

lehramt-informatik

Hermine Bschlangaul *

September 9, 2021

Contents

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

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

2.11.9	Erbauer (Builder)	44
2.11.10	Fabrikmethode (Factory Method)	45
2.11.11	Kompositum (Composite)	47
2.11.12	Modell-Präsentation-Steuerung (Model-View-Controller)	47
2.11.13	Stellvertreter (Proxy)	48
2.11.14	Zustand (State)	49
2.12	er.sty	51
2.12.1	Tex-Markup-Beispiel: Komplettes Diagramm	51
2.12.2	Tex-Markup-Beispiel: EER Enhanced Entity-Relation-Modell nach Elmasri/Navante	52
2.12.3	Makro-Kürzel	52
2.13	formale-sprachen.sty	54
2.14	formatierung.sty	57
2.14.1	Schriftarten / Typographie	57
2.14.2	Farben	57
2.14.3	Überschriften	57
2.14.4	Listen	57
2.14.5	Kasten	57
2.14.6	Header	57
2.15	gantt.sty	58
2.16	grafik.sty	59
2.17	graph.sty	60
2.18	hanoi.sty	62
2.19	klassen-konfiguration-aufgabe.sty	63
2.20	klassen-konfiguration-examen.sty	65
2.21	komplexitaetstheorie.sty	67
2.21.1	Makro-Kürzel	67
2.22	kontrollflussgraph.sty	69
2.22.1	Makro-Kürzel	69
2.22.2	TeX-Markup-Beispiel	69
2.22.3	TikZ: pin	69
2.22.4	Umgebungen	70
2.22.5	Makros	71
2.23	kopf-fusszeilen.sty	72
2.24	literatur-dummy.sty	73
2.25	literatur.sty	74
2.26	makros.sty	75
2.27	master-theorem.sty	79
2.27.1	Makro-Kürzel	79
2.28	mathe.sty	83
2.29	minimierung.sty	84
2.30	normalformen.sty	87
2.30.1	Makro-Kürzel	87
2.31	o-notation.sty	90
2.31.1	Makro-Kürzel	90
2.31.2	TeX-Markup-Beispiel: Funktionsgraphen mit pgfplots	90
2.32	petri.sty	91
2.32.1	Makro-Kürzel	91
2.33	potenzmengen-konstruktion.sty	93
2.34	pseudo.sty	95
2.35	pumping-lemma.sty	96
2.36	quicksort.sty	97
2.37	relationale-algebra.sty	100
2.38	rmodell.sty	101
2.38.1	Makro-Kürzel	101
2.39	sortieren.sty	102
2.40	spalten.sty	104
2.41	sql.sty	105

2.42	struktogramm.sty	106
2.43	syntax.sty	107
2.43.1	Makro-Kürzel	107
2.44	syntaxbaum.sty	110
2.45	synthese-algorithmus.sty	111
2.45.1	Makro-Kürzel	111
2.45.2	TeX-Markup Grundgerüst	111
2.45.3	TeX-Markup Linksreduktion	111
2.45.4	TeX-Markup Rechtsreduktion	111
2.45.5	TeX-Markup Relationen formen	112
2.46	tabelle.sty	115
2.47	typographie.sty	116
2.48	uml.sty	118
2.49	vollstaendige-induktion.sty	120
2.49.1	Makro-Kürzel	120
2.50	wasserfall.sty	122
2.51	wpkalkuel.sty	123
2.51.1	Makro-Kürzel	123
3	Index	124

1 Klassen

1.1 Vorlage Theorie-Teil

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

\begin{document}

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

\chapter{Thema des Theorie-Teils}

\literatur

\end{document}
```

1.2 Vorlage Aufgabensammlung

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

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

1.3 Vorlage Aufgabe

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

\end{document}
```

2 Pakete

2.1 abmessung.sty

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

2.2 aufgaben-einbinden.sty

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

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

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

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

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

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

31
```

2.3 aufgaben-metadaten.sty

```

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

35 \ExplSyntaxOn

\liMetaSetze Setze die Metadaten einer Aufgabe.

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

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

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

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

54 \ExplSyntaxOff

\liAufgabenTitel Momentan eine dummy Makro das die Thematik enthält.

55 \def\liAufgabenTitel#1{}

56

```

2.4 automaten.sty

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

2.4.1 Endlicher Automat

```
59 \liLadePakete{formale-sprachen}

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

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



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

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

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

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

```

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

```

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

```

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

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

```

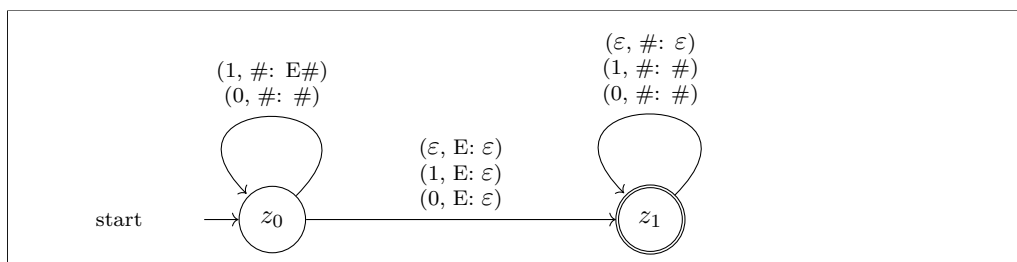
2.4.2 Kellerautomat

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

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

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

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



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

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

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

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

```

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

```

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

(a, #: A)
(b, #: ε)

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

```

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

```

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

```

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

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

```

2.4.3 Turingmaschine

```

163 \RequirePackage{amssymb}

```

\liTuringLeerzeichen

□

```

164 \def\liTuringLeerzeichen{\Box}

```

```

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

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

```

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

```

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

```

\liTuringUebergangZelle Formatiert einen Zustandsübergang für eine Übergangstabelle.

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

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

```

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

```

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

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

`(z1: \square , L)`

`(\square : \square , R)`


```

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

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

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

\liTuringUeberfuehrung

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

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

```

2.5 basis.sty

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

227 \RequirePackage{xparse}

228 \ExplSyntaxOn

\liLadePakete

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

\liLadeAllePakete

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

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

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

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

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

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

Funktion über alle globalen Token-List-Variablen zurückzusetzen.

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

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

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

```

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

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

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

```

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

```

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

```

Einzelprüfungsnummer / Jahr / Jahreszeit mit Trennzeichen

```

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

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

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

```

```

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

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

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

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

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

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

```

2.6 baum.sty

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

486 \RequirePackage{tikz}

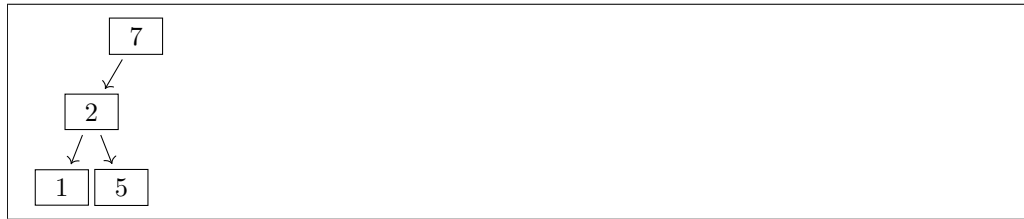
    für li binaer baum
487 \RequirePackage{tikz-qtree}

    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}
```

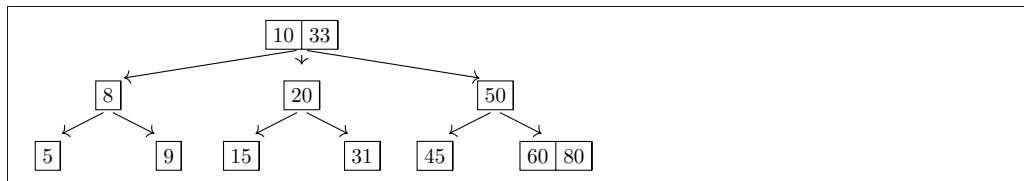


2.6.3 B-Baum

```

\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}

```

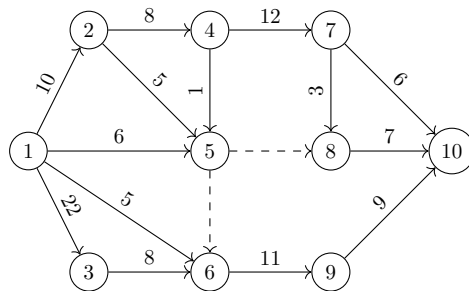
2.9.1 Makro-Kürzel

```

\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
\hline
i & a & b & c & d & e & f & g \\ \hline
\FZ & 0 & 2 & 5 & 6 & 10 & 3 & 12 \\ \hline
\SZ & 0 & 2 & 5 & 10 & 10 & 6 & 12 \\ \hline
GP & 0 & 0 & 0 & 3 & 0 & 3 & 0 \\ \hline
\end{tabular}

```

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

```

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

```

```

4 & & 7 \\
5 & & 19 \\
6 & & 26 \\
7 &  $\max(19_3, 22_4)$  & 22 \\
8 &  $\max(30_5, 30_6, 28_7)$  & 30 \\
\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 \\
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|}
\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}
```

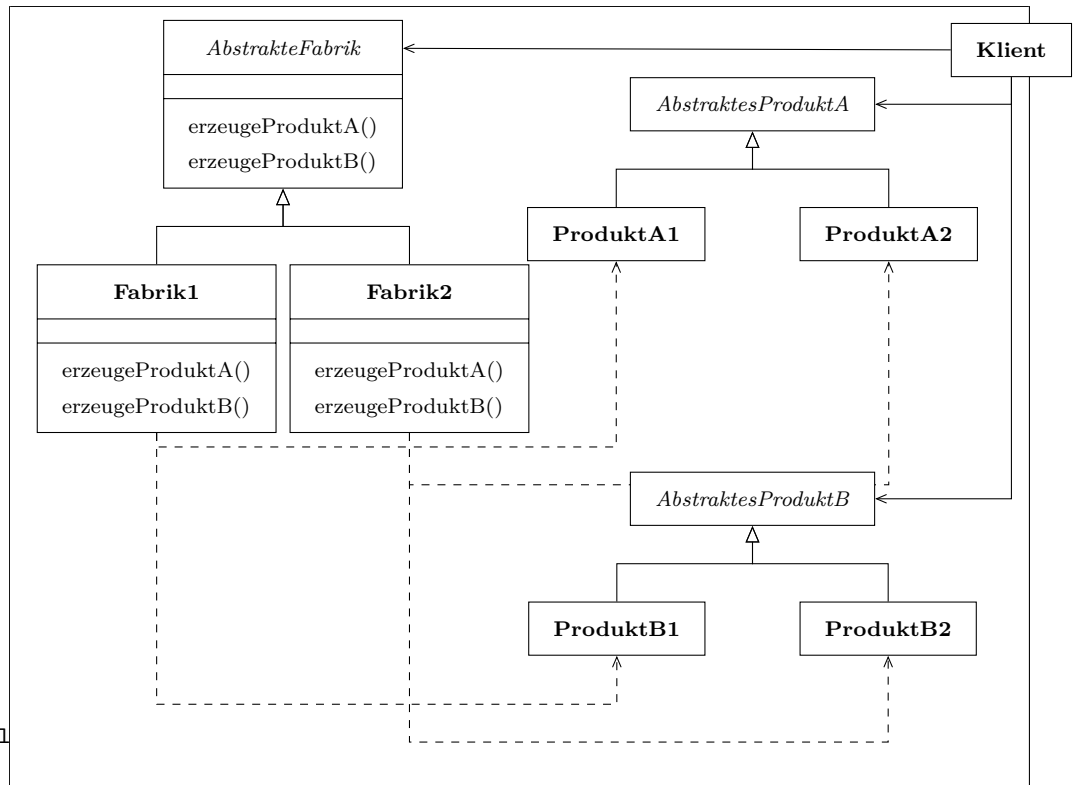
\li@EntwurfsCodeAllgemein Allgemeine Code-Beispiele zu den UML-Diagrammen und Stellvertretern

```
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()\
758       erzeugeProduktB()\
759     }
760     \umlclass[below left=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik1}{-}{-}{
761       erzeugeProduktA()\
762       erzeugeProduktB()\
763     }
764     \umlclass[below right=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik2}{-}{-}{
765       erzeugeProduktA()\
766       erzeugeProduktB()\
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 }

```

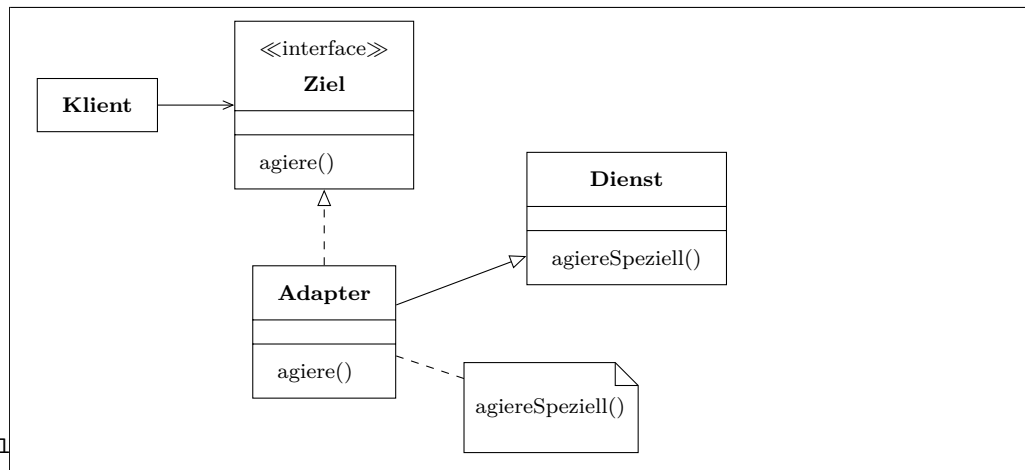
\liEntwurfsAbstrakteFabrik

```

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 }

```

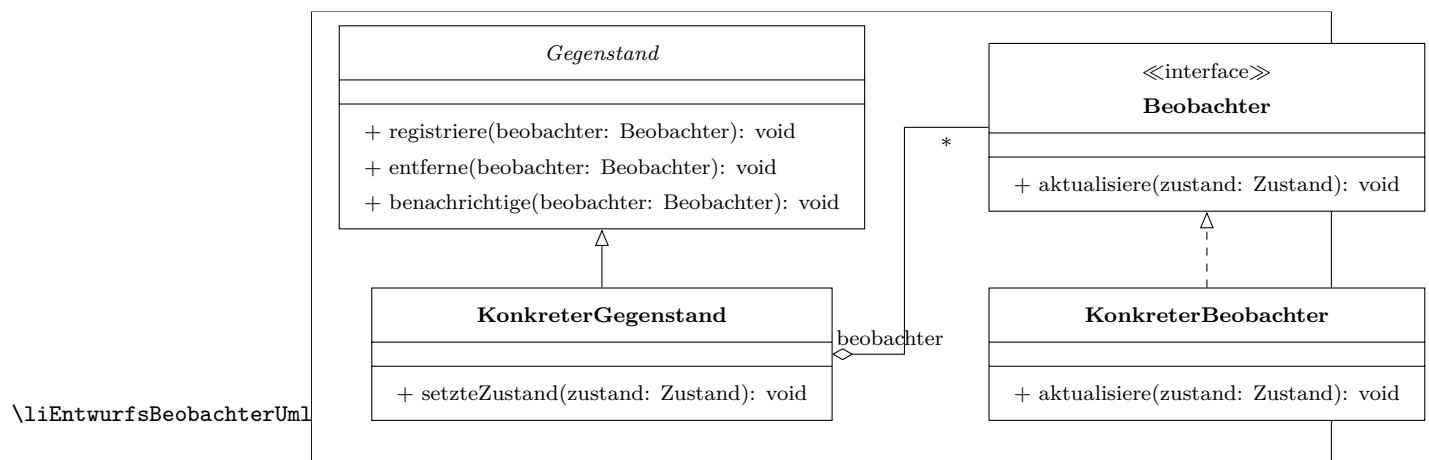
\liEntwurfsAdapter

```

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 }

```

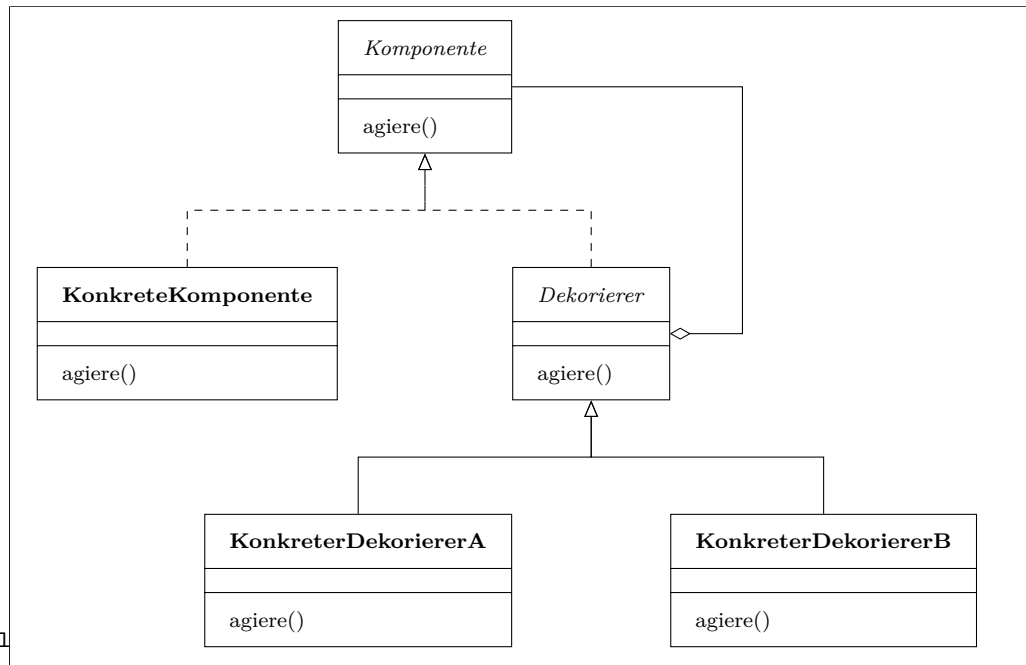
\liEntwurfsBeobachter

```

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

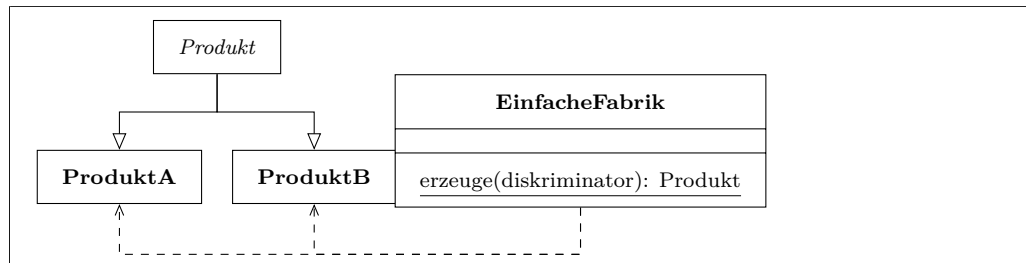
```

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 }
```

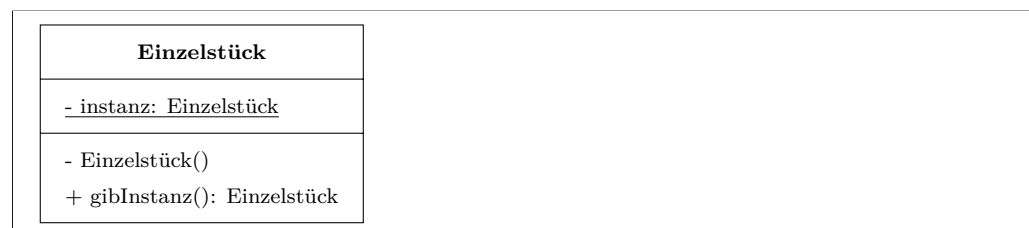
2.11.8 Einzelstück (Singleton)

