Die Bschlangaul-Sammlung

Hermine Bschlangaul and Friends *

September 13, 2021

Contents

Klassen
aufgabe.cls
basis.cls
examen-scans.cls
examen.cls
haupt.cls
theorie.cls
Pakete 10
abmessung.sty
aufgaben-einbinden.sty
aufgaben-metadaten.sty
automaten.sty
Endlicher Automat
Kellerautomat
Turingmaschine
basis.sty
IFs
baum.sty
Binärbaum
AVL-Baum
B-Baum
Konkretes TeX-Markup-Beispiel
cpm.sty
Faulenzer
TeX-Markup-Beispiel: Graph
TeX-Markup-Beispiel: Ergebnistabelle
TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle "Frühester Zeitpunkt" 4
TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle "Spätester Zeitpunkt" 42
Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle
cyk-algorithmus.sty
Faulenzer
TeX-Markup-Beispiel
entwurfsmuster.sty
Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:
Reihenfolge 4

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

Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)	. 46
Adapter	
Beobachter (Observer)	
Dekorierer (Decorator)	. 51
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	. 61
Tex-Markup-Beispiel: Komplettes Diagramm	
Tex-Markup-Beispiel: EER Enhanced Entity-Relation-Modell nach El-	
masri/Navante	. 62
Faulenzer	
formale-sprachen.sty	. 64
formatierung.sty	
Schriftarten / Typographie	
Farben	
Überschriften	
Listen	
Kasten	
Header	
Zeilenabstände	
gantt.sty	
grafik.sty	
graph.sty	
hanoi.sty	
index.sty	
komplexitaetstheorie.sty	
Faulenzer	
kontrollflussgraph.sty	
Faulenzer	
TeX-Markup-Beispiel	
TikZ: pin	
Umgebungen	
Makros	
kopfzeile.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)	
Zusammengesetzte Makros (High level)	. 94
minimierung.sty	
normalformen.sty	
Faulenzer	
o-notation.sty	
Faulenzer	
TeX-Markup-Beispiel: Funktionsgraphen mit pgfplots	
petri.sty	
Faulenzer	103

potenzmengen-konstruktion.sty	105
pseudo.sty	
pumping-lemma.sty	
relationale-algebra.sty	
rmodell.sty	
Faulenzer	
sortieren.sty	
spalten.sty	
sql.sty	
Latex-Markup-Beispiel	
struktogramm.sty	
syntax.sty	
Faulenzer	
syntaxbaum.sty	
TeX-Markup-Beispiel	
synthese-algorithmus.sty	
Faulenzer	
TeX-Markup Grundgerüst	
TeX-Markup Linksreduktion	
TeX-Markup Rechtreduktion	. 121
TeX-Markup Relationen formen	. 122
tabelle.sty	. 125
tex-dokumentation.sty	. 126
typographie.sty	. 127
uml.sty	. 128
vollstaendige-induktion.sty	. 130
Faulenzer	. 130
wasserfall.sty	
Latex-Markup-Beispiel	
wpkalkuel.sty	
Faulenzer	
Index	134

Klassen

aufgabe.cls

\bAufgabenMetadaten

\bfseries

```
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 \bLadePakete{
  6 formatierung,
     abmessung,
  8 literatur-dummy,
  9 makros.
 10 aufgaben-metadaten,
 11 mathe,
 12 grafik,
 13
     meta
 14 }
Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
 15 \RequirePackage[ngerman] {babel}
   In Aufgaben wollen wir das Additum sehen.
 16 \ADDITUMtrue
 17 \ExplSyntaxOn
 18\cs_gset:Npn \stichwoerter_formatiert: {
     \tl_if_empty:NTF \g_stichwoerter_tl {} {
 19
       \textbf{Stichwörter:} ~
 20
       \g_stichwoerter_tl
 21
 22
       \par
 23
 24 }
 25\cs_gset:Npn \horizontale_linie: {
 26 \par
     \noindent
 27
     \rule{\textwidth}{0.8pt}
 28
 29
     \par
 30 }
 31\cs_gset:Npn \thematik_formatiert: {
     \tl_if_empty:NTF \g_thematik_tl {} {
 33
       \textit{
          ( \g_thematik_tl )
 34
 35
     }
 36
 37 }
 38 \def\bAufgabenMetadaten #1
 39 {
     \bMetaSetze{#1}
 40
 41
 42
     \tl_if_empty:NTF \g_einzelpruefungs_nr_tl {}
 43
     {
 44
 45
          \noindent
 46
         \large
          \_gib_einzelpruefung_trenner:
 47
          \par\medskip
 48
 49
 50
     }
 51
 52
 53
       \noindent
```

```
55
       \Large
56
       \tl_if_empty:NTF \g_einzelpruefungs_nr_tl
57
58
         \g_titel_tl
       }
59
       {
60
         \_gib_aufgaben_pfad_trenner:
61
62
    }
63
    \hfill \thematik_formatiert:
64
65
66
    \medskip
67
68
69
    \n
    {\footnotesize\stichwoerter_formatiert:}
70
71
72
    \horizontale_linie:
73
    \setze_kopfzeile_oben_rechts:n { \gib_aufgaben_pfad_lang_sicher: }
74
75
76
    \bigskip
77
    \keine_einrueckung:
78
79 }
80\setze_kopf_fusszeilen:nn {} {}
81 \AddToHook { begindocument }
82 {
83
    \repariere_kopfzeile_breite:
84 }
85 \AddToHook { enddocument }
86 {
    \vfill
87
    {
88
       \bLogoTextProjekt
89
       \bigskip
90
91
       \bLogoTextCCLizenz
 92
93
       \bigskip
94
95
       \begin{spacing}{1}
96
         \tiny
         \noindent
97
         \bMetaHilfMit
98
99
         \bMetaQuelltext
100
         \_gib_github_url_href:
101
102
       \end{spacing}
    }
103
104 }
105 \verb|\ExplSyntaxOff|
106
```

basis.cls

```
107 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
108 \ProvidesClass{bschlangaul-basis}[2021/09/12 Basis-Klasse, die nur als
109 Unterklasse benutzt werden soll.]
110 \LoadClass[a4paper,oneside,12pt]{book}
   Damit wir Klassen-Optionen mit LATFX-3 verwalten könnten.
111 \RequirePackage{13keys2e}
112 \RequirePackage{bschlangaul-basis}
   Lade Pakete die von allen Unterklassen benötigt werden.
113 \bLadePakete{
114 kopfzeile
115 }
116 \ExplSyntaxOn
117 \keys_define:nn { klassen-setup }
119
     pakete .code:n = {
120
       \bLadePakete{#1}
121
122 }
   https://tex.stackexchange.com/questions/544374/passing-options-to-a-class-and-evaluate-
using-latex3-interfaces
123 \ProcessKeysOptions { klassen-setup }
124 \ExplSyntaxOff
125
```

examen-scans.cls

```
126 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
                     127 \ProvidesClass{bschlangaul-examen-scans}[2021/01/08 Zum
                     128 Zusammenfügen mehrerer Staatsexamen-Scans zu einer PDF-Datei.]
                     129 \LoadClass [a4paper, oneside] {book}
                     130 \LoadClass{bschlangaul-basis}
                     131 \RequirePackage{pdfpages}
                       Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option clash
                     132 \bLadePakete{formatierung}
                       Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
                     133 \RequirePackage[ngerman] {babel}
                     134 \ExplSyntaxOn
\bPruefungsNummer
                     135 \def\bPruefungsNummer#1{
                         \str_set:Nn \g_pruefungs_nummer {#1}
                     137 }
 \bPruefungsTitel
                     138 \def\bPruefungsTitel#1{
                     139 \str_set:Nn \g_pruefungs_titel {#1}
                     140}
                    141 \def\li@SansFett#1#2{
                    142 {
                    143
                            \bfseries
                    144
                    145
                            \rmfamily
                     146
                            #2
                     147
                         }
                     148}
     \bTrennSeite
                    149 \def\bTrennSeite#1{
                    150 \clearpage
                    151 \strut
                    152 \vfill
                         \begin{center}
                    153
                    154
                    155
                            \li@SansFett{\LARGE}{\str_use:N \g_pruefungs_nummer} \\
                    156
                            \vspace{2cm}
                            \li@SansFett{\large}{\str_use:N \g_pruefungs_titel} \\
                    157
                            \vspace{5cm}
                    158
                            \li@SansFett{\Huge}{#1}
                    159
                         }
                    160
                         \end{center}
                     161
                         \vfill
                     162
                         \strut
                     163
                         \clearpage
                     164
                     165 }
     \bTitelSeite
                     166 \def\bTitelSeite#1{
                    167
                         \clearpage
                         \strut
                    168
                         \vfill
                     169
                     170
                         \begin{center}
                    171
                         #1
                         \end{center}
                    172
                         \vfill
                    173
                     174 \strut
```

```
\clearpage
             176 }
\bBindePdfEin
             178 \AtBeginDocument{
                 \thispagestyle{empty}
                 \bTitelSeite{
             180
                   \li@SansFett{\Large}{Sammlung~aller~Staatsexamensaufgaben~der~Prüfungsnummer} \\
             181
             182
                   \vspace{4cm}
             183
             184
                   \li@SansFett{\Huge}{\str_use:N \g_pruefungs_nummer} \\
             185
             186
                   \vspace{4cm}
             187
             188
                   \li@SansFett{\LARGE}{\str_use:N \g_pruefungs_titel} \\
             189
                 }
             190
             191 }
             192 \ExplSyntaxOff
             193
```

examen.cls

```
194 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
                         195 \ProvidesClass{bschlangaul-examen}[2021/06/10 Zum Einbinden von
                         196 mehreren Aufgaben zu einem Examen.]
                           Lade die wichtigsten Pakete. Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option
                        clash
                         197 \LoadClass[pakete={
                         198 formatierung,
                         199
                             literatur-dummy,
                         200 makros,
                         201
                             aufgaben-einbinden,
                         202
                             aufgaben-metadaten,
                         203 abmessung,
                         204 typographie,
                         205 grafik,
                         206 meta
                         207 }] {bschlangaul-basis}
                           Formatierung für die Überschriften setzen.
                         208 \RequirePackage{titlesec}
                         {\tt 209 \land title format \{\section\} {\huge \land filcenter \land fseries} {\huge \land filcenter \land fseries} {\huge \land filcenter \land fseries} } } \\
                         210 \newcommand{\sectionbreak}{\clearpage}
                         211 \setcounter{secnumdepth}{0}
                         212 \bLadeAllePakete
                            Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
                         213 \RequirePackage[ngerman] {babel}
                         214 \ExplSyntaxOn
      \bSetzeThemaNr
                         215 \def\bSetzeThemaNr#1{
                         216 \tl_gset:Nn \g_thema_nr_tl { #1 }
                             \section{Thema~Nr.~#1}
                         218 }
\bSetzeTeilaufgabeNr
                         219 \def\bSetzeTeilaufgabeNr#1{
                             \tl_gset:Nn \g_teilaufgabe_nr_tl { #1 }
                              \subsection{Teilaufgabe~Nr.~#1}
                         222 }
   \bBindeAufgabeEin
                         223 \def\bBindeAufgabeEin#1{
                              \tl_gset:Nn \g_aufgabe_nr_tl { #1 }
                         225
                              \input{
                         226
                                \LehramtInformatikRepository /
                         227
                                Staatsexamen /
                         228
                                \g_einzelpruefungs_nr_tl /
                         229
                                \g_jahr_tl /
                                \g_monat_tl /
                         230
                                \tl_if_empty:NTF \g_thema_nr_tl {} {
                         231
                                  Thema - \g_{thema_nr_tl} /
                         232
                         233
                                \tl_if_empty:NTF \g_teilaufgabe_nr_tl {} {
                         234
                         235
                                  Teilaufgabe - \g_teilaufgabe_nr_tl /
                         236
                         237
                                Aufgabe - \g_aufgabe_nr_tl .tex
                              }
                         238
                         239 }
                        Das Metadaten-Makro überschreiben
 \bAufgabenMetadaten
                         240 \def\bAufgabenMetadaten#1{
                         241 \bMetaSetze{#1}
```

```
\subsubsection{\_gib_aufgaben_titel:}
243 }
244 \cs_new:Npn \titel_seite:
245 {
246
             \titel_seite:nn
247
             {
248
                         \bfseries\Huge
249
250
251
                         \g_einzelpruefungs_nr_tl
252
                         \par
253
                         \g_jahreszeit_tl
254
255
                         \par
256
257
                         \g_jahr_tl
258
                         \par
                  }
259
            }
260
261
262
                   \g_examen_fach_tl
263
                   \par
264
                   \vspace{0.5cm}
265
266
                   Aufgabenstellungen~mit~Lösungsvorschlägen
267
268
                   \par
269
            }
270
271 }
272 \cs_new:Npn \inhalts_verzeichnis: {
273 % für den Abstand vor den section im Inhaltsverzeichnis
 \% \ \texttt{https://tex.stackexchange.com/questions/241445/how-to-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-toc-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spacing-in-to-control-spac
       for-different-sections
275
           \setlength{\cftbeforesecskip}{1.5cm}
276
           \setlength{\cftbeforesubsecskip}{0.5cm}
           \renewcommand{\cftsubsecafterpnum}{\vspace{\cftbeforesubsecskip}}
           \setlength{\cftbeforesubsubsecskip}{0.1cm}
            \renewcommand{\contentsname}{Aufgabenübersicht}
             \tableofcontents
280
281 }
282\setcounter{tocdepth}{4}
283 \RequirePackage[titles] {tocloft}
284 \AddToHook { begindocument }
285 {
286
             \titel_seite:
287
288
             \clearpage
289
             \inhalts_verzeichnis:
290
291
            \vfill
292
293
294
             \bLogoTextProjekt
295
             \bigskip
296
             \bLogoTextCCLizenz
297
298
             \bigskip
299
300
            \clearpage
301 }
302 \ExplSyntaxOff
```

haupt.cls

\bAufgabenMetadaten

```
304 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
305 \ProvidesClass{bschlangaul-haupt}[2019/10/27 Klasse zum
306 Setzen der Haupt-Datei, Bschlangaul-Sammlung.tex d.h. des wichtigsten
307 Dokuments, das alles zusammenfasst.]
   Lade die wichtigsten Pakete. Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option
clash
308 \LoadClass[pakete={
309 formatierung,
     literatur-dummy,
     makros,
     aufgaben-einbinden,
    aufgaben-metadaten,
313
314
    abmessung,
315 typographie,
316 grafik,
317 meta,
318 index
319 }] {bschlangaul-basis}
320 \bLadeAllePakete
   Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
321 \RequirePackage[ngerman] {babel}
322 \ExplSyntaxOn
323\setze_kopf_fusszeilen:nn {} {}
   Breiterer rechter Rand für die Indexes
324 \geometry{
    right = 3cm,
    marginparwidth = 2.8cm,
326
327 }
328 \AddToHook { begindocument }
329 {
     \repariere_kopfzeile_breite:
330
     \titel_seite:nn
331
332
     {
333
334
          \Huge
335
         Die~komplette~Sammlung
336
337
     }
338
339
     {
340
       Alle~Aufgaben
341
342
343
     \tableofcontents
344
     \clearpage
345
     \pagestyle{fancy}
346
347 }
348 \AddToHook { enddocument }
349 {
     \printindex
Das Metadaten-Makro überschreiben
352 \def\bAufgabenMetadaten #1
353 {
     \bMetaSetze{#1}
354
     \subsection{\gib_aufgaben_pfad_lang_sicher:}
355
356 }
```

357 \ExplSyntaxOff

theorie.cls

```
359 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
360 \ProvidesClass{bschlangaul-theorie}[2021/09/12 Klasse zum
361 Setzen von Theorie-Zusammenfassungen]
362 \LoadClass{bschlangaul-basis}

Paket "formatierung" muss vor "literatur" sein, sonst Option clash
363 \bLadePakete{
364 formatierung,
365 literatur,
366 makros,
367 aufgaben-metadaten
368 }

Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
369 \RequirePackage[ngerman]{babel}
370
```

Pakete

abmessung.sty

```
371 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
372 \ProvidesPackage{bschlangaul-baum}[2021/09/04 Einstellung der
373 Seitenabmessung mit Hilfe des geometry-Pakets.]
374 \RequirePackage{geometry}
375 \geometry{
376    a4paper,
377    margin=2cm,
378    includeheadfoot,
379    % showframe,
380    % showcrop,
381    % verbose=true,
382 }
```

aufgaben-einbinden.sty

```
384 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
                     385 \ProvidesPackage{bschlangaul-aufgaben-einbinden}[2020/06/13
                     386 Binde Aufgaben in ein größeres Dokument ein.]
                        Mit Hilfe des standalone-Pakets können eigenständige Dokumente eingebunden
                    werden, die auch uneingebunden kompiliert werden können, wie zum Beispiel Auf-
                     387 \RequirePackage{standalone}
                    Eine Aufgaben mit den Pfad relativ zu Wurzelverzeichnis dieses Repository einbinden.
          \bAufgabe
                     388 \def\bAufgabe#1{
                         \input{\LehramtInformatikRepository/#1.tex}
                    Eine Examensaufgaben mit den Pfad relativ zu Staatsexamen einbinden, z. B. \bExamensAufgabe {46116/
   \bExamensAufgabe
                    2/Teilaufgabe-1/Aufgabe-3}
                     391 \def\bExamensAufgabe#1{
                         \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1.tex}
                     393 }
\verb|\bExamensAufgabeTTA| \\
                     394\def\bExamensAufgabeTTA #1 / #2 / #3 : Thema #4 Teilaufgabe #5 Aufgabe #6 {
                         \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Thema-#4/Teilaufgabe-
                        #5/Aufgabe-#6.tex}
                     396 }
 \bExamensAufgabeTA
                     397 \def\bExamensAufgabeTA #1 / #2 / #3 : Thema #4 Aufgabe #5 {
                          \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Thema-#4/Aufgabe-#5.tex}
                     399 }
  \bExamensAufgabeA
                     \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Aufgabe-#4.tex}
                     402 }
                     403
```

aufgaben-metadaten.sty

428

```
404 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                      405 \ProvidesPackage{bschlangaul-aufgaben-metadaten}[2020/07/07 Makros zum
                      406 Setzen der Aufgaben-Metadaten.]
                      407 \ExplSyntaxOn
        \bMetaSetze
                     Setze die Metadaten einer Aufgabe.
                      408 \def\bMetaSetze#1{
                           \_setze_variablen_zurueck:
                      409
                      410
                           \tl_clear:N \g_teilaufgabe_nr_tl
                      411
                      412
                           \keys_set:nn { aufgabenmetadaten } {
                      413
                      414
                      415
                      416
                      417
                           \_setze_relativen_pfad:
                      418 }
                     Setzen der Aufgaben-Metadaten über eine plist bzw. über key-values.
\bAufgabenMetadaten
                         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.
                       \bAufgabenMetadaten{
                        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,
                        EinzelpruefungsNr = 46116,
                         Jahr = 2016,
                        Monat = 03,
                        ThemaNr = 2,
                        TeilaufgabeNr = 1,
                         AufgabeNr = 2,
                      }
                      419 \def\bAufgabenMetadaten#1{
                           \bMetaSetze{#1}
                      420
                      421
                      422
                           \_gib_examen_titel: {}
                      423
                           \section{\_gib_aufgaben_titel:}
                      424
                      425 }
                      426 \ExplSyntaxOff
                     Momentan eine dummy Makro das die Thematik enthält.
    \bAufgabenTitel
                      427 \def\bAufgabenTitel#1{}
```

19

automaten.sty

```
429 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01] 430 \ProvidesPackage{bschlangaul-automaten} [2021/02/14 Zum Setzen von Automaten]
```

Endlicher Automat

```
431 \bLadePakete{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}
```



```
432 \RequirePackage{tikz}
              433 \usetikzlibrary{arrows,automata,positioning}
              434 \bLadePakete{mathe}
              435 \directlua{
              436 automaten = require('bschlangaul-automaten')
              437 }
            \bar{bAutomat}[\langle automaten-name \rangle] \{\langle zustaende=Z, alphabet=\Sigma, delta=\delta, ende=E, start=z_0 \rangle\}
\bAutomat
                 - \bAutomat{}: A = (Z, \Sigma, \delta, E, z_0)
                 - \bAutomat[A_1]{}: A_1 = (Z, \Sigma, \delta, E, z_0)
                 - \bAutomat{zustaende={z 0, z 1, z 2}}: A = (\{z_0, z_1, z_2\}, \Sigma, \delta, E, z_0)
                 - \bAutomat{alphabet={a,b}}: A = (Z, \{a, b\}, \delta, E, z_0)
                 - \bAutomat{delta=d}: A = (Z, \Sigma, d, E, z_0)
                 - \bAutomat{ende={z_0, z_1, z_2}}: A = (Z, \Sigma, \delta, \{z_0, z_1, z_2\}, z_0)
                 - \bAutomat{start=z_1}: A = (Z, \Sigma, \delta, E, z_1)
                 - \bAutomat{dea}: A_{DEA} = (Z, \Sigma, \delta, E, z_0)
                 - \bAutomat{nea}: A_{\text{NEA}} = (Z, \Sigma, \delta, E, z_0)
              438 \ExplSyntaxOn
              439 \NewDocumentCommand \{\bAutomat\} \{ 0\{A\} m \} \{
                   \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
                   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
              441
                   \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
              442
                   \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
              443
                   \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
              444
              445
                   \tl_set:Nn \l_typ_tl {}
              446
              447
                   \keys_define:nn { automat } {
                     zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\bMenge{##1}}},
              448
                      alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\bMenge{##1}}},
              449
```

delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},

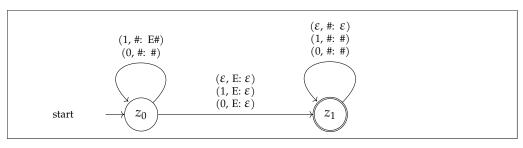
ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\bMenge{##1}}},

