{ (#1)}}
2093 }

```

 $\setminus zB$ 

2094 \def\zB{z.\,B. }

\ZB

2095 \def\ZB{Z.\,B. }

 $\backslash dh$ 

2096 \def\dh{d.\,h. }

2097 \ExplSyntaxOff

2098

## 2.27 master-theorem.sty

2099 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2100 \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}

2101 \ExplSyntaxOn

2102 \RequirePackage{amsmath}

\liRundeKlammer

2103 \def\liRundeKlammer#1{

2104 \negthinspace \left( #1 \right)

2105 }

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

2106 \def\liThetaOhneMathe#1{

2107 \Theta \liRundeKlammer{#1}

2108 }

2109 \def\liTheta#1{

2110 \ifmmode

2111 \liThetaOhneMathe{#1}

2112 \else

2113 \$\liThetaOhneMathe{#1}\$

2114 \fi

2115 }



```

\liOmega \liOmega{n^2}:  $\Omega(n^2)$ 
2116 \def\liOmegaOhneMathe#1{
2117 \Omega \liRundeKlammer{#1}
2118 }
2119 \def\liOmega#1{
2120 \ifmmode
2121 \liOmegaOhneMathe{#1}
2122 \else
2123 $\liOmegaOhneMathe{#1}$
2124 \fi
2125 }

\liO \liO{n^2}:  $\mathcal{O}(n^2)$ 
2126 \def\liOOhneMathe#1{
2127 \mathcal{O} \liRundeKlammer{#1}
2128 }
2129 \def\liO#1{
2130 \ifmmode
2131 \liOOhneMathe{#1}
2132 \else
2133 $\liOOhneMathe{#1}$
2134 \fi
2135 }

\liT Let-Abkürzung: \let\T=\liT
\liT{16}{2}:  $16 \cdot T\left(\frac{n}{2}\right)$  \liT{}{2}:  $T\left(\frac{n}{2}\right)$ 
2136 \def\liTOhneMathe#1#2{
2137 \tl_if_blank:nTF {#1}
2138 {}
2139 {#1 \cdot }
2140 T
2141 \liRundeKlammer{\frac{n}{#2}}
2142 }
2143 \def\liT#1#2{
2144 \ifmmode
2145 \liTOhneMathe{#1}{#2}
2146 \else
2147 $\liTOhneMathe{#1}{#2}$
2148 \fi
2149 }

\liRekursionsGleichung \liRekursionsGleichung:  $T(n) = a \cdot T\left(\frac{n}{b}\right) + f(n)$ 
2150 \def\liRekursionsGleichung{
2151 $T(n) = \liT{a}{b} + f(n)$
2152 }

\liBedingungEins \liBedingungEins:  $f(n) \in \mathcal{O}(n^{\log_b a - \varepsilon})$ 
2153 \def\liBedingungEins{
2154 $f(n) \in \liO{n^{\log\sb{b}a - \varepsilon}}$
2155 }

\liBedingungZwei \liBedingungZwei:  $f(n) \in \Theta(n^{\log_b a})$ 
2156 \def\liBedingungZwei{
2157 $f(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a}}$
2158 }

\liBedingungDrei \liBedingungDrei:  $f(n) \in \Omega(n^{\log_b a + \varepsilon})$ 
2159 \def\liBedingungDrei{
2160 $f(n) \in \liOmega{n^{\log\sb{b}a + \varepsilon}}$
2161 }
2162 \ExplSyntaxOff

```

\liMasterVariablen

```

2163 \def\liMasterVariablen{
2164   \begin{displaymath}
2165     T(n) = \liT{a}{b} + f(n)
2166   \end{displaymath}
2167
2168   \begin{itemize}
2169     \item[$a = $]
2170       Anzahl der rekursiven Aufrufe, Anzahl der Unterprobleme in der
2171       Rekursion
2172       ($a \geq 1$).
2173
2174     \item[$\textstyle{\frac{1}{b}} = $]
2175       Teil des Originalproblems, welches wiederum durch alle Unterprobleme
2176       repräsentiert wird, Anteil an der Verkleinerung des Problems ($b > 1$).
2177
2178     \item[$f(n) = $]
2179       Kosten (Aufwand, Nebenkosten), die durch die Division des Problems und
2180       die Kombination der Teillösungen entstehen. Eine von $T(n)$
2181       unabhängige und nicht negative Funktion.
2182   \end{itemize}
2183   \footcite{wiki:master-theorem}
2184   \footcite[Seite 19-35]{aud:fs:2}
2185 }
```

\liMasterFaelle

```

2186 \def\liMasterFaelle{
2187   \begin{description}
2188     \item[1. Fall:]
2189       $T(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a}}$
2190
2191       \hfill falls \liBedingungEins
2192       für $\varepsilon > 0$
2193
2194     \item[2. Fall:]
2195       $T(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a} \cdot \log n}$
2196
2197       \hfill falls \liBedingungZwei
2198
2199     \item[3. Fall:]
2200       $T(n) \in \liTheta{f(n)}$
2201
2202       \hfill falls \liBedingungDrei
2203       für $\varepsilon > 0$
2204       und ebenfalls für ein $c$ mit $0 < c < 1$ und alle hinreichend großen $n$
2205       gilt:
2206       $a \cdot f(\textstyle{\frac{n}{b}}) \leq c \cdot f(n)$
2207   \end{description}
2208 }
```

\liMasterVariablenDeklaration

```

2209 \def\liMasterVariablenDeklaration#1#2#3{
2210   \begin{description}
2211     \item[Allgemeine Rekursionsgleichung:] \strut
2212
2213     \liRekursionsGleichung
2214
2215     \item[Anzahl der rekursiven Aufrufe ($a$):] \strut
2216
2217     #1
2218
2219     \item[Anteil Verkleinerung des Problems ($b$):] \strut
2220   \end{description}
}
```

```

2221     um  $\frac{1}{\#2}$  also  $b = \#2$ 
2222
2223     \item[Laufzeit der rekursiven Funktion ( $f(n)$ ):] \strut
2224
2225      $\#3$ 
2226
2227     \item[Ergibt folgende Rekursionsgleichung:] \strut
2228
2229      $T(n) = \text{\liT{\#1}{\#2}} + \#3$ 
2230 \end{description}
2231 }

\liMasterFallRechnung
2232 \def\liMasterFallRechnung#1#2#3{
2233   \begin{description}
2234     \item[1. Fall:] \liBedingungEins:
2235
2236     \#1
2237
2238     \item[2. Fall:] \liBedingungZwei:
2239
2240     \#2
2241
2242     \item[3. Fall:] \liBedingungDrei:
2243
2244     \#3
2245   \end{description}
2246 }

\liMasterExkurs
2247 \def\liMasterExkurs{
2248   \begin{liExkurs}[Master-Theorem]
2249     \liMasterVariablen
2250
2251     \noindent
2252     Dann gilt:
2253
2254     \liMasterFaelle
2255   \end{liExkurs}
2256 }

\liMasterWolframLink Link zu Wolframalpha (+ durch Prozent 2B ersetzen)
2257 \def\liMasterWolframLink#1{
2258   Berechne die Rekursionsgleichung auf WolframAlpha:
2259   \href{https://www.wolframalpha.com/input/?i=\#1}{WolframAlpha}
2260 }

2261

```

## 2.28 mathe.sty

```
2262 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2263 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-mathe}[2020/06/10]
2264
2265 % for example \ltimes \rtimes
2266 %\RequirePackage{amssymb}
2267 \RequirePackage{amsmath}
2268
2269 %%
2270 % \mlq \mrq
2271 %%
2272 \DeclareMathSymbol{\mlq}{\mathord}{operators}{``}
2273 \DeclareMathSymbol{\mrq}{\mathord}{operators}{`}
2274
```

## 2.29 meta.sty

```
2275 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2276 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-klassen-meta}[2021/09/10 Sammlung
2277 von Textschnipseln, die das Projekt beschreiben]
2278 \ExplSyntaxOn
```

\liMetaBschlangaulSammlung

```
2279 \def\liMetaBschlangaulSammlung{
2280   Die~Bschlangaul-Sammlung
2281 }
```

HermineBschlangaulAndFriends

```
2282 \def\liMetaHermineBschlangaulAndFriends{
2283   Hermine~Bschlangaul-and~Friends
2284 }
```

\liMetaUeberDasProjekt

```
2285 \def\liMetaUeberDasProjekt{
2286   Eine~freie~Aufgabensammlung~mit~Lösungen~
2287   von~Studierenden~für~Studierende~
2288   zur~Vorbereitung~auf~die~1.~Staatsexamensprüfungen~
2289   des~Lehramts~Informatik~in~Bayern.
2290 }
```

\liMetaCCLink

```
2291 \def\liMetaCCLink{
2292   Diese~Materialsammlung~unterliegt~den~Bestimmungen~der~
2293   \href{
2294     https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.de
2295   }
2296   {
2297     Creative~Commons~Namensnennung~Nicht~kommerziell~Share~Alike~4.0~
2298     International~Lizenz
2299   }.
2300 }
```

\liMetaEmailLink

```
2301 \def\liMetaEmailLink{
2302   \href{
2303     mailto:hermine.bschlangaul@gmx.net
2304   }{
2305     hermine.bschlangaul@gmx.net
2306   }
2307 }
```

\liMetaHilfMit

```
2308 \def\liMetaHilfMit{
2309   Hilf~mit!~
2310
2311   Die~Hermine~schafft~das~nicht~alleine!~
2312
2313   Das~ist~ein~Community-Projekt.~
2314
2315   Verbesserungsvorschläge,~Fehlerkorrekturen,~weitere~Lösungen~sind~
2316   herzlich~willkommen~~~egal~wie~~~per~Pull-Request~oder~per~E-Mail~an~
2317   \liMetaEmailLink.
2318 }
```

\liMetaHilfMit

```
2319 \def\liMetaQuelltext{
2320   Der~\TeX-Quelltext~dieses~Dokuments~kann~unter~folgender~
2321   URL~aufgerufen~werden:~
2322 }
```

2323 \ExplSyntaxOff

2324

## 2.30 minimierung.sty

```

2325 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2326 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-mathe}[2021/03/13 Für den
2327 Minimierungsalgorithmus von einem NEA zu einem DEA]

2328 \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

2329 \def\liFussnote#1{\$x_{#1}\$}

2330 \def\li@fussnote@text#1#2{
2331 \liFussnote{#1}
2332 \quad
2333 {\footnotesize #2}
2334 }

\liFussnoteEinsText
2335 \def\liFussnoteEinsText{
2336 \li@fussnote@text{1}
2337 {Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.}
2338 }

\liFussnoteZweiText
2339 \def\liFussnoteZweiText{
2340 \li@fussnote@text{2}
2341 {Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.}
2342 }

\liFussnoteDreiText
2343 \def\liFussnoteDreiText{
2344 \li@fussnote@text{3}

```

```

2345 {In weiteren Iterationen markierte Zustände.}
2346 }

\liFussnoteVierText
2347 \def\liFussnoteVierText{
2348   \li@fussnote@text{4}
2349   {...}
2350 }

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



2351 \def\liFussnoten{
2352   \bigskip
2353
2354   \noindent
2355   \liFussnoteEinsText
2356
2357   \noindent
2358   \liFussnoteZweiText
2359
2360   \noindent
2361   \liFussnoteDreiText
2362
2363   \noindent
2364   \liFussnoteVierText
2365 }

\liLeereZelle \liLeereZelle:  $\emptyset$ 
Let-Abkürzung: \let\l=\liLeereZelle
2366 \def\liLeereZelle{\$\emptyset\$}

\liZustandsPaarVariablenName
2367 \def\liZustandsPaarVariablenName{z}

\liZustandsPaar
2368 \def\liZustandsPaar#1#2{
2369   $(
2370     \liZustandsPaarVariablenName_#1,
2371     \liZustandsPaarVariablenName_#2
2372   )$
2373 }

liUebergangsTabelle
2374 \renewcommand{\arraystretch}{1.4}
2375 \NewDocumentEnvironment{ liUebergangsTabelle } { m m } {
2376   \liPseudoUeberschrift{Übergangstabelle}
2377   \begin{center}
2378     \begin{tabular}{r|l|l}
2379       \textbf{Zustandspaar} & \textbf{\#1} & \textbf{\#2} \\ \hline
2380     \end{tabular}
2381   \end{center}
2382 }

liUeberschriftDreiecksTabelle \liUeberschriftDreiecksTabelle:

Minimierungstabelle (Table filling)
2384 \ExplSyntaxOn

```



```

2385 \def\liUeberschriftDreiecksTabelle{
2386   \liPseudoUeberschrift{Minimierungstabelle~(Table~filling)}
2387 }

```

\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. —

```

2388 \def\liMinimierungErklaerung{
2389   %\footcite[Seite~19]{koenig}
2390   \liParagraphMitLinien{
2391     Der~Minimierungs-Algorithmus~(auch~Table-Filling-Algorithmus-genannt)~
2392     trägt~in~seinem~Verlauf~eine~Markierung~in~alle~
2393     diejenigen~Zellen~der~Tabelle~ein,~die~zueinander~nicht~äquivalente~
2394     Zustände~bezeichnen.~Die~Markierung~„ $x_{\sb{n}}$ “~in~einer~Tabellenzelle~( $i$ ,~
2395      $j$ )~bedeutet~dabei,~dass~das~Zustandspaar~( $i$ ,~ $j$ )~in~der~ $k$ -ten~
2396     Iteration~des~Algorithmus~markiert~wurde~und~die~Zustände~ $i$ ~und~ $j$ ~
2397     somit~zueinander~( $k - 1$ )-äquivalent,~aber~nicht~ $k$ -äquivalent~und~
2398     somit~insbesondere~nicht~äquivalent~sind.~Bleibt~eine~Zelle~bis~zum~Ende~
2399     unmarkiert,~sind~die~entsprechenden~Zustände~zueinander~äquivalent.
2400   }
2401 }
2402 \ExplSyntaxOff

```

2403

## 2.31 normalformen.sty

```
2404 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2405 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-normalformen}[2020/12/10]
2406 Hilfsmakros zum Setzen von Normalformen, Funktionalen Abhängigkeiten,
2407 Attributhülle]
```

```
Mathe für textit tex etc, typographie für geschweifte Klammer
2408 \liLadePakete{mathe,typographie}
2409 \directlua{
2410   helfer = require('lehramt-informatik-helfer')
2411   normalformen = require('lehramt-informatik-normalformen')
2412 }
```

### 2.31.1 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
```

```
2413 \def\liTeilen#1{
2414   \directlua{tex.print(normalformen.teilen('#1'))}
2415 }
```

```
\liAttributHuelle Let-Abkürzung: \let\ah=\liAttributHuelle
                  \ah{F, \m{A, B}} AttrHülle( $F, \{A, B\}$ ) Regulärer Ausdruck zum Konvertieren
                  AttrHülle((.*)) \ah{$1}
2416 \def\liAttributHuelleOhneMathe#1{\text{AttrHülle}(#1)}
2417 \def\liAttributHuelle#1{
2418   \ifmmode
2419     \liAttributHuelleOhneMathe{#1}
2420   \else
2421     $\liAttributHuelleOhneMathe{#1}$
2422   \fi
2423 }
```

```
\liAttributMenge Let-Abkürzung: \let\m=\liAttributMenge
2424 \def\liAttributMenge#1{\{ \textit{#1} \}}
```

```
liAHuelle
2425 \NewDocumentEnvironment{ liAHuelle } { +b } {
2426   \begingroup
2427   \footnotesize
2428   \begin{multline*}
2429     #1
2430   \end{multline*}
2431   \endgroup
2432 } { }
```

```
\liLinksReduktion Nur innerhalb von liAHuelle zu verwenden bzw. multline
Let-Abkürzung: \let\ahL=\liLinksReduktion
                  \ahL{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
2433 \def\liLinksReduktion#1#2#3{
2434   \shoveleft{
2435     \liAttributHuelleOhneMathe{FA,
2436       \liAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
2437   } \}
```

```

2438 \shoveright{
2439 \liAttributMenge{#3}
2440 } \\\
2441 }