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

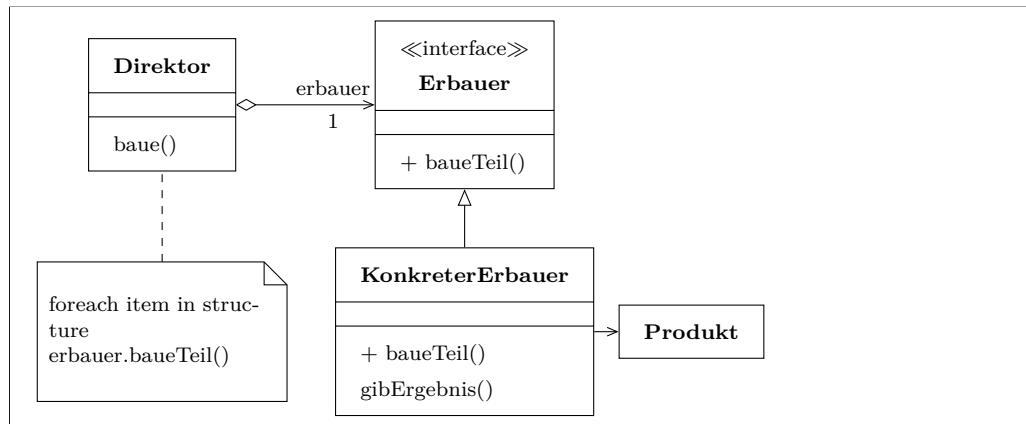
```

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

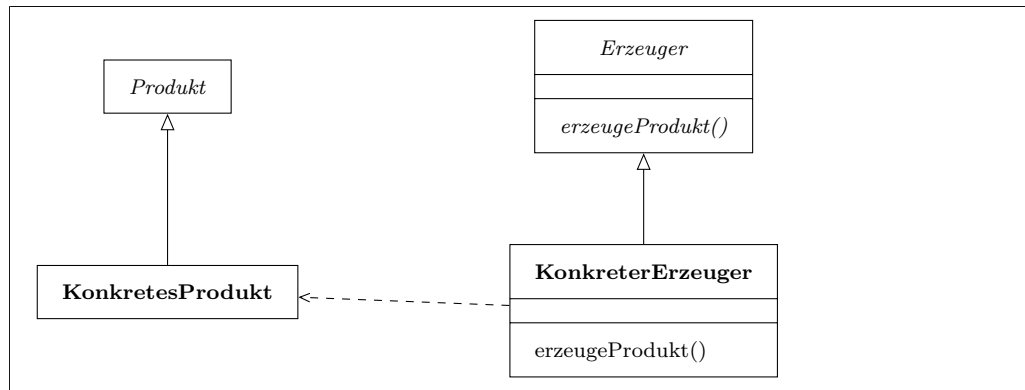
```

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 }

```

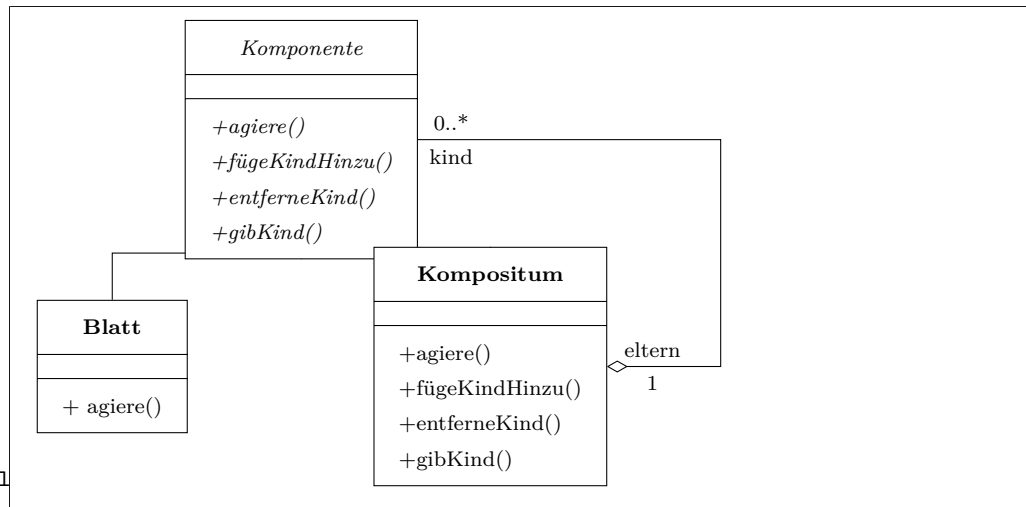
\liEntwurfsFabrikmethode

```

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

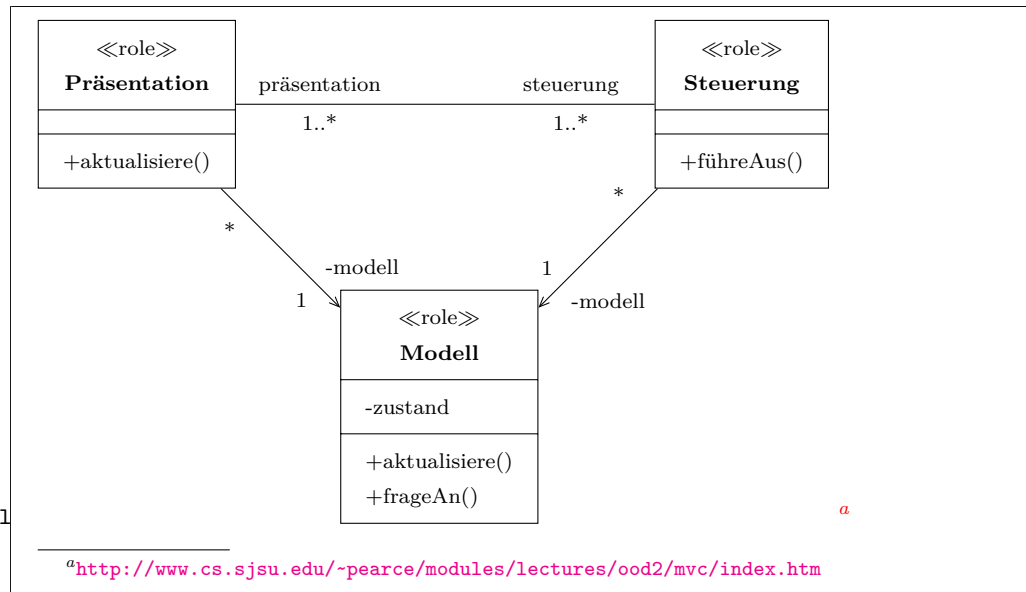
```

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

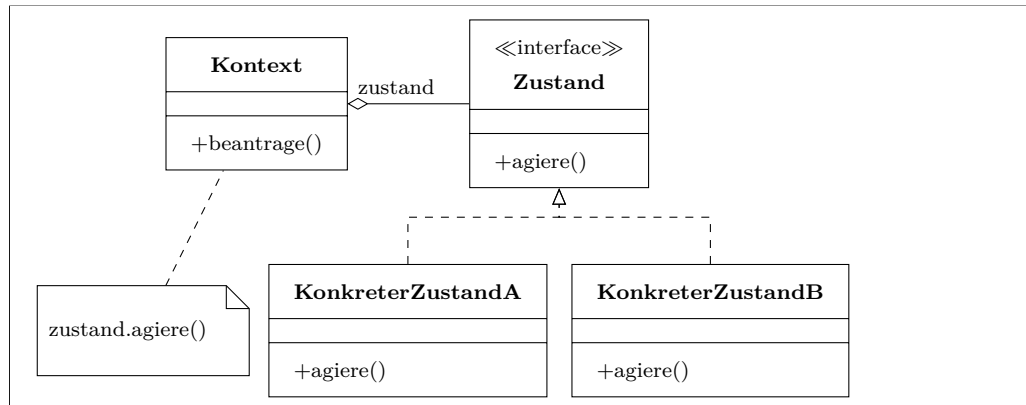
```

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}
1427
```

2.15 gantt.sty

```

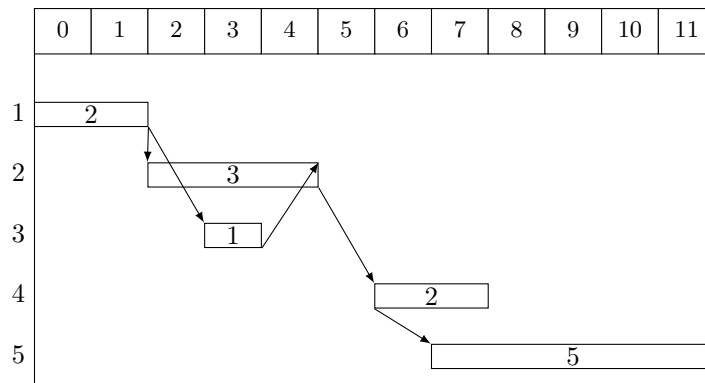
1428 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1429 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-gantt}[2020/09/05]

\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}

```



```

1430 \RequirePackage{tikz-uml}
1431 \RequirePackage{pgfgantt}
1432 \setganttlinklabel{f-s}{}
1433 \setganttlinklabel{s-s}{}
1434 \setganttlinklabel{f-f}{}
1435 \setganttlinklabel{s-f}{}

1436

```

2.16 grafik.sty

```
1437 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1438 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-grafik}[2020/12/27 Lädt das Paket
1439 TikZ, um Grafiken zeichnen zu können und graphicx um Bilder laden zu können.]
1440 \ExplSyntaxOn
1441 \RequirePackage{tikz}
1442 \RequirePackage{graphicx}

\liGrafikLogo

1443 \def\liGrafikLogoPfad{
1444   \LehramtInformatikRepository / .tex / Logo / Logo_nur-Pfade.eps
1445 }

\liGrafikLogo

1446 \NewDocumentCommand{ \liGrafikLogo } { 0{ } } {
1447   \includegraphics[#1]{
1448     \liGrafikLogoPfad
1449   }
1450 }

1451 \ExplSyntaxOff
1452
```

2.17 graph.sty

```

1453 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1454 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-graph}[2020/06/09]
1455 \RequirePackage{tikz}

```

Für die die Adjazenzliste (`xrightrightarrow`)

```

1456 \RequirePackage{amsmath}

```

Für Adjazenz-Matrix

```

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

```

$$\begin{array}{c}
 a \\ b \\ c \\ d \\ e
 \end{array}
 \begin{array}{ccccc}
 a & b & c & d & e \\
 \left(\begin{array}{ccccc}
 0 & 1 & 0 & 4 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 3 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 4 & 1 & 1 & 0 & 2 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0
 \end{array} \right)
 \end{array}$$

```

1457 \RequirePackage{blkarray}
1458 \usetikzlibrary{arrows.meta}

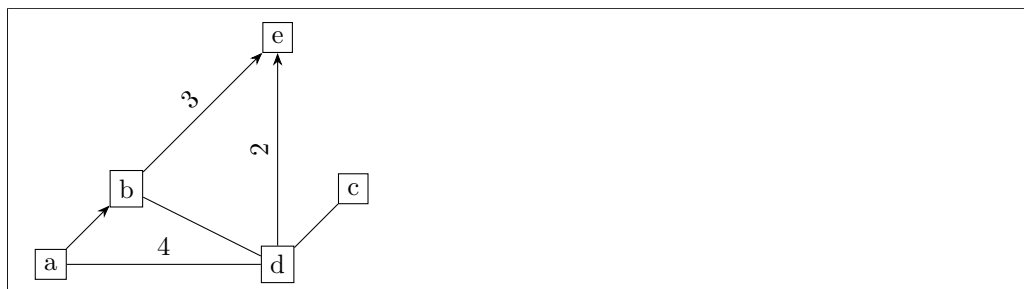
```

```

\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}

```



```

1459 \tikzset{
1460   li graph/.style={
1461     every node/.style={
1462       rectangle,
1463       draw,
1464     },
1465     every edge/.style={
1466       >={Stealth[black]},
1467       draw,
1468     },
1469     every edge/.append style={
1470       every node/.style={
1471         sloped,
1472         auto,
1473       }
1474     }
1475   },
1476   li markierung/.style={
1477     ultra thick,
1478   }
1479 }

```

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}

```

```

1480 \NewDocumentEnvironment { liGraphenFormat }{ +b } {} {}

```

```

1481

```

2.18 hanoi.sty

```
1482 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1483 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-hanoi}[2020/12/19 Paket zum Setzen
1484 von Hanoi-Grafiken]
```

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

```
1485 \RequirePackage{tikz}
1486 \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}

1487 \def\li@mset #1[#2]=#3{%
1488 \expandafter\xdef\csname #1#2\endcsname{#3}
1489 }
1490 \def\li@mget #1[#2]{%
1491 \csname #1#2\endcsname
1492 }
1493 \def\li@minc #1[#2] += #3{%
1494 \pgfmathparse{\li@mget #1[#2] + #3}%
1495 \li@mset #1[#2] = \pgfmathresult
1496 }
1497
1498 \def\liHanoi#1#2{
1499   \edef\li@numdiscs{#1}
1500   \def\li@sequence{#2}
1501   \begin{tikzpicture}[line width=4mm,brown!40,line cap=round,xscale=3]
1502     % init colors
1503     \foreach[count=\j] \c in {red,green!80!black,blue,orange,violet,gray,yellow!80!black,purp
1504     \li@mset col[\j]={\c};
1505     % draw poles and init pole counters
1506     \foreach \j in {1,2,3}{
1507       \li@mset pos[\j]=0
1508       \draw (\j,-.5) -- +(0, .5 + .5*\li@numdiscs);
1509     }
1510     % draw base
1511     \draw (.5,-.5) -- +(3,0);
1512     % draw discs
1513     \foreach[count=\k] \i/\j in \li@sequence{
1514       \draw[draw={\li@mget col[\i]}] (\j,\li@mget pos[\j]) +(-.4*\i/\li@numdiscs,0) -- +(.4*
1515       \li@minc pos[\j] += {.5}
1516     }
1517   \end{tikzpicture}
1518 }

1519
```

2.19 klassen-konfiguration-aufgabe.sty

```
1520 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1521 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-klassen-konfiguration-aufgabe}[2021/09/01 Die
1522 Klasse Aufgabe konfigurieren, d. h. Laden von einigen Paketen, Registrierung von Hooks]
```

Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option clash

```
1523 \liLadePakete{
1524   formatierung,
1525   abmessung,
1526   literatur-dummy,
1527   makros,
1528   aufgaben-metadaten,
1529   kopf-fusszeilen,
1530   mathe
1531 }
1532
1533 % Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
1534 \RequirePackage[ngerman]{babel}
1535 \ExplSyntaxOn
1536 \cs_gset:Npn \stichwoerter_formatiert: {
1537   \tl_if_empty:NTF \g_auf_stichwoerter_tl {} {
1538     \textbf{Stichwörter:} ~
1539     \g_auf_stichwoerter_tl
1540   \par
1541   }
1542 }
1543 \cs_gset:Npn \horizontale_linie: {
1544   \par
1545   \noindent
1546   \rule{\textwidth}{0.8pt}
1547   \par
1548 }
1549 \cs_gset:Npn \thematik_formatiert: {
1550   \tl_if_empty:NTF \g_auf_thematik_tl {} {
1551     \textit{
1552       ( \g_auf_thematik_tl )
1553     }
1554   }
1555 }
```

\liAufgabenMetadaten

```
1556 \def\liAufgabenMetadaten#1{
1557   \liMetaSetze{#1}
1558
1559   \noindent
1560   {\large \_gib_einzelpruefung_trenner: \par}
1561
1562   \medskip
1563
1564   \noindent
1565   {\bfseries\Large\_gib_aufgaben_pfad_trenner:}
1566   \hfill \thematik_formatiert:
1567   \par
1568
1569   \medskip
1570
1571   \noindent
1572   {\footnotesize\stichwoerter_formatiert:}
1573
1574   \horizontale_linie:
1575
1576   \bigskip
```

```

1577
1578 \par
1579 % Keine Einrückung
1580 \@afterindentfalse
1581 \@afterheading
1582 }

1583 \AddToHook{enddocument}{
1584 \vfill
1585 {
1586 \tiny
1587 \noindent
1588 Hilf~mit!~
1589 Das~ist~ein~Community~Projekt.~
1590 Verbesserungsvorschläge,~Fehlerkorrekturen,~weitere~Lösungen~sind~
1591 sehr~willkommen~~~egal~wie~~~per~Pull-Request~oder~per~E-Mail~an~
1592 \href{mailto:hermine.bsclangaul@gmx.net}{hermine.bsclangaul@gmx.net}~
1593
1594 \par\noindent
1595 Der~\TeX-Quelltext~dieses~PDFs~kann~unter~folgender~URL~aufgerufen~werden:~
1596
1597 \par\noindent\hfill
1598 \_gib_github_url_href:}
1599 }

1600 \ExplSyntaxOff
1601

```


2.20 klassen-konfiguration-examen.sty

```
1602 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1603 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-klassen-konfiguration-examen}[2021/09/04 Die
1604 Klasse liSetzeExamen konfigurieren, d. h. Laden von einigen Paketen, Registrierung von Hooks]
```

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

```
1605 \liLadePakete{
1606   formatierung,
1607   literatur-dummy,
1608   makros,
1609   aufgaben-metadaten,
1610   abmessung,
1611   typographie,
1612   grafik
1613 }
```

Formatierung für die Überschriften setzen.

```
1614 \RequirePackage{titlesec}
1615 \titleformat{\section}{\huge\filcenter\bfseries}{\thesection}{1em}{}
1616 \newcommand{\sectionbreak}{\clearpage}
1617 \setcounter{secnumdepth}{0}
1618 \liLadeAllePakete
```

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

```
1619 \RequirePackage[ngerman]{babel}
1620 \RequirePackage{standalone}
1621 \ExplSyntaxOn
```

`\liSetzeExamenThemaNr`

```
1622 \def\liSetzeExamenThemaNr#1{
1623   \tl_gset:Nn \g_auf_examen_thema_nr_tl { #1 }
1624   \section{Thema-Nr.~#1}
1625 }
```

`\liSetzeExamenTeilaufgabeNr`

```
1626 \def\liSetzeExamenTeilaufgabeNr#1{
1627   \tl_gset:Nn \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl { #1 }
1628   \subsection{Teilaufgabe-Nr.~#1}
1629 }
```

`\liBindeAufgabeEin`

```
1630 \def\liBindeAufgabeEin#1{
1631   \tl_gset:Nn \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl { #1 }
1632   \input{
1633     \LehramtInformatikRepository /
1634     Staatsexamen /
1635     \g_auf_examen_nummer_tl /
1636     \g_auf_examen_jahr_tl /
1637     \g_auf_examen_monat_tl /
1638     \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} {
1639       Thema - \g_auf_examen_thema_nr_tl /
1640     }
1641     \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} {
1642       Teilaufgabe - \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl /
1643     }
1644     Aufgabe - \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl .tex
1645   }
1646 }
```

