# Die Bschlangaul-Sammlung

# Hermine Bschlangaul and Friends $^{\ast}$

# September 12, 2021

# Contents

aufgabe.cls       5         basis.cls       7         examen-scans.cls       8         examen.cls       10         haupt.cls       13         theorie.cls       14         Pakete       15         abmessung.sty       16         aufgaben-einbinden.sty       17         aufgaben-metadaten.sty       18         automaten.sty       19         Endlicher Automat       19         Kellerautomat       21
examen-scans.cls       8         examen.cls       10         haupt.cls       13         theorie.cls       14         Pakete       15         abmessung.sty       16         aufgaben-einbinden.sty       17         aufgaben-metadaten.sty       18         automaten.sty       19         Endlicher Automat       19
examen-scans.cls       8         examen.cls       10         haupt.cls       13         theorie.cls       14         Pakete       15         abmessung.sty       16         aufgaben-einbinden.sty       17         aufgaben-metadaten.sty       18         automaten.sty       19         Endlicher Automat       19
examen.cls       10         haupt.cls       13         theorie.cls       14         Pakete       15         abmessung.sty       16         aufgaben-einbinden.sty       17         aufgaben-metadaten.sty       18         automaten.sty       19         Endlicher Automat       19
haupt.cls13theorie.cls14Pakete15abmessung.sty16aufgaben-einbinden.sty17aufgaben-metadaten.sty18automaten.sty19Endlicher Automat19
theorie.cls 14  Pakete 15 abmessung.sty 16 aufgaben-einbinden.sty 17 aufgaben-metadaten.sty 18 automaten.sty 19 Endlicher Automat 19
Pakete15abmessung.sty16aufgaben-einbinden.sty17aufgaben-metadaten.sty18automaten.sty19Endlicher Automat19
abmessung.sty
aufgaben-einbinden.sty17aufgaben-metadaten.sty18automaten.sty19Endlicher Automat19
aufgaben-metadaten.sty18automaten.sty19Endlicher Automat19
automaten.sty
automaten.sty
Kellerautomat
Turingmaschine
basis.sty
IFs
baum.sty
Binärbaum
AVL-Baum
B-Baum
checkbox.sty
chomsky-normalform.sty
Faulenzer
TeX-Markup-Grundgerüst
Konkretes TeX-Markup-Beispiel
cpm.sty
Faulenzer
TeX-Markup-Beispiel: Graph
TeX-Markup-Beispiel: Ergebnistabelle
TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle "Frühester Zeitpunkt" 39
TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle "Spätester Zeitpunkt" 40
Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle
cyk-algorithmus.sty
Faulenzer
1 1
Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:

 $<sup>^*</sup>E\text{-mail: hermine.} bschlang aul@gmx.net$ 

Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)	. 44
Adapter	
Beobachter (Observer)	
Dekorierer (Decorator)	. 49
Einfache Fabrik (Simple Factory)	
Einzelstück (Singleton)	
Erbauer (Builder)	
Fabrikmethode (Factory Method)	
Kompositum (Composite)	
Modell-Präsentation-Steuerung (Model-View-Controller)	
Stellvertreter (Proxy)	
Zustand (State)	
er.sty	
Tex-Markup-Beispiel: Komplettes Diagramm	. 59
Tex-Markup-Beispiel: EER Enhanced Entity-Relation-Modell nach El-	<b>60</b>
masri/Navante	
Faulenzer	
formale-sprachen.sty	
formatierung.sty	
Schriftarten / Typographie	
Farben	
Überschriften	
Listen	
Header	
Zeilenabstände	
gantt.sty	
grafik.sty	
graph.sty	
hanoi.sty	
komplexitaetstheorie.sty	
Faulenzer	
kontrollflussgraph.sty	
Faulenzer	
TeX-Markup-Beispiel	
TikZ: pin	
Umgebungen	
Makros	
kopf-fusszeilen.sty	
literatur-dummy.sty	
literatur.sty	
makros.sty	
Umgebungen, die Inhalte aus- und einblenden können	
master-theorem.sty	
Faulenzer	
mathe.sty	
meta.sty	
Einfache Makros (Low level)	. 90
Zusammengesetzte Makros (High level)	
minimierung.sty	
normalformen.sty	
Faulenzer	
o-notation.sty	. 99
Faulenzer	. 99
TeX-Markup-Beispiel: Funktionsgraphen mit pgfplots	. 99
petri.sty	. 100
Faulenzer	
notenzmengen-konstruktion stv	102

pseudo.sty	. 104
pumping-lemma.sty	
quicksort.sty	
relationale-algebra.sty	. 109
rmodell.sty	
Faulenzer	. 110
sortieren.sty	. 111
spalten.sty	. 113
sql.sty	
Latex-Markup-Beispiel	
struktogramm.sty	
syntax.sty	
Faulenzer	
syntaxbaum.sty	. 119
synthese-algorithmus.sty	
Faulenzer	. 120
TeX-Markup Grundgerüst	. 120
TeX-Markup Linksreduktion	
TeX-Markup Rechtreduktion	
TeX-Markup Relationen formen	
tabelle.sty	
tex-dokumentation.sty	. 125
typographie.sty	. 126
uml.sty	. 128
vollstaendige-induktion.sty	. 130
Faulenzer	. 130
wasserfall.sty	. 132
wpkalkuel.sty	. 133
Faulenzer	
Index	134

# Klassen

## aufgabe.cls

\liAufgabenMetadaten

```
1 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
  2\ProvidesClass{bschlangaul-aufgabe}[2019/10/27 Minimale Klasse zu
  3 Setzen einer Aufgabe]
  4 \LoadClass{bschlangaul-basis}
   Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option clash
  5 \liLadePakete{
  6 formatierung,
     abmessung,
    literatur-dummy,
  9 makros.
 10 aufgaben-metadaten,
 11 kopf-fusszeilen,
 12 mathe,
 13 grafik,
 14 meta
 15 }
Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
 16 \RequirePackage[ngerman] {babel}
   In Aufgaben wollen wir das Additum sehen.
 17 \LiADDITUMtrue
 18 \ExplSyntaxOn
 19 \cs_gset:Npn \stichwoerter_formatiert: {
     \tl_if_empty:NTF \g_stichwoerter_tl {} {
       \textbf{Stichwörter:} ~
 21
       \g_stichwoerter_tl
 22
 23
       \par
     }
 24
 25 }
 26\cs_gset:Npn \horizontale_linie: {
     \par
 27
     \noindent
 28
     \rule{\textwidth}{0.8pt}
 29
 30
 31 }
 32\cs_gset:Npn \thematik_formatiert: {
     \tl_if_empty:NTF \g_thematik_tl {} {
 33
       \textit{
 34
 35
         ( \g_thematik_tl )
       }
 36
 37
     }
 38 }
 39 \def\liAufgabenMetadaten #1
 40 {
     \liMetaSetze{#1}
 41
 42
 43
     \tl_if_empty:NTF \g_einzelpruefungs_nr_tl {}
 44
     {
 45
          \noindent
 46
 47
          \large
          \_gib_einzelpruefung_trenner:
 48
          \par\medskip
 49
 50
 51
 52
 53
       \noindent
```

```
55
       \bfseries
 56
       \Large
       \tl_if_empty:NTF \g_einzelpruefungs_nr_tl
57
58
59
         \g_titel_tl
60
       {
61
         \_gib_aufgaben_pfad_trenner:
62
63
64
    \hfill \thematik_formatiert:
65
66
67
    \medskip
68
69
    \noindent
70
    {\footnotesize\stichwoerter_formatiert:}
71
72
73
    \horizontale_linie:
74
    \setze_kopfzeile_oben_rechts:n { \gib_aufgaben_pfad_lang_sicher: }
75
76
    \bigskip
77
78
    \par
79
    % Keine Einrückung
80
81
    \@afterindentfalse
82 \@afterheading
83 }
84\setze_kopf_fusszeilen:nn {} {}
85 \AddToHook { begindocument }
86 {
87
    \repariere_kopfzeile_breite:
88 }
89 \AddToHook { enddocument }
90 {
    \vfill
91
92
93
       \liLogoTextProjekt
94
       \bigskip
95
       \liLogoTextCCLizenz
96
       \bigskip
97
98
       \begin{spacing}{1}
99
         \tiny
100
         \noindent
101
102
         \liMetaHilfMit
103
         \liMetaQuelltext
104
         \_gib_github_url_href:
105
       \end{spacing}
106
    }
107
108}
109 \ExplSyntaxOff
110
```

## basis.cls

```
111 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
112 \ProvidesClass{bschlangaul-basis}[2021/09/12 Basis-Klasse, die nur als
113 Unterklasse benutzt werden soll.]
114 \LoadClass[a4paper,oneside,12pt]{book}
115 \RequirePackage{bschlangaul-basis}
116
```

#### examen-scans.cls

```
117 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
                      118 \ProvidesClass{bschlangaul-examen-scans}[2021/01/08 Zum
                      119 Zusammenfügen mehrerer Staatsexamen-Scans zu einer PDF-Datei.]
                      120 \LoadClass [a4paper, oneside] {book}
                      121 \LoadClass{bschlangaul-basis}
                      122 \RequirePackage{pdfpages}
                        Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option clash
                      123 \liLadePakete{formatierung}
                        Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
                      124 \RequirePackage[ngerman] {babel}
                      125 \ExplSyntaxOn
\liPruefungsNummer
                      126 \def\liPruefungsNummer#1{
                          \str_set:Nn \g_pruefungs_nummer {#1}
                      128 }
 \liPruefungsTitel
                      129 \def\liPruefungsTitel#1{
                      130 \str_set:Nn \g_pruefungs_titel {#1}
                      131 }
                     132 \def\li@SansFett#1#2{
                     133 {
                     134
                             \bfseries
                     135
                             \rmfamily
                     136
                     137
                             #2
                          }
                      138
                      139 }
     \liTrennSeite
                     140 \def\liTrennSeite#1{
                     141 \clearpage
                     142 \strut
                     143 \vfill
                          \begin{center}
                     144
                     145
                     146
                             \li@SansFett{\LARGE}{\str_use:N \g_pruefungs_nummer} \\
                     147
                             \vspace{2cm}
                             \li@SansFett{\large}{\str_use:N \g_pruefungs_titel} \\
                     148
                             \vspace{5cm}
                     149
                             \li@SansFett{\Huge}{#1}
                     150
                     151
                          \end{center}
                     152
                          \vfill
                      153
                          \strut
                      154
                      155
                          \clearpage
                      156 }
     \liTitelSeite
                      157 \def\liTitelSeite#1{
                      158
                          \clearpage
                          \strut
                     159
                          \vfill
                      160
                          \begin{center}
                      162
                          #1
                          \end{center}
                     163
                          \vfill
                     164
                      165 \strut
```

```
\clearpage
                                                                                            167 }
\liBindePdfEin
                                                                                            168 \end{figure} 168 
                                                                                            169 \AtBeginDocument{
                                                                                                                     \thispagestyle{empty}
                                                                                                                      \liTitelSeite{
                                                                                            171
                                                                                                                                 \li@SansFett{\Large}{Sammlung~aller~Staatsexamensaufgaben~der~Prüfungsnummer} \\
                                                                                            172
                                                                                            173
                                                                                                                                 \vspace{4cm}
                                                                                            174
                                                                                            175
                                                                                                                                 \li@SansFett{\Huge}{\str_use:N \g_pruefungs_nummer} \\
                                                                                            176
                                                                                            177
                                                                                                                                  \vspace{4cm}
                                                                                            178
                                                                                            179
                                                                                                                                  \label{large} $$ \prod_{s=1}^{s} \left( \sum_{s=1}^{s} \right) = \frac{1}{s} 
                                                                                            180
                                                                                                                   }
                                                                                            181
                                                                                            182}
                                                                                            183 \ExplSyntaxOff
```

184

#### examen.cls

\liSetzeExamenThemaNr

\liBindeAufgabeEin

\liSetzeExamenTeilaufgabeNr

```
185 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
186 \ProvidesClass{bschlangaul-examen}[2021/06/10 Zum Einbinden von
187 mehreren Aufgaben zu einem Examen.]
188 \LoadClass{bschlangaul-basis}
   Lade die wichtigsten Pakete. Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option
clash
189 \liLadePakete{
190 formatierung,
191 literatur-dummy,
192
     makros,
    aufgaben-metadaten,
193
    abmessung,
194
195 typographie,
196 grafik,
197 meta
198}
   Formatierung für die Überschriften setzen.
199 \RequirePackage{titlesec}
200 \titleformat{\section}{\huge\filcenter\bfseries}{\thesection}{1em}{}
201 \newcommand{\sectionbreak}{\clearpage}
202 \setcounter{secnumdepth}{0}
203 \liLadeAllePakete
   Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
204 \RequirePackage[ngerman] {babel}
205 \RequirePackage{standalone}
206 \ExplSyntaxOn
207 \def\liSetzeExamenThemaNr#1{
     \tl_gset:Nn \g_thema_nr_tl { #1 }
     \section{Thema~Nr.~#1}
209
210 }
211 \def\liSetzeExamenTeilaufgabeNr#1{
     \tl_gset:Nn \g_teilaufgabe_nr_tl { #1 }
     \subsection{Teilaufgabe~Nr.~#1}
213
214 }
215 \def\liBindeAufgabeEin#1{
     \tl_gset:Nn \g_aufgabe_nr_tl { #1 }
217
     \input{
218
       \LehramtInformatikRepository /
219
       Staatsexamen /
       \g_einzelpruefungs_nr_tl /
220
       \g_jahr_tl /
221
       \g_monat_tl /
222
       \tl_if_empty:NTF \g_thema_nr_tl {} {
223
         Thema - \g_thema_nr_tl /
224
225
226
       \tl_if_empty:NTF \g_teilaufgabe_nr_tl {} {
227
         Teilaufgabe - \g_teilaufgabe_nr_tl /
228
       Aufgabe - \g_aufgabe_nr_tl .tex
229
     }
230
231 }
```

#### \liAufgabenMetadaten Das Metadaten-Makro überschreiben

```
232 \def\liAufgabenMetadaten#1{
   \liMetaSetze{#1}
    \subsubsection{\_gib_aufgaben_titel:}
234
235 }
236 \cs_new:Npn \titel_seite:
237 {
    \pagestyle{empty}
238
    \begin{center}
239
      \large
240
      Erste~Staatsprüfung~für~ein~Lehramt~an~öffentlichen~Schulen \par
241
242
      \vspace{0.5cm}
243
244
245
      Fach~Informatik \par
246
      \vfill
247
248
      \liGrafikLogo[width=8cm]\par
249
      \bigskip
250
251
      Die~Bschlangaul-Sammlung \par
      {\footnotesize \liMetaHermineFriends} \par
252
253
254
      \vfill
255
256
        \bfseries\Huge
257
258
        \g_jahreszeit_tl \par
259
260
261
        \g_jahr_tl \par
262
263
264
      \vspace{2cm}
265
266
      {\LARGE \g_einzelpruefungs_nr_tl \par}
267
      \vspace{0.5cm}
268
269
      \g_examen_fach_tl \par
270
271
272
      \vspace{3cm}
273
274
      Aufgabenstellungen~mit~Lösungsvorschlägen \par
275
276
    \end{center}
277
278
    \vfill
279 }
280 \cs_new:Npn \inhalts_verzeichnis: {
281 % für den Abstand vor den section im Inhaltsverzeichnis
282 % https://tex.stackexchange.com/questions/241445/how-to-control-spacing-in-toc-
  for-different-sections
283 \setlength{\cftbeforesecskip}{1.5cm}
284 \setlength{\cftbeforesubsecskip}{0.5cm}
\setlength{\cftbeforesubsubsecskip}{0.1cm}
286
    \renewcommand{\contentsname}{Aufgabenübersicht}
287
288
    \tableofcontents
289 }
290 \setcounter{tocdepth}{4}
291 \RequirePackage[titles] {tocloft}
```

```
292 \texttt{\AddToHook\{begindocument\}} \{
    \titel_seite:
293
294
    \clearpage
295
296
    \inhalts_verzeichnis:
297
298
    \vfill
299
300
    \liLogoTextProjekt
301
    \bigskip
302
303
    \liLogoTextCCLizenz
304
    \bigskip
305
306
307
    \clearpage
308 }
309 \ExplSyntaxOff
310
```

# haupt.cls

```
311 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
312 \ProvidesClass{bschlangaul-haupt}[2019/10/27 Klasse zum
313 Setzen der Haupt-Datei, Bschlangaul-Sammlung.tex d.h. des wichtigsten
314 Dokuments, das alles zusammenfasst.]
315 \LoadClass{bschlangaul-basis}
  Paket "formatierung" muss vor "literatur" sein, sonst Option clash
316 \liLadePakete{
317 formatierung,
318 abmessung,
319 literatur-dummy,
320 makros,
321 aufgaben-metadaten,
322 kopf-fusszeilen
323 }
  Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
324 \RequirePackage[ngerman] {babel}
325 \ExplSyntaxOn
326\setze_kopf_fusszeilen:nn {} {}
327 \AddToHook { begindocument }
328 {
329
    \repariere_kopfzeile_breite:
330 }
331 \ExplSyntaxOff
332
```

### theorie.cls

```
333 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
334 \ProvidesClass{bschlangaul-theorie}[2021/09/12 Klasse zum
335 Setzen von Theorie-Zusammenfassungen]
336 \LoadClass{bschlangaul-basis}

Paket "formatierung" muss vor "literatur" sein, sonst Option clash
337 \liLadePakete{
338 formatierung,
339 literatur,
340 makros,
341 aufgaben-metadaten,
342 kopf-fusszeilen
343 }
344 \RequirePackage{standalone}

Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
345 \RequirePackage[ngerman]{babel}
346
```

# **Pakete**

# abmessung.sty

```
347 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
348 \ProvidesPackage{bschlangaul-baum}[2021/09/04 Einstellung der
349 Seitenabmessung mit Hilfe des geometry-Pakets.]
350 \RequirePackage{geometry}
351 \geometry{
352    a4paper,
353    margin=2cm,
354    includeheadfoot,
355    % showframe,
356    % showcrop,
357    % verbose=true,
358 }
359
```

## aufgaben-einbinden.sty

```
360 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
                        361 \ProvidesPackage{bschlangaul-aufgaben-einbinden} [2020/06/13]
                       Eine Aufgaben mit den Pfad relativ zu Wurzelverzeichnis dieses Repository einbinden.
           \liAufgabe
                        362 \def\liAufgabe#1{
                             \input{\LehramtInformatikRepository/#1.tex}
                        364 }
                       Eine Examensaufgaben mit den Pfad relativ zu Staatsexamen einbinden, z. B. \liExamensAufgabe {46116}
   \liExamensAufgabe
                       2/Teilaufgabe-1/Aufgabe-3}
                        365 \def\liExamensAufgabe#1{
                        366 \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1.tex}
                        367 }
\liExamensAufgabeTTA
                        368 \def\liExamensAufgabeTTA #1 / #2 / #3 : Thema #4 Teilaufgabe #5 Aufgabe #6 {
                        369 \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Thema-#4/Teilaufgabe-
                           #5/Aufgabe-#6.tex}
                        370 }
\liExamensAufgabeTA
                        371 \ensuremath{\mbox{def}\mbox{liExamensAufgabeTA}} #1 / #2 / #3 : Thema #4 Aufgabe #5 {
                             \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Thema-#4/Aufgabe-#5.tex}
                        373 }
  \liExamensAufgabeA
                        374\ensuremath{\mbox{\sc def}\mbox{\sc liExamensAufgabeA}} #1 / #2 / #3 : Aufgabe #4 {
                             \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Aufgabe-#4.tex}
                        376 }
                        377
```

## aufgaben-metadaten.sty

401 \def\liAufgabenTitel#1{}

402

```
378 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                       379 \ProvidesPackage{bschlangaul-aufgaben-metadaten}[2020/07/07 Makros zum
                       380 Setzen der Aufgaben-Metadaten.]
                       381 \ExplSyntaxOn
        \liMetaSetze Setze die Metadaten einer Aufgabe.
                       382 \def\liMetaSetze#1{
                            \_setze_variablen_zurueck:
                       383
                       384
                            \tl_clear:N \g_teilaufgabe_nr_tl
                       385
                       386
                            \keys_set:nn { aufgabenmetadaten } {
                       387
                       388
                       389
                       390
                            \_setze_relativen_pfad:
                       391
                       392 }
                      Setzen der Aufgaben-Metadaten über eine plist bzw. über key-values.
\liAufgabenMetadaten
                          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,
                       }
                       393 \def\liAufgabenMetadaten#1{
                            \liMetaSetze{#1}
                       394
                       395
                       396
                            \_gib_examen_titel: {}
                       397
                            \section{\_gib_aufgaben_titel:}
                       398
                       399 }
                       400 \ExplSyntaxOff
                      Momentan eine dummy Makro das die Thematik enthält.
    \liAufgabenTitel
```

#### automaten.sty

```
403 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01] 404 \ProvidesPackage{bschlangaul-automaten} [2021/02/14 Zum Setzen von Automaten]
```

#### **Endlicher Automat**

425

```
405\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}
```



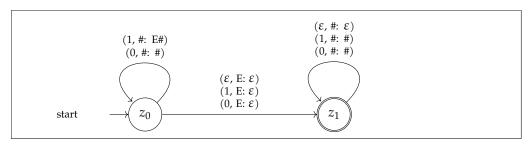
```
406 \RequirePackage{tikz}
                                          407 \usetikzlibrary{arrows,automata,positioning}
                                          408 \liLadePakete{mathe}
                                          409 \directlua{
                                          410 automaten = require('bschlangaul-automaten')
                                          411 }
\langle \text{LiAutomat} | \text{LiAutomate} | \{\langle \text{LiAutomate}, \text{LiAutomate}, \text{LiAutomate} | \{\langle \text{LiAutomate}, \text{LiAutomate}, \text{LiAutomate} | \{\langle \text{LiAutomate}, \text{L
                                                   - \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)
                                          412 \ExplSyntaxOn
                                          413 \NewDocumentCommand {\liAutomat} { O{A} m } {
                                                        \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
                                                        \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
                                          415
                                                        \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
                                          416
                                                         \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
                                          417
                                                         \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
                                          418
                                          419
                                                         \tl_set:Nn \l_typ_tl {}
                                          420
                                                         \keys_define:nn { automat } {
                                          421
                                                                zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},
                                          422
                                                                alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
                                          423
                                                                delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
                                          424
```

ende .code:n = {\tl\_set:Nn \l\_ende\_tl {\liMenge{##1}}},

```
426
                                                                                                                  start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
                                                                                     427
                                                                                                                  dea .value_forbidden:n = true,
                                                                                                                  \label{lem:dea:code:n} $$ dea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\texttext{DEA}}}}, $$
                                                                                     428
                                                                                                                 nea .value_forbidden:n = true,
                                                                                     429
                                                                                                                 nea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{NEA}}}},
                                                                                     430
                                                                                     431
                                                                                     432
                                                                                     433
                                                                                                          \keys_set:nn { automat } { #2 }
                                                                                     434
                                                                                                         #1 \l_typ_tl = (
                                                                                     435
                                                                                                                 \l_zustaende_tl,
                                                                                     436
                                                                                                                   \l_alphabet_tl,
                                                                                     437
                                                                                                                   \l_delta_tl,
                                                                                     438
                                                                                     439
                                                                                                                   \label{lem:lemde_tl} \
                                                                                                                  \label{local_start_tl} $$ \label{local_start_tl} $$ \end{substant} $$ \cline{1.5em} $$ \c
                                                                                     440
                                                                                     441
                                                                                                        )$
                                                                                     442 }
                                                                                     443 \text{ExplSyntaxOff}
\liAutomatenKante Makro-Faulenzer: \let\k=\liAutomatenKante
                                                                                     444 \def\liAutomatenKante#1#2#3#4{
                                                                                     445 \path (#1) edge[#4] node{#3} (#2);
                                                                                     446}
                                                                                     447 \text{tikzset} 
                                                                                     448 li automat/.style={
                                                                                     450
                                                                                                                 node distance=2cm
                                                                                     451 },
                                                                                     452 }
```

#### 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;
 O, KELLERBODEN, KELLERBODEN;
}
\liKellerKante[above]{0}{1}{
 EPSILON, E. EPSILON:
 1, E, EPSILON;
 O, E, EPSILON;
}
\liKellerKante[above,loop]{1}{2}{
 EPSILON, KELLERBODEN, EPSILON;
  1, KELLERBODEN, KELLERBODEN;
 O, KELLERBODEN, KELLERBODEN;
\end{tikzpicture}
```



\liKellerAutomat

```
\label{likellerAutomate} $$ \{\langle zustaende=Z, alphabet=\Sigma, kelleralphabet=\Gamma, delta=\delta, start=z_0, kellerboden=\#, ende=E\rangle \} $$ \{\langle zustaende=Z, alphabet=\Sigma, kelleralphabet=\Gamma, delta=\delta, start=z_0, kellerboden=\#, ende=E\rangle \} $$ \{\langle zustaende=Z, alphabet=\Sigma, kelleralphabet=\Sigma, kelleralphabet=\Sigma,
```

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

```
453 \ExplSyntaxOn
454 \NewDocumentCommand {\liKellerAutomat} { O{K} m } {
    \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
455
    \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
456
457
    \tl_set:Nn \l_kelleralphabet_tl {\Gamma}
458
    \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
459
    \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
460
    \tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {\#}
    \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
461
462
463
    \keys_define:nn { kellerautomat } {
      zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},
464
      alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
465
      kelleralphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_kelleralphabet_tl {\liMenge{##1}}},
466
      delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
467
468
      start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
```

```
kellerboden .code:n = {\tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {##1}},
                                                       470
                                                                         ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
                                                                  }
                                                       471
                                                       472
                                                                   \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
                                                       473
                                                       474
                                                                   $#1 = (
                                                       475
                                                                        \l_zustaende_tl,
                                                       476
                                                                         \l_alphabet_tl,
                                                       477
                                                                         \l_kelleralphabet_tl,
                                                       478
                                                       479
                                                                         \l_delta_tl,
                                                       480
                                                                         \l_start_tl,
                                                                         \l_kellerboden_tl,
                                                       481
                                                       482
                                                                         \label{lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lemma:lem
                                                                  )$
                                                       483
                                                       484 }
                                                       485 \ExplSyntaxOff
                                                     Makro-Faulenzer: \let\u=\liKellerUebergang
\liKellerUebergang
                                                              \liKellerUebergang{a, KELLERBODEN, A; b KELLERBODEN, EPSILON}
                                                            (a, #: A)
                                                            (b, \#: \varepsilon)
                                                              Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: ((.*), (.*), (.*)) \u{$1 $2 $3}
                                                       486 \ExplSyntaxOn
                                                       487 \def\liKellerUebergang#1{
                                                                   \directlua{automaten.drucke_keller_uebergaenge('#1')}
                                                       489 }
                                                       490 \ExplSyntaxOff
                                                     \left(\frac{tikz-optionen}{(von)}{(zu)}{(\ddot{u}bergange)}\right)
          \liKellerKante
                                                     Makro-Faulenzer: \let\k=\liKellerKante
                                                       491 \NewDocumentCommand{\liKellerKante} { O{above} m m m } {
                                                       492
                                                                   \path (#2) edge[#1] node{\liKellerUebergang{#4}} (#3);
                                                       493 }
                                                       494 \tikzset{
                                                       495 li keller knoten/.style={
                                                                        text width=2cm,
                                                       496
                                                                        align=center,
                                                       497
                                                       498
                                                                        font=\footnotesize,
                                                       499 },
                                                       500 li kellerautomat/.style={
                                                       501
                                                                        li automat,
                                                                         every edge/.append style={
                                                       502
                                                                              every node/.style={
                                                       503
                                                       504
                                                                                    li keller knoten
                                                       505
                                                       506
                                                                   }
                                                       507
                                                       508 }
                                                     Turingmaschine
                                                       509 \RequirePackage{amssymb}
\liTuringLeerzeichen
                                                       510 \def\liTuringLeerzeichen{\Box}
```

22

```
\liTuringMaschine
                          \liTuringMaschine[\langle automaten-name \rangle]
                           \{\langle zustaende=Z, alphabet=\Sigma, bandalphabet=\Gamma, delta=\delta, start=z_0, leerzeichen=\square, ende=E \rangle\}
                            \liTuringMaschine{
                              zustaende={z_0, z_1, z_2},
                              alphabet={a, b, c},
                              bandalphabet={\liTuringLeerzeichen, A},
                              ende=\{z_2\},
                            }
                             TM = (\{z_0, z_1, z_2\}, \{a, b, c\}, \{\Box, A\}, \delta, z_0, \Box, \{z_2\})
                           511 \ExplSyntaxOn
                           512\NewDocumentCommand {\liTuringMaschine} { O{TM} m } {
                                \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
                                \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
                           515 \tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\Gamma}
                           516 \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
                               \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
                           518
                                \tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {\liTuringLeerzeichen}
                           519
                                \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
                           520
                                \keys_define:nn { kellerautomat } {
                           521
                           522
                                   zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},
                           523
                                   alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
                           524
                                  bandalphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\liMenge{##1}}},
                                   delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
                           525
                                   start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
                           527
                                   leerzeichen .code:n = {\tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {##1}},
                                   ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
                           528
                                }
                           529
                           530
                                \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
                           531
                           532
                                \text{text}\{\#1\} = (
                           533
                                   \l_zustaende_tl,
                           534
                           535
                                   \l_alphabet_tl,
                                   \l_bandalphabet_tl,
                           536
                                   \l_delta_tl,
                           537
                           538
                                   \l_start_tl,
                           539
                                   \l_leerzeichen_tl,
                           540
                                   \l_ende_tl
                                )$
                           541
                           542 }
                           543 \ExplSyntaxOff
                           Formatiert einen Zustandsübergang für eine Übergangstabelle.
\liTuringUebergangZelle
                           Makro-Faulenzer: \let\t=\liTuringUebergangZelle
                              \liTuringUebergangZelle{z_1, LEER, R}: (z_1: \Box, R) \liTuringUebergangZelle{z1, leer, 1}:
                           (z_1: \Box, L)
                           544 \ExplSyntaxOn
                           545 \def\liTuringUebergangZelle#1{
                           546 \directlua{tex.print(automaten.gib_einen_turing_uebergang('#1'))}
                           547 }
                           548 \ExplSyntaxOff
                           Nur in den TikZ-Grafiken zu verwenden. Setzt Zeilenumbrüche ans Ende. Nicht für die
   \liTuringUebergaenge
                           Tabelle geeignet.
                           Makro-Faulenzer: \let\t=\liTuringUebergaenge
                           (z_1: \Box, L)
```

 $(\Box:\Box,R)$ 

```
549 \ExplSyntaxOn
                           550 \def\liTuringUebergaenge#1{
                           551 \directlua{automaten.drucke_turing_uebergaenge('#1')}
                           552 }
                           553 \ExplSyntaxOff
                          \label{linear_lese} $$\lim_{x\to \infty} {\langle zustand-oder-lese\rangle}_{\langle schreibe\rangle}_{\langle richtung\rangle}$
        \liTuringKante
                          Makro-Faulenzer: \let\t=\liTuringKante
                           554 \NewDocumentCommand{\liTuringKante} { O{above} m m m } {
                                \path (#2) edge[#1] node{\liTuringUebergaenge{#4}} (#3);
                           556 }
\liTuringUeberfuehrung
                           557 \def\liTuringUeberfuehrung{
                           558 $\delta: Z \times \Gamma \rightarrow Z \times \Gamma \times \{ L, R, N \}$
                           559}
                           560 \tikzset{
                           561 li turingmaschine/.style={
                                  li automat,
                           562
                                  every edge/.append style={
                           563
                                    every node/.style={
                           564
                                       li keller knoten
                           565
                           566
                           567
                                  }
                           568
                                }
                           569}
                           570
```

## basis.sty

```
571 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
572 \ProvidesPackage{bschlangaul-basis}[2020/11/27]
573 \RequirePackage{xparse}
574 \ExplSyntaxOn
```

#### **IFs**

Wir weichen von dem üblichen Namensschema ab und beginnen das if mit einem Großbuchstaben und schreiben das letzte Worte komplett in Großbuchstaben, damit die if-Befehle schöner lesbar sind, z. B. \ifLiADDITUM, \LiADDITUMtrue und \LiADDITUMfalse.