```

```

\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( $F, \{A, E \setminus E\}$ ) =  $\{A, E, F, B, D\}$ 
2442 \def\liLinksReduktionInline#1#2#3{%
2443 {%
2444 \footnotesize%
2445 $\liAttributHuelleOhneMathe{F,
2446 \liAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
2447 \liAttributMenge{#3}$
2448 }
2449 }

```

```

\liLinksReduktionInline Let-Abkürzung: \let\ahr=\liLinksReduktionInline
\ahr{gelöschte FA}{neue FA ohne rechts Attribut}{gegebene Attribute}{Ergebnis}
2450 \def\liRechtsReduktionInline#1#2#3#4{%
2451 {%
2452 \footnotesize%
2453 $\liAttributHuelleOhneMathe{
2454 F \setminus
2455 \liFunktionaleAbhaengigkeit{#1}
2456 \def\tmp{#2}\ifx\tmp\empty
2457 \else
2458 \cup \liFunktionaleAbhaengigkeit{#2}
2459 \fi
2460 ,
2461 \liAttributMenge{#3}
2462 } =
2463 \liAttributMenge{#4}$
2464 }
2465 }

```

```

\liFunktionaleAbhaengigkeit Let-Abkürzung: \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
\fa{A, B -> C, D}:  $\{A, B\} \rightarrow \{C, D\}$  Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
\$(.*?) \\\rightarrow (.*)\$ \fa{$1 -> $2}
2466 \def\liFunktionaleAbhaengigkeit#1{%
2467 \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeit('#1', false)}%
2468 }

```

```

\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;

```

```

2469 \NewDocumentCommand {\liFunktionaleAbhaengigkeiten} { O{FA} m } {
2470   \liGeschweifteKlammern
2471   {#1}
2472   {
2473     \begin{align*}
2474       \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeiten('#2')}
2475     \end{align*}
2476   }
2477   {-0.5cm}
2478   {-1.7cm}
2479 }

\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}

2480 \NewDocumentCommand {\liRelation} { O{R} m } {
2481   $\directlua{
2482     local name = helper.konvertiere_tiefgestellt('#1')
2483     tex.print(name)
2484   }$(\textit{\, #2\,})
2485 }

2486

```

## 2.32 o-notation.sty

2487 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2488 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-o-notation}[2021/09/08]

### 2.32.1 Makro-Kürzel

\let\O=\liONotationO

### 2.32.2 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}
```

2489 \ExplSyntaxOn

2490 \RequirePackage{amssymb}

2491 \RequirePackage{pgfplots}

Für echte Teilmenge \subsetneq:  $\subsetneq$

2492 \RequirePackage{amssymb}

\liRundeKlammer

```
2493 \def\liRundeKlammer#1{
2494   \negthinspace \left( #1 \right)
2495 }
```

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

```
2496 \cs_new:Npn \o_notation_O:n #1 {
2497   \mathcal{O} \liRundeKlammer{#1}
2498 }
2499 \def\liONotationO#1{
2500   \ifmmode
2501     \o_notation_O:n { #1 }
2502   \else
2503     $ \o_notation_O:n { #1 } $
2504   \fi
2505 }
```

2506

## 2.33 petri.sty

2507 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2508 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-petri}[2020/12/03]

### 2.33.1 Makro-Kürzel

\let\t=\liPetriTransitionsName

\let\tp=\liPetriTransPfeile

\let\k=\liPetriErreichKnotenDrei

2509 \RequirePackage{tikz}

2510 \usetikzlibrary{petri,arrows.meta}

Für die Darstellungsmatrix

2511 \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

```
2512 \def\liPetriSetzeSchluessel{%
2513   \def\TmpTransitionOne{}%
2514   \def\TmpTransitionTwo{}%
2515   \def\TmpTransitionThree{}%
2516   \def\TmpTransitionFour{}%
2517   \def\TmpTransitionFive{}%
2518   \def\TmpTransitionSix{}%
2519   \def\TmpTransitionSeven{}%
2520   \def\TmpTransitionEight{}%
2521   \def\TmpTransitionNine{}%
2522   \def\TmpTransitionTen{}%
2523   \pgfkeys{/petri/.cd,
2524     p1/.store in=\TmpPlaceOne,p1/.default=0,p1,
2525     p2/.store in=\TmpPlaceTwo,p2/.default=0,p2,
2526     p3/.store in=\TmpPlaceThree,p3/.default=0,p3,
2527     p4/.store in=\TmpPlaceFour,p4/.default=0,p4,
```

```

2528 p5/.store in=\TmpPlaceFive,p5/.default=0,p5,
2529 p6/.store in=\TmpPlaceSix,p6/.default=0,p6,
2530 p7/.store in=\TmpPlaceSeven,p7/.default=0,p7,
2531 p8/.store in=\TmpPlaceEight,p8/.default=0,p8,
2532 p9/.store in=\TmpPlaceNine,p9/.default=0,p9,
2533 p10/.store in=\TmpPlaceTen,p10/.default=0,p10,
2534 t1/.store in=\TmpTransitionOne,t1/.default=activated,
2535 t2/.store in=\TmpTransitionTwo,t2/.default=activated,
2536 t3/.store in=\TmpTransitionThree,t3/.default=activated,
2537 t4/.store in=\TmpTransitionFour,t4/.default=activated,
2538 t5/.store in=\TmpTransitionFive,t5/.default=activated,
2539 t6/.store in=\TmpTransitionSix,t6/.default=activated,
2540 t7/.store in=\TmpTransitionSeven,t7/.default=activated,
2541 t8/.store in=\TmpTransitionEight,t8/.default=activated,
2542 t9/.store in=\TmpTransitionNine,t9/.default=activated,
2543 t10/.store in=\TmpTransitionTen,t10/.default=activated,
2544 scale/.store in=\TmpScale,scale/.default=0.5,
2545 x/.store in=\TmpX,x/.default=5,
2546 y/.store in=\TmpY,y/.default=5,
2547 }%
2548 }

```

```

2549 \tikzset{
2550   li petri/.style={
2551     activated/.style={
2552       very thick
2553     },
2554     inhibitor/.style={
2555       {Circle[open,length=2mm,fill=white]}-
2556     }
2557   }
2558 }

```

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

```

2559 \def\liPetriTransitionsNameOhneMathe#1{t\sb{#1}}
2560 \def\liPetriTransitionsName#1{
2561   \ifmmode
2562     \liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}
2563   \else
2564     $\liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}$
2565   \fi
2566 }

```

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

```

2567 \NewDocumentCommand{ \liPetriErreichTransition } { m m m O{} O{} } {
2568   \draw[->] (#1) edge[#4] node[pos=0.5,auto,sloped,#5]{t\sb{#3}$} (#2);
2569 }

```

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

```

2570 \def\liPetriErreichKnotenDrei#1#2#3{(#1,#2,#3)}

```

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

```

2571 \def\liPetriTransPfeile#1{ $\rightarrow \hspace{0.4cm} \liPetriTransitionsName{#1} \hspace{0.3cm}
2572 }

```

## 2.34 potenzmengen-konstruktion.sty

```
2573 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2574 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-potenzmengen-konstruktion}[2021/02/21 Hilfsmakros
2575 einzusetzen bei der Potenzmengen-Konstruktion (Potenzmengen-Algorithmus)]
```

```
2576 \liLadePakete{formale-sprachen}
2577 \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}
    }
  }
}
```

```
2578 \def\liZustandsMengenSammlung#1#2{
2579   \liZustandsnameGross{#1}
2580   {
2581     \footnotesize
2582     \liPotenzmenge{
2583       \str_case:nn {#1} {#2
2584         }
2585     }
2586 }
```

```
\liZustandsMengenSammlungNr
```

```
2587 \def\liZustandsMengenSammlungNr#1#2{
2588   \liZustandsnameGross{#1}
2589   {
```



```
2590     \footnotesize
2591     \liZustandsmengeNr{
2592         \str_case:nn {#1} #2
2593     }
2594 }
2595 }

2596 \ExplSyntaxOff
2597
```

## 2.35 pseudo.sty

2598 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]  
 2599 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-pseudo}[2020/12/30 Paket zum Setzen  
 2600 von Pseudo-Code, Hüll-Paket um algorithm2e]

```
\begin{algorithm}[H]
\KwData{$G = (V, E, w)$: ein zusammenhängender, ungerichteter,
kantengewichteter Graph kruskal(G)}
$E' \leftarrow \emptyset$;
$L \leftarrow E$;
Sortiere die Kanten in $L$ aufsteigend nach ihrem Kantengewicht.;
\While{$L \neq \emptyset$}{
  wähle eine Kante $e \in L$ mit kleinstem Kantengewicht;
  entferne die Kante $e$ aus $L$;
  \If{der Graph $(V, E' \cup \{e\})$ 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><b>Data:</b> <math>G = (V, E, w)</math>: ein zusammenhängender, ungerichteter, kantengewichteter Graph kruskal(<math>G</math>)</p> <p><math>E' \leftarrow \emptyset</math>;  <math>L \leftarrow E</math>;          Sortiere die Kanten in <math>L</math> aufsteigend nach ihrem Kantengewicht.;</p> <p><b>while</b> <math>L \neq \emptyset</math> <b>do</b></p> <table border="0"> <tr> <td style="padding-left: 20px;">wähle eine Kante <math>e \in L</math> mit kleinstem Kantengewicht;</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;">entferne die Kante <math>e</math> aus <math>L</math>;</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;"><b>if</b> der Graph <math>(V, E' \cup \{e\})</math> keinen Kreis enthält <b>then</b></td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 40px;"><math>E' \leftarrow E' \cup \{e\}</math>;</td> </tr> <tr> <td style="padding-left: 20px;"><b>end</b></td> </tr> </table> <p><b>end</b></p> <p><b>Result:</b> <math>M = (V, E')</math> ist ein minimaler Spannbaum von <math>G</math>.</p>	wähle eine Kante $e \in L$ mit kleinstem Kantengewicht;	entferne die Kante $e$ aus $L$ ;	<b>if</b> der Graph $(V, E' \cup \{e\})$ keinen Kreis enthält <b>then</b>	$E' \leftarrow E' \cup \{e\}$ ;	<b>end</b>
wähle eine Kante $e \in L$ mit kleinstem Kantengewicht;					
entferne die Kante $e$ aus $L$ ;					
<b>if</b> der Graph $(V, E' \cup \{e\})$ keinen Kreis enthält <b>then</b>					
$E' \leftarrow E' \cup \{e\}$ ;					
<b>end</b>					

2601 \RequirePackage[german,boxruled]{algorithm2e}

2602

## 2.36 pumping-lemma.sty

2603 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]  
 2604 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-pumping-lemma}[2021/08/11 Enthält die  
 2605 Definitionen für das Pumping-Lemma in der Regulären Sprache und  
 2606 in der Kontextfreien Sprache]

\liPumpingRegulaer

```
2607 \def\liPumpingRegulaer{%
2608   Es sei  $L$  eine reguläre Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass für
2609   alle Wörter  $\omega$  in  $L$  mit  $|\omega| \geq j$  (jedes Wort  $\omega$  in
2610    $L$  mit Mindestlänge  $j$ ) jeweils eine Zerlegung  $\omega = uvw$ 
2611   existiert, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
2612
2613   \begin{enumerate}
2614     \item  $|v| \geq 1$ 
2615     (Das Wort  $v$  ist nicht leer.)
2616
2617     \item  $|uv| \leq j$ 
2618     (Die beiden Wörter  $u$  und  $v$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
2619
2620     \item Für alle  $i = 0, 1, 2, \dots$  gilt  $uv^i w$  in  $L$ 
2621     (Für jede natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^i w$  in der
2622     Sprache  $L$ )
2623   \end{enumerate}
2624
2625   Die kleinste Zahl  $j$ , die diese Eigenschaften erfüllt, wird
2626   Pumping-Zahl der Sprache  $L$  genannt.\footcite{wiki:pumping-lemma}
2627 }
```

\liPumpingKontextfrei

```
2628 \def\liPumpingKontextfrei{%
2629   Es sei  $L$  eine kontextfreie Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass
2630   sich alle Wörter  $\omega$  in  $L$  mit  $|\omega| \geq j$  zerlegen lassen in
2631    $\omega = uvwxy$ , sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
2632
2633   \begin{enumerate}
2634     \item  $|vx| \geq 1$ 
2635     (Die Wörter  $v$  und  $x$  sind nicht leer.)
2636
2637     \item  $|vwx| \leq j$ 
2638     (Die Wörter  $v$ ,  $w$  und  $x$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
2639
2640     \item Für alle  $i \in \mathbb{N}_0$  gilt  $uv^iwx^iy$  in  $L$  (Für jede
2641     natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^iwx^iy$  in der
2642     Sprache  $L$ )
2643   \end{enumerate}
2644 }
2645
```

## 2.37 quicksort.sty

```

2646 % https://tex.stackexchange.com/a/142634
2647 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2648 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-quicksort}[2020/06/12]
2649
2650 %-----
2651 % USAGE:
2652 % \QSinitialize{comma, separated, numerical, values}
2653 % \loop
2654 % \QSpivotStep
2655 % \ifnum\value{pivotcount}>0
2656 %   \QSSortStep
2657 % \repeat
2658 %-----
2659
2660 % xintfrac does not load xinttools, this must be done explicitly if needed as here.
2661 \RequirePackage{xintfrac, xinttools}
2662
2663 \RequirePackage{tikz}
2664
2665 %-----
2666 % FIRST PART: TikZ styles and macros for the actual drawing
2667 \newcounter{cellcount}% used for coordinates of the node
2668 \newcounter{pivotcount}% when it will remain at zero, will signal the sort is finished.
2669
2670 % Styles defined by Tom Bombaldi. (modified: all share the same size)
2671 % (re-modified \bf -> \bfseries due to extremely annoying warnings from
2672 % KOMA-script which are truly a pain and do not make any sense regarding \bf:
2673 % if I want to use \bf, and know what I am doing, why should I get HARASSED
2674 % by police of LaTeX good conduct ? )
2675 \tikzset{l/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=lime!70!gray},
2676          o/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=olive!50},
2677          r/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black, text=white},
2678 % this is the "b" style as used in the image below
2679          b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black, text=white},
2680 % nicer:
2681          b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=white, text=magenta},
2682          g/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=gray, text=white, text=white},
2683
2684 % NOTE the b style was originally the same as the r(aised) style apart from
2685 % not being raised, but I find it nicer with a somewhat different
2686 % specification. I have not updated the images though.
2687
2688 % How the nodes are drawn depending on whether on the left of the pivot value
2689 % or on the right, or is a pivot value, or a raised pivot during selection phase.
2690
2691 \def\DecoLEFT #1{%
2692   \xintFor* ##1 in {#1} \do
2693   {\stepcounter{cellcount}\node[o] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2694 }
2695
2696 \def\DecoINERT #1{%
2697   \xintFor* ##1 in {#1} \do
2698   {\stepcounter{cellcount}\node[g] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2699 }
2700
2701 \def\DecoRIGHT #1{%
2702   \xintFor* ##1 in {#1} \do
2703   {\stepcounter{cellcount}\node[l] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2704 }
2705
2706 \def\DecoLEFTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
2707   \xintFor* ##1 in {#1} \do