450 451

```
452
                                                                                                               start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
                                                                                  453
                                                                                                               dea .value_forbidden:n = true,
                                                                                                               \label{lem:dea:code:n} \dea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{DEA}}}}},
                                                                                  454
                                                                                                              nea .value_forbidden:n = true,
                                                                                  455
                                                                                                              nea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{NEA}}}},
                                                                                  456
                                                                                  457
                                                                                  458
                                                                                  459
                                                                                                      \keys_set:nn { automat } { #2 }
                                                                                  460
                                                                                                      #1 \l_typ_tl = (
                                                                                  461
                                                                                                              \l_zustaende_tl,
                                                                                  462
                                                                                                               \l_alphabet_tl,
                                                                                  463
                                                                                                                \l_delta_tl,
                                                                                  464
                                                                                  465
                                                                                                               \label{lem:lemde_tl} \
                                                                                                               \label{local_start_tl} $$ \label{local_start_tl} $$ \end{substant} $$ \cline{1.5em} $$ \c
                                                                                  466
                                                                                                     )$
                                                                                  467
                                                                                  468 }
                                                                                  469\,\texttt{\ensuremath{\mbox{ExplSyntaxOff}}}
\bAutomatenKante Makro-Faulenzer: \let\k=\liAutomatenKante
                                                                                  470 \def\bAutomatenKante#1#2#3#4{
                                                                                  471 \path (#1) edge[#4] node{#3} (#2);
                                                                                  472 }
                                                                                  473 \tikzset{
                                                                                  474 li automat/.style={
                                                                                  476
                                                                                                             node distance=2cm
                                                                                  477 },
                                                                                  478 }
```

Kellerautomat

```
\begin{tikzpicture}[li kellerautomat, node distance=5cm]
\node[state,initial] (0) {$z_0$};
\node[state,right of=0,accepting] (1) {$z_1$};
\bKellerKante[above,loop]{0}{0}{
  1, KELLERBODEN, E KELLERBODEN;
 O, KELLERBODEN, KELLERBODEN;
}
\bKellerKante[above]{0}{1}{
 EPSILON, E. EPSILON:
 1, E, EPSILON;
 O, E, EPSILON;
}
\bKellerKante[above,loop]{1}{2}{
 EPSILON, KELLERBODEN, EPSILON;
  1, KELLERBODEN, KELLERBODEN;
 O, KELLERBODEN, KELLERBODEN;
\end{tikzpicture}
```



\bKellerAutomat

```
\label{eq:local_continuous_continuous} $$ \left\{ \left\langle zustaende=Z,alphabet=\Sigma,kelleralphabet=\Gamma,delta=\delta,start=z_0,kellerboden=\#,ende=E\right\rangle \right\} $$ \left\{ \left\{ zustaende=\left\{ z_0,\ z_1,\ z_2\right\}, \right. \right. $$ alphabet=\left\{ a,\ b,\ c\right\}, $$ kelleralphabet=\left\{ \downarrow \#,\ A\right\}, $$ ende=\left\{ z_2\right\}, $$ $$ $$ $$
```

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

```
479 \ExplSyntaxOn
480 \NewDocumentCommand {\bKellerAutomat} { O{K} m } {
    \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
481
    \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
482
483
    \tl_set:Nn \l_kelleralphabet_tl {\Gamma}
484
    \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
485
    \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
486
    \tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {\#}
    \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
487
488
489
    \keys_define:nn { kellerautomat } {
      zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\bMenge{##1}}},
490
      alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\bMenge{##1}}},
491
      kelleralphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_kelleralphabet_tl {\bMenge{##1}}},
492
      delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
493
494
      start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
```

```
495
                                                                         kellerboden .code:n = {\tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {##1}},
                                                       496
                                                                         ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\bMenge{##1}}},
                                                                   }
                                                      497
                                                      498
                                                                   \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
                                                       499
                                                      500
                                                                   $#1 = (
                                                      501
                                                                         \l_zustaende_tl,
                                                      502
                                                                         \l_alphabet_tl,
                                                      503
                                                                         \l_kelleralphabet_tl,
                                                      504
                                                                         \l_delta_tl,
                                                       505
                                                       506
                                                                         \l_start_tl,
                                                                         \l_kellerboden_tl,
                                                       507
                                                       508
                                                                         \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
                                                                   )$
                                                      509
                                                      510 }
                                                      511 \ExplSyntaxOff
                                                    Makro-Faulenzer: \let\u=\liKellerUebergang
\bKellerUebergang
                                                              \bKellerUebergang{a, KELLERBODEN, A; b KELLERBODEN, EPSILON}
                                                            (a, #: A)
                                                           (b, \#: \varepsilon)
                                                             Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: ((.*), (.*), (.*)) \u{$1 $2 $3}
                                                       512 \ExplSyntaxOn
                                                      513 \def\bKellerUebergang#1{
                                                                  \directlua{automaten.drucke_keller_uebergaenge('#1')}
                                                       515 }
                                                      516 \ExplSyntaxOff
                                                    \bKellerKante[\langle tikz\text{-}optionen \rangle] {\langle von \rangle} {\langle zu \rangle} {\langle \ddot{u}bergange \rangle}
          \bKellerKante
                                                    Makro-Faulenzer: \let\k=\liKellerKante
                                                      517 \NewDocumentCommand{\bKellerKante} { O{above} m m m } {
                                                      518
                                                                   \path (#2) edge[#1] node{\bKellerUebergang{#4}} (#3);
                                                      519}
                                                      520 \tikzset{
                                                      521 li keller knoten/.style={
                                                                         text width=2cm,
                                                                         align=center,
                                                      523
                                                      524
                                                                        font=\footnotesize,
                                                      525 },
                                                      526 li kellerautomat/.style={
                                                      527
                                                                         li automat,
                                                                         every edge/.append style={
                                                      528
                                                                               every node/.style={
                                                      529
                                                                                    li keller knoten
                                                      530
                                                      531
                                                      532
                                                      533
                                                                  }
                                                       534 }
                                                    Turingmaschine
                                                       535 \RequirePackage{amssymb}
\bTuringLeerzeichen
```

 $536 \def\bTuringLeerzeichen{Box}$

```
\bTuringMaschine
                                                    \bTuringMaschine[\langle automaten-name \rangle]
                                                     \{\langle zustaende=Z, alphabet=\Sigma, bandalphabet=\Gamma, delta=\delta, start=z_0, leerzeichen=\square, ende=E \rangle\}
                                                      \bTuringMaschine{
                                                           zustaende={z_0, z_1, z_2},
                                                           alphabet={a, b, c},
                                                           bandalphabet={\bTuringLeerzeichen, A},
                                                           ende=\{z_2\},
                                                       }
                                                         TM = (\{z_0, z_1, z_2\}, \{a, b, c\}, \{\Box, A\}, \delta, z_0, \Box, \{z_2\})
                                                      537 \ExplSyntaxOn
                                                      538 \NewDocumentCommand {\bTuringMaschine} { O{TM} m } {
                                                                \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
                                                                \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
                                                              \tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\Gamma}
                                                      542 \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
                                                              \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
                                                      544
                                                               \tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {\bTuringLeerzeichen}
                                                      545
                                                                \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
                                                      546
                                                                \keys_define:nn { kellerautomat } {
                                                      547
                                                                    zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\bMenge{##1}}},
                                                      548
                                                                     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\bMenge{##1}}},
                                                      549
                                                      550
                                                                    bandalphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\bMenge{##1}}},
                                                                    delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
                                                      551
                                                                     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
                                                      553
                                                                    leerzeichen .code:n = {\tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {##1}},
                                                                     ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\bMenge{##1}}},
                                                      554
                                                                }
                                                      555
                                                      556
                                                                \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
                                                      557
                                                      558
                                                                \text{text}\{\#1\} = (
                                                      559
                                                                    \l_zustaende_tl,
                                                      560
                                                                     \l_alphabet_tl,
                                                      561
                                                                     \l_bandalphabet_tl,
                                                      562
                                                                     \l_delta_tl,
                                                      563
                                                                    \l_start_tl,
                                                      564
                                                      565
                                                                    \l_leerzeichen_tl,
                                                                     \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
                                                      566
                                                               )$
                                                      567
                                                      568 }
                                                      569 \ExplSyntaxOff
                                                    Formatiert einen Zustandsübergang für eine Übergangstabelle.
\bTuringUebergangZelle
                                                    Makro-Faulenzer: \let\t=\liTuringUebergangZelle
                                                           \bTuringUebergangZelle{z_1, LEER, R}: (z_1: \Box, R)\bTuringUebergangZelle{z1, leer, 1}:
                                                     (z_1: \Box, L)
                                                      570 \ExplSyntaxOn
                                                      571 \def\bTuringUebergangZelle#1{
                                                      572 \directlua{tex.print(automaten.gib_einen_turing_uebergang('#1'))}
                                                      573 }
                                                      574 \ExplSyntaxOff
                                                    Nur in den TikZ-Grafiken zu verwenden. Setzt Zeilenumbrüche ans Ende. Nicht für die
      \bTuringUebergaenge
                                                    Tabelle geeignet.
                                                    Makro-Faulenzer: \let\t=\liTuringUebergaenge
                                                    (z_1: \Box, L)
```

 $(\Box:\Box,R)$

```
575 \ExplSyntaxOn
                                                                                            576 \def\bTuringUebergaenge#1{
                                                                                            577 \directlua{automaten.drucke_turing_uebergaenge('#1')}
                                                                                            578 }
                                                                                            579 \ExplSyntaxOff
                                                                                         \verb|\bTuringKante| (\tikz-optionen)| {\tilde{zustand-oder-lese}} {\tilde{schreibe}} {\tilde{custand-oder-lese}} | {\tilde{schreibe}} | {\tilde{custand-oder-lese}} | {\tilde{custand-oder-
                              \bTuringKante
                                                                                         Makro-Faulenzer: \let\t=\liTuringKante
                                                                                            580 \NewDocumentCommand{\bTuringKante} { O{above} m m m } {
                                                                                                             \path (#2) edge[#1] node{\bTuringUebergaenge{#4}} (#3);
                                                                                            582 }
\bTuringUeberfuehrung
                                                                                            583 \def\bTuringUeberfuehrung{
                                                                                            585 }
                                                                                            586 \tikzset{
                                                                                            587 li turingmaschine/.style={
                                                                                                                     li automat,
                                                                                            588
                                                                                                                      every edge/.append style={
                                                                                            589
                                                                                                                             every node/.style={
                                                                                            590
                                                                                                                                     li keller knoten
                                                                                            591
                                                                                            592
                                                                                            593
                                                                                                                     }
                                                                                            594
                                                                                                            }
                                                                                            595 }
                                                                                            596
```

basis.sty

```
597 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
598 \ProvidesPackage{bschlangaul-basis}[2020/11/27]
599 \ExplSyntaxOn
```

IFs

Wir weichen von dem üblichen Namensschema ab und schreiben das Wort komplett in Großbuchstaben, damit die if-Befehle schöner lesbar sind, z. B. \ifADDITUM, \ADDITUMtrue und \ADDITUMfalse.

```
\ifADDITUM
    \ADDITUMtrue
                    600 \newif\ifADDITUM
   \ADDITUMfalse
                    601 \ADDITUMfalse
       \ifEXKURS
     \EXKURStrue
                    602 \newif\ifEXKURS
    \EXKURSfalse
                    603 \EXKURStrue
      \ifANTWORT
    \ANTWORTtrue
                    604 \newif\ifANTWORT
   \ANTWORTfalse
                    605 \ANTWORTtrue
    \bLadePakete
                    606 \NewDocumentCommand{\bLadePakete}{ m }
                        \clist_map_inline:nn { #1 } { \RequirePackage{bschlangaul-##1} }
                    609}
\bLadeAllePakete
                    610 \def\bLadeAllePakete{
                    611 \bLadePakete{
                          aufgaben-einbinden,
                    612
                           automaten,
                    613
                    614
                           checkbox,
                           chomsky-normalform,
                    615
                    616
                           cpm,
                    617
                           cyk-algorithmus,
                    618
                           entwurfsmuster,
                    619
                           er,
                    620
                           formale-sprachen,
                    621
                           gantt,
                           grafik,
                    622
                           graph,
                    623
                    624
                           hanoi,
                    625
                           kontrollflussgraph,
                    626
                           komplexitaetstheorie,
                    627
                           makros,
                    628
                           master-theorem,
                    629
                           mathe,
                    630
                           minimierung,
                    631
                           normalformen,
                           petri,
                    632
                           potenzmengen-konstruktion,
                    633
                           pumping-lemma,
                    634
                    635
                           pseudo,
                    636
                           relationale-algebra,
                           rmodell,
                    637
                           sortieren,
                    638
                           spalten,
                    640
                           struktogramm,
                    641
                           sql,
```

```
642
       syntax,
643
       syntaxbaum,
644
       synthese-algorithmus,
645
       tabelle,
646
       typographie,
647
       uml.
       vollstaendige-induktion,
648
       wasserfall,
649
650
       wpkalkuel,
651
       baum, % am Schluss sonst Fehler: undefined command \edge
652
653
654 }
```

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-

```
655 \clist_new: N \g_schluessel_clist
656 \clist_set:Nn \g_schluessel_clist {
657 titel,
658 thematik,
659 referenz,
660 stichwoerter,
661 zitat_schluessel,
662 zitat_beschreibung,
663 %
664 bearbeitungs_stand,
665 korrektheit,
666 %
667 relativer_pfad,
668 identische_aufgabe,
669 %
670 einzelpruefungs_nr,
671
    examen_fach,
    jahr,
672
673
    monat,
674
    jahreszeit,
    thema_nr,
    teilaufgabe_nr,
677
    aufgabe_nr,
678 }
  Initialisierung der globalen Token-List-Variablen \g_***_tl. auf steht für Aufgabe.
679 \clist_map_inline: Nn \g_schluessel_clist {
    \tl_new:c {g_auf_#1_tl}
681 }
  Funktion über alle globalen Token-List-Variablen zurückzusetzten.
682 \cs_new: Npn \_setze_variablen_zurueck: {
    \clist_map_inline: Nn \g_schluessel_clist {
       \tl_clear:c {g_auf_##1_tl}
685
686 }
  Die einzelnen Schlüssel sind im Interface AufgabenMetadaten in der Typescript-Datei
```

.scripts/nodejs/src/aufgaben.ts erklärt.

```
687 \keys_define:nn { aufgabenmetadaten }
688 {
689
    Titel
                         .tl_gset:N = \g_titel_tl,
    Thematik
                         .tl_gset:N = \g_thematik_tl,
690
    Referenz
                         .tl_gset:N = \g_referenz_tl,
691
                         .tl_gset:N = \g_stichwoerter_tl,
   Stichwoerter
692
693 ZitatSchluessel
                         .tl_gset:N = \g_zitat_beschreibung_tl,
```

```
ZitatBeschreibung
                                                                        .tl_gset:N = \g_zitat_schluessel_tl,
695
696
            BearbeitungsStand
                                                                         .tl_gset:N = \g_bearbeitungs_stand_tl,
                                                                         .tl_gset:N = \g_korrektheit_tl,
697
             Korrektheit
698
            Ueberprueft
                                                                         .tl_gset:N = \g_ueberprueft_tl,
699
                                                                         .tl_gset:N = \g_relativer_pfad_tl,
700 RelativerPfad
            IdentischeAufgabe
                                                                         .tl_gset:N = \g_identische_aufgabe_tl,
701
702 %
703 EinzelpruefungsNr
                                                                         .tl_gset:N = \g_einzelpruefungs_nr_tl,
704 ExamenFach
                                                                         .tl_gset:N = \g_examen_fach_tl,
           Jahr
                                                                         .tl_gset:N = \g_jahr_tl,
705
706 Monat.
                                                                         .tl_gset:N = \g_monat_tl,
707
            Jahreszeit
                                                                         .tl_gset:N = \g_jahreszeit_tl,
            ThemaNr
                                                                         .tl_gset:N = \g_thema_nr_tl,
708
709
             TeilaufgabeNr
                                                                         .tl_gset:N = \g_teilaufgabe_nr_tl,
                                                                         .tl_gset:N = \g_aufgabe_nr_tl,
710
           AufgabeNr
711 }
712\cs_gset:Npn \_setze_relativen_pfad: {
713
             \tl_if_empty:NTF \g_relativer_pfad_tl
714
             {
715
                    \bool_if:nTF
716
                    {
                         ! \t = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2}
717
                          ! \t = \t \ \g_jahr_tl &&
718
719
                          ! \tl_if_empty_p:N \g_monat_tl
720
721
722
                         \tl_gset:Nn \g_relativer_pfad_tl {
723
                               Staatsexamen /
724
                               \g_einzelpruefungs_nr_tl /
725
                               \g_jahr_tl /
                               \g_monat_tl /
726
                               \tl_if_empty:NTF \g_thema_nr_tl {} { Thema - \g_thema_nr_tl / }
727
                               \tl_if_empty:NTF \g_teilaufgabe_nr_tl {} { Teilaufgabe - \g_teilaufgabe_nr_tl / }
728
729
                                \tl_if_empty:NTF \g_aufgabe_nr_tl {} { Aufgabe - \g_aufgabe_nr_tl .tex }
730
                   }
731
732
                    {}
             }
733
734
             {}
735 }
736 \cs_set:Nn \_trenner: {
737
             \, / \,
738 }
739\cs_gset:Npn \_gib_jahreszeit_durch_monat: #1 {
740 % \str_case funktioniert nicht mit den Tokenlist variablen.
741
            \tl_case:Nn { #1 }
742
                   { 3 } { Frühjahr }
                   { 03 } { Frühjahr }
744
                    { 9 } { Herbst }
745
746
                    { 09 } { Herbst }
747 }
748 }
       Definiert auch in .scripts/nodejs/src/examen.ts funktioniert nicht
749 \cs_gset:Npn \_gib_examen_fach_durch_nummer: #1 {
750 \tl_case:Nn { #1 }
751
752
                    { 46110 } { Grundlagen der Informatik (nicht vertieft) }
                    { 46111 } { Programmentwicklung / Systemprogrammierung / Datenbanksysteme (nicht vertieft
753
754
                    { 46112 } { Grundlagen der Informatik (nicht vertieft) }
```

```
755
       { 46113 } { Theoretische Informatik (nicht vertieft) }
756
       { 46114 } { Algorithmen / Datenstrukturen / Programmiermethoden (nicht vertieft) }
       { 46115 } { Theoretische Informatik / Algorithmen / Datenstrukturen (nicht vertieft) }
757
       { 46116 } { Softwaretechnologie / Datenbanksysteme (nicht vertieft) }
758
       { 46118 } { Fachdidaktik (Mittelschulen) }
759
       { 46119 } { Fachdidaktik (Realschulen) }
760
       { 46121 } { Fachdidaktik (berufliche Schulen) }
761
       { 66110 } { Automatentheorie, Algorithmische Sprache (vertieft) }
762
       { 66111 } { Betriebssysteme / Datenbanksysteme / Rechnerarchitektur (vertieft) }
763
       { 66112 } { Automatentheorie / Komplexität / Algorithmen (vertieft) }
764
       { 66113 } { Rechnerarchitektur / Datenbanken / Betriebssysteme (vertieft) }
       { 66114 } { Datenbank- und Betriebssysteme (vertieft) }
766
767
       { 66115 } { Theoretische Informatik / Algorithmen (vertieft) }
       { 66116 } { Datenbanksysteme / Softwaretechnologie (vertieft) }
768
       { 66118 } { Fachdidaktik (Gymnasium) }
769
770
771 }
   "Einzelprüfungsnummer / Jahr / Jahreszeit" mit Trennzeichen
772\cs_gset:Npn \_gib_einzelpruefung_trenner: {
     \g_einzelpruefungs_nr_tl
773
774
775
     \ trenner:
776
     \g_jahr_tl
777
778
779
     \_trenner:
780
781
     \_gib_jahreszeit_durch_monat: \g_monat_tl
782 }
   Thema 1 / Teilaufgabe 2 / Aufgabe 3
783 \cs_gset:Npn \_gib_aufgaben_pfad_trenner: {
     \tl_if_empty:NTF \g_thema_nr_tl {} {
785
       Thema ~ \g_thema_nr_tl \_trenner:
786
     \tl_if_empty:NTF \g_teilaufgabe_nr_tl {} {
787
       Teilaufgabe ~ \g_teilaufgabe_nr_tl \_trenner:
788
789
     \tl_if_empty:NTF \g_aufgabe_nr_tl {} {
790
       Aufgabe ~ \g_aufgabe_nr_tl
791
792
     }
793 }
   Gib den langen Titelpfad einer Aufgabe. Ist die Aufgabe keine Examensaufgabe, wird
auch eine Titel zurückgegeben. Für die Kopfzeile gedacht.
794\cs_new:Npn \gib_aufgaben_pfad_lang_sicher: {
795
     \tl_if_empty:NTF \g_einzelpruefungs_nr_tl
796
     {
797
        \g_titel_tl
798
     }
799
800
        \_gib_einzelpruefung_trenner:
801
        \_trenner:
        \_gib_aufgaben_pfad_trenner:
802
803
804 }
805 \cs_gset:Npn \_gib_examen_titel:
806 {
807
     \cs_set:Nn \_trenner: { \, / \, }
808
     \bool_if:nTF
809
       ! \tl_if_empty_p:N \g_einzelpruefungs_nr_tl &&
810
       ! \tl_if_empty_p:N \g_jahr_tl &&
```

```
812
       ! \tl_if_empty_p:N \g_monat_tl &&
813
       ! \tl_if_empty_p:N \g_aufgabe_nr_tl
814
    }
    {
815
816
         \footnotesize
817
         \par
818
         \noindent
819
         Staatsexamen ~
820
         \g_einzelpruefungs_nr_tl \_trenner:
821
822
         \g_jahr_tl \_trenner:
823
         \tl_case:Nn \g_monat_tl
824
825
           { 03 } { Frühjahr }
826
           { 09 } { Herbst }
827
         } \_trenner:
828
829
         \tl_if_empty:NTF \g_thema_nr_tl {} {
830
           Thema ~ Nr. ~ \g_thema_nr_tl \_trenner:
831
832
833
         \tl_if_empty:NTF \g_teilaufgabe_nr_tl {} {
834
           Teilaufgabe ~ Nr. ~ \g_teilaufgabe_nr_tl \_trenner:
835
         \tl_if_empty:NTF \g_aufgabe_nr_tl {} {
836
           Aufgabe ~ Nr. ~ \g_aufgabe_nr_tl
837
         }
838
839
         \par
840
         \bigskip
841
842
    }
843 }
844\cs_new:Npn \_gib_github_url: {
     \LehramtInformatikGithubDomain /
845
     \LehramtInformatikGithubTexRepo /
846
847
     \LehramtInformatikGitBranch /
848
     \g_relativer_pfad_tl
849
850}
851\cs_new:Npn \_gib_github_url_href: {
    \tl_if_empty:NTF \g_relativer_pfad_tl {} {
       \url{ \_gib_github_url: }
853
854
855 }
856 \cs_new:Npn \_gib_aufgaben_titel: {
     \g_titel_tl
858
    \tl_if_empty:NTF \g_thematik_tl
859
860
    {}
    {
861
        ~ [
862
      ١.
863
       \g_{thematik_tl}
864
865
    }
866 }
867 \cs_new:Npn \titel_seite:nn #1 #2
868 {
     \pagestyle{empty}
869
870
871
     \strut
     \vspace{1cm}
872
873
```

```
874
     \begin{center}
875
       \bfseries
876
       \Large
       #1
877
878
       \par
879
     \end{center}
880
     \vfill
881
882
     \begin{center}
883
884
       \large
       #2
885
886
       \par
     \end{center}
887
888
     \vfill
889
890
     \begin{center}
891
       \bGrafikLogo[width=8cm]
892
893
894
       \vspace{4cm}
895
896
897
         \bfseries
898
         \Large
899
900
         \bMetaBschlangaulSammlung
901
902
       \par
903
904
       \medskip
905
906
         \large
907
         \bMetaHermineFriends
908
909
910
       \par
911
     \end{center}
912
913
     \vspace{2cm}
914
915
     \strut
916
917
     \clearpage
918 }
919 \cs_new: Npn \keine_einrueckung: {
920
     \par
     \@afterindentfalse
921
922
     \@afterheading
923 }
924\msg_new:nnn { aufgabenmetadaten } { kein-titel }
    { Der~Schlüssel~ist~zwingend~notwendig }
  \def\LehramtInformatikRepository{/pfad/zum/repository}
926\input /etc/lehramt-informatik.config.tex
  biblatex not working with lualatex and babel
927 % \RequirePackage{polyglossia}
928% \setmainlanguage{german}
929
```