```
\ifLiADDITUM
   \LiADDITUMtrue
                     575 \newif\ifLiADDITUM
  \LiADDITUMfalse
                     576 \LiADDITUMfalse
      \ifLiEXKURS
    \LiEXKURStrue
                     577 \newif\ifLiEXKURS
   \LiEXKURSfalse
                     578 \LiEXKURStrue
     \ifLiANTWORT
   \LiANTWORTtrue
                     579 \newif\ifLiANTWORT
  \LiANTWORTfalse
                     580 \LiANTWORTtrue
    \liLadePakete
                     581 \NewDocumentCommand{\liLadePakete}{ m }
                          \clist_map_inline:nn { #1 } { \RequirePackage{bschlangaul-##1} }
                     584 }
\liLadeAllePakete
                     585 \def\liLadeAllePakete{
                          \liLadePakete{
                     586
                     587
                            aufgaben-einbinden,
                     588
                            automaten,
                     589
                            checkbox,
                     590
                            chomsky-normalform,
                     591
                     592
                            cyk-algorithmus,
                            entwurfsmuster,
                     593
                     594
                            formale-sprachen,
                     595
                            gantt,
                     596
                     597
                            grafik,
                     598
                            graph,
                            hanoi,
                     599
                            kontrollflussgraph,
                     600
                     601
                            komplexitaetstheorie,
                     602
                            makros,
                     603
                            master-theorem,
                     604
                            mathe,
                            minimierung,
                     605
                            normalformen,
                     606
                     607
                            petri,
                            potenzmengen-konstruktion,
                     608
                            pumping-lemma,
                     609
                            pseudo,
                     610
                     611
                            quicksort,
                            relationale-algebra,
                     612
                     613
                            rmodell,
                     614
                            sortieren,
```

spalten,

615

```
struktogramm,
616
617
       sql,
618
       syntax,
619
       syntaxbaum,
620
       synthese-algorithmus,
621
       tabelle.
       typographie,
622
623
       uml.
       vollstaendige-induktion,
624
625
       wasserfall,
       wpkalkuel,
626
627
       baum, % am Schluss sonst Fehler: undefined command \edge
628
629
630 }
```

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 erk-

```
631 \clist_new: N \g_schluessel_clist
632 \clist_set:Nn \g_schluessel_clist {
633 titel,
634 thematik,
635 stichwoerter,
636 zitat_schluessel,
637 zitat_beschreibung,
639 bearbeitungs_stand,
640 korrektheit,
641 %
642 relativer_pfad,
643 identische_aufgabe,
644 %
645 einzelpruefungs_nr,
    examen_fach,
646
    jahr,
647
648
    monat,
649
    jahreszeit,
    thema_nr,
    teilaufgabe_nr,
652
    aufgabe_nr,
653 }
  Initialisierung der globalen Token-List-Variablen \g_***_tl. auf steht für Aufgabe.
654 \clist_map_inline: Nn \g_schluessel_clist {
655
    \tl_new:c {g_auf_#1_tl}
656 }
  Funktion über alle globalen Token-List-Variablen zurückzusetzten.
657 \cs_new:Npn \_setze_variablen_zurueck: {
    \clist_map_inline:Nn \g_schluessel_clist {
       \tl_clear:c {g_auf_##1_tl}
    }
660
661 }
.scripts/nodejs/src/aufgaben.ts erklärt.
662 \keys_define:nn { aufgabenmetadaten }
```

Die einzelnen Schlüssel sind im Interface Aufgaben Metadaten in der Typescript-Datei

```
663 {
                         .tl_gset:N = \g_titel_tl,
664
    Titel
    Thematik
                         .tl_gset:N = \g_thematik_tl,
665
                         .tl_gset:N = \g_stichwoerter_tl,
   Stichwoerter
667 ZitatSchluessel
                         .tl_gset:N = \g_zitat_beschreibung_tl,
```

```
ZitatBeschreibung
                         .tl_gset:N = \g_zitat_schluessel_tl,
668
669
670
    BearbeitungsStand
                         .tl_gset:N = \g_bearbeitungs_stand_tl,
671
    Korrektheit
                          .tl_gset:N = \g_korrektheit_tl,
672
    RelativerPfad
                          .tl_gset:N = \g_relativer_pfad_tl,
673
                         .tl_gset:N = \g_identische_aufgabe_tl,
    IdentischeAufgabe
674
675
    ExamenNummer
                          .tl_gset:N = \g_einzelpruefungs_nr_tl,
676
                          .tl_gset:N = \g_examen_fach_tl,
677
    ExamenFach
678 ExamenJahr
                          .tl_gset:N = \g_jahr_tl,
    ExamenMonat
                          .tl_gset:N = \g_monat_tl,
679
680 ExamenJahreszeit
                          .tl_gset:N = \g_jahreszeit_tl,
681
    ExamenThemaNr
                          .tl_gset:N = \g_thema_nr_tl,
    ExamenTeilaufgabeNr .tl_gset:N = \g_teilaufgabe_nr_tl,
682
    ExamenAufgabeNr
                         .tl_gset:N = \g_aufgabe_nr_tl,
683
684 }
685 \cs_gset:Npn \_setze_relativen_pfad: {
    \tl_if_empty:NTF \g_relativer_pfad_tl
687
       \bool_if:nTF
688
689
       ₹
         ! \tl_if_empty_p:N \g_einzelpruefungs_nr_tl &&
690
         ! \tl_if_empty_p:N \g_jahr_tl &&
691
         ! \tl_if_empty_p:N \g_monat_tl
692
693
694
         \tl_gset:Nn \g_relativer_pfad_tl {
695
           Staatsexamen /
696
697
           \g_einzelpruefungs_nr_tl /
698
           \g_jahr_tl /
699
           \g_monat_tl /
           \tl_if_empty:NTF \g_thema_nr_tl {} { Thema - \g_thema_nr_tl / }
700
           \tl_if_empty:NTF \g_teilaufgabe_nr_tl {} { Teilaufgabe - \g_teilaufgabe_nr_tl / }
701
702
           \tl_if_empty:NTF \g_aufgabe_nr_tl {} { Aufgabe - \g_aufgabe_nr_tl .tex }
703
       }
704
705
       {}
    }
706
707
    {}
708 }
709\cs_set:Nn \_trenner: {
710 \, / \,
711 }
712\cs_gset:Npn \_gib_jahreszeit_durch_monat: #1 {
713 % \str_case funktioniert nicht mit den Tokenlist variablen.
714
    \tl_case:Nn { #1 }
715
    {
716
      { 3 } { Frühjahr }
      { 03 } { Frühjahr }
       { 9 } { Herbst }
718
719
       { 09 } { Herbst }
720
    }
721 }
  Definiert auch in .scripts/nodejs/src/examen.ts funktioniert nicht
722 \cs_gset:Npn \_gib_examen_fach_durch_nummer: #1 {
    \tl_case:Nn { #1 }
723
724
    {
725
       { 46110 } { Grundlagen der Informatik (nicht vertieft) }
       { 46111 } { Programmentwicklung / Systemprogrammierung / Datenbanksysteme (nicht vertieft
       { 46112 } { Grundlagen der Informatik (nicht vertieft) }
727
728
       { 46113 } { Theoretische Informatik (nicht vertieft) }
```

```
729
       { 46114 } { Algorithmen / Datenstrukturen / Programmiermethoden (nicht vertieft) }
730
       { 46115 } { Theoretische Informatik / Algorithmen / Datenstrukturen (nicht vertieft) }
731
       { 46116 } { Softwaretechnologie / Datenbanksysteme (nicht vertieft) }
       { 46118 } { Fachdidaktik (Mittelschulen) }
732
       { 46119 } { Fachdidaktik (Realschulen) }
733
       { 46121 } { Fachdidaktik (berufliche Schulen) }
734
       { 66110 } { Automatentheorie, Algorithmische Sprache (vertieft) }
735
       { 66111 } { Betriebssysteme / Datenbanksysteme / Rechnerarchitektur (vertieft) }
736
       { 66112 } { Automatentheorie / Komplexität / Algorithmen (vertieft) }
737
       { 66113 } { Rechnerarchitektur / Datenbanken / Betriebssysteme (vertieft) }
738
       { 66114 } { Datenbank- und Betriebssysteme (vertieft) }
739
       { 66115 } { Theoretische Informatik / Algorithmen (vertieft) }
740
741
       { 66116 } { Datenbanksysteme / Softwaretechnologie (vertieft) }
       { 66118 } { Fachdidaktik (Gymnasium) }
742
     }
743
744 }
   "Einzelprüfungsnummer / Jahr / Jahreszeit" mit Trennzeichen
745 \cs_gset:Npn \_gib_einzelpruefung_trenner: {
     \g_einzelpruefungs_nr_tl
747
748
     \ trenner:
749
750
     \g_jahr_tl
751
752
     \_trenner:
753
754
     \_gib_jahreszeit_durch_monat: \g_monat_tl
755 }
   Thema 1 / Teilaufgabe 2 / Aufgabe 3
756\cs_gset:Npn \_gib_aufgaben_pfad_trenner: {
     \tl_if_empty:NTF \g_thema_nr_tl {} {
758
       Thema ~ \g_thema_nr_tl \_trenner:
759
     \tl_if_empty:NTF \g_teilaufgabe_nr_tl {} {
760
761
       Teilaufgabe ~ \g_teilaufgabe_nr_tl \_trenner:
762
763
     \tl_if_empty:NTF \g_aufgabe_nr_tl {} {
       Aufgabe ~ \g_aufgabe_nr_tl
764
765
766 }
   Gib den langen Titelpfad einer Aufgabe. Ist die Aufgabe keine Examensaufgabe, wird
auch eine Titel zurückgegeben. Für die Kopfzeile gedacht.
767\cs_new:Npn \gib_aufgaben_pfad_lang_sicher: {
     \tl_if_empty:NTF \g_einzelpruefungs_nr_tl
768
769
     {
        \g_titel_tl
770
     }
771
772
     {
        \_gib_einzelpruefung_trenner:
773
774
       \_trenner:
775
        \_gib_aufgaben_pfad_trenner:
776
777 }
778 \cs_gset:Npn \_gib_examen_titel:
779 {
780
     \cs_set:Nn \_trenner: { \, / \, }
781
     \bool_if:nTF
782
       ! \tl_if_empty_p:N \g_einzelpruefungs_nr_tl &&
783
       ! \tl_if_empty_p:N \g_jahr_tl &&
784
       ! \tl_if_empty_p:N \g_monat_tl &&
785
```

```
786
       ! \tl_if_empty_p:N \g_aufgabe_nr_tl
787
788
    {
789
790
         \footnotesize
791
         \par
         \noindent
792
793
         Staatsexamen ~
794
         \g_einzelpruefungs_nr_tl \_trenner:
         \g_jahr_tl \_trenner:
795
796
797
         \tl_case:Nn \g_monat_tl
798
         {
           { 03 } { Frühjahr }
799
           { 09 } { Herbst }
800
801
         } \_trenner:
802
         \tl_if_empty:NTF \g_thema_nr_tl {} {
803
804
           Thema ~ Nr. ~ \g_thema_nr_tl \_trenner:
805
806
         \tl_if_empty:NTF \g_teilaufgabe_nr_tl {} {
807
           Teilaufgabe ~ Nr. ~ \g_teilaufgabe_nr_tl \_trenner:
808
         \tl_if_empty:NTF \g_aufgabe_nr_tl {} {
809
           Aufgabe ~ Nr. ~ \g_aufgabe_nr_tl
810
         }
811
         \par
812
813
         \bigskip
814
    }
815
816 }
817 \cs_new:Npn \_gib_github_url: {
    \LehramtInformatikGithubDomain /
    \LehramtInformatikGithubTexRepo /
819
820
    blob /
     \LehramtInformatikGitBranch /
821
822
     \g_relativer_pfad_tl
823 }
824 \cs_new:Npn \_gib_github_url_href: {
    \tl_if_empty:NTF \g_relativer_pfad_tl {} {
825
       \url{ \_gib_github_url: }
826
827
828 }
829 \cs_new:Npn \_gib_aufgaben_titel: {
830
    \g_titel_tl
831
832
    \tl_if_empty:NTF \g_thematik_tl
833
    {}
834
    {
835
836
       \g_thematik_tl
837
838
839 }
840 \msg_new:nnn { aufgabenmetadaten } { kein-titel }
   { Der~Schlüssel~ist~zwingend~notwendig }
  \def\LehramtInformatikRepository{/pfad/zum/repository}
842\input /etc/lehramt-informatik.config.tex
  biblatex not working with lualatex and babel
843 % \RequirePackage{polyglossia}
844% \setmainlanguage{german}
```

# baum.sty

```
846 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
847 \ProvidesPackage{bschlangaul-baum}[2020/06/13 Zum Setzen von
848 Binär- und AVL-Bäumen. Hüll-Paket um TikZ and tikz-qtree.]
849 \RequirePackage{tikz}
für li binaer baum
850 \RequirePackage{tikz-qtree}
Für b baum
851 \usetikzlibrary{shapes.multipart}
```

#### 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}
```



```
852 \text{tikzset} 
853 li binaer baum/.style={
       shorten <=2pt,
854
       shorten >=2pt,
855
856
       ->,
857
       every tree node/.style={
858
         minimum width=2em,
859
         draw,
860
         rectangle
861
       },
       blank/.style={
862
         draw=none
863
864
       },
       edge from parent/.style={
865
866
         edge from parent path={(\tikzparentnode) -- (\tikzchildnode)}
867
      },
868
869
       level distance=1cm,
870
       every label/.style={
871
         gray,
         font=\footnotesize,
872
873
         label position=0,
         label distance=0cm,
874
875
    },
876
877 }
```

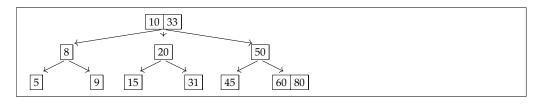
## **AVL-Baum**

```
\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}
```



#### **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}
```



```
878 \text{tikzset} \{
    li bbaum knoten/.style={
879
880
       rectangle split parts=10,
       rectangle split,
881
       rectangle split horizontal,
882
       rectangle split ignore empty parts,
883
884
       draw,
885
       fill=white
886
    },
     li bbaum/.style={
887
       every node/.style={
888
         li bbaum knoten
889
890
       level 1/.style={
891
892
         level distance=12mm,
         sibling distance=25mm,
893
894
895
       every child/.style={
896
         shorten <= 2pt,
897
         shorten >= 6pt,
898
         ->,
       },
899
       level 2/.style={
900
         level distance=9mm,
901
         sibling distance=15mm,
902
903
       },
904
    }
905 }
906
```

# checkbox.sty

```
907 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
908 \ProvidesPackage{bschlangaul-checkbox}[2020/12/14 Zum Setzen von
909 Multiple-Choice-Fragen. Simulation von Kästchen zum ankreuzen]
910 \RequirePackage{amssymb}
```

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

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

913

## chomsky-normalform.sty

```
914 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
915 \ProvidesPackage{bschlangaul-chomsky-normalform}[2021/03/26
916 Hilfsmakros zum Setzen des Algorithmus zum Erreichen der Chomsky-Normalform]
917 \ExplSyntaxOn
918 \liLadePakete{typographie}
```

#### **Faulenzer**

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

### TeX-Markup-Grundgerüst

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

### Konkretes TeX-Markup-Beispiel

```
\begin{enumerate}
\item \schrittE{1}
\liNichtsZuTun
\item \schrittE{2}
\begin{liProduktionsRegeln}
S \rightarrow d S e \mid a \mid U c T \mid S b U,
T -> d S e | a,
U -> d S e | a | U c T,
\end{liProduktionsRegeln}
\item \schrittE{3}
\begin{liProduktionsRegeln}
S \rightarrow D S E \mid a \mid U C T \mid S B U,
T \rightarrow D S E \mid a,
U -> D S E | a | U C T,
B -> b,
C -> c,
D \rightarrow 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 \rightarrow D S_E \mid a \mid U C_T \mid S B_U, % S
                                                                -> S S.1 | T2 S.2 | a | U S.3
                          T \rightarrow D S_E \mid a, \% T \rightarrow T2 S.2 \mid 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}
                        Makro-Faulenzer: \let\schritt=\liChomskyUeberschrift
\liChomskyUeberschrift
                         919 \def\liChomskyUeberschrift#1{
                         920
                             {
                         921
                                 \bfseries
                                \rmfamily
                         922
                                \str_case:nn {#1} {
                         923
                                  {1} {Elimination~der~$\varepsilon$-Regeln}
                         924
                                  {2} {Elimination~von~Kettenregeln}
                         925
                                  {3} {Separation~von~Terminalzeichen}
                         926
                         927
                                   {4} {Elimination~von~mehrelementigen~Nonterminalketten}
                         928
                              }
                         929
                         930 }
                         Makro-Faulenzer: \let\erklaerung=\liChomskyErklaerung
  \liChomskyErklaerung
                            Hoffmann Seite 180
                         931 \def\li@chomsky@erklaerung@texte#1{
                              \str_case:nn {#1} {
                         932
                                %
                         933
                         934
                                {1} {
                         935
                                  Alle~Regeln~der~Form~$A~\rightarrow~\varepsilon$~werden~eliminiert.~
                                  Die~Ersetzung~von~$A$~wird~durch~$\varepsilon$~in~allen~anderen~
                         936
                                  Regeln~vorweggenommen.
                         937
                         938
                                }
                         939
                                {2} {
                         940
                                  Jede~Produktion~der~Form~$A~\rightarrow~B$~mit~$A,~B~\in~S$~wird~
                         941
                                  als~Kettenregel~bezeichnet.~Diese~tragen~nicht~zur~Produktion~
                                  von~Terminalzeichen~bei~und~lassen~sich~ebenfalls~eliminieren.
                         942
                                }
                         943
                                {3} {
                         944
                                   Jedes~Terminalzeichen~$\sigma$,~das~in~Kombination~mit~anderen~
                         945
                                  Symbolen~auftaucht,~wird~durch~ein~neues~Nonterminal~
                         946
                                  $$\sb{\sigma}$~ersetzt~und~die~Menge~der~Produktionen~durch~die~
                         947
                                  Regel~$S\sb{\sigma}~\rightarrow~\sigma$~ergänzt.
                         948
                         949
                                {4} {
                         950
                                  Alle~Produktionen~der~Form~
                         951
                                  A\rightarrow B\
                         952
                                  werden~in~die~Produktionen~
                         953
                                  $A~\rightarrow~
                         954
                         955
                                  A\sb{n-1}~B\sb{n},~A\sb{n-1}~\rightarrow~
                         956
                                  A\sb{n-2}~B\sb{n-1},~\dots,~
                                  A\sb{2}~\rightarrow~B\sb{1}~B\sb{2}$~zerteilt.~
                         957
                                  Nach~der~Ersetzung~sind~alle~längeren~Nonterminalketten~
                         958
                         959
                                  vollständig~heruntergebrochen~und~die~Chomsky-Normalform~erreicht.
                         960
                                }
```

```
962 }
                             963 \verb|\def|\liChomskyErklaerung#1{|}
                             964 {
                                     \itshape
                             965
                                    \footnotesize
                             966
                             967
                                    \verb|\liParagraphMitLinien{\liQchomsky@erklaerung@texte{#1}}|
                             968 }
                             969 }
                            Makro-Faulenzer: \let\schrittE=\liChomskyUeberErklaerung
\liChomskyUeberErklaerung
                             970 \def\liChomskyUeberErklaerung#1{
                             971 \liChomskyUeberschrift{#1}\par
                             972 \liChomskyErklaerung{#1}
                             973 }
                             974 \ExplSyntaxOff
```

961 }

# cpm.sty

```
976 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

977 \ProvidesPackage{bschlangaul-cpm}[2020/09/03]

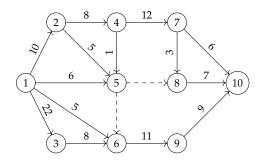
978 \RequirePackage{tikz}

979 \liLadePakete{mathe,typographie}
```

#### **Faulenzer**

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

# 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}{}
\liCpmVorgang[schein]{5}{8}{}
\end{tikzpicture}
```

# TeX-Markup-Beispiel: Ergebnistabelle

```
\begin{tabular}{||1||1||1||1||1||}
\hline
$i$ & a & b & c & d & e & f & g \\hline\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}
```

# TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle "Frühester Zeitpunkt"

```
\liCpmFruehErklaerung
\begin{tabular}{||1||r|}
\hline
$i$ & Nebenrechnung & \FZ \\hline
1 & & 0 \\
2 & & & 5 \\
```

```
3
   &
                              & 18 \\
4
   &
                              & 7
                              & 19 \\
5
   &r.
6
                              & 26
                                   //
   & $\max(19_3, 22_4)$
                                   //
7
                              & 22
   & \max(30_5, 30_6, 28_7) & 30 \\hline
\end{tabular}
```

# TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle "Spätester Zeitpunkt"

```
\liCpmSpaetErklaerung
                 % Absteigend nach i sortieren
                 \begin{tabular}{|1|1|r|}
                 \hline
                 $i$ & Nebenrechnung
                                              & \SZ \\\hline
                    & siehe \FZ[8]
                                              & 30 \\
                 7
                                              & 24 \\
                     Хr.
                 6
                     &
                                              & 26 \\
                 5
                     &
                                              & 19 \\
                 4
                    &r.
                                              & 9
                                                    11
                 3
                     & $\min(18_6, 23_7)$
                                              & 18 \\
                                              & 5
                                                    11
                     & \min(0_2, 0_3, 2_4) & 0 \\hline
                 \end{tabular}
\label{licpmEreignis} $$\lim_{(.*)}((.*),(.*)) -> \lim_{(.*)}(\$1)^{\$2}^{\$3}$
                 980 \ExplSyntaxOn
                 981 \NewDocumentCommand { \liCpmEreignis } { O{} m m m } {
                 982
                     \tl_set:Nn \l_name_tl {}
                 983
                 984
                      \keys_define:nn { cpmEreignis } {
                 985
                       name .code:n = {\tl_set:Nn \l_name_tl {##1}},
                 986
                 987
                      \keys_set:nn { cpmEreignis } { #1 }
                 988
                 989
                 990
                      \tl_if_empty:NT \l_name_tl {
                        \t! \sl \t! \n \l \name_tl \{\#2}
                 991
                     }
                 992
                 993
                     \node[circle,draw] (\l_name_tl) at (#3,#4) {#2};
                 994
                 996 \ExplSyntaxOff
 \label{licpmVorgang} liCpmVORGANG((.*)>(.*)\){(.*)\}
                 997 \ExplSyntaxOn
                 998 \NewDocumentCommand { \liCpmVorgang } { O{} m m m } {
                     \tl_set:Nn \l_schein_tl {}
                     \tl_set:Nn \l_kritisch_tl {}
                1000
                1001
                1002
                      \keys_define:nn { cpmVorgang } {
                        schein .code:n = {\tl_set:Nn \l_schein_tl {dashed}},
                1003
                1004
                        kritisch .code:n = {\tl_set:Nn \l_kritisch_tl {very~thick}},
                1005
                1006
                      \keys_set:nn { cpmVorgang } { #1 }
                1007
                1008
                     \path[->,\l_schein_tl,\l_kritisch_tl] (#2) edge node[auto,sloped] {#4} (#3);
                1009
                1010 }
                1011 \ExplSyntaxOff
```

# Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle

```
\hline
                                                      $i$ & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 \\hline\hline
                                                      \FZ & 0 & 5 & 18 & 7 & 19 & 26 & 22 & 30 \\hline
                                                      \SZ & 0 & 5 & 18 & 9 & 19 & 26 & 24 & 30 \\hline
                                                      GP & O & O & O & 2 & O & O & 2 & O \\hline
                                                      \end{tabular}
   \liCpmVonZu
                                                  Makro-Faulenzer: \let\vz=\liCpmVonZu
                                                               \label{licpmVonZu} 1 (2-3): 1_{(2\to 3)}
                                                  1012 \end{area} $$1012 \end{area} $$1012 \end{area} $$1012 \end{area} $$11_{\end{area}} $$1_{\end{area}} $$1012 \end{area} $$1012 \end{a
                                                  1013 \def\liCpmVonZu#1(#2-#3){%
                                                                     \ifmmode%
                                                  1014
                                                                              \liCpmVonZuOhneMathe{#1}(#2-#3)%
                                                  1015
                                                  1016
                                                  1017
                                                                              $\liCpmVonZuOhneMathe{#1}(#2-#3)$%
                                                                    \fi%
                                                  1018
                                                  1019}
                                                  Makro-Faulenzer: \let\v=\liCpmVon
          \liCpmVon
                                                              \verb|\liCpmVon{1}(2): 1_{(\rightarrow 2)}
                                                  1020 \def\liCpmVonOhneMathe#1(#2){#1_{\scriptscriptstyle(\rightarrow#2)}}
                                                  1021 \def\liCpmVon#1(#2) {%
                                                  1022
                                                                    \ifmmode%
                                                  1023
                                                                              \liCpmVonOhneMathe{#1}(#2)%
                                                  1024
                                                                      \else%
                                                  1025
                                                                              $\liCpmVonOhneMathe{#1}(#2)$%
                                                                     \fi%
                                                  1026
                                                  1027 }
                                                 Makro-Faulenzer: \let\z=\liCpmZu
              \liCpmZu
                                                              \label{licpmZu} 1(2): 1_{(\leftarrow 2)}
                                                  1028 \end{area} $$1028 \end{area} 1028 \end{area} 1028 \end{area} $$1028 \end{area
                                                  1029 \def\liCpmZu#1(#2) {%
                                                  1030
                                                                   \ifmmode%
                                                                              \liCpmZuOhneMathe{#1}(#2)%
                                                  1031
                                                  1032
                                                                     \else%
                                                  1033
                                                                              $\liCpmZuOhneMathe{#1}(#2)$%
                                                  1034 \fi%
                                                  1035 }
                                                  1036 \ExplSyntaxOn
                                                  Spätester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann
\liCpmSpaetI
                                                  Makro-Faulenzer: \let\SZ=\liCpmSpaetI
                                                  1037 \NewDocumentCommand{ \liCpmSpaetI } { O{i} } {
                                                  1038
                                                                    \ifmmode
                                                  1039
                                                                             SZ\sb{#1}
                                                  1040
                                                                     \else
                                                                              $SZ\sb{#1}$
                                                  1041
                                                  1042 \fi
                                                  1043 }
                                                  Frühester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann.
\liCpmFruehI
                                                  Makro-Faulenzer: \let\FZ=\liCpmFruehI
                                                  1044 \NewDocumentCommand{ \liCpmFruehI } { O{i} } {
                                                                    \ifmmode
                                                  1045
                                                  1046
                                                                             FZ\sb{#1}
                                                  1047
                                                                      \else
                                                  1048
                                                                              $FZ\sb{#1}$
```

```
1049 \fi
1050}
```

\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.

```
1051 \def\liCpmFruehErklaerung{
     \liParagraphMitLinien{
1052
        Wir-führen-eine-Vorwärtsterminierung-durch-
1053
1054
       und~addieren~die~Dauern.~
1055
1056
       Kann~ein~Ereignis~über~mehrere~Vorgänge~erreicht~
1057
       werden,~wählen~wir~das~Maximum~aus.~
1058
        \textbf{Erläuterungen:}~
1059
1060
        $i$:~
1061
1062
       Ereignis~$i$;~\,
1063
       \liCpmFruehI{}:~
1064
       Frühester~Zeitpunkt,~zu~dem~Ereignis~$i$~eintreten~kann
1065
1066
     }
1067
1068 }
```

\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.

```
1069 \def\liCpmSpaetErklaerung{
     \liParagraphMitLinien{
1071
       Wir-führen-eine-Rückwärtsterminierung-durch-
1072
       und~subtrahieren~die~Dauern~vom~letzten~Ereignis~aus.~
1073
       Kann~ein~Ereignis~über~mehrere~Vorgänge~erreicht~
1074
       werden,~wählen~wir~das~Minimum~aus.~
1075
1076
        \textbf{Erläuterungen:}~
1077
1078
       $i$:~
1079
1080
       Ereignis~$i$;~\,
1081
1082
        \liCpmSpaetI{}:~
1083
       Spätester~Zeitpunkt,~zu~dem~Ereignis~$i$~eintreten~kann
1084
1085
     }
1086 }
1087 \ExplSyntaxOff
1088
```

# cyk-algorithmus.sty

```
1089 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
1090 \ProvidesPackage{bschlangaul-cyk-algorithmus} [2021/06/18 Hilfsmakros
1091 zum Setzen des CYK-Algorithmus]
```

#### **Faulenzer**

\let\l=\liKurzeTabellenLinie

# TeX-Markup-Beispiel

```
\begin{tabular}{|c|c|c|c|c|}
                                      & b
                                                              & b \\\hline\hline
                              & c
                                             & c
                                                      & a
                        $R_a$ & $R_c$ & $R_b$ & $R_c$ & $R_a$ & $R_b$ \16
                              & A & A & B & C \15
                              & -
                                      & S
                                              & S \14
                              & -
                                      & - \13
                              & - \12
                        S \11
                        \end{tabular}
                        \liWortInSprache{acbcab}
\liKurzeTabellenLinie Makro-Faulenzer: \let\l=\liKurzeTabellenLinie
                       1092 \def\liKurzeTabellenLinie#1{\\cline{1-#1}}
    \label{liwortInSprache} \liwortInSprache{abc}: \Rightarrow abc \in L(G)
                       \label{liwortInSprache} L(Z): \Rightarrow abc \in L(Z)
                       1093 \NewDocumentCommand{ \liWortInSprache } { m O{L(G)} } {
                       1094 \bigskip
                            \noindent
                       1095
                       1097 }
                       \label{liwortNichtInSprache} \ \Rightarrow abc \notin L(G)
\liWortNichtInSprache
                       \label{liwortNichtInSprache} L(Z): \Rightarrow abc \notin L(Z)
                       1098 \NewDocumentCommand{ \liWortNichtInSprache } { m O{L(G)} } {
                       1099 \bigskip
                            \noindent
                       1100
                       1101
                            $\Rightarrow #1 \notin #2$
                       1102 }
                       1103
```

# entwurfsmuster.sty

```
1104 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1105 \ProvidesPackage{bschlangaul-entwurfsmuster}[2021/05/06
1106 Hilfsmakros zum Setzen von Entwurfsmustern / Design Patterns]
```

#### Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:

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

# Reihenfolge

- (a) Beschreibung Kurze Beschreibung des Entwurfsmusters, z. B\liEntwurfsEinzelstueckBeschreibung des Entwurfsmusters (b. 1978).
- (b) Uml: Uml-Klassendiagramm, z. B \liEntwurfsEinzelstueckUml
- (c) Akteure: Akteure, beteiligte Klassen, z. B \liEntwurfsEinzelstueckAkteure
- (d) Code: Allgemeines Code-Beispiel, z. B \liEntwurfsEinzelstueckCode
- (e) ohne: Ohne Suffix, Bündelung der einzelnen Makros eines Entwurfsmusters \liEntwurfsEinzelstueckAkteure

1107 \RequirePackage{bschlangaul-uml}

\li@EntwurfsCodeAllgemein

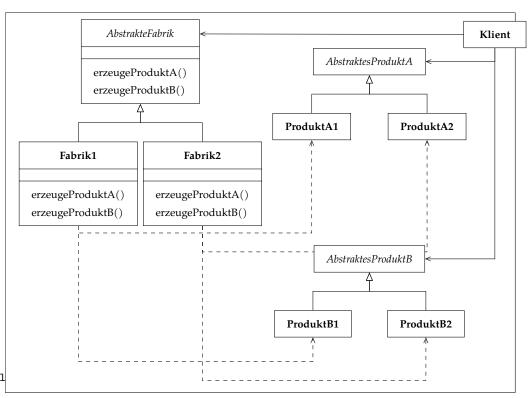
Allgemeine Code-Beispiele zu den UML-Diagrammen und Stellvertretern

```
1108 \RequirePackage{bschlangaul-syntax}
1109 \def\li@EntwurfsCode#1#2{
1110 \liJavaDatei{entwurfsmuster/#1/allgemein/#2}
1111 }
```

# Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)

#### sAbstrakteFabrikBeschreibung

```
1112 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung{
1113    Es wird eine Schnittstelle bereitgestellt, um \emph{Familien}
1114    verbundener oder abhängiger Objekte} zu erstellen, ohne die konkreten
1115    Klassen zu spezifizieren.\footcite[Seite 25]{eilebrecht}
1116}
```



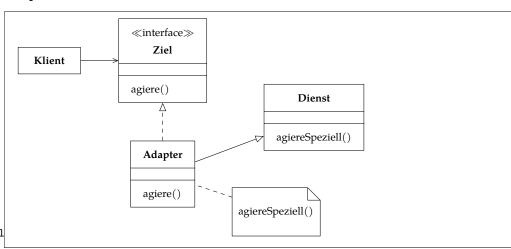
\liEntwurfsAbstrakteFabrikUml

```
1117 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrikUml{
     \begin{tikzpicture}
1118
       \umlclass[type=abstract]{AbstrakteFabrik}{}{
1119
1120
         erzeugeProduktA()\\
1121
          erzeugeProduktB()\\
1122
1123
       \umlclass[below left=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik1}{}{
1124
         erzeugeProduktA()\\
         erzeugeProduktB()\\
1125
1126
       \umlclass[below right=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik2}{}{
1127
1128
         erzeugeProduktA()\\
         erzeugeProduktB()\\
1129
1130
1131
        \umlVHVinherit{Fabrik1}{AbstrakteFabrik}
1132
       \umlVHVinherit{Fabrik2}{AbstrakteFabrik}
1133
       \umlsimpleclass[right=3cm of AbstrakteFabrik,type=abstract]{AbstraktesProduktA}
1134
       \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA1}
1135
1136
       \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA2}
       \umlVHVinherit{ProduktA1}{AbstraktesProduktA}
1137
1138
       \umlVHVinherit{ProduktA2}{AbstraktesProduktA}
1139
1140
       \umlsimpleclass[above right=0cm and 1cm of AbstraktesProduktA]{Klient}
1141
1142
       \umlsimpleclass[below=4.5cm of AbstraktesProduktA,type=abstract]{AbstraktesProduktB}
1143
       \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB1}
1144
       \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB2}
       \umlVHVinherit{ProduktB1}{AbstraktesProduktB}
1145
       \umlVHVinherit{ProduktB2}{AbstraktesProduktB}
1146
1147
       \umlVHVdep[arm1=-1.3cm,arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktA1}
1148
1149
       \umlVHVdep[arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktB1}
1150
       \umlVHVdep[arm1=-1.8cm,arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktA2}
1151
       \umlVHVdep[arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktB2}
1152
1153
```

```
1154
                                       \umluniassoc[anchor2=25]{Klient}{AbstrakteFabrik}
                               1155
                                       \umlVHuniassoc[arm1=-1cm]{Klient}{AbstraktesProduktA}
                               1156
                                       \umlVHuniassoc{Klient}{AbstraktesProduktB}
                               1157
                                     \end{tikzpicture}
                               1158 }
iEntwurfsAbstrakteFabrikCode
                               1159 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrikCode{
                                    \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Produkte}
                                    \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{AbstrakteFabrik}
                               1161
                                    \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Klient}
                               1162
                               1163 }
 \liEntwurfsAbstrakteFabrik
                               1164 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrik{
                                    \liEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung
                               1166
                               1167
                                     \liEntwurfsAbstrakteFabrikUml
                               1168
                               1169
                                    \liEntwurfsAbstrakteFabrikCode
```

# Adapter

1170 }



\liEntwurfsAdapterUml

```
1171 \def\liEntwurfsAdapterUml{
1172
     \begin{tikzpicture}
1173
        \umlsimpleclass[x=1,y=3]{Klient}{}{
1174
        \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Ziel}{}{agiere()}
1175
        \umlclass[x=4,y=0]{Adapter}{}{agiere()}
1176
        \umlclass[x=8,y=1.5]{Dienst}{}{agiereSpeziell()}
1177
        \umlreal{Adapter}{Ziel}
1178
        \umluniassoc{Klient}{Ziel}
1179
        \umlinherit{Adapter}{Dienst}
1180
1181
        \umlnote[x=7,y=-1,width=2cm]{Adapter}{agiereSpeziell()}
1182
     \end{tikzpicture}
1183
1184
     \footcite[so \and ahnlich wie GoF]{\text{wiki:adapter}}
1185 }
```

\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

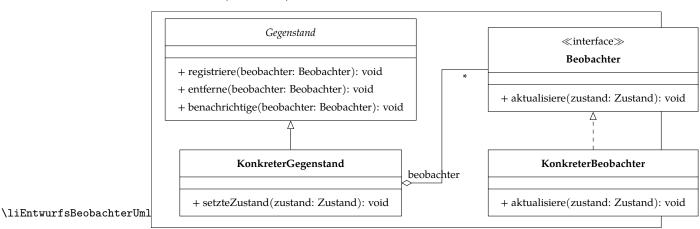
fest definierter Schnittstelle an.

1186 \def\liEntwurfsAdapterAkteure{

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

```
\begin{description}
                         1187
                         1188
                         1189
                                 \item[Ziel (Target)]
                         1190
                                 Das Ziel definiert die Schnittstelle, die der Klient nutzen kann.
                         1191
                         1192
                                 \item[Klient (Client)]
                         1193
                         1194
                         1195
                                 Der Klient nutzt Dienste über inkompatible Schnittstellen und greift
                         1196
                                 dabei auf adaptierte Schnittstellen zurück.
                         1197
                                 \item[Dienst (Adaptee)]
                         1198
                         1199
                         1200
                                 Der Dienst bietet wiederzuverwendende Dienstleistungen mit fest
                         1201
                                 definierter Schnittstelle an.
                         1202
                                 \item[Adapter]
                         1203
                         1204
                                 Der Adapter adaptiert die Schnittstelle des Dienstes auf die
                         1205
                                 Schnittstelle zum Klienten.\footcite{wiki:adapter}
                         1206
                         1207
                         1208
                               \end{description}
                         1209 }
\liEntwurfsAdapterCode
                         1210 \def\liEntwurfsAdapterCode{
                               \li@EntwurfsCode{adapter}{Dienst}
                         1211
                               \li@EntwurfsCode{adapter}{Ziel}
                         1212
                         1213
                               \li@EntwurfsCode{adapter}{Adapter}
                         1214
                               \li@EntwurfsCode{adapter}{Klient}
                         1215 }
    \liEntwurfsAdapter
                         1216 \def\liEntwurfsAdapter{
                               \liEntwurfsAdapterUml
                         1217
                         1218
                               \liEntwurfsAdapterAkteure
                         1219
                               \liEntwurfsAdapterCode
                         1220 }
```

# Beobachter (Observer)



1221 \def\liEntwurfsBeobachterUml{

```
\begin{tikzpicture}
1222
1223
       \umlclass[x=0,y=0,type=abstract]{Gegenstand}{}{
1224
         + registriere(beobachter: Beobachter): void\\
1225
          + entferne(beobachter: Beobachter): void/\
1226
          + benachrichtige(beobachter: Beobachter): void/\
       }
1227
       \umlclass[x=0,y=-3]{KonkreterGegenstand}{}{
1228
          + setzteZustand(zustand: Zustand): void
1229
1230
       \umlinherit{KonkreterGegenstand}{Gegenstand}
1231
1232
       \umlclass[x=8,y=0,type=interface]{Beobachter}{}{
1233
1234
          + aktualisiere(zustand: Zustand): void
1235
       \umlclass[x=8,y=-3]{KonkreterBeobachter}{}{
1236
          + aktualisiere(zustand: Zustand): void
1237
1238
       \umlreal{KonkreterBeobachter}{Beobachter}
1239
1240
       \umlHVHaggreg[arg1=beobachter,pos1=0.8,mult2=*,pos2=2.5]
1241
       {KonkreterGegenstand}{Beobachter}
1242
     \end{tikzpicture}
1243
1244 }
```

\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.

```
1245 \def\liEntwurfsBeobachterAkteure{
     \begin{description}
       \item[Gegenstand / Subjekt (Subject / Observable)]
1247
1248
1249
       Ein Subjekt (beobachtbares Objekt, auf Englisch publisher, also
       "Veröffentlicher", genannt) hat eine Liste von Beobachtern, ohne
1250
       deren konkrete Typen zu kennen. Es bietet eine Schnittstelle zur An-
1251
       und Abmeldung von Beobachtern und eine Schnittstelle zur
1252
       Benachrichtigung von Beobachtern über Änderungen an.\footcite[Seite
1253
1254
       251] {gof}
1255
       \item[Beobachter (Observer)]
1256
1257
       Die Beobachter (auf Englisch auch subscriber, also "Abonnent",
1258
1259
       genannt) definieren eine Aktualisierungsschnittstelle.
1260
       \item[konkreter/s Gegenstand / Subjekt (ConcreteSubject / ConcreteObservable)]
1261
1262
```

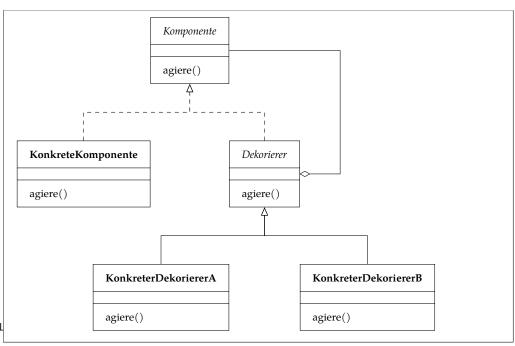
```
1263
       Ein konkretes Subjekt (konkretes, beobachtbares Objekt) speichert
1264
       den relevanten Zustand und benachrichtigt alle Beobachter bei
1265
       Zustandsänderungen über deren Aktualisierungsschnittstelle. Es
1266
       verfügt über eine Schnittstelle zur Erfragung des aktuellen
1267
       Zustands.
1268
       \item[Konkrete Beobachter (ConcreteObserver)]
1269
1270
       Konkrete Beobachter verwalten die Referenz auf ein konkretes
1271
       Subjekt, dessen Zustand sie beobachten und speichern und dessen
1272
1273
       Zustand konsistent ist. Sie implementieren eine
1274
       Aktualisierungsschnittstelle unter Verwendung der
1275
       Abfrageschnittstelle des konkreten Subjekts.
       \footcite{wiki:beobachter}
1276
     \end{description}
1277
1278 }
1279 \def\liEntwurfsBeobachterCode{
     \li@EntwurfsCode{beobachter}{Gegenstand}
1281
     \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterGegenstand}
1282
     \li@EntwurfsCode{beobachter}{Beobachter}
     \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterA}
1283
1284
     \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterB}
1285
     \li@EntwurfsCode{beobachter}{Klient}
1286 }
```

#### \liEntwurfsBeobachter

\liEntwurfsBeobachterCode

```
1287 \def\liEntwurfsBeobachter{
1288 \liEntwurfsBeobachterUml
1289 \liEntwurfsBeobachterAkteure
1290 \liEntwurfsBeobachterCode
1291}
```