```

```

2708     {\stepcounter{cellcount}}%
2709     \xintifForLast {\node[r]}\node[o]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2710 }
2711
2712 \def\DecoINERTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
2713     \xintFor* ##1 in {#1} \do
2714     {\stepcounter{cellcount}}%
2715     \xintifForLast {\node[b]}\node[g]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2716 }
2717
2718 \def\DecoRIGHTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
2719     \xintFor* ##1 in {#1} \do
2720     {\stepcounter{cellcount}}%
2721     \xintifForLast {\node[r]}\node[l]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2722 }
2723
2724 %-----
2725 % SECOND PART: the actual sorting routines.
2726
2727 \def\QS@sort@a #1{\expandafter \QS@sort@b \expandafter {\xintLength {#1}}{#1}}
2728 \def\QS@sort@b #1{\ifcase #1
2729     \expandafter\QS@sort@empty
2730     \or\expandafter\QS@sort@single
2731     \else\expandafter\QS@sort@c
2732     \fi
2733 }%
2734 \def\QS@sort@empty #1{}
2735 \def\QS@sort@single #1{\QS@Ir {#1}}
2736
2737 % This step is to pick the last as pivot.
2738 \def\QS@sort@c #1%
2739     {\expandafter\QS@sort@d\expandafter {\romannumeral0\xintnthelt {-1}{#1}}{#1}}%
2740
2741 % Here \QSLr, \QSIr, \QSR have been let to \relax.
2742 % The trick with \xintApplyUnbraced is that for example when selecting
2743 % the elements smaller than pivot, if we had been using \xintApply we
2744 % would have had at the minimum an empty brace pair. Thus we use the
2745 % "unbraced" variant, but then the \QS@select@smaller has added in
2746 % anticipation a level of braces.
2747 \def\QS@sort@d #1#2{%
2748     \QSLr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@smaller {#1}}{#2}}}%
2749     \QSIr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@equal {#1}}{#2}}}%
2750     \QSRr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@greater {#1}}{#2}}}%
2751 }%
2752 \def\QS@select@smaller #1#2{\xintifLt {#2}{#1}{#{#2}}{ }}% space will stop a f-
    expansion
2753 \def\QS@select@equal #1#2{\xintifEq {#2}{#1}{#{#2}}{ }}% space will stop a f-
    expansion
2754 \def\QS@select@greater #1#2{\xintifGt {#2}{#1}{#{#2}}{ }}% space will stop a f-
    expansion
2755
2756 %
2757 % NOTE 1: thus, each comparison with the pivot is done three (!) times.
2758 %
2759 % NOTE 2: we may well end up with \QSLr {<empty>} situations. This is handled
2760 % silently by the \xintFor loops, and also when \QSLr becomes \QS@sort@a, the
2761 % latter must handle correctly an empty argument.
2762
2763 %-----
2764 % THIRD PART: the main macros \QSpivotStep, \QSsortStep and \QSinitialize.
2765
2766 % This draws all with suitable highlighting for the newly chosen pivots
2767 % (which will be shown raised)

```

```

2768 \def\QSpivotStep {\let\QSLr\DecoLEFTwithPivot
2769             \let\QSIr\DecoINERT
2770             \let\QSIrr\DecoINERT
2771             \let\QSRr\DecoRIGHTwithPivot
2772 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}}%
2773             \setcounter{cellcount}{0}\setcounter{pivotcount}{0}%
2774             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2775 }
2776
2777 % This sorts and then draws, showing where the pivot chosen in the previous
2778 % step go. Next time they will have become "inert". If pivotcount is still at
2779 % zero on exit from \QSpivotStep, then this is the signal to stop before
2780 % executing \QSsortStep.
2781 \def\QSsortStep {\def\QSLr {\noexpand\QS@sort@a}%
2782             \def\QSRr {\noexpand\QS@sort@a}%
2783             \def\QSIr {\noexpand\QSIrr}%
2784             \let\QSIrr\relax
2785             \edef\QS@list{\QS@list}%
2786             \let\QSLr\relax
2787             \let\QSRr\relax
2788             \let\QSIr\relax
2789             \edef\QS@list{\QS@list}%
2790             \let\QSLr\DecoLEFT
2791             \let\QSIr\DecoINERTwithPivot
2792             \let\QSIrr\DecoINERT
2793             \let\QSRr\DecoRIGHT
2794 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}}%
2795             \setcounter{cellcount}{0}%
2796             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2797 }
2798
2799 \def\QSinitialize #1{%
2800     % first, we convert the comma separated values into a list of braced items
2801     % we use an \edef, and anyhow many \edef's will be used later
2802     \edef\QS@list {\noexpand\QSRr {\xintCSVtoList {#1}}}%
2803     \let\QSRr\DecoRIGHT
2804     % The \QSRr marker mutated to draw the last element as
2805     % pivot and the earlier ones with the suitable style.
2806     %
2807     % The list of marked braced items \QS@list is used both for drawing
2808     % (as here) and for doing the exchange of elements during sort.
2809     \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}\setcounter{cellcount}{0}%
2810             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2811 }
2812

```

## 2.38 relationale-algebra.sty

```

2813 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2814 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-relationale-algebra}[2020/12/11]
2815 \RequirePackage{amsmath}
2816 \RequirePackage{amssymb}

```

```

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

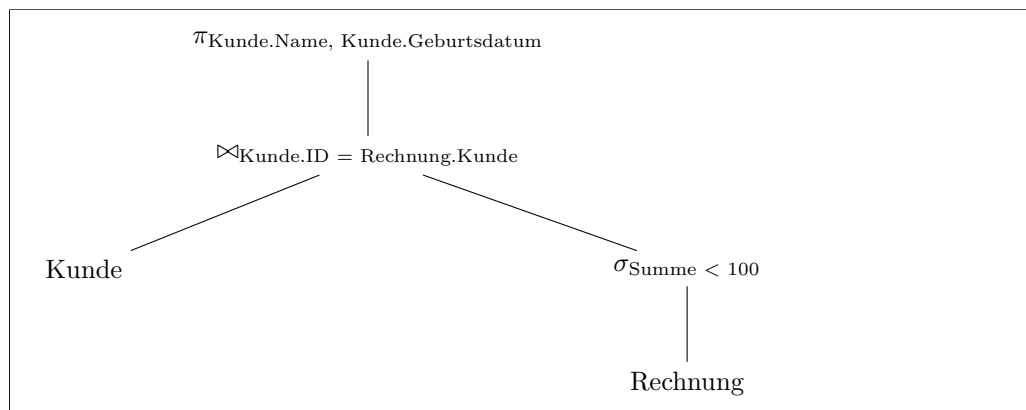
  \node[below=of pi]
    (theta join) {\bowtie_{\text{Kunde.ID = Rechnung.Kunde}}};
    edge (pi);

  \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}

```



```

2817 \RequirePackage{tikz}
2818 \usetikzlibrary{positioning}

    Privates Makros, das zwei Querstriche erzeugt.
2819 \def\o@join{\setbox0=\hbox{\bowtie}}%
2820 \rule[-.02ex]{.25em}{.4pt}\llap{\rule[\ht0]{.25em}{.4pt}}%
2821 }

```

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

```
2822 \def\leftouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie}}
```

```
\rightouterjoin A \rightouterjoin B: A ⋉ B
```

```
2823 \def\rightouterjoin{\mathbin{\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}
```

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

```
2824 \def\fullouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}
```

```
2825
```

## 2.39 rmodell.sty

```
2826 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2827 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-rmodell}[2020/09/01
2828 Makros und Umgebungen zum Setzen des Relationenmodells beim Thema
2829 Datenbanken.]
2830 \RequirePackage{soul}
```

### 2.39.1 Makro-Kürzel

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

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

```
2831 \def\liPrimaer#1{\ul{#1}}
```

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

```
2832 \def\liFremd#1{{\setul{-0.9em}{}\ul{#1}}}
```

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

```
2833 \def\li@Rmodell@Schrift{\footnotesize\ttfamily}
2834 \ExplSyntaxOn
2835 \NewDocumentEnvironment { liRmodell }
2836 { +b }
2837 {
2838   \medskip
2839   {
2840     \linespread{2}
2841     \setlength{\parindent}{0pt}
2842     \li@Rmodell@Schrift#1
2843   }
2844   \medskip
2845 } {}
2846 \ExplSyntaxOff
```

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

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

```
2847 \def\liRelationMenge#1#2{
2848 \noindent
2849 #1 : \{ [ #2 ] \}
2850 \par
2851 }
```

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

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

```
2852 \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}
```

```
2853 \NewDocumentEnvironment { liRelationenSchemaFormat }{ +b } {} {}
```

```
2854
```



## 2.40 sortieren.sty

```
2855 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2856 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-sortieren}[2020/06/10 Schaubilder
2857 für händisches Sortieren bzw. einen Schreibtischlauf setzen]
```

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



```
2858 \RequirePackage{tikz}
2859 \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.

```
2860 \def\liVertauschen#1{
2861   \directlua{
2862     local sortieren = require('lehramt-informatik-sortieren')
2863     sortieren('#1')
2864   }
2865 }
```

`\liSortierPfeil`

```
2866 \def\liSortierPfeil#1#2{
2867   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 north) -- ++(0,0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 north);
2868 }
```

`\liSortierPfeilUnten`

```
2869 \def\liSortierPfeilUnten#1#2{
2870   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 south) -- ++(0,-0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 south);
2871 }
```

`\liSortierMarkierung`

```
2872 \def\liSortierMarkierung#1#2{\node[
2873   draw,
2874   very thick,
2875   fit=(reihe.#1) (reihe.#2),
2876   inner sep=0pt
2877 ] {}
2878 }

2879 \tikzset{
2880   li sortierung zahlenreihe/.style={
2881     draw,
2882     thin,
2883     font=\large,
2884     rectangle split horizontal,
2885     rectangle split,
2886   }
2887 }
```

```

2888 % https://tex.stackexchange.com/a/140895
2889 \RequirePackage{forest,xstring}
2890 \usetikzlibrary{calc}
2891
2892 \makeatletter
2893 \pgfmathdeclarefunction{strrepeat}{2}{%
2894   \begingroup\pgfmathint{#2}\pgfmath@count\pgfmathresult
2895   \let\pgfmathresult\pgfutil@empty
2896   \pgfutil@loop\ifnum\pgfmath@count>0\relax
2897     \expandafter\def\expandafter\pgfmathresult\expandafter{\pgfmathresult#1}%
2898     \advance\pgfmath@count-1\relax
2899   \pgfutil@repeat\pgfmath@smuggleone\pgfmathresult\endgroup}
2900 \makeatother
2901
2902 \def\myNodes{}
2903
2904 \ExplSyntaxOn
2905 \newcommand*\sortList[1]{%
2906   \clist_sort:Nn#1{\int_compare:nNnTF{##1}>{##2}\sort_return_swapped:\sort_return_same:}}
2907 \ExplSyntaxOff
2908
2909 \forestset{
2910   sort/.code={%
2911     \pgfmathparse{level()}>\forestSortLevel}%
2912     \ifnum\pgfmathresult=0
2913       \StrSubstitute{\forestov{content}}{ }{,}{\myList}%
2914       \sortList\myList
2915       \StrSubstitute{\myList}{,}{ }{\myList}%
2916       \pgfmathparse{strrepeat("1",level())}%
2917       \xappto\myNodes{\noexpand\node at ({\forestov{name}}|-m)!-!({\forestov{name}}$)
2918         (m\forestov{name}) {\myList}}%
2919       \pgfmathparse{level()}==\forestSortLevel}%
2920       \ifnum\pgfmathresult=1
2921         \forestOget{\forestov{@first}}{name}\forestFirst
2922         \forestOget{\forestov{@last}}{name}\forestLast
2923         \xappto\myNodes{{[<-]edge (\forestOv{\forestov{@first}}{name})
2924           \ifx\forestFirst\forestLast\else edge (\forestOv{\forestov{@last}}{name})\fi}}%
2925       \fi
2926       \ifnum\forestov{@parent}=0\else
2927         \xappto\myNodes{edge (m\forestOv{\forestov{@parent}}{name})}%
2928       \fi
2929       \gappto\myNodes{;}%
2930     \fi}}
2931
2932 \forestset{sort level/.code=%
2933   \pgfmathparse{#1}\let\forestSortLevel\pgfmathresult
2934   \pgfmathparse{strrepeat("1",\forestSortLevel+1)}\let\forestOnes\pgfmathresult}
2935
2936

```

## 2.41 spalten.sty

```
2936 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2937 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-spalten}[2020/12/07 Lädt das Paket
2938 „multicol“, damit mehrspaltiger Satz mit Hilfe der Umgebung „multicols“
2939 realisiert werden kann.]
2940 \RequirePackage{multicol}
```

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

```
2941 \def\liSpaltenUmbruch{\vfill\strut\columnbreak}
```

```
2942
```

## 2.42 sql.sty

```
2943 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2944 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-tabelle}[2021/09/02 Zu Setzen von SQL]
2945 \liLadePakete{syntax}
2946 \RequirePackage{fancyvrb}
2947 \DefineVerbatimEnvironment{liSqlErgebnis}{Verbatim}
2948 {fontsize=\footnotesize}
2949
```

## 2.43 struktogramm.sty

```
2950 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2951 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-struktogramm}[2021/01/31 Lädt das
2952 Paket struktex zum Setzen von Struktogrammen]
2953 \RequirePackage{struktex}
2954
```

## 2.44 syntax.sty

```

2955 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2956 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-syntax}[2020/06/10 Ein Hüll-Paket um
2957 `minted`, das sich um die Syntax-Hervorhebung des Java-Codes kümmert.]
2958 \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.