`\liAufgabenMetadaten` Das Metadaten-Makro überschreiben

```
1647 \def\liAufgabenMetadaten#1{
1648   \liMetaSetze{#1}
1649   \subsubsection{\_gib_aufgaben_titel:}
1650 }
```

```

1651 \setcounter{tocdepth}{4}
1652 \RequirePackage[titles]{tocloft}
1653 \AddToHook{begindocument}{
1654   \pagestyle{empty}
1655   \begin{center}
1656     \large
1657     Erste-Staatsprüfung-für-ein-Lehramt-an-öffentlichen-Schulen \par
1658
1659     \vspace{0.5cm}
1660
1661     Fach-Informatik \par
1662
1663     \liGrafikLogo[width=8cm]
1664
1665     \vfill
1666
1667     {
1668       \bfseries\Huge
1669
1670       \g_auf_examen_jahreszeit_tl \par
1671
1672       \g_auf_examen_jahr_tl \par
1673     }
1674
1675     \vspace{2cm}
1676
1677     {\LARGE \g_auf_examen_nummer_tl \par}
1678
1679     \vspace{0.5cm}
1680
1681     \g_auf_examen_fach_tl \par
1682
1683     \vspace{3cm}
1684
1685     Aufgabenstellungen-mit-Lösungsvorschlägen \par
1686
1687     \end{center}
1688
1689     % für den Abstand vor den section im Inhaltsverzeichnis
1690     % https://tex.stackexchange.com/questions/241445/how-to-control-spacing-in-toc-for-different-sections
1691     \setlength{\cftbeforesecskip}{1.5cm}
1692     \setlength{\cftbeforesubsecskip}{0.5cm}
1693     \renewcommand{\cftsubsecafterpnum}{\vspace{\cftbeforesubsecskip}}
1694     \setlength{\cftbeforesubsubsecskip}{0.1cm}
1695
1696     \vfill
1697     \renewcommand{\contentsname}{Aufgabenübersicht}
1698     \tableofcontents
1699     \clearpage
1700 }
1701 \ExplSyntaxOff
1702

```

2.21 komplexitaetstheorie.sty

```
1703 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1704 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-komplexitaetstheorie}[2021/07/08 Zum
1705 Setzen von Karp's NP-vollständigen Problemen, Hilfsmakros für die
1706 Polynomialzeitreduktion.]
```

2.21.1 Makro-Kürzel

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

```
1707 \liLadePakete{mathe}
```

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

```
1708 \RequirePackage{mdframed}
```

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

```
1709 \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`

```
1710 \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`

```
1711 \def\liProblemBeschreibung#1#2#3{
1712   \begin{mdframed}[
1713     userdefinedwidth=9cm,
1714     align=center,
1715     backgroundcolor=white!0,
1716   ]
1717   \centerline{\large\liProblemName{#1}}
1718
1719   \medskip
1720
1721   \begin{description}
1722     \item[Gegeben:] #2
1723     \item[Frage:] #3
1724   \end{description}
1725 \end{mdframed}
1726 }
```

```

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

1727 \NewDocumentCommand{ \liPolynomiellReduzierbar } { m O{p} m } {
1728 \begin{displaymath}
1729 \liProblemName{#1}
1730 \preceq_{#2}
1731 \liProblemName{#3}
1732 \end{displaymath}
1733 }

\liProblemVertexCover

1734 \def\liProblemClique{%
1735 Das \textbf{Cliquesproblem} fragt nach der Existenz einer Clique der
1736 Mindestgröße  $n$  in einem gegebenen Graphen.
1737 \footcite[Seite 76]{theo:fs:4}
1738 Eine Clique ist eine Teilmenge von Knoten in einem ungerichteten
1739 Graphen, bei der \emph{jedes Knotenpaar durch eine Kante} verbunden ist.
1740 \footcite{wiki:cliquenproblem}
1741 }

\liProblemVertexCover

1742 \def\liProblemVertexCover{%
1743 %
1744 Das \textbf{Knotenüberdeckungsproblem} (\liProblemName{Vertex Cover})
1745 fragt, ob zu einem gegebenen einfachen Graphen und einer natürlichen
1746 Zahl  $k$  eine Knotenüberdeckung der Größe von höchstens  $k$  existiert.
1747 \footcite{wiki:knotenueberdeckung}
1748
1749 Das heißt, ob es eine aus maximal  $k$  Knoten bestehende Teilmenge  $U$ 
1750 der Knotenmenge gibt, so dass jede Kante des Graphen mit
1751 mindestens einem Knoten aus  $U$  verbunden ist.
1752 \footcite[Seite 78]{theo:fs:4}%
1753 }

\liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

1754 \def\liProblemSubsetSum{%
1755 Das \textbf{Teilsommenproblem} (\liProblemName{Subset Sum} oder
1756 \liProblemName{SSP}) ist ein spezielles Rucksackproblem.
1757 \footcite{wiki:teilsommenproblem}
1758 Gegeben sei eine Menge von ganzen Zahlen  $I = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ .
1759 Gesucht ist eine Untermenge, deren Elementsumme maximal, aber nicht
1760 größer als eine gegebene obere Schranke  $c$  ist.
1761 \footcite[Seite 74]{theo:fs:4}
1762 }

\liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

1763 \def\liProblemSat{%
1764 Das \textbf{Erfüllbarkeitsproblem der Aussagenlogik} \liProblemName{Sat}
1765 und \liProblemName{k-SAT} mit  $k \geq 3$ ,  $k \in \mathbb{N}$  (Satz von
1766 Cook) fragt, ob eine aussagenlogische Formel erfüllbar
1767 ist.\footcite{wiki:sat} Das Erfüllbarkeitsproblem der
1768 \emph{Aussagenlogik} ist in exponentieller Zeit in Abhängigkeit der
1769 Anzahl der Variablen mit Hilfe einer Wahrheitstabelle entscheidbar.
1770 Diese \emph{Wahrheitstabelle} kann nicht in polynomieller Zeit
1771 aufgestellt werden.
1772 \footcite[Seite 71]{theo:fs:4}
1773 }

1774

```

2.22 kontrollflussgraph.sty

1775 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

1776 \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 = ...}]
```

```

1777 \RequirePackage{tikz}
1778 \usetikzlibrary{positioning}
1779 \tikzset{
1780   li kontrollfluss/.style={
1781     knoten/.style={
1782       circle,
1783       draw
1784     },
1785     usebox/.style={
1786       draw,
1787       rectangle,
1788       font=\scriptsize,
1789       anchor=west,
1790       align=left,
1791     },
1792     bedingung/.style={
1793       midway,
1794       draw=none,
1795       font=\scriptsize
1796     },
1797     knotenbeschriftung/.style={
1798       draw,
1799       rectangle,
1800       midway,
1801       font=\scriptsize
1802     },
1803     wahr/.style={
1804       thick
1805     },
1806     falsch/.style={
1807       dashed
1808     },
1809     every node/.style={
1810       circle,
1811       draw,
1812     },
1813     every edge/.append style={
1814       every node/.style={
1815         draw=none,
1816         bedingung,
1817       }
1818     },
1819     every path/.style={
1820       draw,
1821       ->,
1822     },
1823     every pin/.style={
1824       draw,
1825       dotted,
1826       rectangle,
1827       pin position=right
1828     },
1829     every pin edge/.style={
1830       dotted,
1831       arrows=-,
1832     }
1833   }
1834 }

```

2.22.4 Umgebungen

liKontrollflussgraph

```

1835 \NewDocumentEnvironment { liKontrollflussgraph } { 0{} } {

```

```

1836 \begin{tikzpicture}[
1837     li kontrollfluss,
1838     #1
1839 ]
1840 } {
1841 \end{tikzpicture}
1842 }

```

2.22.5 Makros

\liAnweisung

```
1843 \def\liAnweisung#1(#2,#3){\node[knoten] at (#2,#3) (#1) {#1};}
```

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

```
1844 \def\liBedingung#1#2{\node[bedingung,#1]{\texttt{#2}}}
```

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

```
1845 \def\liBedingungWahr#1{\node[bedingung,#1]{\texttt{[true]}}}
```

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

```
1846 \def\liBedingungFalsch#1{\node[bedingung,#1]{\texttt{[false]}}}
```

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

```
1847 \def\liKontrollCode#1{{\tiny\texttt{\textcolor{gray}{#1}}}}
```

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

```
1848 \def\liKontrollTextzeileKnoten#1{\raisebox{-2pt}{\tikz[scale=0.5,transform shape] \node[draw
```

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

```
1849 \ExplSyntaxOn
```

```
1850 \NewDocumentCommand { \liKontrollKnotenPfad } { m }
```

```
1851 {
```

```
1852 \seq_set_split:Nnn \l_tmpa_seq { - } { #1 }
```

```
1853 \seq_set_map:NNn \l_tmpa_seq \l_tmpa_seq {\liKontrollTextzeileKnoten{##1}}
```

```
1854 \seq_use:Nn \l_tmpa_seq { ~~~~ }
```

```
1855 }
```

```
1856 \ExplSyntaxOff
```

```
1857
```

2.23 kopf-fusszeilen.sty

```
1858 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1859 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-kopf-fusszeilen}[2021/08/20 Kopf-
1860 und Fußzeilen mit Hilfe des Pakets fancyhdr.]

1861 \ExplSyntaxOn

1862 \fancyhead{}
1863 \fancyhead[R0,LE]{\scriptsize\LehramtInformatikTitel}
1864 \fancyhead[L0,RE]{\scriptsize\today}
1865 \fancyfoot{}
1866 \fancyfoot[LE,R0]{\thepage}
1867 \fancyfoot[L0,CE]{\scriptsize\LehramtInformatikAutorName}
1868 \fancyfoot[CO,RE]{\scriptsize\LehramtInformatikAutorEmail}
1869 \renewcommand{\headrulewidth}{0.4pt}
1870 \renewcommand{\footrulewidth}{0.4pt}
1871 \setlength{\headwidth}{\textwidth}

1872 \ExplSyntaxOff

1873
```


2.24 literatur-dummy.sty

```
1874 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1875 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-literatur-dummy}[2020/11/27]

\literatur

1876 \def\literatur{}

\footcite

1877 % \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}
1878 \NewDocumentCommand{ \footcite } { o m }{}

1879
```

2.25 literatur.sty

```
1880 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1881 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-literatur}[2020/11/27]

1882 \RequirePackage{csquotes}
1883 \RequirePackage[
1884   bibencoding=utf8,
1885   citestyle=authortitle,
1886   backend=biber,
1887 ]{biblatex}
1888 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/10_DB.bib}
1889 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/20_OOMUP.bib}
1890 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/30_AUD.bib}
1891 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/40_SOSY.bib}
1892 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/60_FUMUP.bib}
1893 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/70_THEO.bib}
1894 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/80_DDI.bib}
1895 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Allgemein.bib}
1896 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Examen.bib}
1897 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Wikipedia.bib}
1898 % To allow footnotes in the heading
1899 \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}

\literatur

1900 \def\literatur{\printbibliography[heading=subbibliography]}
1901
```

2.26 makros.sty

```
1902 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1903 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-makros}[2020/11/27 Eine Sammlung von
1904 häufig verwendeten Makros und Umgebungen, die thematisch zu keinem
1905 anderen Paket passen]
1906 \RequirePackage{hyperref}
1907 \RequirePackage{graphicx}
    Für die Umgebung liQuellen benötigt.
1908 \RequirePackage{paralist}
1909 \ExplSyntaxOn

\inhaltsverzeichnis
1910 \def\inhaltsverzeichnis {
1911   \begin{mdframed}
1912     \begin{group}
1913       \let\clearpage\relax
1914       \tableofcontents
1915     \end{group}
1916   \end{mdframed}
1917 }

\memph \mephm (\marginpar and \emph)
1918 \newcommand{\memph}[1]{\emph{#1}\marginpar{\tiny#1}}

\SLASH
1919 \newcommand\SLASH{\char`\\}

\liPseudoUeberschrift Text, der sich wie eine Überschrift verhält.
1920 \newcommand{\liPseudoUeberschrift}[1]{
1921   \bigskip
1922
1923   \par
1924   \noindent
1925   \textsf{\textbf{#1}}
1926
1927   \medskip
1928
1929   \par
1930   % Keine Einrückung
1931   \@afterindentfalse
1932   \@afterheading
1933 }

\liBeschriftung Ähnlich dem Makro \liPseudoUeberschrift{}. Am Ende des Textes wird ein Doppelpunktzeichen angehängt.
1934 \newcommand{\liBeschriftung}[1]{
1935   \par
1936   \noindent
1937   \medskip
1938   \textbf{#1}:
1939   \medskip
1940   \noindent
1941 }

\hinweis
1942 \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.
1943 \NewDocumentEnvironment { liProjektSprache }{ o +b } {} {}
```

liEinbettung

```
1944 \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.

```
1945 \NewDocumentEnvironment{ liAntwort } { O{standard} }
1946 {
1947   \str_case:nn {#1} {
1948     {standard} {
1949       \def\beschriftung{}
1950       \mdfsetup{backgroundcolor=gray!1,linecolor=gray}
1951     }
1952     {richtig} {
1953       \def\beschriftung{richtig}
1954       \mdfsetup{backgroundcolor=green!5,linecolor=green}
1955     }
1956     {falsch} {
1957       \def\beschriftung{falsch}
1958       \mdfsetup{backgroundcolor=red!3,linecolor=red}
1959     }
1960     {muster} {
1961       \def\beschriftung{Musterlösung}
1962       \mdfsetup{backgroundcolor=green!12,linecolor=green}
1963     }
1964   }
1965   \ifx\beschriftung\empty\else
1966     \noindent
1967     \textbf{\beschriftung}{}:}
1968   \fi
1969   \begin{mdframed}
1970 }
1971 {\end{mdframed}}
```

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

```
1972 \NewDocumentEnvironment{ liAdditum } { o }
1973 {
1974   \begin{mdframed}[backgroundcolor=yellow!5]
1975   \IfNoValueTF {#1}
1976   { \liPseudoUeberschrift{Additum} }
1977   { \liPseudoUeberschrift{Additum:~#1} }
1978 }
1979 {\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.

```
1980 \NewDocumentEnvironment{ liExkurs }{o +b}{
1981   \vspace{0.2cm}%
1982   \begin{mdframed}[
1983     backgroundcolor=white,
1984     bottomline=false,
1985     innermargin=1cm,
1986     leftline=true,
1987     linecolor=black,
```

```

1988 linewidth=0.1cm,
1989 outermargin=1cm,
1990 rightline=false,
1991 topline=false,
1992 ]
1993 \footnotesize
1994 \noindent%
1995 \textbf{Exkurs:~#1}\par%
1996 \noindent%
1997 #2
1998 \end{mdframed}
1999 \vspace{0.2cm}
2000 }{}

```

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

```

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

```

Weiterführende Literatur:

- Quelle 1
- Quelle 2

```

2001 \cs_new:Npn \listen@punkt #1 {\item #1}
2002 \NewDocumentEnvironment { liQuellen }{ +b }
2003 {
2004   \seq_clear_new:N \l_quellen
2005   \seq_set_split:Nnn \l_quellen {\item} {#1}
2006   \seq_remove_all:Nn \l_quellen {}
2007   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
2008     \footnotesize
2009     \noindent
2010     \textsf{\textbf{Weiterführende~Literatur:}}
2011     \medskip
2012     \begin{compactitem}
2013       \seq_map_function:NN \l_quellen {\listen@punkt}
2014     \end{compactitem}
2015   \end{mdframed}
2016   %
2017   \par
2018   \@afterindentfalse
2019   \@afterheading
2020 } {}

```

liLernkartei

```

2021 \NewDocumentEnvironment { liLernkartei }{ m +b }
2022 {
2023   \begin{mdframed}
2024     \footnotesize
2025     \noindent%
2026     \textbf{Lernkarteikarte:~#1}\par%
2027     \noindent%
2028     #2
2029   \end{mdframed}
2030 } {}

```

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

```

2031 \NewDocumentEnvironment { liDiagramm }{ m +b }
2032 {

```

```

2033 \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
2034 \small
2035 \noindent%
2036 \textit{\#1}:
2037 \begin{center}
2038 #2
2039 \medskip
2040 \end{center}
2041 \end{mdframed}
2042 } {}

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

2043 \NewDocumentCommand{\liFussnoteUrl}{ o m } {
2044 \footnote{\url{\#2}\IfNoValueTF{\#1}{\{ (\#1)\}}
2045 }
2046

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

2047 \NewDocumentCommand{\liFussnoteLink}{ o m m } {
2048 \footnote{\href{\#3}{\#2}\IfNoValueTF{\#1}{\{ (\#1)\}}
2049 }


\zB
2050 \def\zB{z.\.,B. }

\ZB
2051 \def\ZB{Z.\.,B. }

\dH
2052 \def\dH{d.\.,h. }

2053 \ExplSyntaxOff
2054
```

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

```

2043 \NewDocumentCommand{\liFussnoteUrl} { o m } {
2044   \footnote{\url{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ (#1)}}
2045 }
2046

```

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

```

2047 \NewDocumentCommand{\liFussnoteLink} { o m m } {
2048   \footnote{\href{#3}{#2}\IfNoValueTF{#1}{-}{ ( #1 ) }}
2049 }

```

 $\backslash zB$

```
2050 \def\zB{z.\,B. }
```

\ZB

```
2051 \def\ZB{Z.\,B. }
```

 $\backslash dh$

2052 \def\dh{d.\,h. }

2053 \ExplSyntaxOff

2054

2.27 master-theorem.sty

2055 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2056 \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}

2057 \ExplSyntaxOn

2058 \RequirePackage{amsmath}

\liRundeKlammer

2059 \def\liRundeKlammer#1{

2060 \negthinspace \left(#1 \right)

2061 }

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

2062 \def\liThetaOhneMathe#1{

2063 \Theta \liRundeKlammer{#1}

2064 }

2065 \def\liTheta#1{

2066 \ifmmode

2067 \liThetaOhneMathe{#1}

2068 \else

2069 \$\liThetaOhneMathe{#1}\$

2070 \fi

2071 }

```

\liOmega \liOmega{n^2}:  $\Omega(n^2)$ 
2072 \def\liOmegaOhneMathe#1{
2073   \Omega \liRundeKlammer{#1}
2074 }
2075 \def\liOmega#1{
2076   \ifmmode
2077     \liOmegaOhneMathe{#1}
2078   \else
2079     $\liOmegaOhneMathe{#1}$
2080   \fi
2081 }

\liO \liO{n^2}:  $\mathcal{O}(n^2)$ 
2082 \def\liOOhneMathe#1{
2083   \mathcal{O} \liRundeKlammer{#1}
2084 }
2085 \def\liO#1{
2086   \ifmmode
2087     \liOOhneMathe{#1}
2088   \else
2089     $\liOOhneMathe{#1}$
2090   \fi
2091 }

\liT Let-Abkürzung: \let\T=\liT
      \liT{16}{2}:  $16 \cdot T\left(\frac{n}{2}\right)$  \liT{}{2}:  $T\left(\frac{n}{2}\right)$ 
2092 \def\liTOhneMathe#1#2{
2093   \tl_if_blank:nTF {#1}
2094   {}
2095   {#1 \cdot }
2096   T
2097   \liRundeKlammer{\frac{n}{#2}}
2098 }
2099 \def\liT#1#2{
2100   \ifmmode
2101     \liTOhneMathe{#1}{#2}
2102   \else
2103     $\liTOhneMathe{#1}{#2}$
2104   \fi
2105 }

\liRekursionsGleichung \liRekursionsGleichung:  $T(n) = a \cdot T\left(\frac{n}{b}\right) + f(n)$ 
2106 \def\liRekursionsGleichung{
2107   $T(n) = \liT{a}{b} + f(n)$
2108 }

\liBedingungEins \liBedingungEins:  $f(n) \in \mathcal{O}(n^{\log_b a - \varepsilon})$ 
2109 \def\liBedingungEins{
2110   $f(n) \in \liO{n^{\log\sb{b}a - \varepsilon}}$
2111 }

\liBedingungZwei \liBedingungZwei:  $f(n) \in \Theta(n^{\log_b a})$ 
2112 \def\liBedingungZwei{
2113   $f(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a}}$
2114 }

\liBedingungDrei \liBedingungDrei:  $f(n) \in \Omega(n^{\log_b a + \varepsilon})$ 
2115 \def\liBedingungDrei{
2116   $f(n) \in \liOmega{n^{\log\sb{b}a + \varepsilon}}$
2117 }