# **Dekorierer** (Decorator)



\liEntwurfsDekoriererUml

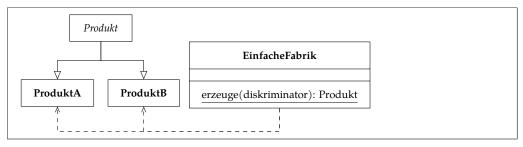
```
1292 \def\liEntwurfsDekoriererUml{
1293 \begin{tikzpicture}
1294 \umlclass[type=abstract]{Komponente}{}{agiere()}
1295 \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Komponente]{KonkreteKomponente}{}{agiere()}
```

```
1296
                                    \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Komponente, type=abstract]{Dekorierer}{}{agiere()}
                            1297
                            1298
                                    \umlVHVreal{KonkreteKomponente}{Komponente}
                            1299
                                    \umlVHVreal{Dekorierer}{Komponente}
                            1300
                                    \umlclass[below left=1.5cm and Ocm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererA}{}{agiere()}
                            1301
                                    \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererB}{}{agiere()}
                            1302
                            1303
                                    \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererA}{Dekorierer}
                            1304
                                    \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererB}{Dekorierer}
                            1305
                            1306
                            1307
                                    \umlHVHaggreg[arm1=2cm]{Dekorierer}{Komponente}
                                    \footcite{wiki:dekorierer}
                            1308
                            1309
                                  \end{tikzpicture}
                            1310 }
\liEntwurfsDekoriererCode
                            1311 \def\liEntwurfsDekoriererCode{
                                 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Komponente}
                            1313
                                 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreteKomponente}
                            1314
                                 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Dekorierer}
                            1315
                                 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererA}
                                  \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererB}
                            1316
                            1317
                                  \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Klient}
                            1318 }
    \liEntwurfsDekorierer
                            1319 \def\liEntwurfsDekorierer{
                                  \liEntwurfsDekoriererUml
                                  \liEntwurfsDekoriererAkteure
                            1321
                                 \liEntwurfsDekoriererCode
                            1322
                            1323 }
```

# **Einfache Fabrik (Simple Factory)**

\liEntwurfsEinfacheFabrikUml

Quelle: https://refactoring.guru/design-patterns/factory-comparison



```
1324 \def\liEntwurfsEinfacheFabrikUml{
1325
     \begin{tikzpicture}
       \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
1326
       \umlsimpleclass[below left=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktA}
1327
       \umlsimpleclass[below right=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktB}
1328
1329
       \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktA}
       \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktB}
1330
1331
       \umlclass[below right=0cm and 1.5cm of Produkt]{EinfacheFabrik}{
1332
1333
          \umlstatic{erzeuge(diskriminator): Produkt}\\
1334
       \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktA}
1335
       \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktB}
1336
1337
     \end{tikzpicture}
1338 }
```

ntwurfsEinfacheFabrikAkteure

Quelle: frei überstetzt aus GoF

**EinfacheFabrik** Eine Klasse mit einer Erzeugunsmethode, 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.

```
1339 \def\liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure{
     \begin{description}
        \item[EinfacheFabrik]
1341
1342
       Eine Klasse mit einer Erzeugunsmethode, die über eine größere
1343
       Bedingung verschiedene Objekt instanziert.
1344
1345
        \item[Produkt]
1346
1347
1348
       Eine abstrakte Klasse, die von den konkreten Produkten geerbt wird.
1349
1350
        \item[KonkretesProdukt]
1351
       Ein konkretes Produkt, das von der einfachen Fabrik erzeugt wird.
1352
1353
     \end{description}
1354 }
1355 \def\liEntwurfsEinfacheFabrik{
     \liEntwurfsEinfacheFabrikUml
     \verb|\liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure| \\
1357
1358 }
Einzelstück (Singleton)
1359 \def\liEntwurfsEinzelstueckBeschreibung{
1360 Stellt sicher, dass nur \emph{genau eine Instanz einer Klasse} erzeugt
```

urfsEinzelstueckBeschreibung

\liEntwurfsEinfacheFabrik

```
1359 \def\liEntwurfsEinzelstueckBeschreibung{
1360    Stellt sicher, dass nur \emph{genau eine Instanz einer Klasse} erzeugt
1361    wird.\footcite[Seite 38]{eilebrecht}
1362}
1363
```

\liEntwurfsEinzelstueckUml

Quelle nach der deutschen Wikipedia

```
Einzelstück

- instanz: Einzelstück

- Einzelstück()

+ gibInstanz(): Einzelstück
```

```
1364 \def\liEntwurfsEinzelstueckUml{
     \begin{tikzpicture}
1365
        \umlclass{Einzelstück}{
1366
        \umlstatic{- instanz: Einzelstück}\\
1367
1368
       ጉና
        - Einzelstück()\\
1369
        + gibInstanz(): Einzelstück
1370
1371
1372
     \end{tikzpicture}
```

iEntwurfsEinzelstueckAkteure Quelle: frei überstetzt aus GoF

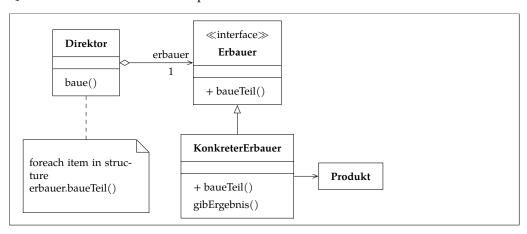
**Einzelstück (Singleton)** stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.

```
1374 \def\liEntwurfsEinzelstueckAkteure{
                                    \begin{description}
                                      \item[Einzelstück (Singleton)]
                              1376
                              1377
                              1378
                                      stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten
                              1379
                                      nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.
                              1380
                                    \end{description}
                              1381 }
\liEntwurfsEinzelstueckCode
                              1382 \def\liEntwurfsEinzelstueckCode{
                                    \li@EntwurfsCode{einzelstueck}{Einzelstueck}
                              1384 }
    \liEntwurfsEinzelstueck
                              1385 \def\liEntwurfsEinzelstueck{
                              1386
                                    \liEntwurfsEinzelstueckBeschreibung
                              1387
                                    \liEntwurfsEinzelstueckUml
                              1388
                              1389
                              1390
                                    \liEntwurfsEinzelstueckAkteure
                              1391
                                    \liEntwurfsEinzelstueckCode
                              1392
                              1393 }
```

## Erbauer (Builder)

#### \liEntwurfsErbauerUml

Quelle nach der deutschen Wikipedia



```
1394 \def\liEntwurfsErbauerUml{
     \begin{tikzpicture}
       \umlsimpleclass[x=7,y=0]{Produkt}{}{}
1396
1397
       \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Erbauer}{}{+ baueTeil()}
       \umlclass[x=4,y=0]{KonkreterErbauer}{}{
1398
1399
        + baueTeil()\\
1400
        gibErgebnis()}
       \umlclass[x=0,y=3]{Direktor}{}{baue()}
1401
1402
       1403
1404
       \umluniassoc{KonkreterErbauer}{Produkt}
       \umlinherit{KonkreterErbauer}{Erbauer}
1405
1406
     \umlnote[x=0,y=0,width=3cm]{Direktor}{
1407
      foreach item in structure\\
1408
1409
       erbauer.baueTeil()
```

```
1410 }
1411 \end{tikzpicture}
1412 \footcite{wiki:erbauer}
1413}
```

\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.

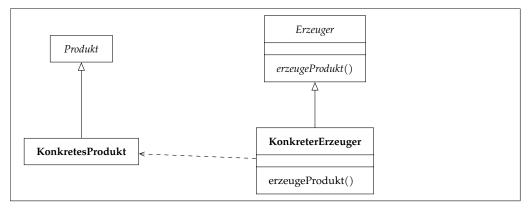
**Produkt** Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.

```
1414 \def\liEntwurfsErbauerAkteure{
     \begin{description}
1416
       \item[Erbauer]
1417
1418
       Der Erbauer spezifiziert eine abstrakte Schnittstelle zur Erzeugung der
       Teile eines komplexen Objektes.
1419
1420
       \item[KonkreterErbauer]
1421
1422
1423
       Der konkrete Erbauer erzeugt die Teile des komplexen Objekts durch
       Implementierung der Schnittstelle. Außerdem definiert und verwaltet er
1424
1425
       die von ihm erzeugte Repräsentation des Produkts. Er bietet auch eine
1426
       Schnittstelle zum Auslesen des Produkts.
1427
       \item[Direktor]
1428
1429
       Der Direktor konstruiert ein komplexes Objekt unter Verwendung der
1430
       Schnittstelle des Erbauers. Der Direktor arbeitet eng mit dem Erbauer
1431
       zusammen: Er weiß, welche Baureihenfolge der Erbauer verträgt oder
1432
       benötigt. Der Direktor entkoppelt somit den Konstruktionsablauf vom
1433
       Klienten.
1434
1435
1436
       \item[Produkt]
1437
       Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.
1438
       \footcite{wiki:erbauer}
1439
     \end{description}
1440
1441 }
1442 \def\liEntwurfsErbauer{
1443 \liEntwurfsErbauerUml
     \liEntwurfsErbauerAkteure
1444
1445 }
```

### Fabrikmethode (Factory Method)

\liEntwurfsFabrikmethodeUml Quelle nach der deutschen Wikipedia

\liEntwurfsErbauer



```
1446 \def\liEntwurfsFabrikmethodeUml{
     \begin{tikzpicture}
1447
       \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
1448
       \umlsimpleclass[below=2cm of Produkt]{KonkretesProdukt}
1449
1450
       \umlinherit{KonkretesProdukt}{Produkt}
1451
       \umlclass[type=abstract,right=4cm of Produkt]{Erzeuger}{}{
1452
         \textit{erzeugeProdukt()}\\
1453
1454
       \umlclass[below=1.2cm of Erzeuger]{KonkreterErzeuger}{}{
1455
       erzeugeProdukt()
1456
1457
       \umlinherit{KonkreterErzeuger}{Erzeuger}
1458
1459
1460
       \umldep{KonkreterErzeuger}{KonkretesProdukt}
1461
     \end{tikzpicture}
1462 }
```

EntwurfsFabrikmethodeAkteure

Quelle: deutsche Wikipedia

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

KonkretesProdukt KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.

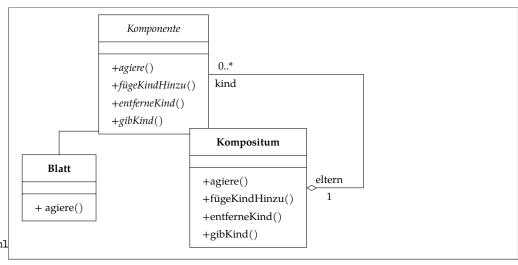
**Erzeuger** Der Erzeuger deklariert die Fabrikmethode, um ein solches Produkt zu erzeugen und kann eine Default-Implementierung beinhalten.

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

```
1463 \def\liEntwurfsFabrikmethodeAkteure{
     \begin{description}
1464
        \item[Produkt]
1465
1466
1467
       Das Produkt ist der Basistyp (Klasse oder Schnittstelle) für das
1468
        zu erzeugende Produkt.
1469
        \item[KonkretesProdukt]
1470
1471
       KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.
1472
1473
        \item[Erzeuger]
1474
1475
       Der Erzeuger deklariert die Fabrikmethode, um ein solches Produkt
1476
1477
        zu erzeugen und kann eine Default-Implementierung beinhalten.
1478
        \item[KonkreterErzeuger]
1479
1480
```

```
1481
       KonkreterErzeuger überschreibt die Fabrikmethode, um die ihm
1482
       entsprechenden konkreten Produkte zu erzeugen (z. B. indem er den
1483
       Konstruktor einer konkreten Produkt-Klasse aufruft).
1484
       \footcite{wiki:fabrikmethode}
1485
     \end{description}
1486
1487 }
1488 \def\liEntwurfsFabrikmethode{
     \liEntwurfsFabrikmethodeUml
     \liEntwurfsFabrikmethodeAkteure
1490
1491 }
```

# Kompositum (Composite)



\liEntwurfsKompositumUml

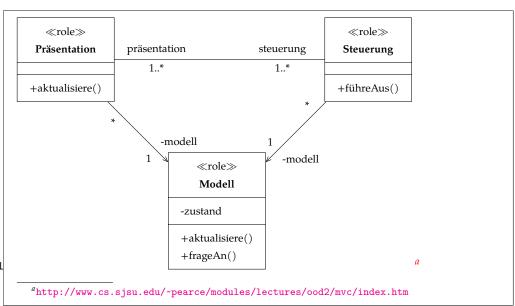
\liEntwurfsFabrikmethode

```
1492 \def\liEntwurfsKompositumUml{
     \begin{tikzpicture}
1493
        \umlclass[x=2.5,y=3,type=abstract]{Komponente}{}{
1494
          \textit{+agiere()}\\
1495
1496
          \textit{+fügeKindHinzu()}\\
1497
          \textit{+entferneKind()}\\
1498
          \textit{+gibKind()}
1499
        \umlclass[x=0]{Blatt}{}{+ agiere()}
1500
        \umlclass[x=5]{Kompositum}{}{
1501
          +agiere()\\
1502
          +fügeKindHinzu()\\
1503
          +entferneKind()\\
1504
          +gibKind()
1505
1506
1507
1508
        \umlVHVinherit{Kompositum}{Komponente}
        \umlVHVinherit{Blatt}{Komponente}
1509
        \umlHVHaggreg[anchor1=east,arm1=1.5cm,arg1=eltern,mult1=1,arg2=kind,mult2=0..*,pos2=2.9,p
1510
     \end{tikzpicture}
1511
1512 }
```

\liEntwurfsFabrikmethode

```
1513 \def\liEntwurfsKompositum{
1514 \liEntwurfsKompositumUml
1515 \liEntwurfsKompositumAkteure
1516}
```

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



 ${\tt IodellPraesentationSteuerungUml}$ 

```
1517 \def\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml{
     \begin{tikzpicture}
1518
       \umlclass[x=-4cm,type=role]{Präsentation}{}{+aktualisiere()}
1519
1520
       \umlclass[x=4cm,type=role]{Steuerung}{}{+führeAus()}
1521
       \umlclass[y=-4cm,type=role]{Modell}{
1522
          -zustand
       }{
1523
1524
          +aktualisiere()\\
1525
         +frageAn()
1526
1527
       \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Präsentation}{Modell}
1528
       \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Steuerung}{Modell}
1529
       \umlassoc[arg1=präsentation,mult1=1..*,arg2=steuerung,mult2=1..*]{Präsentation}{Steuerung
1530
     \end{tikzpicture}
1531
     \liFussnoteUrl{http://www.cs.sjsu.edu/~pearce/modules/lectures/ood2/mvc/index.htm}
1532
1533 }
```

ModellPraesentationSteuerung

```
1534 \def\liEntwurfs{
1535  \liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml
1536  \liEntwurfsModellPraesentationSteuerungAkteure
1537 }
```

## Stellvertreter (Proxy)

\liEntwurfsStellvertreterUml

```
1538 \def\liEntwurfsStellvertreterUml{
     \begin{tikzpicture}
1539
       \umlsimpleclass[x=-1,y=2]{Klient}
1540
1541
1542
       \umlclass[x=2,y=2]{Subjekt}{}{+ agiere()}
       \umlclass[x=0,y=-1]{KonkretesSubjekt}{}{+ agiere()}
1543
       \umlclass[x=4,y=-1]{Stellvertreter}{}{+ agiere()}
1544
1545
       \umlVHVinherit{KonkretesSubjekt}{Subjekt}
1546
       \umlVHVinherit{Stellvertreter}{Subjekt}
1547
       \umluniassoc{Stellvertreter}{KonkretesSubjekt}
1548
       \umluniassoc{Klient}{Subjekt}
1549
1550
     \end{tikzpicture}
1551 }
```

 ${\tt liEntwurfsStellvertreterCode}$ 

```
1552 \def\liEntwurfsStellvertreterCode{
1553 \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Subjekt}
1554 \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{KonkretesSubjekt}
1555 \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Stellvertreter}
1556 \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Klient}
1557}

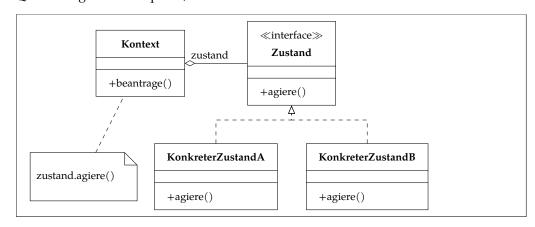
1558 \def\liEntwurfsStellvertreter{
1559 \liEntwurfsStellvertreterUml
1560 \liEntwurfsStellvertreterCode
1561}
```

#### Zustand (State)

\liEntwurfsZustandUml

\liEntwurfsStellvertreter

Quelle: Englische Wikipedia, so ähnlich wie in GoF



```
1562 \def\liEntwurfsZustandUml{
     \begin{tikzpicture}
1563
       \umlclass[x=-1,y=3]{Kontext}{}{+beantrage()}
1564
       \umlclass[x=3,y=3,type=interface]{Zustand}{}{+agiere()}
1565
       \umlclass[x=1,y=0]{KonkreterZustandA}{}{+agiere()}
1566
       \umlclass[x=5,y=0]{KonkreterZustandB}{}{+agiere()}
1567
1568
       \umlVHVreal{KonkreterZustandA}{Zustand}
1569
1570
       \umlVHVreal{KonkreterZustandB}{Zustand}
1571
1572
       \umlaggreg[arg=zustand,pos=0.4]{Kontext}{Zustand}
1573
       \umlnote[x=-2.5,y=0,width=2.5cm]{Kontext}{zustand.agiere()}
1574
     \end{tikzpicture}
1575
1576 }
```

\liEntwurfsZustandAkteure

Quelle: Deutsche Wikipedia

**Kontext** (**Context**) definiert die clientseitige Schnittstelle und verwaltet die separaten Zustandsklassen.

**State** (**Zustand**) definiert eine einheitliche Schnittstelle aller Zustandsobjekte und implementiert gegebenenfalls ein Standardverhalten.

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

```
1577 \def\liEntwurfsZustandAkteure{
1578 \begin{description}
1579 \item[Kontext (Context)]
1580
1581 definiert die clientseitige Schnittstelle und verwaltet die separaten
```

```
1582
                                 Zustandsklassen.
                         1583
                                 \item[State (Zustand)]
                         1584
                         1585
                                definiert eine einheitliche Schnittstelle aller Zustandsobjekte und
                         1586
                                 implementiert gegebenenfalls ein Standardverhalten.
                         1587
                         1588
                         1589
                                 \item[KontreterZustand (ConcreteState)]
                         1590
                         1591
                                 implementiert das Verhalten, das mit dem Zustand des Kontextobjektes
                         1592
                                 verbunden ist.
                              \end{description}
                         1593
                         1594 }
\liEntwurfsZustandCode
                         1595 \def\liEntwurfsZustandCode{
                              \li@EntwurfsCode{zustand}{Kontext}
                              \li@EntwurfsCode{zustand}{Zustand}
                         1598 }
    \liEntwurfsZustand
                         1599 \def\liEntwurfsZustand{
                         1600 \liEntwurfsZustandUml
                         1601 \liEntwurfsZustandAkteure
                         1602 \liEntwurfsZustandCode
                         1603 }
                         1604
```

#### er.sty

```
1605 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1606 \ProvidesPackage{bschlangaul-er}[2020/06/13 Zum Setzen von
1607 ER-Diagrammen]
1608 \RequirePackage{tikz-er2}
1609 \usetikzlibrary{positioning}
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);
 \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);
```

```
\end{tikzpicture}
                     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);
                     1610 \RequirePackage{soul}
                     1611 \RequirePackage{fontawesome}
                     Faulenzer
                     \let\a=\liErMpAttribute
                     \let\d=\liErDatenbankName
                     \let\e=\liErMpEntity
                     \let\r=\liErMpRelationship
                     1612 \ExplSyntaxOn
        \liErEntity
                     1613 \def\liErEntity#1{\textbf{#1}}
  \liErRelationship
                     1614 \def\liErRelationship#1{\ul{#1}}
     \liErAttribute
                     1615 \def\liErAttribute#1{\emph{#1}}
      \liErMpEntity mp = marginpar
                     Makro-Faulenzer: \let\e=\liErMpEntity
                     1616 \def\liErMpEntity#1{
                          \liErEntity{#1}
                     1617
                     1618
                          \marginpar{
                     1619
                            \liErEntity{\tiny\faSquareO{}~E:~#1}
                     1620 }
                     1621 }
                     Makro-Faulenzer: \let\r=\liErMpRelationship
\liErMpRelationship
                     1622 \def\liErMpRelationship#1{
                     1623
                          \liErRelationship{#1}
                     1624
                          \marginpar{
                             \liErRelationship{\tiny\faGg{}~R:~#1}
                     1625
                     1626
                          }
                     1627 }
                     Makro-Faulenzer: \let\a=\liErMpAttribute
   \liErMpAttribute
                     1628 \def\liErMpAttribute#1{
                     1629
                          \liErAttribute{#1}
                     1630
                          \marginpar{
                             \liErAttribute{\tiny\faCircleThin{}~A:~#1}
                     1631
                     1632 }
                     1633 }
```

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

# 

datenbank name

```
1634 \def\liErDatenbankName#1{
       \footnotesize\texttt{(#1)}
1636
1637 }
1638 }
1639 \ExplSyntaxOff
1640
```

# formale-sprachen.sty

```
1641 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                                                          1642 \ProvidesPackage{bschlangaul-formale-sprachen}[2021/02/21 Hilfsmakros
                                                          1643 zum Setzen von mathematischen Formeln bei dem Thema Formale Sprachen]
                                                          1645 formale_sprachen = require('bschlangaul-formale-sprachen')
                                                          1646 }
                                                          1647 \RequirePackage{hyperref}
                                                          1648 \liLadePakete{mathe,typographie}
                                                          \lambda \in \{a, b, c\}
                                     \liMenge
                                                          Makro-Faulenzer: \let\m=\liMenge
                                                          1649 \def \liMengeOhneMathe#1{\f #1 \}}
                                                          1650 \def\liMenge#1{%
                                                          1651 \ifmmode%
                                                          1652 \times 1iMengeOhneMathe{#1}%
                                                          1653 \else%
                                                          1654 $\liMengeOhneMathe{#1}$%
                                                          1655\fi%
                                                          1656 }
                                \liEpsilon \liEpsilon: \varepsilon
                                                          Makro-Faulenzer: \let\e=\liEpsilon
                                                          1657 \def\liEpsilon{$\varepsilon$}
                                                          Umgeben mit geschweiften Klammern in einer Mathematik-Umgebung
                        \liPotenzmenge
                                                          1658 \def\erzeuge@tiefgestellt#1{\directlua{formale sprachen.erzeuge_tiefgestellt('#1')}}
                                                          1659 \def\liPotenzmengeOhneMathe#1{\{ \erzeuge@tiefgestellt{#1} \}}
                                                          1660 \def\liPotenzmenge#1{$\liPotenzmengeOhneMathe{#1}$}
                                                          \lizustandsmenge{z1, z2}: {\{ z_1, z_2 \}}
                   \liZustandsmenge
                                                          1661 \verb|\lizustandsmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneMathe=\\liPotenzmengeOhneM
                                                          1662 \let\liZustandsmenge=\liPotenzmenge
                                                         \liUeberfuehrungsFunktion{z0, a}: $\delta(z_0, a)$
\liUeberfuehrungsFunktion
                                                          Makro-Faulenzer: \let\d=\liUeberfuehrungsFunktion
                                                          1663 \def\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe#1{\delta(\erzeuge@tiefgestellt{#1})}
                                                          1664 \def\liUeberfuehrungsFunktion#1{
                                                          1665\ifmmode
                                                          1666 \liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}
                                                          1667 \else
                                                          1668 $\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}$
                                                          1669\fi
                                                          1670 }
                                                         \left( \sum_{a,b} \right) 
                              \liAlphabet
                                                          1671 \left( \frac{11}{1671} \right) = { 1671 \ }
                                                         \verb|\libandAlphabet{\liTuringLeerzeichen}|: \Gamma = \Sigma \cup \{\Box\}
                     \liBandAlphabet
                                                          \liZustandsBuchstabe
                                                          1673 \def\liZustandsBuchstabe{z}
\liZustandsBuchstabeGross
                                                          1674 \det \text{LiZustandsBuchstabeGross}{Z}
```

```
\liZustandsmengeNr
                                                                                                   1675 \def\zustandsnamens@liste#1#2{
                                                                                                   1676 $
                                                                                                   1677
                                                                                                   1678
                                                                                                                                    \directlua{formale_sprachen.erzeuge_zustandsnamens_liste('#1', '#2')}
                                                                                                   1679
                                                                                                                            \}
                                                                                                   1680
                                                                                                   1681 }
                                                                                                   1682 \ensuremath{\mbox{\sc 1}} 1682 \ensuremath{\mbox{\sc 1}} IZustands \ensuremath{\mbox{\sc 1}} 1812 \ensuremath{\mbox{\
              \liZustandsmengeNrGross
                                                                                                   1683 \verb| def \exists ust and smenge \verb| NrG ross #1{\z ust and snamens @ liste {\liZust and sBuch stabe Gross} { \#1}} | Argument & Argumen
                                                                                                   \liZustandsname{1}: $z_1$
                                         \liZustandsname
                                                                                                   1684 \ensuremath{\label{liZustandsBuchstabe}$ 1684 \ensuremath{\liZustandsBuchstabe}$ 1684 \ensuremath{\liZustandsBuchstabe} $$
                                                                                                  \liZustandsnameGross{1}: $Z_1$
                        \liZustandsnameGross
                                                                                                   1685 \verb|\def|\liZustandsnameGross#1{$\liZustandsBuchstabeGross\_#1\$}|
                                                   \liAbleitung
                                                                                                  \left( S -> aB -> ab \right): S \vdash aB \vdash ab
                                                                                                   1686 \def\liAbleitung#1{$\directlua{formale_sprachen.formatiere_ableitung('#1')}$}
                                                                                                       \begin{liProduktionsRegeln}[P_1]
                           liProduktionsRegeln
                                                                                                            S -> S A B | EPSILON,
                                                                                                            B A \rightarrow A B,
                                                                                                            A A -> a a,
                                                                                                            B B -> b b
                                                                                                       \end{liProduktionsRegeln}
                                                                                                   1687 \NewDocumentEnvironment { liProduktionsRegeln }
                                                                                                   1688 { O{P} +b }
                                                                                                   1689 {
                                                                                                                    \liGeschweifteKlammern{#1}
                                                                                                   1690
                                                                                                   1691
                                                                                                                   {
                                                                                                   1692
                                                                                                                            \begin{align*}
                                                                                                   1693
                                                                                                                            \directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#2')}
                                                                                                   1694
                                                                                                                            \end{align*}
                                                                                                                    \{-0.2cm\}\{-1.5cm\}
                                                                                                   1695
                                                                                                   1696 } {}
                                                                                                  \label{eq:special} \label{eq:special} $$ \simeq A, A \to a$: {$S \to A, A \to a$}
                                         \liProduktionen
                                                                                                   1697 \def\liProduktionen#1{
                                                                                                   1698
                                                                                                                  \liMenge{\directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#1', true)}}
                                                                                                   1699 }
                                                                                                  Automatisch tiefgestellte Nummerierung \z1
\liZustandsnameTiefgestellt
                                                                                                   Makro-Faulenzer: \let\z=\liZustandsnameTiefgestellt
                                                                                                   1700 \def\liZustandsnameTiefgestellt#1{
                                                                                                   1701
                                                                                                                    \ifmmode
                                                                                                                            \liZustandsBuchstabe\sb{#1}
                                                                                                   1702
                                                                                                   1703
                                                                                                   1704
                                                                                                                            $\liZustandsBuchstabe\sb{#1}$
                                                                                                                     \fi
                                                                                                   1705
                                                                                                   1706 }
                                                                                                   1707 \ExplSyntaxOn
                                                                                                  \left[L_{2}, a_{1}, a_{2}, a_{n}\right] \in \mathbb{N}: L_{2} = \{a_{1}, a_{2}, \dots, a_{n} \mid n \in \mathbb{N}\}
                                                      \liAusdruck
                                                                                                              Ohne =": \liAusdruck[]{x}{y}: { x \mid y }
                                                                                                              Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
                                                                                                       \$(.*) += +\\\{ *(.*?)( *\\, *)?\|( *\\, *)?(.*?) *\\\}\$
                                                                                                       \\liAusdruck[$1]{$2}{$5}
```

```
1708 \NewDocumentCommand{ \liAusdruck } { O{L} m m } {
1709
1710
              \tl_if_empty:nTF {#1} {} {#1 =}
1711
              \{
1712
                \, #2 \,
1713
1714
                \, #3 \,
1715
           \}$
1716}
1717 \ExplSyntaxOff
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
1718 \def\liFlaci#1{%
1719
          \par
1720
           {%
1721
                \scriptsize
                Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte
1722
                Automaten, Compiler und Interpreter) Ein Projekt der Hochschule
1723
                Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz:
1724
                \href{https://flaci.com/#1}{flaci.com/#1}%
1725
1726
           }%
1727
            \par
1728 }
\langle Variablen = V, alphabet = \Sigma, produktionen = P, start = S \rangle
       \liGrammatik{variablen={}, alphabet={}}
        - \label{eq:G} - \label{eq:G} (V, \Sigma, P, S)
        - \left[G_1\right]: G_1 = (V, \Sigma, P, S)
        - \lightharpoonup - \l
        - \label{eq:continuous} - \label{eq:continuous} (V, \{a, b\}, P, S) = (V, \{a, b\}, P, S)
        - \liGrammatik{start=X}: G = (V, \Sigma, P, X)
1729 \ExplSyntaxOn
1730 \NewDocumentCommand \{ liGrammatik \} \{ 0 \{G\} m \} \{ \} \}
           \tl_set:Nn \l_variablen_tl {V}
1731
            \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
1732
           \tl_set:Nn \l_produktionen_tl {P}
1733
           \tl_set:Nn \l_start_tl {S}
1734
1735
1736
           \keys_define:nn { grammatik } {
                variablen .code:n = {\tl_set:Nn \l_variablen_tl {\liMenge{##1}}},
1737
                alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
1738
1739
                produktionen .code:n = {\tl_set:Nn \l_produktionen_tl {\liProduktionen{##1}}},
                start .code:n = \{\tl_set: \label{eq:nn_lambda} $$ 1_start_tl $$ $\{\#1\}$,
1740
1741
1742
           \keys_set:nn { grammatik } { #2 }
1743
1744
           $#1 = (
1745
                \l_variablen_tl,
1746
                \l_alphabet_tl,
1747
1748
                \l_produktionen_tl,
1749
                \l_start_tl
1750
           )$
1751 }
1752 \ExplSyntaxOff
1753
```

# formatierung.sty

```
1754 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
1755 \ProvidesPackage{bschlangaul-formatierung} [2020/11/27]
```

# 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.

```
1756 \RequirePackage{mathpazo}
1757 \RequirePackage[no-math]{fontspec}
1758 \setmainfont{texgyrepagella}
```

#### Farben

```
1759 \RequirePackage{xcolor}
1760 \definecolor{infogray}{rgb}{0.97,0.97,0.97}
```

#### Überschriften

#### Listen

```
1766 \RequirePackage{paralist}
1767 \renewcommand\labelitemi{-}
1768 \renewcommand\labelitemii{-}
1769 \renewcommand\labelitemiii{-}
1770 \renewcommand\labelitemiv{-}
1771 % Counter: enumi enumiii enumiv
1772 % Styles: \arabic{counter} \alph{counter} \renewcommand{counter}
1773 \renewcommand{\labelenumi}{(\alph{enumi})}
1774 \renewcommand{\labelenumii}{(\roman{enumii})}
```

#### Kasten

1775 \RequirePackage{mdframed}

#### liKasten

```
1776 \NewDocumentEnvironment { liKasten }{ } {
1777 \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
1778 } {
1779 \end{mdframed}
1780 }
```

#### Header

```
1781 \RequirePackage{fancyhdr}
1782 \fancyhead[L,C,R]{}
1783 \fancyfoot[L]{}
1784 \fancyfoot[C]{}
1785 \fancyfoot[R]{\thepage}
1786 \pagestyle{fancy}
1787 \renewcommand{\headrulewidth}{Opt}
1788 \renewcommand{\footrulewidth}{Opt}
```

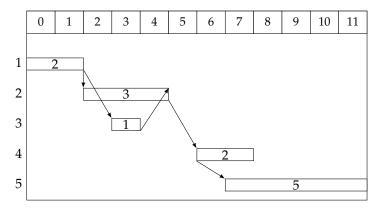
## Zeilenabstände

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

```
1789 \RequirePackage{setspace}
```

# gantt.sty

```
1791 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
1792 \ProvidesPackage{bschlangaul-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}
 \mbox{\ganttlink[link type=f-s]{2}{4}}
 \ganttlink[link type=s-s]{4}{5}
 \end{ganttchart}
```



```
1793 \RequirePackage{tikz-uml}
1794 \RequirePackage{pgfgantt}
1795 \setganttlinklabel{f-s}{}
1796 \setganttlinklabel{s-s}{}
1797 \setganttlinklabel{f-f}{}
1798 \setganttlinklabel{s-f}{}
1799
```

# grafik.sty

```
1800 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
                    1801 \ProvidesPackage{bschlangaul-grafik}[2020/12/27 Lädt das Paket
                    1802 TikZ, um Grafiken zeichnen zu können und graphicx um Bilder laden zu können.]
                    1803 \ExplSyntaxOn
                    1804 \RequirePackage{tikz}
                    1805 \RequirePackage{graphicx}
\liGrafikLogoPfad
                    1806 \def\liGrafikLogoPfad#1{
                        \LehramtInformatikRepository / .tex / Logo / #1
                    1808 }
\liGrafikCCLizenz
                    1809\NewDocumentCommand{ \liGrafikCCLizenz } { 0{} } { }
                    1810 \includegraphics[#1]{
                    1811
                            \liGrafikLogoPfad{CC-by-nc-sa.eps}
                    1812
                    1813 }
    \liGrafikLogo
                    1814 \NewDocumentCommand{ \liGrafikLogo } { O() } {
                        \includegraphics[#1]{
                    1816
                            \liGrafikLogoPfad{Logo_nur-Pfade.eps}
                    1817
                    1818 }
                    1819 \ExplSyntaxOff
                    1820
```

# graph.sty

```
1821 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
1822 \ProvidesPackage{bschlangaul-graph} [2020/06/09]
1823 \RequirePackage{tikz}
   Für die die Adjazenzliste (xrightarrow)
1824 \RequirePackage{amsmath}
   Für Adjazenz-Matrix
 \begin{blockarray}{ccccc}
    & a & b & c & d & e \\
 \begin{block}{c(cccc)}
 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}
```

```
1825 \RequirePackage{blkarray}
```

```
1826 \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 node {3} (e);
\path (c) edge (d);
\path (d) edge node {4} (a);
\path[->] (d) edge node {2} (e);
\end{tikzpicture}
```



```
1827 \text{\tikzset}{}
                  1828 li graph/.style={
                         every node/.style={
                  1829
                           rectangle,
                  1830
                           draw,
                  1831
                  1832
                         every edge/.style={
                  1833
                  1834
                           >={Stealth[black]},
                  1835
                           draw,
                  1836
                         every edge/.append style={
                  1837
                            every node/.style={
                  1838
                              sloped,
                  1839
                  1840
                              auto,
                  1841
                           }
                  1842
                       },
                  1843
                       li markierung/.style={
                  1844
                  1845
                         ultra thick,
                  1846
                  1847 }
liGraphenFormat Dummy-Umgebung, zum Parsen durch Java gedacht.
                   \begin{liGraphenFormat}
                   a: 0 0
                   b: 1 1
                   c: 4 1
                   d: 3 0
                   a -> b
                  b -- d
                  b -> e: 3
                   c -- d
                   d -> e: 2
                   d -- a: 4
                   \end{liGraphenFormat}
                  1848 \NewDocumentEnvironment { liGraphenFormat }{ +b } {} {}
```

1849

# hanoi.sty

```
1850 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
1851 \ProvidesPackage{bschlangaul-hanoi}[2020/12/19 Paket zum Setzen
1852 von Hanoi-Grafiken]
   Quelle: https://kleinco.de/latex-snippets/7/tikz-towers-of-hanoi-illustration-for-lat
1853 \RequirePackage{tikz}
1854 \RequirePackage{xcolor}
\liHanoi{anzahl-scheiben}{gewicht-scheibe/turm-nr,gewicht-scheibe/turm-nr},
z.B.: \liHanoi{4}{4/1,3/1,2/3,1/2}
1855 \def\li@mset #1[#2]=#3{%
1856 \expandafter\xdef\csname #1#2\endcsname{#3}
1858 \def\li@mget #1[#2]{%
1859 \csname #1#2\endcsname
1860 }
1861 \def\li@minc #1[#2]+=#3{%
1862 \pgfmathparse{\li@mget #1[#2]+#3}%
1863 \li@mset #1[#2] = \pgfmathresult
1864 }
1865
1866 \def\liHanoi#1#2{
      \edef\li@numdiscs{#1}
1867
      \def\li@sequence{#2}
1868
1869
      \begin{tikzpicture}[line width=4mm,brown!40,line cap=round,xscale=3]
1870
        % init colors
1871
        \foreach[count=\j] \c in {red,green!80!black,blue,orange,violet,gray,yellow!80!black,purp
1872
        \left( \int_{0}^{\infty} c(t) dt \right) = \left( \int_{0}^{\infty} dt \right)
        \mbox{\ensuremath{\mbox{\%}}}\xspace draw poles and init pole counters
1873
1874
        foreach j in {1,2,3}{
1875
          \draw (\j,-.5) -- +(0, .5 + .5*\li@numdiscs);
1876
1877
1878
        % draw base
1879
        draw (.5,-.5) -- +(3,0);
1880
        % draw discs
1881
        \foreach[count=\k] \i/\j in \li@sequence{
          \label{limiting} $$ \operatorname{lim}_{\alpha}=(\pi_{\alpha}) +(-.4*\pi)/(10^{-.4*\pi}). $$
1882
          \lceil \log \lceil j \rceil + = \{.5\}
1883
1884
      \end{tikzpicture}
1885
1886 }
1887
```