### 2.44.1 Makro-Kürzel

```

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

```

```

2959 \ExplSyntaxOn
2960 \directlua{
2961   syntax = require('lehramt-informatik-syntax')
2962   syntax.importiere_konfiguration('tex_repo_lokaler_pfad', '\LehramtInformatikRepository')
2963   syntax.importiere_konfiguration('github_domain', '\LehramtInformatikGithubDomain')
2964   syntax.importiere_konfiguration('github_raw_domain', '\LehramtInformatikGithubRawDomain')
2965   syntax.importiere_konfiguration('github_tex_repo', '\LehramtInformatikGithubTexRepo')
2966   syntax.importiere_konfiguration('github_code_repo', '\LehramtInformatikGithubCodeRepo')
2967   syntax.importiere_konfiguration('git_branch', '\LehramtInformatikGitBranch')
2968 }
2969 \RequirePackage{hyperref}
2970 \RequirePackage{minted}
2971 % pygmentize -L styles
2972 \usemintedstyle{colorful}
2973 %\BeforeBeginEnvironment{minted}{\begin{mdframed}}
2974 %\AfterEndEnvironment{minted}{\end{mdframed}}
2975 %\setminted{breaklines=true,linenos}
2976 \setminted{
2977   breaklines=true,
2978   linenos,
2979   fontsize=\footnotesize,
2980 }

```

**liJavaAngabe** Eine Umgebung für Java-Code, ohne Zeilennummer und etwas eingerückt um den Java-Code in Angaben / Aufgabestellungen zu setzen.

```

2981 \newminted[liJavaAngabe]{java}{
2982   xleftmargin=1cm,
2983   linenos=false
2984 }

```

**\liJavaCode** Im Zeilenfluss einen kurzen Java-Code-Ausschnitt setzen. Es werden automatische Zeilenumbrüche gemacht.

**Let-Abkürzung:** `\let\j=\liJavaCode`

```

2985 \def\liJavaCode#1{
2986   \,
2987   \textcolor{blue}{
2988     \mintinline[
2989       fontsize=\normalsize,
2990       breakanywhere % https://github.com/gpoore/minted/issues/31#issuecomment-
2991       458640242
2992     ]{java}|#1|
2993   }
2994 }

```

**\liLatexCode** Im Zeilenfluss einen kurzen L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Code-Ausschnitt setzen.

```

2995 \def\liLatexCode#1{\mintinline{latex}|#1|}

```

```

2996 \def\li@GithubLink#1#2{
2997   \begin{flushright}
2998     \tiny
2999     Code-Beispiel~auf~Github~ansehen:~
3000     \href{#1}{\nolinkurl{#2}}
3001   \end{flushright}
3002 }

\liJavaDatei Eine komplette Java-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/main/java/org/bschlangaul
liegt.
3003 \NewDocumentCommand{\liJavaDatei}{ O{firstline=3} m }{
3004   \inputminted[#1]{java}{
3005     \directlua{
3006       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', false)
3007     }
3008   }
3009   \li@GithubLink
3010   {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', false)}}
3011   {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', false)}}
3012 }

\liJavaTestDatei Eine komplette Java-Test-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/test/java/org/bschlangaul
liegt.
3013 \NewDocumentCommand{\liJavaTestDatei}{ O{firstline=3} m }{
3014   \inputminted[#1]{java}{
3015     \directlua{
3016       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', true)
3017     }
3018   }
3019   \li@GithubLink
3020   {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', true)}}
3021   {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', true)}}
3022 }

\liJavaExamen \liJavaExamen{66116}{2015}{03}{Kunde} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \liJavaDatei([
\liJavaExamen$1{$2}{$3}{$4}{$5}
3023 \NewDocumentCommand{\liJavaExamen}{ O{firstline=3} m m m m }{
3024   \inputminted[#1]{java}{
3025     \directlua{
3026       syntax.drucke_absoluten_examens_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')
3027     }
3028   }
3029
3030   \li@GithubLink
3031   {\directlua{syntax.drucke_github_examens_url('#2', '#3', '#4', '#5')}}
3032   {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
3033 }

\liAssemblerCode
3034 \def\liAssemblerCode#1{\mintinline{asm}|#1|}

\liAssemblerDatei \liAssemblerDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Assembler-Datei.
3035 \NewDocumentCommand{\liAssemblerDatei}{ m }{
3036   \inputminted{asm}{#1}
3037 }

\liMinispracheDatei \liMinispracheDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Minisprachen-Datei
(Hochsprache für die Minimaschine von Albert Wiedemann).
3038 \NewDocumentCommand{\liMinispracheDatei}{ m }{
3039   \inputminted{componentpascal}{#1}
3040 }

```

```

\liHaskellCode \liHaskellCode{haskell}: Zum Setzen von Haskell-Code.
3041 \def\liHaskellCode#1{\mintinline{haskell}|#1|}

\liHaskellDatei \liHaskellDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Haskell-Datei.
3042 \NewDocumentCommand{\liHaskellDatei}{ m }{
3043   \inputminted{haskell}{#1}
3044 }

3045 \ExplSyntaxOff

\liSqlCode \liHaskellCode{sql}: Zum Setzen von SQL-Code.
Let-Abkürzung: \let\s=\liSqlCode
3046 \def\liSqlCode#1{\mintinline{sql}|#1|}

3047

```



## 2.45 syntaxbaum.sty

```
3048 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3049 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-syntaxbaum}[2021/02/14 Zum Setzen von
3050 Syntaxbäumen mit Hilfe des Pakets tikz-qtrees]
3051 \RequirePackage{tikz-qtrees}
3052
3053 \tikzset{li parsetree/.style={
3054     every internal node/.style={
3055         draw,circle
3056     },
3057     every leaf node/.style={
3058         draw,rectangle
3059     },
3060 }
3061 }
3062
```

## 2.46 synthese-algorithmus.sty

```
3063 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3064 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-synthese-algorithmus}[2021/03/19
3065 Hilfsmakros zum Setzen des Synthese-Algorithmuses zur Umformung einer
3066 Relation in die 3. Normalform]
3067 \liLadePakete{normalformen,mathe,typographie}
3068 \ExplSyntaxOn
```

### 2.46.1 Makro-Kürzel

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

### 2.46.2 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}
```

### 2.46.3 TeX-Markup Linksreduktion

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

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

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

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

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

### 2.46.4 TeX-Markup Rechtsreduktion

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

\liPseudoUeberschrift{F}

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

\liPseudoUeberschrift{A}

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

## 2.46.5 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  $\mathcal{R}_\alpha$  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  $\mathcal{R}_\alpha$ , 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

```
3069 \def\liSyntheseUeberschrift#1{
3070   {
3071     \bfseries
3072     \rmfamily
3073     \str_case:nn {#1} {
3074       {1} {Kanonische-Überdeckung}
3075       {1-1} {Linksreduktion}
3076       {1-2} {Rechtsreduktion}
3077       {1-3} {Löschen-leerer-Klauseln}
3078       {1-4} {Vereinigung}
3079       {2} {Relationsschemata-formen}
3080       {3} {Schlüssel-hinzufügen}
3081       {4} {Entfernung-überflüssiger-Teilschemata}
3082     }
```

```

3083 }
3084 }

\liSyntheseErklaerung Let-Abkürzung: \let\erklaerung=\liSyntheseErklaerung
3085 \def\li@synthese@erklaerung@texte#1{
3086   \str_case:nn {#1} {
3087     {1} {
3088       Die~kanonische~Überdeckung~---also~die~kleinst~mögliche~noch~
3089       äquivalente~Menge~von~funktionalen~Abhängigkeiten~kann~in~vier~
3090       Schritten~erreicht~werden.
3091     }
3092     {1-1} {
3093       Führe~für~jede~funktionale~Anhängigkeit~
3094        $\alpha \rightarrow \beta$ ~die~Linksreduktion~durch,~
3095       überprüfe~also~für~alle~
3096        $A \in \alpha$ ,~ob~ $A$ ~überflüssig~ist,~d.h.~ob~
3097        $\beta \subseteqq \text{liAttributHuelle}\{F, \alpha \cup A\}$ .
3098     }
3099     {1-2} {
3100       Führe~für~jede~(verbliebene)~funktionale~Abhängigkeit~ $\alpha \rightarrow \beta$ ~die~Rechtsreduktion~durch,~überprüfe~also~für~
3101       alle~ $B \in \beta$ ,~ob~ $B \in \text{liAttributHuelle}\{F \cup (\alpha \rightarrow \beta) \cup (\alpha \rightarrow B)\}$ ,~
3102        $\alpha$ ~gilt.~In~diesem~Fall~ist~ $B$ ~auf~der~rechten~Seite~
3103       überflüssig~und~kann~eliminiert~werden,~d.h.~ $\alpha \rightarrow \beta$ ~wird~durch~ $\alpha \rightarrow (\beta \cup B)$ ~
3104       ersetzt.
3105     }
3106     {1-3} {
3107       Entferne~die~funktionalen~Abhängigkeiten~der~Form~ $\alpha \rightarrow \emptyset$ ,~die~im~2.~Schritt~möglicherweise~
3108       entstanden~sind.
3109     }
3110     {1-4} {
3111       Fasse~mittels~der~Vereinigungsregel~funktionale~Abhängigkeiten~
3112       der~Form~ $\alpha \rightarrow \beta_{\{1\}}, \dots, \alpha \rightarrow \beta_{\{n\}}$ ,~so~dass~ $\alpha \rightarrow \beta_{\{1\}} \cup \dots \cup \beta_{\{n\}}$ ~
3113       verbleibt.
3114     }
3115     % Kemper Seite 197
3116     {2} {
3117       Erzeuge~für~jede~funktionale~Abhängigkeit~ $\alpha \rightarrow \beta$ ~ein~Relationenschema~ $\mathcal{R}_{\alpha \rightarrow \beta}$ ~
3118        $:= \alpha \cup \beta$ .
3119     }
3120     {3} {
3121       Falls~eines~der~in~Schritt~2.~erzeugten~Schemata~ $\mathcal{R}_{\alpha}$ ~
3122       einen~Schlüsselkandidaten~von~ $\mathcal{R}_{\alpha}$ ~bezüglich~ $F_{\alpha}$ ~
3123       enthält,~sind~wir~fertig,~sonst~wähle~einen~Schlüsselkandidaten~
3124        $\mathcal{K} \subseteqq \mathcal{R}_{\alpha}$ ~aus~und~definiere~folgendes~
3125       zusätzliche~Schema:~ $\mathcal{R}_{\alpha \rightarrow \mathcal{K}} := \mathcal{K} \cup F_{\alpha}$ ~
3126       und~ $\mathcal{R}_{\alpha \rightarrow \mathcal{K}} := \emptyset$ 
3127     }
3128     {4} {
3129       Eliminiere~diejenigen~Schemata~ $\mathcal{R}_{\alpha}$ ,~die~in~einem~
3130       anderen~Relationenschema~ $\mathcal{R}_{\alpha'}$ ~enthalten~sind,~d.h.~
3131        $\mathcal{R}_{\alpha} \subseteqq \mathcal{R}_{\alpha'}$ .
3132     }
3133   }
3134 }
3141 \def\liSyntheseErklaerung#1{
3142   {
3143     \itshape
3144     \footnotesize

```

```

3145     \liParagraphMitLinien{\li@synthese@erklaerung@texte{#1}}
3146   }
3147 }

```

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

```

3148 \def\liSyntheseUeberErklaerung#1{
3149   \liSyntheseUeberschrift{#1}\par
3150   \liSyntheseErklaerung{#1}
3151 }

```

```

3152 \ExplSyntaxOff
3153

```

## 2.47 tabelle.sty

```
3154 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3155 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-tabelle}[2020/12/05 Lädt das Paket tabluarx]
3156 \RequirePackage{tabularx}
3157
```

## 2.48 typographie.sty

```
3158 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3159 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-typographie}[2021/03/20 Typographische Makros,
3160 die das Erscheinungsbild verändern. Die Schriftdefinition sind in
3161 formatierung.sty definiert.]
```

```
3162 \ExplSyntaxOn
```

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

```
3163 \RequirePackage{fontawesome}
```

`\liErledigt` `\liErledigt:` ✓

```
3164 \let\liErledigt=\faCheckSquareO
```

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

```
3165 \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 —

```
3166 \def\liParagraphMitLinien#1{
3167   \noindent
3168   \vrule height 2pt depth -1.6pt width 0.4cm
3169   \enspace
3170   #1
3171   \enspace
3172   \leaders\vrule height 2pt depth -1.6pt \hfill \null
3173   \par
3174   \medskip
3175 }
```

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

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

```
3176 \def\liGeschweifteKlammern#1#2#3#4{
3177   \par
3178   \medskip
3179   \noindent
3180   #1 \, $= \Bigl\{ \$
3181   \vspace{#3}
3182   #2
3183   \vspace{#4}
3184   \begin{flushright} \$\Bigr\} \$\end{flushright}
3185   \par
3186 }
```

`\liTypoUeberschrift`

```
3187 \def\liTypoUeberschrift#1{
3188   {
3189     \bfseries\rmfamily
3190     #1
3191   }
3192 }
```

\liTypoUeberGross

```
3193 \def\liTypoUeberGross#1{
3194   {
3195     \huge
3196     \liTypoUeberschrift{#1}
3197   }
3198 }
```

\liTypoUeberGross

```
3199 \def\liTypoUeberGROSS#1{
3200   {
3201     \Huge
3202     \liTypoUeberschrift{#1}
3203   }
3204 }

3205 \ExplSyntaxOff
3206
```



## 2.49 uml.sty

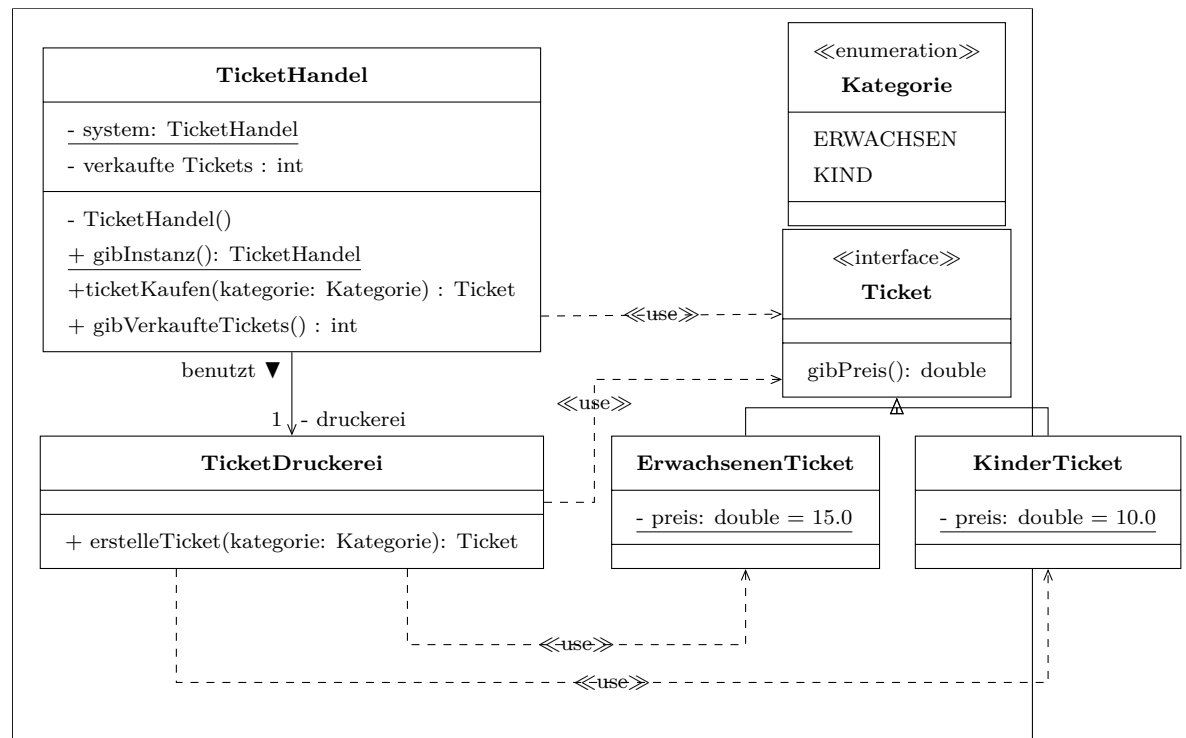
```

3207 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3208 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-uml}[2020/06/13 Ein Hüll-Paket um
3209 `tikz-uml', das einige Design-Einstellungen vornimmt und manche
3210 Erweiterung bereitstellt]

3211 \RequirePackage{tikz-uml}
3212 \RequirePackage{tikz-uml-activity}
3213 % Not compatible with wasysym
3214 %\RequirePackage{mathabx}
3215 \RequirePackage{wasysym}
3216 \usetikzlibrary{positioning}

3217 \tikzumlset{
3218   fill class=white!0,
3219   font=\footnotesize,
3220   fill object=white!0,
3221   fill note=white!0,
3222   fill state=white!0,
3223   % Use case
3224   fill usecase=white!0,
3225   fill system=white!0,
3226 }