2118 \ExplSyntaxOff

```


\liMasterVariablen

```

2119 \def\liMasterVariablen{
2120   \begin{displaymath}
2121     T(n) = \liT{a}{b} + f(n)
2122   \end{displaymath}
2123
2124   \begin{itemize}
2125     \item[$a = $]
2126       Anzahl der rekursiven Aufrufe, Anzahl der Unterprobleme in der
2127       Rekursion
2128       ($a \geq 1$).
2129
2130     \item[$\textstyle{\frac{1}{b}} = $]
2131       Teil des Originalproblems, welches wiederum durch alle Unterprobleme
2132       repräsentiert wird, Anteil an der Verkleinerung des Problems ($b > 1$).
2133
2134     \item[$f(n) = $]
2135       Kosten (Aufwand, Nebenkosten), die durch die Division des Problems und
2136       die Kombination der Teillösungen entstehen. Eine von $T(n)$
2137       unabhängige und nicht negative Funktion.
2138   \end{itemize}
2139   \footcite{wiki:master-theorem}
2140   \footcite[Seite 19-35]{aud:fs:2}
2141 }
```

\liMasterFaelle

```

2142 \def\liMasterFaelle{
2143   \begin{description}
2144     \item[1. Fall:]
2145       $T(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a}}$
2146
2147       \hfill falls \liBedingungEins
2148       für $\varepsilon > 0$
2149
2150     \item[2. Fall:]
2151       $T(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a} \cdot \log n}$
2152
2153       \hfill falls \liBedingungZwei
2154
2155     \item[3. Fall:]
2156       $T(n) \in \liTheta{f(n)}$
2157
2158       \hfill falls \liBedingungDrei
2159       für $\varepsilon > 0$
2160       und ebenfalls für ein $c$ mit $0 < c < 1$ und alle hinreichend großen $n$
2161       gilt:
2162       $a \cdot f(\textstyle{\frac{n}{b}}) \leq c \cdot f(n)$
2163   \end{description}
2164 }
```

\liMasterVariablenDeklaration

```

2165 \def\liMasterVariablenDeklaration#1#2#3{
2166   \begin{description}
2167     \item[Allgemeine Rekursionsgleichung:] \strut
2168
2169     \liRekursionsGleichung
2170
2171     \item[Anzahl der rekursiven Aufrufe ($a$):] \strut
2172
2173     #1
2174
2175     \item[Anteil Verkleinerung des Problems ($b$):] \strut
2176
2177     #2
2178
2179     #3
2180   \end{description}
2181 }
```

```

2177     um  $\frac{1}{b}$  also  $b = \frac{1}{a}$ 
2178
2179     \item[Laufzeit der rekursiven Funktion ( $f(n)$ ):] \strut
2180
2181      $T(n) = \frac{1}{b} + T(\frac{n}{b})$ 
2182
2183     \item[Ergibt folgende Rekursionsgleichung:] \strut
2184
2185      $T(n) = \frac{1}{b} + T(\frac{n}{b})$ 
2186 \end{description}
2187 }

\liMasterFallRechnung
2188 \def\liMasterFallRechnung#1#2#3{
2189   \begin{description}
2190     \item[1. Fall:] \liBedingungEins:
2191
2192     #1
2193
2194     \item[2. Fall:] \liBedingungZwei:
2195
2196     #2
2197
2198     \item[3. Fall:] \liBedingungDrei:
2199
2200     #3
2201   \end{description}
2202 }

\liMasterExkurs
2203 \def\liMasterExkurs{
2204   \begin{liExkurs}[Master-Theorem]
2205     \liMasterVariablen
2206
2207     \noindent
2208     Dann gilt:
2209
2210     \liMasterFaelle
2211   \end{liExkurs}
2212 }

\liMasterWolframLink Link zu Wolframalpha (+ durch Prozent 2B ersetzen)
2213 \def\liMasterWolframLink#1{
2214   Berechne die Rekursionsgleichung auf WolframAlpha:
2215   \href{https://www.wolframalpha.com/input/?i=#1}{WolframAlpha}
2216 }

2217

```

2.28 mathe.sty

```
2218 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2219 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-mathe}[2020/06/10]
2220
2221 % for example \ltimes \rtimes
2222 %\RequirePackage{amssymb}
2223 \RequirePackage{amsmath}
2224
2225 %%
2226 % \mlq \mrq
2227 %%
2228 \DeclareMathSymbol{\mlq}{\mathord}{operators}{``}
2229 \DeclareMathSymbol{\mrq}{\mathord}{operators}{`'}
2230
```

2.29 minimierung.sty

```

2231 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2232 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-mathe}[2021/03/13 Für den
2233 Minimierungsalgorithmus von einem NEA zu einem DEA]

2234 \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

2235 \def\liFussnote#1{\$x_{#1}\$}

2236 \def\li@fussnote@text#1#2{
2237 \liFussnote{#1}
2238 \quad
2239 {\footnotesize #2}
2240 }

\liFussnoteEinsText
2241 \def\liFussnoteEinsText{
2242 \li@fussnote@text{1}
2243 {Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.}
2244 }

\liFussnoteZweiText
2245 \def\liFussnoteZweiText{
2246 \li@fussnote@text{2}
2247 {Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.}
2248 }

\liFussnoteDreiText
2249 \def\liFussnoteDreiText{
2250 \li@fussnote@text{3}

```

```

2251 {In weiteren Iterationen markierte Zustände.}
2252 }

\liFussnoteVierText
2253 \def\liFussnoteVierText{
2254   \li@fussnote@text{4}
2255   {...}
2256 }

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



2257 \def\liFussnoten{
2258   \bigskip
2259
2260   \noindent
2261   \liFussnoteEinsText
2262
2263   \noindent
2264   \liFussnoteZweiText
2265
2266   \noindent
2267   \liFussnoteDreiText
2268
2269   \noindent
2270   \liFussnoteVierText
2271 }

\liLeereZelle \liLeereZelle:  $\emptyset$ 
Let-Abkürzung: \let\l=\liLeereZelle
2272 \def\liLeereZelle{\$\emptyset\$}

\liZustandsPaarVariablenName
2273 \def\liZustandsPaarVariablenName{z}

\liZustandsPaar
2274 \def\liZustandsPaar#1#2{
2275   $(
2276     \liZustandsPaarVariablenName_#1,
2277     \liZustandsPaarVariablenName_#2
2278   )$
2279 }

liUebergangsTabelle
2280 \renewcommand{\arraystretch}{1.4}
2281 \NewDocumentEnvironment{ liUebergangsTabelle } { m m } {
2282   \liPseudoUeberschrift{Übergangstabelle}
2283   \begin{center}
2284     \begin{tabular}{r|l|l}
2285       \textbf{Zustandspaar} & \textbf{\#1} & \textbf{\#2} \\ \hline
2286     \end{tabular}
2287   \end{center}
2288 }

liUeberschriftDreiecksTabelle \liUeberschriftDreiecksTabelle:

Minimierungstabelle (Table filling)
2290 \ExplSyntaxOn

```

```

2291 \def\liUeberschriftDreiecksTabelle{
2292   \liPseudoUeberschrift{Minimierungstabelle~(Table~filling)}
2293 }

```

\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. —

```

2294 \def\liMinimierungErklaerung{
2295   %\footcite[Seite~19]{koenig}
2296   \liParagraphMitLinien{
2297     Der~Minimierungs-Algorithmus~(auch~Table-Filling-Algorithmus-genannt)~
2298     trägt~in~seinem~Verlauf~eine~Markierung~in~alle~
2299     diejenigen~Zellen~der~Tabelle~ein,~die~zueinander~nicht~äquivalente~
2300     Zustände~bezeichnen.~Die~Markierung~„ $x_{\sb{n}}$ “~in~einer~Tabellenzelle~( $i$ ,~
2301      $j$ )~bedeutet~dabei,~dass~das~Zustandspaar~( $i$ ,~ $j$ )~in~der~ $k$ -ten~
2302     Iteration~des~Algorithmus~markiert~wurde~und~die~Zustände~ $i$ ~und~ $j$ ~
2303     somit~zueinander~( $k-1$ )-äquivalent,~aber~nicht~ $k$ -äquivalent~und~
2304     somit~insbesondere~nicht~äquivalent~sind.~Bleibt~eine~Zelle~bis~zum~Ende~
2305     unmarkiert,~sind~die~entsprechenden~Zustände~zueinander~äquivalent.
2306   }
2307 }
2308 \ExplSyntaxOff

```

2309

2.30 normalformen.sty

```
2310 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2311 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-normalformen}[2020/12/10
2312 Hilfsmakros zum Setzen von Normalformen, Funktionalen Abhängigkeiten,
2313 Attributhülle]
```

Mathe für textit tex etc, typographie für geschweifte Klammer

```
2314 \liLadePakete{mathe,typographie}
2315 \directlua{
2316   helfer = require('lehramt-informatik-helfer')
2317   normalformen = require('lehramt-informatik-normalformen')
2318 }
```

2.30.1 Makro-Kürzel

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

```
2319 \def\liTeilen#1{
2320   \directlua{tex.print(normalformen.teilen('#1'))}
2321 }
```

```
\liAttributHuelle Let-Abkürzung: \let\ah=\liAttributHuelle
                  \ah{F, \m{A, B}} AttrHülle( $F, \{A, B\}$ ) Regulärer Ausdruck zum Konvertieren
                  AttrHülle((.*)) \ah{$1}
2322 \def\liAttributHuelleOhneMathe#1{\text{AttrHülle}(\#1)}
2323 \def\liAttributHuelle#1{
2324   \ifmmode
2325     \liAttributHuelleOhneMathe{\#1}
2326   \else
2327     $\liAttributHuelleOhneMathe{\#1}$
2328   \fi
2329 }
```

```
\liAttributMenge Let-Abkürzung: \let\m=\liAttributMenge
2330 \def\liAttributMenge#1{\{ \textit{\#1} \}}
```

liAHuelle

```
2331 \NewDocumentEnvironment{ liAHuelle } { +b } {
2332   \begingroup
2333   \footnotesize
2334   \begin{multline*}
2335     \#1
2336   \end{multline*}
2337   \endgroup
2338 } { }
```

```
\liLinksReduktion Nur innerhalb von liAHuelle zu verwenden bzw. multline
Let-Abkürzung: \let\ahL=\liLinksReduktion
                  \ahL{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
2339 \def\liLinksReduktion#1#2#3{
2340   \shoveleft{
2341     \liAttributHuelleOhneMathe{FA,
2342       \liAttributMenge{\#1 \string\ #2}} =
2343   } \}
```

```

2344 \shoveright{
2345   \liAttributMenge{#3}
2346 } \\\
2347 }

```

```

\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( $F, \{A, E \mid E\}$ ) =  $\{A, E, F, B, D\}$ 
2348 \def\liLinksReduktionInline#1#2#3{%
2349   {%
2350     \footnotesize%
2351     $\liAttributHuelleOhneMathe{F,
2352       \liAttributMenge{#1} \string\ #2}} =
2353     \liAttributMenge{#3}$
2354   }
2355 }

```

```

\liLinksReduktionInline Let-Abkürzung: \let\ahr=\liLinksReduktionInline
    \ahr{gelöschte FA}{neue FA ohne rechts Attribut}{gegebene Attribute}{Ergebnis}
2356 \def\liRechtsReduktionInline#1#2#3#4{%
2357   {%
2358     \footnotesize%
2359     $\liAttributHuelleOhneMathe{
2360       F \setminus
2361       \liFunktionaleAbhaengigkeit{#1}
2362       \def\tmp{#2}\ifx\tmp\empty
2363       \else
2364         \cup \liFunktionaleAbhaengigkeit{#2}
2365       \fi
2366       ,
2367       \liAttributMenge{#3}
2368     } =
2369     \liAttributMenge{#4}$
2370   }
2371 }

```

```

\liFunktionaleAbhaengigkeit Let-Abkürzung: \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
    \fa{A, B -> C, D}:  $\{A, B\} \rightarrow \{C, D\}$  Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
    \$(.*?) \\\rightarrow (.*)\$ \fa{$1 -> $2}
2372 \def\liFunktionaleAbhaengigkeit#1{%
2373   \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeit('#1', false)}%
2374 }

```

```

\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{.$1 -> $2}

```



```

2375 \NewDocumentCommand {\liFunktionaleAbhaengigkeiten} { O{FA} m } {
2376   \liGeschweifteKlammern
2377   {#1}
2378   {
2379     \begin{align*}
2380       \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeiten('#2')}
2381     \end{align*}
2382   }
2383   {-0.5cm}
2384   {-1.7cm}
2385 }

\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}

2386 \NewDocumentCommand {\liRelation} { O{R} m } {
2387   $\directlua{
2388     local name = helper.konvertiere_tiefgestellt('#1')
2389     tex.print(name)
2390   }$(\textit{\, #2\,})
2391 }

2392

```

2.31 o-notation.sty

2393 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2394 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-o-notation}[2021/09/08]

2.31.1 Makro-Kürzel

\let\O=\liONotationO

2.31.2 TeX-Markup-Beispiel: Funktionsgraphen mit pgfplots

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

2395 \ExplSyntaxOn

2396 \RequirePackage{amssymb}

2397 \RequirePackage{pgfplots}

Für echte Teilmenge \subsetneq: \subsetneq

2398 \RequirePackage{amssymb}

\liRundeKlammer

```
2399 \def\liRundeKlammer#1{
2400   \negthinspace \left( #1 \right)
2401 }
```

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

```
2402 \cs_new:Npn \o_notation_O:n #1 {
2403   \mathcal{O} \liRundeKlammer{#1}
2404 }
2405 \def\liONotationO#1{
2406   \ifmmode
2407     \o_notation_O:n { #1 }
2408   \else
2409     $ \o_notation_O:n { #1 } $
2410   \fi
2411 }
```

2412

2.32 petri.sty

2413 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2414 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-petri}[2020/12/03]

2.32.1 Makro-Kürzel

\let\t=\liPetriTransitionsName

\let\tp=\liPetriTransPfeile

\let\k=\liPetriErreichKnotenDrei

2415 \RequirePackage{tikz}

2416 \usetikzlibrary{petri,arrows.meta}

Für die Darstellungsmatrix

2417 \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

```
2418 \def\liPetriSetzeSchluessel{%
2419   \def\TmpTransitionOne{}%
2420   \def\TmpTransitionTwo{}%
2421   \def\TmpTransitionThree{}%
2422   \def\TmpTransitionFour{}%
2423   \def\TmpTransitionFive{}%
2424   \def\TmpTransitionSix{}%
2425   \def\TmpTransitionSeven{}%
2426   \def\TmpTransitionEight{}%
2427   \def\TmpTransitionNine{}%
2428   \def\TmpTransitionTen{}%
2429   \pgfkeys{/petri/.cd,
2430     p1/.store in=\TmpPlaceOne,p1/.default=0,p1,
2431     p2/.store in=\TmpPlaceTwo,p2/.default=0,p2,
2432     p3/.store in=\TmpPlaceThree,p3/.default=0,p3,
2433     p4/.store in=\TmpPlaceFour,p4/.default=0,p4,
```

```

2434 p5/.store in=\TmpPlaceFive,p5/.default=0,p5,
2435 p6/.store in=\TmpPlaceSix,p6/.default=0,p6,
2436 p7/.store in=\TmpPlaceSeven,p7/.default=0,p7,
2437 p8/.store in=\TmpPlaceEight,p8/.default=0,p8,
2438 p9/.store in=\TmpPlaceNine,p9/.default=0,p9,
2439 p10/.store in=\TmpPlaceTen,p10/.default=0,p10,
2440 t1/.store in=\TmpTransitionOne,t1/.default=activated,
2441 t2/.store in=\TmpTransitionTwo,t2/.default=activated,
2442 t3/.store in=\TmpTransitionThree,t3/.default=activated,
2443 t4/.store in=\TmpTransitionFour,t4/.default=activated,
2444 t5/.store in=\TmpTransitionFive,t5/.default=activated,
2445 t6/.store in=\TmpTransitionSix,t6/.default=activated,
2446 t7/.store in=\TmpTransitionSeven,t7/.default=activated,
2447 t8/.store in=\TmpTransitionEight,t8/.default=activated,
2448 t9/.store in=\TmpTransitionNine,t9/.default=activated,
2449 t10/.store in=\TmpTransitionTen,t10/.default=activated,
2450 scale/.store in=\TmpScale,scale/.default=0.5,
2451 x/.store in=\TmpX,x/.default=5,
2452 y/.store in=\TmpY,y/.default=5,
2453 }%
2454 }

```

```

2455 \tikzset{
2456   li petri/.style={
2457     activated/.style={
2458       very thick
2459     },
2460     inhibitor/.style={
2461       {Circle[open,length=2mm,fill=white]}-
2462     }
2463   }
2464 }

```

\liPetriTransitionsName **Let-Abkürzung:** \let\t=\liPetriTransitionsName
 \t_{\d+}\\$ \t\$1

```

2465 \def\liPetriTransitionsNameOhneMathe#1{t\sb{#1}}
2466 \def\liPetriTransitionsName#1{
2467   \ifmmode
2468     \liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}
2469   \else
2470     $\liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}$
2471   \fi
2472 }

```

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

```

2473 \NewDocumentCommand{ \liPetriErreichTransition } { m m m O{} O{} } {
2474   \draw[->] (#1) edge[#4] node[pos=0.5,auto,sloped,#5]{t\sb{#3}$} (#2);
2475 }

```

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

```

2476 \def\liPetriErreichKnotenDrei#1#2#3{(#1,#2,#3)}

```

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

```

2477 \def\liPetriTransPfeile#1{ $\rightarrow \hspace{0.4cm} \liPetriTransitionsName{#1} \hspace{0.3cm}
2478 }

```

2.33 potenzmengen-konstruktion.sty

```

2479 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2480 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-potenzmengen-konstruktion}[2021/02/21 Hilfsmakros
2481 einzusetzen bei der Potenzmengen-Konstruktion (Potenzmengen-Algorithmus)]

2482 \liLadePakete{formale-sprachen}
2483 \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}
    }
  }
}

2484 \def\liZustandsMengenSammlung#1#2{
2485   \liZustandsnameGross{#1}
2486   {
2487     \footnotesize
2488     \liPotenzmenge{
2489       \str_case:nn {#1} #2
2490     }
2491   }
2492 }

\liZustandsMengenSammlungNr

2493 \def\liZustandsMengenSammlungNr#1#2{
2494   \liZustandsnameGross{#1}
2495   {

```

```
2496     \footnotesize
2497     \liZustandsmengeNr{
2498         \str_case:nn {#1} #2
2499     }
2500 }
2501 }

2502 \ExplSyntaxOff
2503
```

2.34 pseudo.sty

2504 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
 2505 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-pseudo}[2020/12/30 Paket zum Setzen
 2506 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>Data: $G = (V, E, w)$: ein zusammenhängender, ungerichteter, kantengewichteter Graph kruskal(G)</p> <p>$E' \leftarrow \emptyset$; $L \leftarrow E$; Sortiere die Kanten in L aufsteigend nach ihrem Kantengewicht.;</p> <p>while $L \neq \emptyset$ do</p> <div style="margin-left: 20px;"> <p>wähle eine Kante $e \in L$ mit kleinstem Kantengewicht; entferne die Kante e aus L; if der Graph $(V, E' \cup \{e\})$ keinen Kreis enthält then $E' \leftarrow E' \cup \{e\}$; end</p> </div> <p>end</p> <p>Result: $M = (V, E')$ ist ein minimaler Spannbaum von G.</p>

2507 \RequirePackage[german,boxruled]{algorithm2e}

2508

2.35 pumping-lemma.sty

2509 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
 2510 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-pumping-lemma}[2021/08/11 Enthält die
 2511 Definitionen für das Pumping-Lemma in der Regulären Sprache und
 2512 in der Kontextfreien Sprache]

\liPumpingRegulaer