# komplexitaetstheorie.sty

{}
{}

```
1888 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                        1889 \ProvidesPackage{bschlangaul-komplexitaetstheorie}[2021/07/08 Zum
                        1890 Setzen von Karps NP-vollständigen Problemen, Hilfsmakros für die
                        1891 Polynomialzeitreduktion.]
                        Faulenzer
                        \let\n=\liProblemName
                        \let\r=\liPolynomiellReduzierbar
                        \let\b=\liProblemBeschreibung
                        1892 \liLadePakete{mathe}
                           Für das Makro \liProblemBeschreibung{}{} benötigt.
                        1893 \RequirePackage{mdframed}
                       L, \left(L\right): L, L'
             \liStrich
                        1894 \def\liStrich#1{#1^\prime}
                       Zu Setzen von Problemnamen wie zum Beispiel SAT, COL, VERTEX COVER
        \liProblemName
                        Makro-Faulenzer: \let\n=\liProblemName
                           \liProblemName: SAT VERTEX COVER
                        1895 \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?

# Makro-Faulenzer: \let\b=\liProblemBeschreibung

```
1896 \def\liProblemBeschreibung#1#2#3{
1897
     \begin{mdframed}[
1898
        userdefinedwidth=9cm,
1899
        align=center,
1900
        backgroundcolor=white!0,
1901
        \centerline{\large\liProblemName{#1}}
1902
1903
        \medskip
1904
1905
        \begin{description}
1906
        \item[Gegeben:] #2
1907
1908
        \item[Frage:] #3
1909
        \end{description}
     \end{mdframed}
1910
1911 }
```

```
\liPolynomiellReduzierbar Makro-Faulenzer: \let\r=\liPolynomiellReduzierbar
                           1912 \NewDocumentCommand{ \liPolynomiellReduzierbar } { m O{p} m } {
                           1913 \begin{displaymath}
                           1914 \liProblemName{#1}
                           1915 \preceq_{#2}
                           1916 \liProblemName{#3}
                           1917 \end{displaymath}
                           1918}
    \liProblemVertexCover
                           1919 \def\liProblemClique{%
                           1920 Das \textbf{Cliquenproblem} fragt nach der Existenz einer Clique der
                           1921 Mindestgröße $n$ in einem gegebenen Graphen.
                           1922 \footcite[Seite 76] {theo:fs:4}
                           1923 Eine Clique ist eine Teilmenge von Knoten in einem ungerichteten
                           1924 Graphen, bei der \emph{jedes Knotenpaar durch eine Kante} verbunden ist.
                           1925 \footcite{wiki:cliquenproblem}
                           1926 }
    \liProblemVertexCover
                           1927 \def\liProblemVertexCover{%
                           1929 Das \textbf{Knotenüberdeckungsproblem} (\liProblemName{Vertex Cover})
                           1930 fragt, ob zu einem gegebenen einfachen Graphen und einer natürlichen
                           1931 Zahl $k$ eine Knotenüberdeckung der Größe von höchstens $k$ existiert.
                           1932 \footcite{wiki:knotenueberdeckung}
                           1934 Das heißt, ob es eine aus maximal $k$ Knoten bestehende Teilmenge $U$
                           1935 der Knotenmenge gibt, so dass jede Kante des Graphen mit
                           1936 mindestens einem Knoten aus $U$ verbunden ist.
                           1937 \footcite[Seite 78] {theo:fs:4}%
                           1938 }
     \liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem
                           1939 \def\liProblemSubsetSum{%
                           1941 \liProblemName{SSP}) ist ein spezielles Rucksackproblem.
                           1942 \footcite{wiki:teilsummenproblem}
                           1943 Gegeben sei eine Menge von ganzen Zahlen I = \{w_1, w_2, dots, w_n\}
                           1944 \}$. Gesucht ist eine Untermenge, deren Elementsumme maximal, aber nicht
                           1945 größer als eine gegebene obere Schranke $c$ ist.
                           1946 \footcite[Seite 74] {theo:fs:4}
                           1947 }
      \liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem
                           1948 \def\liProblemSat{%
                           1949 Das \textbf{Erfüllbarkeitsproblem der Aussagenlogik} \liProblemName{Sat}
                           1950 und \liProblemName\{k-SAT\} mit k \geq 3, k \in \mathbb{N} (Satz von
                           1951 Cook) fragt, ob eine aussagenlogische Formel erfüllbar
                           1952 ist.\footcite{wiki:sat} Das Erfüllbarkeitsproblem der
                           1953 \emph{Aussagenlogik} ist in exponentieller Zeit in Abhängigkeit der
                           1954 Anzahl der Variablen mit Hilfe einer Wahrheitstabelle entscheidbar.
                           1955 Diese \emph{Wahrheitstabelle} kann nicht in polynomieller Zeit
                           1956 aufgestellt werden.
                           1957\footcite[Seite 71]{theo:fs:4}
                           1958 }
                           1959
```

### kontrollflussgraph.sty

```
1960 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
1961 \ProvidesPackage{bschlangaul-kontrollflussgraph} [2020/11/07]

Faulenzer
\let\b=\liBedingung
```

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

### 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}
```

#### 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 = ...}}]
```

```
1962 \RequirePackage{tikz}
1963 \usetikzlibrary{positioning}
1964 \tikzset{
1965 li kontrollfluss/.style={
        knoten/.style={
1966
1967
          circle,
1968
          draw
1969
        },
1970
        usebox/.style={
1971
          draw,
1972
          rectangle,
          font=\scriptsize,
1973
1974
          anchor=west,
1975
          align=left,
1976
        },
        bedingung/.style={
1977
          midway,
1978
          draw=none,
1979
1980
          font=\scriptsize
1981
        knotenbeschriftung/.style={
1982
1983
          rectangle,
1984
          midway,
1985
          font=\scriptsize
1986
1987
1988
        wahr/.style={
1989
          thick
1990
        falsch/.style={
1991
1992
          dashed
1993
        every node/.style={
1994
1995
          circle,
1996
          draw,
1997
        },
        every edge/.append style={
1998
1999
          every node/.style={
2000
            draw=none,
2001
            bedingung,
2002
          }
2003
        },
        every path/.style={
2004
2005
          draw,
          ->,
2006
2007
        },
        every pin/.style={
2008
2009
          draw,
2010
          dotted,
2011
          rectangle,
2012
          pin position=right
2013
        every pin edge/.style={
2014
2015
          dotted,
2016
          arrows=-,
2017
     }
2018
2019 }
```

### Umgebungen

 ${\tt liKontrollflussgraph}$ 

```
2020 \NewDocumentEnvironment { liKontrollflussgraph } { 0{} } {
```

```
2021
                                                                                       \begin{tikzpicture}[
                                                                          2022
                                                                                             li kontrollfluss,
                                                                          2023
                                                                                             #1
                                                                          2024 ]
                                                                          2025 } {
                                                                                       \end{tikzpicture}
                                                                          2026
                                                                          2027 }
                                                                          Makros
                                     \liAnweisung
                                                                          2028\def\liAnweisung#1(#2,#3){\node[knoten] at (#2,#3) (#1) {#1};}
                                     \liBedingung
                                                                          Makro-Faulenzer: \let\b=\liBedingung
                                                                          2029 \def\liBedingung#1#2{node[bedingung,#1]{[\texttt{#2}]}}
                          \liBedingungWahr
                                                                          Makro-Faulenzer: \let\w=\liBedingungWahr
                                                                          2030 \def\liBedingungWahr#1{node[bedingung,#1]{\texttt{[true]}}}
                     \liBedingungFalsch Makro-Faulenzer: \let\f=\liBedingungFalsch
                                                                          2031 \def\liBedingungFalsch#1{node[bedingung,#1]{\texttt{[false]}}}
                             \liKontrollCode Makro-Faulenzer: \let\c=\liKontrollCode
                                                                          2032 \def\liKontrollCode#1{{\tiny\texttt{\textcolor{gray}{#1}}}}
\liKontrollTextzeileKnoten Makro-Faulenzer: \let\k=\liKontrollTextzeileKnoten
                                                                          2033 \end{control} Textzeile Knoten \#1 $$ \left[ \frac{-2pt}{\text{scale}=0.5, transform shape} \right] \end{control} $$ \e
             \liKontrollKnotenPfad Makro-Faulenzer: \let\p=\liKontrollKnotenPfad
                                                                          2034 \ExplSyntaxOn
                                                                          2035 \NewDocumentCommand { \liKontrollKnotenPfad }{ m }
                                                                          2036 €
                                                                                        \seq_set_split:Nnn \l_tmpa_seq { - } { #1 }
                                                                          2037
                                                                                       \seq_set_map:NNn \l_tmpa_seq \l_tmpa_seq {\liKontrollTextzeileKnoten{##1}}
                                                                          2038
                                                                                      \seq_use:Nn \l_tmpa_seq { ~-~~ }
                                                                          2040 }
                                                                          2041 \ExplSyntaxOff
                                                                          2042
```

### kopf-fusszeilen.sty

```
2043 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
2044 \ProvidesPackage{bschlangaul-kopf-fusszeilen}[2021/08/20 Kopf-
2045 und Fußzeilen mit Hilfe des Pakets fancyhdr.]
2046 \ExplSyntaxOn
2047 \RequirePackage{bschlangaul-meta}
2048 \cs_new:Npn \kopfzeile_schrift:n #1
2049 {
2050
        \scriptsize
2051
2052
     }
2053
2054 }
2055 \cs_new:Npn \setze_kopf_fusszeilen:nn #1 #2
2057
     \fancyhead{}
     \fancyhead[L]{\kopfzeile_schrift:n{\liMetaBschlangaulSammlung}}
2058
2059
     \fancyhead[C]{\kopfzeile_schrift:n{#1}}
     \fancyhead[R]{\kopfzeile_schrift:n{#2}}
2060
2061
2062
     \fancyfoot{}
     \fancyfoot[L]{\kopfzeile_schrift:n{\liMetaHermineFriends}}
2063
     \fancyfoot[C]{\kopfzeile_schrift:n{\liMetaEmail}}
2064
     \fancyfoot[R]{\kopfzeile_schrift:n{\thepage}}
2065
2066
     \renewcommand{\headrulewidth}{0.4pt}
2067
     \renewcommand{\footrulewidth}{0.4pt}
2068
2069 }
2070 \cs_new:Npn \setze_kopfzeile_oben_rechts:n #1
2071 {
2072 \fancyhead[R] {
2073
       \kopfzeile_schrift:n { #1 }
2074
2075 }
   Das Makro darf nicht in der Präambel aufgerufen werden, da es die Textbreite
2076 \cs_new:Npn \repariere_kopfzeile_breite:
     \setlength{\headwidth}{\textwidth}
2079 }
2080 \ExplSyntaxOff
2081
```

# literatur-dummy.sty

```
2082 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2083 \ProvidesPackage{bschlangaul-literatur-dummy}[2020/11/27]
\literatur
2084 \def\literatur{}

\footcite
2085 % \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}
2086 \NewDocumentCommand{ \footcite } { o m }{}

2087
```

### literatur.sty

```
2088 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
           2089 \ProvidesPackage{bschlangaul-literatur}[2020/11/27]
           2090 \RequirePackage{csquotes}
           2091 \RequirePackage[
           2092 bibencoding=utf8,
           2093 citestyle=authortitle,
           2094 backend=biber,
           2095]{biblatex}
           2096 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/10_DB.bib}
           2097 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/20_00MUP.bib}
           2098 \addbibresource {\LehramtInformatikRepository/Quellen/30_AUD.bib}
           2099 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/40_SOSY.bib}
           2100 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/60_FUMUP.bib}
           2101 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/70_THEO.bib}
           2103 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Allgemein.bib}
           2104 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Examen.bib}
           2105 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Wikipedia.bib}
           2106% To allow footnotes in the heading
           2107 \RequirePackage[stable,multiple] {footmisc}
\literatur
           2108 \def\literatur{\printbibliography[heading=subbibliography]}
           2109
```

### makros.sty

```
2110 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                       2111 \ProvidesPackage{bschlangaul-makros}[2020/11/27 Eine Sammlung von
                       2112 häufig verwendeten Makros und Umgebungen, die thematisch zu keinem
                       2113 anderen Paket passen]
                       2114 \RequirePackage{hyperref}
                       2115 \RequirePackage{graphicx}
                          Für die Umgebung liQuellen benötigt.
                       2116 \RequirePackage{paralist}
                       2117 \ExplSyntaxOn
 \inhaltsverzeichnis
                       2118 \def\inhaltsverzeichnis {
                       2119 \begin{mdframed}
                       2120
                               \begingroup
                              \let\clearpage\relax
                       2121
                              \tableofcontents
                       2122
                       2123
                               \endgroup
                       2124 \end{mdframed}
                       2125 }
               \memph \memph (\marginpar and \emph)
                       2126 \model{memph} [1] {\model} \model
               \SLASH
                       2127 \newcommand\SLASH{\char`\\}
\liPseudoUeberschrift Text, der sich wie eine Überschrift verhält.
                       2128 \newcommand{\liPseudoUeberschrift}[1]{
                       2129
                            \bigskip
                       2130
                       2131
                            \par
                           \noindent
                       2132
                       2133 \textbf{#1}
                       2134
                            \medskip
                       2135
                       2136
                       2137
                            \par
                       2138 % Keine Einrückung
                       2139
                           \@afterindentfalse
                       2140 \@afterheading
                       2141 }
      \liBeschriftung Ähnlich dem Makro \liPseudoUeberschrift{}. Am Ende des Textes wird ein Dop-
                       pelpunktzeichen angehängt.
                       2142 \newcommand{\liBeschriftung}[1]{
                       2143 \par
                       2144\noindent
                       2145 \medskip
                       2146 \textbf{#1}:
                       2147 \medskip
                       2148 \noindent
                       2149 }
             \hinweis
                       2150 \def\hinweis#1{{\footnotesize[#1]}}
                       \begin{liProjektSprache}{NameProjektSprache} \end{liProjektSprache}: Zum
    liProjektSprache
                       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.
                       2151 \NewDocumentEnvironment { liProjektSprache }{ o +b } {} {}
```

#### Umgebungen, die Inhalte aus- und einblenden können

Die einfachste Möglichkeit, um den kompletten Inhalt einer Umgebung auszublenden ist die Verwendung +b in einer xparse erzeugten Umgebung. Manchmal funktioniert diese Methode nicht. In der Dokumentation von xparse steht, dass dieses Feature etwas experimentell ist.

Eine andere Methode verwendet das exam-Package. Die Inhalt wird in eine Box verschoben, die dann einfach ignoriert wird.

```
NewDocumentEnvironment{ liAdditum } { o }
{
    \ifLiADDITUM
    \else
        % Alles in eine Box verschieben und die dann ignorieren.
    \setbox 0 \vbox
    \bgroup
    \fi
    \begin{frame}
} {
    \end{frame}

    \ifLiADDITUM
    \else
    \egroup
    \fi
}
```

Zum Setzen von Antworten. Sie werden mit einem Kasten umgeben. Könnten eventuell ausgeblendet werden, wenn man nur die Lösung sehen will.

```
2153 \NewDocumentEnvironment{ liAntwort } { O{standard} }
2154 {
     \ifLiANTWORT
2155
2156
     \else
2157
        \setbox 0 \vbox
2158
        \bgroup
2159
2160
     \str_case:nn {#1} {
2161
2162
        {standard} {
          \def\beschriftung{}
2163
          \mdfsetup{backgroundcolor=gray!1}
2164
       }
2165
        {richtig} {
2166
          \def\beschriftung{richtig}
2167
          \mdfsetup{backgroundcolor=green!5,linecolor=green}
2168
2169
2170
        {falsch} {
2171
          \def\beschriftung{falsch}
2172
          \mdfsetup{backgroundcolor=red!3,linecolor=red}
2173
       }
2174
        {muster} {
          \def\beschriftung{Musterlösung}
2175
          \mdfsetup{backgroundcolor=green!12,linecolor=green}
2176
2177
2178
2179
     \ifx\beschriftung\empty\else
2180
2181
        \textbf{\beschriftung{}:}
```

```
2182
                \fi
           2183
                \begin{mdframed}[
           2184
                  frametitle={\scriptsize\mdseries Lösungshinweise},
           2185
                   innertopmargin=6pt,
           2186
                  frametitleaboveskip=-12pt,
                  frametitlealignment=\raggedright
           2187
           2188 ]
           2189 }
           2190 {
                \end{mdframed}
           2191
           2192
                \ifLiANTWORT
           2193
                \else
           2194
                   \egroup
                \fi
           2195
           2196 }
          Zusätzliches Material bei Aufgaben, das zum Lösen der Aufgaben nicht unbedingt nötig
           ist, z. b. Hintergrundinformation, Test-Dateien, komplette Code-Dateien.
           2197 \NewDocumentEnvironment{ liAdditum } { o }
           2198 {
           2199
                \ifLiADDITUM
           2200
                \else
           2201
                   \setbox 0 \vbox
           2202
                   \bgroup
           2203
                \fi
           2204
                \begin{mdframed}[backgroundcolor=yellow!5]
           2205
                   \IfNoValueTF {#1}
           2206
           2207
                   {
                     \liPseudoUeberschrift{Additum}
           2208
                   }
           2209
           2210
           2211
                     \liPseudoUeberschrift{Additum:~#1}
           2212
           2213 }
           2214 {
          2215
                \end{mdframed}
           2216
                \ifLiADDITUM
          2217
           2218
                \else
           2219
                   \egroup
           2220
                \fi
           2221 }
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.

```
2222 \NewDocumentEnvironment{ liExkurs }{o +b}{
2223 \ifLiEXKURS
2224 \vspace{0.2cm}%
2225 \begin{mdframed}[
2226 backgroundcolor=white,
2227 bottomline=false,
2228 innermargin=1cm,
2229 leftline=true,
```

```
2230
                        linecolor=black,
              2231
                        linewidth=0.1cm,
              2232
                        outermargin=1cm,
              2233
                        rightline=false,
              2234
                        topline=false,
              2235
                      \footnotesize
              2236
                      \noindent%
              2237
                      \textbf{Exkurs:~#1}\par%
              2238
                      \noindent%
              2239
              2240
                      #2
                      \end{mdframed}
              2241
                      \vspace{0.2cm}
              2242
              2243
                    \else
                   \fi
              2244
              2245 }{}
   liQuellen https://tex.stackexchange.com/a/229004
               \begin{liQuellen}
               \item Quelle 1
               \item Quelle 2
               \end{liQuellen}
                 Weiterführende Literatur:
                    - Quelle 1
                    - Quelle 2
              2246 \cs_new:Npn \listen@punkt #1 {\item #1}
              2247 \NewDocumentEnvironment { liQuellen }{ +b }
              2248 {
                    \seq_clear_new:N \l_quellen
              2249
                    \seq_set_split:Nnn \l_quellen {\item} {#1}
              2250
                    \seq_remove_all:Nn \l_quellen {}
              2251
                   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
              2252
              2253 \footnotesize
              2254 \noindent
              2255 \textsf{\textbf{Weiterführende~Literatur:}}
              2256
                   \medskip
              2257
                   \begin{compactitem}
                    \seq_map_function:NN \l_quellen {\listen@punkt}
              2258
                    \end{compactitem}
              2259
                    \end{mdframed}
              2260
              2261
              2262
                    \par
                    \@afterindentfalse
              2263
                    \@afterheading
              2264
              2265 } {}
liLernkartei
              2266 \NewDocumentEnvironment { liLernkartei }{ m +b }
              2267 {
                    \begin{mdframed}
              2268
                    \footnotesize
              2269
              2270
                   \noindent%
                   \textbf{Lernkarteikarte:~#1}\par%
              2271
              2272 \noindent%
              2273
                   #2
              2274 \end{mdframed}
              2275 } {}
              \begin{liDiagramm}{beschriftung}\end{liDiagramm}: Zu setzen einer Graphik bzw
  liDiagramm
              eines Diagramms.
```

```
2276 \NewDocumentEnvironment { liDiagramm }{ m +b }
                  2277 {
                        \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
                  2278
                        \small
                  2279
                        \noindent%
                  2280
                        \textit{#1}:
                  2281
                       \begin{center}
                  2282
                  2283
                  2284
                        \medskip
                        \end{center}
                       \end{mdframed}
                  2286
                  2287 } {}
                  \liFussnoteUrl
                  Eine HTTP-URL als Fußnote setzen.
                  2288 \NewDocumentCommand{\liFussnoteUrl} { o m } {
                  2289 \footnote{\url{#2}\IfNoValueTF{#1}{} (#1)}}
                  2290 }
                  2291
\label{lik_lik_lik_lik_lik_lik} $$  \lim_{z\to \infty} {\langle unk-text\rangle} {\langle unk-text\rangle} {\langle unk\rangle} \le \sum_{z\to \infty} {\langle unk-text\rangle} {\langle unk-text\rangle} {\langle unk-text\rangle} 
                  Einen Link, d. h. einen Link-Text und eine URL als Fußnote setzen.
                  2292 \NewDocumentCommand{\liFussnoteLink} { o m m } {
                  2293 \footnote{\href{#3}{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ (#1)}}
                  2294 }
             \zB
                  2295 \det zB\{z., B.\}
             \ZB
                  2296 \def\ZB\{Z.\,B.\}
             \dh
                  2297 \left(d_{d,h}\right)
                  2298 \ExplSyntaxOff
                  2299
```

### master-theorem.sty

2300 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]

```
2301 \ProvidesPackage{bschlangaul-master-theorem} [2021/04/13]
                  Faulenzer
                  \left(0=\right)i0
                  \let\o=\liOmega
                  \left| \right| T = \left| \right|
                  \left| \right| 
                   \liMasterVariablenDeklaration
                   {3} % a
                   {3} % b
                   {\mathcal{O}}(1) % f(n)
                   \liMasterFallRechnung
                   % 1. Fall
                   {für \vert xarepsilon = 4$: \\
                   f(n) = 5n^2 \in \{0.1 \le n^{10}_2 = 0.1 \le n^{10}_2 = 0.1 \le n^2 \}
                   \{f(n) = 5n^2 \setminus t\{n^{\langle 0_2 \{8\}\}} = t\{n^3\}\}
                   % 3. Fall
                   {f(n) = 5n^2 \setminus notin \setminus n^{\log_2 {8 + \vee arepsilon}}}
                   \displaystyle \prod_{n=9T[n/3]\%2B5n^2}
                   \liMasterVariablenDeklaration
                   {} % a
                   {} % b
                   {} % f(n) ohne $mathe$
                   \liMasterFallRechnung
                   % 1. Fall
                   {}
                   % 2. Fall
                   {}
                   % 3. Fall
                   {}
                   \pi T(n) \in \mathbb{R}^2 \cdot \mathbb{R}
                   \displaystyle \prod_{n=9T[n/3]\
                  2302 \ExplSyntaxOn
                  2303 \RequirePackage{amsmath}
\liRundeKlammer
                  2304 \def\liRundeKlammer#1{
                       \negthinspace \left( #1 \right)
                  2306 }
       \liTheta \liTheta{n^2}: \Theta(n^2)
                  2307 \def \liThetaOhneMathe#1{
                  2308 \Theta \liRundeKlammer{#1}
                  2309 }
                  2310 \left( \frac{1}{1} \right)
                  2311 \ifmmode
                          \liThetaOhneMathe{#1}
                  2312
                  2313
                  2314
                          $\liThetaOhneMathe{#1}$
                  2315 \fi
                  2316 }
```

```
\liOmega \liOmega{n^2}: \Omega(n^2)
                            2317 \def\liOmegaOhneMathe#1{
                             2318 \Omega \liRundeKlammer{#1}
                            2319 }
                            2320 \def\li0mega#1{
                            2321 \ifmmode
                                    \liOmegaOhneMathe{#1}
                             2322
                             2323
                                  \else
                             2324
                                     $\liOmegaOhneMathe{#1}$
                             2325 \fi
                             2326 }
                     \li0 \li0{n^2}: \mathcal{O}(n^2)
                             2327 \ensuremath{\mbox{def}\li00hneMathe\#1{}}
                             2328 \mathcal{0} \liRundeKlammer{#1}
                             2329 }
                             2330 \def li0#1{
                             2331 \ifmmode
                                    \label{li00hneMathe} \
                             2332
                             2333 \else
                                   $\li00hneMathe{#1}$
                             2334
                             2335 \fi
                             2336 }
                      \liT Makro-Faulenzer: \let\T=\liT
                                \\liT{16}{2}: 16 \cdot T(\frac{n}{2}) \setminus liT{}{2}: T(\frac{n}{2})
                             2337 \def\liTOhneMathe#1#2{
                             2338 \tl_if_blank:nTF {#1}
                             2339 {}
                             2340 {#1 \cdot }
                            2341 T
                            2342 \likundeKlammer{frac{n}{#2}}
                             2343 }
                            2344 \def\liT#1#2{
                            2345 \ifmmode
                                     \liTOhneMathe{#1}{#2}
                             2346
                             2347 \else
                             2348
                                      $\liTOhneMathe{#1}{#2}$
                             2349 \fi
                             2350 }
                            \liRekursionsGleichung: T(n) = a \cdot T(\frac{n}{h}) + f(n)
\liRekursionsGleichung
                             2351 \def\liRekursionsGleichung{
                             2352 T(n) = \lim\{a\}\{b\} + f(n)
                             2353 }
      \liBedingungEins \liBedingungEins: f(n) \in \mathcal{O}\left(n^{\log_b a - \varepsilon}\right)
                             2354 \def\liBedingungEins{
                             2355 f(n) \in \left(n^{\langle n^{\langle b} a - varepsilon}\right)
                             2356 }
       \liBedingungZwei \liBedingungZwei: f(n) \in \Theta\left(n^{\log_b a}\right)
                             2357 \def\liBedingungZwei{
                             2358 f(n) \in \frac{n^{\langle n^{\langle b}a\rangle}}
                             2359 }
                            \verb|\libedingungDrei|: f(n) \in \Omega\Big(n^{\log_b a + \varepsilon}\Big)
       \liBedingungDrei
                             2360 \def\liBedingungDrei{
                             2361 f(n) \in \frac{n^{\langle b}a + \langle n^{\rangle}}
                             2362 }
                             2363 \ExplSyntaxOff
```

```
\liMasterVariablen
                               2364 \def\liMasterVariablen{
                               2365 \begin{displaymath}
                                    T(n) = \lim\{a\}\{b\} + f(n)
                               2366
                                    \end{displaymath}
                               2367
                               2368
                                    \begin{itemize}
                               2369
                               2370
                                    \item[$a =$]
                               2371
                                   Anzahl der rekursiven Aufrufe, Anzahl der Unterprobleme in der
                               2372
                                   Rekursion
                               2373
                                   ($a \geq 1$).
                               2374
                                    \\in [$\text{frac}{1}{b}] = ]
                               2375
                               2376
                                    Teil des Originalproblems, welches wiederum durch alle Unterprobleme
                                    repräsentiert wird, Anteil an der Verkleinerung des Problems ($b > 1$).
                               2377
                               2378
                                    \\in [\$f(n) = \$]
                               2379
                               2380 Kosten (Aufwand, Nebenkosten), die durch die Division des Problems und
                               2381 die Kombination der Teillösungen entstehen. Eine von $T(n)$
                               2382 unabhängige und nicht negative Funktion.
                                   \end{itemize}
                                   \footcite{wiki:master-theorem}
                               2385 \footcite[Seite 19-35]{aud:fs:2}
                               2386 }
             \liMasterFaelle
                               2387 \def\liMasterFaelle{
                                    \begin{description}
                                    \item[1. Fall:]
                               2390 T(n) \in \frac{n^{\langle n^{\langle b}a \rangle}}
                               2391
                               2392
                                   \hfill falls \liBedingungEins
                                   für $\varepsilon > 0$
                               2393
                               2394
                               2395
                                    \item[2. Fall:]
                               2396
                                    T(n) \in \frac{n^{\langle \log sb\{b\}a\} \cdot \log n}}{n}
                               2397
                               2398
                                    \hfill falls \liBedingungZwei
                               2399
                               2400
                                    \item[3. Fall:]
                               2401
                                    $T(n) \in \liTheta{f(n)}$
                               2402
                                    \hfill falls \liBedingungDrei
                               2403
                               2404 für $\varepsilon > 0$
                               2405 und ebenfalls für ein c mit 0 < c < 1 und alle hinreichend großen n
                               2406
                                    a \cdot f(\text{f(n)}) \leq c \cdot f(n)
                               2407
                               2408
                                    \end{description}
                               2409 }
liMasterVariablenDeklaration
                               2410 \def\liMasterVariablenDeklaration#1#2#3{
                               2411
                                    \begin{description}
                                      \item[Allgemeine Rekursionsgleichung:] \strut
                               2412
                               2413
                               2414
                                      \liRekursionsGleichung
                               2415
                                      \item[Anzahl der rekursiven Aufrufe ($a$):] \strut
                               2416
                               2417
                               2418
                               2419
                                      \item[Anteil Verkleinerung des Problems ($b$):] \strut
                               2420
```

2421

```
2422
                                                                                                          um \frac{1}{\#2} also $b = #2$
                                                                                 2423
                                                                                                           \widetilde{f(n)}:] 
                                                                                2424
                                                                                2425
                                                                                                           $#3$
                                                                                2426
                                                                                2427
                                                                                2428
                                                                                                           \item[Ergibt folgende Rekursionsgleichung:] \strut
                                                                                2429
                                                                                                           T(n) = \prod{\#1}{\#2} + \#3
                                                                                 2430
                                                                                 2431
                                                                                                   \end{description}
                                                                                 2432 }
\liMasterFallRechnung
                                                                                2433 \ensuremath{\mbox{\mbox{$\sim$}}} 14243 \ensuremath{\mbox{$\sim$}} 14243 \ensuremath{\mbox{$\sim$}
                                                                                                   \begin{description}
                                                                                2434
                                                                                2435
                                                                                                   \item[1. Fall:] \liBedingungEins:
                                                                                2436
                                                                                 2437
                                                                                2438
                                                                                2439
                                                                                                   \item[2. Fall:] \liBedingungZwei:
                                                                                2440
                                                                                2441
                                                                                2442
                                                                                2443
                                                                                                   \item[3. Fall:] \liBedingungDrei:
                                                                                2444
                                                                                2445
                                                                                 2446
                                                                                                   \end{description}
                                                                                 2447 }
                     \liMasterExkurs
                                                                                2448 \def\liMasterExkurs{
                                                                                                   \begin{liExkurs}[Master-Theorem]
                                                                                2449
                                                                                                   \liMasterVariablen
                                                                                2450
                                                                                 2451
                                                                                 2452
                                                                                                   \noindent
                                                                                 2453
                                                                                                   Dann gilt:
                                                                                 2454
                                                                                                   \liMasterFaelle
                                                                                2455
                                                                                2456
                                                                                                   \end{liExkurs}
                                                                                2457 }
   \liMasterWolframLink Link zu Wolframalpha (+ durch Prozent 2B ersetzen)
                                                                                 2458 \def\liMasterWolframLink#1{
                                                                                                  Berechne die Rekursionsgleichung auf WolframAlpha:
                                                                                                   \href{https://www.wolframalpha.com/input/?i=#1}{WolframAlpha}
                                                                                2460
                                                                                2461 }
                                                                                2462
```

## mathe.sty

```
2463 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2464 \ProvidesPackage{bschlangaul-mathe}[2020/06/10]
2465
2466 % for example \ltimes \rtimes
2467 %\RequirePackage{amssymb}
2468 \RequirePackage{amsmath}
2469
2470 %%
2471 % \mlq \mrq
2472 %%
2473 \DeclareMathSymbol{\mlq}{\mathord}{operators}{``}
2474 \DeclareMathSymbol{\mrq}{\mathord}{operators}{``}
```

```
meta.sty
```

```
2476 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
                             2477 \ProvidesPackage{bschlangaul-klassen-meta}[2021/09/10 Sammlung
                             2478 von Textschnipseln, die das Projekt beschreiben]
                             2479 \ExplSyntaxOn
                             2480 \liLadePakete{grafik}
                             Einfache Makros (Low level)
\liMetaBschlangaulSammlung
                             2481 \def\liMetaBschlangaulSammlung{
                             2482 Die~Bschlangaul-Sammlung
                             2483 }
     \liMetaHermineFriends
                             2484 \def\liMetaHermineFriends{
                                   Hermine~Bschlangaul~and~Friends
                             2486 }
    \liMetaUeberDasProjekt
                             2487 \def\liMetaUeberDasProjekt{
                             2488 Eine~freie~Aufgabensammlung~mit~Lösungen~
                             2489 von~Studierenden~für~Studierende~
                             2490 zur~Vorbereitung~auf~die~1.~Staatsexamensprüfungen~
                             2491 des~Lehramts~Informatik~in~Bayern.
                             2492 }
             \liMetaCCLink
                             2493 \def\liMetaCCLink{
                             2494 Diese~Materialsammlung~unterliegt~den~Bestimmungen~der~
                             2495
                             2496
                                     https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.de
                             2497
                             2498
                                     Creative~Commons~Namensnennung-Nicht~kommerziell-Share~Alike~4.0~
                             2499
                                     International-Lizenz
                             2500
                             2501
                             2502 }
              \liMetaEmail
                             2503 \texttt{\liMetaEmail} \{
                             2504 hermine.bschlangaul@gmx.net
                             2505 }
          \liMetaEmailLink
                             2506 \def\liMetaEmailLink{
                             2507
                                   \href{
                                     mailto:\liMetaEmail
                             2508
                             2509
                                   }{
                             2510
                                     \liMetaEmail
                             2511
                                   }
                             2512 }
            \liMetaHilfMit
                             2513 \def\liMetaHilfMit{
                                  Hilf~mit!~
                             2514
                             2515
                             2516
                                   Die~Hermine~schafft~das~nicht~alleine!~
                             2517
                             2518
                                   Das~ist~ein~Community-Projekt.~
                             2519
                             2520
                                   Verbesserungsvorschläge, ~Fehlerkorrekturen, ~weitere~Lösungen~sind~
```

```
herzlich~willkommen~-~egal~wie~-~per~Pull-Request~oder~per~E-Mail~an~
                       2522
                            \liMetaEmailLink.
                       2523 }
     \liMetaHilfMit
                       2524 \def\liMetaQuelltext{
                       2525 Der~\TeX-Quelltext~dieses~Dokuments~kann~unter~folgender~
                       2526
                            URL~aufgerufen~werden:~
                       2527 }
                       Zusammengesetzte Makros (High level)
                       Plaziert zwei Minipages nebeneinander. Die erste Umgebung ist für eine Logo gedacht,
                       die zweite für einen Text
                       2528 \cs_new:Npn \logo_dann_text:nn #1 #2 {
                             \begin{center}
                       2530
                               \begin{minipage}[c]{5.5cm}
                       2531
                                 #1
                       2532
                               \end{minipage}
                       2533
                               \begin{minipage}[c]{10cm}
                       2534
                       2535
                               \end{minipage}
                       2536
                       2537
                             \end{center}
                       2538 }
 \liLogoTextProjekt
                       2539 \def\liLogoTextProjekt
                       2540 {
                       2541
                            \logo_dann_text:nn
                       2542
                       2543
                               \liGrafikLogo[width=5cm]
                       2544
                            }
                       2545
                            {
                       2546
                       2547
                                 \bfseries
                       2548
                                 \liMetaBschlangaulSammlung
                               }
                       2549
                       2550
                               \par
                       2551
                       2552
                               \liMetaHermineFriends
                       2553
                               \par
                       2554
                       2555
                               \medskip
                       2556
                       2557
                               \begin{spacing}{1}
                       2558
                                 \footnotesize
                                 \liMetaUeberDasProjekt
                       2559
                               \end{spacing}
                       2560
                            }
                       2561
                       2562 }
\liLogoTextCCLizenz
                       2563 \def\liLogoTextCCLizenz
                       2564 {
                       2565
                             \logo_dann_text:nn
                       2566
                            {
                               \centerline{\liGrafikCCLizenz[width=3cm]}
                       2567
                            }
                       2568
                       2569
                       2570
                               \begin{spacing}{1}
                       2571
                                 \scriptsize
```