```



```

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

```

```

3227 \NewDocumentCommand{ \liUmlLeserichtung } { 0{dir=right} m } {
3228   \def\@liDirLeft{}
3229   \def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}
3230   \pgfkeys{/lese/dir/.is choice}
3231   \pgfkeys{/lese/dir/up/.code={\def\@liDirRight{ \UParrow}}}
3232   \pgfkeys{/lese/dir/down/.code={\def\@liDirRight{ \DOWNarrow}}}
3233   \pgfkeys{/lese/dir/left/.code={\def\@liDirRight{}\def\@liDirLeft{\LEFTarrow }}}
3234   \pgfkeys{/lese/dir/right/.code={\def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}}}
3235
3236   \def\@liPos{above}
3237   \pgfkeys{/lese/pos/.code={\def\@liPos{##1}}}
3238

```

```

3239 \def\@liDistance{0cm}
3240 \pgfkeys{/lese/distance/.code={\def\@liDistance{##1}}}}
3241
3242 \pgfkeys{/lese/.cd,#1}
3243
3244 \node[\@liPos = \@liDistance of #2-middle] {
3245   \@liDirLeft{\footnotesize#2}\@liDirRight
3246 };
3247 }
3248

```

## 2.50 vollstaendige-induktion.sty

3249 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]  
 3250 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-vollstaendige-induktion}[2021/07/01  
 3251 Hilfsmakros zum Setzen der Vollständigen Induktion, vor allem die  
 3252 Überschriften für die einzelnen Schritte]

### 2.50.1 Makro-Kürzel

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

```
\begin{align*}
C_{n+1}
&= \frac{
  \{(4 \cdot (\{m\{n + 1\} - 1) + 2) \cdot \text{\textcolor{violet}{cn}}(\{m\{n + 1\} - 1)\}
  \{m\{n + 1\} + 1\}
}{
  \{e\{Java nach Mathe}\} \\
\%
&= \frac{
  \{(4\{m\{n\} + 2) \cdot \text{\textcolor{violet}{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

3253 \RequirePackage{lehramt-informatik-typographie}  
 3254 \RequirePackage{lehramt-informatik-mathe}  
 3255 \RequirePackage{lehramt-informatik-syntax}  
 3256 \ExplSyntaxOn

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

**Let-Abkürzung:** \let\m=\liInduktionMarkierung

3257 \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

```
3258 \def\liInduktionErklaerung#1{\scriptsize\text{#1}}
```

\liInduktionAnfang

```
3259 \def\liInduktionAnfang{
3260   \liPseudoUeberschrift{Induktionsanfang}
3261
3262   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
3263   \liParagraphMitLinien{
3264     Beweise,~dass~ $A(1)$ ~eine~wahre~Aussage~ist.
3265   }
3266 }
```

\liInduktionVoraussetzung

```
3267 \def\liInduktionVoraussetzung{
3268   \liPseudoUeberschrift{Induktionsvoraussetzung}
3269
3270   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
3271   \liParagraphMitLinien{
3272     Die~Aussage~ $A(k)$ ~ist~wahr~für~ein~beliebiges~ $k \in \mathbb{N}$ $.
3273   }
3274 }
```

\liInduktionSchritt

```
3275 \def\liInduktionSchritt{
3276   \liPseudoUeberschrift{Induktionsschritt}
3277
3278   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
3279   \liParagraphMitLinien{
3280     Beweise,~dass~wenn~ $A(n=k)$ ~wahr~ist,~
3281     auch~ $A(n=k+1)$ ~wahr~sein~muss.
3282   }
3283 }

3284 \ExplSyntaxOff
3285
```

## 2.51 wasserfall.sty

```
3286 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3287 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-wasserfall}[2020/06/10]
3288 \RequirePackage{tikz}
3289 \tikzset{wasserfall/.style={
3290   >=stealth,
3291   node distance = 2mm and -8mm,
3292   start chain = A going below right,
3293   every node/.style = {
3294     draw,
3295     text width=24mm,
3296     minimum height=12mm,
3297     align=center,
3298     inner sep=1mm,
3299     fill=white,
3300     drop shadow={fill=black},
3301     on chain=A
3302   },
3303 }}
3304 \usetikzlibrary{chains,positioning,shadows}
3305
```

## 2.52 wpkalkuel.sty

```
3306 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3307 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-wpkalkuel}[2020/06/13]
```

### 2.52.1 Makro-Kürzel

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

```
3308 \RequirePackage{amsmath}
```

```
3309 \ExplSyntaxOn
```

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

```
3310 \def\liWpKalkuelOhneMathe#1#2{
3311   \text{wp}(\texttt{\scriptsize"#1"},\thinspace #2)
3312 }
3313 \def\liWpKalkuel#1#2{
3314   \ifmmode
3315     \liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}
3316   \else
3317     $\liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}$
3318   \fi
3319 }
```

**\MatheEnv**

```
3320 \def\MatheEnv#1{
3321   \medskip
3322
3323   \hspace{1em}#1
3324
3325   \medskip
3326 }
```

**\Mathe**

```
3327 \def\Mathe#1{
3328   \MatheEnv{#1$}
3329 }
```

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

```
3330 \def\liWpEquivalent#1{
3331   \MatheEnv{$\equiv$\hspace{1em}$#1$}
3332 }
```

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

```
3333 \newlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}
3334 \def\liWpErklaerung#1{
3335   \setlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}{\leftskip}
3336   \setlength{\leftskip}{0.5cm}
3337
3338   \par
3339   \noindent
3340   {
3341     \scriptsize
3342     #1
3343   }
3344   \par
3345
3346   \setlength{\leftskip}{\@Skip@Erklaerung@Reset}
3347 }
```

\liWpErklaerungVerzweigung

```

3348 \def\liWpErklaerungVerzweigung{
3349   $\liWpKalkuelOhneMathe{if~\{-b~\}~then~\{-a1~\}~else~\{-a2~\}}{Q}
3350   \equiv
3351   (b \land \liWpKalkuelOhneMathe{a1}{Q})
3352   \lor
3353   (\neg b \land \liWpKalkuelOhneMathe{a2}{Q})$
3354 }