```
2513 \def\liPumpingRegulaer{%
2514   Es sei  $L$  eine reguläre Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass für
2515   alle Wörter  $\omega \in L$  mit  $|\omega| \geq j$  (jedes Wort  $\omega$  in
2516    $L$  mit Mindestlänge  $j$ ) jeweils eine Zerlegung  $\omega = uvw$ 
2517   existiert, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
2518
2519   \begin{enumerate}
2520     \item  $|v| \geq 1$ 
2521     (Das Wort  $v$  ist nicht leer.)
2522
2523     \item  $|uv| \leq j$ 
2524     (Die beiden Wörter  $u$  und  $v$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
2525
2526     \item Für alle  $i = 0, 1, 2, \dots$  gilt  $uv^i w \in L$ 
2527     (Für jede natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^i w$  in der
2528     Sprache  $L$ )
2529   \end{enumerate}
2530
2531   Die kleinste Zahl  $j$ , die diese Eigenschaften erfüllt, wird
2532   Pumping-Zahl der Sprache  $L$  genannt.\footcite{wiki:pumping-lemma}
2533 }
```

\liPumpingKontextfrei

```
2534 \def\liPumpingKontextfrei{%
2535   Es sei  $L$  eine kontextfreie Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass
2536   sich alle Wörter  $\omega \in L$  mit  $|\omega| \geq j$  zerlegen lassen in
2537    $\omega = uvwxy$ , sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
2538
2539   \begin{enumerate}
2540     \item  $|vx| \geq 1$ 
2541     (Die Wörter  $v$  und  $x$  sind nicht leer.)
2542
2543     \item  $|vwx| \leq j$ 
2544     (Die Wörter  $v$ ,  $w$  und  $x$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
2545
2546     \item Für alle  $i \in \mathbb{N}_0$  gilt  $uv^iwx^iy \in L$  (Für jede
2547     natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^iwx^iy$  in der
2548     Sprache  $L$ )
2549   \end{enumerate}
2550 }
```

2551

2.36 quicksort.sty

```

2552 % https://tex.stackexchange.com/a/142634
2553 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2554 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-quicksort}[2020/06/12]
2555
2556 %-----
2557 % USAGE:
2558 % \QSinitialize{comma, separated, numerical, values}
2559 % \loop
2560 % \QSpivotStep
2561 % \ifnum\value{pivotcount}>0
2562 %   \QSSortStep
2563 % \repeat
2564 %-----
2565
2566 % xintfrac does not load xinttools, this must be done explicitly if needed as here.
2567 \RequirePackage{xintfrac, xinttools}
2568
2569 \RequirePackage{tikz}
2570
2571 %-----
2572 % FIRST PART: TikZ styles and macros for the actual drawing
2573 \newcounter{cellcount}% used for coordinates of the node
2574 \newcounter{pivotcount}% when it will remain at zero, will signal the sort is finished.
2575
2576 % Styles defined by Tom Bombaldi. (modified: all share the same size)
2577 % (re-modified \bf -> \bfseries due to extremely annoying warnings from
2578 % KOMA-script which are truly a pain and do not make any sense regarding \bf:
2579 % if I want to use \bf, and know what I am doing, why should I get HARASSED
2580 % by police of LaTeX good conduct ? )
2581 \tikzset{ll/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=lime!70!gray},
2582          o/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=olive!50},
2583          r/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black, text=white},
2584 % this is the "b" style as used in the image below
2585          b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black, text=white},
2586 % nicer:
2587          b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=white, text=magenta},
2588          g/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=gray, text=white, text=white},
2589
2590 % NOTE the b style was originally the same as the r(aised) style apart from
2591 % not being raised, but I find it nicer with a somewhat different
2592 % specification. I have not updated the images though.
2593
2594 % How the nodes are drawn depending on whether on the left of the pivot value
2595 % or on the right, or is a pivot value, or a raised pivot during selection phase.
2596
2597 \def\DecoLEFT #1{%
2598   \xintFor* ##1 in {#1} \do
2599     {\stepcounter{cellcount}\node[o] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2600 }
2601
2602 \def\DecoINERT #1{%
2603   \xintFor* ##1 in {#1} \do
2604     {\stepcounter{cellcount}\node[g] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2605 }
2606
2607 \def\DecoRIGHT #1{%
2608   \xintFor* ##1 in {#1} \do
2609     {\stepcounter{cellcount}\node[l] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2610 }
2611
2612 \def\DecoLEFTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
2613   \xintFor* ##1 in {#1} \do

```

```

2614     {\stepcounter{cellcount}}%
2615     \xintifForLast {\node[r]}\node[o]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2616 }
2617
2618 \def\DecoINERTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
2619     \xintFor* ##1 in {#1} \do
2620     {\stepcounter{cellcount}}%
2621     \xintifForLast {\node[b]}\node[g]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2622 }
2623
2624 \def\DecoRIGHTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
2625     \xintFor* ##1 in {#1} \do
2626     {\stepcounter{cellcount}}%
2627     \xintifForLast {\node[r]}\node[l]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2628 }
2629
2630 %-----
2631 % SECOND PART: the actual sorting routines.
2632
2633 \def\QS@sort@a #1{\expandafter \QS@sort@b \expandafter {\xintLength {#1}}{#1}}
2634 \def\QS@sort@b #1{\ifcase #1
2635     \expandafter\QS@sort@empty
2636     \or\expandafter\QS@sort@single
2637     \else\expandafter\QS@sort@c
2638     \fi
2639 }%
2640 \def\QS@sort@empty #1{}
2641 \def\QS@sort@single #1{\QS@Ir {#1}}
2642
2643 % This step is to pick the last as pivot.
2644 \def\QS@sort@c #1%
2645     {\expandafter\QS@sort@d\expandafter {\romannumeral0\xintnthelt {-1}{#1}}{#1}}%
2646
2647 % Here \QSLr, \QS@Ir, \QSR have been let to \relax.
2648 % The trick with \xintApplyUnbraced is that for example when selecting
2649 % the elements smaller than pivot, if we had been using \xintApply we
2650 % would have had at the minimum an empty brace pair. Thus we use the
2651 % "unbraced" variant, but then the \QS@select@smaller has added in
2652 % anticipation a level of braces.
2653 \def\QS@sort@d #1#2{%
2654     \QSLr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@smaller {#1}}{#2}}}%
2655     \QS@Ir {\xintApplyUnbraced {\QS@select@equal {#1}}{#2}}}%
2656     \QSRr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@greater {#1}}{#2}}}%
2657 }%
2658 \def\QS@select@smaller #1#2{\xintifLt {#2}{#1}{#{2}}{ }}% space will stop a f-
    expansion
2659 \def\QS@select@equal #1#2{\xintifEq {#2}{#1}{#{2}}{ }}% space will stop a f-
    expansion
2660 \def\QS@select@greater #1#2{\xintifGt {#2}{#1}{#{2}}{ }}% space will stop a f-
    expansion
2661
2662 %
2663 % NOTE 1: thus, each comparison with the pivot is done three (!) times.
2664 %
2665 % NOTE 2: we may well end up with \QSLr {<empty>} situations. This is handled
2666 % silently by the \xintFor loops, and also when \QSLr becomes \QS@sort@a, the
2667 % latter must handle correctly an empty argument.
2668
2669 %-----
2670 % THIRD PART: the main macros \QSpivotStep, \QSsortStep and \QS@initialize.
2671
2672 % This draws all with suitable highlighting for the newly chosen pivots
2673 % (which will be shown raised)

```

```

2674 \def\QSpivotStep {\let\QSLr\DecoLEFTwithPivot
2675             \let\QSIr\DecoINERT
2676             \let\QSIrr\DecoINERT
2677             \let\QSRr\DecoRIGHTwithPivot
2678 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}%
2679             \setcounter{cellcount}{0}\setcounter{pivotcount}{0}%
2680             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2681 }
2682
2683 % This sorts and then draws, showing where the pivot chosen in the previous
2684 % step go. Next time they will have become "inert". If pivotcount is still at
2685 % zero on exit from \QSpivotStep, then this is the signal to stop before
2686 % executing \QSsortStep.
2687 \def\QSsortStep {\def\QSLr {\noexpand\QS@sort@a}%
2688             \def\QSRr {\noexpand\QS@sort@a}%
2689             \def\QSIr {\noexpand\QSIrr}%
2690             \let\QSIrr\relax
2691             \edef\QS@list{\QS@list}%
2692             \let\QSLr\relax
2693             \let\QSRr\relax
2694             \let\QSIr\relax
2695             \edef\QS@list{\QS@list}%
2696             \let\QSLr\DecoLEFT
2697             \let\QSIr\DecoINERTwithPivot
2698             \let\QSIrr\DecoINERT
2699             \let\QSRr\DecoRIGHT
2700 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}%
2701             \setcounter{cellcount}{0}%
2702             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2703 }
2704
2705 \def\QSinitialize #1{%
2706     % first, we convert the comma separated values into a list of braced items
2707     % we use an \edef, and anyhow many \edef's will be used later
2708     \edef\QS@list {\noexpand\QSRr {\xintCSVtoList {#1}}}%
2709     \let\QSRr\DecoRIGHT
2710     % The \QSRr marker mutated to draw the last element as
2711     % pivot and the earlier ones with the suitable style.
2712     %
2713     % The list of marked braced items \QS@list is used both for drawing
2714     % (as here) and for doing the exchange of elements during sort.
2715     \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}\setcounter{cellcount}{0}%
2716             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
2717 }
2718

```

2.37 relationale-algebra.sty

```
2719 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2720 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-relationale-algebra}[2020/12/11]
```

```
2721 \RequirePackage{amsmath}
```

```
2722 \RequirePackage{amssymb}
```

Zum Zeichnen von Operatorenbäumen verwenden wir TikZ

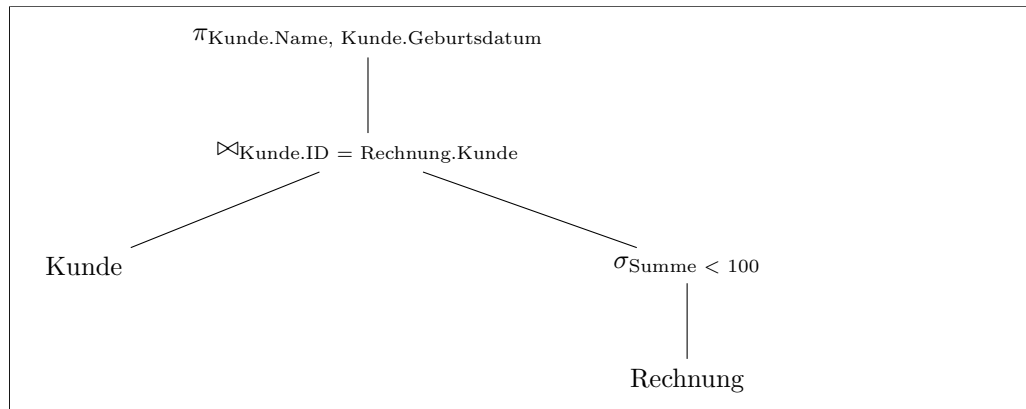
```
\begin{tikzpicture}
  \node
    (pi) {\pi_{\text{Kunde.Name, Kunde.Geburtsdatum}}};

  \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}
```



```
2723 \RequirePackage{tikz}
```

```
2724 \usetikzlibrary{positioning}
```

Privates Makros, das zwei Querstriche erzeugt.

```
2725 \def\o@join{\setbox0=\hbox{\bowtie}}%
2726 \rule[-.02ex]{.25em}{.4pt}\llap{\rule[\ht0]{.25em}{.4pt}}%
2727 }
```

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

```
2728 \def\leftouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie}}
```

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

```
2729 \def\rightouterjoin{\mathbin{\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}
```

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

```
2730 \def\fullouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}
```

```
2731
```

2.38 rmodell.sty

```
2732 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2733 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-rmodell}[2020/09/01]
2734 Makros und Umgebungen zum Setzen des Relationenmodells beim Thema
2735 Datenbanken.]
2736 \RequirePackage{soul}
```

2.38.1 Makro-Kürzel

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

```
\liPrimaer \liPrimaer{text}: Unterstreichung für den Primärschlüssel
2737 \def\liPrimaer#1{\ul{#1}}
```

```
\liFremd \liFremd{text}: Überstreichung für den Fremdschlüssel
2738 \def\liFremd#1{{\setul{-0.9em}{}\ul{#1}}}
```

```
liRmodell \begin{liRmodell} \end{liRmodell}: Kleinere Schrift und Schreibmaschinenschrift.
2739 \def\li@Rmodell@Schrift{\footnotesize\ttfamily}
2740 \ExplSyntaxOn
2741 \NewDocumentEnvironment { liRmodell }
2742 { +b }
2743 {
2744 \medskip
2745 {
2746 \linespread{2}
2747 \setlength{\parindent}{0pt}
2748 \li@Rmodell@Schrift#1
2749 }
2750 \medskip
2751 } {}
2752 \ExplSyntaxOff
```

```
\liRelationMenge Let-Abkürzung: \let\l=r=\liRelationMenge
\liRelationMenge{name}{attribut, attribut}: Umhüllen der Attribute mit geschweiften
und dann eckigen Klammern.
2753 \def\liRelationMenge#1#2{
2754 \noindent
2755 #1 : \[ #2 ]\}
2756 \par
2757 }
```

```
\liAttribut Let-Abkürzung: \let\l=a=\liAttribut
\liAttribut{text}: Gleiche Schrift wie Umgebung liRmodell
2758 \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}
```

```
2759 \NewDocumentEnvironment { liRelationenSchemaFormat }{ +b } {} {}
```

```
2760
```

2.39 sortieren.sty

2761 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
 2762 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-sortieren}[2020/06/10 Schaubilder
 2763 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}
}
```



2764 \RequirePackage{tikz}
 2765 \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.

```
2766 \def\liVertauschen#1{
2767   \directlua{
2768     local sortieren = require('lehramt-informatik-sortieren')
2769     sortieren('#1')
2770   }
2771 }
```

\liSortierPfeil

```
2772 \def\liSortierPfeil#1#2{
2773   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 north) -- ++(0,0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 north);
2774 }
```

\liSortierPfeilUnten

```
2775 \def\liSortierPfeilUnten#1#2{
2776   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 south) -- ++(0,-0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 south);
2777 }
```

\liSortierMarkierung

```
2778 \def\liSortierMarkierung#1#2{\node[
2779   draw,
2780   very thick,
2781   fit=(reihe.#1) (reihe.#2),
2782   inner sep=0pt
2783 ] {}
2784 }

2785 \tikzset{
2786   li sortierung zahlenreihe/.style={
2787     draw,
2788     thin,
2789     font=\large,
2790     rectangle split horizontal,
2791     rectangle split,
2792   }
2793 }
```

```

2794 % https://tex.stackexchange.com/a/140895
2795 \RequirePackage{forest,xstring}
2796 \usetikzlibrary{calc}
2797
2798 \makeatletter
2799 \pgfmathdeclarefunction{strrepeat}{2}{%
2800   \begingroup\pgfmathint{#2}\pgfmath@count\pgfmathresult
2801   \let\pgfmathresult\pgfutil@empty
2802   \pgfutil@loop\ifnum\pgfmath@count>0\relax
2803     \expandafter\def\expandafter\pgfmathresult\expandafter{\pgfmathresult#1}%
2804     \advance\pgfmath@count-1\relax
2805   \pgfutil@repeat\pgfmath@smuggleone\pgfmathresult\endgroup}
2806 \makeatother
2807
2808 \def\myNodes{}
2809
2810 \ExplSyntaxOn
2811 \newcommand*\sortList[1]{%
2812   \clist_sort:Nn#1{\int_compare:nNnTF{##1}>{##2}\sort_return_swapped:\sort_return_same:}}
2813 \ExplSyntaxOff
2814
2815 \forestset{
2816   sort/.code={%
2817     \pgfmathparse{level()}>\forestSortLevel}%
2818     \ifnum\pgfmathresult=0
2819       \StrSubstitute{\forestov{content}}{ }{,}[\myList]%
2820       \sortList\myList
2821       \StrSubstitute{\myList}{,}{ }[\myList]%
2822       \pgfmathparse{strrepeat("1",level())}%
2823       \xappto\myNodes{\noexpand\node at ({\forestov{name}}|-m)!-1!({\forestov{name}}$)
2824         (m\forestov{name}) {\myList}}%
2825       \pgfmathparse{level()}==\forestSortLevel}%
2826       \ifnum\pgfmathresult=1
2827         \forestOget{\forestov{@first}}{name}\forestFirst
2828         \forestOget{\forestov{@last}}{name}\forestLast
2829         \xappto\myNodes{{[<-]edge (\forestOv{\forestov{@first}}{name})
2830           \ifx\forestFirst\forestLast\else edge (\forestOv{\forestov{@last}}{name})\fi}}%
2831       \fi
2832       \ifnum\forestov{@parent}=0\else
2833         \xappto\myNodes{edge (m\forestOv{\forestov{@parent}}{name})}%
2834       \fi
2835       \gappto\myNodes{;}%
2836     \fi}}
2837
2838 \forestset{sort level/.code=%
2839   \pgfmathparse{#1}\let\forestSortLevel\pgfmathresult
2840   \pgfmathparse{strrepeat("1",\forestSortLevel+1)}\let\forestOnes\pgfmathresult}
2841

```

2.40 spalten.sty

```
2842 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2843 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-spalten}[2020/12/07 Lädt das Paket
2844 „multicol“, damit mehrspaltiger Satz mit Hilfe der Umgebung „multicols“
2845 realisiert werden kann.]
2846 \RequirePackage{multicol}
```

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

```
2847 \def\liSpaltenUmbruch{\vfill\strut\columnbreak}
```

```
2848
```


2.41 sql.sty

```
2849 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2850 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-tabelle}[2021/09/02 Zu Setzen von SQL]

2851 \liLadePakete{syntax}

2852 \RequirePackage{fancyvrb}
2853 \DefineVerbatimEnvironment{liSqlErgebnis}{Verbatim}
2854 {fontsize=\footnotesize}

2855
```

2.42 struktogramm.sty

```
2856 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2857 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-struktogramm}[2021/01/31 Lädt das
2858 Paket struktex zum Setzen von Struktogrammen]
2859 \RequirePackage{struktex}
2860
```

2.43 syntax.sty

```
2861 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2862 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-syntax}[2020/06/10 Ein Hüll-Paket um
2863 `minted`, das sich um die Syntax-Hervorhebung des Java-Codes kümmert.]
2864 \RequirePackage{xparse}
```

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

2.43.1 Makro-Kürzel

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

```
2865 \ExplSyntaxOn
2866 \directlua{
2867   syntax = require('lehramt-informatik-syntax')
2868   syntax.importiere_konfiguration('tex_repo_lokaler_pfad', '\LehramtInformatikRepository')
2869   syntax.importiere_konfiguration('github_domain', '\LehramtInformatikGithubDomain')
2870   syntax.importiere_konfiguration('github_raw_domain', '\LehramtInformatikGithubRawDomain')
2871   syntax.importiere_konfiguration('github_tex_repo', '\LehramtInformatikGithubTexRepo')
2872   syntax.importiere_konfiguration('github_code_repo', '\LehramtInformatikGithubCodeRepo')
2873   syntax.importiere_konfiguration('git_branch', '\LehramtInformatikGitBranch')
2874 }
2875 \RequirePackage{hyperref}
2876 \RequirePackage{minted}
2877 % pygmentize -L styles
2878 \usemintedstyle{colorful}
2879 %\BeforeBeginEnvironment{minted}{\begin{mdframed}}
2880 %\AfterEndEnvironment{minted}{\end{mdframed}}
2881 %\setminted{breaklines=true,linenos}
2882 \setminted{
2883   breaklines=true,
2884   linenos,
2885   fontsize=\footnotesize,
2886 }
```

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

```
2887 \newminted[liJavaAngabe]{java}{
2888   xleftmargin=1cm,
2889   linenos=false
2890 }
```