2572

\liMetaCCLink

```
2573 \end{spacing}
2574 }
2575 }
2576 \ExplSyntaxOff
2577
```

### minimierung.sty

2578 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

```
2579 \ProvidesPackage{bschlangaul-minimierung}[2021/03/13 Für den
                 2580 Minimierungsalgorithmus von einem NEA zu einem DEA]
                 2581 \liLadePakete{typographie}
                  \let\z=\liZustandsnameTiefgestellt
                  \let\f=\liFussnote
                  \let\l=\liLeereZelle
                  \let\erklaerung=\liMinimierungErklaerung
                  \begin{tabular}{|c||c|c|c|c|c|c|c|}
                  \hline
                  \z1 &
                  \z2 &
                           &
                                \z3 &
                           &
                                &
                                     & \l & \l & \l & \l & \l & \l \ \ hline
                   \z4 &
                           &
                                &
                                     &
                                          \z5 &
                           &
                                &
                                     &
                                          &
                                               & \1 & \1 & \1 & \1
                                                                    \\ \hline
                                                    & \1 & \1 & \1 \\ \hline
                  \z6 &
                           &
                                &
                                     &
                                          &
                                               &
                                                          & \l & \l \\ \hline
                  \z7 &
                           &
                                &
                                     &
                                          &
                                               &
                                                    &
                                                              & \l \\ \hline\hline
                  \z8 &
                           &
                                &
                                     &
                                          &
                                               &
                                                    &
                                                         &
                      & \z0 & \z1 & \z2 & \z3 & \z4 & \z5 & \z6 & \z7 & \z8 \\ \hline
                   \end{tabular}
                  \liFussnoten
                  \begin{liUebergangsTabelle}{0}{1}
                  \Z01 & \Z10 & \Z23
                  \Z05 & \Z15 & \Z25 \f2 \\
                  \Z15 & \Z05 & \Z35 \f2 \\
                  \Z23 & \Z44 & \Z55
                  \Z24 & \Z44 & \Z55
                                      11
                  \Z34 & \Z44 & \Z55
                                      11
                  \end{liUebergangsTabelle}
      \liFussnote
                 2582 \left[ x_{41} \right]
                 2583 \def\li@fussnote@text#1#2{
                 2584 \liFussnote{#1}
                 2585
                      \quad
                 2586
                     {\footnotesize #2}
                 2587 }
\liFussnoteEinsText
                 2588 \def\liFussnoteEinsText{
                 2589 \li@fussnote@text{1}
                 2590
                     {Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.}
                 2591 }
\liFussnoteZweiText
                 2592 \def\liFussnoteZweiText{
                 2593 \li@fussnote@text{2}
                 2594 {Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.}
                 2595 }
\liFussnoteDreiText
                 2596 \def\liFussnoteDreiText{
                 2597 \li@fussnote@text{3}
```

```
{In weiteren Iterationen markierte Zustände.}
                                                                                 2599 }
                       \liFussnoteVierText
                                                                                 2600 \def\liFussnoteVierText{
                                                                                 2601 \li@fussnote@text{4}
                                                                                             {...}
                                                                                 2603 }
                                                 \liFussnoten
                                                                                                      Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.
                                                                                         x_1
                                                                                                      Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.
                                                                                         x_2
                                                                                                      In weiteren Iterationen markierte Zustände.
                                                                                         x_4
                                                                                 2604 \def\liFussnoten{
                                                                                 2605 \bigskip
                                                                                 2606
                                                                                               \noindent
                                                                                 2607
                                                                                 2608
                                                                                               \liFussnoteEinsText
                                                                                 2609
                                                                                 2610
                                                                                               \noindent
                                                                                 2611
                                                                                               \liFussnoteZweiText
                                                                                 2612
                                                                                 2613
                                                                                               \noindent
                                                                                 2614
                                                                                               \liFussnoteDreiText
                                                                                 2615
                                                                                               \noindent
                                                                                 2616
                                                                                               \liFussnoteVierText
                                                                                 2617
                                                                                 2618}
                                                                               \liLeereZelle:∅
                                        \liLeereZelle
                                                                                 Makro-Faulenzer: \let\l=\liLeereZelle
                                                                                 2619 \def\liLeereZelle{$\emptyset$}
\liZustandsPaarVariablenName
                                                                                 2620 \def\liZustandsPaarVariablenName\{z\}
                                   \liZustandsPaar
                                                                                 2621 \def\liZustandsPaar#1#2{
                                                                                 2622
                                                                                 2623
                                                                                                     \liZustandsPaarVariablenName_#1,
                                                                                 2624
                                                                                                     \liZustandsPaarVariablenName_#2
                                                                                              )$
                                                                                 2625
                                                                                 2626 }
                       liUebergangsTabelle
                                                                                 2627 \renewcommand{\arraystretch}{1.4}
                                                                                 2628 \NewDocumentEnvironment{ liUebergangsTabelle } { m m } {
                                                                                 2629 \liPseudoUeberschrift{\begin{align*} \begin{align*} \begin{align*} \begin{align*} \liPseudoUeberschrift{\begin{align*} \begin{align*} \begi
                                                                                 2630
                                                                                              \begin{center}
                                                                                               \begin{tabular}{r||1|1}
                                                                                 2631
                                                                                              \textbf{Zustandspaar} & \textbf{#1} & \textbf{#2} \\\hline
                                                                                 2632
                                                                                 2633 } {
                                                                                 2634
                                                                                               \end{tabular}
                                                                                               \end{center}
                                                                                 2635
                                                                                 2636 }
                                                                                \liUeberschriftDreiecksTabelle:
iUeberschriftDreiecksTabelle
                                                                                 Minimierungstabelle (Table filling)
```

2637 \ExplSyntaxOn

```
2638 \def\liUeberschriftDreiecksTabelle{
2639 \liPseudoUeberschrift{Minimierungstabelle~(Table~filling)}
2640 }
```

\liMinimierungErklaerung

#### Makro-Faulenzer: \let\erklaerung=\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. —

```
2641 \def\liMinimierungErklaerung{
     %\footcite[Seite~19]{koenig}
     \liParagraphMitLinien{
2643
       Der~Minimierungs-Algorithmus~(auch~Table-Filling-Algorithmus~genannt)~
2644
        trägt~in~seinem~Verlauf~eine~Markierung~in~alle~
2645
       diejenigen~Zellen~der~Tabelle~ein,~die~zueinander~nicht~äquivalente~
2646
        Zustände~bezeichnen.~Die~Markierung~"$x\sb{n}$"~in~einer~Tabellenzelle~($i$,~
2647
2648
        $j$)~bedeutet~dabei,~dass~das~Zustandspaar~($i$,~$j$)~in~der~$k$-ten~
2649
        Iteration~des~Algorithmus~markiert~wurde~und~die~Zustände~$i$~und~$j$~
2650
        somit~zueinander~($k~-~1$)-äquivalent,~aber~nicht~$k$-äquivalent~und~
2651
        somit~insbesondere~nicht~äquivalent~sind.~Bleibt~eine~Zelle~bis~zum~Ende~
2652
       unmarkiert, \verb|`-sind-die-||entsprechenden-||Zust" and \verb|e-zuein| and er-||aquivalent|.
2653
2654 }
2655 \ExplSyntaxOff
2656
```

### normalformen.sty

```
2657 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                   2658 \ProvidesPackage{bschlangaul-normalformen} [2020/12/10
                   2659 Hilfsmakros zum Setzen von Normalformen, Funktionalen Abhänigkeiten,
                   2660 Attributhülle]
                      Mathe für textit tex etc, typographie für geschweifte Klammer
                   2661 \liLadePakete{mathe,typographie}
                   2662 \directlua{
                   2663 helfer = require('bschlangaul-helfer')
                   2664 normalformen = require('bschlangaul-normalformen')
                   2665 }
                   Faulenzer
                   \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
                   2666 \def\liTeilen#1{
                   2667 \directlua{tex.print(normalformen.teilen('#1'))}
                   2668 }
\liAttributHuelle
                   Makro-Faulenzer: \let\ah=\liAttributHuelle
                      \angle Ah\{F, M\{A, B\}\}\ AttrH\ddot{u}lle(F, \{A, B\}) Regulärer Ausdruck zum Konvertieren
                   AttrH"ulle((.*)) \land ah{$1}
                   2669 \def\liAttributHuelleOhneMathe#1{\text{AttrHülle}(#1)}
                   2670 \def\liAttributHuelle#1{
                   2671 \ifmmode
                   2672 \liAttributHuelleOhneMathe{#1}
                   2673 \else
                   2674 $\liAttributHuelleOhneMathe{#1}$
                   2675\fi
                   2676 }
\liAttributMenge
                   Makro-Faulenzer: \let\m=\liAttributMenge
                   2677 \def\liAttributMenge#1{\{ \textit{#1} \}}
        liAHuelle
                   2678 \NewDocumentEnvironment{ liAHuelle } { +b } {
                        \begingroup
                   2680
                        \footnotesize
                        \begin{multline*}
                   2681
                   2682
                        \end{multline*}
                   2683
                        \endgroup
                   2684
                   2685 } { }
\liLinksReduktion Nur innerhalb von liAHuelle zu verwenden bzw. multline
                   Makro-Faulenzer: \let\ahL=\liLinksReduktion
                      \ahL{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
                   2686 \def\liLinksReduktion#1#2#3{
                        \shoveleft{
                   2688
                          \liAttributHuelleOhneMathe{FA,
                          \liAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
                   2689
                   2690
```

```
\shoveright{
                               2691
                               2692
                                       \liAttributMenge{#3}
                               2693
                               2694 }
                               Makro-Faulenzer: \let\ahL=\liLinksReduktionInline
     \liLinksReduktionInline
                                   \ahl{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
                               2695 \def\liLinksReduktionInline#1#2#3{%
                               2696
                               2697
                                       \footnotesize%
                               2698
                                       $\liAttributHuelleOhneMathe{F,
                               2699
                                       \liAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
                               2700
                                       \liAttributMenge{#3}$
                               2701 }
                               2702 }
     \liLinksReduktionInline
                               Makro-Faulenzer: \let\ahr=\liLinksReduktionInline
                                   \ahr{gelöschte FA}{neue FA ohne rechts Attribut}{gegebene Attribute}{Ergebnis}
                               2703 \def\liRechtsReduktionInline#1#2#3#4{%
                               2704 {%
                                       \footnotesize%
                               2705
                                       $\liAttributHuelleOhneMathe{
                               2706
                               2707
                                         F \setminus
                               2708
                                         \liFunktionaleAbhaengigkeit{#1}
                                         \def\tmp{#2}\ifx\tmp\empty
                               2709
                               2710
                                         \else
                               2711
                                            \cup \liFunktionaleAbhaengigkeit{#2}
                               2712
                                         \fi
                               2713
                               2714
                                         \liAttributMenge{#3}
                                       } =
                               2715
                               2716
                                       \liAttributMenge{#4}$
                               2717
                               2718}
                               Makro-Faulenzer: \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
\liFunktionaleAbhaengigkeit
                                   \fa{A, B -> C, D}: \{A,B\} \rightarrow \{C,D\} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \$(.*?) \\rightarrow
                               \fa{$1 -> $2}
                               2719 \ensuremath{\mbox{\sc def}\mbox{\sc liFunktionaleAbhaengigkeit#1{\%}}}
                               2720 \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeit('#1', false)}%
                               2721 }
                                FA[F]
liFunktionaleAbhaengigkeiten
                                  M \rightarrow M;
                                  M \rightarrow N;
                                  V \rightarrow T, P, PN;
                                  P \rightarrow PN;
                                }
                                 F = \{
                                                                 \{M\} \rightarrow \{M\},\
                                                                 \{M\} \rightarrow \{N\},\
                                                                 \{V\} \rightarrow \{T, P, PN\},\
                                                                 \{P\} \rightarrow \{PN\},
```

Makro-Faulenzer: \let\FA=\liFunktionaleAbhaengigkeiten

Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:  $\ \$  \\rightarrow (.\*)\\$\\$(.\*) \\rightarrow \$1 -> \$2;

```
2722 \NewDocumentCommand {\liFunktionaleAbhaengigkeiten} { O{FA} m } {
              2723
                   \liGeschweifteKlammern
                   {#1}
              2724
              2725
              2726
                      \begin{align*}
              2727
                      \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeiten('#2')}
                      \ensuremath{\mbox{end}\{\mbox{align}*\}}
              2728
              2729 }
              2730 {-0.5cm}
              2731
                  \{-1.7cm\}
              2732 }
\liRelation Makro-Faulenzer: \let\r=\liRelation
                 \r[R3]{\u{A}, B, C}: R_3(\underline{A}, B, C) Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \$(R.*)\((.*)\)\$
              \\liRelation[$1]{$2}
              2733 \NewDocumentCommand {\liRelation} { O(R) m } {
              2734 \frac{1}{2734}
                      local name = helfer.konvertiere_tiefgestellt('#1')
              2735
              2736
                      tex.print(name)
              2737 }$(\textit{\,#2\,})
              2738 }
              2739
```

### o-notation.sty

```
2740 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2741 \ProvidesPackage{bschlangaul-o-notation}[2021/09/08]
```

#### **Faulenzer**

\let\O=\liONotationO

### 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,
                       {\tt 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}
                  2742 \ExplSyntaxOn
                  2743 \RequirePackage{amssymb}
                  2744 \RequirePackage{pgfplots}
                     Für echte Teilmenge \subsetneq: ⊊
                  2745 \RequirePackage{amssymb}
\liRundeKlammer
                  2746 \def\liRundeKlammer#1{
                  2747 \negthinspace \left( #1 \right)
                  2748 }
  \li0Notation0 \0{n^2}: \mathcal{O}(n^2)
                  2749 \cs_new:Npn \o_notation_0:n #1 {
                  2750 \mathcal{0} \liRundeKlammer{#1}
                  2751 }
                  2752 \def\li0Notation0#1{
                  2753 \ifmmode
                         \o_notation_0:n { #1 }
                  2754
                  2755 \else
                  2756
                         $ \o_notation_0:n { #1 } $
                  2757 \fi
                  2758 }
                  2759
```

#### petri.sty

\liPetriSetzeSchluessel

```
2760 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2761 \ProvidesPackage{bschlangaul-petri}[2020/12/03]
Faulenzer
\let\t=\liPetriTransitionsName
\let\tp=\liPetriTransPfeile
\let\k=\liPetriErreichKnotenDrei
2762 \RequirePackage{tikz}
2763 \usetikzlibrary{petri,arrows.meta}
   Für die Darstellungsmatrix
2764 \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);
     \label= \$t_2\$, \texttt{TmpTransitionTwo} \  \  \text{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}
2765 \def\liPetriSetzeSchluessel{%
2766
     \def\TmpTransitionOne{}%
     \def\TmpTransitionTwo{}%
2767
     \def\TmpTransitionThree{}%
2768
2769
     \def\TmpTransitionFour{}%
     \def\TmpTransitionFive{}%
2770
2771
     \def\TmpTransitionSix{}%
2772
     \def\TmpTransitionSeven{}%
     \def\TmpTransitionEight{}%
2773
     \def\TmpTransitionNine{}%
     \def\TmpTransitionTen{}%
2775
2776
     \pgfkeys{/petri/.cd,
       p1/.store in=\TmpPlaceOne,p1/.default=0,p1,
2777
       p2/.store in=\TmpPlaceTwo,p2/.default=0,p2,
2778
       p3/.store in=\TmpPlaceThree,p3/.default=0,p3,
2779
       p4/.store in=\TmpPlaceFour,p4/.default=0,p4,
2780
```

```
2781
                                                                     p5/.store in=\TmpPlaceFive,p5/.default=0,p5,
                                                       2782
                                                                     p6/.store in=\TmpPlaceSix,p6/.default=0,p6,
                                                       2783
                                                                     p7/.store in=\TmpPlaceSeven,p7/.default=0,p7,
                                                                     p8/.store in=\TmpPlaceEight,p8/.default=0,p8,
                                                       2784
                                                       2785
                                                                     p9/.store in=\TmpPlaceNine,p9/.default=0,p9,
                                                                     p10/.store in=\TmpPlaceTen,p10/.default=0,p10,
                                                       2786
                                                                     t1/.store in=\TmpTransitionOne,t1/.default=activated,
                                                       2787
                                                       2788
                                                                     t2/.store in=\TmpTransitionTwo,t2/.default=activated,
                                                                     t3/.store in=\TmpTransitionThree,t3/.default=activated,
                                                       2789
                                                                     t4/.store in=\TmpTransitionFour,t4/.default=activated,
                                                       2790
                                                       2791
                                                                     t5/.store in=\TmpTransitionFive,t5/.default=activated,
                                                       2792
                                                                     t6/.store in=\TmpTransitionSix,t6/.default=activated,
                                                                     t7/.store in=\TmpTransitionSeven,t7/.default=activated,
                                                       2793
                                                                     t8/.store in=\TmpTransitionEight,t8/.default=activated,
                                                       2794
                                                                     t9/.store in=\TmpTransitionNine,t9/.default=activated,
                                                       2795
                                                                     t10/.store in=\TmpTransitionTen,t10/.default=activated,
                                                       2796
                                                                      scale/.store in=\TmpScale,scale/.default=0.5,
                                                       2797
                                                       2798
                                                                     x/.store in=\TmpX,x/.default=5,
                                                                     y/.store in=\TmpY,y/.default=5,
                                                       2799
                                                       2800
                                                       2801 }
                                                       2802 \tikzset{
                                                       2803 li petri/.style={
                                                       2804
                                                                     activated/.style={
                                                       2805
                                                                         very thick
                                                       2806
                                                                     }.
                                                                     inhibitor/.style={
                                                       2807
                                                                          {Circle[open,length=2mm,fill=white]}-
                                                       2808
                                                       2809
                                                       2810 }
                                                       2811 }
                                                      Makro-Faulenzer: \let\t=\liPetriTransitionsName
    \liPetriTransitionsName
                                                             \$t (\d+)\$ \t$1
                                                       2812 \end{area} $$2812 \end{area} $$12 \end{
                                                       2813 \def\liPetriTransitionsName#1{
                                                       2814 \ifmmode
                                                                     \liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}
                                                       2815
                                                                 \else
                                                       2816
                                                                     $\liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}$
                                                       2817
                                                       2818
                                                                \fi
                                                       2819 }
                                                      Makro-Faulenzer: \let\t=\liPetriErreichTransition
\liPetriErreichTransition
                                                       2820 \NewDocumentCommand{ \liPetriErreichTransition } { m m m O{} O{} } {
                                                       2821 \draw[->] (#1) edge[#4] node[pos=0.5,auto,sloped,#5]{$t\sb{#3}$} (#2);
                                                       2822 }
                                                      Makro-Faulenzer: \let\k=\liPetriErreichKnotenDrei
\liPetriErreichKnotenDrei
                                                       2823 \def\liPetriErreichKnotenDrei#1#2#3{(#1,#2,#3)}
            \liPetriTransPfeile Makro-Faulenzer: \let\tp=\liPetriTransPfeile
                                                       2824 \end{array} $$1{$\rightarrow \hspace{0.4cm} \liPetriTransitionsName{\#1} \hspace{0.3cm} $$
                                                       2825
```

### potenzmengen-konstruktion.sty

```
2826 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
                               2827 \ProvidesPackage{bschlangaul-potenzmengen-konstruktion}[2021/02/21 Hilfsmakros
                               2828 einzusetzen bei der Potenzmengen-Konstruktion (Potenzmengen-Algorithmus)]
                               2829 \liLadePakete{formale-sprachen}
                               2830 \ExplSyntaxOn
                                \left| def \right| 
                                  \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}{1|1|1}
                                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}
                                  \left| def \right| 
                                    \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}
                                  }
                               2831 \def\liZustandsMengenSammlung#1#2{
                                    \liZustandsnameGross{#1}
                               2832
                               2833
                                    {
                               2834
                                       \footnotesize
                               2835
                                       \liPotenzmenge{
                               2836
                                         \str_case:nn {#1} #2
                               2837
                               2838
                               2839 }
\liZustandsMengenSammlungNr
                               2840 \def\liZustandsMengenSammlungNr#1#2{
                                    \liZustandsnameGross{#1}
                               2842
                                    {
```

```
2843 \footnotesize

2844 \liZustandsmengeNr{

2845 \str_case:nn {#1} #2

2846 }

2847 }

2848 \ExplSyntaxOff

2850
```

### pseudo.sty

```
2851 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2852 \ProvidesPackage{bschlangaul-pseudo}[2020/12/30 Paket zum Setzen
2853 von Pseudo-Code, Hüll-Paket um algorithm2e]
 \begin{algorithm}[H]
 \label{eq:continuous} $$ KwData $G = (V,E,w)$: ein zusammenhängender, ungerichteter, $$
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 $(V, E' \cup \lbrace e\rbrace)$ keinen Kreis enthält}{
     $E'\leftarrow E'\cup \lbrace e\rbrace $\;
 }
 \KwResult{$M = (V,E')$ ist ein minimaler Spannbaum von G.}
 \caption{Minimaler Spannbaum nach Kruskal\footcite{wiki:kruskal}}
 \end{algorithm}
```

### **Data:** 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  $L \neq \emptyset$  do

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**  $E' \leftarrow E' \cup \{e\};$ 

Algorithmus 1: Minimaler Spannbaum nach Kruskal

end

end

**Result:** M = (V, E') ist ein minimaler Spannbaum von G.

2854 \RequirePackage [german, boxruled] {algorithm2e}

2855

### pumping-lemma.sty

```
2856 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
                       2857 \ProvidesPackage{bschlangaul-pumping-lemma}[2021/08/11 Enthält die
                       2858 Definitionen für das Pumping-Lemma in der Regulären Sprache und
                       2859 in der Kontextfreien Sprache]
   \liPumpingRegulaer
                       2860 \def\liPumpingRegulaer{%
                            Es sei $L$ eine reguläre Sprache. Dann gibt es eine Zahl $j$, sodass für
                       2862
                             alle Wörter $\omega \in L$ mit $|\omega| \geq j$ (jedes Wort $\omega$ in
                             $L$ mit Mindestlänge $j$) jeweils eine Zerlegung $\omega = uvw$
                       2863
                             existiert, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
                       2864
                       2865
                             \begin{enumerate}
                       2866
                       2867
                             \item $|v| \geq 1$
                       2868
                            (Das Wort $v$ ist nicht leer.)
                       2869
                       2870
                             \item $|uv| \leq j$
                       2871
                             (Die beiden Wörter $u$ und $v$ haben zusammen höchstens die Länge $j$.)
                       2872
                       2873
                             \item Für alle $i = 0, 1, 2, \dots$ gilt $uv^iw \in L$
                             (Für jede natürliche Zahl (mit $0$) $i$ ist das Wort $uv^{i}w$ in der
                       2874
                             Sprache $L$)
                       2875
                             \end{enumerate}
                       2876
                       2877
                            Die kleinste Zahl $j$, die diese Eigenschaften erfüllt, wird
                       2878
                             Pumping-Zahl der Sprache $L$ genannt.\footcite{wiki:pumping-lemma}
                       2880 }
\liPumpingKontextfrei
                       2881 \def\liPumpingKontextfrei{%
                             Es sei $L$ eine kontextfreie Sprache. Dann gibt es eine Zahl $j$, sodass
                             sich alle Wörter \infty \in L\ mit |\omega | \neq j\ zerlegen lassen in
                       2884
                             $\omega = uvwxy$, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
                       2885
                       2886
                             \begin{enumerate}
                             \item $|vx| \geq 1$
                       2887
                       2888
                             (Die Wörter $v$ und $x$ sind nicht leer.)
                       2889
                       2890
                             \item $|vwx| \leq j$
                       2891
                             (Die Wörter $v$, $w$ und $x$ haben zusammen höchstens die Länge $j$.)
                       2892
                             \item Für alle i \in \mathbb{N}_0 gilt u v^i w x^i y in L$ (Für jede)
                       2893
                       2894
                             natürliche Zahl (mit $0$) $i$ ist das Wort $u v^i w x^i y$ in der
                             Sprache $L$)
                       2895
                             \end{enumerate}
                       2896
                       2897 }
                       2898
```

### quicksort.sty

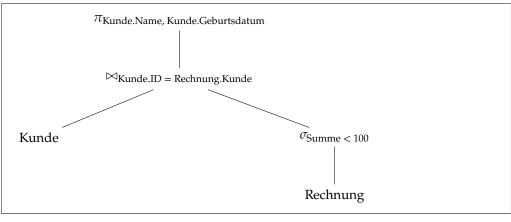
```
2899 % https://tex.stackexchange.com/a/142634
2900 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
2901 \ProvidesPackage{bschlangaul-quicksort}[2020/06/12]
2903 %-----
2904 % USAGE:
2905 % \QSinitialize {comma, separated, numerical, values}
2906% \loop
2907 % \QSpivotStep
2908% \ifnum\value{pivotcount}>0
      \QSsortStep
2909 %
2910 % \repeat
2911 %-----
2913% xintfrac does not load xinttools, this must be done explicitely if needed as here.
2914 \RequirePackage{xintfrac, xinttools}
2916 \RequirePackage{tikz}
2917
2918 %-----
2919% FIRST PART: TikZ styles and macros for the actual drawing
2920 \newcounter{cellcount}% used for coordinates of the node
2921 \newcounter{pivotcount} % when it will remain at zero, will signal the sort is finished.
2923% Styles defined by Tom Bombaldi. (modified: all share the same size)
2924% (re-modified \bf -> \bfseries due to extremely annoying warnings from
2925 % KOMA-script which are truly a pain and do not make any sense regarding \bf:
2926% if I want to use \bf, and know what I am doing, why should I get HARASSED
2927% by police of LaTeX good conduct?)
2928 \tikzset{1/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=lime!70!gray},
2929
           o/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=olive!50},
          r/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black, t
2930
2931 % this is the "b" style as used in the image below
           b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black,
2933 % nicer:
           b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=white, text=magenta
2934
2935
           g/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=gray, text=white, f
2936
2937 % NOTE the b style was originally the same as the r(aised) style apart from
2938 % not being raised, but I find it nicer with a somewhat different
2939 % specification. I have not updated the images though.
2940
2941 % How the nodes are drawn depending on whether on the left of the pivot value
2942% or on the right, or is a pivot value, or a raised pivot during selection phase.
2944 \def\DecoLEFT #1{%
      \xintFor* ##1 in {#1} \do
2945
      {\stepcounter{cellcount}\node[o] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2946
2947 }
2948
2949 \def\DecoINERT #1{%
      \xintFor* ##1 in {#1} \do
2950
      {\stepcounter{cellcount}\node[g] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2951
2952 }
2953
2954 \def\DecoRIGHT #1{%
      \xintFor* ##1 in {#1} \do
2956
      {\stepcounter{cellcount}\node[1] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2957 }
2958
2959 \def\DecoLEFTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
       \xintFor* ##1 in {#1} \do
```

```
2961
        {\stepcounter{cellcount}%
2962
         \xintifForLast {\node[r]}{\node[o]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2963 }
2964
2965 \def\DecoINERTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
        \xintFor* ##1 in {#1} \do
2966
        {\stepcounter{cellcount}%
2967
         \xintifForLast {\node[b]}{\node[g]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2968
2969 }
2971 \def\DecoRIGHTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
        \xintFor* ##1 in {#1} \do
2972
        {\stepcounter{cellcount}%
2973
         \xintifForLast {\node[r]}{\node[l]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2974
2975 }
2976
2977 %-----
2978% SECOND PART: the actual sorting routines.
2980 \def\QS@sort@a #1{\expandafter \QS@sort@b \expandafter {\xintLength {#1}}{#1}}
2981 \def\QS@sort@b #1{\ifcase #1
2982
                         \expandafter\QS@sort@empty
2983
                      \or\expandafter\QS@sort@single
2984
                    \else\expandafter\QS@sort@c
2985
                    \fi
2986 }%
2987 \def\QS@sort@empty #1{}
2988 \def\QS@sort@single #1{\QSIr {#1}}
2990 % This step is to pick the last as pivot.
2991 \def\QS@sort@c #1%
      {\operatorname{QS@sort@d}}_{1}_{1}_{1}_{1}}
2993
2994 % Here \QSLr, \QSIr, \QSr have been let to \relax.
2995% The trick with \xintApplyUnbraced is that for example when selecting
2996% the elements smaller than pivot, if we had been using \xintApply we
2997% would have had at the minimum an empty brace pair. Thus we use the
2998\% "unbraced" variant, but then the \QS@select@smaller has added in
2999 % anticipation a level of braces.
3000 \def\QS@sort@d #1#2{%
       \QSLr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@smaller {#1}}{#2}}%
3002
       \QSIr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@equal
3003
       \QSRr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@greater {#1}}{#2}}%
3004 }%
3005\def\QSQselectQsmaller #1#2{\xintifLt {#2}{#1}{{#2}}{ }}% space will stop a f-
   expansion
                        #1#2{\xintifEq {#2}{#1}{{#2}}{ }}% space will stop a f-
3006 \def\QS@select@equal
   expansion
3007\def\QSQselectQgreater #1#2{xintifGt {#2}{#1}{{#2}}{ }}% space will stop a f-
   expansion
3008
3009 %
3010 % NOTE 1: thus, each comparison with the pivot is done three (!) times.
3011 %
3012% NOTE 2: we may well end up with \QSLr {<empty>} situations. This is handled
3013% silently by the \times the \xintFor loops, and also when \QSLr becomes \QSC ort\QSC , the
3014% latter must handle correctly an empty argument.
3015
3016 %-----
3017% THIRD PART: the main macros \QSpivotStep, \QSsortStep and \QSinitialize.
3019% This draws all with suitable highlighting for the newly chosen pivots
3020 % (which will be shown raised)
```

```
3021 \def\QSpivotStep {\let\QSLr\DecoLEFTwithPivot
3022
                    \let\QSIr\DecoINERT
                    \let\QSIrr\DecoINERT
3023
                    \let\QSRr\DecoRIGHTwithPivot
3024
3025 \text{par}\left[1.5mm\right] {0pt}{8mm}%
                \setcounter{cellcount}{0}\setcounter{pivotcount}{0}%
3026
3027
                \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
3028 }
3029
3030 % This sorts and then draws, showing where the pivot chosen in the previous
3031% step go. Next time they will have become "inert". If pivotcount is still at
3032 % zero on exit from \QSpivotStep, then this is the signal to stop before
3033 % executing \QSsortStep.
3034 \def\QSsortStep {\def\QSLr {\noexpand\QS@sort@a}%
3035
                     \def\QSRr {\noexpand\QS@sort@a}%
                     \def\QSIr {\noexpand\QSIrr}%
3036
3037
                     \let\QSIrr\relax
3038
                        \edef\QS@list{\QS@list}%
                    \let\QSLr\relax
3039
                    \let\QSRr\relax
3040
3041
                    \let\QSIr\relax
3042
                        \edef\QS@list{\QS@list}%
3043
                    \let\QSLr\DecoLEFT
                    \let\QSIr\DecoINERTwithPivot
3044
                    \let\QSIrr\DecoINERT
3045
                    \let\QSRr\DecoRIGHT
3046
3047 \text{par}\left[1.5mm\right] {0pt}{8mm}%
3048
                \setcounter{cellcount}{0}%
3049
                \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
3050 }
3051
3052 \def\QSinitialize #1{%
       \% first, we convert the comma separated values into a list of braced items
       % we use an \edef, and anyhow many \edef's will be used later
3054
       \edef\QS@list {\noexpand\QSRr {\xintCSVtoList {#1}}}%
3055
       \let\QSRr\DecoRIGHT
3056
       \% The \QSRr marker mutated to draw the last element as
3057
       \% pivot and the earlier ones with the suitable style.
3058
3059
3060
       % The list of marked braced items \QS@list is used both for drawing
3061
       % (as here) and for doing the exchange of elements during sort.
3062
       \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}\setcounter{cellcount}{0}%
3063
                    \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
3064 }
3065
```

## relationale-algebra.sty

```
3066 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
3067 \ProvidesPackage{bschlangaul-relationale-algebra}[2020/12/11]
3068 \RequirePackage{amsmath}
3069 \RequirePackage{amssymb}
   Zum Zeichen 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) {$\sigma_{\text{Summe < 100}}$}</pre>
     edge (theta join);
   \node[below=of sigma rechnung]
     {Rechnung}
     edge(sigma rechnung);
 \end{tikzpicture}
```



## rmodell.sty

```
3079 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                          3080 \ProvidesPackage{bschlangaul-rmodell}[2020/09/01
                          3081 Makros und Umgebungen zum Setzen des Relationenmodells beim Thema
                          3082 Datenbanken.]
                          3083 \RequirePackage{soul}
                          Faulenzer
                          \let\a=\liAttribut
                          \let\f=\liFremd
                          \let\p=\liPrimaer
                          \let\r=\liRelationMenge
              \liPrimaer \liPrimaer{text}: Unterstreichung für den Primärschlüssel
                          3084 \def \simeq #1{\ul{#1}}
                \liFremd \liFremd{text}: Überstreichung für den Fremdschlüssel
                          3085 \def = 1{{\setul}{-0.9em}{}\ul{#1}}}
               liRmodell \begin{liRmodell} \end{liRmodell}: Kleinere Schrift und Schreibmaschinenschrift.
                          3086 \def\li@Rmodell@Schrift{\footnotesize\ttfamily}
                          3087 \ExplSyntaxOn
                          3088 \NewDocumentEnvironment { liRmodell }
                          3089 { +b }
                          3090 {
                          3091
                               \medskip
                          3092
                          3093
                                 3094
                                 \setlength{\parindent}{0pt}
                          3095
                                 \li@Rmodell@Schrift#1
                          3096
                               }
                          3097
                               \medskip
                          3098 } {}
                          3099 \ExplSyntaxOff
                          Makro-Faulenzer: \let\r=\liRelationMenge
        \liRelationMenge
                             \liRelationMenge{name}{attribut, attribut}: Umhüllen der Attribute mit geschweiften
                          und dann eckigen Klammern.
                          3100 \def\liRelationMenge#1#2{
                          3101 \noindent
                          3102 #1 : \{[ #2 ]\}
                          3103 \par
                          3104 }
             \liAttribut Makro-Faulenzer: \let\a=\liAttribut
                             \liAttribut{text}: Gleiche Schrift wie Umgebung liRmodell
                          3105 \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}
                          3106 \NewDocumentEnvironment { liRelationenSchemaFormat }{ +b } {} {}
                          3107
```

## sortieren.sty

```
3108 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
3109 \ProvidesPackage{bschlangaul-sortieren}[2020/06/10 Schaubilder
3110 für händisches Sortieren bzw. einen Schreibtischlauf setzen]
  rectangle split parts=5,
]{
   \node[li sortierung zahlenreihe] (reihe) {\nodepart{one} 2 \nodepart{two} 1 \nodepart{three} }
   \liSortierPfeil{one}{two}
  \liSortierPfeil{two}{three}
   \liSortierMarkierung{two split south}{three split north}
   \liSortierPfeilUnten{three}{one}
     1
3111 \RequirePackage{tikz}
```

3112 \usetikzlibrary{shapes.multipart,positioning}

\liVertauschen

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

```
3113 \def\liVertauschen#1{
3114 \directlua{
       local sortieren = require('bschlangaul-sortieren')
3115
       sortieren('#1')
3116
3117 }
3118}
```

\liSortierPfeil

```
3119 \def\liSortierPfeil#1#2{
3120 \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 north) -- ++(0,0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 north);
3121 }
```

\liSortierPfeilUnten

```
3122 \def\liSortierPfeilUnten#1#2{
3123 \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 south) -- ++(0,-0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 south);
3124 }
```

\liSortierMarkierung

```
3125 \def\liSortierMarkierung#1#2{\node[
3126
    draw,
3127
     very thick,
3128 fit=(reihe.#1) (reihe.#2),
3129
     inner sep=0pt
3130] {};
3131 }
3132 \tikzset{
3133 li sortierung zahlenreihe/.style={
3134
       draw,
       thin,
3135
3136
       font=\large,
       rectangle split horizontal,
3137
       rectangle split,
3138
3139 }
3140 }
```

```
3141 % https://tex.stackexchange.com/a/140895
3142 \RequirePackage{forest, xstring}
3143 \usetikzlibrary{calc}
3144
3145 \makeatletter
3146 \pgfmathdeclarefunction{strrepeat}{2}{%
     \begingroup\pgfmathint{#2}\pgfmath@count\pgfmathresult
3148
       \let\pgfmathresult\pgfutil@empty
       \pgfutil@loop\ifnum\pgfmath@count>0\relax
3149
          \expandafter\def\expandafter\pgfmathresult\expandafter{\pgfmathresult#1}%
3150
3151
         \advance\pgfmath@count-1\relax
       \pgfutil@repeat\pgfmath@smuggleone\pgfmathresult\endgroup}
3152
3153 \makeatother
3154
3155 \def\myNodes{}
3156
3157 \ExplSyntaxOn
3158 \newcommand*\sortList[1]{%
     \clist_sort:Nn#1{\int_compare:nNnTF{##1}>{##2}\sort_return_swapped:\sort_return_same:}}
3160 \ExplSyntaxOff
3161
3162 \forestset{
3163
     sort/.code={%
       \pgfmathparse{level()>\forestSortLevel}%
3164
       \ifnum\pgfmathresult=0
3165
         \StrSubstitute{\forestov{content}}{ }{,}[\myList]%
3166
         \sortList\myList
3167
3168
         \StrSubstitute{\myList}{,}{ }[\myList]%
          \pgfmathparse{strrepeat("1",level())}%
3169
         \xappto\myNodes{\noexpand\node at ($(\forestov{name}|-m)!-1!(\forestov{name})$)
3170
            (m\forestov{name}) {\myList}}%
3171
          \pgfmathparse{level()==\forestSortLevel}%
3172
3173
         \ifnum\pgfmathresult=1
           \forestOget{\forestov{@first}}{name}\forestFirst
3174
           \forestOget{\forestov{@last}}{name}\forestLast
3175
            \xappto\myNodes{{[<-]edge (\forestOv{\forestov{@first}}{name})</pre>
3176
              \ifx\forestFirst\forestLast\else edge (\forestOv{\forestov{@last}}{name})\fi}}%
3177
         \fi
3178
         \ifnum\forestov{@parent}=0\else
3179
3180
            \xappto\myNodes{edge (m\forestOv{\forestov{@parent}}{name})}%
3181
3182
          \gappto\myNodes{;}%
3183
       fi}
3184
3185 \forestset{sort level/.code=%
     \pgfmathparse{#1}\let\forestSortLevel\pgfmathresult
3186
     \pgfmathparse{strrepeat("1",\forestSortLevel+1)}\let\forestOnes\pgfmathresult}
3187
```

3188

# spalten.sty