3355 \ExplSyntaxOff

3356

```

### 3 Index

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

Symbols		
\# ..... 114	\sq ..... 2436, 2446	2633, 2774, 2796, 2810, 2973, 2997, 3184
\, .. 358, 417, 472, 699, 717, 1349, 1351, 2094, 2095, 2096, 2484, 2986, 2993, 3180		\begingroup 1956, 2426, 2894
\@Skip@Erklaerung@Reset ... 3333, 3335, 3346	<b>A</b>	\beschriftung ..... ..... 1993, 1997, 2001, 2005, 2009, 2011
\@afterheading ..... ... 1589, 1976, 2063	\addbibresource ..... 1932, 1933, 1934, 1935, 1936, 1937, 1938, 1939, 1940, 1941	\beta ..... 3094, 3097, 3101, 3102, 3103, 3106, 3116, 3117, 3118, 3123, 3124
\@afterindentfalse .. ... 1588, 1975, 2062	\AddToHook .... 1591, 1692	\bf ..... 2671, 2672, 2673
\@liDirLeft 3228, 3233, 3245	\advance ..... 2898	\bfseries ..... 558, 1399, 1401, 1573, 1600, 1654, 1712, 2671, 2677, 2679, 2681, 2682, 3071, 3189
\@liDirRight 3229, 3231, 3232, 3233, 3234, 3245	\AfterEndEnvironment 2974	\Bigl ..... 3180
\@liDistance ..... ... 3239, 3240, 3244	\Alph ..... 1409	\Bigr ..... 3184
\@liPos .. 3236, 3237, 3244	\alph ..... 1409, 1410	\bigskip .... 450, 731, 736, 1584, 1615, 1627, 1705, 1965, 2352
\\ ..... 729, 757, 758, 761, 762, 765, 766, 861, 862, 863, 970, 1004, 1006, 1036, 1045, 1090, 1132, 1133, 1134, 1139, 1140, 1141, 1161, 1963, 2379, 2437, 2440	\alpha 3094, 3096, 3097, 3100, 3102, 3103, 3104, 3105, 3106, 3110, 3116, 3117, 3122, 3123, 3124, 3127, 3135, 3136, 3137	\bool ..... 336, 418
	\arabic 1409, 2693, 2698, 2703, 2709, 2715, 2721	\bowtie ..... 2819, 2822, 2823, 2824
	\arraystretch ..... 2374	\Box ..... 164
	<b>B</b>	\boxtimes ..... 548
	\BeforeBeginEnvironment ..... 2973	
\{ ..... 212, 1286, 1296, 1308, 1309, 1314, 1348, 1802, 2424, 2849, 3180, 3349	\begin ..... 755, 809, 824, 859, 883, 930, 962, 977, 1002, 1012, 1032, 1052, 1084, 1101, 1130, 1155, 1176, 1200, 1215, 1329, 1415, 1507, 1595, 1598, 1607, 1617, 1620, 1621, 1629, 1694, 1756, 1765, 1772, 1880, 1955, 2013, 2018, 2026, 2051, 2056, 2067, 2077, 2081, 2164, 2168, 2187, 2210, 2233, 2248, 2377, 2378, 2428, 2473, 2613,	<b>C</b>
\} ..... 212, 1286, 1296, 1308, 1309, 1316, 1352, 1803, 2424, 2849, 3184, 3349		\c ..... 1509, 1510
\_ ..... 37, 45, 50, 52, 305, 333, 357, 360, 370, 393, 397, 401, 403, 405, 407, 410, 416, 417, 431, 432, 438, 441, 444, 454, 461, 463, 466, 1568, 1573, 1635, 1688		\cdot .... 2139, 2195, 2206
		\centerline .... 1618, 1761, 2772, 2794, 2809
		\cftbeforesecskip .. 1735
		\cftbeforesubsecskip ..... 1736, 1737
		\cftbeforesubsubsecskip ..... 1738
		\cftsubsecafterpnum 1737
		\chapter ..... 1399, 1400
		\char ..... 1963
		\clearpage 1655, 1743, 1957
		\cline ..... 729
		\clist ..... 231, 279, 280, 302, 306, 2906

<code>\columnbreak</code> . . . . .	2941	974, 990, 1009,	673, 1249, 1344,
<code>\contentsname</code> . . . . .	1741	1017, 1048, 1077,	1366, 1441, 1543,
<code>\cs</code> . . . . .	305, 333,	1098, 1123, 1148,	1660, 1893, 1905,
	357, 360, 370, 393,	1168, 1187, 1212,	1953, 2101, 2278,
	405, 416, 417, 454,	1230, 1331, 1417,	2384, 2489, 2577,
	461, 466, 1544,	1523, 1597, 1610,	2834, 2904, 2959,
	1551, 1557, 2045, 2496	1611, 1619, 1624,	3068, 3162, 3256, 3309
<code>\csname</code> . . . . .	1494, 1497	1625, 1636, 1731,	
<code>\cup</code> . . . . .	1309,	1768, 1769, 1776,	<b>F</b>
	2458, 3103, 3117, 3124	1885, 1960, 2015,	<code>\faCheckSquare0</code> . . . .
		2023, 2042, 2058,	3164
<b>D</b>		2059, 2073, 2084,	<code>\faCircleThin</code> . . . . .
<code>\DeclareMathSymbol</code> . .		2085, 2166, 2182,	1268
	2272, 2273	2207, 2230, 2245,	<code>\faGg</code> . . . . .
<code>\DecoINERT</code> . . . . .		2255, 2381, 2382,	1262
	2696, 2769, 2770, 2792	2430, 2475, 2623,	<code>\fancyfoot</code> . . . . .
<code>\DecoINERTwithPivot</code> .		2643, 2774, 2796,	1421, 1422, 1423,
	2712, 2791	2810, 2974, 3001, 3184	1909, 1910, 1911, 1912
<code>\DecoLEFT</code> . . . . .	2691, 2790	<code>\endcsname</code> . . . .	<code>\fancyhead</code> . . . . .
<code>\DecoLEFTwithPivot</code> . .		1494, 1497	1420, 1906, 1907, 1908
	2706, 2768	<code>\endgroup</code> 1959, 2431, 2899	<code>\faSquare0</code> . . . . .
<code>\DecoRIGHT</code> 2701, 2793, 2803		<code>\enspace</code> . . . . .	1256
<code>\DecoRIGHTwithPivot</code> .		3169, 3171	<code>\fi</code> . 655, 663, 671, 679,
	2718, 2771	environments:	686, 1292, 1306,
<code>\definecolor</code> . . . . .	1397	<code>liAdditum</code> . . . . .	1342, 2012, 2114,
<code>\DefineVerbatimEnvironment</code>		2016	2124, 2134, 2148,
	2947	<code>liAHuelle</code> . . . . .	2422, 2459, 2504,
<code>\delta</code> 70, 112, 170, 212, 1300		2425	2565, 2732, 2924,
<code>\dh</code> . . . . .	2096, 3105	<code>liAntwort</code> . . . . .	2925, 2928, 2930, 3318
<code>\directlua</code> . . . . .		1989	<code>\filcenter</code> . . . . .
	63, 142, 200, 205,	<code>liDiagramm</code> . . . .	1654
	1281, 1295, 1315,	2075	<code>\footcite</code> 752, 821, 843,
	1323, 1330, 1335,	<code>liEinbettung</code> . . . .	890, 913, 945, 998,
	2409, 2414, 2467,	1988	1049, 1076, 1122,
	2474, 2481, 2861,	<code>liExkurs</code> . . . . .	1781, 1784, 1791,
	2960, 3005, 3010,	2024	1796, 1801, 1805,
	3011, 3015, 3020,	<code>liGraphenFormat</code> .	1811, 1816, 1921,
	3021, 3025, 3031, 3032	1486	2183, 2184, 2389, 2626
<code>\do</code> . . . . .	2692, 2697,	<code>liJavaAngabe</code> . . . .	<code>\footnote</code> . . . . .
	2702, 2707, 2713, 2719	2981	2088, 2092
<code>\dots</code> . . . . .	589, 593,	<code>liKasten</code> . . . . .	<code>\footnotesize</code> 152, 427,
	1802, 2620, 3116, 3117	1414	509, 603, 1273,
<code>\DOWNarrow</code> . . . . .	3232	<code>liKontrollflussgraph</code>	1580, 1608, 1707,
<code>\draw</code> . . . . .	1514, 1517,	1879	1986, 2037, 2052,
	1520, 2568, 2867, 2870	<code>liLernkartei</code> . . . .	2068, 2333, 2427,
		2065	2444, 2452, 2581,
<b>E</b>		<code>liProduktionsRegeln</code>	2590, 2833, 2948,
<code>\edef</code> . . . . .	1505,	1324	2979, 3144, 3219, 3245
	2785, 2789, 2801, 2802	<code>liProjektsprache</code> 1987	<code>\footrulewidth</code> . 1426, 1914
<code>\edge</code> . . . . .	276	<code>liQuellen</code> . . . . .	<code>\foreach</code> . 1509, 1512, 1519
<code>\else</code> . . . . .	653,	2045	<code>\forestFirst</code> . . 2921, 2924
	661, 669, 677, 684,	<code>liRelationenSchemaFormat</code>	<code>\forestLast</code> . . . 2922, 2924
	1290, 1304, 1340,	2853	<code>\forestOget</code> . . . 2921, 2922
	2009, 2112, 2122,	<code>liRmodell</code> . . . . .	<code>\forestOnes</code> . . . . .
	2132, 2146, 2420,	2833	2934
	2457, 2502, 2563,	<code>liUebergangsTabelle</code>	<code>\forestOv</code> 2923, 2924, 2927
	2731, 2924, 2926, 3316	2374	<code>\forestov</code> . 2913, 2917,
<code>\emph</code> . . 750, 997, 1252,		<code>\equiv</code> . . . . .	2918, 2921, 2922,
	1783, 1812, 1814, 1962	3331, 3350	2923, 2924, 2926, 2927
<code>\empty</code> . . . . .	2009, 2456	<code>\erzeuge@tiefgestellt</code>	<code>\forestset</code> . . . . 2909, 2932
<code>\emptyset</code> . . . . .		1295, 1296, 1300	<code>\forestSortLevel</code> . . . .
<code>\end</code> . . . . .	794, 820,	<code>\expandafter</code> . . . . .	2911, 2919, 2933, 2934
	845, 880, 914, 946,	1494, 2727, 2729,	<code>\frac</code> 2141, 2174, 2206, 2221
		2730, 2731, 2739, 2897	<code>\fullouterjoin</code> . . . . .
		<code>\ExplSyntaxOff</code> . . . 54,	2824
		97, 139, 144, 197,	
		202, 207, 611, 633,	<b>G</b>
		648, 724, 1276,	<code>\g</code> . . . 39, 279, 280, 302,
		1354, 1389, 1457,	306, 312, 313, 314,
		1639, 1745, 1900,	315, 316, 318, 319,
		1916, 2097, 2162,	321, 322, 324, 325,
		2323, 2402, 2596,	326, 327, 328, 329,
		2846, 2907, 3045,	
		3152, 3205, 3284, 3355	
		<code>\ExplSyntaxOn</code> . . . . .	
		35, 66, 107,	
		140, 165, 198, 203,	
		228, 554, 617, 634,	



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, 1545, 1547, 1558, 1560, 1662, 1666, 1670, 1674, 1675, 1676, 1677, 1678, 1680, 1681, 1683, 1714, 1716, 1721, 1725	\int ..... 2906	\left ..... 2104, 2494
\Gamma . 111, 169, 212, 1309	\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, 1766, 1767, 2045, 2049, 2169, 2174, 2178, 2188, 2194, 2199, 2211, 2215, 2219, 2223, 2227, 2234, 2238, 2242, 2614, 2617, 2620, 2634, 2637, 2640	\LEFTarrow ..... 3233
\gappto ..... 2929	\itshape ..... 602, 3143	\leftarrow ..... 665
\geometry ..... 5	J	\leftouterjoin ..... 2822
\geq ..... 1809, 2172, 2609, 2614, 2630, 2634	\j 1509, 1510, 1512, 1513, 1514, 1519, 1520, 1521	\leftskip 3335, 3336, 3346
H	K	\LehramtInformatikAutorEmail ..... 1912
\hbox ..... 2819	\k ..... 1519	\LehramtInformatikAutorName ..... 1911
\headrulewidth . 1425, 1913	\keys ..... 41, 75, 87, 117, 127, 175, 185, 310, 621, 625, 639, 644, 1373, 1380	\LehramtInformatikGitBranch ..... 458, 2967
\headwidth ..... 1915	L	\LehramtInformatikGithubCodeRepo ..... 2966
\hfill ..... 1574, 2191, 2197, 2202, 3172	\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, 1896, 1897, 1898, 2048, 2049, 2050, 2057	\LehramtInformatikGithubDomain ..... 455, 2963
\hinweis ..... 1986	\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, 1896, 1897, 1898, 2048, 2049, 2050, 2057	\LehramtInformatikGithubRawDomain ..... 2964
\hline ..... 2379	\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, 1896, 1897, 1898, 2048, 2049, 2050, 2057	\LehramtInformatikGithubTexRepo ..... 456, 2965
\horizontale .. 1551, 1582	\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, 1896, 1897, 1898, 2048, 2049, 2050, 2057	\LehramtInformatikRepository 17, 20, 23, 26, 29, 1445, 1672, 1932, 1933, 1934, 1935, 1936, 1937, 1938, 1939, 1940, 1941, 2962
\href ..... 1362, 2092, 2259, 2293, 2302, 3000	\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, 1896, 1897, 1898, 2048, 2049, 2050, 2057	\LehramtInformatikTitel ..... 1907
\hspace .. 2571, 3323, 3331	\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, 1896, 1897, 1898, 2048, 2049, 2050, 2057	\leq .... 2206, 2617, 2637
\ht ..... 2820	\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, 1896, 1897, 1898, 2048, 2049, 2050, 2057	\let ..... 1298, 1299, 1957, 2768, 2769, 2770, 2771, 2784, 2786, 2787, 2788, 2790, 2791, 2792, 2793, 2803, 2895, 2933, 2934, 3164
\Huge ..... 1712, 3201	\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, 1896, 1897, 1898, 2048, 2049, 2050, 2057	\li@chomsky@erklaerung@texte ..... 568, 604
\huge ..... 1654, 3195	\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, 1896, 1897, 1898, 2048, 2049, 2050, 2057	\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
I	\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, 1896, 1897, 1898, 2048, 2049, 2050, 2057	\li@EntwurfsCodeAllgemein ..... 745
\i ..... 1519, 1520	\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, 1896, 1897, 1898, 2048, 2049, 2050, 2057	\li@fussnote@text 2330, 2336, 2340, 2344, 2348
\ifcase ..... 2728	\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, 1896, 1897, 1898, 2048, 2049, 2050, 2057	\li@GithubLink ..... 2996, 3009, 3019, 3030
\ifmode 651, 659, 667, 675, 682, 1288, 1302, 1338, 2110, 2120, 2130, 2144, 2418, 2500, 2561, 3314	\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, 1896, 1897, 1898, 2048, 2049, 2050, 2057	\li@mget . 1496, 1500, 1520
\IfNoValueTF ..... ... 2019, 2088, 2092	\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, 1896, 1897, 1898, 2048, 2049, 2050, 2057	\li@minc ..... 1499, 1521
\ifnum ..... 2655, 2896, 2912, 2920, 2926	\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, 1896, 1897, 1898, 2048, 2049, 2050, 2057	\li@mset ..... 1493, 1501, 1510, 1513
\ifx .... 2009, 2456, 2924	\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, 1896, 1897, 1898, 2048, 2049, 2050, 2057	\li@numdiscs ..... ... 1505, 1514, 1520
\in ..... 577, 733, 1809, 2154, 2157, 2160, 2189, 2195, 2200, 2609, 2620, 2630, 2640, 3094, 3096, 3102, 3123, 3272	\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, 1896, 1897, 1898, 2048, 2049, 2050, 2057	\li@Rmodell@Schrift . ... 2833, 2842, 2852
\includegraphics .... ..... 1448, 1453	\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, 1896, 1897, 1898, 2048, 2049, 2050, 2057	\li@sequence .. 1506, 1519
\inhaltsverzeichnis 1954	\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, 1896, 1897, 1898, 2048, 2049, 2050, 2057	\li@synthese@erklaerung@texte ..... 3085, 3145
\input ..... 17, 20, 23, 26, 29, 479, 1671	\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, 1896, 1897, 1898, 2048, 2049, 2050, 2057	\li@

liAdditum (environment)	.....	<a href="#">2016</a>	\liEntwurfs	.....	<a href="#">1171</a>	\liEntwurfsModellPraesentationSteuerung	
liAHuelle (environment)	.....	<a href="#">2425</a>	\liEntwurfsAbstrakteFabrik	.....	<a href="#">801</a>	\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungAk	
\liAlphabet	.....	<a href="#">1308</a>	\liEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung	.....	<a href="#">749, 802</a>	\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUm	
liAntwort (environment)	.....	<a href="#">1989</a>	\liEntwurfsAbstrakteFabrikCode	.....	<a href="#">1154, 1172</a>	\liEntwurfsStellvertreter	
\liAnweisung	.....	<a href="#">1887</a>	\liEntwurfsAbstrakteFabrikUml	.....	<a href="#">1195</a>	\liEntwurfsStellvertreterCode	
\liAssemblerCode	...	<a href="#">3034</a>	\liEntwurfsAdapter	..	<a href="#">853</a>	.....	<a href="#">1189, 1197</a>
\liAssemblerDatei	..	<a href="#">3035</a>	\liEntwurfsAdapterAkteure	.....	<a href="#">823, 855</a>	\liEntwurfsStellvertreterUml	
\liAttribut	.....	<a href="#">2852</a>	\liEntwurfsAdapterCode	.....	<a href="#">847, 856</a>	\liEntwurfsZustand	<a href="#">1236</a>
\liAttributHuelle	...		\liEntwurfsAdapterUml	.....	<a href="#">808, 854</a>	\liEntwurfsZustandAkteure	
... <a href="#">2416, 3097, 3102</a>			\liEntwurfsBeobachter	<a href="#">924</a>	.....	\liEntwurfsZustandCode	
\liAttributHuelleOhneMathe	.....	<a href="#">2416, 2419, 2421, 2435, 2445, 2453</a>	\liEntwurfsBeobachterAkteure	.....	<a href="#">882, 926</a>	\liEntwurfsZustandUml	
\liAttributMenge	.....	<a href="#">2424, 2436, 2439, 2446, 2447, 2461, 2463</a>	\liEntwurfsBeobachterCode	.....	<a href="#">916, 927</a>	\liEpsilon	.....