baum.sty

```
930 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
931 \ProvidesPackage{bschlangaul-baum}[2020/06/13 Zum Setzen von
932 Binär- und AVL-Bäumen. Hüll-Paket um TikZ and tikz-qtree.]
933 \RequirePackage{tikz}
für b binaer baum
934 \RequirePackage{tikz-qtree}
Für b baum
935 \usetikzlibrary{shapes.multipart}
```

Binärbaum

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

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



```
936 \text{tikzset}
937 b binaer baum/.style={
       shorten <=2pt,
938
       shorten >=2pt,
939
940
       ->,
941
       every tree node/.style={
942
         minimum width=2em,
943
         draw,
944
         rectangle
945
       },
       blank/.style={
946
         draw=none
947
948
       },
       edge from parent/.style={
949
950
951
         edge from parent path={(\tikzparentnode) -- (\tikzchildnode)}
      },
952
953
       level distance=1cm,
954
       every label/.style={
955
         gray,
         font=\footnotesize,
956
957
         label position=0,
         label distance=0cm,
958
959
    },
960
961 }
```

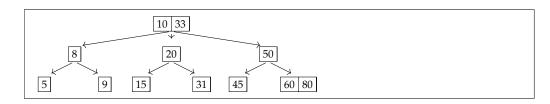
AVL-Baum

```
\begin{tikzpicture}[b 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,
 b 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}
```



```
962 \text{tikzset}
963 b bbaum knoten/.style={
       rectangle split parts=10,
964
       rectangle split,
965
966
       rectangle split horizontal,
967
       rectangle split ignore empty parts,
968
       draw,
969
       fill=white
970
    },
971
    b bbaum/.style={
       every node/.style={
972
         b bbaum knoten
973
974
       },
       level 1/.style={
975
976
         level distance=12mm,
         sibling distance=25mm,
977
978
       },
979
       every child/.style={
980
         shorten <= 2pt,
981
         shorten >= 6pt,
982
         ->,
       },
983
       level 2/.style={
984
         level distance=9mm,
985
         sibling distance=15mm,
986
987
       },
988
    }
989 }
```

 $\verb|bBaum| bBaum| \{beschriftung\} \setminus Baum\}: Zum \ Einbetten \ eines \ Baums.$

checkbox.sty

1003 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1004 \ProvidesPackage{bschlangaul-checkbox}[2020/12/14 Zum Setzen von
1005 Multiple-Choice-Fragen. Simulation von Kästchen zum ankreuzen]
1006 \RequirePackage{amssymb}

1009

chomsky-normalform.sty

```
1010 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1011 \ProvidesPackage{bschlangaul-chomsky-normalform}[2021/03/26
1012 Hilfsmakros zum Setzen des Algorithmus zum Erreichen der Chomsky-Normalform]
1013 \ExplSyntaxOn
1014 \bLadePakete{typographie}
```

Faulenzer

\let\erklaerung=\bChomskyErklaerung
\let\schritt=\bChomskyUeberschrift
\let\schrittE=\bChomskyUeberErklaerung

TeX-Markup-Grundgerüst

```
\let\schrittE=\bChomskyUeberErklaerung
\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}
\bNichtsZuTun
\item \schrittE{2}
\begin{bProduktionsRegeln}
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{bProduktionsRegeln}
\item \schrittE{3}
\begin{bProduktionsRegeln}
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{bProduktionsRegeln}
\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{bProduktionsRegeln}
                        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 -> D S_E | a, % T -> T2 S.2 | a
                        U -> D S_E | a | U C_T, \% U -> T2 S.2 | a | U S.3
                        B -> b, % T1 -> b
                        C -> c, % T4 -> c
                        D -> d, % T2 -> d
                        E -> e, % T3 -> e
                        S_E -> S E, % S.2 -> S T3
                        C_T -> C T, % S.3 -> T4 T
                        B_U -> B U, % S.1 -> T1 U
                        \end{bProduktionsRegeln}
                         \end{enumerate}
                       Makro-Faulenzer: \let\schritt=\liChomskyUeberschrift
\bChomskyUeberschrift
                       1015 \def\bChomskyUeberschrift#1{
                       1016 {
                               \bfseries
                       1017
                               \rmfamily
                       1018
                               \str_case:nn {#1} {
                       1019
                                 {1} {Elimination~der~$\varepsilon$-Regeln}
                       1020
                                 {2} {Elimination~von~Kettenregeln}
                       1021
                       1022
                                 {3} {Separation~von~Terminalzeichen}
                       1023
                                 {4} {Elimination~von~mehrelementigen~Nonterminalketten}
                       1024
                             }
                       1025
                       1026 }
                       Makro-Faulenzer: \let\erklaerung=\liChomskyErklaerung
 \bChomskyErklaerung
                           Hoffmann Seite 180
                       1027 \def\li@chomsky@erklaerung@texte#1{
                             \str_case:nn {#1} {
                       1028
                       1029
                               %
                       1030
                               {1} {
                       1031
                                 Alle~Regeln~der~Form~$A~\rightarrow~\varepsilon$~werden~eliminiert.~
                                 Die~Ersetzung~von~$A$~wird~durch~$\varepsilon$~in~allen~anderen~
                       1032
                                 Regeln~vorweggenommen.
                       1033
                       1034
                               }
                       1035
                               {2} {
                       1036
                                 Jede~Produktion~der~Form~$A~\rightarrow~B$~mit~$A,~B~\in~S$~wird~
                       1037
                                 als~Kettenregel~bezeichnet.~Diese~tragen~nicht~zur~Produktion~
                                 von~Terminalzeichen~bei~und~lassen~sich~ebenfalls~eliminieren.
                       1038
                       1039
                               }
                               {3} {
                       1040
                                 Jedes~Terminalzeichen~$\sigma$,~das~in~Kombination~mit~anderen~
                       1041
                                 Symbolen~auftaucht,~wird~durch~ein~neues~Nonterminal~
                       1042
                                 $$\sb{\sigma}$~ersetzt~und~die~Menge~der~Produktionen~durch~die~
                       1043
                                 Regel~$S\sb{\sigma}~\rightarrow~\sigma$~ergänzt.
                       1044
                       1045
                               {4} {
                       1046
                                 Alle~Produktionen~der~Form~
                       1047
                                 A\rightarrow B\
                       1048
                                 werden~in~die~Produktionen~
                       1049
                                 $A~\rightarrow~
                       1050
                       1051
                                 A\sb{n-1}~B\sb{n},~A\sb{n-1}~\rightarrow~
                       1052
                                 A\sb{n-2}~B\sb{n-1},~\dots,~
                                 A\sb{2}~\rightarrow~B\sb{1}~B\sb{2}$~zerteilt.~
                       1053
                                 Nach~der~Ersetzung~sind~alle~längeren~Nonterminalketten~
                       1054
                       1055
                                 vollständig~heruntergebrochen~und~die~Chomsky-Normalform~erreicht.
                               }
                       1056
```

```
1057 }
                            1058 }
                            1059 \def\bChomskyErklaerung#1{
                            1060 {
                                    \itshape
                            1061
                            1062
                                    \footnotesize
                            1063
                                    \bParagraphMitLinien{\li@chomsky@erklaerung@texte{#1}}
                            1064 }
                            1065 }
                            Makro-Faulenzer: \let\schrittE=\liChomskyUeberErklaerung
\verb|\bChomskyUeberErklaerung| \\
                            1066 \verb|\def| bChomskyUeberErklaerung#1{|}
                                 \bChomskyUeberschrift{#1}\par
                                 \bChomskyErklaerung{#1}
                            1068
                            1069 }
                            1070 \ExplSyntaxOff
                            1071
```

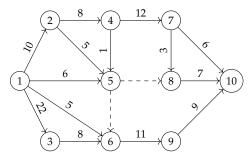
cpm.sty

```
1072 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1073 \ProvidesPackage{bschlangaul-cpm}[2020/09/03]
1074 \RequirePackage{tikz}
1075 \bLadePakete{mathe,typographie}
```

Faulenzer

\let\f=\footnotesize
\let\FZ=\bCpmFruehI
\let\SZ=\bCpmSpaetI
\let\v=\bCpmVon
\let\vz=\bCpmVonZu
\let\z=\bCpmZu

TeX-Markup-Beispiel: Graph



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

\bCpmVorgang{1}{2}{10}
\bCpmVorgang{1}{3}{22}
\bCpmVorgang[schein]{5}{6}

\bCpmVorgang[schein]{5}{8}{}
\end{tikzpicture}
```

TeX-Markup-Beispiel: Ergebnistabelle

TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle "Frühester Zeitpunkt"

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

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

TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle "Spätester Zeitpunkt"

```
\bCpmSpaetErklaerung
              % Absteigend nach i sortieren
              \begin{tabular}{|1|1|r|}
              \hline
              $i$ & Nebenrechnung
                                         & \SZ \\\hline
                  & siehe \FZ[8]
                                         & 30 \\
              7
                                         & 24 \\
                  Хr.
              6
                  &
                                         & 26 \\
              5
                  &r
                                         & 19 \\
              4
                  Хr.
                                         & 9
                                              11
              3
                  & $\min(18_6, 23_7)$
                                         & 18
                                              11
                                         & 5
                                              11
                  & $\min(0_2, 0_3, 2_4)$ & 0
                                             \\\hline
               \end{tabular}
1076 \ExplSyntaxOn
              1077 \NewDocumentCommand { \bCpmEreignis } { O{} m m m } {
              1078
                  \tl_set:Nn \l_name_tl {}
              1079
              1080
                   \keys_define:nn { cpmEreignis } {
              1081
                    name .code:n = {\tl_set:Nn \l_name_tl {##1}},
              1082
              1083
                   \keys_set:nn { cpmEreignis } { #1 }
              1084
              1085
                   \tl_if_empty:NT \l_name_tl {
              1086
                    \tl_set:Nn \l_name_tl {#2}
              1087
                  }
              1088
              1089
                   \node[circle,draw] (\l_name_tl) at (#3,#4) {#2};
              1090
              1091 }
              1092 \ExplSyntaxOff
1093 \ExplSyntaxOn
              1094 \NewDocumentCommand { \bCpmVorgang } { O{} m m m } {
                   \tl_set:Nn \l_schein_tl {}
              1095
                  \tl_set:Nn \l_kritisch_tl {}
              1096
              1097
              1098
                  \keys_define:nn { cpmVorgang } {
                    schein .code:n = {\tl_set:Nn \l_schein_tl {dashed}},
              1099
              1100
                    kritisch .code:n = {\tl_set:Nn \l_kritisch_tl {very~thick}},
              1101
              1102
                   \keys_set:nn { cpmVorgang } { #1 }
              1103
              1104
              1105
                  \path[->,\l_schein_tl,\l_kritisch_tl] (#2) edge node[auto,sloped] {#4} (#3);
              1106 }
              1107 \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}
                                               Makro-Faulenzer: \let\vz=\liCpmVonZu
    \bCpmVonZu
                                                            \bCpmVonZu{1}(2-3): 1_{(2\to 3)}
                                                1108 \end{array} $$1108 \end{a
                                                1109 \def\bCpmVonZu#1(#2-#3){%
                                                                  \ifmmode%
                                                1110
                                                                            \bCpmVonZuOhneMathe{#1}(#2-#3)%
                                                1111
                                                1112
                                                1113
                                                                           $\bCpmVonZuOhneMathe{#1}(#2-#3)$%
                                                                 \fi%
                                                1114
                                                1115 }
                                               Makro-Faulenzer: \let\v=\liCpmVon
                                                            \bCpmVon{1}(2): 1_{(\rightarrow 2)}
                                                1116 \def \bCpmVonOhneMathe#1(#2){#1_{\scriptscriptstyle(\rightarrow#2)}}
                                                1117 \def\bCpmVon#1(#2) {%
                                                1118
                                                                 \ifmmode%
                                                1119
                                                                           \bCpmVonOhneMathe{#1}(#2)%
                                                1120
                                                1121
                                                                           $\bCpmVonOhneMathe{#1}(#2)$%
                                                                   \fi%
                                                1122
                                                1123 }
               \bCpmZu Makro-Faulenzer: \let\z=\liCpmZu
                                                            \bCpmZu{1}(2): 1_{(\leftarrow 2)}
                                                1124 \end{area} 1124 \end{ar
                                                1125 \def\bCpmZu#1(#2) {%
                                                1126
                                                                  \ifmmode%
                                                                           \bCpmZuOhneMathe{#1}(#2)%
                                                1127
                                                                   \else%
                                                1128
                                                                           $\bCpmZuOhneMathe{#1}(#2)$%
                                                1129
                                                1130 \fi%
                                                1131 }
                                                1132 \ExplSyntaxOn
                                               Spätester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann
\bCpmSpaetI
                                                Makro-Faulenzer: \let\SZ=\liCpmSpaetI
                                                1133 \NewDocumentCommand{ \bCpmSpaetI } { O{i} } {
                                                                  \ifmmode
                                                1134
                                                1135
                                                                           SZ\sb{#1}
                                                                   \else
                                                1136
                                                                           $SZ\sb{#1}$
                                                1137
                                                1138
                                                                 \fi
                                                1139 }
                                               Frühester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann.
\bCpmFruehI
                                                Makro-Faulenzer: \let\FZ=\liCpmFruehI
                                                1140 \NewDocumentCommand{ \bCpmFruehI } { O{i} } {
                                                                  \ifmmode
                                                1141
                                                1142
                                                                           FZ\sb{#1}
                                                1143
                                                                    \else
                                                1144
                                                                           $FZ\sb{#1}$
```

```
1145 \fi
1146}
```

\bCpmFruehErklaerung

— 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.

```
1147 \def\bCpmFruehErklaerung{
     \bParagraphMitLinien{
1148
        Wir-führen-eine-Vorwärtsterminierung-durch-
1149
       und~addieren~die~Dauern.~
1150
1151
1152
       Kann~ein~Ereignis~über~mehrere~Vorgänge~erreicht~
1153
       werden,~wählen~wir~das~Maximum~aus.~
1154
        \textbf{Erläuterungen:}~
1155
1156
        $i$:~
1157
1158
       Ereignis~$i$;~\,
1159
       \bCpmFruehI{}:~
1160
       Frühester~Zeitpunkt,~zu~dem~Ereignis~$i$~eintreten~kann
1161
1162
     }
1163
1164 }
```

\bCpmSpaetErklaerung

— 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.