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

Let-Abkürzung: `\let\j=\liJavaCode`

```
2891 \def\liJavaCode#1{
2892   \,
2893   \textcolor{blue}{
2894     \mintinline[
2895       fontsize=\normalsize,
2896       breakanywhere % https://github.com/gpoore/minted/issues/31#issuecomment-
2897       458640242
2897     ]{java}|#1|
2898   }
2899   \,
2900 }
```

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

```
2901 \def\liLatexCode#1{\mintinline{latex}|#1|}
```

```

2902 \def\li@GithubLink#1#2{
2903   \begin{flushright}
2904     \tiny
2905     Code-Beispiel~auf~Github~ansehen:~
2906     \href{#1}{\nolinkurl{#2}}
2907   \end{flushright}
2908 }

\liJavaDatei Eine komplette Java-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/main/java/org/bschlangaul
liegt.
2909 \NewDocumentCommand{\liJavaDatei}{ O{firstline=3} m }{
2910   \inputminted[#1]{java}{
2911     \directlua{
2912       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', false)
2913     }
2914   }
2915   \li@GithubLink
2916   {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', false)}}
2917   {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', false)}}
2918 }

\liJavaTestDatei Eine komplette Java-Test-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/test/java/org/bschlangaul
liegt.
2919 \NewDocumentCommand{\liJavaTestDatei}{ O{firstline=3} m }{
2920   \inputminted[#1]{java}{
2921     \directlua{
2922       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', true)
2923     }
2924   }
2925   \li@GithubLink
2926   {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', true)}}
2927   {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', true)}}
2928 }

\liJavaExamen \liJavaExamen{66116}{2015}{03}{Kunde} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \liJavaDatei([
\liJavaExamen$1{$2}{$3}{$4}{$5}
2929 \NewDocumentCommand{\liJavaExamen}{ O{firstline=3} m m m m }{
2930   \inputminted[#1]{java}{
2931     \directlua{
2932       syntax.drucke_absoluten_examens_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')
2933     }
2934   }
2935   \li@GithubLink
2936   {\directlua{syntax.drucke_github_examens_url('#2', '#3', '#4', '#5')}}
2937   {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
2938   {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
2939 }

\liAssemblerCode
2940 \def\liAssemblerCode#1{\mintinline{asm}|#1|}

\liAssemblerDatei \liAssemblerDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Assembler-Datei.
2941 \NewDocumentCommand{\liAssemblerDatei}{ m }{
2942   \inputminted{asm}{#1}
2943 }

\liMinispracheDatei \liMinispracheDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Minisprachen-Datei
(Hochsprache für die Minimaschine von Albert Wiedemann).
2944 \NewDocumentCommand{\liMinispracheDatei}{ m }{
2945   \inputminted{componentpascal}{#1}
2946 }

```

```

\liHaskellCode \liHaskellCode{haskell}: Zum Setzen von Haskell-Code.
2947 \def\liHaskellCode#1{\mintinline{haskell}|#1|}

\liHaskellDatei \liHaskellDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Haskell-Datei.
2948 \NewDocumentCommand{\liHaskellDatei}{ m }{
2949   \inputminted{haskell}{#1}
2950 }

2951 \ExplSyntaxOff

\liSqlCode \liHaskellCode{sql}: Zum Setzen von SQL-Code.
Let-Abkürzung: \let\s=\liSqlCode
2952 \def\liSqlCode#1{\mintinline{sql}|#1|}

2953

```

2.44 syntaxbaum.sty

```
2954 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2955 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-syntaxbaum}[2021/02/14 Zum Setzen von
2956 Syntaxbäumen mit Hilfe des Pakets tikz-qtrees]
2957 \RequirePackage{tikz-qtrees}
2958
2959 \tikzset{li parsetree/.style={
2960     every internal node/.style={
2961         draw,circle
2962     },
2963     every leaf node/.style={
2964         draw,rectangle
2965     },
2966 }
2967 }
2968
```

2.45 synthese-algorithmus.sty

```
2969 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2970 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-synthese-algorithmus}[2021/03/19
2971 Hilfsmakros zum Setzen des Synthese-Algorithmuses zur Umformung einer
2972 Relation in die 3. Normalform]

2973 \liLadePakete{normalformen,mathe,typographie}
2974 \ExplSyntaxOn
```

2.45.1 Makro-Kürzel

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

2.45.2 TeX-Markup Grundgerüst

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

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

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

2.45.3 TeX-Markup Linksreduktion

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

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

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

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

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

2.45.4 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}

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

2.45.5 TeX-Markup Relationen formen

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

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

1. Kanonische Überdeckung

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

(a) Linksreduktion

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

(b) Rechtsreduktion

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

(c) Löschen leerer Klauseln

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

(d) Vereinigung

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

2. Relationsschemata formen

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

3. Schlüssel hinzufügen

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

4. Entfernung überflüssiger Teilschemata

— Eliminiere diejenigen Schemata \mathcal{R}_α , die in einem anderen Relationenschema $\mathcal{R}_{\alpha'}$ enthalten sind, d. h. $\mathcal{R}_\alpha \subseteq \mathcal{R}_{\alpha'}$. —

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

```
2975 \def\liSyntheseUeberschrift#1{
2976   {
2977     \bfseries
2978     \rmfamily
2979     \str_case:nn {#1} {
2980       {1} {Kanonische-Überdeckung}
2981       {1-1} {Linksreduktion}
2982       {1-2} {Rechtsreduktion}
2983       {1-3} {Löschen-leerer-Klauseln}
2984       {1-4} {Vereinigung}
2985       {2} {Relationsschemata-formen}
2986       {3} {Schlüssel-hinzufügen}
2987       {4} {Entfernung-überflüssiger-Teilschemata}
2988     }
```



```

2989 }
2990 }

\liSyntheseErklaerung Let-Abkürzung: \let\verklaerung=\liSyntheseErklaerung
2991 \def\li@synthese@erklaerung@texte#1{
2992   \str_case:nn {#1} {
2993     {1} {
2994       Die~kanonische~Überdeckung~---also~die~kleinst~mögliche~noch~
2995       äquivalente~Menge~von~funktionalen~Abhängigkeiten~kann~in~vier~
2996       Schritten~erreicht~werden.
2997     }
2998     {1-1} {
2999       Führe~für~jede~funktionale~Anhängigkeit~
3000        $\alpha \rightarrow \beta$ ~die~Linksreduktion~durch,~
3001       überprüfe~also~für~alle~
3002        $A \in \alpha$ ,~ob~ $A$ ~überflüssig~ist,~d.h.~ob~
3003        $\beta \subseteqq \text{liAttributHuelle}\{F, \alpha\}$ .
3004     }
3005     {1-2} {
3006       Führe~für~jede~(verbliebene)~funktionale~Abhängigkeit~ $\alpha$ ~
3007        $\rightarrow \beta$ ~die~Rechtsreduktion~durch,~überprüfe~also~für~
3008       alle~ $B \in \beta$ ,~ob~ $B \in \text{liAttributHuelle}\{F, (\alpha \rightarrow \beta) \cup (\alpha \rightarrow B)\}$ ,~
3009        $\alpha$ ~gilt.~In~diesem~Fall~ist~ $B$ ~auf~der~rechten~Seite~
3010       überflüssig~und~kann~eliminiert~werden,~d.h.~ $\alpha \rightarrow \beta$ ~
3011       wird~durch~ $\alpha \rightarrow B$ ~
3012       ersetzt.
3013     }
3014   }
3015   {1-3} {
3016     Entferne~die~funktionalen~Abhängigkeiten~der~Form~ $\alpha \rightarrow \emptyset$ ,~
3017     die~im~2.~Schritt~möglicherweise~
3018     entstanden~sind.
3019   }
3020   {1-4} {
3021     Fasse~mittels~der~Vereinigungsregel~funktionale~Abhängigkeiten~
3022     der~Form~ $\alpha \rightarrow \beta_{\{1\}}, \dots, \alpha \rightarrow \beta_{\{n\}}$ ,~so~dass~ $\alpha \rightarrow \beta_{\{1\}} \cup \dots \cup \beta_{\{n\}}$ ~
3023     verbleibt.
3024   }
3025 }
3026 % Kemper Seite 197
3027 {2} {
3028   Erzeuge~für~jede~funktionale~Abhängigkeit~ $\alpha \rightarrow \beta$ ~
3029    $\in F_{\{c\}}$ ~ein~Relationenschema~ $\mathcal{R}_{\{\alpha\}}$ ~
3030    $:= \alpha \cup \beta$ .
3031 }
3032 {3} {
3033   Falls~eines~der~in~Schritt~2.~erzeugten~Schemata~ $\mathcal{R}_{\{\alpha\}}$ ~
3034   einen~Schlüsselkandidaten~von~ $\mathcal{R}_{\{\alpha\}}$ ~bezüglich~ $F_{\{c\}}$ ~
3035   enthält,~sind~wir~fertig,~sonst~wähle~einen~Schlüsselkandidaten~
3036    $\mathcal{K} \subseteqq \mathcal{R}_{\{\alpha\}}$ ~aus~und~definiere~folgendes~
3037   zusätzliche~Schema:~ $\mathcal{R}_{\{\mathcal{K}\}} := \mathcal{K}$ ~
3038   und~ $\mathcal{F}_{\{\mathcal{K}\}} := \emptyset$ 
3039 }
3040 {4} {
3041   Eliminiere~diejenigen~Schemata~ $\mathcal{R}_{\{\alpha\}}$ ,~die~in~einem~
3042   anderen~Relationenschema~ $\mathcal{R}_{\{\alpha'\}}$ ~enthalten~sind,~d.h.~
3043    $\mathcal{R}_{\{\alpha\}} \subseteqq \mathcal{R}_{\{\alpha'\}}$ .
3044 }
3045 }
3046 }
3047 \def\liSyntheseErklaerung#1{
3048   {
3049     \itshape
3050     \footnotesize

```

```

3051     \liParagraphMitLinien{\li@synthese@erklaerung@texte{#1}}
3052   }
3053 }

```

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

```

3054 \def\liSyntheseUeberErklaerung#1{
3055   \liSyntheseUeberschrift{#1}\par
3056   \liSyntheseErklaerung{#1}
3057 }

```

```

3058 \ExplSyntaxOff
3059

```

2.46 tabelle.sty

```
3060 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3061 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-tabelle}[2020/12/05 Lädt das Paket tabluarx]
3062 \RequirePackage{tabularx}
3063
```

2.47 typographie.sty

```
3064 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3065 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-typographie}[2021/03/20 Typographische Makros,
3066 die das Erscheinungsbild verändern. Die Schriftdefinition sind in
3067 formatierung.sty definiert.]
```

```
3068 \ExplSyntaxOn
```

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

```
3069 \RequirePackage{fontawesome}
```

`\liErledigt` `\liErledigt:` ✓

```
3070 \let\liErledigt=\faCheckSquareO
```

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

```
3071 \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 —

```
3072 \def\liParagraphMitLinien#1{
3073   \noindent
3074   \vrule height 2pt depth -1.6pt width 0.4cm
3075   \enspace
3076   #1
3077   \enspace
3078   \leaders\vrule height 2pt depth -1.6pt \hfill \null
3079   \par
3080   \medskip
3081 }
```

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

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

```
3082 \def\liGeschweifteKlammern#1#2#3#4{
3083   \par
3084   \medskip
3085   \noindent
3086   #1 \, $= \Bigl\{ $
3087   \vspace{#3}
3088   #2
3089   \vspace{#4}
3090   \begin{flushright} $\Bigr\} $\end{flushright}
3091   \par
3092 }
```

`\liTypoUeberschrift`

```
3093 \def\liTypoUeberschrift#1{
3094   {
3095     \bfseries\rmfamily
3096     #1
3097   }
3098 }
```

\liTypoUeberGross

```
3099 \def\liTypoUeberGross#1{
3100   {
3101     \huge
3102     \liTypoUeberschrift{#1}
3103   }
3104 }
```

\liTypoUeberGross

```
3105 \def\liTypoUeberGROSS#1{
3106   {
3107     \Huge
3108     \liTypoUeberschrift{#1}
3109   }
3110 }
```

3111 \ExplSyntaxOff

3112

2.48 uml.sty

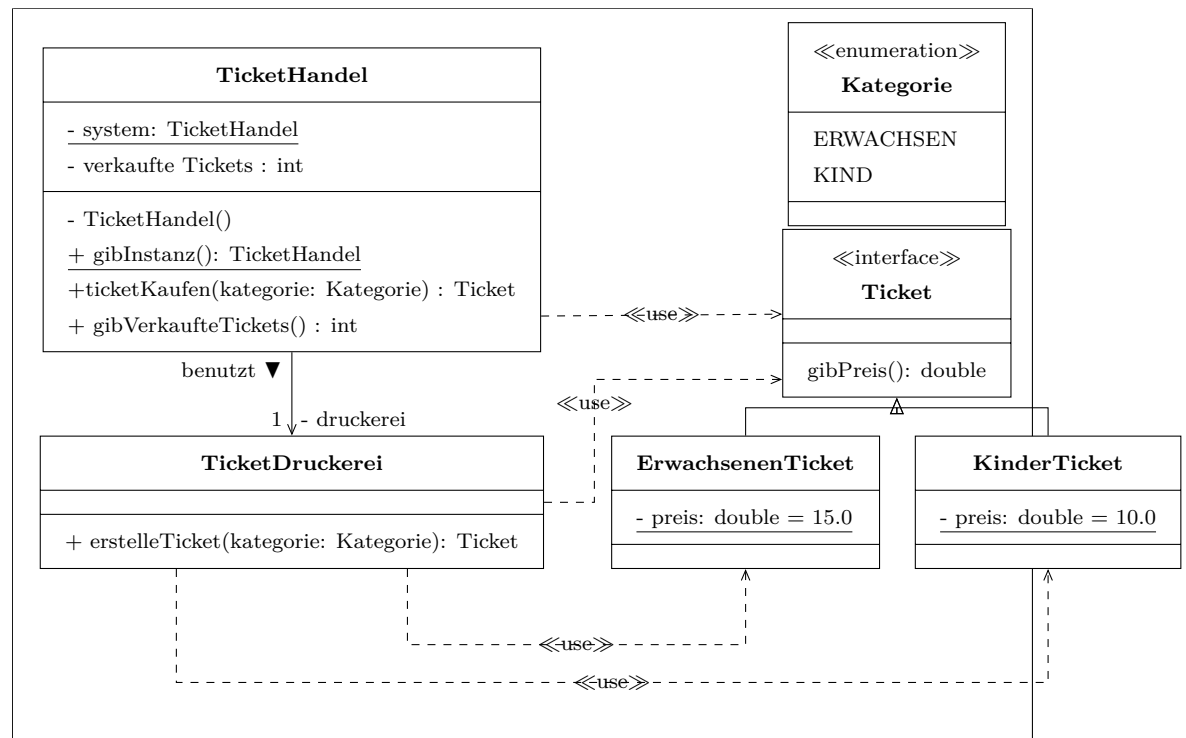
```

3113 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3114 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-uml}[2020/06/13 Ein Hüll-Paket um
3115 `tikz-uml', das einige Design-Einstellungen vornimmt und manche
3116 Erweiterung bereitstellt]

3117 \RequirePackage{tikz-uml}
3118 \RequirePackage{tikz-uml-activity}
3119 % Not compatible with wasysym
3120 %\RequirePackage{mathabx}
3121 \RequirePackage{wasysym}
3122 \usetikzlibrary{positioning}

3123 \tikzumlset{
3124   fill class=white!0,
3125   font=\footnotesize,
3126   fill object=white!0,
3127   fill note=white!0,
3128   fill state=white!0,
3129   % Use case
3130   fill usecase=white!0,
3131   fill system=white!0,
3132 }

```



```

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

```

```

3133 \NewDocumentCommand{ \liUmlLeserichtung } { 0{dir=right} m } {
3134   \def\@liDirLeft{}
3135   \def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}
3136   \pgfkeys{/lese/dir/.is choice}
3137   \pgfkeys{/lese/dir/up/.code={\def\@liDirRight{ \UParrow}}}
3138   \pgfkeys{/lese/dir/down/.code={\def\@liDirRight{ \DOWNarrow}}}
3139   \pgfkeys{/lese/dir/left/.code={\def\@liDirRight{}\def\@liDirLeft{\LEFTarrow }}}
3140   \pgfkeys{/lese/dir/right/.code={\def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}}}
3141
3142   \def\@liPos{above}
3143   \pgfkeys{/lese/pos/.code={\def\@liPos{##1}}}
3144

```

```

3145 \def\@liDistance{0cm}
3146 \pgfkeys{/lese/distance/.code={\def\@liDistance{##1}}}}
3147
3148 \pgfkeys{/lese/.cd,#1}
3149
3150 \node[\@liPos = \@liDistance of #2-middle] {
3151   \@liDirLeft{\footnotesize#2}\@liDirRight
3152 };
3153 }
3154

```

2.49 vollstaendige-induktion.sty

```

3155 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3156 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-vollstaendige-induktion}[2021/07/01]
3157 Hilfsmakros zum Setzen der Vollständigen Induktion, vor allem die
3158 Überschriften für die einzelnen Schritte]

```

2.49.1 Makro-Kürzel

```

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

```

```

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

```

Lade häufig benötigte Pakete

```

3159 \RequirePackage{lehramt-informatik-typographie}
3160 \RequirePackage{lehramt-informatik-mathe}
3161 \RequirePackage{lehramt-informatik-syntax}
3162 \ExplSyntaxOn

```

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

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

```

3163 \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

```
3164 \def\liInduktionErklaerung#1{\scriptsize\text{#1}}
```

\liInduktionAnfang

```
3165 \def\liInduktionAnfang{
3166   \liPseudoUeberschrift{Induktionsanfang}
3167
3168   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
3169   \liParagraphMitLinien{
3170     Beweise,~dass~ $A(1)$ ~eine~wahre~Aussage~ist.
3171   }
3172 }
```

\liInduktionVoraussetzung

```
3173 \def\liInduktionVoraussetzung{
3174   \liPseudoUeberschrift{Induktionsvoraussetzung}
3175
3176   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
3177   \liParagraphMitLinien{
3178     Die~Aussage~ $A(k)$ ~ist~wahr~für~ein~beliebiges~ $k \in \mathbb{N}$ $.
3179   }
3180 }
```

\liInduktionSchritt

```
3181 \def\liInduktionSchritt{
3182   \liPseudoUeberschrift{Induktionsschritt}
3183
3184   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
3185   \liParagraphMitLinien{
3186     Beweise,~dass~wenn~ $A(n=k)$ ~wahr~ist,~
3187     auch~ $A(n=k+1)$ ~wahr~sein~muss.
3188   }
3189 }

3190 \ExplSyntaxOff
3191
```

2.50 wasserfall.sty

```
3192 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3193 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-wasserfall}[2020/06/10]
3194 \RequirePackage{tikz}
3195 \tikzset{wasserfall/.style={
3196   >=stealth,
3197   node distance = 2mm and -8mm,
3198   start chain = A going below right,
3199   every node/.style = {
3200     draw,
3201     text width=24mm,
3202     minimum height=12mm,
3203     align=center,
3204     inner sep=1mm,
3205     fill=white,
3206     drop shadow={fill=black},
3207     on chain=A
3208   },
3209 }}
3210 \usetikzlibrary{chains,positioning,shadows}
3211
```

2.51 wpkalkuel.sty

```
3212 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3213 \ProvidesPackage{lehramt-informatik-wpkalkuel}[2020/06/13]
```

2.51.1 Makro-Kürzel

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

```
3214 \RequirePackage{amsmath}
3215 \ExplSyntaxOn
```

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

```
3216 \def\liWpKalkuelOhneMathe#1#2{
3217   \text{wp}(\texttt{\scriptsize"#1"},\thinspace #2)
3218 }
3219 \def\liWpKalkuel#1#2{
3220   \ifmmode
3221     \liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}
3222   \else
3223     $\liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}$
3224   \fi
3225 }
```