\liAufgabe	.....	<a href="#">16</a>	\liEntwurfsBeobachterUml	.....	<a href="#">858, 925</a>	\liErAttribute	.....
\liAufgabenMetadaten	.....	<a href="#">47, 1564, 1686</a>	\liEntwurfsBeobachterUml	.....	<a href="#">956</a>	... <a href="#">1252, 1266, 1268</a>	
\liAufgabenTitel	.....	<a href="#">55</a>	\liEntwurfsDekorierer	<a href="#">956</a>	\liEntwurfsDekoriererAkteure	\liErDatenbankName	<a href="#">1271</a>
\liAusdruck	.....	<a href="#">1345</a>	\liEntwurfsDekoriererCode	.....	<a href="#">948, 959</a>	\liErEntity	<a href="#">1250, 1254, 1256</a>
\liAutomat	.....	<a href="#">66</a>	\liEntwurfsDekoriererUml	.....	<a href="#">929, 957</a>	\liErledigt	.....
\liAutomatenKante	.....	<a href="#">98</a>	\liEntwurfsEinfacheFabrik	.....	<a href="#">992</a>	\liErMpAttribute	...
\liBandAlphabet	.....	<a href="#">1309</a>	\liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure	.....	<a href="#">976, 994</a>	\liErMpEntity	.....
\liBedingung	.....	<a href="#">1888</a>	\liEntwurfsEinfacheFabrikUml	.....	<a href="#">961, 993</a>	\liErMpRelationship	<a href="#">1253</a>
\liBedingungDrei	.....	<a href="#">2159, 2202, 2242</a>	\liEntwurfsEinzelstueck	.....	<a href="#">1022</a>	\liErRelationship	...
\liBedingungEins	.....	<a href="#">2153, 2191, 2234</a>	\liEntwurfsEinzelstueckAkteure	.....	<a href="#">1011, 1027</a>	... <a href="#">1251, 1260, 1262</a>	
\liBedingungFalsch	..	<a href="#">1890</a>	\liEntwurfsEinzelstueckBeschreibung	.....	<a href="#">996, 1023</a>	\liExamensAufgabe	...
\liBedingungWahr	...	<a href="#">1889</a>	\liEntwurfsEinzelstueckCode	.....	<a href="#">1019, 1029</a>	\liExamensAufgabeA	...
\liBedingungZwei	.....	<a href="#">2156, 2197, 2238</a>	\liEntwurfsEinzelstueckUml	.....	<a href="#">1001, 1025</a>	\liExamensAufgabeTA	..
\liBeschriftung	.....	<a href="#">1978</a>	\liEntwurfsErbauer	..	<a href="#">1079</a>	\liExamensAufgabeTTA	..
\liBindeAufgabeEin	..	<a href="#">1669</a>	\liEntwurfsErbauerAkteure	.....	<a href="#">1051, 1081</a>	\liExkurs (environment)	<a href="#">2024</a>
\liChomskyErklaerung	.....	<a href="#">568, 609</a>	\liEntwurfsErbauerUml	.....	<a href="#">1031, 1080</a>	\liFalsch	.....
\liChomskyUeberErklaerung	.....	<a href="#">607</a>	\liEntwurfsFabrikmethode	.....	<a href="#">1125, 1150</a>	\liFlaci	.....
\liChomskyUeberschrift	.....	<a href="#">556, 608</a>	\liEntwurfsFabrikmethodeAkteure	.....	<a href="#">1100, 1127</a>	\liFremd	.....
\liCpmEreignis	.....	<a href="#">617</a>	\liEntwurfsFabrikmethodeUml	.....	<a href="#">1083, 1126</a>	\liFunktionaleAbhaengigkeit	...
\liCpmFruehErklaerung	<a href="#">688</a>		\liEntwurfsKompositum	.....	<a href="#">1150</a>	... <a href="#">2455, 2458, 2466</a>	
\liCpmFruehI	...	<a href="#">681, 701</a>	\liEntwurfsKompositumAkteure	.....	<a href="#">1152</a>	\liFunktionaleAbhaengigkeiten	.....
\liCpmSpaetErklaerung	<a href="#">706</a>		\liEntwurfsKompositumUml	.....	<a href="#">1129, 1151</a>	\liFussnote	...
\liCpmSpaetI	...	<a href="#">674, 719</a>	\liEntwurfsModellPraesentationSteuerung	.....	<a href="#">1452, 1596, 1704</a>	\liFussnoteDreiText	..
\liCpmVon	.....	<a href="#">657</a>	\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungAk	.....	<a href="#">1444, 1449, 1454</a>	\liFussnoteEinsText	..
\liCpmVonOhneMathe	...	<a href="#">657, 660, 662</a>	\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUm	.....	<a href="#">1366</a>	.....	<a href="#">2335, 2355</a>
\liCpmVonZu	.....	<a href="#">649</a>	\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUm	.....	<a href="#">1366</a>	\liFussnoteLink	...
\liCpmVonZuOhneMathe	.....	<a href="#">649, 652, 654</a>	\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUm	.....	<a href="#">1366</a>	\liFussnoten	.....
\liCpmVorgang	.....	<a href="#">634</a>	\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUm	.....	<a href="#">1366</a>	\liFussnoteUrl	..
\liCpmZu	.....	<a href="#">665</a>	\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUm	.....	<a href="#">1366</a>	\liFussnoteVierText	..
\liCpmZuOhneMathe	...	<a href="#">665, 668, 670</a>	\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUm	.....	<a href="#">1366</a>	.....	<a href="#">2343, 2361</a>
liDiagramm (environ-ment)	.....	<a href="#">2075</a>	\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUm	.....	<a href="#">1366</a>	\liGeschweifteKlammern	...
liEinbettung (environ-ment)	.....	<a href="#">1988</a>	\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUm	.....	<a href="#">1366</a>	\liGrafikCCLizenz	...
			\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUm	.....	<a href="#">1366</a>	\liGrafikLogo	.....
			\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUm	.....	<a href="#">1366</a>	\liGrafikLogoPfad	...
			\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUm	.....	<a href="#">1366</a>	\liGrammatik	.....

<code>\liGraphenFormat</code> (environment) . . . . .	<a href="#">1486</a>	<code>\liMetaCCLink</code> . . . . .	<a href="#">1623</a> , <a href="#">2291</a>	<code>\liProjektSprache</code> (environment) . . . . .	<a href="#">1987</a>
<code>\liHanoi</code> . . . . .	<a href="#">1493</a>	<code>\liMetaEmailLink</code> . . . . .	<a href="#">2301</a> , <a href="#">2317</a>	<code>\liPseudoUeberschrift</code>	
<code>\liHaskellCode</code> . . . . .	<a href="#">3041</a>	<code>\liMetaHermineBschlangaulAndFriends</code> . . . . .	<a href="#">1964</a> , <a href="#">1604</a> , <a href="#">2282</a>	<code>\liPumpingKontextfrei</code>	<a href="#">2628</a>
<code>\liHaskellDatei</code> . . . . .	<a href="#">3042</a>	<code>\liMetaHilfMit</code> . . . . .	<a href="#">1632</a> , <a href="#">2308</a> , <a href="#">2319</a>	<code>\liPumpingRegulaer</code> . . . . .	<a href="#">2607</a>
<code>\liInduktionAnfang</code> . . . . .	<a href="#">3259</a>	<code>\liMetaQuelltext</code> . . . . .	<a href="#">1634</a> , <a href="#">2319</a>	<code>\liQuellen</code> (environment)	<a href="#">2045</a>
<code>\liInduktionErklaerung</code>	<a href="#">3258</a>	<code>\liMetaSetze</code> . . . . .	<a href="#">36</a> , <a href="#">48</a> , <a href="#">1565</a> , <a href="#">1687</a>	<code>\liRechtsReduktionInline</code>	<a href="#">2450</a>
<code>\liInduktionMarkierung</code>	<a href="#">3257</a>	<code>\liMetaUeberDasProjekt</code>	<a href="#">1609</a> , <a href="#">2285</a>	<code>\liRekursionsGleichung</code>	<a href="#">2150</a> , <a href="#">2213</a>
<code>\liInduktionSchritt</code> <a href="#">3275</a>		<code>\liMinimierungErklaerung</code>	<a href="#">2388</a>	<code>\liRelation</code> . . . . .	<a href="#">2480</a>
<code>\liInduktionVoraussetzung</code>	<a href="#">3267</a>	<code>\liMinispracheDatei</code> <a href="#">3038</a>		<code>\liRelationenSchemaFormat</code>	<a href="#">2853</a>
<code>\liJavaAngabe</code> (environment) . . . . .	<a href="#">2981</a>	<code>\linespread</code> . . . . .	<a href="#">2840</a>	(environment) <a href="#">2853</a>	
<code>\liJavaCode</code> . . . . .	<a href="#">2985</a>	<code>\liNichtsZuTun</code> . . . . .	<a href="#">3165</a>	<code>\liRelationMenge</code> . . . . .	<a href="#">2847</a>
<code>\liJavaDatei</code> . . . . .	<a href="#">747</a> , <a href="#">3003</a>	<code>\liO</code> . . . . .	<a href="#">2126</a> , <a href="#">2154</a>	<code>\liRichtig</code> . . . . .	<a href="#">548</a>
<code>\liJavaExamen</code> . . . . .	<a href="#">3023</a>	<code>\liOmega</code> . . . . .	<a href="#">2116</a> , <a href="#">2160</a>	<code>\liRmodell</code> (environment)	<a href="#">2833</a>
<code>\liJavaTestDatei</code> . . . . .	<a href="#">3013</a>	<code>\liOmegaOhneMathe</code> . . . . .	<a href="#">2116</a> , <a href="#">2121</a> , <a href="#">2123</a>	<code>\liRundeKlammer</code> . . . . .	<a href="#">2103</a> , <a href="#">2107</a> , <a href="#">2117</a> , <a href="#">2127</a> , <a href="#">2141</a> , <a href="#">2493</a> , <a href="#">2497</a>
<code>\liKasten</code> (environment) <a href="#">1414</a>		<code>\liONotationO</code> . . . . .	<a href="#">2496</a>	<code>\liSetzeExamenTeilaufgabeNr</code>	<a href="#">1665</a>
<code>\liKellerAutomat</code> . . . . .	<a href="#">107</a>	<code>\liOOhneMathe</code> . . . . .	<a href="#">2126</a> , <a href="#">2131</a> , <a href="#">2133</a>	<code>\liSetzeExamenThemaNr</code>	<a href="#">1661</a>
<code>\liKellerKante</code> . . . . .	<a href="#">145</a>	<code>\liParagraphMitLinien</code>	<a href="#">604</a> , <a href="#">689</a> , <a href="#">707</a> , <a href="#">2390</a> , <a href="#">3145</a> , <a href="#">3166</a> , <a href="#">3263</a> , <a href="#">3271</a> , <a href="#">3279</a>	<code>\liSortierMarkierung</code> <a href="#">2872</a>	
<code>\liKellerUebergang</code> . . . . .	<a href="#">140</a> , <a href="#">146</a>	<code>\liPetriErreichKnotenDrei</code>	<a href="#">2570</a>	<code>\liSortierPfeil</code> . . . . .	<a href="#">2866</a>
<code>\liKontrollCode</code> . . . . .	<a href="#">1891</a>	<code>\liPetriErreichTransition</code>	<a href="#">2567</a>	<code>\liSortierPfeilUnten</code> <a href="#">2869</a>	
<code>\liKontrollflussgraph</code>	<a href="#">1879</a>	<code>\liPetriSetzeSchluessel</code>	<a href="#">2512</a>	<code>\liSpaltenUmbruch</code> . . . . .	<a href="#">2941</a>
(environment) <a href="#">1879</a>		<code>\liPetriTransitionsName</code>	<a href="#">2559</a> , <a href="#">2571</a>	<code>\liSqlCode</code> . . . . .	<a href="#">3046</a>
<code>\liKontrollKnotenPfad</code>	<a href="#">1893</a>	<code>\liPetriTransitionsNameOhneMathe</code>	<a href="#">2559</a> , <a href="#">2562</a> , <a href="#">2564</a>	<code>\liStich</code> . . . . .	<a href="#">1753</a>
<code>\liKontrollTextzeileKnoten</code>	<a href="#">1892</a> , <a href="#">1897</a>	<code>\liPetriTransPfeile</code> <a href="#">2571</a>		<code>\liSyntheseErklaerung</code>	<a href="#">3148</a>
<code>\liKurzeTabellenLinie</code> <a href="#">729</a>		<code>\liPolynomiellReduzierbar</code>	<a href="#">1771</a>	<code>\liSyntheseUeberErklaerung</code>	<a href="#">3148</a>
<code>\liLadeAllePakete</code> . . . . .	<a href="#">233</a> , <a href="#">1657</a>	<code>\liPotenzmenge</code> . . . . .	<a href="#">1295</a> , <a href="#">1299</a> , <a href="#">2582</a>	<code>\liSyntheseUeberschrift</code>	<a href="#">3069</a> , <a href="#">3149</a>
<code>\liLadePakete</code> . . . . .	<a href="#">59</a> , <a href="#">62</a> , <a href="#">229</a> , <a href="#">234</a> , <a href="#">555</a> , <a href="#">616</a> , <a href="#">1285</a> , <a href="#">1529</a> , <a href="#">1644</a> , <a href="#">1751</a> , <a href="#">2328</a> , <a href="#">2408</a> , <a href="#">2576</a> , <a href="#">2945</a> , <a href="#">3067</a>	<code>\liPotenzmengeOhneMathe</code>	<a href="#">1296</a> , <a href="#">1297</a> , <a href="#">1298</a>	<code>\liT</code> <a href="#">2136</a> , <a href="#">2151</a> , <a href="#">2165</a> , <a href="#">2229</a>	
<code>\liLatexCode</code> . . . . .	<a href="#">2995</a>	<code>\liPrimaer</code> . . . . .	<a href="#">2831</a>	<code>\liTeilen</code> . . . . .	<a href="#">2413</a>
<code>\liLeereZelle</code> . . . . .	<a href="#">2366</a>	<code>\liProblemBeschreibung</code>	<a href="#">1755</a>	<code>\liLiteratur</code> . . . . .	<a href="#">1920</a> , <a href="#">1944</a>
<code>\liLernkartei</code> (environment) . . . . .	<a href="#">2065</a>	<code>\liProblemClique</code> . . . . .	<a href="#">1778</a>	<code>\liTheta</code> . . . . .	<a href="#">2106</a> , <a href="#">2157</a> , <a href="#">2189</a> , <a href="#">2195</a> , <a href="#">2200</a>
<code>\liLinksReduktion</code> . . . . .	<a href="#">2433</a>	<code>\liProblemName</code> . . . . .	<a href="#">1754</a> , <a href="#">1761</a> , <a href="#">1773</a> , <a href="#">1775</a> , <a href="#">1788</a> , <a href="#">1799</a> , <a href="#">1800</a> , <a href="#">1808</a> , <a href="#">1809</a>	<code>\liThetaOhneMathe</code> . . . . .	<a href="#">2106</a> , <a href="#">2111</a> , <a href="#">2113</a>
<code>\liLinksReduktionInline</code>	<a href="#">2442</a> , <a href="#">2450</a>	<code>\liProblemSat</code> . . . . .	<a href="#">1807</a>	<code>\liTOhneMathe</code> . . . . .	<a href="#">2136</a> , <a href="#">2145</a> , <a href="#">2147</a>
<code>\liMasterExkurs</code> . . . . .	<a href="#">2247</a>	<code>\liProblemSubsetSum</code> . . . . .	<a href="#">1798</a> , <a href="#">1807</a>	<code>\liTuringKante</code> . . . . .	<a href="#">208</a>
<code>\liMasterFaelle</code> <a href="#">2186</a> , <a href="#">2254</a>		<code>\liProblemVertexCover</code>	<a href="#">1778</a> , <a href="#">1786</a>	<code>\liTuringLeerzeichen</code>	<a href="#">164</a> , <a href="#">172</a>
<code>\liMasterFallRechnung</code>	<a href="#">2232</a>	<code>\liProduktionen</code> <a href="#">1334</a> , <a href="#">1376</a>		<code>\liTuringMaschine</code> . . . . .	<a href="#">165</a>
<code>\liMasterVariablen</code> . . . . .	<a href="#">2163</a> , <a href="#">2249</a>	<code>\liProduktionsRegeln</code>	<a href="#">1324</a>	<code>\liTuringUeberfuehrung</code>	<a href="#">211</a>
<code>\liMasterVariablenDeklaration</code>	<a href="#">2209</a>	(environment) <a href="#">1324</a>		<code>\liTuringUebergaenge</code>	<a href="#">203</a> , <a href="#">209</a>
<code>\liMasterWolframLink</code> <a href="#">2257</a>				<code>\liTuringUebergangZelle</code>	<a href="#">198</a>
<code>\liMenge</code> . . . . .	<a href="#">76</a> , <a href="#">77</a> , <a href="#">79</a> , <a href="#">118</a> , <a href="#">119</a> , <a href="#">120</a> , <a href="#">124</a> , <a href="#">176</a> , <a href="#">177</a> , <a href="#">178</a> , <a href="#">182</a> , <a href="#">1286</a> , <a href="#">1335</a> , <a href="#">1374</a> , <a href="#">1375</a>			<code>\liTypoUeberGROSS</code> . . . . .	<a href="#">3199</a>
<code>\liMengeOhneMathe</code> . . . . .	<a href="#">1286</a> , <a href="#">1289</a> , <a href="#">1291</a>				
<code>\liMetaBschlangaulSammlung</code>	<a href="#">1601</a> , <a href="#">2279</a>				

<code>\liTypoUeberGross</code> ...	<code>\mathcal</code> .....	<code>\node</code> .....
..... 3193, 3199	2127, 2497, 3123,	631, 1887,
<code>\liTypoUeberschrift</code> .	3128, 3130, 3131, 3132	1892, 2693, 2698,
... 3187, 3196, 3202	<code>\Mathe</code> .....	2703, 2709, 2715,