```
1165 \def\bCpmSpaetErklaerung{
1166
     \bParagraphMitLinien{
1167
       Wir-führen-eine-Rückwärtsterminierung-durch-
1168
       und~subtrahieren~die~Dauern~vom~letzten~Ereignis~aus.~
1169
       Kann~ein~Ereignis~über~mehrere~Vorgänge~erreicht~
1170
       werden,~wählen~wir~das~Minimum~aus.~
1171
1172
        \textbf{Erläuterungen:}~
1173
1174
       $i$:~
1175
1176
       Ereignis~$i$;~\,
1177
1178
       \bCpmSpaetI{}:~
1179
       Spätester~Zeitpunkt,~zu~dem~Ereignis~$i$~eintreten~kann
1180
1181
     }
1182 }
1183 \ExplSyntaxOff
1184
```

cyk-algorithmus.sty

```
1185 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
1186 \ProvidesPackage{bschlangaul-cyk-algorithmus}[2021/06/18 Hilfsmakros
1187 zum Setzen des CYK-Algorithmus]
```

Faulenzer

\let\l=\bKurzeTabellenLinie

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}
                       \bWortInSprache{acbcab}
\bKurzeTabellenLinie Makro-Faulenzer: \let\l=\liKurzeTabellenLinie
                      1188 \def\bKurzeTabellenLinie#1{\\cline{1-#1}}
     \bWortInSprache \bWortInSprache{abc}: \Rightarrow abc \in L(G)
                      \begin{cases} \textbf{L}(Z) : \Rightarrow abc \in L(Z) \end{cases}
                      1189 \NewDocumentCommand{ \bWortInSprache } { m O{L(G)} } { }
                      1190 \bigskip
                           \noindent
                      1191
                      \bWortNichtInSprache{abc}: \Rightarrow abc \notin L(G)
\bWortNichtInSprache
                      \bWortNichtInSprache{abc}[L(Z)]: \Rightarrow abc \notin L(Z)
                      1194 \NewDocumentCommand{ \bWortNichtInSprache } { m O(L(G)) } {
                      1195 \bigskip
                           \noindent
                      1196
                           $\Rightarrow #1 \notin #2$
                      1197
                      1198 }
                      1199
```

entwurfsmuster.sty

```
1200 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1201 \ProvidesPackage{bschlangaul-entwurfsmuster}[2021/05/06
1202 Hilfsmakros zum Setzen von Entwurfsmustern / Design Patterns]
```

Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:

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

Reihenfolge

- (a) Beschreibung Kurze Beschreibung des Entwurfsmusters, z. B\bEntwurfsEinzelstueckBeschreib
- (b) Uml: Uml-Klassendiagramm, z. B \bEntwurfsEinzelstueckUml
- (c) Akteure: Akteure, beteiligte Klassen, z. B \bEntwurfsEinzelstueckAkteure
- (d) Code: Allgemeines Code-Beispiel, z. B \bEntwurfsEinzelstueckCode
- (e) ohne: Ohne Suffix, Bündelung der einzelnen Makros eines Entwurfsmusters \bEntwurfsEinzelstueckAkteure

1203 \RequirePackage{bschlangaul-uml}

\li@EntwurfsCodeAllgemein

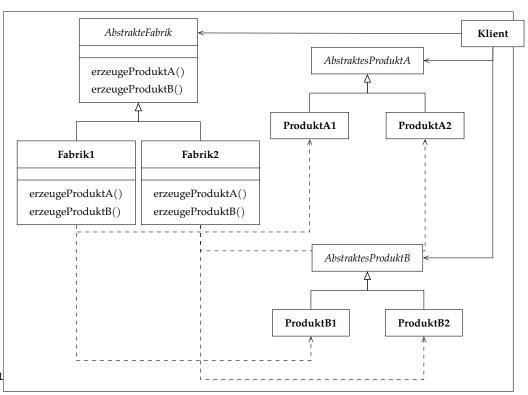
Allgemeine Code-Beispiele zu den UML-Diagrammen und Stellvertretern

```
1204 \RequirePackage{bschlangaul-syntax}
1205 \def\li@EntwurfsCode#1#2{
1206 \bJavaDatei{entwurfsmuster/#1/allgemein/#2}
1207}
```

Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)

sAbstrakteFabrikBeschreibung

```
1208 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung{
1209 Es wird eine Schnittstelle bereitgestellt, um \emph{Familien
1210 verbundener oder abhängiger Objekte} zu erstellen, ohne die konkreten
1211 Klassen zu spezifizieren.\footcite[Seite 25]{eilebrecht}
1212}
```

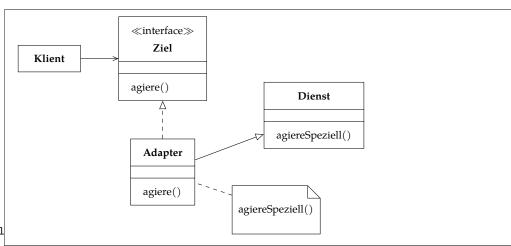


\bEntwurfsAbstrakteFabrikUml

```
1213 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrikUml{
1214
     \begin{tikzpicture}
       \umlclass[type=abstract]{AbstrakteFabrik}{}{
1215
1216
         erzeugeProduktA()\\
1217
          erzeugeProduktB()\\
1218
1219
       \umlclass[below left=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik1}{}{
1220
         erzeugeProduktA()\\
         erzeugeProduktB()\\
1221
1222
1223
       \umlclass[below right=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik2}{}{
1224
         erzeugeProduktA()\\
         erzeugeProduktB()\\
1225
1226
1227
        \umlVHVinherit{Fabrik1}{AbstrakteFabrik}
1228
       \umlVHVinherit{Fabrik2}{AbstrakteFabrik}
1229
       \umlsimpleclass[right=3cm of AbstrakteFabrik,type=abstract]{AbstraktesProduktA}
1230
       \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA1}
1231
       \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA2}
1232
       \umlVHVinherit{ProduktA1}{AbstraktesProduktA}
1233
1234
       \umlVHVinherit{ProduktA2}{AbstraktesProduktA}
1235
1236
       \umlsimpleclass[above right=0cm and 1cm of AbstraktesProduktA]{Klient}
1237
1238
       \umlsimpleclass[below=4.5cm of AbstraktesProduktA,type=abstract]{AbstraktesProduktB}
1239
       \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB1}
       \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB2}
1240
       \umlVHVinherit{ProduktB1}{AbstraktesProduktB}
1241
       \umlVHVinherit{ProduktB2}{AbstraktesProduktB}
1242
1243
       \umlVHVdep[arm1=-1.3cm,arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktA1}
1244
1245
       \umlVHVdep[arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktB1}
1246
       \umlVHVdep[arm1=-1.8cm,arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktA2}
1247
       \umlVHVdep[arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktB2}
1248
1249
```

```
1250
                                       \umluniassoc[anchor2=25]{Klient}{AbstrakteFabrik}
                               1251
                                       \umlVHuniassoc[arm1=-1cm]{Klient}{AbstraktesProduktA}
                               1252
                                       \umlVHuniassoc{Klient}{AbstraktesProduktB}
                               1253
                                     \end{tikzpicture}
                               1254 }
bEntwurfsAbstrakteFabrikCode
                               1255 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrikCode{
                                     \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Produkte}
                               1256
                                     \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{AbstrakteFabrik}
                               1257
                                     \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Klient}
                               1258
                               1259 }
   \bEntwurfsAbstrakteFabrik
                               1260 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrik{
                               1261
                                     \bEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung
                               1262
                               1263
                                     \bEntwurfsAbstrakteFabrikUml
                               1264
                               1265
                                     \bEntwurfsAbstrakteFabrikCode
                               1266 }
```

Adapter



\bEntwurfsAdapterUml

```
1267 \def\bEntwurfsAdapterUml{
1268
     \begin{tikzpicture}
1269
        \umlsimpleclass[x=1,y=3]{Klient}{}{}
1270
        \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Ziel}{}{agiere()}
1271
        \umlclass[x=4,y=0]{Adapter}{}{agiere()}
1272
        \umlclass[x=8,y=1.5]{Dienst}{}{agiereSpeziell()}
1273
1274
        \umlreal{Adapter}{Ziel}
        \umluniassoc{Klient}{Ziel}
1275
        \umlinherit{Adapter}{Dienst}
1276
1277
        \umlnote[x=7,y=-1,width=2cm]{Adapter}{agiereSpeziell()}
1278
     \end{tikzpicture}
1279
1280
     \footcite[so \and ahnlich wie GoF]{\text{wiki:adapter}}
1281 }
```

\bEntwurfsAdapterAkteure

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

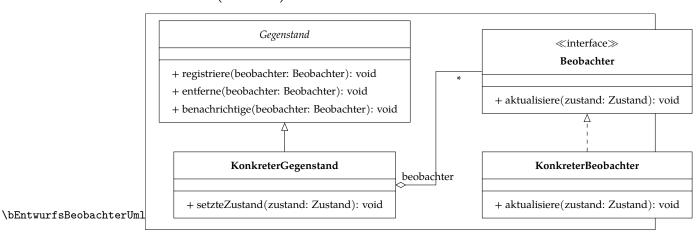
fest definierter Schnittstelle an.

1282 \def\bEntwurfsAdapterAkteure{

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

```
\begin{description}
                        1283
                        1284
                        1285
                                \item[Ziel (Target)]
                        1286
                                Das Ziel definiert die Schnittstelle, die der Klient nutzen kann.
                        1287
                        1288
                                \item[Klient (Client)]
                        1289
                        1290
                                Der Klient nutzt Dienste über inkompatible Schnittstellen und greift
                        1291
                        1292
                                dabei auf adaptierte Schnittstellen zurück.
                        1293
                                \item[Dienst (Adaptee)]
                        1294
                        1295
                        1296
                                Der Dienst bietet wiederzuverwendende Dienstleistungen mit fest
                        1297
                                definierter Schnittstelle an.
                        1298
                                \item[Adapter]
                        1299
                        1300
                                Der Adapter adaptiert die Schnittstelle des Dienstes auf die
                        1301
                                Schnittstelle zum Klienten.\footcite{wiki:adapter}
                        1302
                        1303
                        1304
                              \end{description}
                        1305 }
\bEntwurfsAdapterCode
                        1306 \def\bEntwurfsAdapterCode{
                              \li@EntwurfsCode{adapter}{Dienst}
                        1307
                              \li@EntwurfsCode{adapter}{Ziel}
                        1308
                              \li@EntwurfsCode{adapter}{Adapter}
                        1309
                        1310
                              \li@EntwurfsCode{adapter}{Klient}
                        1311 }
    \bEntwurfsAdapter
                        1312 \verb|\def|\bEntwurfsAdapter||
                              \bEntwurfsAdapterUml
                        1313
                        1314
                              \bEntwurfsAdapterAkteure
                        1315
                              \bEntwurfsAdapterCode
                        1316 }
```

Beobachter (Observer)



1317 \def\bEntwurfsBeobachterUml{

```
\begin{tikzpicture}
1318
1319
       \umlclass[x=0,y=0,type=abstract]{Gegenstand}{}{
1320
         + registriere(beobachter: Beobachter): void\\
1321
         + entferne(beobachter: Beobachter): void/\
1322
         + benachrichtige(beobachter: Beobachter): void/\
1323
       \umlclass[x=0,y=-3]{KonkreterGegenstand}{}{
1324
         + setzteZustand(zustand: Zustand): void
1325
1326
       \umlinherit{KonkreterGegenstand}{Gegenstand}
1327
1328
       \umlclass[x=8,y=0,type=interface]{Beobachter}{}{
1329
1330
         + aktualisiere(zustand: Zustand): void
1331
       \umlclass[x=8,y=-3]{KonkreterBeobachter}{}{
1332
         + aktualisiere(zustand: Zustand): void
1333
1334
       \umlreal{KonkreterBeobachter}{Beobachter}
1335
1336
       \umlHVHaggreg[arg1=beobachter,pos1=0.8,mult2=*,pos2=2.5]
1337
       {KonkreterGegenstand}{Beobachter}
1338
     \end{tikzpicture}
1339
1340 }
```

\bEntwurfsBeobachterAkteure

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.

```
1341 \def\bEntwurfsBeobachterAkteure{
     \begin{description}
       \item[Gegenstand / Subjekt (Subject / Observable)]
1343
1344
1345
       Ein Subjekt (beobachtbares Objekt, auf Englisch publisher, also
       "Veröffentlicher", genannt) hat eine Liste von Beobachtern, ohne
1346
       deren konkrete Typen zu kennen. Es bietet eine Schnittstelle zur An-
1347
       und Abmeldung von Beobachtern und eine Schnittstelle zur
1348
       Benachrichtigung von Beobachtern über Änderungen an.\footcite[Seite
1349
       251] {gof}
1350
1351
       \item[Beobachter (Observer)]
1352
1353
1354
       Die Beobachter (auf Englisch auch subscriber, also "Abonnent",
1355
       genannt) definieren eine Aktualisierungsschnittstelle.
1356
       \item[konkreter/s Gegenstand / Subjekt (ConcreteSubject / ConcreteObservable)]
1357
1358
```

```
1359
       Ein konkretes Subjekt (konkretes, beobachtbares Objekt) speichert
1360
       den relevanten Zustand und benachrichtigt alle Beobachter bei
1361
       Zustandsänderungen über deren Aktualisierungsschnittstelle. Es
1362
       verfügt über eine Schnittstelle zur Erfragung des aktuellen
1363
       Zustands.
1364
       \item[Konkrete Beobachter (ConcreteObserver)]
1365
1366
       Konkrete Beobachter verwalten die Referenz auf ein konkretes
1367
       Subjekt, dessen Zustand sie beobachten und speichern und dessen
1368
       Zustand konsistent ist. Sie implementieren eine
1369
1370
       Aktualisierungsschnittstelle unter Verwendung der
1371
       Abfrageschnittstelle des konkreten Subjekts.
       \footcite{wiki:beobachter}
1372
     \end{description}
1373
1374 }
```

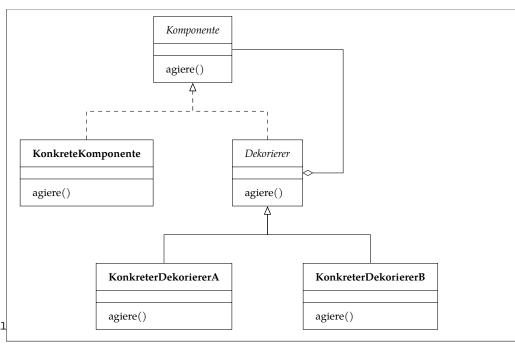
\bEntwurfsBeobachterCode

```
1375 \def\bEntwurfsBeobachterCode{
1376  \li@EntwurfsCode{beobachter}{Gegenstand}
1377  \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterGegenstand}
1378  \li@EntwurfsCode{beobachter}{Beobachter}
1379  \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterA}
1380  \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterB}
1381  \li@EntwurfsCode{beobachter}{Klient}
1382}
```

\bEntwurfsBeobachter

```
1383 \def\bEntwurfsBeobachter{
1384  \bEntwurfsBeobachterUml
1385  \bEntwurfsBeobachterAkteure
1386  \bEntwurfsBeobachterCode
1387}
```

Dekorierer (Decorator)



\bEntwurfsDekoriererUml

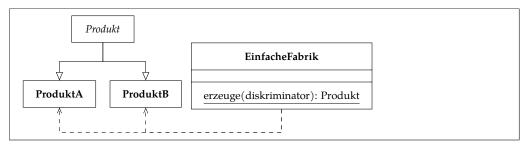
```
1388 \def\bEntwurfsDekoriererUml{
1389 \begin{tikzpicture}
1390 \umlclass[type=abstract]{Komponente}{}{agiere()}
1391 \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Komponente]{KonkreteKomponente}{}{agiere()}
```

```
1392
                                   \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Komponente, type=abstract]{Dekorierer}{}{agiere()}
                           1393
                           1394
                                   \umlVHVreal{KonkreteKomponente}{Komponente}
                                   \umlVHVreal{Dekorierer}{Komponente}
                           1395
                           1396
                                   \umlclass[below left=1.5cm and Ocm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererA}{}{agiere()}
                           1397
                                   \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererB}{}{agiere()}
                           1398
                           1399
                                   \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererA}{Dekorierer}
                           1400
                                   \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererB}{Dekorierer}
                           1401
                           1402
                           1403
                                   \umlHVHaggreg[arm1=2cm]{Dekorierer}{Komponente}
                                   \footcite{wiki:dekorierer}
                           1404
                           1405
                                 \end{tikzpicture}
                           1406 }
\bEntwurfsDekoriererCode
                           1407 \def\bEntwurfsDekoriererCode{
                           1408
                                \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Komponente}
                           1409
                                 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreteKomponente}
                           1410
                                \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Dekorierer}
                                 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererA}
                           1411
                                 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererB}
                           1412
                           1413
                                \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Klient}
                           1414 }
    \bEntwurfsDekorierer
                           1415 \def\bEntwurfsDekorierer{
                                 \bEntwurfsDekoriererUml
                                 \bEntwurfsDekoriererAkteure
                           1417
                                 \bEntwurfsDekoriererCode
                           1418
                           1419 }
```

Einfache Fabrik (Simple Factory)

\bEntwurfsEinfacheFabrikUml

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



```
1420 \def\bEntwurfsEinfacheFabrikUml{
1421
     \begin{tikzpicture}
1422
       \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
       \umlsimpleclass[below left=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktA}
1423
       \umlsimpleclass[below right=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktB}
1424
1425
       \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktA}
       \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktB}
1426
1427
       \umlclass[below right=0cm and 1.5cm of Produkt]{EinfacheFabrik}{
1428
1429
          \umlstatic{erzeuge(diskriminator): Produkt}\\
1430
       \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktA}
1431
       \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktB}
1432
1433
     \end{tikzpicture}
1434 }
```

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.

```
1435 \def\bEntwurfsEinfacheFabrikAkteure{
     \begin{description}
1436
        \item[EinfacheFabrik]
1437
1438
       Eine Klasse mit einer Erzeugunsmethode, die über eine größere
1439
       Bedingung verschiedene Objekt instanziert.
1440
1441
        \item[Produkt]
1442
1443
1444
       Eine abstrakte Klasse, die von den konkreten Produkten geerbt wird.
1445
1446
        \item[KonkretesProdukt]
1447
       Ein konkretes Produkt, das von der einfachen Fabrik erzeugt wird.
1448
1449
     \end{description}
1450 }
1451 \def\bEntwurfsEinfacheFabrik{
     \bEntwurfsEinfacheFabrikUml
     \verb|\bEntwurfsEinfacheFabrikAkteure| \\
1453
1454 }
Einzelstück (Singleton)
```

 ${\tt urfsEinzelstueckBeschreibung}$

\bEntwurfsEinfacheFabrik

```
1455 \def\bEntwurfsEinzelstueckBeschreibung{
1456   Stellt sicher, dass nur \emph{genau eine Instanz einer Klasse} erzeugt
1457   wird.\footcite[Seite 38]{eilebrecht}
1458 }
1459
```

\bEntwurfsEinzelstueckUml

Quelle nach der deutschen Wikipedia

```
Einzelstück

- instanz: Einzelstück

- Einzelstück()

+ gibInstanz(): Einzelstück
```

```
1460 \def\bEntwurfsEinzelstueckUml{
     \begin{tikzpicture}
1461
        \umlclass{Einzelstück}{
1462
        \umlstatic{- instanz: Einzelstück}\\
1463
       }{
1464
        - Einzelstück()\\
1465
        + gibInstanz(): Einzelstück
1466
1467
1468
     \end{tikzpicture}
```

bEntwurfsEinzelstueckAkteure Quelle: frei überstetzt aus GoF

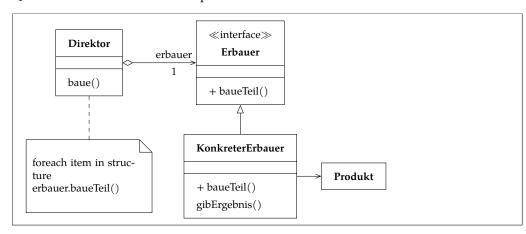
Einzelstück (Singleton) stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.

```
1470 \def\bEntwurfsEinzelstueckAkteure{
                                   \begin{description}
                                     \item[Einzelstück (Singleton)]
                             1472
                             1473
                             1474
                                     stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten
                             1475
                                     nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.
                             1476
                                   \end{description}
                             1477 }
\bEntwurfsEinzelstueckCode
                             1478 \def\bEntwurfsEinzelstueckCode{
                                   \li@EntwurfsCode{einzelstueck}{Einzelstueck}
                             1480 }
    \bEntwurfsEinzelstueck
                             1481 \def\bEntwurfsEinzelstueck{
                             1482
                                   \bEntwurfsEinzelstueckBeschreibung
                             1483
                                   \bEntwurfsEinzelstueckUml
                             1484
                             1485
                             1486
                                   \bEntwurfsEinzelstueckAkteure
                             1487
                                   \bEntwurfsEinzelstueckCode
                             1488
                             1489 }
```

Erbauer (Builder)

\bEntwurfsErbauerUml

Quelle nach der deutschen Wikipedia



```
1490 \def\bEntwurfsErbauerUml{
    \begin{tikzpicture}
1492
       \umlsimpleclass[x=7,y=0]{Produkt}{}{}
1493
       \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Erbauer}{}{+ baueTeil()}
1494
       \umlclass[x=4,y=0]{KonkreterErbauer}{}{
1495
        + baueTeil()\\
1496
        gibErgebnis()}
       \umlclass[x=0,y=3]{Direktor}{}{baue()}
1497
1498
       1499
1500
       \umluniassoc{KonkreterErbauer}{Produkt}
       \umlinherit{KonkreterErbauer}{Erbauer}
1501
1502
     \umlnote[x=0,y=0,width=3cm]{Direktor}{
1503
      foreach item in structure\\
1504
1505
       erbauer.baueTeil()
```

```
1506 }
1507 \end{tikzpicture}
1508 \footcite{wiki:erbauer}
1509}
```

\bEntwurfsErbauerAkteure

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.