\MatheEnv

```
3226 \def\MatheEnv#1{
3227   \medskip
3228
3229   \hspace{1em}#1
3230
3231   \medskip
3232 }
```

\Mathe

```
3233 \def\Mathe#1{
3234   \MatheEnv{${#1}$}
3235 }
```

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

```
3236 \def\liWpEquivalent#1{
3237   \MatheEnv{${\equiv}\hspace{1em}${#1}$}
3238 }
```

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

```
3239 \newlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}
3240 \def\liWpErklaerung#1{
3241   \setlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}{\leftskip}
3242   \setlength{\leftskip}{0.5cm}
3243
3244   \par
3245   \noindent
3246   {
3247     \scriptsize
3248     #1
3249   }
3250   \par
3251
3252   \setlength{\leftskip}{\@Skip@Erklaerung@Reset}
3253 }
```


405, 416, 417, 454, 461, 466, 1536, 1543, 1549, 2001, 2402	1417, 1517, 1687, 1724, 1725, 1732, 1841, 1916, 1971, 1979, 1998, 2014, 2015, 2029, 2040, 2041, 2122, 2138, 2163, 2186, 2201, 2211, 2287, 2288, 2336, 2381, 2529, 2549, 2680, 2702, 2716, 2880, 2907, 3090	F <code>\faCheckSquare0</code> 3070 <code>\faCircleThin</code> 1268 <code>\faGg</code> 1262 <code>\fancyfoot</code> 1421, 1422, 1423, 1865, 1866, 1867, 1868 <code>\fancyhead</code> 1420, 1862, 1863, 1864 <code>\faSquare0</code> 1256 <code>\fi</code> . 655, 663, 671, 679, 686, 1292, 1306, 1342, 1968, 2070, 2080, 2090, 2104, 2328, 2365, 2410, 2471, 2638, 2830, 2831, 2834, 2836, 3224 <code>\filcenter</code> 1615 <code>\footcite</code> 752, 821, 843, 890, 913, 945, 998, 1049, 1076, 1122, 1737, 1740, 1747, 1752, 1757, 1761, 1767, 1772, 1877, 2139, 2140, 2295, 2532 <code>\footnote</code> 2044, 2048 <code>\footnotesize</code> 152, 427, 509, 603, 1273, 1572, 1942, 1993, 2008, 2024, 2239, 2333, 2350, 2358, 2487, 2496, 2739, 2854, 2885, 3050, 3125, 3151 <code>\footrulewidth</code> . 1426, 1870 <code>\foreach</code> . 1503, 1506, 1513 <code>\forestFirst</code> . . 2827, 2830 <code>\forestLast</code> . . . 2828, 2830 <code>\forestOget</code> . . . 2827, 2828 <code>\forestOnes</code> 2840 <code>\forestOv</code> 2829, 2830, 2833 <code>\forestov</code> . 2819, 2823, 2824, 2827, 2828, 2829, 2830, 2832, 2833 <code>\forestset</code> 2815, 2838 <code>\forestSortLevel</code> 2817, 2825, 2839, 2840 <code>\frac</code> 2097, 2130, 2162, 2177 <code>\fullouterjoin</code> 2730
D <code>\DeclareMathSymbol</code> 2228, 2229 <code>\DecoINERT</code> 2602, 2675, 2676, 2698 <code>\DecoINERTwithPivot</code> 2618, 2697 <code>\DecoLEFT</code> 2597, 2696 <code>\DecoLEFTwithPivot</code> 2612, 2674 <code>\DecoRIGHT</code> 2607, 2699, 2709 <code>\DecoRIGHTwithPivot</code> 2624, 2677 <code>\definecolor</code> 1397 <code>\DefineVerbatimEnvironment</code> 2853 <code>\delta</code> 70, 112, 170, 212, 1300 <code>\dh</code> 2052, 3011 <code>\directlua</code> 63, 142, 200, 205, 1281, 1295, 1315, 1323, 1330, 1335, 2315, 2320, 2373, 2380, 2387, 2767, 2866, 2911, 2916, 2917, 2921, 2926, 2927, 2931, 2937, 2938 <code>\do</code> 2598, 2603, 2608, 2613, 2619, 2625 <code>\dots</code> 589, 593, 1758, 2526, 3022, 3023 <code>\DOWNarrow</code> 3138 <code>\draw</code> 1508, 1511, 1514, 2474, 2773, 2776	E <code>\edef</code> 1499, 2691, 2695, 2707, 2708 <code>\edge</code> 276 <code>\else</code> 653, 661, 669, 677, 684, 1290, 1304, 1340, 1965, 2068, 2078, 2088, 2102, 2326, 2363, 2408, 2469, 2637, 2830, 2832, 3222 <code>\emph</code> . . 750, 997, 1252, 1739, 1768, 1770, 1918 <code>\empty</code> 1965, 2362 <code>\emptyset</code> 2272, 3017, 3038, 3071 <code>\end</code> 794, 820, 845, 880, 914, 946, 974, 990, 1009, 1017, 1048, 1077, 1098, 1123, 1148, 1168, 1187, 1212, 1230, 1331, 1488, 2633, 2635, 2636, 2637, 2645, 2803 <code>\ExplSyntaxOff</code> 54, 97, 139, 144, 197, 202, 207, 611, 633, 648, 724, 1276, 1354, 1389, 1451, 1600, 1701, 1856, 1872, 2053, 2118, 2308, 2502, 2752, 2813, 2951, 3058, 3111, 3190, 3261 <code>\ExplSyntaxOn</code> . . 35, 66, 107, 140, 165, 198, 203, 228, 554, 617, 634, 673, 1249, 1344, 1366, 1440, 1535, 1621, 1849, 1861, 1909, 2057, 2290, 2395, 2483, 2740, 2810, 2865, 2974, 3068, 3162, 3215	G <code>\g</code> . . . 39, 279, 280, 302, 306, 312, 313, 314, 315, 316, 318, 319, 321, 322, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 334, 338, 339, 340, 343, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 395, 399, 403, 406, 407, 409, 410, 412, 413, 420, 421, 422, 423, 431, 432, 434, 440, 441, 443,

444, 446, 447, 459, 462, 467, 469, 473, 1537, 1539, 1550, 1552, 1623, 1627, 1631, 1635, 1636, 1637, 1638, 1639, 1641, 1642, 1644, 1670, 1672, 1677, 1681	2001, 2005, 2125, 2130, 2134, 2144, 2150, 2155, 2167, 2171, 2175, 2179, 2183, 2190, 2194, 2198, 2520, 2523, 2526, 2540, 2543, 2546	\LehramtInformatikGitBranch 458, 2873
\Gamma . 111, 169, 212, 1309	\itshape 602, 3049	\LehramtInformatikGithubCodeRepo 2872
\gappto 2835		\LehramtInformatikGithubDomain 455, 2869
\geometry 5		\LehramtInformatikGithubRawDomain 2870
\geq 1765, 2128, 2515, 2520, 2536, 2540		\LehramtInformatikGithubTexRepo 456, 2871
	J	\LehramtInformatikRepository 17, 20, 23, 26, 29, 1444, 1633, 1888, 1889, 1890, 1891, 1892, 1893, 1894, 1895, 1896, 1897, 2868
H	K	\LehramtInformatikTitel 1863
\hbox 2725	\k 1513	\leq 2162, 2523, 2543
\headrulewidth . 1425, 1869	\keys 41, 75, 87, 117, 127, 175, 185, 310, 621, 625, 639, 644, 1373, 1380	\let 1298, 1299, 1913, 2674, 2675, 2676, 2677, 2690, 2692, 2693, 2694, 2696, 2697, 2698, 2699, 2709, 2801, 2839, 2840, 3070
\headwidth 1871		\li@chomsky@erklaerung@texte 568, 604
\hfill 1566, 1597, 2147, 2153, 2158, 3078	L	\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
\hinweis 1942	\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, 1852, 1853, 1854, 2004, 2005, 2006, 2013	\li@EntwurfsCodeAllgemein 745
\hline 2285	\labelenumi 1410	\li@fussnote@text 2236, 2242, 2246, 2250, 2254
\horizontale .. 1543, 1574	\labelenumii 1411	\li@GithubLink 2902, 2915, 2925, 2936
\href 1362, 1592, 2048, 2215, 2906	\labelitemi 1404	\li@mget . 1490, 1494, 1514
\hspace .. 2477, 3229, 3237	\labelitemii 1405	\li@minc 1493, 1515
\ht 2726	\labelitemiii 1406	\li@mset 1487, 1495, 1504, 1507
\Huge 1668, 3107	\labelitemiv 1407	\li@numdiscs 1499, 1508, 1514
\huge 1615, 3101	\land 3257, 3259	\li@Rmodell@Schrift 2739, 2748, 2758
	\LARGE 1399, 1677	\li@sequence .. 1500, 1513
I	\Large 1565	\li@synthese@erklaerung@texte 2991, 3051
\i 1513, 1514	\large 1560, 1656, 1717, 2789	\li@Ableitung 1323
\ifcase 2634	\leaders 3078	liAdditum (environment) 1972
\ifmmode 651, 659, 667, 675, 682, 1288, 1302, 1338, 2066, 2076, 2086, 2100, 2324, 2406, 2467, 3220	\left 2060, 2400	liAHuelle (environment) 2331
\IfNoValueTF 1975, 2044, 2048	\LEFTarrow 3139	\li@Alphabet 1308
\ifnum 2561, 2802, 2818, 2826, 2832	\leftarrow 665	\LehramtInformatikAutorEmailIliAntwort (environment) 1868
\ifx 1965, 2362, 2830	\leftouterjoin 2728	\LehramtInformatikAutorName \li@Anweisung 1843
\in 577, 733, 1765, 2110, 2113, 2116, 2145, 2151, 2156, 2515, 2526, 2536, 2546, 3000, 3002, 3008, 3029, 3178	\leftskip 3241, 3242, 3252	\li@AssemblerCode ... 2940
\includegraphics ... 1447	\LehramtInformatikAutorEmailIliAntwort (environment) 1868	
\inhaltsverzeichnis 1910	\LehramtInformatikAutorName \li@Anweisung 1843	
\input 17, 20, 23, 26, 29, 479, 1632	..... 1867	
\inputminted 2910, 2920, 2930, 2942, 2945, 2949		
\int 2812		
\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, 1722, 1723,		

\liAssemblerDatei ..	2941	\liEntwurfsAdapter ..	853	\liEntwurfsStellvertreterCode	
\liAttribut	2758	\liEntwurfsAdapterAkteure		.....	1189, 1197
\liAttributHuelle ...		.....	823, 855	\liEntwurfsStellvertreterUml	
... ..	2322, 3003, 3008	\liEntwurfsAdapterCode		.....	1175, 1196
\liAttributHuelleOhneMathe		.....	847, 856	\liEntwurfsZustand ..	1236
.....	2322, 2325,	\liEntwurfsAdapterUml		\liEntwurfsZustandAkteure	
2327, 2341, 2351, 2359		.....	808, 854	.....	1214, 1238
\liAttributMenge		\liEntwurfsBeobachter	924	\liEntwurfsZustandCode	
.....	2330, 2342, 2345,	\liEntwurfsBeobachterAkteure		.....	1232, 1239
2352, 2353, 2367, 2369		.....	882, 926	\liEntwurfsZustandUml	
\liAufgabe	16	\liEntwurfsBeobachterCode		.....	1199, 1237
\liAufgabenMetadaten		.....	916, 927	\liEpsilon	1294
.....	47, 1556, 1647	\liEntwurfsBeobachterUml		\liErAttribute	
\liAufgabenTitel	55	.....	858, 925	... ..	1252, 1266, 1268
\liAusdruck	1345	\liEntwurfsDekorierer	956	\liErDatenbankName ..	1271
\liAutomat	66	\liEntwurfsDekoriererAkteure		\liErEntity 1250, 1254, 1256	
\liAutomatenKante	98	.....	958	\liErledigt	3070
\liBandAlphabet	1309	\liEntwurfsDekoriererCode		\liErMpAttribute ...	1265
\liBedingung	1844	.....	948, 959	\liErMpEntity	1253
\liBedingungDrei		\liEntwurfsDekoriererUml		\liErMpRelationship	1259
... ..	2115, 2158, 2198	.....	929, 957	\liErRelationship ...	
\liBedingungEins ....		\liEntwurfsEinfacheFabrik		... ..	1251, 1260, 1262
... ..	2109, 2147, 2190	.....	992	\liExamensAufgabe	19
\liBedingungFalsch ..	1846	\liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure		\liExamensAufgabeA ...	28
\liBedingungWahr ...	1845	.....	976, 994	\liExamensAufgabeTA ..	25
\liBedingungZwei		\liEntwurfsEinfacheFabrikUml		\liExamensAufgabeTTA ..	22
... ..	2112, 2153, 2194	.....	961, 993	\liExkurs (environment)	1980
\liBeschriftung	1934	\liEntwurfsEinzelstueck		\liFalsch	549
\liBindeAufgabeEin ..	1630	.....	1022	\liFlaci	1355
\liChomskyErklaerung		\liEntwurfsEinzelstueckAkteure		\liFremd	2738
.....	568, 609	.....	1011, 1027	\liFunktionaleAbhaengigkeit	
\liChomskyUeberErklaerung		\liEntwurfsEinzelstueckBeschreibung		... ..	2361, 2364, 2372
.....	607	.....	996, 1023	\liFunktionaleAbhaengigkeiten	
\liChomskyUeberschrift		\liEntwurfsEinzelstueckCode		.....	2375
.....	556, 608	.....	1019, 1029	\liFussnote ...	2235, 2237
\liCpmEreignis	617	\liEntwurfsEinzelstueckUml		\liFussnoteDreiText ..	
\liCpmFruehErklaerung	688	.....	1001, 1025	.....	2249, 2267
\liCpmFruehI ...	681, 701	\liEntwurfsErbauer ..	1079	\liFussnoteEinsText ..	
\liCpmSpaetErklaerung	706	\liEntwurfsErbauerAkteure		.....	2241, 2261
\liCpmSpaetI ...	674, 719	.....	1051, 1081	\liFussnoteLink	2047
\liCpmVon	657	\liEntwurfsErbauerUml		\liFussnoten	2257
\liCpmVonOhneMathe ..		.....	1031, 1080	\liFussnoteUrl ..	1169, 2043
.....	657, 660, 662	\liEntwurfsFabrikmethode		\liFussnoteVierText ..	
\liCpmVonZu	649	.....	1125, 1150	.....	2253, 2270
\liCpmVonZuOhneMathe		\liEntwurfsFabrikmethodeAkteure		\liFussnoteZweiText ..	
.....	649, 652, 654	.....	1100, 1127	\liGeschweifteKlammern	
\liCpmVorgang	634	\liEntwurfsFabrikmethodeUml		... ..	1327, 2376, 3082
\liCpmZu	665	.....	1083, 1126	\liGrafikLogo	
\liCpmZuOhneMathe ...		\liEntwurfsKompositum		... ..	1443, 1446, 1663
.....	665, 668, 670	.....	1150	\liGrafikLogoPfad ...	
liDiagramm (environ-		\liEntwurfsKompositumAkteure		.....	1443, 1448
ment)	2031	.....	1152	\liGrammatik	1366
liEinbettung (environ-		\liEntwurfsKompositumUml		liGraphenFormat (envi-	
ment)	1944	.....	1129, 1151	ronment)	1480
\liEntwurfs	1171	\liEntwurfsModellPraesentation		\liHaskellCode	2947
\liEntwurfsAbstrakteFabrik		.....	1171	\liHaskellErklaerung	
.....	801	\liEntwurfsModellPraesentationAkteure		... ..	2948
\liEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung		.....	1173	\liInduktionAnfang ..	3165
.....	749, 802	\liEntwurfsModellPraesentationUml		\liInduktionErklaerung	
\liEntwurfsAbstrakteFabrikCode		.....	1154, 1172	... ..	3164
.....	796, 806	\liEntwurfsStellvertreter		\liInduktionMarkierung	
\liEntwurfsAbstrakteFabrikUml		.....	1195	.....	3163
.....	754, 804				

<code>\liInduktionSchritt</code>	3181	<code>\liOOhneMathe</code> 2082 , 2087 , 2089	<code>\liRundeKlammer</code> 2059 , 2063 , 2073 , 2083 , 2097 , 2399 , 2403
<code>\liInduktionVoraussetzung</code>	..... 3173	<code>\liParagraphMitLinien</code> 604 , 689 , 707 , 2296 , 3051 , 3072 , 3169 , 3177 , 3185	<code>\liSetzeExamenTeilaufgabeNr</code> 1626
<code>liJavaAngabe</code> (environ- ment)	2887	<code>\liPetriErreichKnotenDrei</code> 2476	<code>\liSetzeExamenThemaNr</code> 1622
<code>\liJavaCode</code>	2891	<code>\liPetriErreichTransition</code> 2473	<code>\liSortierMarkierung</code>	2778
<code>\liJavaDatei</code> ..	747 , 2909	<code>\liPetriSetzeSchluessel</code> 2418	<code>\liSortierPfeil</code>	2772
<code>\liJavaExamen</code>	2929	<code>\liPetriTransitionsName</code> 2465 , 2477	<code>\liSortierPfeilUnten</code>	2775
<code>\liJavaTestDatei</code> ...	2919	<code>\liPetriTransitionsNameOhneMathe</code>	... 2465 , 2468 , 2470	<code>\liSpaltenUmbruch</code> ..	2847
<code>liKasten</code> (environment)	1414	<code>\liPetriTransPfeile</code>	2477	<code>\liSqlCode</code>	2952
<code>\liKellerAutomat</code> ...	107	<code>\liPolynomiellReduzierbar</code> 1727	<code>\listen@punkt</code> ..	2001 , 2013
<code>\liKellerKante</code>	145	<code>\liPotenzmenge</code> 1295 , 1299 , 2488	<code>\liStrich</code>	1709
<code>\liKellerUebergang</code> ..	..... 140 , 146	<code>\liPotenzmengeOhneMathe</code>	... 1296 , 1297 , 1298	<code>\liSyntheseErklaerung</code> 2991 , 3056
<code>\liKontrollCode</code>	1847	<code>\liPrimaeer</code>	2737	<code>\liSyntheseUeberErklaerung</code> 3054
<code>liKontrollflussgraph</code> (environment)	1835	<code>\liProblemBeschreibung</code> 1711	<code>\liSyntheseUeberschrift</code> 2975 , 3055
<code>\liKontrollKnotenPfad</code>	..... 1849	<code>\liProblemClique</code> ...	1734	<code>\liT</code>	2092 , 2107 , 2121 , 2185
<code>\liKontrollTextzeileKnoten</code>	..... 1848 , 1853	<code>\liProblemName</code> 1710 , 1717 , 1729 , 1731 , 1744 , 1755 , 1756 , 1764 , 1765	<code>\liTeilen</code>	2319
<code>\liKurzeTabellenLinie</code>	729	<code>\liProblemSat</code>	1763	<code>\liLiteratur</code>	1876 , 1900
<code>\liLadeAllePakete</code> ...	..... 233 , 1618	<code>\liProblemSubsetSum</code> 1754 , 1763	<code>\liTheta</code>	2062 , 2113 , 2145 , 2151 , 2156
<code>\liLadePakete</code>	59 , 62 , 229 , 234 , 555 , 616 , 1285 , 1523 , 1605 , 1707 , 2234 , 2314 , 2482 , 2851 , 2973	<code>\liProblemVertexCover</code> 1734 , 1742	<code>\liThetaOhneMathe</code> 2062 , 2067 , 2069
<code>\liLatexCode</code>	2901	<code>liProduktionsRegeln</code> (environment)	1324	<code>\liTOhneMathe</code> 2092 , 2101 , 2103
<code>\liLeereZelle</code>	2272	<code>liProjektSprache</code> (envi- ronment)	1943	<code>\liTuringKante</code>	208
<code>liLernkartei</code> (environ- ment)	2021	<code>\liPseudoUeberschrift</code> 1920 , 1976 , 1977 , 2282 , 2292 , 3166 , 3174 , 3182	<code>\liTuringLeerzeichen</code> 164 , 172
<code>\liLinksReduktion</code> ..	2339	<code>\liPumpingKontextfrei</code> 2534	<code>\liTuringMaschine</code> ...	165
<code>\liLinksReduktionInline</code>	..... 2348 , 2356	<code>\liPumpingRegulaer</code> .	2513	<code>\liTuringUeberfuehrung</code> 211
<code>\liMasterExkurs</code>	2203	<code>liQuellen</code> (environment)	..... 2001	<code>\liTuringUebergaenge</code> 203 , 209
<code>\liMasterFaelle</code> 2142 , 2210		<code>\liRechtsReduktionInline</code> 2356	<code>\liTuringUebergangZelle</code> 198
<code>\liMasterFallRechnung</code>	..... 2188	<code>\liRekursionsGleichung</code> 2106 , 2169	<code>\liTypoUeberGROSS</code> ..	3105
<code>\liMasterVariablen</code> ..	..... 2119 , 2205	<code>\liRelation</code>	2386	<code>\liTypoUeberGross</code> 3099 , 3105
<code>\liMasterVariablenDeklaration</code>	..... 2165	<code>liRelationenSchemaFormat</code> (environment)	2759	<code>\liTypoUeberschrift</code> 3093 , 3102 , 3108
<code>\liMasterWolframLink</code>	2213	<code>\liRelationMenge</code> ...	2753	<code>\liUeberfuehrungsFunktion</code> 1300
<code>\liMenge</code> ...	76 , 77 , 79 , 118 , 119 , 120 , 124 , 176 , 177 , 178 , 182 , 1286 , 1335 , 1374 , 1375	<code>\liRichtig</code>	548	<code>\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe</code>	... 1300 , 1303 , 1305
<code>\liMengeOhneMathe</code> ...	... 1286 , 1289 , 1291	<code>liRmodell</code> (environment)	..... 2739	<code>liUebergangsTabelle</code> (environment)	2280
<code>\liMetaSetze</code> .....	... 36 , 48 , 1557 , 1648			<code>\liUeberschriftDreiecksTabelle</code> 2290
<code>\liMinimierungErklaerung</code>	..... 2294			<code>\liUmlLeserichtung</code> .	3133
<code>\liMinispracheDatei</code>	2944			<code>\liVertauschen</code>	2766
<code>\linespread</code>	2746			<code>\liWortInSprache</code>	730
<code>\liNichtsZuTun</code>	3071			<code>\liWortNichtInSprache</code>	735
<code>\liO</code>	2082 , 2110			<code>\liWpEquivalent</code>	3236
<code>\liOmega</code>	2072 , 2116			<code>\liWpErklaerung</code>	3239
<code>\liOmegaOhneMathe</code> ...	... 2072 , 2077 , 2079			<code>\liWpErklaerungVerzweigung</code> 3254
<code>\liONotationO</code>	2402			<code>\liWpKalkuel</code>	3216