<code>\liUeberfuehrungsFunktion</code>	<code>\MatheEnv</code> 3320, 3328, 3331	2721, 2872, 2917, 3244
..... 1300	<code>\mathord</code> .....	<code>\noexpand</code> .....
<code>\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe</code>	<code>\mathsf</code> .....	2782, 2783, 2802, 2917
... 1300, 1303, 1305	1413,	<code>\noindent</code> ...
<code>liUebergangsTabelle</code>	1994, 1998, 2002, 2006	429, 732,
(environment) 2374	<code>\medskip</code> ..	737, 1553, 1567,
<code>\liUeberschriftDreiecksTabelle</code>	1570, 1577,	1572, 1579, 1631,
..... 2384	1605, 1763, 1971,	1968, 1980, 1984,
<code>\liUmlLeserichtung</code> .	1981, 1983, 2055,	2010, 2038, 2040,
3227	2083, 2838, 2844,	2053, 2069, 2071,
<code>\liVertauschen</code> .....	3174, 3178, 3321, 3325	2079, 2251, 2354,
2860	<code>\memph</code> .....	2357, 2360, 2363,
<code>\liWortInSprache</code> ....	1962	2848, 3167, 3179, 3339
730	<code>\mintinline</code> ....	<code>\nolinkurl</code> .....
<code>\liWortNichtInSprache</code> 735	2995, 3034, 3041, 3046	3000
<code>\liWpEquivalent</code> ....	<code>\mkern</code> ...	<code>\normalsize</code> ...
3330	2822, 2823, 2824	1401, 2989
<code>\liWpErklaerung</code> ....	<code>\mlq</code> .....	<code>\notin</code> .....
3333	2270, 2272	738
<code>\liWpErklaerungVerzweigung</code>	<code>\mrq</code> .....	<code>\null</code> .....
..... 3348	2270, 2273	3172
<code>\liWpKalkuel</code> .....	<code>\msg</code> .....	
3310	477	
<code>\liWpKalkuelOhneMathe</code>	<code>\myList</code> .....	
..... 3310, 3315,	2913, 2914, 2915, 2918	<b>O</b>
3317, 3349, 3351, 3353	<code>\myNodes</code> .....	<code>\o</code> .....
<code>\liZustandsBuchstabe</code>	2902,	2496, 2501, 2503
..... 1310,	2917, 2923, 2927, 2929	<code>\o@join</code> .....
1319, 1321, 1339, 1341		2819, 2822, 2823, 2824
<code>\liZustandsBuchstabeGross</code>	<b>N</b>	<code>\Omega</code> .....
... 1311, 1320, 1322	<code>\NeedsTeXFormat</code> .....	2117
<code>\liZustandsmenge</code> ...	1, 14, 32, 57, 225,	<code>\omega</code> 2609, 2610, 2630, 2631
1298	483, 544, 551, 613,	<code>\or</code> .....
<code>\liZustandsmengeNr</code> ..	726, 741, 1242,	2730
..... 1312, 2591	1278, 1391, 1429,	
<code>\liZustandsmengeNrGross</code>	1438, 1459, 1488,	<b>P</b>
..... 1320	1526, 1641, 1747,	<code>\pagestyle</code> ....
<code>\liZustandsMengenSammlung</code>	1819, 1902, 1918,	1424, 1693
..... 2578	1924, 1946, 2099,	<code>\par</code> 428, 449, 608, 1356,
<code>\liZustandsMengenSammlungNr</code>	2262, 2275, 2325,	1364, 1548, 1552,
..... 2587	2404, 2487, 2507,	1555, 1568, 1575,
<code>\liZustandsmengeOhneMathe</code>	2573, 2598, 2603,	1586, 1602, 1604,
..... 1298	2647, 2813, 2826,	1605, 1613, 1696,
<code>\liZustandsname</code> ....	2855, 2936, 2943,	1700, 1704, 1706,
1321	2950, 2955, 3048,	1707, 1714, 1716,
<code>\liZustandsnameGross</code>	3063, 3154, 3158,	1721, 1725, 1729,
... 1322, 2579, 2588	3207, 3249, 3286, 3306	1967, 1973, 1979,
<code>\liZustandsnameTiefgestellt</code>	<code>\neg</code> .....	2039, 2061, 2070,
..... 1337	3353	2772, 2794, 2809,
<code>\liZustandsPaar</code> ....	<code>\negthinspace</code> ..	2850, 3149, 3173,
2368	2104, 2494	3177, 3185, 3338, 3344
<code>\liZustandsPaarVariablenName</code>	<code>\newcounter</code> ...	<code>\paragraph</code> .....
... 2367, 2370, 2371	2667, 2668	1401
<code>\llap</code> .....	<code>\NewDocumentCommand</code> .	<code>\parindent</code> .....
2820	67, 108, 145, 166,	2841
<code>\log</code> .....	208, 229, 618, 635,	<code>\path</code> ....
2154,	674, 681, 730, 735,	99, 146, 209, 646
2157, 2160, 2189, 2195	1345, 1367, 1447,	<code>\pgfkeys</code> ..
<code>\loop</code> .....	1452, 1771, 1894,	2523, 3230,
2653	1922, 2087, 2091,	3231, 3232, 3233,
<code>\lor</code> .....	2469, 2480, 2567,	3234, 3237, 3240, 3242
3352	3003, 3013, 3023,	<code>\pgfmath@count</code> .....
<code>\ltimes</code> .....	3035, 3038, 3042, 3227	... 2894, 2896, 2898
2265	<code>\NewDocumentEnvironment</code>	<code>\pgfmath@smuggleone</code> 2899
<b>M</b>	1324, 1414, 1486,	<code>\pgfmathdeclarefunction</code>
<code>\makeatletter</code> .....	1879, 1987, 1988,	..... 2893
2892	1989, 2016, 2024,	<code>\pgfmathhint</code> .....
<code>\makeatother</code> .....	2046, 2065, 2075,	2894
2900	2375, 2425, 2835, 2853	<code>\pgfmathparse</code> .....
<code>\marginpar</code> .....	<code>\newlength</code> .....	..... 1500, 2911,
1255, 1261, 1267, 1962	3333	2916, 2919, 2933, 2934
<code>\mathbb</code> ..	<code>\newminted</code> .....	<code>\pgfmathresult</code> .....
1809, 2640, 3272	2981	..... 1501, 2894,
<code>\mathbin</code> .		2895, 2897, 2899,
2822, 2823, 2824		2912, 2920, 2933, 2934
		<code>\pgfutil@empty</code> .....
		2895
		<code>\pgfutil@loop</code> .....
		2896

<code>\pgfutil@repeat</code> . . .	2899	1407, 1410, 1411,	<code>\scriptsize</code> 1358, 1622,
<code>\preceq</code> . . . . .	1774	1425, 1426, 1737,	1832, 1839, 1845,
<code>\prime</code> . . . . .	1753	1741, 1913, 1914, 2374	1907, 1908, 1911,
<code>\printbibliography</code> .	1944	<code>\repeat</code> . . . . .	1912, 3258, 3311, 3341
<code>\ProvidesPackage</code> . . . .		<code>\RequirePackage</code> . . . . .	<code>\section</code> . . . 52, 1654, 1663
2, 15, 33, 58, 226,		. . 4, 60, 163, 227,	<code>\sectionbreak</code> . . . . . 1655
484, 545, 552, 614,		231, 480, 486, 487,	<code>\seq</code> . 1896, 1897, 1898,
727, 742, 1243,		547, 615, 744, 745,	2048, 2049, 2050, 2057
1279, 1392, 1430,		1245, 1247, 1248,	<code>\setbox</code> . . . . . 2819
1439, 1460, 1489,		1284, 1393, 1394,	<code>\setcounter</code> 1402, 1656,
1527, 1642, 1748,		1396, 1398, 1403,	1690, 2773, 2795, 2809
1820, 1903, 1919,		1412, 1419, 1427,	<code>\setganttlinklabel</code> . .
1925, 1947, 2100,		1431, 1432, 1442,	1433, 1434, 1435, 1436
2263, 2276, 2326,		1443, 1461, 1462,	<code>\setlength</code> . . . . . 1735,
2405, 2488, 2508,		1463, 1491, 1492,	1736, 1738, 1915,
2574, 2599, 2604,		1542, 1653, 1658,	2841, 3335, 3336, 3346
2648, 2814, 2827,		1659, 1691, 1752,	<code>\setmainfont</code> . . . . . 1395
2856, 2937, 2944,		1821, 1921, 1926,	<code>\setmainlanguage</code> . . . . 481
2951, 2956, 3049,		1927, 1943, 1950,	<code>\setminted</code> . . . . 2975, 2976
3064, 3155, 3159,		1951, 1952, 2102,	<code>\setminus</code> . . . . . 2454
3208, 3250, 3287, 3307		2266, 2267, 2490,	<code>\setul</code> . . . . . 2832
		2491, 2492, 2509,	<code>\shoveleft</code> . . . . . 2434
		2511, 2601, 2661,	<code>\shoveright</code> . . . . . 2438
<b>Q</b>		2663, 2815, 2816,	<code>\Sigma</code> . . . . . 69, 110,
<code>\QS@list</code> . . . . .		2817, 2830, 2858,	168, 1308, 1309, 1369
2774, 2785, 2789,		2889, 2940, 2946,	<code>\sigma</code> . . . . . 582, 584, 585
2796, 2802, 2807, 2810		2953, 2958, 2969,	<code>\SLASH</code> . . . . . 1963
<code>\QS@select@equal</code> . . . .		2970, 3051, 3156,	<code>\small</code> . . . . . 2078
. . . . . 2749, 2753		3163, 3211, 3212,	<code>\sort</code> . . . . . 2906
<code>\QS@select@greater</code> . .		3214, 3215, 3253,	<code>\sortList</code> . . . . . 2905, 2914
. . . . . 2750, 2754		3254, 3255, 3288, 3308	<code>\square</code> . . . . . 549
<code>\QS@select@smaller</code> . .		<code>\right</code> . . . . . 2104, 2494	<code>\stepcounter</code> 2693, 2698,
. . . 2745, 2748, 2752		<code>\RIGHTarrow</code> . . . 3229, 3234	2703, 2706, 2708,
<code>\QS@sort@a</code> . . . . .		<code>\Rightarrow</code> . . . . 733, 738	2712, 2714, 2718, 2720
2727, 2760, 2781, 2782		<code>\rightarrow</code> . . . . . 212,	<code>\stichwoerter</code> . . 1544, 1580
<code>\QS@sort@b</code> . . . . 2727, 2728		572, 577, 585, 589,	<code>\str</code> 361, 560, 569, 1991,
<code>\QS@sort@c</code> . . . . 2731, 2738		591, 592, 594, 649,	2583, 2592, 3073, 3086
<code>\QS@sort@d</code> . . . . 2739, 2747		657, 2571, 3094,	<code>\string</code> . . . . . 2436, 2446
<code>\QS@sort@empty</code> . 2729, 2734		3101, 3103, 3106,	<code>\StrSubstitute</code> . 2913, 2915
<code>\QS@sort@single</code> 2730, 2735		3111, 3116, 3117, 3122	<code>\strut</code> . . . . 2211, 2215,
<code>\QS@initialize</code> . . . . .		<code>\rightouterjoin</code> . . . . 2823	2219, 2223, 2227, 2941
. . . 2652, 2764, 2799		<code>\rmfamily</code> . . . . .	<code>\subsection</code> . . . . . 1667
<code>\QS@Ir</code> . 2735, 2741, 2749,		559, 1520, 3072, 3189	<code>\subsepeq</code> 3097, 3130, 3137
2769, 2783, 2788, 2791		<code>\Roman</code> . . . . . 1409	<code>\subsubsection</code> . . . . 1688
<code>\QS@Irr</code> 2770, 2783, 2784, 2792		<code>\roman</code> . . . . . 1409, 1411	
<code>\QSLr</code> . . . . . 2741,		<code>\romannumeral</code> . . . . . 2739	
2748, 2759, 2760,		<code>\rtimes</code> . . . . . 2265	
2768, 2781, 2786, 2790		<code>\rule</code> . . . . . 1554,	<b>T</b>
<code>\QSpivotStep</code> . . . . .		2772, 2794, 2809, 2820	<code>\tableofcontents</code> . . . .
2654, 2764, 2768, 2779			. . . . . 1742, 1958
<code>\QSR</code> . . . . . 2741			<code>\TeX</code> . . . . . 2320
<code>\QSRr</code> . . . . . 2750,			<code>\text</code> . . . . . 82, 84,
2771, 2782, 2787,		<b>S</b>	187, 2416, 3258, 3311
2793, 2802, 2803, 2804		<code>\sb</code> . . . . . 72, 82,	<code>\textbf</code> . . . . . 696, 71



<code>\texttt</code> 1273, 1754, 1888,	<code>\TmpPlaceSix</code> . . . . . 2529	<code>\umlstatic</code> . . . . . 970, 1004
1889, 1890, 1891, 3311	<code>\TmpPlaceTen</code> . . . . . 2533	<code>\umluniagggreg</code> . . . . . 1040
<code>\textwidth</code> . . . . . 1554, 1915	<code>\TmpPlaceThree</code> . . . . . 2526	<code>\umluniassoc</code> . . . . .
<code>\thematik</code> . . . . . 1557, 1574	<code>\TmpPlaceTwo</code> . . . . . 2525	. . . 791, 816, 1041,
<code>\thepage</code> . . . . . 1423, 1910	<code>\TmpScale</code> . . . . . 2544	1165, 1166, 1185, 1186
<code>\theparagraph</code> . . . . . 1401	<code>\TmpTransitionEight</code> .	<code>\umlVHuniassoc</code> . . 792, 793
<code>\thesection</code> . . . . . 1654	. . . . . 2520, 2541	<code>\umlVHVdep</code> . . . . . 785,
<code>\Theta</code> . . . . . 2107	<code>\TmpTransitionFive</code> . .	786, 788, 789, 972, 973
<code>\thinspace</code> . . . . . 3311	. . . . . 2517, 2538	<code>\umlVHVinherit</code> 768, 769,
<code>\tikz</code> . . . . . 1892	<code>\TmpTransitionFour</code> . .	774, 775, 782, 783,
<code>tikz: bbaum</code> . . . . . 26	. . . . . 2516, 2537	941, 942, 966, 967,
<code>tikz: li binaer baum</code> . . . . 24	<code>\TmpTransitionNine</code> . .	1145, 1146, 1183, 1184
<code>\tikzchildnode</code> . . . . . 504	. . . . . 2521, 2542	<code>\umlVHVreal</code> . . . . .
<code>\tikzparentnode</code> . . . . . 504	<code>\TmpTransitionOne</code> . . .	. 935, 936, 1206, 1207
<code>\tikzset</code> . . . . . 101,	. . . . . 2513, 2534	<code>\UParrow</code> . . . . . 3231
148, 214, 489, 515,	<code>\TmpTransitionSeven</code> .	<code>\url</code> . . . . . 463, 2088
1465, 1823, 2549,	. . . . . 2519, 2540	<code>\usemintedstyle</code> . . . . 2972
2675, 2879, 3053, 3289	<code>\TmpTransitionSix</code> . . .	<code>\usetikzlibrary</code> . . 61,
<code>\tikzumset</code> . . . . . 3217	. . . . . 2518, 2539	488, 1246, 1464,
<code>\times</code> . . . . . 212	<code>\TmpTransitionTen</code> . . .	1822, 2510, 2818,
<code>\tiny</code> . 1256, 1262, 1268,	. . . . . 2522, 2543	2859, 2890, 3216, 3304
1630, 1891, 1962, 2998	<code>\TmpTransitionThree</code> .	
<code>\titleformat</code> . . . . .	. . . . . 2515, 2536	V
. . . 1399, 1401, 1654	<code>\TmpTransitionTwo</code> . . .	<code>\value</code> . . . . . 2655
<code>\titlespacing</code> . . . . . 1400	. . . . . 2514, 2535	<code>\varepsilon</code> . . . . . 561,
<code>\tl</code> . . . . . 39, 68, 69,	<code>\TmpX</code> . . . . . 2545	572, 573, 1294,
70, 71, 72, 73, 76,	<code>\TmpY</code> . . . . . 2546	2154, 2160, 2192, 2203
77, 78, 79, 80, 82,	<code>\today</code> . . . . . 1908	<code>\vfill</code> . . . . . 1592,
84, 109, 110, 111,	<code>\ttfamily</code> . . . . . 2833	1702, 1709, 1740, 2941
112, 113, 114, 115,		<code>\vrule</code> . . . . . 3168, 3172
118, 119, 120, 121,	U	<code>\vspace</code> . . . 1698, 1719,
122, 123, 124, 167,	<code>\ul</code> . . . . . 1251, 2831, 2832	1723, 1727, 1737,
168, 169, 170, 171,	<code>\umlagggreg</code> . . . . . 1209	2025, 2043, 3181, 3183
172, 173, 176, 177,	<code>\umlassoc</code> . . . . . 1167	
178, 179, 180, 181,	<code>\umlclass</code> . . . . .	X
182, 303, 307, 334,	756, 760, 764, 811,	<code>\xappto</code> . . 2917, 2923, 2927
338, 339, 340, 343,	812, 813, 860, 865,	<code>\xdef</code> . . . . . 1494
348, 349, 350, 362,	870, 873, 931, 932,	<code>\xintApply</code> . . . . . 2743
371, 406, 409, 412,	933, 938, 939, 968,	<code>\xintApplyUnbraced</code> . .
420, 421, 422, 423,	1003, 1034, 1035,	2742, 2748, 2749, 2750
434, 440, 443, 446,	1038, 1089, 1092,	<code>\xintCSVtoList</code> . . . . 2802
462, 469, 619, 622,	1131, 1137, 1138,	<code>\xintFor</code> . . . . .
627, 628, 636, 637,	1156, 1157, 1158,	2692, 2697, 2702,
640, 641, 1347,	1179, 1180, 1181,	2707, 2713, 2719, 2760
1368, 1369, 1370,	1201, 1202, 1203, 1204	<code>\xintIfEq</code> . . . . . 2753
1371, 1374, 1375,	<code>\umldep</code> . . . . . 1097	<code>\xintIfForLast</code> . . . . .
1376, 1377, 1545,	<code>\umlHVVagggreg</code> . . . . .	. . . 2709, 2715, 2721
1558, 1662, 1666,	. . . . . 878, 944, 1147	<code>\xintIfGt</code> . . . . . 2754
1670, 1677, 1680, 2137	<code>\umlinherit</code> . . . . . 817,	<code>\xintIfLt</code> . . . . . 2752
<code>\tmp</code> . . . . . 2456	868, 1042, 1087, 1095	<code>\xintLength</code> . . . . . 2727
<code>\TmpPlaceEight</code> . . . . . 2531	<code>\umlnote</code> . . 819, 1044, 1211	<code>\xintntheft</code> . . . . . 2739
<code>\TmpPlaceFive</code> . . . . . 2528	<code>\umlreal</code> . . . . . 815, 876	
<code>\TmpPlaceFour</code> . . . . . 2527	<code>\umlsimpleclass</code> . . . . .	Z
<code>\TmpPlaceNine</code> . . . . . 2532	. . . 771, 772, 773,	<code>\ZB</code> . . . . . 2095
<code>\TmpPlaceOne</code> . . . . . 2524	777, 779, 780, 781,	<code>\zB</code> . . . . . 2094
<code>\TmpPlaceSeven</code> . . . . . 2530	810, 963, 964, 965,	<code>\zustandsnamen@liste</code>
	1033, 1085, 1086, 1177	. . . 1312, 1319, 1320