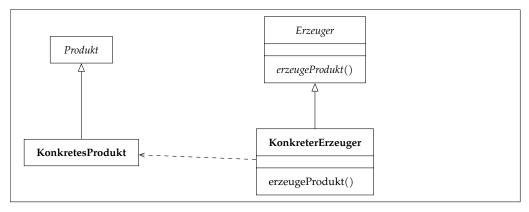
Produkt Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.

```
1510 \def\bEntwurfsErbauerAkteure{
     \begin{description}
1512
       \item[Erbauer]
1513
1514
       Der Erbauer spezifiziert eine abstrakte Schnittstelle zur Erzeugung der
       Teile eines komplexen Objektes.
1515
1516
1517
       \item[KonkreterErbauer]
1518
1519
       Der konkrete Erbauer erzeugt die Teile des komplexen Objekts durch
       Implementierung der Schnittstelle. Außerdem definiert und verwaltet er
1520
1521
       die von ihm erzeugte Repräsentation des Produkts. Er bietet auch eine
1522
       Schnittstelle zum Auslesen des Produkts.
1523
       \item[Direktor]
1524
1525
       Der Direktor konstruiert ein komplexes Objekt unter Verwendung der
1526
       Schnittstelle des Erbauers. Der Direktor arbeitet eng mit dem Erbauer
1527
       zusammen: Er weiß, welche Baureihenfolge der Erbauer verträgt oder
1528
       benötigt. Der Direktor entkoppelt somit den Konstruktionsablauf vom
1529
       Klienten.
1530
1531
1532
       \item[Produkt]
1533
       Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.
1534
       \footcite{wiki:erbauer}
1535
     \end{description}
1536
1537 }
1538 \def\bEntwurfsErbauer{
     \bEntwurfsErbauerUml
1539
     \bEntwurfsErbauerAkteure
1540
1541 }
```

Fabrikmethode (Factory Method)

\bEntwurfsFabrikmethodeUml Quelle nach der deutschen Wikipedia

\bEntwurfsErbauer



```
1542 \def\bEntwurfsFabrikmethodeUml{
     \begin{tikzpicture}
1543
       \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
1544
       \umlsimpleclass[below=2cm of Produkt]{KonkretesProdukt}
1545
1546
       \umlinherit{KonkretesProdukt}{Produkt}
1547
       \umlclass[type=abstract,right=4cm of Produkt]{Erzeuger}{}{
1548
         \textit{erzeugeProdukt()}\\
1549
1550
       \umlclass[below=1.2cm of Erzeuger]{KonkreterErzeuger}{}{
1551
       erzeugeProdukt()
1552
1553
       \umlinherit{KonkreterErzeuger}{Erzeuger}
1554
1555
1556
       \umldep{KonkreterErzeuger}{KonkretesProdukt}
1557
     \end{tikzpicture}
1558 }
```

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).

```
1559 \def\bEntwurfsFabrikmethodeAkteure{
     \begin{description}
1560
        \item[Produkt]
1561
1562
1563
       Das Produkt ist der Basistyp (Klasse oder Schnittstelle) für das
1564
       zu erzeugende Produkt.
1565
        \item[KonkretesProdukt]
1566
1567
       KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.
1568
1569
        \item[Erzeuger]
1570
1571
       Der Erzeuger deklariert die Fabrikmethode, um ein solches Produkt
1572
1573
        zu erzeugen und kann eine Default-Implementierung beinhalten.
1574
        \item[KonkreterErzeuger]
1575
1576
```

```
1577
       KonkreterErzeuger überschreibt die Fabrikmethode, um die ihm
1578
       entsprechenden konkreten Produkte zu erzeugen (z. B. indem er den
1579
       Konstruktor einer konkreten Produkt-Klasse aufruft).
1580
       \footcite{wiki:fabrikmethode}
1581
     \end{description}
1582
1583 }
1584 \def\bEntwurfsFabrikmethode{
     \bEntwurfsFabrikmethodeUml
     \bEntwurfsFabrikmethodeAkteure
1586
1587 }
```

Kompositum (Composite)

```
Komponente \\ +agiere() \\ +f"ugeKindHinzu() \\ +entferneKind() \\ +gibKind() \\ \hline \\ Hagiere() \\ +agiere() \\ +agiere() \\ +f"ugeKindHinzu() \\ +agiere() \\ +f"ugeKindHinzu() \\ +entferneKind() \\ +gibKind() \\ \hline \\ Hagiere() \\ +gibKind() \\ \hline \\ Hagiere() \\ +gibKind() \\ \end{bmatrix}
```

\bEntwurfsKompositumUml

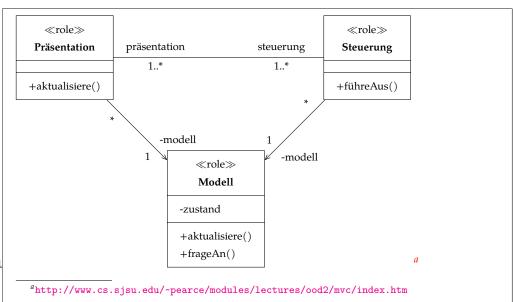
\bEntwurfsFabrikmethode

```
1588 \def\bEntwurfsKompositumUml{
     \begin{tikzpicture}
1589
        \umlclass[x=2.5,y=3,type=abstract]{Komponente}{}{
1590
          \textit{+agiere()}\\
1591
1592
          \textit{+fügeKindHinzu()}\\
1593
          \textit{+entferneKind()}\\
1594
          \textit{+gibKind()}
1595
        \umlclass[x=0]{Blatt}{}{+ agiere()}
1596
        \umlclass[x=5]{Kompositum}{}{
1597
          +agiere()\\
1598
          +fügeKindHinzu()\\
1599
          +entferneKind()\\
1600
          +gibKind()
1601
1602
1603
1604
        \umlVHVinherit{Kompositum}{Komponente}
        \umlVHVinherit{Blatt}{Komponente}
1605
        \umlHVHaggreg[anchor1=east,arm1=1.5cm,arg1=eltern,mult1=1,arg2=kind,mult2=0..*,pos2=2.9,p
1606
     \end{tikzpicture}
1607
1608}
```

\bEntwurfsFabrikmethode

```
1609 \def\bEntwurfsKompositum{
1610 \bEntwurfsKompositumUml
1611 \bEntwurfsKompositumAkteure
1612}
```

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



 ${\tt IodellPraesentationSteuerungUml}$

```
1613 \def\bEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml{
     \begin{tikzpicture}
1614
       \umlclass[x=-4cm,type=role]{Präsentation}{}{+aktualisiere()}
1615
       \umlclass[x=4cm,type=role]{Steuerung}{}{+führeAus()}
1616
1617
       \umlclass[y=-4cm,type=role]{Modell}{
1618
          -zustand
       }{
1619
1620
          +aktualisiere()\\
1621
         +frageAn()
1622
1623
       \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Präsentation}{Modell}
1624
       \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Steuerung}{Modell}
1625
       \umlassoc[arg1=präsentation,mult1=1..*,arg2=steuerung,mult2=1..*]{Präsentation}{Steuerung
1626
     \end{tikzpicture}
1627
     \bFussnoteUrl{http://www.cs.sjsu.edu/~pearce/modules/lectures/ood2/mvc/index.htm}
1628
1629 }
```

ModellPraesentationSteuerung

```
1630 \def\bEntwurfs{
1631 \bEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml
1632 \bEntwurfsModellPraesentationSteuerungAkteure
1633 }
```

Stellvertreter (Proxy)

\bEntwurfsStellvertreterUml

```
1634 \def\bEntwurfsStellvertreterUml{
     \begin{tikzpicture}
1635
       \umlsimpleclass[x=-1,y=2]{Klient}
1636
1637
1638
       \umlclass[x=2,y=2]{Subjekt}{}{+ agiere()}
       \umlclass[x=0,y=-1]{KonkretesSubjekt}{}{+ agiere()}
1639
       \umlclass[x=4,y=-1]{Stellvertreter}{}{+ agiere()}
1640
1641
       \umlVHVinherit{KonkretesSubjekt}{Subjekt}
1642
       \umlVHVinherit{Stellvertreter}{Subjekt}
1643
       \umluniassoc{Stellvertreter}{KonkretesSubjekt}
1644
       \umluniassoc{Klient}{Subjekt}
1645
     \end{tikzpicture}
1646
1647 }
```

\bEntwurfsStellvertreterCode

```
1648 \def\bEntwurfsStellvertreterCode{
1649 \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Subjekt}
1650 \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{KonkretesSubjekt}
1651 \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Stellvertreter}
1652 \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Klient}
1653}

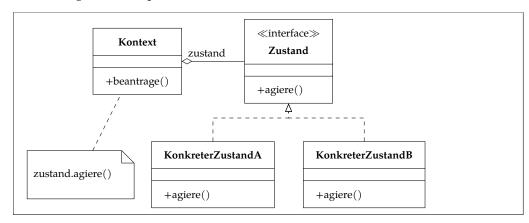
1654 \def\bEntwurfsStellvertreter{
1655 \bEntwurfsStellvertreterUml
1656 \bEntwurfsStellvertreterCode
1657}
```

Zustand (State)

\bEntwurfsZustandUml

\bEntwurfsStellvertreter

Quelle: Englische Wikipedia, so ähnlich wie in GoF



```
1658 \verb|\def|\bEntwurfsZustandUml| \{
     \begin{tikzpicture}
1659
        \umlclass[x=-1,y=3]{Kontext}{}{+beantrage()}
1660
        \umlclass[x=3,y=3,type=interface]{Zustand}{}{+agiere()}
1661
        \umlclass[x=1,y=0]{KonkreterZustandA}{}{+agiere()}
1662
        \umlclass[x=5,y=0]{KonkreterZustandB}{}{+agiere()}
1663
1664
        \umlVHVreal{KonkreterZustandA}{Zustand}
1665
        \umlVHVreal{KonkreterZustandB}{Zustand}
1666
1667
1668
        \umlaggreg[arg=zustand,pos=0.4]{Kontext}{Zustand}
1669
        \umlnote[x=-2.5,y=0,width=2.5cm]{Kontext}{zustand.agiere()}
1670
     \end{tikzpicture}
1671
1672 }
```

\bEntwurfsZustandAkteure

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.

```
1673 \def\bEntwurfsZustandAkteure{
1674 \begin{description}
1675 \item[Kontext (Context)]
1676
1677 definiert die clientseitige Schnittstelle und verwaltet die separaten
```

```
1678
                                 Zustandsklassen.
                         1679
                                 \item[State (Zustand)]
                         1680
                         1681
                                 definiert eine einheitliche Schnittstelle aller Zustandsobjekte und
                         1682
                         1683
                                 {\tt implementiert} \ \ {\tt gegebenenfalls} \ \ {\tt ein} \ \ {\tt Standardverhalten}.
                         1684
                         1685
                                 \item[KontreterZustand (ConcreteState)]
                         1686
                         1687
                                 implementiert das Verhalten, das mit dem Zustand des Kontextobjektes
                         1688
                                 verbunden ist.
                               \end{description}
                         1689
                         1690 }
\bEntwurfsZustandCode
                         1691 \def\bEntwurfsZustandCode{
                              \li@EntwurfsCode{zustand}{Kontext}
                              \li@EntwurfsCode{zustand}{Zustand}
                         1694 }
    \bEntwurfsZustand
                         1695 \def\bEntwurfsZustand{
                               \bEntwurfsZustandUml
                               \bEntwurfsZustandAkteure
                         1698 \bEntwurfsZustandCode
                         1699 }
                         1700
```

er.sty

```
1701 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1702 \ProvidesPackage{bschlangaul-er}[2020/06/13 Zum Setzen von
1703 ER-Diagrammen]
1704 \RequirePackage{tikz-er2}
1705 \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);
                    1706 \RequirePackage{soul}
                    1707 \RequirePackage{fontawesome}
                    Faulenzer
                    \let\a=\bErMpAttribute
                    \let\d=\bErDatenbankName
                    \let\e=\bErMpEntity
                    \let\r=\bErMpRelationship
                    1708 \ExplSyntaxOn
        \bErEntity
                    1709 \def\bErEntity#1{\textbf{#1}}
 \bErRelationship
                    1710 \def\bErRelationship#1{\ul{#1}}
     \bErAttribute
                    1711 \def\bErAttribute#1{\emph{#1}}
     \bErMpEntity mp = marginpar
                    Makro-Faulenzer: \let\e=\liErMpEntity
                    1712 \def\bErMpEntity#1{
                        \bErEntity{#1}
                    1713
                    1714
                         \marginpar{
                           \bErEntity{\tiny\faSquareO{}~E:~#1}
                    1715
                    1716 }
                    1717 }
                   Makro-Faulenzer: \let\r=\liErMpRelationship
\bErMpRelationship
                    1718 \def\bErMpRelationship#1{
                         \bErRelationship{#1}
                    1719
                    1720 \marginpar{
                           \bErRelationship{\tiny\faGg{}~R:~#1}
                    1721
                    1722
                         }
                    1723 }
   \bErMpAttribute Makro-Faulenzer: \let\a=\liErMpAttribute
                    1724 \def\bErMpAttribute#1{
                         \bErAttribute{#1}
                    1725
                    1726
                         \marginpar{
                           \bErAttribute{\tiny\faCircleThin{}~A:~#1}
                    1727
                    1728 }
                    1729 }
```

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

$\verb|\bErDatenbankName| Makro-Faulenzer: \verb|\letd=\\| liErDatenbankName|$

datenbank name

```
1730 \def\bErDatenbankName#1{
       \footnotesize\texttt{(#1)}
1732
1733 }
1734 }
1735 \ExplSyntaxOff
1736
```

formale-sprachen.sty

```
1737 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                          1738 \ProvidesPackage{bschlangaul-formale-sprachen}[2021/02/21 Hilfsmakros
                          1739 zum Setzen von mathematischen Formeln bei dem Thema Formale Sprachen]
                          1741 formale_sprachen = require('bschlangaul-formale-sprachen')
                          1742 }
                          1743 \RequirePackage{hyperref}
                          1744 \bLadePakete{mathe,typographie}
                          \theta_a, b, c: {a, b, c}
                 \bMenge
                          Makro-Faulenzer: \let\m=\liMenge
                          1745 \def\bMengeOhneMathe#1{{ #1 }}}
                          1746 \def\bMenge#1{%}
                          1747 \ifmmode%
                          1748 \b MengeOhneMathe{#1}%
                          1749 \else%
                          1750 $\bMengeOhneMathe{#1}$%
                          1751 \fi%
                          1752 }
               \bEpsilon \bEpsilon: \varepsilon
                          Makro-Faulenzer: \let\e=\liEpsilon
                          1753 \def\bEpsilon{$\varepsilon$}
                          Umgeben mit geschweiften Klammern in einer Mathematik-Umgebung
           \bPotenzmenge
                          1754 \def\erzeuge@tiefgestellt#1{\directlua{formale sprachen.erzeuge_tiefgestellt('#1')}}
                          1755 \def\bPotenzmengeOhneMathe#1{\{ \erzeuge@tiefgestellt{#1} \}}
                          1756 \def\bPotenzmenge#1{$\bPotenzmengeOhneMathe{#1}$}
                          bZustandsmenge{z1, z2}: {\{ z_1, z_2 \}}
         \bZustandsmenge
                          1757 \let\bZustandsmengeOhneMathe=\bPotenzmengeOhneMathe
                          1758 \let\bZustandsmenge=\bPotenzmenge
                          \bUeberfuehrungsFunktion{z0, a}: $\delta(z_0, a)$
\bUeberfuehrungsFunktion
                          Makro-Faulenzer: \let\d=\liUeberfuehrungsFunktion
                          1759 \def\bUeberfuehrungsFunktionOhneMathe#1{\delta(\erzeuge@tiefgestellt{#1})}
                          1760 \def\bUeberfuehrungsFunktion#1{
                          1761 \ifmmode
                          1762 \bUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}
                          1763 \else
                          1764 $\bUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}$
                          1765\fi
                          1766 }
                          \bAlphabet
                          1767 \def \bAlphabet #1{$\sigma = { #1 }}}
                          \bBandAlphabet{\bTuringLeerzeichen}: \Gamma = \Sigma \cup \{\Box\}
          \bBandAlphabet
                          1768 \def\bBandAlphabet#1{\$\backslash amma = \Sigma \cup \{ #1 \}$}
     \bZustandsBuchstabe
                          1769 \def\bZustandsBuchstabe{z}
\bZustandsBuchstabeGross
                          1770 \def\bZustandsBuchstabeGross{Z}
```

```
\bZustandsmengeNr
                                                               1771 \def\zustandsnamens@liste#1#2{
                                                               1772 $
                                                               1773
                                                               1774
                                                                                    \directlua{formale_sprachen.erzeuge_zustandsnamens_liste('#1', '#2')}
                                                               1775
                                                                                \}
                                                               1776
                                                                          $
                                                               1777 }
                                                               1778 \ def \ bZustandsmenge \ liste{\ bZustandsBuchstabe} \ \{\#1\}\}
        \bZustandsmengeNrGross
                                                               1779 \ def\ bZ ust and smenge Nr Gross \#1 \{ \ ust and snamens @liste \{ \ bZ ust and sB uch stabe Gross \} \#1 \} \}
                                                               \bZustandsname{1}: $z_1$
                           \bZustandsname
                                                               1780 \def\bZustandsname#1{$\bZustandsBuchstabe_#1$}
                                                              \bZustandsnameGross{1}: $Z_1$
               \bZustandsnameGross
                                                               1781 \end{shifted} 1781 \end{shifted} Lustands name Gross \# 1 { \end{shifted} Lustands Buch stabe Gross \# 1 } \end{shifted} To shift the last of the
                                                              \bAbleitung{S -> aB -> ab}: S \vdash aB \vdash ab
                                 \bAbleitung
                                                               1782 \def\bAbleitung#1{$\directlua{formale_sprachen.formatiere_ableitung('#1')}$}
                                                                 \begin{bProduktionsRegeln}[P_1]
                 bProduktionsRegeln
                                                                     S -> S A B | EPSILON,
                                                                     B A \rightarrow A B,
                                                                     A A -> a a,
                                                                     B B -> b b
                                                                 \end{bProduktionsRegeln}
                                                               1783 \NewDocumentEnvironment { bProduktionsRegeln }
                                                               1784 { O{P} +b }
                                                               1785 {
                                                                           \bGeschweifteKlammern{#1}
                                                               1786
                                                               1787
                                                                          {
                                                               1788
                                                                                \begin{align*}
                                                               1789
                                                                                \directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#2')}
                                                               1790
                                                                                \end{align*}
                                                               1791
                                                                          \{-0.2cm\}\{-1.5cm\}
                                                               1792 } {}
                                                             \bProduktionen{S -> A, A -> a}: \{S \rightarrow A, A \rightarrow a\}
                           \bProduktionen
                                                               1793 \def\bProduktionen#1{
                                                               1794 \bMenge{\directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#1', true)}}
                                                               1795 }
                                                              Automatisch tiefgestellte Nummerierung \z1
\bZustandsnameTiefgestellt
                                                               Makro-Faulenzer: \let\z=\liZustandsnameTiefgestellt
                                                               1796 \def\bZustandsnameTiefgestellt#1{
                                                               1797
                                                                          \ifmmode
                                                                                \bZustandsBuchstabe\sb{#1}
                                                               1798
                                                               1799
                                                               1800
                                                                                $\bZustandsBuchstabe\sb{#1}$
                                                                           \fi
                                                               1801
                                                               1802 }
                                                               1803 \ExplSyntaxOn
                                                              \bAusdruck[L_2]{a_1,a_2,\dots,a_n}{n \in \mathbb{N}}: L_2 = \{a_1,a_2,\ldots,a_n \mid n \in \mathbb{N}\}\
                                    \bAusdruck
                                                                      Ohne =: \bAusdruck[]{x}{y}: { x \mid y }
                                                                      Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
                                                                  \$(.*) += +\\\{ *(.*?)( *\\, *)?\|( *\\, *)?(.*?) *\\\}\$
                                                                  \\bAusdruck[$1]{$2}{$5}
```

```
1804 \NewDocumentCommand{ \bAusdruck } { O{L} m m } {
          1805
          1806
                 \tl_if_empty:nTF {#1} {} {#1 =}
          1807
                 \{
          1808
                  \, #2 \,
          1809
                  \, #3 \,
          1810
          1811
                \}$
          1812 }
          1813 \ExplSyntaxOff
          Link zur flaci.com Website: \bFlaci{Grxk1oczg}:
\bFlaci
              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
          1814 \def\bFlaci#1{%}
          1815
                \par
          1816
                {%
          1817
                  \scriptsize
                  Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte
          1818
                  Automaten, Compiler und Interpreter) Ein Projekt der Hochschule
          1819
          1820
                  Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz:
                  \href{https://flaci.com/#1}{flaci.com/#1}%
          1821
          1822
                }%
          1823
                \par
          1824 }
          \bGrammatik[\langle grammtik-name \rangle] \{\langle variablen=V, alphabet=\Sigma, produktionen=P, start=S \rangle\}
              \bGrammatik{variablen={}, alphabet={}}
              - \bGrammatik{}: G = (V, \Sigma, P, S)
              - \bGrammatik[G_1]{}: G_1 = (V, \Sigma, P, S)
              - \bGrammatik{variablen={S,A,B}}: G = (\{S,A,B\},\Sigma,P,S)
              - \bGrammatik{alphabet={a,b}}: G = (V, \{a, b\}, P, S)
              - \bGrammatik{start=X}: G = (V, \Sigma, P, X)
          1825 \ExplSyntaxOn
          1826\NewDocumentCommand {\bGrammatik} { O{G} m } {
                \tl_set:Nn \l_variablen_tl {V}
          1827
                \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
          1828
                \tl_set:Nn \l_produktionen_tl {P}
          1829
                \tl_set:Nn \l_start_tl {S}
          1830
          1831
          1832
                \keys_define:nn { grammatik } {
                  variablen .code:n = {\tl_set:Nn \l_variablen_tl {\bMenge{##1}}},
          1833
                  alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\bMenge{##1}}},
          1834
          1835
                  produktionen .code:n = {\tl_set:Nn \l_produktionen_tl {\bProduktionen{##1}}},
                  start .code:n = \{\tl_set: \label{eq:nn_lambda} $$ 1_start_tl $$ $\{\#1\}$,
          1836
          1837
          1838
                \keys_set:nn { grammatik } { #2 }
          1839
          1840
                $#1 = (
          1841
                  \l_variablen_tl,
          1842
          1843
                  \l_alphabet_tl,
                  \l_produktionen_tl,
          1844
                  \l_start_tl
          1845
          1846
                )$
          1847 }
          1848 \ExplSyntaxOff
          1849
```

formatierung.sty

```
1850 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
1851 \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.