```
3189 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
{\tt 3190\ProvidesPackage\{bschlangaul-spalten\}[2020/12/07\ L\"{a}dt\ das\ Paket]}
3191 "multicol", damit mehrspaltiger Satz mit Hilfe der Umgebung "multicols"
3192 realisiert werden kann.]
3193 \RequirePackage{multicol}
```

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

3194 \def\liSpaltenUmbruch{\vfill\strut\columnbreak}

3195

## sql.sty

```
3196 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3197 \ProvidesPackage{bschlangaul-tabelle}[2021/09/02 Zu Setzen von SQL]
```

#### Latex-Markup-Beispiel

```
\begin{liAdditum}[Übungsdatenbank]
% Datenbankname: Personalverwaltung
 \begin{minted}{sql}
CREATE TABLE Abteilung(
   AbteilungsID INTEGER PRIMARY KEY,
   Bezeichnung VARCHAR(30)
CREATE TABLE Mitarbeiter(
   MitarbeiterID INTEGER PRIMARY KEY,
   Vorname VARCHAR(30),
   Vorgesetzter INTEGER REFERENCES Mitarbeiter(MitarbeiterID),
   Telefonnummer VARCHAR(50),
   Gehalt DOUBLE PRECISION
);
 INSERT INTO Abteilung VALUES
   (1, 'Buchhaltung');
 INSERT INTO Mitarbeiter
   (MitarbeiterID, Vorname, Nachname, Vorgesetzter, AbteilungsID, Telefonnummer, Gehalt)
 VALUES
   (1, 'Hans',
                              11, 4, '023/13432', 2335),
                  'Meier',
   (2, 'Fred',
                  'Wolitz',
                              11, 2, '0233/413432', 1233);
 \end{minted}
 \index{SQL mit Übungsdatenbank}
 \end{liAdditum}
3198 \liLadePakete{syntax}
3199 \RequirePackage{fancyvrb}
3200 \DefineVerbatimEnvironment{liSqlErgebnis}{Verbatim}
3201 {fontsize=\footnotesize}
3202
```

# struktogramm.sty

3203 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3204 \ProvidesPackage{bschlangaul-struktogramm}[2021/01/31 Lädt das
3205 Paket struktex zum Setzen von Struktogrammen]
3206 \RequirePackage{struktex}
3207

#### syntax.sty

```
3208 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3209 \ProvidesPackage{bschlangaul-syntax}[2020/06/10 Ein Hüll-Paket um
3210 `minted`, das sich um die Syntax-Hervorhebung des Java-Codes kümmert.]
3211 \RequirePackage{xparse}
```

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

```
piliert werden.
              Faulenzer
              \let\j=\liJavaCode
              \let\s=\liSqlCode
              3212 \ExplSyntaxOn
              3213 \directlua{
              3214 syntax = require('bschlangaul-syntax')
              3215 syntax.importiere_konfiguration('tex_repo_lokaler_pfad', '\LehramtInformatikRepository')
              3216 syntax.importiere_konfiguration('github_domain', '\LehramtInformatikGithubDomain')
              3217 syntax.importiere_konfiguration('github_raw_domain', '\LehramtInformatikGithubRawDomain')
              3218 syntax.importiere_konfiguration('github_tex_repo', '\LehramtInformatikGithubTexRepo')
              3219 syntax.importiere_konfiguration('github_code_repo', '\LehramtInformatikGithubCodeRepo')
              3220 syntax.importiere_konfiguration('git_branch', '\LehramtInformatikGitBranch')
              3221 }
              3222 \RequirePackage{hyperref}
              3223 \RequirePackage{minted}
              3224% pygmentize -L styles
              3225 \usemintedstyle{colorful}
              3226 %\BeforeBeginEnvironment{minted}{\begin{mdframed}}
              3227 %\AfterEndEnvironment{minted}{\end{mdframed}}
              3228 %\setminted{breaklines=true,linenos}
              3229 \setminted{
              3230 breaklines=true.
              3231 linenos=false,
              3232 fontsize=\footnotesize,
              Eine Umgebung für Java-Code, ohne Zeilennummer und etwas eingerückt um den Java-
liJavaAngabe
              Code in Angaben / Aufgabestellungen zu setzen.
              3234 \newminted[liJavaAngabe]{java}{
              3235 xleftmargin=1cm
              3236 }
\liJavaCode
              Im Zeilenfluss einen kurzen Java-Code-Ausschnitt setzen. Es werden automatische
              Zeilenumbrüche gemacht.
              Makro-Faulenzer: \let\j=\liJavaCode
              3237 \def\liJavaCode#1{
              3238
                   ١.
                   \textcolor{blue}{
              3239
              3240
                      \mintinline[
                        fontsize=\normalsize,
              3241
                       breakanywhere % https://github.com/gpoore/minted/issues/31#issuecomment-
                 458640242
              3243
                     ]{java}|#1|
              3244
              3245
              3246 }
```

\liLatexCode Im Zeilenfluss einen kurzen IATeX-Code-Ausschnitt setzen. 3247 \def\liLatexCode#1{\mintinline{latex}|#1|}

```
3248 \def\li@GithubLink#1#2{
                      3249
                           \begin{flushright}
                      3250
                             \tiny
                             Code-Beispiel~auf~Github~ansehen:~
                      3251
                             \href{#1}{\nolinkurl{#2}}
                      3252
                           \end{flushright}
                      3253
                      3254 }
                     Eine komplette Java-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/main/java/org/bschlangaul
       \liJavaDatei
                      3255 \NewDocumentCommand{\liJavaDatei}{ O{firstline=3} m }{
                      3256
                           \inputminted[#1]{java}{
                             \directlua{
                      3257
                               syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', false)
                      3258
                      3259
                           }
                      3260
                           \li@GithubLink
                      3261
                             {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', false)}}
                      3262
                             {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', false)}}
                      3263
                      3264 }
                     Eine komplette Java-Test-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/test/java/org/bschlangaul
   \liJavaTestDatei
                      3265 \NewDocumentCommand{\liJavaTestDatei}{ O{firstline=3} m }{
                           \inputminted[#1]{java}{
                      3266
                             \directlua{
                      3267
                      3268
                               syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', true)
                      3269
                           }
                      3270
                      3271
                           \li@GithubLink
                             {\directlua{syntax.drucke github url('#2', true)}}
                      3272
                             {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', true)}}
                      3273
                      3274 }
                      \liJavaExamen{66116}{2015}{03}{Kunde} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \\liJavaDatei(\[
      \liJavaExamen
                      \\liJavaExamen$1{$2}{$3}{$4}{$5}
                      3275 \NewDocumentCommand{\liJavaExamen}{ O{firstline=3} m m m m }{
                           \inputminted[#1]{java}{
                      3276
                             \directlua{
                      3277
                               syntax.drucke_absoluten_examens_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')
                      3278
                      3279
                           }
                      3280
                      3281
                           \li@GithubLink
                           {\directlua{syntax.drucke_github_examens_url('#2', '#3', '#4', '#5')}}
                      3284
                           {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
                      3285 }
   \liAssemblerCode
                      3286 \ensuremath{\def \liAssemblerCode} 1{\mintinline{asm}| #1|}
                      \liAssemblerDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Assembler-Datei.
  \liAssemblerDatei
                      3287 \NewDocumentCommand{\liAssemblerDatei}{ m }{
                      3288
                           \inputminted{asm}{#1}
                      3289 }
\liMinispracheDatei
                      \liMinispracheDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Minisprachen-Datei
                      (Hochsprache für die Minimaschine von Albert Wiedemann).
                      3290 \NewDocumentCommand{\liMinispracheDatei}{ m }{
                           \inputminted{componentpascal}{#1}
                      3292 }
```

\liHaskellCode \liHaskellCode{haskell}: Zum Setzen von Haskell-Code.

3293 \def\liHaskellCode#1{\mintinline{haskell}|#1|}
\liHaskellDatei \liHaskellDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Haskell-Datei.

3294 \NewDocumentCommand{\liHaskellDatei}{ m }{
3295 \inputminted{haskell}{#1}}

3296 }

3297 \ExplSyntaxOff
\liSqlCode \liHaskellCode{sql}: Zum Setzen von SQL-Code.

Makro-Faulenzer: \let\s=\liSqlCode

3298 \def\liSqlCode#1{\mintinline{sql}|#1|}

3299

# syntaxbaum.sty

```
3300 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
{\tt 3301 \ ProvidesPackage\{bschlangaul-syntaxbaum\}[2021/02/14\ Zum\ Setzen\ von\ Non\ Von\ Non\
3302 Syntaxbäumen mit Hilfe des Pakets tikz-qtree]
3303 \RequirePackage{tikz-qtree}
3304
3305\tikzset{li parsetree/.style={
                                                  every internal node/.style={
3306
3307
                                                              draw,circle
3308
                                                 every leaf node/.style={
3309
3310
                                                              draw, rectangle
3311
3312 }
3313 }
3314
```

## synthese-algorithmus.sty

```
3315 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3316 \ProvidesPackage{bschlangaul-synthese-algorithmus}[2021/03/19
3317 Hilfsmakros zum Setzen des Synthese-Algroithmuses zur Umformung einer
3318 Relation in die 3. Normalform]
3319 \liLadePakete{normalformen,mathe,typographie}
3320 \ExplSyntaxOn
```

#### **Faulenzer**

\let\schrittE=\liSyntheseUeberErklaerung

### 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}
```

#### **TeX-Markup Linksreduktion**

```
\let\ah1=\liLinksReduktionInline
\let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
\let\m=\liAttributMenge
\let\b=\textbf

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

$\m{D, X} \in$ \ah1{C, E}{E}{A, C, B, \b{D, X}}\\
$\m{D, X} \notin$ \ah1{C, E}{C}{E, F}

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

$F \notin$ \ah1{C, E}{E}{A, C, B}\\
$F \in$ \ah1{C, E}{C}{E, \b{F}}
```

## **TeX-Markup Rechtreduktion**

```
\let\ahr=\liRechtsReduktionInline
\let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
\liPseudoUeberschrift{F}

$F \in$ \ahr{E -> F, X}{E -> F}{E}{E, \b{F}}
\liPseudoUeberschrift{A}

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

#### 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}
```

## (a) Kanonische Überdeckung

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

#### (i) Linksreduktion

— Führe für jede funktionale Anhängigkeit  $\alpha \to \beta \in F$  die Linksreduktion durch, überprüfe also für alle  $A \in \alpha$ , ob A überflüssig ist, d. h. ob  $\beta \subseteq A$ ttrHülle $(F, \alpha - A)$ .

#### (ii) Rechtsreduktion

– Führe für jede (verbliebene) funktionale Abhängigkeit lpha o eta die Rechtsreduktion durch, überprüfe also für alle  $B \in \beta$ , ob  $B \in AttrH\"ulle(F - (\alpha \to \beta) \cup (\alpha \to (\beta - B)), \alpha)$  gilt. In diesem Fall ist B auf der rechten Seite überflüssig und kann eleminiert werden, d. h.lpha 
ightarrow eta wird durch  $\alpha \rightarrow (\beta - B)$  ersetzt. -

#### (iii) Löschen leerer Klauseln

- Entferne die funktionalen Abhängigkeiten der Form lpha o arnothing, die im 2. Schritt möglicherweise

### (iv) Vereinigung

- Fasse mittels der Vereinigungsregel funktionale Abhängigkeiten der Form  $lpha 
ightarrow eta_1, \ldots, lpha 
ightarrow$  $\beta_n$ , so dass  $\alpha \to \beta_1 \cup \cdots \cup \beta_n$  verbleibt.

#### (b) Relationsschemata formen

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

#### (c) Schlüssel hinzufügen

— Falls eines der in Schritt 2. erzeugten Schemata R $_lpha$  einen Schlüsselkandidaten von  ${\cal R}$  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  $\mathcal{F}_{\mathcal{K}} := \emptyset$ 

#### (d) Entfernung überflüssiger Teilschemata

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

#### \liSyntheseUeberschrift Makro-Faulenzer: \let\schritt=\liSyntheseUeberschrift

```
3321 \def\liSyntheseUeberschrift#1{
3322
3323
        \bfseries
        \rmfamily
3324
3325
        \str_case:nn {#1} {
          {1} {Kanonische~Überdeckung}
3326
3327
          {1-1} {Linksreduktion}
3328
          {1-2} {Rechtsreduktion}
          {1-3} {Löschen~leerer~Klauseln}
3329
3330
          {1-4} {Vereinigung}
          {2} {Relationsschemata~formen}
3331
          {3} {Schlüssel~hinzufügen}
3332
          {4} {Entfernung~überflüssiger~Teilschemata}
3333
3334
3335
     }
3336 }
```

#### 

```
3337 \def\li@synthese@erklaerung@texte#1{
          \str_case:nn {#1} {
3338
3339
              {1} {
3340
                  Die~kanonische~Überdeckung~-~also~die~kleinst~mögliche~noch~
3341
                  äquivalente~Menge~von~funktionalen~Abhängigkeiten~kann~in~vier~
                  Schritten~erreicht~werden.
3342
3343
              {1-1} {
3344
                  Führe~für~jede~funktionale~Anhängigkeit~
3345
                  $\alpha~\rightarrow~\beta~\in~F$~die~Linksreduktion~durch,~
3346
                  überprüfe~also~für~alle~
3347
                  $A~\in~\alpha$,~ob~$A$~überflüssig~ist,~d.~h.~ob~
3348
                  $\beta~\subseteq~\liAttributHuelle{F,~\alpha~-~A}.$
3349
3350
3351
              {1-2} {
3352
                  Führe~für~jede~(verbliebene)~funktionale~Abhängigkeit~$\alpha~
3353
                  \rightarrow~\beta$~die~Rechtsreduktion~durch,~überprüfe~also~für~
3354
                  alle~$B~\in~\beta$,~ob~$B~\in~\liAttributHuelle{F~-~(\alpha~
3355
                  \rightarrow~\beta)~\cup~(\alpha~\rightarrow~(\beta~-~B)),~
3356
                  \alpha}$~gilt.~In~diesem~Fall~ist~B~auf~der~rechten~Seite~
                  überflüssig~und~kann~eleminiert~werden,~\dh~$\alpha~
3357
                  \rightarrow~\beta$~wird~durch~$\alpha~\rightarrow~(\beta~-~B)$~
3358
3359
                  ersetzt.
3360
              {1-3} {
3361
3362
                  Entferne~die~funktionalen~Abhängigkeiten~der~Form~$\alpha~
                  \rightarrow~\emptyset$,~die~im~2.~Schritt~möglicherweise~
3363
                  entstanden~sind.
3364
3365
3366
              {1-4} {
3367
                  Fasse~mittels~der~Vereinigungsregel~funktionale~Abhängigkeiten~
                  der~Form~$\alpha~\rightarrow~\beta\sb{1},~\dots,~\alpha~\rightarrow~
3368
                  3369
                   \beta\sb{n}$~verbleibt.
3370
3371
3372
              % Kemper Seite 197
3373
                  Erzeuge~für~jede~funktionale~Abhängigkeit~$\alpha~\rightarrow~
3374
3375
                   3376
                   :=~\alpha~\cup~\beta$.
3377
              {3} {
3378
                  Falls~eines~der~in~Schritt~2.~erzeugten~Schemata~$R\sb{\alpha}$~
3379
3380
                  einen~Schlüsselkandidaten~von~$\mathcal{R}$~bezüglich~$F\sb{c}$~
                  enthält,~sind~wir~fertig,~sonst~wähle~einen~Schlüsselkandidaten~
3381
3382
                  $\mathcal{K}~\subseteq~\mathcal{R}$~aus~und~definiere~folgendes~
3383
                  \verb|zus| \verb| attribute| attribute|
                  und~$\mathcal{F}\sb{\mathcal{K}}~:=~\emptyset$
3384
3385
              {4} {
3386
3387
                  Eliminiere~diejenigen~Schemata~$R\sb{\alpha}$,~die~in~einem~
                  anderen~Relationenschema~$R\sb{\alpha'}$~enthalten~sind,~d.~h.~
3388
                  R\sb{\alpha}^-\subseteq^R\sb{\alpha'}\.
3389
3390
         }
3391
3392 }
3393 \def\liSyntheseErklaerung#1{
3394
         {
3395
              \itshape
3396
3397
              \liParagraphMitLinien{\li@synthese@erklaerung@texte{#1}}
3398
```

3399 }

\liSyntheseUeberErklaerung

## Makro-Faulenzer: \let\schrittE=\liSyntheseUeberErklaerung

3400 \def\liSyntheseUeberErklaerung#1{ 3401 \liSyntheseUeberschrift{#1}\par 3402 \liSyntheseErklaerung{#1} 3403 }

3404 \ExplSyntaxOff
3405

# tabelle.sty

3406\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3407\ProvidesPackage{bschlangaul-tabelle}[2020/12/05 Lädt das Paket tabluarx]
3408\RequirePackage{tabularx}
3409

## tex-dokumentation.sty

```
3410 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
                   3411 \ProvidesPackage{bschlangaul-tex-dokumentation}[2021/09/12 Hilfsmakros
                   3412 für die DTX-Dokumentation]
                   3413 \ExplSyntaxOn
                   3414 \RequirePackage{mdframed}
                   3415 \newenvironment{liBeispiel}
                   3416 {
                   3417
                         \begin{mdframed}
                   3418}
                   3419 {
                         \end{mdframed}
                   3420
                   3421 }
                   \verb|\bMakroFaulenzer{|}| Abk\"urzung| } {\langle Makroname ohne Schr\"agstrich|} 
\bMakroFaulenzer
                   3422 \cs_new:Npn \let_abkuerzung:nn #1 #2
                   3423 {
                   3424
                         \texttt
                   3425
                            \textbackslash let
                   3426
                   3427
                            \textbackslash#1
                   3428
                   3429
                            \textbackslash#2
                   3430 }
                   3431 }
                   3432 \def\bMakroFaulenzer #1 #2
                   3433 {
                   3434
                         \par
                   3435
                         \noindent
                         \textbf{Makro-Faulenzer:~}
                   3436
                   3437
                         \let_abkuerzung:nn {#1}{#2}
                   3438
                   3439 }
                   3440 \prop_new: N \l_faulenzer_prop
     \bFaulenzer
                   3441 \def\bFaulenzer#1
                   3442 {
                         \prop_clear:N \l_faulenzer_prop
                   3443
                         \prop_put_from_keyval:Nn \l_faulenzer_prop {#1}
                   3444
                         \subsubsection{Faulenzer}
                   3445
                   3446
                         \prop_map_inline: Nn \l_faulenzer_prop
                   3447
                   3448
                            \noindent
                   3449
                            \let_abkuerzung:nn {##1} {##2}
                   3450
                            \par
                   3451
                   3452
                         \bigskip
                   3453 }
                   3454 \ExplSyntaxOff
                   3455
```

## typographie.sty

```
3456 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
                         3457 \ProvidesPackage{bschlangaul-typographie}[2021/03/20 Typographische Makros,
                         3458 die das Erscheinungsbild verändern. Die Schriftdefinition sind in
                         3459 formatierung.sty definiert.]
                         3460 \ExplSyntaxOn
                            Mit dem Packet wasysym gab es Unverträglichkeiten, deshalb verwenden wir fontawe-
                         3461 \RequirePackage{fontawesome}
                         \liErledigt: У
           \liErledigt
                         3462 \let\liErledigt=\faCheckSquareO
        \liNichtsZuTun \liNichtsZuTun: ∅ Nichts zu tun
                         3463 \def\liNichtsZuTun{$\emptyset$~Nichts~zu~tun}
 \liParagraphMitLinien
                         \liParagraphMitLinien{Lorem ipsum...}:

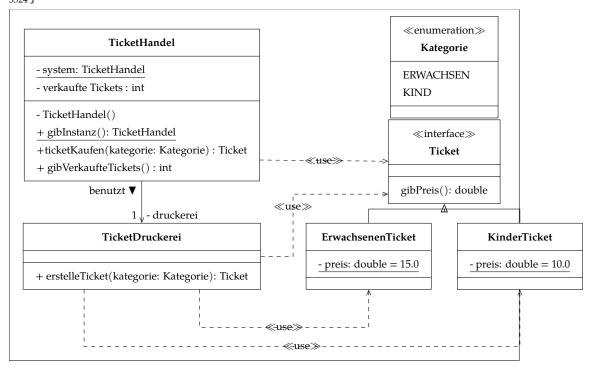
    Lorem ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor

                         sit, ipsum dolor sit -
                         3464 \def\liParagraphMitLinien#1{
                         3465 \noindent
                         3466
                              \vrule height 2pt depth -1.6pt width 0.4cm
                         3467
                              \enspace
                         3468
                         3469
                              \enspace
                              \leaders\vrule height 2pt depth -1.6pt \hfill \null
                         3470
                         3471
                         3472
                              \medskip
                         3473 }
\liGeschweifteKlammern
                        Große geschweifte Klammer mit Istgleich-Zeichen.
                           Variable = 
                                                                 Inhalt
                         3474 \def\liGeschweifteKlammern#1#2#3#4{
                         3475
                              \par
                              \medskip
                         3476
                         3477
                              \noindent
                         3478
                              #1 \, $= \Bigl\{$
                         3479
                              \vspace{#3}
                              #2
                         3480
                              \vspace{#4}
                         3481
                              \begin{flushright}$\Bigr\}$\end{flushright}
                         3482
                         3483
                              \par
                         3484 }
   \liTypoUeberschrift
                         3485 \def\liTypoUeberschrift#1{
                         3486
                                 \bfseries\rmfamily
                         3487
                         3488
                         3489
                         3490 }
```

```
\liTypoUeberGross
                    3491 \verb|\def\liTypoUeberGross#1{|}
                    3492 {
                    3494 \liTypoUeberschrift{#1}
3495 }
                    3496}
\liTypoUeberGross
                    3497 \def\liTypoUeberGROSS#1{
                    3498 {
                    3499
                            \Huge
                    3500
                          \liTypoUeberschrift{#1}
                    3501 }
                    3502 }
                    3503 \ExplSyntaxOff
                    3504
```

## uml.sty

```
3505 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3506 \ProvidesPackage{bschlangaul-uml}[2020/06/13 Ein Hüll-Paket um
3507 `tikz-uml', das einige Design-Einstellungen vornimmt und manche
3508 Erweiterung bereitstellt]
3509 \RequirePackage{tikz-uml}
3510 \RequirePackage{tikz-uml-activity}
3511 % Not compatible with wasysym
3512 %\RequirePackage{mathabx}
3513 \RequirePackage{wasysym}
3514 \usetikzlibrary{positioning}
3515 \tikzumlset{
3516 fill class=white!0,
3517
    font=\footnotesize,
3518 fill object=white!0,
3519
    fill note=white!0,
3520
    fill state=white!0,
3521
     % Use case
3522 fill usecase=white!0,
3523 fill system=white!0,
3524 }
```



\liUmlLeserichtung

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

```
3525 \NewDocumentCommand{ \liUmlLeserichtung } { O{dir=right} m } {
     \def\@liDirLeft{}
3527
     \def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}
3528
     \pgfkeys{/lese/dir/.is choice}
     \pgfkeys{/lese/dir/up/.code={\def\@liDirRight{ \UParrow}}}
3529
     \pgfkeys{/lese/dir/down/.code={\def\@liDirRight{ \DOWNarrow}}}
3530
     \pgfkeys{/lese/dir/left/.code={\def\@liDirRight{}\def\@liDirLeft{\LEFTarrow }}}
3531
     \pgfkeys{/lese/dir/right/.code={\def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}}}
3532
3533
     \def\@liPos{above}
3534
     \pgfkeys{/lese/pos/.code={\def\@liPos{##1}}}
3535
3536
3537
     \def\@liDistance{0cm}
```

```
3538 \pgfkeys{/lese/distance/.code={\def\@liDistance{##1}}}
3539
3540 \pgfkeys{/lese/.cd,#1}
3541
3542 \node[\@liPos = \@liDistance of #2-middle] {
3543 \@liDirLeft{\footnotesize#2}\@liDirRight
3544 };
3545}
```

## vollstaendige-induktion.sty

```
3547 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3548 \ProvidesPackage{bschlangaul-vollstaendige-induktion} [2021/07/01
3549 Hilfsmakros zum Setzen der Vollständigen Induktion, vor allem die
3550 Überschriften für die einzelnen Schritte]
Faulenzer
\let\m=\liInduktionMarkierung
\let\e=\liInduktionErklaerung
 \begin{align*}
 C_{n+1}
 \& = \frac
     {(4 \cdot (m{n + 1} - 1) + 2) \cdot (m{n + 1} - 1)}
     {m{n + 1} + 1}
 & \e{Java nach Mathe}\\
 %
 \& = \frac
     \{(4\mbox{$\mathbb{N}$} + 2) \ \text{$\mathbb{C}$}(\mbox{$\mathbb{N}$})\}
     {m{n + 2}}
 & \e{addiert, subtrahiert}\\
%
 \& = \frac
     {(4n + 2) \setminus cdot \setminus m{(2n)!}}
     {(n + 2) \setminus dot \setminus m\{(n + 1)! \setminus cdot n!}}
 & \e{für cn(n) Formel eingesetzt}\\
%
 & = \frac{1}{2}
     {(4n + 2) \cdot (2n)! \setminus m{\cdot (n + 1)}}
     {(n + 2) \cdot (n + 1)! \cdot n! \m{\cdot (n + 1)}}
& \{(n + 1)\} multipliziert} \\
 \& = \frac
     {(4n + 2) \cdot \m{(n + 1) \cdot (2n)!}}
     {(n + 2) \cdot (n + 1)! \cdot (n + 1) \cdot (n + 1)}
 & \e{umsortiert} \\
 \& = \frac
     {m{(2(n + 1))!}}
     {m{(n + 2)! \cdot (n + 1)!}}
& \e{Hilfsgleichungen verwendet}\\
 \& = \frac{1}{2}
     \{(2(\mbox{$n + 1$}))!\}
     \{((\mbox{$\backslash$} \{n + 1\}) + 1)! \ \mbox{$\backslash$} \{n + 1\})!\}
 & \{(n + 1)\} verdeutlicht\}
 \end{align*}
   Lade häufig benötigte Pakete
3551 \RequirePackage{bschlangaul-typographie}
```

\liInduktionMarkierung

Hilfsmakro um Teile von mathematischen Formeln markieren zu können.

Makro-Faulenzer: \let\m=\liInduktionMarkierung

3553 \RequirePackage{bschlangaul-syntax}

3554 \ExplSyntaxOn

3555 \def\liInduktionMarkierung#1{\textcolor{violet}{#1}}

\liInduktionErklaerung

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

```
Makro-Faulenzer: \let\e=\liInduktionErklaerung
                          3556 \def\liInduktionErklaerung#1{\scriptsize\text{#1}}
       \liInduktionAnfang
                          3557 \def\liInduktionAnfang{
                               \liPseudoUeberschrift{Induktionsanfang}
                          3558
                          3559
                               % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
                          3560
                               \liParagraphMitLinien{
                          3561
                          3562
                                 Beweise, ~dass~$A(1)$~eine~wahre~Aussage~ist.
                          3563
                               }
                          3564 }
\liInduktionVoraussetzung
                          3565 \def\liInduktionVoraussetzung{
                               \liPseudoUeberschrift{Induktionsvoraussetzung}
                          3566
                          3567
                               % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
                          3568
                          3569
                               \liParagraphMitLinien{
                                 3570
                          3571
                          3572 }
     \liInduktionSchritt
                          3573 \def\liInduktionSchritt{
                          3574
                               \liPseudoUeberschrift{Induktionsschritt}
                          3575
                               % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
                          3576
                               \liParagraphMitLinien{
                          3577
                          3578
                                 Beweise, ~dass~wenn~$A(n=k)$~wahr~ist,~
                          3579
                                 auch~$A(n=k+1)$~wahr~sein~muss.
                              }
                          3580
                          3581 }
                          3582 \ExplSyntaxOff
                          3583
```

# wasserfall.sty

```
3584 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
3585 \ProvidesPackage{bschlangaul-wasserfall}[2020/06/10]
3586 \RequirePackage{tikz}
3587 \tikzset{wasserfall/.style={
3588 >=stealth,
3589 node distance = 2mm and -8mm,
3590 start chain = A going below right,
3591 every node/.style = {
3592
        draw,
        text width=24mm,
3593
3594
        minimum height=12mm,
3595
        align=center,
3596
        inner sep=1mm,
3597
        fill=white,
        drop shadow={fill=black},
3598
3599
        on chain=A
3600 },
3601 }}
3602 \usetikzlibrary{chains,positioning,shadows}
```

## wpkalkuel.sty

```
3604 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                  3605 \ProvidesPackage{bschlangaul-wpkalkuel}[2020/06/13]
                  Faulenzer
                  \let\wp=\liWpKalkuel
                  \let\equivalent=\liWpEquivalent
                  \let\erklaerung=\liWpErklaerung
                  3606 \RequirePackage{amsmath}
                  3607 \ExplSyntaxOn
                 Makro-Faulenzer: \let\wp=\liWpKalkuel
   \liWpKalkuel
                  3608 \def\liWpKalkuelOhneMathe#1#2{
                       \text{wp}(\texttt{\scriptsize"#1"},\thinspace #2)
                  3610 }
                  3611 \ensuremath{\mbox{def}\mbox{liWpKalkuel#1#2}}
                  3612 \ifmmode
                         \liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}
                  3613
                       \else
                  3614
                         $\liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}$
                  3615
                  3616 \fi
                  3617 }
      \MatheEnv
                  3618 \def\MatheEnv#1{
                       \medskip
                  3619
                  3620
                       \hspace{1em}#1
                  3621
                  3622
                  3623
                       \medskip
                  3624 }
         \Mathe
                  3625 \def\Mathe#1{
                  3626 \MatheEnv{$#1$}
                  3627 }
\liWpEquivalent
                 Makro-Faulenzer: \let\equivalent=\liWpEquivalent
                  3628 \def\liWpEquivalent#1{
                  3629
                       \MatheEnv{$\equiv$\hspace{1em}$#1$}
                  3630 }
                 Makro-Faulenzer: \let\erklaerung=\liWpErklaerung
\liWpErklaerung
                  3631 \newlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}
                  3632 \def\liWpErklaerung#1{
                       \setlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}{\leftskip}
                  3633
                       \setlength{\leftskip}{0.5cm}
                  3634
                  3635
                       \par
                  3636
                  3637
                       \noindent
                  3638
                  3639
                          \scriptsize
                  3640
                       }
                  3641
                       \par
                  3642
                  3643
                  3644
                       \setlength{\leftskip}{\@Skip@Erklaerung@Reset}
                  3645 }
```

## Index

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

```
Symbols
                                     807, 817, 824, 826, 829
                                                                   2449, 2529, 2530,
                                                                   2534, 2557, 2570,
  . . . . . . . . . . . . . . . . . . 460
  . . 710, 780, 835, 1062,
                                                                   2630, 2631, 2681,
                              \_ ..... 2689, 2699
      1080, 1712, 1714,
                                                                   2726, 2866, 2886,
                                                                   3027, 3049, 3063,
      2295, 2296, 2297,
                                                                   3226, 3249, 3417, 3482
      2737, 3238, 3245, 3478
                              \addbibresource .....
                                                            \begingroup 2120, 2679, 3147
\@Skip@Erklaerung@Reset
                                     . 2096, 2097, 2098,
                                                            \beschriftung .....
       . . . . 3631, 3633, 3644
                                     2099, 2100, 2101,
                                                                   . . . . . 2163, 2167,
\@afterheading .....
                                     2102, 2103, 2104, 2105
                                                                   2171, 2175, 2179, 2181
       . . . . . . 82, 2140, 2264
                              \AddToHook . 85, 89, 292, 327
                                                            \beta ..... 3346,
\@afterindentfalse ..
                              \advance ..... 3151
                                                                   3349, 3353, 3354,
       . . . . . . 81, 2139, 2263
                              \AfterEndEnvironment 3227
                                                                   3355, 3358, 3368,
\@liDirLeft 3526,3531,3543
                              \Alph ..... 1772
                                                                   3369, 3370, 3375, 3376
\@liDirRight 3527, 3529,
                              \alph ..... 1772, 1773
                                                            \bf ..... 2924, 2925, 2926
      3530, 3531, 3532, 3543
                              \alpha . 3346, 3348, 3349,
                                                            \bFaulenzer ..... 3441
\@liDistance ......
                                     3352, 3354, 3355,
                                                            \bfseries ..... 55,
       . . . . 3537, 3538, 3542
                                     3356, 3357, 3358,
                                                                   135, 200, 257, 921,
\@liPos ... 3534, 3535, 3542
                                     3362, 3368, 3369,
                                                                   1762, 1764, 2547,
2924, 2930, 2932,
\\ ... 146, 148, 172, 176,
                                     3374, 3375, 3376,
      180, 1092, 1120,
                                     3379, 3387, 3388, 3389
                                                                   2934, 2935, 3323, 3487
      1121, 1124, 1125,
                              \arabic 1772, 2946, 2951,
                                                             \bgroup ..... 2158, 2202
      1128, 1129, 1224,
                                     2956, 2962, 2968, 2974
                                                            \Bigl ..... 3478
      1225, 1226, 1333,
                              \arraystretch ..... 2627
                                                            \Bigr ..... 3482
      1367, 1369, 1399,
                              \AtBeginDocument .... 169
                                                             \bigskip 77,94,97,250,
      1408, 1453, 1495,
                                                                   302, 305, 813, 1094,
      1496, 1497, 1502,
                                           В
                                                                   1099, 2129, 2605, 3452
      1503, 1504, 1524,
                              \BeforeBeginEnvironment
                                                            \bMakroFaulenzer ... 3422
      2127, 2632, 2690, 2693
                                     . . . . . . . . . . . . . . 3226
                                                            \bool ..... 688, 781
\{ ..... 558, 1649,
                              \begin ..... 99,
                                                            \bowtie 3072, 3075, 3076, 3077
      1659, 1671, 1672,
                                     144, 161, 239, 1118,
      1677, 1711, 1943,
                                                             \Box . . . . . . . . . . . . . . . 510
                                     1172, 1187, 1222,
                                                            \boxtimes ..... 911
      2677, 3102, 3478, 3647
                                     1246, 1293, 1325,
\} ......558, 1649,
                                     1340, 1365, 1375,
      1659, 1671, 1672,
                                     1395, 1415, 1447,
                                                            \c ..... 1871, 1872
      1679, 1715, 1944,
                                     1464, 1493, 1518,
                                     1539, 1563, 1578,
                                                            \cdot . . . . 2340, 2396, 2407
      2677, 3102, 3482, 3647
. 48, 62, 105, 234, 383,
                                     1692, 1777, 1869,
                                                            \centerline .... 1902,
                                                                   2567, 3025, 3047, 3062
      391, 396, 398, 657,
                                     1897, 1906, 1913,
      685, 709, 712, 722,
                                                            \cftbeforesecskip ... 283
                                     2021, 2119,
                                                  2183,
                                     2205,
      745, 748, 752, 754,
                                                            \cftbeforesubsecskip .
                                           2225,
                                                  2252,
                                           2268,
      756, 758, 761, 773,
                                     2257,
                                                                   . . . . . . . . . . 284, 285
                                                  2278.
      774, 775, 778, 780,
                                     2282,
                                           2365,
                                                  2369,
                                                            \cftbeforesubsubsecskip
      794, 795, 801, 804,
                                     2388, 2411, 2434,
                                                                    . . . . . . . . . . . . . . . 286
```