<code>\liWpKalkuelOhneMathe</code>	<code>\myNodes</code> 2808,	O
. 3216, 3221,	2823, 2829, 2833, 2835	<code>\o</code> 2402, 2407, 2409
3223, 3255, 3257, 3259		<code>\o@join</code>
<code>\liZustandsBuchstabe</code>	N	2725, 2728, 2729, 2730
. 1310,	<code>\NeedsTeXFormat</code>	<code>\Omega</code> 2073
1319, 1321, 1339, 1341	. . . . . 1, 14, 32,	<code>\omega</code> 2515, 2516, 2536, 2537
<code>\liZustandsBuchstabeGross</code>	57, 225, 483, 544,	<code>\or</code> 2636
. . . 1311, 1320, 1322	551, 613, 726, 741,	
<code>\liZustandsmenge</code> . . . 1298	1242, 1278, 1391,	P
<code>\liZustandsmengeNr</code> . .	1428, 1437, 1453,	<code>\pagestyle</code> 1424, 1654
. 1312, 2497	1482, 1520, 1602,	<code>\par</code> 428, 449,
<code>\liZustandsmengeNrGross</code>	1703, 1775, 1858,	608, 1356, 1364,
. 1320	1874, 1880, 1902,	1540, 1544, 1547,
<code>\liZustandsMengenSammlung</code>	2055, 2218, 2231,	1560, 1567, 1578,
. 2484	2310, 2393, 2413,	1594, 1597, 1657,
<code>\liZustandsMengenSammlungNr</code>	2479, 2504, 2509,	1661, 1670, 1672,
. 2493	2553, 2719, 2732,	1677, 1681, 1685,
<code>\liZustandsmengeOhneMathe</code>	2761, 2842, 2849,	1923, 1929, 1935,
. 1298	2856, 2861, 2954,	1995, 2017, 2026,
<code>\liZustandsname</code> 1321	2969, 3060, 3064,	2678, 2700, 2715,
<code>\liZustandsnameGross</code>	3113, 3155, 3192, 3212	2756, 3055, 3079,
. . . 1322, 2485, 2494	<code>\neg</code> 3259	3083, 3091, 3244, 3250
<code>\liZustandsnameTiefgestellt</code>	<code>\negthinspace</code> . . 2060, 2400	<code>\paragraph</code> 1401
. 1337	<code>\newcounter</code> . . . 2573, 2574	<code>\parindent</code> 2747
<code>\liZustandsPaar</code> 2274	<code>\NewDocumentCommand</code> .	<code>\path</code> 99, 146, 209, 646
<code>\liZustandsPaarVariablenName</code>	. . . . 67, 108, 145,	<code>\pgfkeys</code> . . 2429, 3136,
. . . 2273, 2276, 2277	166, 208, 229, 618,	3137, 3138, 3139,
<code>\llap</code> 2726	635, 674, 681, 730,	3140, 3143, 3146, 3148
<code>\log</code> 2110,	735, 1345, 1367,	<code>\pgfmath@count</code>
2113, 2116, 2145, 2151	1446, 1727, 1850,	. . . 2800, 2802, 2804
<code>\loop</code> 2559	1878, 2043, 2047,	<code>\pgfmath@smuggleone</code> 2805
<code>\lor</code> 3258	2375, 2386, 2473,	<code>\pgfmathdeclarefunction</code>
<code>\ltimes</code> 2221	2909, 2919, 2929,	. . . . . 2799
	2941, 2944, 2948, 3133	<code>\pgfmathhint</code> 2800
M	<code>\NewDocumentEnvironment</code>	<code>\pgfmathparse</code>
<code>\makeatletter</code> 2798	1324, 1414, 1480,	. . . . 1494, 2817,
<code>\makeatother</code> 2806	1835, 1943, 1944,	2822, 2825, 2839, 2840
<code>\marginpar</code>	1945, 1972, 1980,	<code>\pgfmathresult</code>
1255, 1261, 1267, 1918	2002, 2021, 2031,	. . . . 1495, 2800,
<code>\mathbb</code> . . 1765, 2546, 3178	2281, 2331, 2741, 2759	2801, 2803, 2805,
<code>\mathbin</code> . 2728, 2729, 2730	<code>\newlength</code> 3239	2818, 2826, 2839, 2840
<code>\mathcal</code>	<code>\newminted</code> 2887	<code>\pgfutil@empty</code> 2801
2083, 2403, 3029,	<code>\node</code> 631, 1843,	<code>\pgfutil@loop</code> 2802
3034, 3036, 3037, 3038	1848, 2599, 2604,	<code>\pgfutil@repeat</code> 2805
<code>\Mathe</code> 3233	2609, 2615, 2621,	<code>\preceq</code> 1730
<code>\MatheEnv</code> 3226, 3234, 3237	2627, 2778, 2823, 3150	<code>\prime</code> 1709
<code>\mathord</code> 2228, 2229	<code>\noexpand</code> 2687,	<code>\printbibliography</code> . 1900
<code>\mdfsetup</code> 1413,	2688, 2689, 2708, 2823	<code>\ProvidesPackage</code>
1950, 1954, 1958, 1962	<code>\noindent</code> 429,	. . . . . 2, 15, 33,
<code>\medskip</code> 1562,	732, 737, 1545,	58, 226, 484, 545,
1569, 1719, 1927,	1559, 1564, 1571,	552, 614, 727, 742,
1937, 1939, 2011,	1587, 1594, 1597,	1243, 1279, 1392,
2039, 2744, 2750,	1924, 1936, 1940,	1429, 1438, 1454,
3080, 3084, 3227, 3231	1966, 1994, 1996,	1483, 1521, 1603,
<code>\memph</code> 1918	2009, 2025, 2027,	1704, 1776, 1859,
<code>\mintinline</code> 2894,	2035, 2207, 2260,	1875, 1881, 1903,
2901, 2940, 2947, 2952	2263, 2266, 2269,	2056, 2219, 2232,
<code>\mkern</code> . . . 2728, 2729, 2730	2754, 3073, 3085, 3245	2311, 2394, 2414,
<code>\mlq</code> 2226, 2228	<code>\nolinkurl</code> 2906	2480, 2505, 2510,
<code>\mrq</code> 2226, 2229	<code>\normalsize</code> . . . 1401, 2895	2554, 2720, 2733,
<code>\msg</code> 477	<code>\notin</code> 738	2762, 2843, 2850,
<code>\myList</code>	<code>\null</code> 3078	2857, 2862, 2955,
2819, 2820, 2821, 2824		2970, 3061, 3065,
		3114, 3156, 3193, 3213

Q		
\QS@list	2417, 2507, 2567,	\shoveright 2344
2680, 2691, 2695,	2569, 2721, 2722,	\Sigma 69, 110,
2702, 2708, 2713, 2716	2723, 2736, 2764,	168, 1308, 1309, 1369
\QS@select@equal	2795, 2846, 2852,	\sigma 582, 584, 585
..... 2655, 2659	2859, 2864, 2875,	\SLASH 1919
\QS@select@greater ..	2876, 2957, 3062,	\small 2034
..... 2656, 2660	3069, 3117, 3118,	\sort 2812
\QS@select@smaller ..	3120, 3121, 3159,	\sortList 2811, 2820
... 2651, 2654, 2658	3160, 3161, 3194, 3214	\square 549
\QS@sort@a	\right 2060, 2400	\stepcounter 2599, 2604,
2633, 2666, 2687, 2688	\RIGHTTarrow ... 3135, 3140	2609, 2612, 2614,
\QS@sort@b 2633, 2634	\Rightarrow 733, 738	2618, 2620, 2624, 2626
\QS@sort@c 2637, 2644	\rightarrow 212,	\stichwoerter .. 1536, 1572
\QS@sort@d 2645, 2653	572, 577, 585, 589,	\str 361, 560, 569, 1947,
\QS@sort@empty . 2635, 2640	591, 592, 594, 649,	2489, 2498, 2979, 2992
\QS@sort@single 2636, 2641	657, 2477, 3000,	\string 2342, 2352
\QSinitialize	3007, 3009, 3012,	\StrSubstitute . 2819, 2821
... 2558, 2670, 2705	3017, 3022, 3023, 3028	\strut 2167, 2171,
\QSIr . 2641, 2647, 2655,	\rightouterjoin 2729	2175, 2179, 2183, 2847
2675, 2689, 2694, 2697	\rmfamily	\subsection 1628
\QSirr 2676, 2689, 2690, 2698	559, 1514, 2978, 3095	\subsepeq 3003, 3036, 3043
\QSLr 2647,	\Roman 1409	\subsubsection 1649
2654, 2665, 2666,	\roman 1409, 1411	
2674, 2687, 2692, 2696	\romannumeral 2645	
\QSpivotStep	\rtimes 2221	T
2560, 2670, 2674, 2685	\rule 1546,	\tableofcontents
\QSRr 2647	2678, 2700, 2715, 2726	..... 1698, 1914
\QSRr 2656,		\TeX 1595
2677, 2688, 2693,	S	\text 82, 84,
2699, 2708, 2709, 2710	\sb 72, 82,	187, 2322, 3164, 3217
\QSSortStep	84, 113, 171, 584,	\textbf 696, 714,
2562, 2670, 2686, 2687	585, 589, 592, 593,	1250, 1538, 1735,
\quad 2238	594, 676, 678, 683,	1744, 1755, 1764,
	685, 1339, 1341,	1925, 1938, 1967,
	2110, 2113, 2116,	1995, 2010, 2026, 2285
	2145, 2151, 2300,	\textcolor 1847, 2893, 3163
R	2465, 2474, 3022,	\textit ... 1090, 1132,
\raisebox 1848	3023, 3024, 3029,	1133, 1134, 1135,
\relax 1913,	3033, 3034, 3037,	1551, 2036, 2330, 2390
2647, 2690, 2692,	3038, 3041, 3042, 3043	\textsc 1710
2693, 2694, 2802, 2804	\scriptscriptstyle ..	\textsf 1925, 2010
\renewcommand .....	..... 649, 657, 665	\textstyle 2130, 2162
1404, 1405, 1406,	\scriptsize 1358,	\texttt 1273, 1710, 1844,
1407, 1410, 1411,	1788, 1795, 1801,	1845, 1846, 1847, 3217
1425, 1426, 1693,	1863, 1864, 1867,	\textwidth 1546, 1871
1697, 1869, 1870, 2280	1868, 3164, 3217, 3247	\thematik 1549, 1566
\repeat 2563	\section ... 52, 1615, 1624	\thepage 1423, 1866
\RequirePackage	\sectionbreak 1616	\theparagraph 1401
..... 4, 60, 163,	\seq . 1852, 1853, 1854,	\thesection 1615
227, 231, 480, 486,	2004, 2005, 2006, 2013	\Theta 2063
487, 547, 615, 744,	\setbox 2725	\thinspace 3217
745, 1245, 1247,	\setcounter 1402, 1617,	\tikz 1848
1248, 1284, 1393,	1651, 2679, 2701, 2715	tikz: bbaum 26
1394, 1396, 1398,	\setganttlinklabel ..	tikz: li binaer baum 24
1403, 1412, 1419,	1432, 1433, 1434, 1435	\tikzchildnode 504
1430, 1431, 1441,	\setlength 1691,	\tikzparentnode 504
1442, 1455, 1456,	1692, 1694, 1871,	\tikzset 101,
1457, 1485, 1486,	2747, 3241, 3242, 3252	148, 214, 489, 515,
1534, 1614, 1619,	\setmainfont 1395	1459, 1779, 2455,
1620, 1652, 1708,	\setmainlanguage 481	2581, 2785, 2959, 3195
1777, 1877, 1882,	\setminted 2881, 2882	\tikzumset 3123
1883, 1899, 1906,	\setminus 2360	\times 212
1907, 1908, 2058,	\setul 2738	\tiny . 1256, 1262, 1268,
2222, 2223, 2396,	\shoveleft 2340	1586, 1847, 1918, 2904
2397, 2398, 2415,		

<code>\titleformat</code>	<code>\TmpTransitionSeven</code>	<code>\umlVHVinherit</code> 768, 769, 774, 775, 782, 783, 941, 942, 966, 967, 1145, 1146, 1183, 1184
. . . 1399, 1401, 1615	. . . . . 2425, 2446	
<code>\titlespacing</code> 1400	<code>\TmpTransitionSix</code>	
<code>\tl</code> 39, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 84, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 303, 307, 334, 338, 339, 340, 343, 348, 349, 350, 362, 371, 406, 409, 412, 420, 421, 422, 423, 434, 440, 443, 446, 462, 469, 619, 622, 627, 628, 636, 637, 640, 641, 1347, 1368, 1369, 1370, 1371, 1374, 1375, 1376, 1377, 1537, 1550, 1623, 1627, 1631, 1638, 1641, 2093	. . . . . 2424, 2445	
	<code>\TmpTransitionTen</code>	<code>\umlVHVreal</code>
	. . . . . 2428, 2449	. . . 935, 936, 1206, 1207
	<code>\TmpTransitionThree</code>	<code>\UParrow</code> 3137
	. . . . . 2421, 2442	<code>\url</code> 463, 2044
	<code>\TmpTransitionTwo</code>	<code>\usemintedstyle</code> 2878
	. . . . . 2420, 2441	<code>\usetikzlibrary</code> . . 61, 488, 1246, 1458, 1778, 2416, 2724, 2765, 2796, 3122, 3210
	<code>\TmpX</code> 2451	
	<code>\TmpY</code> 2452	
	<code>\today</code> 1864	
	<code>\ttfamily</code> 2739	
	U	V
	<code>\ul</code> 1251, 2737, 2738	<code>\value</code> 2561
	<code>\umlagg</code> 1209	<code>\varepsilon</code> 561, 572, 573, 1294, 2110, 2116, 2148, 2159
	<code>\umlassoc</code> 1167	<code>\vfill</code> 1584, 1665, 1696, 2847
	<code>\umlclass</code>	<code>\vrule</code> 3074, 3078
	756, 760, 764, 811, 812, 813, 860, 865, 870, 873, 931, 932, 933, 938, 939, 968, 1003, 1034, 1035, 1038, 1089, 1092, 1131, 1137, 1138, 1156, 1157, 1158, 1179, 1180, 1181, 1201, 1202, 1203, 1204	<code>\vspace</code> . . . 1659, 1675, 1679, 1683, 1693, 1981, 1999, 3087, 3089
	<code>\umldep</code> 1097	
	<code>\umlHVVHagg</code>	
	. . . . . 878, 944, 1147	X
	<code>\umlinherit</code> 817, 868, 1042, 1087, 1095	<code>\xappto</code> . . 2823, 2829, 2833
	<code>\umlnote</code> . . 819, 1044, 1211	<code>\xdef</code> 1488
	<code>\umlreal</code> 815, 876	<code>\xintApply</code> 2649
	<code>\umlsimpleclass</code>	<code>\xintApplyUnbraced</code> . .
	. . . 771, 772, 773, 777, 779, 780, 781, 810, 963, 964, 965, 1033, 1085, 1086, 1177	2648, 2654, 2655, 2656
	<code>\umlstatic</code> 970, 1004	<code>\xintCSVtoList</code> 2708
	<code>\umluniagg</code> 1040	<code>\xintFor</code>
	<code>\umluniassoc</code>	2598, 2603, 2608, 2613, 2619, 2625, 2666
	. . . 791, 816, 1041, 1165, 1166, 1185, 1186	<code>\xintifEq</code> 2659
	<code>\umlVHuniassoc</code> . . 792, 793	<code>\xintifForLast</code>
	<code>\umlVHVdep</code> 785, 786, 788, 789, 972, 973	. . . 2615, 2621, 2627
		<code>\xintifGt</code> 2660
		<code>\xintifLt</code> 2658
		<code>\xintLength</code> 2633
		<code>\xintntheft</code> 2645
		Z
<code>\tmp</code> 2362		<code>\ZB</code> 2051
<code>\TmpPlaceEight</code> 2437		<code>\zB</code> 2050
<code>\TmpPlaceFive</code> 2434		<code>\zustandsnamens@liste</code> 1312, 1319, 1320
<code>\TmpPlaceFour</code> 2433		
<code>\TmpPlaceNine</code> 2438		
<code>\TmpPlaceOne</code> 2430		
<code>\TmpPlaceSeven</code> 2436		
<code>\TmpPlaceSix</code> 2435		
<code>\TmpPlaceTen</code> 2439		
<code>\TmpPlaceThree</code> 2432		
<code>\TmpPlaceTwo</code> 2431		
<code>\TmpScale</code> 2450		
<code>\TmpTransitionEight</code>		
. 2426, 2447		
<code>\TmpTransitionFive</code>		
. 2423, 2444		
<code>\TmpTransitionFour</code>		
. 2422, 2443		
<code>\TmpTransitionNine</code>		
. 2427, 2448		
<code>\TmpTransitionOne</code>		
. 2419, 2440		