```
1852 \RequirePackage{mathpazo}
1853 \RequirePackage[no-math] {fontspec}
1854 \setmainfont{texgyrepagella}
```

Farben

```
1855 \RequirePackage{xcolor}
1856 \definecolor{infogray}{rgb}{0.97,0.97,0.97}
```

Überschriften

```
1857 \RequirePackage{titlesec}
1858 \titleformat{\chapter}[display]{\bfseries}{}{\Opt}{\LARGE}
1859 \titlespacing{\chapter}{\Opt}{\*1}
1860 \titleformat{\paragraph}[hang]{\normalsize\bfseries}{\theparagraph}{\lambda}{\}
1861 \setcounter{secnumdepth}{\O}
```

Listen

```
1862 \RequirePackage{paralist}
1863 \renewcommand\labelitemii{-}
1864 \renewcommand\labelitemiii{-}
1865 \renewcommand\labelitemiii{-}
1866 \renewcommand\labelitemiv{-}
1867 % Counter: enumi enumii enumiv
1868 % Styles: \arabic{counter} \alph{counter} \roman{counter} \Roman{counter}
1869 \renewcommand{\labelenumi}{(\alph{enumi})}
1870 \renewcommand{\labelenumii}{(\roman{enumii})}
```

Kasten

1871 \RequirePackage{mdframed}

liKasten

```
1872 \NewDocumentEnvironment { liKasten }{ } {
1873  \begin{mdframed} [backgroundcolor=white!0]
1874 } {
1875  \end{mdframed}
1876 }
```

Header

```
1877 \RequirePackage{fancyhdr}
1878 \fancyhead[L,C,R]{}
1879 \fancyfoot[L]{}
1880 \fancyfoot[C]{}
1881 \fancyfoot[R]{\thepage}
1882 \pagestyle{fancy}
1883 \renewcommand{\headrulewidth}{0pt}
1884 \renewcommand{\footrulewidth}{0pt}
```

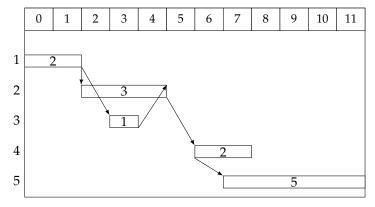
Zeilenabstände

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

```
1885 \RequirePackage{setspace}
```

gantt.sty

```
1887 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
1888 \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}
```



```
1889 \RequirePackage{tikz-uml}
1890 \RequirePackage{pgfgantt}
1891 \setganttlinklabel{f-s}{}
1892 \setganttlinklabel{s-s}{}
1893 \setganttlinklabel{f-f}{}
1894 \setganttlinklabel{s-f}{}
```

1895

grafik.sty

```
1896 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
                 1897 \ProvidesPackage{bschlangaul-grafik}[2020/12/27 Lädt das Paket
                 1898 TikZ, um Grafiken zeichnen zu können und graphicx um Bilder laden zu können.]
                 1899 \ExplSyntaxOn
                 1900 \RequirePackage{tikz}
                 1901 \RequirePackage{graphicx}
\bGrafikLogoPfad
                 1902 \def\bGrafikLogoPfad#1{
                      \LehramtInformatikRepository / .tex / Logo / #1
                 1904 }
\bGrafikCCLizenz
                 1905 \NewDocumentCommand{ \bGrafikCCLizenz } { O() } {
                      \includegraphics[#1]{
                 1907
                         \bGrafikLogoPfad{CC-by-nc-sa.eps}
                 1908
                 1909 }
    \bGrafikLogo
                 1911 \includegraphics[#1]{
                 1912
                        \bGrafikLogoPfad{Logo_nur-Pfade.eps}
                 1913
                 1914 }
                 1915 \ExplSyntaxOff
                 1916
```

graph.sty

```
1917 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
1918 \ProvidesPackage{bschlangaul-graph} [2020/06/09]
1919 \RequirePackage{tikz}
   Für die die Adjazenzliste (xrightarrow)
1920 \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 & O & O & O & O & O \\
 \end{block}
 \end{blockarray}
```

```
1921 \RequirePackage{blkarray}
```

```
1922 \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}
```



```
1923 \tikzset{
                1924 li graph/.style={
                        every node/.style={
                1925
                          rectangle,
                1926
                1927
                          draw,
                1928
                        every edge/.style={
                1929
                1930
                          >={Stealth[black]},
                1931
                          draw,
                1932
                        every edge/.append style={
                1933
                          every node/.style={
                1934
                1935
                            sloped,
                1936
                            auto,
                1937
                          }
                1938
                        }
                     },
                1939
                      li markierung/.style={
                1940
                1941
                        ultra thick,
                1942
                1943 }
bGraphenFormat Dummy-Umgebung, zum Parsen durch Java gedacht.
                 \begin{bGraphenFormat}
                 a: 0 0
                 b: 1 1
                 c: 4 1
                 d: 3 0
                 e: 2 2
                 a -> b
                 b -- d
                 b -> e: 3
                 c -- d
                 d -> e: 2
                 d -- a: 4
                 \end{bGraphenFormat}
                1944 \NewDocumentEnvironment { bGraphenFormat }{ +b } {} {}
```

1945

hanoi.sty

1983

```
1946 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
1947 \ProvidesPackage{bschlangaul-hanoi}[2020/12/19 Paket zum Setzen
1948 von Hanoi-Grafiken]
          Quelle: https://kleinco.de/latex-snippets/7/tikz-towers-of-hanoi-illustration-for-lat
1949 \RequirePackage{tikz}
1950 \RequirePackage{xcolor}
\bHanoi{anzahl-scheiben}{gewicht-scheibe/turm-nr,gewicht-scheibe/turm-nr},
z.B.: \bHanoi{4}{4/1,3/1,2/3,1/2}
1951 \def\li@mset #1[#2]=#3{%
1952 \expandafter\xdef\csname #1#2\endcsname{#3}
1953 }
1954 \def\li@mget #1[#2]{%
1955 \csname #1#2\endcsname
1956 }
1957 \def\li@minc #1[#2]+=#3{%
1958 \pgfmathparse{\li@mget #1[#2]+#3}%
1959 \li@mset #1[#2]=\pgfmathresult
1960 }
1961
1962 \def\bHanoi#1#2{
                \edef\li@numdiscs{#1}
1963
                \def\li@sequence{#2}
1964
1965
                \begin{tikzpicture}[line width=4mm,brown!40,line cap=round,xscale=3]
1966
                      % init colors
1967
                      \foreach[count=\j] \c in {red,green!80!black,blue,orange,violet,gray,yellow!80!black,purp
1968
                      \li@mset col[\j]={\c};
                      \mbox{\ensuremath{\mbox{\%}}}\xspace draw poles and init pole counters
1969
1970
                      foreach j in {1,2,3}{
1971
                            \left[ \int \left[ \int ds \right] ds \right] = 0
                            \draw (\j,-.5) -- +(0, .5 + .5*\li@numdiscs);
1972
1973
1974
                      % draw base
1975
                      draw (.5,-.5) -- +(3,0);
1976
                      % draw discs
1977
                      \foreach[count=\k] \i/\j in \li@sequence{
                            \label{limited} $$ \operatorname{lim}_{\sigma} = \left( \lim_{j \in \mathbb{N}} \right) + (-.4*i/lim_{\sigma}) -- + (.4*i/lim_{\sigma}) -- + (.4*i/lim_
1978
                            \left[ \right] += \{.5\}
1979
1980
                \end{tikzpicture}
1981
1982 }
```

index.sty

```
1984 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
1985 \ProvidesPackage{bschlangaul-index}[2021/09/12 Den Index anzeigen
1986 lassen]
1987 \ExplSyntaxOn
1988 \RequirePackage{makeidx}
   Anzeigen des Indexes auf der rechten Seite
1989 \RequirePackage{showidx}
   Überschreiben des Makros aus showidx um kleinere Schrift zu bekommen
1990 \def\@showidx#1
1991 {%
1992\insert
1993 \indexbox
1994 {
1995
        \tiny
        \hsize\marginparwidth
        \hangindent\marginparsep \parindent\z@
1997
        \everypar{}\let\par\@@par \parfillskip\@flushglue
1998
        \lineskip\normallineskip
1999
        \baselineskip .8\normalbaselineskip\sloppy
2000
        \raggedright \leavevmode
2001
       \vrule \@height .7\normalbaselineskip \@width \z@\relax
2002
       #1\relax
2003
        \vrule \@height \z@ \@depth .3\normalbaselineskip \@width \z@
2004
2005 }
2006}
2007 \makeindex
2008 \ExplSyntaxOff
2009
```

komplexitaetstheorie.sty

\bProblemName

{} {} {}

\bProblemBeschreibung

```
2010 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
         2011 \ProvidesPackage{bschlangaul-komplexitaetstheorie}[2021/07/08 Zum
         2012 Setzen von Karps NP-vollständigen Problemen, Hilfsmakros für die
         2013 Polynomialzeitreduktion.]
         Faulenzer
         \let\n=\bProblemName
         \let\r=\bPolynomiellReduzierbar
         \let\b=\bProblemBeschreibung
         2014 \bLadePakete{mathe}
             Für das Makro \bProblemBeschreibung{}{}{ benötigt.
         2015 \RequirePackage{mdframed}
         L, \bStrich\{L\}: L, L'
\bStrich
         2016 \def\bStrich#1{#1^\prime}
         Zu Setzen von Problemnamen wie zum Beispiel SAT, COL, VERTEX COVER
         Makro-Faulenzer: \let\n=\liProblemName
             \bProblemName: SAT VERTEX COVER
         2017 \def\bProblemName#1{\texttt{\textsc{#1}}}
         Zu setzen von Problem-Beschreibungen:
          \bProblemBeschreibung
```

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

```
2018 \def\bProblemBeschreibung#1#2#3{
2019
     \begin{mdframed}[
2020
        userdefinedwidth=9cm,
2021
        align=center,
2022
        backgroundcolor=white!0,
2023
        \centerline{\large\bProblemName{#1}}
2024
2025
2026
        \medskip
2027
        \begin{description}
2028
        \item[Gegeben:] #2
2029
2030
        \item[Frage:] #3
2031
        \end{description}
2032
     \end{mdframed}
2033 }
```

```
\bPolynomiellReduzierbar Makro-Faulenzer: \let\r=\liPolynomiellReduzierbar
                          2034 \NewDocumentCommand{ \bPolynomiellReduzierbar } { m O{p} m } {
                          2035 \begin{displaymath}
                          2036
                                \bProblemName{#1}
                          2037
                               \preceq_{#2}
                          2038 \bProblemName{#3}
                          2039 \end{displaymath}
                          2040 }
    \bProblemVertexCover
                          2041 \def\bProblemClique{%
                          2042 Das \textbf{Cliquenproblem} fragt nach der Existenz einer Clique der
                          2043 Mindestgröße $n$ in einem gegebenen Graphen.
                          2044 \footcite[Seite 76] {theo:fs:4}
                          2045 Eine Clique ist eine Teilmenge von Knoten in einem ungerichteten
                          2046 Graphen, bei der \emph{jedes Knotenpaar durch eine Kante} verbunden ist.
                          2047 \footcite{wiki:cliquenproblem}
                          2048 }
    \bProblemVertexCover
                          2049 \def\bProblemVertexCover{%
                          2050 %
                          2051 Das \textbf{Knotenüberdeckungsproblem} (\bProblemName{Vertex Cover})
                          2052 fragt, ob zu einem gegebenen einfachen Graphen und einer natürlichen
                          2053 Zahl $k$ eine Knotenüberdeckung der Größe von höchstens $k$ existiert.
                          2054\footcite{wiki:knotenueberdeckung}
                          2056 Das heißt, ob es eine aus maximal $k$ Knoten bestehende Teilmenge $U$
                          2057 der Knotenmenge gibt, so dass jede Kante des Graphen mit
                          2058 mindestens einem Knoten aus $U$ verbunden ist.
                          2059 \footcite[Seite 78] {theo:fs:4}%
                          2060 }
      \bProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem
                          2061 \def\bProblemSubsetSum{%
                          2062 Das \textbf{Teilsummenproblem} (\bProblemName{Subset Sum} oder
                          2063 \bProblemName{SSP}) ist ein spezielles Rucksackproblem.
                          2064 \footcite{wiki:teilsummenproblem}
                          2065 Gegeben sei eine Menge von ganzen Zahlen I = \{w_1, w_2, dots, w_n\}
                          2066 \}$. Gesucht ist eine Untermenge, deren Elementsumme maximal, aber nicht
                          2067 größer als eine gegebene obere Schranke $c$ ist.
                          2068 \footcite[Seite 74] {theo:fs:4}
                          2069 }
      \bProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem
                          2070 \def\bProblemSat{%
                          2071 Das \textbf{Erfüllbarkeitsproblem der Aussagenlogik} \bProblemName{Sat}
                          2072 und \bProblemName{k-SAT} mit k \geq 3, k \in \mathbb{N} (Satz von
                          2073 Cook) fragt, ob eine aussagenlogische Formel erfüllbar
                          2074 ist.\footcite{wiki:sat} Das Erfüllbarkeitsproblem der
                          2075 \emph{Aussagenlogik} ist in exponentieller Zeit in Abhängigkeit der
                          2076 Anzahl der Variablen mit Hilfe einer Wahrheitstabelle entscheidbar.
                          2077 Diese \emph{Wahrheitstabelle} kann nicht in polynomieller Zeit
                          2078 aufgestellt werden.
                          2079 \footcite[Seite 71] {theo:fs:4}
                          2080 }
                          2081
```

kontrollflussgraph.sty

```
2082 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
2083 \ProvidesPackage{bschlangaul-kontrollflussgraph} [2020/11/07]
Faulenzer
```

```
\let\b=\bBedingung
\let\c=\bKontrollCode
\let\f=\bBedingungFalsch
\let\k=\bKontrollTextzeileKnoten
\let\p=\bKontrollKnotenPfad
\let\w=\bBedingungWahr
```

TeX-Markup-Beispiel

```
\begin{bKontrollflussgraph}[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{bKontrollflussgraph}
```

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 = ...}}]
```

```
2084 \RequirePackage{tikz}
2085 \usetikzlibrary{positioning}
2086 \tikzset{
2087 li kontrollfluss/.style={
2088
        knoten/.style={
          circle,
2089
2090
          draw
2091
        },
2092
        usebox/.style={
2093
          draw,
2094
          rectangle,
          font=\scriptsize,
2095
          anchor=west,
2096
          align=left,
2097
2098
        },
        bedingung/.style={
2099
          midway,
2100
          draw=none,
2101
2102
          font=\scriptsize
2103
        knotenbeschriftung/.style={
2104
2105
2106
          rectangle,
          midway,
2107
          font=\scriptsize
2108
2109
2110
        wahr/.style={
2111
          thick
2112
        falsch/.style={
2113
2114
          dashed
2115
        every node/.style={
2116
          circle,
2117
2118
          draw,
2119
        },
        every edge/.append style={
2120
2121
          every node/.style={
2122
            draw=none,
2123
            bedingung,
2124
          }
2125
        },
2126
        every path/.style={
2127
          draw,
2128
          ->,
2129
        },
        every pin/.style={
2130
2131
          draw,
2132
          dotted,
          rectangle,
2133
2134
          pin position=right
2135
2136
        every pin edge/.style={
2137
          dotted,
2138
          arrows=-,
2139
2140
     }
2141 }
```

Umgebungen

 ${\tt bKontrollflussgraph}$

```
2142 \NewDocumentEnvironment { bKontrollflussgraph } { 0{} } {
```

```
\begin{tikzpicture}[
                         2144
                               li kontrollfluss,
                         2145
                                #1
                         2146 ]
                         2147 } {
                         2148 \end{tikzpicture}
                         2149 }
                         Makros
             \bAnweisung
                         2150 \def\bAnweisung#1(#2,#3){\node[knoten] at (#2,#3) (#1) {#1};}
             \bBedingung Makro-Faulenzer: \let\b=\liBedingung
                         2151 \def\bBedingung#1#2{node[bedingung,#1]{[\texttt{#2}]}}
         \bBedingungWahr Makro-Faulenzer: \let\w=\liBedingungWahr
                         2152 \def\bBedingungWahr#1{node[bedingung,#1]{\texttt{[true]}}}
       \bBedingungFalsch Makro-Faulenzer: \let\f=\liBedingungFalsch
                         2153 \def\bBedingungFalsch#1{node[bedingung,#1]{\texttt{[false]}}}
          \bKontrollCode Makro-Faulenzer: \let\c=\liKontrollCode
                         2154 \def\bKontrollCode#1{{\tiny\texttt{\textcolor{gray}{#1}}}}
\verb|\bKontrollTextzeileKnoten| Makro-Faulenzer: \verb|\let\k=\liKontrollTextzeileKnoten| \\
                         \bKontrollKnotenPfad Makro-Faulenzer: \let\p=\liKontrollKnotenPfad
                         2156 \ExplSyntaxOn
                         2157 \NewDocumentCommand { \bKontrollKnotenPfad }{ m }
                         2158 {
                              \seq_set_split:Nnn \l_tmpa_seq { - } { #1 }
                         2159
                             \seq_set_map:NNn \l_tmpa_seq \l_tmpa_seq {\bKontrollTextzeileKnoten{##1}}
                         2160
                         2161 \seq_use:Nn \l_tmpa_seq { ~~~~ }
                         2162 }
                         2163 \ExplSyntaxOff
                         2164
```

kopfzeile.sty

```
2165 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
2166 \ProvidesPackage{bschlangaul-kopfzeile}[2021/08/20 Kopf-
2167 und Fußzeilen mit Hilfe des Pakets fancyhdr.]
2168 \ExplSyntaxOn
2169 \RequirePackage{bschlangaul-meta}
2170 \cs_new:Npn \kopfzeile_schrift:n #1
2171 {
2172 {
2173
        \scriptsize
2174
2175
2176 }
2177 \cs_new:Npn \setze_kopf_fusszeilen:nn #1 #2
2178 {
2179
     \fancyhead{}
2180
     \fancyhead[L]{\kopfzeile_schrift:n{\bMetaBschlangaulSammlung}}
2181
     \fancyhead[C]{\kopfzeile_schrift:n{#1}}
2182
     \fancyhead[R]{\kopfzeile_schrift:n{#2}}
2183
     \fancyfoot{}
2184
     \fancyfoot[L]{\kopfzeile_schrift:n{\bMetaHermineFriends}}
2185
     \fancyfoot[C]{\kopfzeile_schrift:n{\bMetaEmail}}
2186
     \fancyfoot[R]{\kopfzeile_schrift:n{\thepage}}
2187
2188
     \renewcommand{\headrulewidth}{0.4pt}
2190 \renewcommand{\footrulewidth}{0.4pt}
2191 }
2192 \cs_new:Npn \setze_kopfzeile_oben_rechts:n #1
2193 {
2194 \fancyhead[R] {
2195
        \kopfzeile_schrift:n { #1 }
2196
2197 }
   Das Makro darf nicht in der Präambel aufgerufen werden, da es die Textbreite
2198 \cs_new:Npn \repariere_kopfzeile_breite:
2199 {
     \setlength{\headwidth}{\textwidth}
2201 }
2202 \ExplSyntaxOff
2203
```

literatur-dummy.sty

```
2204 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2205 \ProvidesPackage{bschlangaul-literatur-dummy}[2020/11/27]
\literatur
2206 \def\literatur{}

\footcite
2207 % \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}
2208 \NewDocumentCommand{ \footcite } { o m }{}

2209
```

literatur.sty

```
2210 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
            2211 \ProvidesPackage{bschlangaul-literatur}[2020/11/27]
            2212 \RequirePackage{csquotes}
            2213 \RequirePackage[
            2214 bibencoding=utf8,
            2215 citestyle=authortitle,
            2216 backend=biber,
            2217]{biblatex}
            2218 \addbibresource {\LehramtInformatikRepository/Quellen/10_DB.bib}
            2219 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/20_00MUP.bib}
            2220 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/30_AUD.bib}
            2221 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/40_SOSY.bib}
            2222 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/60_FUMUP.bib}
            2223 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/70_THEO.bib}
            2224 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/80_DDI.bib}
            2225 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Allgemein.bib}
            2226 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Examen.bib}
            2227 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Wikipedia.bib}
            2228% To allow footnotes in the heading
            2229 \RequirePackage[stable,multiple] {footmisc}
\literatur
            2230 \def\literatur{\printbibliography[heading=subbibliography]}
            2231
```

makros.sty

```
2232 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                       2233 \ProvidesPackage{bschlangaul-makros}[2020/11/27 Eine Sammlung von
                       2234 häufig verwendeten Makros und Umgebungen, die thematisch zu keinem
                       2235 anderen Paket passen]
                       2236 \RequirePackage{hyperref}
                       2237 \RequirePackage{graphicx}
                          Für die Umgebung bQuellen benötigt.
                       2238 \RequirePackage{paralist}
                       2239 \ExplSyntaxOn
 \inhaltsverzeichnis
                       2240 \def\inhaltsverzeichnis {
                       2241
                            \begin{mdframed}
                       2242
                               \begingroup
                       2243
                               \let\clearpage\relax
                       2244
                               \tableofcontents
                       2245
                               \endgroup
                       2246
                            \end{mdframed}
                       2247 }
                      \bEmph (\marginpar and \emph)
              \bEmph
                       2248 \def\bEmph#1
                       2249 {
                       2250
                            \emph{#1}
                       2251
                            \marginpar{
                       2252
                               \tiny#1
                       2253
                       2254 }
              \SLASH
                       2255 \newcommand\SLASH{\char`\\}
                      Text, der sich wie eine Überschrift verhält.
\bPseudoUeberschrift
                       2256 \newcommand{\bPseudoUeberschrift}[1]{
                       2257
                            \bigskip
                       2258
                       2259
                            \par
                       2260
                            \noindent
                       2261
                            \textbf{#1}
                       2262
                       2263
                            \medskip
                       2264
                       2265
                            \keine_einrueckung:
                       2266 }
                       \begin{bProjektSprache}{NameProjektSprache} \end{bProjektSprache}: Zum Ein-
     bProjektSprache
                       betten von projekteigenen Minisprachen/DSLs (Domain-specific language) (z. B. Rela-
                       tionenSchema). Der Inhalt der Umgebung wird nicht von TeX kompiliert, sondern von
                       dem Java-Kommandozeilen-Programm didaktik. java verarbeitet.
                       2267 \NewDocumentEnvironment { bProjektSprache }{ o +b } {} {}
        liEinbettung
                       2268 \NewDocumentEnvironment { liEinbettung }{ o +b } {#2} {}
```

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

    \ifADDITUM
    \else
        \egroup
    \fi
}
```

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

```
2269 \NewDocumentEnvironment{ bAntwort } { O{standard} }
2270 {
     \ifANTWORT
2271
2272
     \else
        \setbox 0 \vbox
2273
2274
        \bgroup
2275
     \fi
2276
2277
     \str_case:nn {#1} {
        {standard} {
2278
          \def\beschriftung{}
2279
          \mdfsetup{backgroundcolor=gray!1}
2280
2281
2282
        {richtig} {
          \def\beschriftung{richtig}
2283
          \mdfsetup{backgroundcolor=green!5,linecolor=green}
2284
2285
2286
        {falsch} {
          \def\beschriftung{falsch}
2287
          \mdfsetup{backgroundcolor=red!3,linecolor=red}
2288
        }
2289
        {muster} {
2290
          \def\beschriftung{Musterlösung}
2291
2292
          \mdfsetup{backgroundcolor=green!12,linecolor=green}
2293
2294
2295
     \ifx\beschriftung\empty\else
2296
        \noindent
2297
        \textbf{\beschriftung{}:}
2298
     \fi
     \begin{mdframed}[
2299
       frametitle={\scriptsize\mdseries Lösungsvorschlag},
2300
        innertopmargin=6pt,
2301
2302
       frametitleaboveskip=-10pt,
2303
        frametitlealignment=\raggedleft
2304
```

```
2305 }
2306 {
2307 \end{mdframed}
2308 \ifANTWORT
2309 \else
2310 \egroup
2311 \fi
2312 }
```

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

```
2313 \NewDocumentEnvironment{ bAdditum } { o }
2314 {
     \ifADDITUM
2315
2316
     \else
        \setbox 0 \vbox
2317
        \bgroup
2318
2319
     \fi
2320
      \begin{mdframed}[backgroundcolor=yellow!5]
2321
2322
        \IfNoValueTF {#1}
2323
        {
2324
          \bPseudoUeberschrift{Additum}
2325
        }
2326
        {
2327
           \bPseudoUeberschrift{Additum:~#1}
        }
2328
2329 }
2330 {
     \end{mdframed}
2331
2332
2333
     \ifADDITUM
2334
      \else
2335
        \egroup
     \fi
2336
2337 }
 \begin{bExkurs}[Linear rekursiv]
```

bExkurs

Die häufigste Rekursionsform ist die lineare Rekursion, bei der in jedem Fall der rekursiven Definition höchstens ein rekursiver Aufruf vorkommen darf.

\end{bExkurs}

Exkurs: Linear rekursiv

Die häufigste Rekursionsform ist die lineare Rekursion, bei der in jedem Fall der rekursiven Definition höchstens ein rekursiver Aufruf vorkommen darf.