\cftsubsecafterpnum . 285		
	1703, 2156, 2179,	\ExplSyntaxOff 109,
\chapter 1762, 1763	2193, 2200, 2218,	183, 309, 331, 400,
\char 2127	2243, 2313, 2323,	443, 485, 490, 543,
\clearpage 141,155,158,	2333, 2347, 2673,	548, 553, 974,
166, 201, 295, 307, 2121	2710, 2755, 2816,	996, 1011, 1087,
\cline 1092	2984, 3177, 3179, 3614	1639, 1717, 1752,
\clist 583,	\emph 1113, 1360, 1615,	1819, 2041, 2080,
631, 632, 654, 658, 3159	1924, 1953, 1955, 2126	2298, 2363, 2576,
		2655, 2849, 3099,
\columnbreak 3194	\empty 2179, 2709	
\contentsname 287	\emptyset	3160, 3297, 3404,
\cs 19, 26, 32,	2619, 3363, 3384, 3463	3454, 3503, 3582, 3653
236, 280, 657, 685,	\end 106,	\ExplSyntaxOn . $18, 125,$
709, 712, 722, 745,	152, 163, 276, 1157,	206, 325, 381, 412,
756, 767, 778, 780,	1183, 1208, 1243,	453, 486, 511, 544,
817, 824, 829, 2048,	1277, 1309, 1337,	549, 574, 917, 980,
2055, 2070, 2076,		997, 1036, 1612,
	1353, 1372, 1380,	
2246, 2528, 2749, 3422	1411, 1440, 1461,	1707, 1729, 1803,
\csname 1856, 1859	1486, 1511, 1531,	2034, 2046, 2117,
\cup 1672,	1550, 1575, 1593,	2302, 2479, 2637,
2711, 3355, 3369, 3376	1694, 1779, 1885,	2742, 2830, 3087,
	1909, 1910, 1917,	3157, 3212, 3320,
D	2026, 2124, 2191,	3413, 3460, 3554, 3607
\DeclareMathSymbol	2215, 2241, 2259,	
		F
\DecoINERT	2260, 2274, 2285,	\faCheckSquareO 3462
	2286, 2367, 2383,	_
2949, 3022, 3023, 3045	2408, 2431, 2446,	\faCircleThin 1631
\DecoINERTwithPivot .	2456, 2532, 2536,	\faGg 1625
2965, 3044	2537, 2560, 2573,	\fancyfoot
\DecoLEFT 2944, 3043	2634, 2635, 2683,	. 1783, 1784, 1785,
\DecoLEFTwithPivot	2728, 2876, 2896,	2062, 2063, 2064, 2065
2959, 3021	3027, 3049, 3063,	\fancyhead . 1782, 2057,
\DecoRIGHT 2954, 3046, 3056	3227, 3253, 3420, 3482	2058, 2059, 2060, 2072
\DecoRIGHTwithPivot .	\endcsname 1856, 1859	\faSquare0 1619
2971, 3024		\fi 1018, 1026, 1034,
\definecolor 1760	\endgroup . 2123, 2684, 3152	1042, 1049, 1655,
	\enspace 3467, 3469	1669, 1705, 2159,
\DefineVerbatimEnvironment	environments:	
	liAdditum <u>2197</u>	2182, 2195, 2203,
\delta 416, 458, 516, 558, 1663	liAHuelle <u>2678</u>	2220, 2244, 2315,
\dh <u>2297</u> , 3357	liAntwort <u>2153</u>	2325, 2335, 2349,
\directlua		
	liDiagramm 2276	2675, 2712, 2757,
	liDiagramm 2276	2675, 2712, 2757, 2818, 2985, 3177,
409, 488, 546, 551,	liEinbettung $2152$	2818, 2985, 3177,
409, 488, 546, 551, 1644, 1658, 1678,		2818, 2985, 3177, 3178, 3181, 3183, 3616
409, 488, 546, 551, 1644, 1658, 1678, 1686, 1693, 1698,	liEinbettung $2152$	2818, 2985, 3177, 3178, 3181, 3183, 3616 \filcenter 200
409, 488, 546, 551, 1644, 1658, 1678, 1686, 1693, 1698, 2662, 2667, 2720,	liEinbettung          2152           liExkurs          2222	2818, 2985, 3177, 3178, 3181, 3183, 3616 \filcenter 200 \footcite 1115,
409, 488, 546, 551, 1644, 1658, 1678, 1686, 1693, 1698, 2662, 2667, 2720, 2727, 2734, 3114,	liEinbettung        2152         liExkurs        2222         liGraphenFormat        1848         liJavaAngabe        3234	2818, 2985, 3177, 3178, 3181, 3183, 3616 \filcenter 200 \footcite 1115, 1184, 1206, 1253,
409, 488, 546, 551, 1644, 1658, 1678, 1686, 1693, 1698, 2662, 2667, 2720, 2727, 2734, 3114, 3213, 3257, 3262,	liEinbettung	2818, 2985, 3177, 3178, 3181, 3183, 3616 \filcenter 200 \footcite 1115, 1184, 1206, 1253, 1276, 1308, 1361,
409, 488, 546, 551, 1644, 1658, 1678, 1686, 1693, 1698, 2662, 2667, 2720, 2727, 2734, 3114, 3213, 3257, 3262, 3263, 3267, 3272,	liEinbettung	2818, 2985, 3177, 3178, 3181, 3183, 3616   \filcenter 200   \footcite 1115, 1184, 1206, 1253, 1276, 1308, 1361, 1412, 1439, 1485,
409, 488, 546, 551, 1644, 1658, 1678, 1686, 1693, 1698, 2662, 2667, 2720, 2727, 2734, 3114, 3213, 3257, 3262,	liEinbettung	2818, 2985, 3177, 3178, 3181, 3183, 3616 \filcenter
409, 488, 546, 551, 1644, 1658, 1678, 1686, 1693, 1698, 2662, 2667, 2720, 2727, 2734, 3114, 3213, 3257, 3262, 3263, 3267, 3272,	liEinbettung	2818, 2985, 3177, 3178, 3181, 3183, 3616  \filcenter
409, 488, 546, 551, 1644, 1658, 1678, 1686, 1693, 1698, 2662, 2667, 2720, 2727, 2734, 3114, 3213, 3257, 3262, 3263, 3267, 3272, 3273, 3277, 3283, 3284	liEinbettung	2818, 2985, 3177, 3178, 3181, 3183, 3616 \filcenter
409, 488, 546, 551, 1644, 1658, 1678, 1686, 1693, 1698, 2662, 2667, 2720, 2727, 2734, 3114, 3213, 3257, 3262, 3263, 3267, 3272, 3273, 3277, 3283, 3284 \do	liEinbettung	2818, 2985, 3177, 3178, 3181, 3183, 3616  \filcenter 200  \footcite 1115, 1184, 1206, 1253, 1276, 1308, 1361, 1412, 1439, 1485, 1922, 1925, 1932, 1937, 1942, 1946, 1952, 1957, 2085,
409, 488, 546, 551, 1644, 1658, 1678, 1686, 1693, 1698, 2662, 2667, 2720, 2727, 2734, 3114, 3213, 3257, 3262, 3263, 3267, 3272, 3273, 3277, 3283, 3284 \do \cdot \	liEinbettung	2818, 2985, 3177, 3178, 3181, 3183, 3616 \filcenter 200 \footcite 1115, 1184, 1206, 1253, 1276, 1308, 1361, 1412, 1439, 1485, 1922, 1925, 1932, 1937, 1942, 1946, 1952, 1957, 2085, 2384, 2385, 2642, 2879
409, 488, 546, 551, 1644, 1658, 1678, 1686, 1693, 1698, 2662, 2667, 2720, 2727, 2734, 3114, 3213, 3257, 3262, 3263, 3267, 3272, 3273, 3277, 3283, 3284 \do	liEinbettung	2818, 2985, 3177, 3178, 3181, 3183, 3616  \filcenter
409, 488, 546, 551, 1644, 1658, 1678, 1686, 1693, 1698, 2662, 2667, 2720, 2727, 2734, 3114, 3213, 3257, 3262, 3263, 3267, 3272, 3273, 3277, 3283, 3284 \do \cdot \cdot \cdot 2945, 2950, 2955, 2960, 2966, 2972 \dots \cdot \cdot \cdot 952, 956, 1943, 2873, 3368, 3369 \DOWNarrow \cdot \cdot 3530	liEinbettung       2152         liExkurs       2222         liGraphenFormat       1848         liJavaAngabe       3234         liKasten       1776         liKontrollflussgraph       2020         liLernkartei       2266         liProduktionsRegeln       1687         liProjektSprache       2151         liQuellen       2246	2818, 2985, 3177, 3178, 3181, 3183, 3616  \filcenter
409, 488, 546, 551, 1644, 1658, 1678, 1686, 1693, 1698, 2662, 2667, 2720, 2727, 2734, 3114, 3213, 3257, 3262, 3263, 3267, 3272, 3273, 3277, 3283, 3284 \do \cdot \cdot \cdot 2945, 2950, 2955, 2960, 2966, 2972 \dots \cdot \cdot \cdot \cdot 952, 956, 1943, 2873, 3368, 3369 \DOWNarrow \cdot 3530 \draw \cdot 1876, 1879,	liEinbettung       2152         liExkurs       2222         liGraphenFormat       1848         liJavaAngabe       3234         liKasten       1776         liKontrollflussgraph       2020         liLernkartei       2266         liProduktionsRegeln       1687         liProjektSprache       2151         liQuellen       2246         liRelationenSchemaFormat	2818, 2985, 3177, 3178, 3181, 3183, 3616  \filcenter
409, 488, 546, 551, 1644, 1658, 1678, 1686, 1693, 1698, 2662, 2667, 2720, 2727, 2734, 3114, 3213, 3257, 3262, 3263, 3267, 3272, 3273, 3277, 3283, 3284 \do	liEinbettung       2152         liExkurs       2222         liGraphenFormat       1848         liJavaAngabe       3234         liKasten       1776         liKontrollflussgraph       2020         liLernkartei       2266         liProduktionsRegeln       1687         liProjektSprache       2151         liQuellen       2246         liRelationenSchemaFormat       3106	2818, 2985, 3177, 3178, 3181, 3183, 3616  \filcenter
409, 488, 546, 551, 1644, 1658, 1678, 1686, 1693, 1698, 2662, 2667, 2720, 2727, 2734, 3114, 3213, 3257, 3262, 3263, 3267, 3272, 3273, 3277, 3283, 3284 \do \cdot \cdot \cdot 2945, 2950, 2955, 2960, 2966, 2972 \dots \cdot \cdot \cdot \cdot 952, 956, 1943, 2873, 3368, 3369 \DOWNarrow \cdot 3530 \draw \cdot 1876, 1879, 1882, 2821, 3120, 3123	liEinbettung       2152         liExkurs       2222         liGraphenFormat       1848         liJavaAngabe       3234         liKasten       1776         liKontrollflussgraph       2020         liLernkartei       2266         liProduktionsRegeln       1687         liProjektSprache       2151         liQuellen       2246         liRelationenSchemaFormat       3106         liRmodell       3086	2818, 2985, 3177, 3178, 3181, 3183, 3616  \filcenter
409, 488, 546, 551, 1644, 1658, 1678, 1686, 1693, 1698, 2662, 2667, 2720, 2727, 2734, 3114, 3213, 3257, 3262, 3263, 3267, 3272, 3273, 3277, 3283, 3284 \do \cdot \cdot \cdot 2945, 2950, 2955, 2960, 2966, 2972 \dots \cdot \cdot \cdot \cdot 952, 956, 1943, 2873, 3368, 3369 \DOWNarrow \cdot 3530 \draw \cdot 1876, 1879, 1882, 2821, 3120, 3123	liEinbettung       2152         liExkurs       2222         liGraphenFormat       1848         liJavaAngabe       3234         liKasten       1776         liKontrollflussgraph       2020         liLernkartei       2266         liProduktionsRegeln       1687         liProjektSprache       2151         liQuellen       2246         liRelationenSchemaFormat       3106         liRmodell       3086         liUebergangsTabelle	2818, 2985, 3177, 3178, 3181, 3183, 3616  \filcenter
409, 488, 546, 551, 1644, 1658, 1678, 1686, 1693, 1698, 2662, 2667, 2720, 2727, 2734, 3114, 3213, 3257, 3262, 3263, 3267, 3272, 3273, 3277, 3283, 3284 \do \cdot \cdot 2945, 2950, 2955, 2960, 2966, 2972 \dots \cdot \cdot \cdot 952, 956, 1943, 2873, 3368, 3369 \DOWNarrow \cdot 3530 \draw \cdot 1876, 1879, 1882, 2821, 3120, 3123	liEinbettung       2152         liExkurs       2222         liGraphenFormat       1848         liJavaAngabe       3234         liKasten       1776         liKontrollflussgraph       2020         liLernkartei       2266         liProduktionsRegeln       1687         liProjektSprache       2151         liQuellen       2246         liRelationenSchemaFormat       3106         liRmodell       3086         liUebergangsTabelle       2627	2818, 2985, 3177, 3178, 3181, 3183, 3616  \filcenter
409, 488, 546, 551, 1644, 1658, 1678, 1686, 1693, 1698, 2662, 2667, 2720, 2727, 2734, 3114, 3213, 3257, 3262, 3263, 3267, 3272, 3273, 3277, 3283, 3284 \do \cdot \cdot \cdot 2945, 2950, 2955, 2960, 2966, 2972 \dots \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot 356, 1943, 2873, 3368, 3369 \DOWNarrow \cdot 3530 \draw \cdot 1876, 1879, 1882, 2821, 3120, 3123  E \text{edef} \cdot \cdot 1867, 3038, 3042, 3054, 3055	liEinbettung       2152         liExkurs       2222         liGraphenFormat       1848         liJavaAngabe       3234         liKasten       1776         liKontrollflussgraph       2020         liLernkartei       2266         liProduktionsRegeln       1687         liProjektSprache       2151         liQuellen       2246         liRelationenSchemaFormat       3106         liRmodell       3086         liUebergangsTabelle       2627         \equiv       3629, 3648	2818, 2985, 3177, 3178, 3181, 3183, 3616  \filcenter
409, 488, 546, 551, 1644, 1658, 1678, 1686, 1693, 1698, 2662, 2667, 2720, 2727, 2734, 3114, 3213, 3257, 3262, 3263, 3267, 3272, 3273, 3277, 3283, 3284 \do	liEinbettung       2152         liExkurs       2222         liGraphenFormat       1848         liJavaAngabe       3234         liKasten       1776         liKontrollflussgraph       2020         liLernkartei       2266         liProduktionsRegeln       1687         liProjektSprache       2151         liQuellen       2246         liRelationenSchemaFormat       3106         liRmodell       3086         liUebergangsTabelle       2627         \equiv       3629, 3648         \erzeuge@tiefgestellt	2818, 2985, 3177, 3178, 3181, 3183, 3616  \filcenter
409, 488, 546, 551, 1644, 1658, 1678, 1686, 1693, 1698, 2662, 2667, 2720, 2727, 2734, 3114, 3213, 3257, 3262, 3263, 3267, 3272, 3273, 3277, 3283, 3284 \do \cdot \cdot \cdot 2945, 2950, 2955, 2960, 2966, 2972 \dots \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot 356, 1943, 2873, 3368, 3369 \DOWNarrow \cdot 3530 \draw \cdot 1876, 1879, 1882, 2821, 3120, 3123  E \text{edef} \cdot \cdot 1867, 3038, 3042, 3054, 3055	liEinbettung       2152         liExkurs       2222         liGraphenFormat       1848         liJavaAngabe       3234         liKasten       1776         liKontrollflussgraph       2020         liLernkartei       2266         liProduktionsRegeln       1687         liProjektSprache       2151         liQuellen       2246         liRelationenSchemaFormat       3106         liRmodell       3086         liUebergangsTabelle       2627         \equiv       3629, 3648	2818, 2985, 3177, 3178, 3181, 3183, 3616  \filcenter
409, 488, 546, 551, 1644, 1658, 1678, 1686, 1693, 1698, 2662, 2667, 2720, 2727, 2734, 3114, 3213, 3257, 3262, 3263, 3267, 3272, 3273, 3277, 3283, 3284 \do	liEinbettung       2152         liExkurs       2222         liGraphenFormat       1848         liJavaAngabe       3234         liKasten       1776         liKontrollflussgraph       2020         liLernkartei       2266         liProduktionsRegeln       1687         liProjektSprache       2151         liQuellen       2246         liRelationenSchemaFormat       3106         liRmodell       3086         liUebergangsTabelle       2627         \equiv       3629, 3648         \erzeuge@tiefgestellt	2818, 2985, 3177, 3178, 3181, 3183, 3616  \filcenter
409, 488, 546, 551, 1644, 1658, 1678, 1686, 1693, 1698, 2662, 2667, 2720, 2727, 2734, 3114, 3213, 3257, 3262, 3263, 3267, 3272, 3273, 3277, 3283, 3284 \do	liEinbettung       2152         liExkurs       2222         liGraphenFormat       1848         liJavaAngabe       3234         liKasten       1776         liKontrollflussgraph       2020         liLernkartei       2266         liProduktionsRegeln       1687         liProjektSprache       2151         liQuellen       2246         liRelationenSchemaFormat       3106         liRmodell       3086         liUebergangsTabelle       2627         \equiv       3629, 3648         \erzeuge@tiefgestellt       1658, 1659, 1663	2818, 2985, 3177, 3178, 3181, 3183, 3616  \filcenter
409, 488, 546, 551, 1644, 1658, 1678, 1686, 1693, 1698, 2662, 2667, 2720, 2727, 2734, 3114, 3213, 3257, 3262, 3263, 3267, 3272, 3273, 3277, 3283, 3284 \do	liEinbettung       2152         liExkurs       2222         liGraphenFormat       1848         liJavaAngabe       3234         liKasten       1776         liKontrollflussgraph       2020         liLernkartei       2266         liProduktionsRegeln       1687         liProjektSprache       2151         liQuellen       2246         liRelationenSchemaFormat       3086         liWebergangsTabelle       2627         \equiv       3629, 3648         \erzeuge@tiefgestellt       1658, 1659, 1663         \expandafter       1663	2818, 2985, 3177, 3178, 3181, 3183, 3616  \filcenter

\forest0get 3174, 3175		
	\ifmmode 1014, 1022, 1030,	458, 459, 460, 461,
\forestOnes 3187	1038, 1045, 1651,	464, 465, 466, 467,
\forest0v . 3176, 3177, 3180	1665, 1701, 2311,	468, 469, 470, 476,
\forestov 3166, 3170,	2321, 2331, 2345,	477, 478, 479, 480,
3171, 3174, 3175,	2671, 2753, 2814, 3612	481, 482, 513, 514,
3176, 3177, 3179, 3180	\IfNoValueTF	515, 516, 517, 518,
\forestset 3162,3185	2206, 2289, 2293	519, 522, 523, 524,
\forestSortLevel	\ifnum 2908,	525, 526, 527, 528,
3164, 3172, 3186, 3187	3149, 3165, 3173, 3179	534, 535, 536, 537,
\frac . 2342, 2375, 2407, 2422	\ifx 2179, 2709, 3177	538, 539, 540, 982,
\fullouterjoin $3077$	\in 940, 1096,	985, 990, 991, 994,
	1950, 2355, 2358,	999, 1000, 1003,
G	2361, 2390, 2396,	1004, 1009, 1731,
\g 20, 22, 33, 35,	2401, 2862, 2873,	1732, 1733, 1734,
43, 57, 59, 127, 130,	2883, 2893, 3346,	1737, 1738, 1739,
146, 148, 176, 180,	3348, 3354, 3375, 3570	1740, 1746, 1747,
208, 212, 216, 220,	\includegraphics 1810, 1815	1748, 1749, 2037,
221, 222, 223, 224,	\includepdf 168	2038, 2039, 2249,
226, 227, 229, 259,	\inhalts 280, 297	2250, 2251, 2258,
261, 266, 270, 385,	\inhaltsverzeichnis 2118	3440, 3443, 3444, 3446
631, 632, 654, 658,		
	\input 217, 363,	\labelenumi 1773
664, 665, 666, 667,	366, 369, 372, 375, 842	\labelenumii 1774
668, 670, 671, 673,	\inputminted $3256, 3266,$	\labelitemi 1767
674, 676, 677, 678,	3276, 3288, 3291, 3295	\labelitemii 1768
679, 680, 681, 682,	\int 3159	
683, 686, 690, 691,	\item 911, 912, 1189,	\labelitemiii 1769
692, 695, 697, 698,		\labelitemiv 1770
	1193, 1198, 1203,	\land 3649, 3651
699, 700, 701, 702,	1247, 1256, 1261,	\LARGE 146, 180, 266, 1762
746, 750, 754, 757,	1269, 1341, 1346,	
758, 760, 761, 763,	1350, 1376, 1416,	\Large 56, 172
764, 768, 770, 783,	1421, 1428, 1436,	\large 47, 148, 240, 1902, 3136
784, 785, 786, 794,	1465, 1470, 1474,	\leaders 3470
795, 797, 803, 804,		\left 2305, 2747
	1479, 1579, 1584,	
806, 807, 809, 810,	1589, 1907, 1908,	\LEFTarrow 3531
822, 825, 830, 832, 836	2246, 2250, 2370,	\leftarrow 1028
\Gamma 457, 515, 558, 1672	2375, 2379, 2389,	\leftouterjoin 3075
\gappto 3182	2395, 2400, 2412,	\leftskip . 3633, 3634, 3644
\geometry 351	2416, 2420, 2424,	_
	2428, 2435, 2439,	$\LehramtInformatikGitBranch$
\gea 1950 2373		
\geq 1950, 2373,		821, 3220
2862, 2867, 2883, 2887	2443, 2867, 2870,	•
		$\verb \LehramtInformatikGithubCodeRepo  \\$
2862, 2867, 2883, 2887 \gib	2443, 2867, 2870,	\LehramtInformatikGithubCodeRepo 3219
2862, 2867, 2883, 2887	2443, 2867, 2870, 2873, 2887, 2890, 2893	\LehramtInformatikGithubCodeRepo3219 \LehramtInformatikGithubDomain
2862, 2867, 2883, 2887 \gib	2443, 2867, 2870, 2873, 2887, 2890, 2893 \itshape 965, 3395	\LehramtInformatikGithubCodeRepo3219 \LehramtInformatikGithubDomain818,3216
2862, 2867, 2883, 2887 \gib	2443, 2867, 2870, 2873, 2887, 2890, 2893 \itshape 965, 3395	\LehramtInformatikGithubCodeRepo
2862, 2867, 2883, 2887 \gib	2443, 2867, 2870, 2873, 2887, 2890, 2893 \itshape 965, 3395 J \j 1871, 1872, 1874, 1875,	\LehramtInformatikGithubCodeRepo3219 \LehramtInformatikGithubDomain818,3216
2862, 2867, 2883, 2887 \gib	2443, 2867, 2870, 2873, 2887, 2890, 2893 \itshape 965, 3395	\LehramtInformatikGithubCodeRepo
2862, 2867, 2883, 2887 \gib	2443, 2867, 2870, 2873, 2887, 2890, 2893 \itshape 965, 3395 J \j 1871, 1872, 1874, 1875, 1876, 1881, 1882, 1883	\LehramtInformatikGithubCodeRepo
2862, 2867, 2883, 2887 \gib	2443, 2867, 2870, 2873, 2887, 2890, 2893 \itshape 965, 3395  J \j 1871, 1872, 1874, 1875, 1876, 1881, 1882, 1883  K	\LehramtInformatikGithubCodeRepo
2862, 2867, 2883, 2887 \gib	2443, 2867, 2870, 2873, 2887, 2890, 2893 \itshape 965, 3395   J \j 1871, 1872, 1874, 1875, 1876, 1881, 1882, 1883   K \k 1881	\LehramtInformatikGithubCodeRepo
2862, 2867, 2883, 2887 \gib	2443, 2867, 2870, 2873, 2887, 2890, 2893 \itshape 965, 3395  J \j 1871, 1872, 1874, 1875, 1876, 1881, 1882, 1883  K	\LehramtInformatikGithubCodeRepo
2862, 2867, 2883, 2887 \gib	2443, 2867, 2870, 2873, 2887, 2890, 2893 \itshape 965, 3395   J \j 1871, 1872, 1874, 1875, 1876, 1881, 1882, 1883   K \k 1881 \keys 387, 421,	\LehramtInformatikGithubCodeRepo
2862, 2867, 2883, 2887 \gib	2443, 2867, 2870, 2873, 2887, 2890, 2893 \itshape 965, 3395   J \j 1871, 1872, 1874, 1875, 1876, 1881, 1882, 1883   K \k 1881 \keys 387, 421, 433, 463, 473, 521,	\LehramtInformatikGithubCodeRepo
2862, 2867, 2883, 2887 \gib	2443, 2867, 2870, 2873, 2887, 2890, 2893 \itshape 965, 3395   J \j 1871, 1872, 1874, 1875, 1876, 1881, 1882, 1883   K \k 1881 \keys 387, 421, 433, 463, 473, 521, 531, 662, 984, 988,	\LehramtInformatikGithubCodeRepo
2862, 2867, 2883, 2887 \gib	2443, 2867, 2870, 2873, 2887, 2890, 2893 \itshape 965, 3395   J \j 1871, 1872, 1874, 1875, 1876, 1881, 1882, 1883   K \k 1881 \keys 387, 421, 433, 463, 473, 521, 531, 662, 984, 988, 1002, 1007, 1736, 1743	\LehramtInformatikGithubCodeRepo
2862, 2867, 2883, 2887 \gib	2443, 2867, 2870, 2873, 2887, 2890, 2893 \itshape 965, 3395   J \j 1871, 1872, 1874, 1875, 1876, 1881, 1882, 1883   K \k 1881 \keys 387, 421, 433, 463, 473, 521, 531, 662, 984, 988, 1002, 1007, 1736, 1743 \kopfzeile 2048,	\LehramtInformatikGithubCodeRepo
2862, 2867, 2883, 2887 \gib	2443, 2867, 2870, 2873, 2887, 2890, 2893 \itshape 965, 3395   J \j 1871, 1872, 1874, 1875, 1876, 1881, 1882, 1883   K \k 1881 \keys 387, 421, 433, 463, 473, 521, 531, 662, 984, 988, 1002, 1007, 1736, 1743 \kopfzeile 2048, 2058, 2059, 2060,	\LehramtInformatikGithubCodeRepo
2862, 2867, 2883, 2887 \gib	2443, 2867, 2870, 2873, 2887, 2890, 2893 \itshape 965, 3395   J \j 1871, 1872, 1874, 1875, 1876, 1881, 1882, 1883   K \k 1881 \keys 387, 421, 433, 463, 473, 521, 531, 662, 984, 988, 1002, 1007, 1736, 1743 \kopfzeile 2048,	\LehramtInformatikGithubCodeRepo
2862, 2867, 2883, 2887 \gib	2443, 2867, 2870, 2873, 2887, 2890, 2893 \itshape 965, 3395   J \j 1871, 1872, 1874, 1875, 1876, 1881, 1882, 1883   K \k 1881 \keys 387, 421, 433, 463, 473, 521, 531, 662, 984, 988, 1002, 1007, 1736, 1743 \kopfzeile 2048, 2058, 2059, 2060,	\LehramtInformatikGithubCodeRepo
2862, 2867, 2883, 2887 \gib	2443, 2867, 2870, 2873, 2887, 2890, 2893 \itshape 965, 3395   J \j 1871, 1872, 1874, 1875, 1876, 1881, 1882, 1883   K \k 1881 \keys 387, 421, 433, 463, 473, 521, 531, 662, 984, 988, 1002, 1007, 1736, 1743 \kopfzeile 2048, 2058, 2059, 2060,	\LehramtInformatikGithubCodeRepo
2862, 2867, 2883, 2887 \gib	2443, 2867, 2870, 2873, 2887, 2890, 2893 \itshape 965, 3395   J \j 1871, 1872, 1874, 1875, 1876, 1881, 1882, 1883   K \k 1881 \keys 387, 421, 433, 463, 473, 521, 531, 662, 984, 988, 1002, 1007, 1736, 1743 \kopfzeile 2048, 2058, 2059, 2060, 2063, 2064, 2065, 2073  L	\LehramtInformatikGithubCodeRepo
2862, 2867, 2883, 2887 \gib	2443, 2867, 2870, 2873, 2887, 2890, 2893 \itshape 965, 3395   J \j 1871, 1872, 1874, 1875, 1876, 1881, 1882, 1883   K \k 1881 \keys 387, 421, 433, 463, 473, 521, 531, 662, 984, 988, 1002, 1007, 1736, 1743 \kopfzeile 2048, 2058, 2059, 2060, 2063, 2064, 2065, 2073   L \l 414, 415,	\LehramtInformatikGithubCodeRepo
2862, 2867, 2883, 2887 \gib	2443, 2867, 2870, 2873, 2887, 2890, 2893 \itshape 965, 3395   J \j 1871, 1872, 1874, 1875, 1876, 1881, 1882, 1883   K \k 1881 \keys 387, 421, 433, 463, 473, 521, 531, 662, 984, 988, 1002, 1007, 1736, 1743 \kopfzeile 2048, 2058, 2059, 2060, 2063, 2064, 2065, 2073   L \l 414, 415, 416, 417, 418, 419,	\LehramtInformatikGithubCodeRepo
2862, 2867, 2883, 2887 \gib	2443, 2867, 2870, 2873, 2887, 2890, 2893 \itshape 965, 3395   J \j 1871, 1872, 1874, 1875, 1876, 1881, 1882, 1883   K \k 1881 \keys 387, 421, 433, 463, 473, 521, 531, 662, 984, 988, 1002, 1007, 1736, 1743 \kopfzeile 2048, 2058, 2059, 2060, 2063, 2064, 2065, 2073   L \l 414, 415, 416, 417, 418, 419, 422, 423, 424, 425,	\LehramtInformatikGithubCodeRepo
2862, 2867, 2883, 2887 \gib	2443, 2867, 2870, 2873, 2887, 2890, 2893 \itshape 965, 3395   J \j 1871, 1872, 1874, 1875, 1876, 1881, 1882, 1883   K \k 1881 \keys 387, 421, 433, 463, 473, 521, 531, 662, 984, 988, 1002, 1007, 1736, 1743 \kopfzeile 2048, 2058, 2059, 2060, 2063, 2064, 2065, 2073   L \l 414, 415, 416, 417, 418, 419, 422, 423, 424, 425, 426, 428, 430, 435,	\LehramtInformatikGithubCodeRepo
2862, 2867, 2883, 2887 \gib	2443, 2867, 2870, 2873, 2887, 2890, 2893 \itshape 965, 3395   J \j 1871, 1872, 1874, 1875, 1876, 1881, 1882, 1883   K \k 1881 \keys 387, 421, 433, 463, 473, 521, 531, 662, 984, 988, 1002, 1007, 1736, 1743 \kopfzeile 2048, 2058, 2059, 2060, 2063, 2064, 2065, 2073   L \l 414, 415, 416, 417, 418, 419, 422, 423, 424, 425, 426, 428, 430, 435, 436, 437, 438, 439,	\LehramtInformatikGithubCodeRepo
2862, 2867, 2883, 2887 \gib	2443, 2867, 2870, 2873, 2887, 2890, 2893 \itshape 965, 3395   J \j 1871, 1872, 1874, 1875, 1876, 1881, 1882, 1883   K \k 1881 \keys 387, 421, 433, 463, 473, 521, 531, 662, 984, 988, 1002, 1007, 1736, 1743 \kopfzeile 2048, 2058, 2059, 2060, 2063, 2064, 2065, 2073   L \l 414, 415, 416, 417, 418, 419, 422, 423, 424, 425, 426, 428, 430, 435,	\LehramtInformatikGithubCodeRepo

\li@chomsky@erklaerung@text	e\liBedingung 2029	\liEntwurfsDekoriererCode
931, 967	\liBedingungDrei	
\li@EntwurfsCode	2360, 2403, 2443	\liEntwurfsDekoriererUml
1109, 1160,	\liBedingungEins	
1161, 1162, 1211,	<u>2354</u> , 2392, 2435	\liEntwurfsEinfacheFabrik
1212, 1213, 1214,	\liBedingungFalsch . 2031	
1280, 1281, 1282,		<del></del>
	\liBedingungWahr 2030	\liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure
1283, 1284, 1285,	\liBedingungZwei	
1312, 1313, 1314,	2357, 2398, 2439	\liEntwurfsEinfacheFabrikUml
1315, 1316, 1317,	\liBeschriftung 2142	
1383, 1553, 1554,	\liBindeAufgabeEin 215	\liEntwurfsEinzelstueck
1555, 1556, 1596, 1597	\liBindePdfEin <u>168</u>	
\li@EntwurfsCodeAllgemein	\liChomskyErklaerung .	\liEntwurfsEinzelstueckAkteure
	<u>931</u> , 972	<u>1374</u> , 1390
\li@fussnote@text 2583,	\liChomskyUeberErklaerung	\liEntwurfsEinzelstueckBeschreibung
2589, 2593, 2597, 2601	<u>970</u>	<u>1359</u> , 1386
\li@GithubLink	\liChomskyUeberschrift	\liEntwurfsEinzelstueckCode
3248, 3261, 3271, 3282	919, 971	<u>1382</u> , 1392
\li@mget 1858, 1862, 1882	\liCpmEreignis 980	\liEntwurfsEinzelstueckUml
\li@minc 1861, 1883	\liCpmFruehErklaerung 1051	<u>1364</u> , <u>1388</u>
\li@mset	\liCpmFruehI 1044, 1064	\liEntwurfsErbauer . 1442
1855, 1863, 1872, 1875	\liCpmSpaetErklaerung 1069	\liEntwurfsErbauerAkteure
\li@numdiscs		
1867, 1876, 1882	\liCpmSpaetI <u>1037</u> , 1082	
\li@Rmodell@Schrift .	\liCpmVon <u>1020</u>	\liEntwurfsErbauerUml
	\liCpmVonOhneMathe	
3086, 3095, 3105	1020, 1023, 1025	\liEntwurfsFabrikmethode
\li@SansFett 132, 146,	\liCpmVonZu <u>1012</u>	
148, 150, 172, 176, 180	$\label{licpmVonZuOhneMathe} \ .$	\liEntwurfsFabrikmethodeAkteure
\li@sequence 1868, 1881	1012, 1015, 1017	<u>1463</u> , 1490
\li@synthese@erklaerung@tex	<sup>t</sup> %liCpmVorgang <u>997</u>	\liEntwurfsFabrikmethodeUml
3337, 3397	\liCpmZu <u>1028</u>	<u>1446</u> , 1489
\liAbleitung <u>1686</u>	\liCpmZuOhneMathe	\liEntwurfsKompositum 1513
liAdditum (environment)	1028, 1031, 1033	\liEntwurfsKompositumAkteure
<u>2197</u>	liDiagramm (environ-	
\LiADDITUMfalse <u>575</u>	ment) <u>2276</u>	\liEntwurfsKompositumUml
\LiADDITUMtrue 17, <u>575</u>	liEinbettung (environ-	<u>1492</u> , 1514
liAHuelle (environment)	ment) <u>2152</u>	\liEntwurfsModellPraesentationSteuerung
	\liEntwurfs 1534	
\liAlphabet <u>1671</u>	\liEntwurfsAbstrakteFabrik	\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungAk
liAntwort (environment)		
		se <b>st<del>hFat</del>twung</b> sModellPraesentationSteuerungUn
\LiANTWORTfalse 579		
\LiANTWORTtrue <u>579</u>	\liEntwurfsAbstrakteFabrikC	
\liAnweisung 2028		
\liAssemblerCode 3286		Jm\liEntwurfsStellvertreterCode
\liAssemblerDatei 3287		
\liAttribut <u>3105</u>	$\label{lientwurfsAdapter} \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \$	\liEntwurfsStellvertreterUml
\liAttributHuelle	\liEntwurfsAdapterAkteure	
<u>2669</u> , 3349, 3354	<u>1186</u> , 1218	\liEntwurfsZustand . <u>1599</u>
\liAttributHuelleOhneMathe	\liEntwurfsAdapterCode	\liEntwurfsZustandAkteure
2669, 2672,	<u>1210</u> , 1219	<u>1577</u> , 1601
2674, 2688, 2698, 2706	\liEntwurfsAdapterUml	\liEntwurfsZustandCode
\liAttributMenge	<u>1171</u> , 1217	<u>1595</u> , 1602
. <u>2677</u> , 2689, 2692,	\liEntwurfsBeobachter 1287	\liEntwurfsZustandUml
2699, 2700, 2714, 2716	\liEntwurfsBeobachterAkteur	re
\liAufgabe <u>362</u>	1245, 1289	\liEpsilon <u>1657</u>
\liAufgabenMetadaten .	\liEntwurfsBeobachterCode	\liErAttribute
		<u>1615</u> , 1629, 1631
	1 i Entrum fa Pooks akt an Iml	
\liAufgabenTitel 401	\liEntwurfsBeobachterUml	\liETDatenbankName . <u>1634</u>
\liAusdruck <u>1708</u>		\liErEntity <u>1613</u> , 1617, 1619
\liAutomat <u>412</u>	\liEntwurfsDekorierer 1319	\liErledigt 3462
\liAutomatenKante 444	\liEntwurfsDekoriererAkteur	_
$\label{libandAlphabet} 118$	1321	\liErMpEntity 1616