```
2338 \NewDocumentEnvironment{ bExkurs }{ o +b }
2339 {
      \ifEXKURS
2340
        \vspace{0.2cm}%
2341
        \begin{mdframed}[
2342
          backgroundcolor=white,
2343
          bottomline=false,
2344
2345
          innermargin=1cm,
2346
          leftline=true,
2347
          linecolor=black,
2348
          linewidth=0.1cm,
          outermargin=1cm,
2349
2350
          rightline=false,
          topline=false,
2351
        ]
2352
```

```
2353
                        \footnotesize
               2354
                        \noindent%
               2355
                        \textbf{Exkurs:~#1}\par%
               2356
                        \noindent%
               2357
                      \end{mdframed}
               2358
                      \vspace{0.2cm}
               2359
               2360
                    \else
               2361
                    \fi
               2362 }
               2363 {}
    bQuellen https://tex.stackexchange.com/a/229004
                \begin{bQuellen}
                \item Quelle 1
                \item Quelle 2
                \end{bQuellen}
                 Weiterführende Literatur:
                     - Quelle 1
                    - Quelle 2
               2364 \cs_new:Npn \listen_punkt:n #1
               2365 {
               2366
                    \item #1
               2367 }
               2368 \NewDocumentEnvironment { bQuellen }{ +b }
               2369 {
               2370
                    \seq_clear_new:N \l_quellen
                    \seq_set_split:Nnn \l_quellen {\item} {#1}
               2371
                    \seq_remove_all:Nn \l_quellen {}
               2372
                    \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
               2373
               2374
                      \footnotesize
               2375
                      \noindent
               2376
                      \textsf{\textbf{Weiterführende~Literatur:}}
               2377
                      \medskip
               2378
                      \begin{compactitem}
                        \seq_map_function:NN \l_quellen {\listen_punkt:n}
               2379
                      \end{compactitem}
               2380
               2381
                    \end{mdframed}
               2382
               2383
                    \keine_einrueckung:
               2384 } {}
\bFussnoteUrl
              Eine HTTP-URL als Fußnote setzen.
               2385 \NewDocumentCommand { \bFussnoteUrl } { o m }
               2386 {
               2387
                    \footnote{
                      \ur1{#2}
               2388
                      \IfNoValueTF{#1}
               2389
               2390
                      {}
               2391
                      {
               2392
                       ~(#1)
               2393
                      }
               2394
                    }
               2395 }
               2396
```

\bFussnoteLink \bFussnoteLink[\(\lambda us\atzlicher-text\)] \{\(\lambda url\)\}\bFussnoteLink[zus\atzlicher Text]\{\text\}\{\(\lambda url\)\}\\
Einen Link, d. h. einen Link-Text und eine URL als Fußnote setzen.

```
2397 \NewDocumentCommand{ \bFussnoteLink } { o m m }
         2398 {
         2399 \footnote{
                 \href{#3}{#2}
         2400
         2401
                 \IfNoValueTF{#1}
                 {}
         2402
         2403
                 {
                 ~(#1)
         2404
         2405
         2406
         2407 }
\bLinie Eine horizontale Linie
         2408 \def\bLinie{
         2409 \par
         2410 \noindent
         2411 \rule
         2412 {
         2413
                 \text{\textwidth}
         2414 }
         2415 {
         2416
                 0.4pt
         2417 }
         2418}
   \zB
         2419 \def\zB{z.\,B.~}
   \ZB
         2420 \def\ZB{Z.\,B.~}
   \dh
         2421 \def\dh{d.\h.~}
         2422 \ExplSyntaxOff
         2423
```

master-theorem.sty

2424 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]

```
2425 \ProvidesPackage{bschlangaul-master-theorem} [2021/04/13]
                 Faulenzer
                 \left(0=\b0\right)
                 \let\o=\bOmega
                 \left| T=\right| T
                 \bMasterVariablenDeklaration
                  {3} % a
                  {3} % b
                  {\mathcal{O}}(1) % f(n)
                  \bMasterFallRechnung
                  % 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}}}
                  \bMasterWolframLink{T[n]=9T[n/3]\%2B5n^2}
                  \verb|\bMasterVariablenDeklaration| \\
                  {} % a
                  {} % b
                  {} % f(n) ohne $mathe$
                  \bMasterFallRechnung
                  % 1. Fall
                  {}
                  % 2. Fall
                  {}
                  % 3. Fall
                  {}
                  \pi T(n) \in \mathbb{R}^2 \cdot \mathbb{R}
                  \bMasterWolframLink{T[n]=9T[n/3]\%2B5n^2}
                 2426 \ExplSyntaxOn
                 2427 \RequirePackage{amsmath}
\bRundeKlammer
                 2428 \def\bRundeKlammer#1{
                      \negthinspace \left( #1 \right)
                 2430 }
       \bTheta \bTheta{n^2}: \Theta(n^2)
                 2431 \def\bThetaOhneMathe#1{
                 2432 \Theta \bRundeKlammer{#1}
                 2433 }
                 2434 \def\bTheta#1{
                 2435 \ifmmode
                         \bThetaOhneMathe{#1}
                 2436
                 2437
                 2438
                         $\bThetaOhneMathe{#1}$
                 2439 \fi
                 2440 }
```

```
\bOmega \bOmega{n^2}: \Omega(n^2)
                          2441 \def\bOmegaOhneMathe#1{
                           2442 \Omega \bRundeKlammer{#1}
                          2443 }
                          2444 \ensuremath{\def\b0mega\#1}{\}
                           2445 \ifmmode
                                  \b0mega0hneMathe{#1}
                           2446
                                \else
                           2447
                           2448
                                   $\bOmegaOhneMathe{#1}$
                           2449 \fi
                           2450 }
                     \b0 \b0{n^2}: \mathcal{O}(n^2)
                           2451 \def\b00hneMathe#1{
                           2452 \mathcal{0} \bRundeKlammer{#1}
                           2453 }
                          2454 \def\b0#1{
                           2455 \ifmmode
                                  \b00hneMathe{#1}
                           2456
                           2457 \else
                                   $\b00hneMathe{#1}$
                           2458
                           2459 \fi
                           2460 }
                     \bT Makro-Faulenzer: \let\T=\liT
                              \bT{16}{2}: 16 \cdot T(\frac{n}{2}) \bT{}{2}: T(\frac{n}{2})
                           2461 \def\bTOhneMathe#1#2{
                           2462 \tl_if_blank:nTF {#1}
                           2463 {}
                           2464 {#1 \cdot }
                          2465 T
                           2466 \bRundeKlammer{\frac{n}{#2}}
                           2467 }
                           2468 \def\bT#1#2{
                           2469 \ifmmode
                           2470
                                   \bTOhneMathe{#1}{#2}
                           2471
                                \else
                           2472
                                   $\bTOhneMathe{#1}{#2}$
                           2473 \fi
                           2474 }
                          \bRekursionsGleichung: T(n) = a \cdot T(\frac{n}{h}) + f(n)
\bRekursionsGleichung
                           2475 \def\bRekursionsGleichung{
                           2476 $T(n) = \bT{a}{b} + f(n)$
                           2477 }
      \bBedingungEins \bBedingungEins: f(n) \in \mathcal{O}\left(n^{\log_b a - \varepsilon}\right)
                           2478 \def\bBedingungEins{
                           2479 f(n) \in \b0{n^{\log b}a - \varepsilon}}
                           2480 }
      \bBedingungZwei \bBedingungZwei: f(n) \in \Theta\Big(n^{\log_b a}\Big)
                           2481 \def\bBedingungZwei{
                           2482 f(n) \in \hfill n^{\langle n^{\langle b}a \rangle}
                           2483 }
                          \bBedingungDrei: f(n) \in \Omega\left(n^{\log_b a + arepsilon}
ight)
       \bBedingungDrei
                           2484 \def\bBedingungDrei{
                           2485 f(n) \in \bOmega\{n^{\odorse b}a + \varepsilon\}
                           2486 }
                           2487 \ExplSyntaxOff
```

```
\bMasterVariablen
                             2488 \def\bMasterVariablen{
                             2489 \begin{displaymath}
                                  T(n) = bT{a}{b} + f(n)
                             2490
                                  \end{displaymath}
                             2491
                             2492
                             2493
                                  \begin{itemize}
                             2494
                                  \item[$a =$]
                             2495
                                  Anzahl der rekursiven Aufrufe, Anzahl der Unterprobleme in der
                             2496
                                  Rekursion
                             2497
                                  ($a \geq 1$).
                             2498
                                  \\in [$\text{frac}{1}{b}] = [
                             2499
                             2500
                                  Teil des Originalproblems, welches wiederum durch alle Unterprobleme
                                  repräsentiert wird, Anteil an der Verkleinerung des Problems ($b > 1$).
                             2501
                             2502
                                  \int [f(n) = ]
                             2503
                             2504 Kosten (Aufwand, Nebenkosten), die durch die Division des Problems und
                             2505 die Kombination der Teillösungen entstehen. Eine von $T(n)$
                             2506 unabhängige und nicht negative Funktion.
                                  \end{itemize}
                                  \footcite{wiki:master-theorem}
                                  \footcite[Seite 19-35]{aud:fs:2}
                             2510 }
             \bMasterFaelle
                             2511 \def\bMasterFaelle{
                             2512 \begin{description}
                             2513 \item[1. Fall:]
                             T(n) \in \mathbb{T}(n) 
                             2515
                             2516 \hfill falls \bBedingungEins
                             2517 für $\varepsilon > 0$
                             2518
                             2519
                                  \item[2. Fall:]
                             2520
                                  T(n) \in \mathbb{N}^{(n)} 
                             2521
                             2522
                                  \hfill falls \bBedingungZwei
                             2523
                             2524
                                   \item[3. Fall:]
                             2525
                                  $T(n) \in \bTheta{f(n)}$
                             2526
                                  \hfill falls \bBedingungDrei
                             2527
                             2528 für $\varepsilon > 0$
                             2529 und ebenfalls für ein $c$ mit $0 < c < 1$ und alle hinreichend großen $n$
                             2530
                                  a \cdot f(\text{f(n)}) \leq c \cdot f(n)
                                   \end{description}
                             2532
                             2533 }
\bMasterVariablenDeklaration
                             2534 \def\bMasterVariablenDeklaration#1#2#3{
                             2535
                                   \begin{description}
                                     \item[Allgemeine Rekursionsgleichung:] \strut
                             2536
                             2537
                             2538
                                     \bRekursionsGleichung
                             2539
                             2540
                                     \item[Anzahl der rekursiven Aufrufe ($a$):] \strut
                             2541
                             2542
                             2543
                                    \item[Anteil Verkleinerung des Problems ($b$):] \strut
                             2544
```

2545

```
2546
                               um \frac{1}{\#2} also $b = #2$
                       2547
                               \item[Laufzeit der rekursiven Funktion ($f(n)$):] \strut
                       2548
                       2549
                               $#3$
                       2550
                       2551
                       2552
                               \item[Ergibt folgende Rekursionsgleichung:] \strut
                       2553
                       2554
                               T(n) = bT{\#1}{\#2} + \#3
                       2555
                             \end{description}
                       2556}
\bMasterFallRechnung
                       2557 \def\bMasterFallRechnung#1#2#3{
                             \begin{description}
                       2558
                       2559
                             \item[1. Fall:] \bBedingungEins:
                       2560
                       2561
                       2562
                       2563
                             \item[2. Fall:] \bBedingungZwei:
                       2564
                       2565
                             #2
                       2566
                       2567
                             \item[3. Fall:] \bBedingungDrei:
                       2568
                       2569
                       2570
                             \end{description}
                       2571 }
      \bMasterExkurs
                       2572 \def\bMasterExkurs{
                             \begin{bExkurs} [Master-Theorem]
                       2573
                       2574
                             \bMasterVariablen
                       2575
                       2576
                             \noindent
                       2577
                             Dann gilt:
                       2578
                             \bMasterFaelle
                       2579
                             \end{bExkurs}
                       2580
                       2581 }
\bMasterWolframLink Link zu Wolframalpha (+ durch Prozent 2B ersetzen)
                       2582 \def\bMasterWolframLink#1{
                            Berechne die Rekursionsgleichung auf WolframAlpha:
                       2584
                             \href{https://www.wolframalpha.com/input/?i=#1}{WolframAlpha}
                       2585 }
                       2586
```

mathe.sty

```
2587 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2588 \ProvidesPackage{bschlangaul-mathe}[2020/06/10]
2589
2590 % for example \ltimes \rtimes
2591 %\RequirePackage{amssymb}
2592 \RequirePackage{amsmath}
2593
2594 %%
2595 % \mlq \mrq
2596 %%
2597 \DeclareMathSymbol{\mlq}{\mathord}{operators}{``}
2598 \DeclareMathSymbol{\mrq}{\mathord}{operators}{``}
```

```
meta.sty
```

```
2600 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
                             2601 \ProvidesPackage{bschlangaul-klassen-meta}[2021/09/10 Sammlung
                             2602 von Textschnipseln, die das Projekt beschreiben]
                             2603 \ExplSyntaxOn
                             2604 \bLadePakete{grafik}
                             Einfache Makros (Low level)
\bMetaBschlangaulSammlung
                             2605 \def\bMetaBschlangaulSammlung
                             2606 {
                                  Die~Bschlangaul-Sammlung
                             2608}
     \bMetaHermineFriends
                             2609 \def\bMetaHermineFriends
                             2611 Hermine~Bschlangaul~and~Friends
                             2612 }
    \bMetaUeberDasProjekt
                             2613 \def\bMetaUeberDasProjekt
                             2614 {
                             2615 Eine~freie~Aufgabensammlung~mit~Lösungen~
                             2616 von~Studierenden~für~Studierende~
                             2617 zur~Vorbereitung~auf~die~1.~Staatsexamensprüfungen~
                             2618 des~Lehramts~Informatik~in~Bayern.
                             2619 }
              \bMetaCCLink
                             2620 \def\bMetaCCLink
                             2621 {
                             2622
                                  Diese~Materialsammlung~unterliegt~den~Bestimmungen~der~
                             2623
                             2624
                             2625
                                    https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.de
                             2626
                                  }
                             2627
                                     Creative~Commons~Namensnennung-Nicht~kommerziell-Share~Alike~4.0~
                             2628
                                     International-Lizenz
                             2629
                             2630
                             2631 }
               \bMetaEmail
                             2632 \def\bMetaEmail
                             2633 {
                             2634
                                  hermine.bschlangaul@gmx.net
                             2635 }
          \bMetaEmailLink
                             2636 \verb|\def|\bMetaEmailLink|
                             2637 {
                             2638
                                  \href
                             2639
                                  {
                                    mailto:\bMetaEmail
                             2640
                             2641
                                  }{
                                     \bMetaEmail
                             2642
                                  }
                             2643
                             2644 }
```

```
\bMetaHilfMit
                    2645 \def\bMetaHilfMit
                    2646 {
                    2647
                          Hilf~mit!~
                    2648
                    2649
                          Die~Hermine~schafft~das~nicht~alleine!~
                    2650
                    2651
                          Das~ist~ein~Community-Projekt.~
                    2652
                    2653
                          Verbesserungsvorschläge,~Fehlerkorrekturen,~weitere~Lösungen~sind~
                          herzlich~willkommen~-~egal~wie~-~per~Pull-Request~oder~per~E-Mail~an~
                    2654
                    2655
                          \bMetaEmailLink.
                    2656 }
    \bMetaHilfMit
                    2657 \def\bMetaQuelltext
                    2658 {
                          Der~\TeX-Quelltext~dieses~Dokuments~kann~unter~folgender~
                    2659
                         URL~aufgerufen~werden:~
                    2660
                    2661 }
                    Zusammengesetzte Makros (High level)
                    Plaziert zwei Minipages nebeneinander. Die erste Umgebung ist für eine Logo gedacht,
                    die zweite für einen Text
                    2662 \cs_new: Npn \logo_dann_text:nn #1 #2
                    2663 {
                          \begin{center}
                    2664
                            \begin{minipage}[c]{5.5cm}
                    2665
                    2666
                            \end{minipage}
                    2667
                    2668
                            \begin{minipage}[c]{10cm}
                    2669
                    2670
                    2671
                            \end{minipage}
                    2672
                          \end{center}
                    2673 }
\bLogoTextProjekt
                    2674 \def\bLogoTextProjekt
                    2675 {
                    2676
                          \logo_dann_text:nn
                    2677
                            \bGrafikLogo[width=5cm]
                    2678
                          }
                    2679
                          {
                    2680
                    2681
                    2682
                               \bfseries
                              \bMetaBschlangaulSammlung
                    2683
                    2684
                            }
                    2685
                            \par
                    2686
                    2687
                            \bMetaHermineFriends
                    2688
                            \par
                    2689
                            \medskip
                    2690
                    2691
                    2692
                            \begin{spacing}{1}
                               \footnotesize
                    2693
                    2694
                               \bMetaUeberDasProjekt
                    2695
                            \end{spacing}
                          }
                    2696
```

2697 }

\bLogoTextCCLizenz

```
2698 \verb|\def|\bLogoTextCCLizenz|
2699 {
2700 \logo_dann_text:nn
2701 {
2702
        \centerline{\bGrafikCCLizenz[width=3cm]}
2703 }
2704 {
2705
        \verb|\begin{spacing}{1}|
2706
          \scriptsize
          \bMetaCCLink
2707
2708
        \verb|\end{spacing}|
2709 }
2710}
2711 \ExplSyntaxOff
2712
```

minimierung.sty

2713 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