\liErMpRelationship 1622	liKontrollflussgraph	\li00hneMathe
\liErRelationship	(environment) . 2020	2327, 2332, 2334
<u>1614</u> , 1623, 1625	\liKontrollKnotenPfad 2034	\liParagraphMitLinien
$\label{liexamensAufgabe} 1112 1112 1112 1112 1112 1112 1112 11$	\liKontrollTextzeileKnoten	967, 1052,
$\label{liexamensAufgabeA} \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \$	<u>2033</u> , 2038	1070, 2643, 3397,
$\label{liexamensAufgabeTA} \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \$	\liKurzeTabellenLinie 1092	<u>3464</u> , 3561, 3569, 3577
$\label{liexamensAufgabeTTA} \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \$	\liLadeAllePakete 203, 585	\liPetriErreichKnotenDrei
liExkurs (environment) 2222	\liLadePakete	<u>2823</u>
\LiEXKURSfalse <u>577</u>	5, 123, 189, 316,	\liPetriErreichTransition
\LiEXKURStrue 577	337, 405, 408, <u>581</u> ,	<u>2820</u>
\liFalsch 912	586, 918, 979, 1648,	\liPetriSetzeSchluessel
\liFlaci 1718	1892, 2480, 2581,	<u>2765</u>
\liFremd 3085	2661, 2829, 3198, 3319	\liPetriTransitionsName
\liFunktionaleAbhaengigkeit	\liLatexCode <u>3247</u>	2812, 2824
2708, 2711, <u>2719</u>	\liLeereZelle 2619	\liPetriTransitionsNameOhneMathe
\liFunktionaleAbhaengigkeit		2812, 2815, 2817
	ment) <u>2266</u>	\liPetriTransPfeile 2824
	\liLinksReduktion 2686	\liPolynomiellReduzierbar
\liFussnote <u>2582</u> , 2584	\liLinksReduktionInline	
\liFussnoteDreiText .		\liPotenzmenge
		<u>1658</u> , 1662, 2835
\liFussnoteEinsText .	\liLogoTextCCLizenz .	
	96, 304, <u>2563</u>	\liPotenzmengeOhneMathe
\liFussnoteLink 2292	\liLogoTextProjekt	1659, 1660, 1661
\liFussnoten <u>2604</u>	93, 301, <u>2539</u>	\liPrimaer <u>3084</u>
\liFussnoteUrl . 1532, 2288	\liMasterExkurs 2448	\liProblemBeschreibung
$\label{lift} \$ .	$\label{eq:limits} \$ \lambda imasterFaelle $\lambda 2387$ , 2455	<u>1896</u>
<u>2600</u> , 2617	\liMasterFallRechnung 2433	\liProblemClique 1919
$\label{lift} \$ .	\liMasterVariablen	\liProblemName
<u>2592</u> , 2611	<u>2364</u> , 2450	<u>1895</u> , 1902,
\liGeschweifteKlammern	\liMasterVariablenDeklarati	
1690, 2723, <u>3474</u>	<u>2410</u>	1940, 1941, 1949, 1950
\liGrafikCCLizenz	\liMasterWolframLink 2458	\liProblemSat 1948
\liGrafikCCLizenz <u>1809</u> , 2567	\liMasterWolframLink 2458 \liMenge . 422, 423, 425,	\liProblemSat 1948 \liProblemSubsetSum .
	\liMenge . 422, 423, 425,	\liProblemSubsetSum .
	\liMenge . 422, 423, 425, 464, 465, 466, 470,	\liProblemSubsetSum
\liGrafikLogo \ldots 249, \frac{1814}{2543} \liGrafikLogoPfad \ldots	\liMenge . 422, 423, 425, 464, 465, 466, 470, 522, 523, 524, 528, 1649, 1698, 1737, 1738	\liProblemSubsetSum
\liGrafikLogo \ldots 249, \frac{1814}{2543} \liGrafikLogoPfad \ldots \frac{1806}{1811, 1816}	\liMenge . 422, 423, 425, 464, 465, 466, 470, 522, 523, 524, 528, 1649, 1698, 1737, 1738 \liMengeOhneMathe	\liProblemSubsetSum
	\liMenge . 422, 423, 425, 464, 465, 466, 470, 522, 523, 524, 528, 1649, 1698, 1737, 1738 \liMengeOhneMathe 1649, 1652, 1654	\liProblemSubsetSum
	\liMenge . 422, 423, 425, 464, 465, 466, 470, 522, 523, 524, 528, 1649, 1698, 1737, 1738 \liMengeOhneMathe 1649, 1652, 1654 \liMetaBschlangaulSammlung	\liProblemSubsetSum
	\liMenge . 422, 423, 425, 464, 465, 466, 470, 522, 523, 524, 528, 1649, 1698, 1737, 1738 \liMengeOhneMathe 1649, 1652, 1654 \liMetaBschlangaulSammlung 2058, 2481, 2548	\liProblemSubsetSum
	\liMenge . 422, 423, 425, 464, 465, 466, 470, 522, 523, 524, 528, 1649, 1698, 1737, 1738 \liMengeOhneMathe 1649, 1652, 1654 \liMetaBschlangaulSammlung 2058, 2481, 2548 \liMetaCCLink 2493, 2572	\liProblemSubsetSum
\liGrafikLogo \dots \frac{1809}{2567} \liGrafikLogo \dots \frac{249}{1814}, 2543 \liGrafikLogoPfad \dots \frac{1806}{1811}, 1816 \liGrammatik \dots \frac{1729}{1729} \liGraphenFormat \dots \frac{1848}{11Hanoi \dots \frac{1855}{11HaskellCode \dots \frac{3293}{3293}}	\liMenge . 422, 423, 425, 464, 465, 466, 470, 522, 523, 524, 528, 1649, 1698, 1737, 1738 \liMengeOhneMathe 1649, 1652, 1654 \liMetaBschlangaulSammlung 2058, 2481, 2548 \liMetaCCLink 2493, 2572 \liMetaEmail	\liProblemSubsetSum
\liGrafikLogo \dots \frac{249}{1814}, 2543 \liGrafikLogoPfad \dots \frac{1806}{1811}, 1816 \liGrammatik \dots \frac{1729}{16GraphenFormat (environment) \dots \frac{1848}{11Hanoi \dots \frac{1855}{11HaskellCode \dots \frac{3293}{3294} \liHaskellDatei \dots \frac{3294}{3294}	\liMenge . 422, 423, 425, 464, 465, 466, 470, 522, 523, 524, 528, 1649, 1698, 1737, 1738 \liMengeOhneMathe 1649, 1652, 1654 \liMetaBschlangaulSammlung 2058, 2481, 2548 \liMetaCCLink 2493, 2572 \liMetaEmail 2064, 2503, 2508, 2510	\liProblemSubsetSum
\liGrafikLogo \dots \frac{249}{1814}, 2543 \liGrafikLogoPfad \dots \frac{1806}{1811}, 1816 \liGrammatik \dots \frac{1729}{16GraphenFormat (environment) \dots \frac{1848}{11HaskellCode \dots \frac{3293}{3293} \liHaskellDatei \dots \frac{3294}{11InduktionAnfang \dots \frac{3557}{3557}	\liMenge . 422, 423, 425, 464, 465, 466, 470, 522, 523, 524, 528, 1649, 1698, 1737, 1738 \liMengeOhneMathe 1649, 1652, 1654 \liMetaBschlangaulSammlung 2058, 2481, 2548 \liMetaCCLink 2493, 2572 \liMetaEmail 2064, 2503, 2508, 2510 \liMetaEmailLink 2506, 2522	\liProblemSubsetSum
\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\	\liMenge . 422, 423, 425, 464, 465, 466, 470, 522, 523, 524, 528, 1649, 1698, 1737, 1738 \liMengeOhneMathe 1649, 1652, 1654 \liMetaBschlangaulSammlung 2058, 2481, 2548 \liMetaCCLink 2493, 2572 \liMetaEmail 2064, 2503, 2508, 2510 \liMetaEmailLink 2506, 2522 \liMetaHermineFriends	\liProblemSubsetSum
	\liMenge . 422, 423, 425, 464, 465, 466, 470, 522, 523, 524, 528, 1649, 1698, 1737, 1738 \liMengeOhneMathe 1649, 1652, 1654 \liMetaBschlangaulSammlung 2058, 2481, 2548 \liMetaCCLink . 2493, 2572 \liMetaEmail 2064, 2503, 2508, 2510 \liMetaEmailLink 2506, 2522 \liMetaHermineFriends 252, 2063, 2484, 2552	\liProblemSubsetSum
	\liMenge . 422, 423, 425,	\liProblemSubsetSum
	\liMenge . 422, 423, 425,	\liProblemSubsetSum
	\liMenge . 422, 423, 425,	\liProblemSubsetSum
	\liMenge . 422, 423, 425,	\liProblemSubsetSum
	\liMenge . 422, 423, 425,	\liProblemSubsetSum
	\liMenge . 422, 423, 425,	\liProblemSubsetSum
	\liMenge . 422, 423, 425,	\liProblemSubsetSum
	\liMenge . 422, 423, 425,	\liProblemSubsetSum
	\liMenge . 422, 423, 425,	\liProblemSubsetSum
	\liMenge . 422, 423, 425,	\liProblemSubsetSum
	\liMenge . 422, 423, 425,	\liProblemSubsetSum
	\liMenge . 422, 423, 425,	\liProblemSubsetSum
	\liMenge . 422, 423, 425,	\liProblemSubsetSum
1809, 2567   1874  1814, 2543   1874  1814, 2543   1876  1811, 1816   1876  1811, 1816   1876  1811, 1816   1876  1811, 1816   1876  1811, 1816   1876  1811, 1816   1876  1876   1885  1885   1885  1885   1886  1896   1885  1885   1886  1896   1885  1885   1886  1896   1885  1885   1886  1896   1885  1886   1886  1	\liMenge . 422, 423, 425,	\liProblemSubsetSum
1809, 2567   1807   1806   1814, 2543   16   1816	\liMenge . 422, 423, 425,	\liProblemSubsetSum
1809, 2567   1874   2543   1874   2543   1874   2543   1876   1	\liMenge . 422, 423, 425,	\liProblemSubsetSum

\liRundeKlammer	\liWpKalkuelOhneMathe	\myList 3166, 3167, 3168, 3171
. <u>2304</u> , 2308, 2318,	3608, 3613,	\myNodes 3155,
2328, 2342, <u>2746</u> , 2750	3615, 3647, 3649, 3651	3170, 3176, 3180, 3182
$\label{lisetzeExamenTeilaufgabeNr} \$		N
		N
\liSetzeExamenThemaNr 207	1682, 1684, 1702, 1704	\NeedsTeXFormat 1,111,
$\label{lisortierMarkierung} 1125$	\liZustandsBuchstabeGross	117, 185, 311, 333,
\liSortierPfeil 3119	<u>1674</u> , 1683, 1685	347, 360, 378, 403, 571, 846, 907, 914,
\liSortierPfeilUnten 3122	\liZustandsmenge 1661	976, 1089, 1104,
$\label{lispaltenUmbruch} 3194$	\liZustandsmengeNr 1675, 2844	1605, 1641, 1754,
\liSqlCode <u>3298</u>	\liZustandsmengeNrGross	1791, 1800, 1821,
\listen@punkt 2246,2258		1850, 1888, 1960,
\liStrich <u>1894</u>	\liZustandsMengenSammlung	2043, 2082, 2088,
\liSyntheseErklaerung		2110, 2300, 2463,
	\liZustandsMengenSammlungNr	
\liSyntheseUeberErklaerung		2740, 2760, 2826,
	\liZustandsmengeOhneMathe	2851, 2856, 2900,
\liSyntheseUeberschrift		3066, 3079, 3108,
	\liZustandsname 1684	3189, 3196, 3203,
\liT <u>2337</u> , 2352, 2366, 2430	\liZustandsnameGross .	3208, 3300, 3315,
\liTeilen 2666	1685, 2832, 2841	3406, 3410, 3456,
\literatur 2084, 2108	\liZustandsnameTiefgestellt	3505, 3547, 3584, 3604
\liTheta 2307,	<u>1700</u>	\neg 3651
2358, 2390, 2396, 2401	\liZustandsPaar 2621	\negthinspace 2305, 2747
\liThetaOhneMathe	\liZustandsPaarVariablenNam	e\newcounter 2920, 2921
2307, 2312, 2314	<u>2620</u> , 2623, 2624	\NewDocumentCommand .
\liTitelSeite <u>157</u> , 171	\lap 3073	413,
\liTOhneMathe	\LoadClass 4,114,	454, 491, 512, 554,
2337, 2346, 2348	120, 121, 188, 315, 336	581, 981, 998, 1037,
\liTrennSeite 140	\log 2355,	1044, 1093, 1098,
\liTuringKante <u>554</u>	2358, 2361, 2390, 2396	1708, 1730, 1809,
\liTuringLeerzeichen .	\logo 2528, 2541, 2565	1814, 1912, 2035,
	\loop 2906	2086, 2288, 2292,
\liTuringMaschine 511	\lor	2722, 2733, 2820,
\liTuringUeberfuehrung 557	\ltimes 2466	3255, 3265, 3275,
\liTuringUebergaenge .	M	3287, 3290, 3294, 3525
	M \makeatletter 3145	\NewDocumentEnvironment
\liTuringUebergangZelle	\makeatletter 3143	. 1687, 1776, 1848, 2020, 2151, 2152,
		2153, 2197, 2222,
\liTypoUeberGROSS 3497	\marginpar 1618, 1624, 1630, 2126	2247, 2266, 2276,
\liTypoUeberGross	\mathbb 1950, 2893, 3570	2628, 2678, 3088, 3106
<b>71</b>	\mathbin 3075, 3076, 3077	\newif 575, 577, 579
$3491$ , $3497$ \liTypoUeberschrift .	\mathcal 2328, 2750, 3375,	\newlength 3631
<u>3485</u> , 3494, 3500	3380, 3382, 3383, 3384	\newminted 3234
\liUeberfuehrungsFunktion	\Mathe 3625	\node 994, 2028,
	\MatheEnv . 3618, 3626, 3629	2033, 2946, 2951,
\liUeberfuehrungsFunktionOh	\mathord 2473, 2474	2956, 2962, 2968,
1663, 1666, 1668	\mdfsetup	2974, 3125, 3170, 3542
liUebergangsTabelle	2164, 2168, 2172, 2176	\noexpand 3034,
(anytinan mant) 2627	\mdseries 2184	3035, 3036, 3055, 3170
\liUeberschriftDreiecksTabe	\medskip 49,68,	\noindent $28, 46, 54,$
	1904, 2135, 2145,	70, 101, 792, 1095,
	2147, 2256, 2284,	1100, 2132, 2144,
\liVertageher 3113	2555, 3091, 3097,	2148, 2180, 2237,
\liVertauschen 3113	3472, 3476, 3619, 3623	2239, 2254, 2270,
\liWortInSprache 1093	\memph <u>2126</u>	2272, 2280, 2452,
\liWortNichtInSprache 1098	\mintinline $\dots$ 3240,	2607, 2610, 2613,
\liWpEquivalent 3628	3247, 3286, 3293, 3298	2616, 3101, 3435,
\liWpErklaerung 3631	\mkern 3075, 3076, 3077	3448, 3465, 3477, 3637
\liWpErklaerungVerzweigung	\mlq 2471, 2473	\nolinkurl 3252
	\mrq 2471, 2474	\normalsize 1764, 3241
\liWpKalkuel 3608	\msg 840	\notin 1101

\null 3470	3190, 3197, 3204,	1825, 1853, 1854,
	3209, 3301, 3316,	1893, 1962, 2047,
О	3407, 3411, 3457,	2085, 2090, 2091,
\o 2749, 2754, 2756	3506, 3548, 3585, 3605	2107, 2114, 2115,
\o@join 3072, 3075, 3076, 3077		2116, 2303, 2467,
\Omega 2318	O	2468, 2743, 2744,
\omega 2862, 2863, 2883, 2884	\QS@list 3027,3038,3042,	2745, 2762, 2764,
\or 2983	3049, 3055, 3060, 3063	
(01	\QS@select@equal 3002,3006	, , , , ,
P		3068, 3069, 3070,
	\QS@select@greater	3083, 3111, 3142,
\pagestyle 238, 1786		3193, 3199, 3206,
\par 23, 27, 30,	\QS@select@smaller	3211, 3222, 3223,
49, 66, 79, 241, 245,	2998, 3001, 3005	3303, 3408, 3414,
249, 251, 252, 259,	\QS@sort@a	3461, 3509, 3510,
261, 266, 270, 274,	2980, 3013, 3034, 3035	3512, 3513, 3551,
791, 812, 971, 1719,	\QS@sort@b 2980,2981	3552, 3553, 3586, 3606
1727, 2131, 2137,	\QS@sort@c 2984,2991	\right 2305, 2747
2143, 2238, 2262,	\QS@sort@d 2992,3000	\RIGHTarrow 3527, 3532
2271, 2550, 2553,	\QS@sort@empty . 2982,2987	
3025, 3047, 3062,	\QS@sort@single 2983,2988	\Rightarrow 1096, 1101
3103, 3401, 3434,	\QSinitialize	\rightarrow 558,
3438, 3450, 3471,	2905, 3017, 3052	935, 940, 948, 952,
3475, 3483, 3636, 3642	\QSIr 2988, 2994, 3002,	954, 955, 957, 1012,
\paragraph 1764		1020, 2824, 3346,
	3022, 3036, 3041, 3044	3353, 3355, 3358,
\parindent 3094	\QSIrr 3023, 3036, 3037, 3045	3363, 3368, 3369, 3374
\path 445, 492, 555, 1009	\QSLr 2994,	\rightouterjoin 3076
\pgfkeys 2776, 3528,	3001, 3012, 3013,	\rmfamily 136,
3529, 3530, 3531,	3021, 3034, 3039, 3043	922, 1882, 3324, 3487
3532, 3535, 3538, 3540	\QSpivotStep	
\pgfmath@count	2907, 3017, 3021, 3032	\Roman
3147, 3149, 3151	\QSr 2994	\roman 1772, 1774
\pgfmath@smuggleone 3152	\QSRr 3003,	\romannumeral 2992
\nafma+hdaalamafuma+ian		\m+imog 2166
/pgrmathdecrarerunction	3024, 3035, 3040,	\rtimes 2466
\pgfmathdeclarefunction 3146	3024, 3035, 3040, 3046, 3055, 3056, 3057	
3146	3046, 3055, 3056, 3057	\rule 29,
	3046, 3055, 3056, 3057 \QSsortStep	
3146 \pgfmathint	3046, 3055, 3056, 3057 \QSsortStep 2909, 3017, 3033, 3034	\rule29, 3025, 3047, 3062, 3073
\pgfmathint	3046, 3055, 3056, 3057 \QSsortStep	\rule
\pgfmathint	3046, 3055, 3056, 3057 \QSsortStep 2909, 3017, 3033, 3034 2585	\rule
3146 \pgfmathint 3147 \pgfmathparse 1862, 3164,	3046, 3055, 3056, 3057 \QSsortStep 2909, 3017, 3033, 3034 2585	\rule
3146 \pgfmathint 3147 \pgfmathparse 1862, 3164,	3046, 3055, 3056, 3057 \QSsortStep	\rule
3146 \pgfmathint 3147 \pgfmathparse 1862, 3164,	3046, 3055, 3056, 3057 \QSsortStep	\rule
3146 \pgfmathint 3147 \pgfmathparse 1862, 3164,	3046, 3055, 3056, 3057 \QSsortStep	\rule
\text{3146} \pgfmathint \tag{3147} \pgfmathparse \tag{3164}, \text{3169}, \text{3172}, \text{3186}, \text{3187} \pgfmathresult \tag{3148}, \text{3148}, \text{3150}, \text{3152}, \text{3165}, \text{3173}, \text{3186}, \text{3187} \pgfutil@empty \tag{3148}	3046, 3055, 3056, 3057 \QSsortStep	\rule
\text{3146} \pgfmathint \tag{3147} \pgfmathparse \tag{3164}, \tag{3169}, \tag{3172}, \tag{3186}, \tag{3187} \pgfmathresult \tag{3148}, \tag{3150}, \tag{3152}, \tag{3165}, \tag{3173}, \tag{3186}, \tag{3187} \pgfutil@empty \tag{3148} \pgfutil@loop \tag{3149}	3046, 3055, 3056, 3057 \QSsortStep	\rule29,
\pgfmathint	3046, 3055, 3056, 3057 \QSsortStep	\rule
\pgfmathint	3046, 3055, 3056, 3057 \QSsortStep	\rule29,
\pgfmathint	3046, 3055, 3056, 3057  \QSsortStep	\rule
\pgfmathint	3046, 3055, 3056, 3057  \QSsortStep	\rule
\pgfmathint	3046, 3055, 3056, 3057  \QSsortStep	\rule
\pgfmathint	3046, 3055, 3056, 3057  \QSsortStep	\rule
\pgfmathint	3046, 3055, 3056, 3057  \QSsortStep	\rule \ldots \cdot 29, \\ 3025, 3047, 3062, 3073 \\  \stacksquare 418, 428, 430, \\ 459, 517, 947, 948, \\ 952, 955, 956, 957, \\ 1039, 1041, 1046, \\ 1048, 1702, 1704, \\ 2355, 2358, 2361, \\ 2390, 2396, 2647, \\ 2812, 2821, 3368, \\ 3369, 3370, 3375, \\ 3379, 3380, 3383, \\ 3384, 3387, 3388, 3389 \\ \scriptscriptscriptstyle \ldots \\ \ldots 1012, 1020, 1028 \end{array}
\pgfmathint 3146 \pgfmathint 3147 \pgfmathparse 1862, 3164, 3169, 3172, 3186, 3187 \pgfmathresult 1863, 3147, 3148, 3150, 3152, 3165, 3173, 3186, 3187 \pgfutil@empty 3148 \pgfutil@loop 3149 \pgfutil@repeat 3152 \preceq 1915 \prime 1894 \printbibliography 2108 \prop 3440, 3443, 3444, 3446 \ProvidesClass 2,	3046, 3055, 3056, 3057  \QSsortStep	\rule
\pgfmathint 3146 \pgfmathint 3147 \pgfmathint 3147 \pgfmathparse 1862, 3164,	3046, 3055, 3056, 3057  \QSsortStep	\rule
\pgfmathint 3146 \pgfmathint 3147 \pgfmathparse 1862, 3164,	3046, 3055, 3056, 3057  \QSsortStep	S \sb 418, 428, 430,
\text{\gamma} \t	3046, 3055, 3056, 3057 \QSsortStep	S \sb 418, 428, 430,
\text{\gamma} \t	3046, 3055, 3056, 3057 \QSsortStep	S \sb 418, 428, 430,
\text{\gamma} \t	3046, 3055, 3056, 3057  \QSsortStep	S \sb 418, 428, 430,
\text{\gamma} \t	3046, 3055, 3056, 3057  \QSsortStep	S \sb 418, 428, 430,
\text{\gamma} \t	3046, 3055, 3056, 3057  \QSsortStep	S \sb 418, 428, 430,
\text{\gamma} \t	3046, 3055, 3056, 3057  \QSsortStep	S \sb 418, 428, 430,
\text{\gamma} \t	3046, 3055, 3056, 3057  \QSsortStep	S \sb 418, 428, 430,
\text{\gamma} \t	3046, 3055, 3056, 3057  \QSsortStep	S \sb 418, 428, 430,
\tag{3146} \pgfmathint \tag{3147} \pgfmathint \tag{3147} \pgfmathparse \tag{3164}, \tag{3169}, \tag{3172}, \tag{3186}, \tag{3187} \pgfmathresult \tag{3148}, \tag{3150}, \tag{3152}, \tag{3165}, \tag{3173}, \tag{3186}, \tag{3187} \pgfutil@empty \tag{3148} \pgfutil@empty \tag{3148} \pgfutil@repeat \tag{3152} \tag{3165}, \tag{3173}, \tag{3186}, \tag{3187} \pgfutil@repeat \tag{3152} \tag{3165} \tag{3173}, \tag{3149} \pgfutil@repeat \tag{3152} \tag{3169} \tag{3149} \printe \tag{3152} \tag{3169} \tag{3173}, \tag{3149} \tag{3149} \printe \tag{3152} \tag{3169} \tag{3152} \tag{3169} \tag{3173}, \tag{3149} \tag{3152} \tag{3169} \tag{3152} \tag{3169} \tag{3173}, \tag{3144}, \tag{316}, \tag{379}, \tag{404}, \tag{3175}, \tag{3179}, \tag{3169}, \tag{3179}, \tag{3179}, \tag{3169}, \tag{3179}, \tag{3179}	3046, 3055, 3056, 3057  \QSsortStep	S \sb 418, 428, 430,
\text{\gamma} \t	3046, 3055, 3056, 3057  \QSsortStep	S \sb 418, 428, 430,

\setlength	\thinspace 3609	\TmpTransitionOne
283, 284, 286, 2078,	\thispagestyle 170	2766, 2787
3094, 3633, 3634, 3644		\TmpTransitionSeven .
	\tikz 2033	<del>-</del>
\setmainfont 1758	tikz: bbaum 34	2772, 2793
\setmainlanguage 844	tikz: li binaer baum 32	\TmpTransitionSix
\setminted 3228, 3229	\tikzchildnode 867	2771, 2792
\setminus 2707	·	\TmpTransitionTen
\setul 3085	\tikzparentnode 867	2775, 2796
	\tikzset 447,	
\setze 75, 84, 326, 2055, 2070	494, 560, 852, 878,	\TmpTransitionThree .
\shoveleft 2687	1827, 1964, 2802,	2768, 2789
\shoveright 2691	2928, 3132, 3305, 3587	\TmpTransitionTwo
\Sigma 415, 456,		
514, 1671, 1672, 1732	\tikzumlset 3515	
\sigma 945, 947, 948	\times 558	\TmpX 2798
_	\tiny 100, 1619, 1625,	\TmpY 2799
\SLASH 2127	1631, 2032, 2126, 3250	\ttfamily 3086
\small 2279		
\sort 3159	\titel 236, 293	U
\sortList 3158, 3167	\titleformat 200, 1762, 1764	
\square 912	\titlespacing 1763	\ul 1614, 3084, 3085
	\t1 20, 33, 43, 57, 208, 212,	\umlaggreg 1572
\stepcounter 2946, 2951,		\umlassoc 1530
2956, 2959, 2961,	216, 223, 226, 385,	\umlclass 1119,
2965, 2967, 2971, 2973	414, 415, 416, 417,	1123, 1127, 1174,
\stichwoerter 19,71	418, 419, 422, 423,	
\str 127, 130,	424, 425, 426, 428,	1175, 1176, 1223,
146, 148, 176, 180,	430, 455, 456, 457,	1228, 1233, 1236,
		1294, 1295, 1296,
713, 923, 932, 2161,	458, 459, 460, 461,	1301, 1302, 1331,
2836, 2845, 3325, 3338	464, 465, 466, 467,	1366, 1397, 1398,
\string 2689, 2699	468, 469, 470, 513,	1401, 1452, 1455,
\StrSubstitute . 3166, 3168	514, 515, 516, 517,	
\strut 142, 154, 159,	518, 519, 522, 523,	1494, 1500, 1501,
		1519, 1520, 1521,
165, 2412, 2416,	524, 525, 526, 527,	1542, 1543, 1544,
2420, 2424, 2428, 3194	528, 655, 659, 686,	1564, 1565, 1566, 1567
\subsection 213	690, 691, 692, 695,	\umldep 1460
\subseteq . 3349, 3382, 3389	700, 701, 702, 714,	\miiiaep 1400
\Subseteq . 3347, 3362, 3367	700, 701, 702, 71 <del>4</del> ,	\
		\umlHVHaggreg
\subsubsection 234, 3445	723, 757, 760, 763,	\umlHVHaggreg 1241, 1307, 1510
\subsubsection 234,3445	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785,	1241, 1307, 1510
\subsubsection 234, 3445	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806,	1241, 1307, 1510 \umlinherit 1180,
\subsubsection 234, 3445  T \tableofcontents 288, 2122	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982,	1241, 1307, 1510 \umlinherit 1180, 1231, 1405, 1450, 1458
\subsubsection 234, 3445	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999,	\text{\text{\cong}} \tag{1241, 1307, 1510} \text{\text{\cong}} \text{\cong} \text{\text{\cong}} \tex
\subsubsection 234, 3445  T \tableofcontents	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982,	\text{\text{\cong}} \tag{1241, 1307, 1510} \text{\text{\cong}} \text{\cong} \t
\subsubsection 234, 3445  T \tableofcontents	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004,	\text{\text{\cong}} \tag{1241, 1307, 1510} \text{\text{\cong}} \text{\cong} \text{\text{\cong}} \tex
T \tableofcontents 288,2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732,	\text{\text{\cong}} \tag{1241, 1307, 1510} \text{\text{\cong}} \text{\cong} \t
T \tableofcontents 288,2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732, 1733, 1734, 1737,	1241, 1307, 1510 \umlinherit 1180, 1231, 1405, 1450, 1458 \umlnote 1182, 1407, 1574 \umlreal 1178, 1239 \umlsimpleclass 1134, 1135,
T \tableofcontents 288,2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732, 1733, 1734, 1737, 1738, 1739, 1740, 2338	1241, 1307, 1510 \umlinherit 1180, 1231, 1405, 1450, 1458 \umlnote 1182, 1407, 1574 \umlreal 1178, 1239 \umlsimpleclass 1134, 1135, 1136, 1140, 1142,
T \tableofcontents 288,2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732, 1733, 1734, 1737,	1241, 1307, 1510 \umlinherit 1180, 1231, 1405, 1450, 1458 \umlnote 1182, 1407, 1574 \umlreal 1178, 1239 \umlsimpleclass 1134, 1135, 1136, 1140, 1142, 1143, 1144, 1173,
T \tableofcontents 288, 2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732, 1733, 1734, 1737, 1738, 1739, 1740, 2338	1241, 1307, 1510 \umlinherit 1180, 1231, 1405, 1450, 1458 \umlnote 1182, 1407, 1574 \umlreal 1178, 1239 \umlsimpleclass 1134, 1135, 1136, 1140, 1142, 1143, 1144, 1173, 1326, 1327, 1328,
T \tableofcontents 288,2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732, 1733, 1734, 1737, 1738, 1739, 1740, 2338 \tmp	1241, 1307, 1510 \umlinherit 1180, 1231, 1405, 1450, 1458 \umlnote 1182, 1407, 1574 \umlreal 1178, 1239 \umlsimpleclass 1134, 1135, 1136, 1140, 1142, 1143, 1144, 1173, 1326, 1327, 1328, 1396, 1448, 1449, 1540
T \tableofcontents 288, 2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732, 1733, 1734, 1737, 1738, 1739, 1740, 2338 \tmp \cdot \text{TmpPlaceEight} \cdot \text{2784} \text{TmpPlaceFive} \cdot \cdot 2781	1241, 1307, 1510 \umlinherit 1180, 1231, 1405, 1450, 1458 \umlnote 1182, 1407, 1574 \umlreal 1178, 1239 \umlsimpleclass 1134, 1135, 1136, 1140, 1142, 1143, 1144, 1173, 1326, 1327, 1328,
T \tableofcontents 288,2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732, 1733, 1734, 1737, 1738, 1739, 1740, 2338 \tmp \cdot 2784 \tmpPlaceFive \cdot 2781 \tmpPlaceFour \cdot 2780	1241, 1307, 1510 \umlinherit 1180,
T \tableofcontents 288,2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732, 1733, 1734, 1737, 1738, 1739, 1740, 2338 \tmp \cdot \text{TmpPlaceEight} \cdot \text{2784} \text{TmpPlaceFive} \cdot \cdot 2781	1241, 1307, 1510 \umlinherit 1180,
T \tableofcontents 288, 2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732, 1733, 1734, 1737, 1738, 1739, 1740, 2338 \tmp \cdot 2784 \tmpPlaceFive \cdot 2781 \tmpPlaceFour \cdot 2780	1241, 1307, 1510 \umlinherit 1180,
T \tableofcontents 288,2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732, 1733, 1734, 1737, 1738, 1739, 1740, 2338 \tmp 2709 \TmpPlaceEight 2784 \TmpPlaceFive 2781 \TmpPlaceFour 2780 \TmpPlaceNine 2785 \TmpPlaceOne 2777	1241, 1307, 1510 \umlinherit 1180,
T \tableofcontents 288, 2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732, 1733, 1734, 1737, 1738, 1739, 1740, 2338 \tmp	1241, 1307, 1510 \umlinherit 1180,
T \tableofcontents 288, 2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732, 1733, 1734, 1737, 1738, 1739, 1740, 2338 \tmp	1241, 1307, 1510 \umlinherit 1180,
T \tableofcontents 288, 2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732, 1733, 1734, 1737, 1738, 1739, 1740, 2338 \tmp	1241, 1307, 1510 \umlinherit 1180,
T \tableofcontents 288,2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732, 1733, 1734, 1737, 1738, 1739, 1740, 2338 \tmp	1241, 1307, 1510 \umlinherit 1180,
T \tableofcontents 288,2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732, 1733, 1734, 1737, 1738, 1739, 1740, 2338 \tmp	1241, 1307, 1510 \umlinherit 1180,
T \tableofcontents 288,2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732, 1733, 1734, 1737, 1738, 1739, 1740, 2338 \tmp	1241, 1307, 1510 \umlinherit 1180,
T \tableofcontents 288,2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732, 1733, 1734, 1737, 1738, 1739, 1740, 2338 \tmp 2709 \text{TmpPlaceEight 2781} \text{TmpPlaceFive 2781} \text{TmpPlaceFour 2780} \text{TmpPlaceNine 2785} \text{TmpPlaceOne 2777} \text{TmpPlaceSeven 2783} \text{TmpPlaceTen 2786} \text{TmpPlaceTen 2786} \text{TmpPlaceTen 2778} \text{TmpPlaceTen 2778} \text{TmpPlaceTen 2778} \text{TmpPlaceTwo 2778} \text{TmpPlaceTwo 2778} \text{TmpPlaceTwo 2778} \text{TmpPlaceTwo 2778} \text{TmpPlaceTwo 2778}	1241, 1307, 1510 \text{\text{\text{umlinherit}}} 1180,
T \tableofcontents 288,2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732, 1733, 1734, 1737, 1738, 1739, 1740, 2338 \tmp	1241, 1307, 1510 \umlinherit 1180,
T \tableofcontents 288, 2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732, 1733, 1734, 1737, 1738, 1739, 1740, 2338 \tmp 2709 \text{TmpPlaceEight 2781} \text{TmpPlaceFive 2781} \text{TmpPlaceFour 2780} \text{TmpPlaceNine 2785} \text{TmpPlaceOne 2777} \text{TmpPlaceSeven 2783} \text{TmpPlaceTen 2786} \text{TmpPlaceTen 2786} \text{TmpPlaceTen 2778} \text{TmpPlaceTen 2778} \text{TmpPlaceTen 2778} \text{TmpPlaceTwo 2778} \text{TmpPlaceTwo 2778} \text{TmpPlaceTwo 2778} \text{TmpPlaceTwo 2778} \text{TmpPlaceTwo 2778}	1241, 1307, 1510 \text{\text{\text{umlinherit}}} 1180,
T \tableofcontents 288, 2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732, 1733, 1734, 1737, 1738, 1739, 1740, 2338 \tmp 2709 \text{TmpPlaceEight 2784} \text{TmpPlaceFour 2780} \text{TmpPlaceFour 2785} \text{TmpPlaceOne 2777} \text{TmpPlaceSeven 2783} \text{TmpPlaceSix 2782} \text{TmpPlaceTen 2786} \text{TmpPlaceTen 2778} \text{TmpPlaceTor 2779} \text{TmpPlaceTor 2778} \text{TmpPlaceTor 2779} \text{TmpPlaceTor 2778} \text{TmpTransitionEight 2779}	1241, 1307, 1510 \umlinherit 1180,
T \tableofcontents 288, 2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732, 1733, 1734, 1737, 1738, 1739, 1740, 2338 \tmp 2709 \text{TmpPlaceEight 2784} \text{TmpPlaceFour 2780} \text{TmpPlaceFour 2780} \text{TmpPlaceNine 2785} \text{TmpPlaceOne 2777} \text{TmpPlaceSeven 2783} \text{TmpPlaceSix 2782} \text{TmpPlaceTen 2786} \text{TmpPlaceTen 2786} \text{TmpPlaceTour 2779} \text{TmpPlaceTour 2779} \text{TmpPlaceTour 2779} \text{TmpPlaceTour 2779} \text{TmpPlaceTour 2779} \text{TmpPlaceTour 2779} \text{TmpPlaceTour 2778} \text{TmpPlaceTour 2778} \text{TmpPlaceTour 2779} \text{TmpPlaceTour 2779} \text{TmpPlaceTour 2779} \text{TmpTransitionEight 2779} \text{TmpTransitionFive 27794}	1241, 1307, 1510 \umlinherit 1180,
T \tableofcontents 288, 2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732, 1733, 1734, 1737, 1738, 1739, 1740, 2338 \tmp	1241, 1307, 1510 \umlinherit 1180,
T \tableofcontents 288, 2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732, 1733, 1734, 1737, 1738, 1739, 1740, 2338 \tmp	1241, 1307, 1510 \umlinherit 1180,
T \tableofcontents 288, 2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732, 1733, 1734, 1737, 1738, 1739, 1740, 2338 \tmp	1241, 1307, 1510 \umlinherit 1180,
T \tableofcontents 288, 2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732, 1733, 1734, 1737, 1738, 1739, 1740, 2338 \tmp	1241, 1307, 1510 \umlinherit 1180,
T \tableofcontents 288, 2122 \TeX	723, 757, 760, 763, 768, 783, 784, 785, 786, 797, 803, 806, 809, 825, 832, 982, 985, 990, 991, 999, 1000, 1003, 1004, 1710, 1731, 1732, 1733, 1734, 1737, 1738, 1739, 1740, 2338 \tmp 2709 \tmpPlaceEight 2784 \tmpPlaceFive 2781 \tmpPlaceFour 2780 \tmpPlaceNine 2785 \tmpPlaceOne 2777 \tmpPlaceSeven 2783 \tmpPlaceSix 2782 \tmpPlaceTimpPlaceTime 2786 \tmpPlaceTimpPlaceTime 2786 \tmpPlaceTimpPlaceTime 2786 \tmpPlaceTimpPlaceTime 2786 \tmpPlaceTimpPlaceTime 2779 \tmpPlaceTimpPlaceTime 2779 \tmpTransitionEight 2797 \tmpTransitionFive 2777, 2791 \tmpTransitionFour 2770, 2791 \tmpTransitionFour 2776, 2790	\tag{1510}

\usetikzlibrary 407,	\vrule 3466, 3470	2960, 2966, 2972, 3013
851, 1609, 1826,	\vspace 147,	\xintifEq 3006
1963, 2763, 3071,	149, 174, 178, 243,	\xintifForLast
3112, 3143, 3514, 3602	264, 268, 272, 285,	2962, 2968, 2974
	2224, 2242, 3479, 3481	\xintifGt 3007
${f v}$		\xintifLt 3005
\value 2908	X	\xintLength 2980
\varepsilon	\xappto 3170, 3176, 3180	\xintnthelt 2992
924, 935, 936, 1657,	\xdef 1856	
2355, 2361, 2393, 2404	\xintApply 2996	Z
\vbox 2157, 2201	\xintApplyUnbraced	\ZB <u>2296</u>
\vfill 91,	2995, 3001, 3002, 3003	\zB <u>2295</u>
143, 153, 160, 164,	\xintCSVtoList 3055	\zustandsnamens@liste
247, 254, 278, 299, 3194	\xintFor 2945, 2950, 2955,	1675, 1682, 1683