```
2714 \ProvidesPackage{bschlangaul-minimierung}[2021/03/13 Für den
                 2715 Minimierungsalgorithmus von einem NEA zu einem DEA]
                 2716 \bLadePakete{typographie}
                  \let\z=\bZustandsnameTiefgestellt
                  \let\f=\bFussnote
                  \let\l=\bLeereZelle
                  \let\Z=\bZustandsPaar
                  \let\erklaerung=\bMinimierungErklaerung
                  \begin{tabular}{|c||c|c|c|c|c|c|c|}
                  \hline
                  \z1 &
                  \z2 &
                           &
                                & \l & \l & \l & \l & \l & \l \ \ hline
                  \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}
                  \bFussnoten
                  \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}
       \bFussnote
                 2717 \det bFussnote#1{$x_{#1}$}
                 2718 \def\li@fussnote@text#1#2{
                 2719 \bFussnote{#1}
                 2720
                      \quad
                 2721
                      {\footnotesize #2}
                 2722 }
\bFussnoteEinsText
                 2723 \def\bFussnoteEinsText{
                 2724 \li@fussnote@text{1}
                 2725
                      {Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.}
                 2726 }
\bFussnoteZweiText
                 2727 \def\bFussnoteZweiText{
                 2728 \li@fussnote@text{2}
                     {Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.}
                 2729
                 2730 }
\bFussnoteDreiText
                 2731 \def\bFussnoteDreiText{
                 2732 \li@fussnote@text{3}
```

```
2733 {In weiteren Iterationen markierte Zustände.}
                                2734 }
          \bFussnoteVierText
                                2735 \def\bFussnoteVierText{
                                2736 \li@fussnote@text{4}
                                2737
                                    {...}
                                2738 }
                    \bFussnoten
                                        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
                                2739 \def\bFussnoten{
                                2740 \bigskip
                                2741
                                2742
                                     \noindent
                                2743
                                     \bFussnoteEinsText
                                2744
                                2745
                                     \noindent
                                2746
                                     \bFussnoteZweiText
                                2747
                                2748
                                     \noindent
                                2749
                                     \bFussnoteDreiText
                                2750
                                     \noindent
                                2751
                                     \bFussnoteVierText
                                2752
                                2753 }
                \bLeereZelle \bLeereZelle: ∅
                                Makro-Faulenzer: \let\l=\liLeereZelle
                                2754 \def\bLeereZelle{$\emptyset$}
\bZustandsPaarVariablenName
                                2755 \def\bZustandsPaarVariablenName{z}
              \bZustandsPaar
                                2756 \def\bZustandsPaar#1#2{
                                2757
                                2758
                                        \bZustandsPaarVariablenName_#1,
                                2759
                                        \bZustandsPaarVariablenName_#2
                                2760 )$
                                2761 }
         liUebergangsTabelle
                                2762 \renewcommand{\arraystretch}{1.4}
                                2763 \NewDocumentEnvironment{ liUebergangsTabelle } { m m } {
                                2764 \bPseudoUeberschrift{Übergangstabelle}
                                     \begin{center}
                                2765
                                     \begin{tabular}{r||1|1}
                                2766
                                     \textbf{Zustandspaar} & \textbf{#1} & \textbf{#2} \\\hline
                                2767
                                2768 } {
                                2769
                                     \end{tabular}
                                     \end{center}
                                2770
                                2771 }
                               \bUeberschriftDreiecksTabelle:
bUeberschriftDreiecksTabelle
                                Minimierungstabelle (Table filling)
```

2772 \ExplSyntaxOn

```
2773 \def\bUeberschriftDreiecksTabelle{
2774 \bPseudoUeberschrift{Minimierungstabelle~(Table~filling)}
2775 }
```

\bMinimierungErklaerung

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. —

```
2776 \def\bMinimierungErklaerung{
     %\footcite[Seite~19]{koenig}
2777
     \bParagraphMitLinien{
2778
       Der~Minimierungs-Algorithmus~(auch~Table-Filling-Algorithmus~genannt)~
2779
        trägt~in~seinem~Verlauf~eine~Markierung~in~alle~
2780
       diejenigen~Zellen~der~Tabelle~ein,~die~zueinander~nicht~äquivalente~
2781
2782
        Zustände~bezeichnen.~Die~Markierung~"$x\sb{n}$"~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~$j$~
2785
        somit~zueinander~($k~-~1$)-äquivalent,~aber~nicht~$k$-äquivalent~und~
2786
        somit~insbesondere~nicht~äquivalent~sind.~Bleibt~eine~Zelle~bis~zum~Ende~
2787
       unmarkiert, \verb|`-sind-die-||entsprechenden-||Zust" and \verb|e-zueinander-||aquivalent|.
2788
2789 }
2790 \ExplSyntaxOff
2791
```

normalformen.sty

```
2792 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                  2793 \ProvidesPackage{bschlangaul-normalformen} [2020/12/10
                  2794 Hilfsmakros zum Setzen von Normalformen, Funktionalen Abhänigkeiten,
                  2795 Attributhülle]
                     Mathe für textit tex etc, typographie für geschweifte Klammer
                  2796 \bLadePakete{mathe,typographie}
                  2797 \directlua{
                  2798 helfer = require('bschlangaul-helfer')
                  2799 normalformen = require('bschlangaul-normalformen')
                  2800 }
                  Faulenzer
                  \let\ah=\bAttributHuelle
                  \let\ahL=\bLinksReduktion
                  \let\ahl=\bLinksReduktionInline
                  \let\ahr=\bRechtsReduktionInline
                  \let\fa=\bFunktionaleAbhaengigkeit
                  \let\FA=\bFunktionaleAbhaengigkeiten
                  \let\m=\bAttributMenge
                  \let\r=\bRelation
                  \let\u=\underline
                  2801 \def\bTeilen#1{
                  2802 \directlua{tex.print(normalformen.teilen('#1'))}
                  2803 }
\bAttributHuelle
                  Makro-Faulenzer: \let\ah=\liAttributHuelle
                     \angle Ah\{F, M\{A, B\}\}\ AttrH\ddot{u}lle(F, \{A, B\}) Regulärer Ausdruck zum Konvertieren
                  AttrH"ulle((.*)) \\ \\ ah{$1}
                  2804 \def\bAttributHuelleOhneMathe#1{\text{AttrHülle}(#1)}
                  2805 \def\bAttributHuelle#1{
                  2806 \ifmmode
                  2807 \bAttributHuelleOhneMathe{#1}
                  2808 \else
                  2809 $\bAttributHuelleOhneMathe{#1}$
                  2810\fi
                  2811 }
 \bAttributMenge
                  Makro-Faulenzer: \let\m=\liAttributMenge
                  2812 \def\bAttributMenge#1{\{ \textit{#1} \}}
       liAHuelle
                  2813 \NewDocumentEnvironment{ liAHuelle } { +b } {
                       \begingroup
                  2815
                       \footnotesize
                  2816
                       \begin{multline*}
                  2817
                       \end{multline*}
                  2818
                  2819
                       \endgroup
                  2820 } { }
\bLinksReduktion Nur innerhalb von liAHuelle zu verwenden bzw. multline
                  Makro-Faulenzer: \let\ahL=\liLinksReduktion
                     \ahL{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
                  2821 \def\bLinksReduktion#1#2#3{
                       \shoveleft{
                  2823
                         \bAttributHuelleOhneMathe{FA,
                  2824
                         \bAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
                  2825
```

```
\shoveright{
                               2827
                                      \bAttributMenge{#3}
                               2828
                               2829 }
                               Makro-Faulenzer: \let\ahL=\liLinksReduktionInline
     \bLinksReduktionInline
                                  \ahl{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
                               2830 \def\bLinksReduktionInline#1#2#3{%
                               2831
                               2832
                                      \footnotesize%
                               2833
                                      $\bAttributHuelleOhneMathe{F,
                               2834
                                      \bAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
                               2835
                                      \bAttributMenge{#3}$
                                    }
                               2836
                               2837 }
                               Makro-Faulenzer: \let\ahr=\liLinksReduktionInline
     \bLinksReduktionInline
                                  \ahr{gelöschte FA}{neue FA ohne rechts Attribut}{gegebene Attribute}{Ergebnis}
                               2838 \def\bRechtsReduktionInline#1#2#3#4{%
                               2839
                                   {%
                                      \footnotesize%
                               2840
                                      $\bAttributHuelleOhneMathe{
                               2841
                                        F \setminus
                               2842
                               2843
                                        \bFunktionaleAbhaengigkeit{#1}
                               2844
                                        \def\tmp{#2}\ifx\tmp\empty
                               2845
                                        \else
                                           \cup \bFunktionaleAbhaengigkeit{#2}
                               2846
                               2847
                                         \fi
                               2848
                               2849
                                        \bAttributMenge{#3}
                                      } =
                               2850
                               2851
                                      \bAttributMenge{#4}$
                               2852
                                    }
                               2853 }
                               Makro-Faulenzer: \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
 \bFunktionaleAbhaengigkeit
                                  \fa{A, B -> C, D}: \{A,B\} \rightarrow \{C,D\} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \$(.*?) \\rightarro
                               \\fa{$1 -> $2}
                               2854 \def\bFunktionaleAbhaengigkeit#1{%
                                   \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeit('#1', false)}%
                               2856}
                                FA[F]{
\bFunktionaleAbhaengigkeiten
                                  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;

```
2857 \NewDocumentCommand {\bFunktionaleAbhaengigkeiten} { O{FA} m } {
            2858
                 \bGeschweifteKlammern
                  {#1}
            2859
            2860
                    \begin{align*}
            2861
                    \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeiten('#2')}
            2862
                    \verb|\end{align*}|
            2863
            2864
            2865
                 \{-0.5cm\}
            2866
                 \{-1.7cm\}
            2867 }
            Makro-Faulenzer: \let\r=\liRelation
\bRelation
                \r[R3]{\u{A}, B, C}: R_3(\underline{A}, B, C) Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \$(R.*)\((.*)\)\$
            \\bRelation[$1]{$2}
            2868 \NewDocumentCommand {\bRelation} { O(R) m } {
            2869 \frac{1}{2}
                    local name = helfer.konvertiere_tiefgestellt('#1')
            2870
            2871
                    tex.print(name)
            2872 \ (\textit{\,#2\,})
            2873 }
            2874
```

o-notation.sty

```
2875 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2876 \ProvidesPackage{bschlangaul-o-notation}[2021/09/08]
```

Faulenzer

\let\0=\b0Notation0

TeX-Markup-Beispiel: Funktionsgraphen mit pgfplots

```
\begin{tikzpicture}
                    \begin{axis}[
                      xlabel=$n$,
                      legend entries={\f a, \f b, \f c, \f d, \f e},
                      ymax=500,
                      xmin=0,
                      xmax=7,
                      legend pos=north west,
                      domain=0:7
                    \addplot{sqrt(x^5) + (4 * x) - 5};
                    \addplot{log2(log2(x))};
                    \addplot{2^x};
                    \addplot{x^2 * log10(x) + (2 * x)};
                    \addplot{4^x / (log2(x))};
                  \end{axis}
                  \end{tikzpicture}
                 2877 \ExplSyntaxOn
                 2878 \RequirePackage{amssymb}
                 2879 \RequirePackage{pgfplots}
                    Für echte Teilmenge \subsetneq: ⊊
                 2880 \RequirePackage{amssymb}
\bRundeKlammer
                 2881 \def\bRundeKlammer#1{
                 2882 \negthinspace \left( #1 \right)
                 2883 }
  \b0Notation0 \0{n^2}: \mathcal{O}(n^2)
                 2884 \cs_new:Npn \o_notation_0:n #1 {
                      \mathcal{0} \bRundeKlammer{#1}
                 2886 }
                 2887 \def\b0Notation0#1{
                 2888 \ifmmode
                        \o_notation_0:n { #1 }
                 2889
                 2890 \else
                        $ \o_notation_0:n { #1 } $
                2891
                2892 \fi
                 2893 }
                 2894
```

petri.sty

\bPetriSetzeSchluessel

```
2895 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2896 \ProvidesPackage{bschlangaul-petri}[2020/12/03]
Faulenzer
\let\t=\bPetriTransitionsName
\let\tp=\bPetriTransPfeile
\let\k=\bPetriErreichKnotenDrei
2897 \RequirePackage{tikz}
2898 \usetikzlibrary{petri,arrows.meta}
   Für die Darstellungsmatrix
2899 \RequirePackage{blkarray}
 \def\TmpA#1{
   \bPetriSetzeSchluessel%
   \pgfkeys{/petri/.cd,#1}%
   \begin{tikzpicture}[li petri]
   \node at (-0.25, -0.25) {};
   \node at (\TmpX,\TmpY) {};
   \begin{scope}[transform canvas={scale=\TmpScale},x=2cm,y=2cm,]
     \node[place,tokens=\TmpPlaceOne,label=$p_1$] at (0,1) (p1) {};
     \node[place, tokens=\TmpPlaceTwo, label=$p_2$] at (2,2) (p2) {};
     \node[place,tokens=\TmpPlaceThree,label=east:$p_3$] at (2,0) (p3) {};
     \node[transition,label=east:$t_1$,\TmpTransitionOne] at (2,1) {}
       edge[pre] (p2)
       edge[post] (p3);
     \node[transition,label=$t_2$,\TmpTransitionTwo] at (1,1.5) {}
       edge[pre] (p1)
       edge[post] (p2);
     \node[transition,label=$t_3$,\TmpTransitionThree] at (1,0.5) {}
       edge[pre] (p3)
       edge[post] (p1);
     \node[transition,label=$t_4$,\TmpTransitionFour] at (1,1) {}
       edge[pre] (p2)
       edge[pre] (p3)
       edge[post] (p1);
   \end{scope}
   \end{tikzpicture}
2900 \def\bPetriSetzeSchluessel{%
2901
     \def\TmpTransitionOne{}%
     \def\TmpTransitionTwo{}%
2902
     \def\TmpTransitionThree{}%
2903
2904
     \def\TmpTransitionFour{}%
     \def\TmpTransitionFive{}%
2905
     \def\TmpTransitionSix{}%
2906
2907
     \def\TmpTransitionSeven{}%
     \def\TmpTransitionEight{}%
2908
     \def\TmpTransitionNine{}%
2909
     \def\TmpTransitionTen{}%
2910
2911
     \pgfkeys{/petri/.cd,
       p1/.store in=\TmpPlaceOne,p1/.default=0,p1,
2912
       p2/.store in=\TmpPlaceTwo,p2/.default=0,p2,
2913
       p3/.store in=\TmpPlaceThree,p3/.default=0,p3,
2914
       p4/.store in=\TmpPlaceFour,p4/.default=0,p4,
2915
```

```
2916
                                  p5/.store in=\TmpPlaceFive,p5/.default=0,p5,
                          2917
                                  p6/.store in=\TmpPlaceSix,p6/.default=0,p6,
                                  p7/.store in=\TmpPlaceSeven,p7/.default=0,p7,
                          2918
                                  p8/.store in=\TmpPlaceEight,p8/.default=0,p8,
                          2919
                                  p9/.store in=\TmpPlaceNine,p9/.default=0,p9,
                          2920
                                  p10/.store in=\TmpPlaceTen,p10/.default=0,p10,
                          2921
                                  t1/.store in=\TmpTransitionOne,t1/.default=activated,
                          2922
                                  t2/.store in=\TmpTransitionTwo,t2/.default=activated,
                          2923
                                  t3/.store in=\TmpTransitionThree,t3/.default=activated,
                          2924
                                  t4/.store in=\TmpTransitionFour,t4/.default=activated,
                          2925
                                  t5/.store in=\TmpTransitionFive,t5/.default=activated,
                          2926
                          2927
                                  t6/.store in=\TmpTransitionSix,t6/.default=activated,
                                  t7/.store in=\TmpTransitionSeven,t7/.default=activated,
                          2928
                                  t8/.store in=\TmpTransitionEight,t8/.default=activated,
                          2929
                                  t9/.store in=\TmpTransitionNine,t9/.default=activated,
                          2930
                                  t10/.store in=\TmpTransitionTen,t10/.default=activated,
                          2931
                          2932
                                  scale/.store in=\TmpScale,scale/.default=0.5,
                          2933
                                  x/.store in=\TmpX,x/.default=5,
                                  y/.store in=\TmpY,y/.default=5,
                          2934
                          2935
                          2936 }
                          2937 \tikzset{
                          2938 li petri/.style={
                          2939
                                  activated/.style={
                          2940
                                    very thick
                          2941
                                  }.
                                  inhibitor/.style={
                          2942
                                    {Circle[open,length=2mm,fill=white]}-
                          2943
                          2944
                          2945
                                }
                          2946 }
                          Makro-Faulenzer: \let\t=\liPetriTransitionsName
 \bPetriTransitionsName
                              \$t (\d+)\$ \t$1
                          2947 \end{are} Transitions Name Ohne Mathe \#1\{t\sb\{\#1\}\}
                          2948 \def\bPetriTransitionsName#1{
                          2949 \ifmmode
                                  \bPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}
                          2950
                                \else
                          2951
                                  $\bPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}$
                          2952
                          2953
                                \fi
                          2954 }
\bPetriErreichTransition Makro-Faulenzer: \let\t=\liPetriErreichTransition
                          2955 \NewDocumentCommand{ \bPetriErreichTransition } { m m 0{} 0{} } {
                          2956 \draw[->] (#1) edge[#4] node[pos=0.5,auto,sloped,#5]{$t\sb{#3}$} (#2);
                          2957 }
                          Makro-Faulenzer: \let\k=\liPetriErreichKnotenDrei
\bPetriErreichKnotenDrei
                          2958 \def\bPetriErreichKnotenDrei#1#2#3{(#1, #2, #3)}
      \bPetriTransPfeile Makro-Faulenzer: \let\tp=\liPetriTransPfeile
                          2959 \def\bPetriTransPfeile#1{$\rightarrow \hspace{0.4cm} \bPetriTransitionsName{#1} \hspace{0.35c
                          2960
```

potenzmengen-konstruktion.sty

```
2961 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
                               2962 \ProvidesPackage{bschlangaul-potenzmengen-konstruktion}[2021/02/21 Hilfsmakros
                               2963 einzusetzen bei der Potenzmengen-Konstruktion (Potenzmengen-Algorithmus)]
                               2964 \bLadePakete{formale-sprachen}
                               2965 \ExplSyntaxOn
                                \left| def \right| 
                                   \bZustandsMengenSammlungNr{#1}{
                                       {0} {0}
                                       {1} {0,1}
                                       {2} {0,2}
                                       {3} {0,1,3}
                                       {4} {0,2,3}
                                       {5} {0,3}
                                  }
                                }
                                \let\s=\bZustandsnameGross
                                \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}
  \bZustandsMengenSammlung \bZustandsMengenSammlung{nummer}{latex3 str_case:nn}
                                   \left| def \right| 
                                     \bZustandsMengenSammlung{#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}
                                  }
                               2966 \ensuremath{\verb|def|} bZustands \texttt{MengenSammlung} \texttt{#1} \texttt{#2} \{
                                    \bZustandsnameGross{#1}
                               2967
                               2968
                               2969
                                       \footnotesize
                               2970
                                       \bPotenzmenge{
                               2971
                                         \str_case:nn {#1} #2
                               2972
                               2973
                               2974 }
\bZustandsMengenSammlungNr
                               2975 \def\bZustandsMengenSammlungNr#1#2{
                                    \bZustandsnameGross{#1}
                               2977
                                     {
```

```
2978 \footnotesize
2979 \bZustandsmengeNr{
2980 \str_case:nn {#1} #2
2981 }
2982 }
2983 }
2984 \ExplSyntaxOff
2985
```

pseudo.sty

```
2986 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2987 \ProvidesPackage{bschlangaul-pseudo}[2020/12/30 Paket zum Setzen
2988 von Pseudo-Code, Hüll-Paket um algorithm2e]
 \begin{algorithm}[H]
 \KwData{$G = (V,E,w)$: ein zusammenhängender, ungerichteter,
kantengewichteter Graph kruskal(G)}
$E'\leftarrow \emptyset $\;
$L\leftarrow E$\;
Sortiere die Kanten in L aufsteigend nach ihrem Kantengewicht.\;
 \While{$L \neq \emptyset $}{
  wähle eine Kante $e\in L$ mit kleinstem Kantengewicht\;
  entferne die Kante e aus L\;
  \If{der Graph $(V, E' \cup \lbrace e\rbrace)$ 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**

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

2989 \RequirePackage[german,boxruled]{algorithm2e}

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

end end

Algorithmus 1: Minimaler Spannbaum nach Kruskal

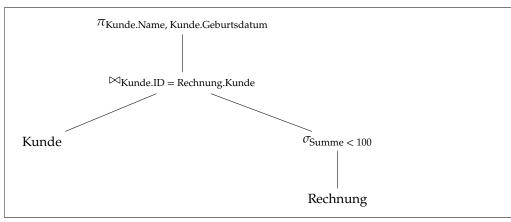
2990

pumping-lemma.sty

```
2991 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
                      2992 \ProvidesPackage{bschlangaul-pumping-lemma}[2021/08/11 Enthält die
                      2993 Definitionen für das Pumping-Lemma in der Regulären Sprache und
                      2994 in der Kontextfreien Sprache]
   \bPumpingRegulaer
                      2995 \def\bPumpingRegulaer{%
                           Es sei $L$ eine reguläre Sprache. Dann gibt es eine Zahl $j$, sodass für
                            alle Wörter $\omega \in L$ mit $|\omega| \geq j$ (jedes Wort $\omega$ in
                            $L$ mit Mindestlänge $j$) jeweils eine Zerlegung $\omega = uvw$
                      2998
                            existiert, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
                      2999
                      3000
                      3001
                            \begin{enumerate}
                      3002
                           \item $|v| \geq 1$
                      3003
                           (Das Wort $v$ ist nicht leer.)
                      3004
                      3005
                            \item $|uv| \leq j$
                      3006
                            (Die beiden Wörter $u$ und $v$ haben zusammen höchstens die Länge $j$.)
                      3007
                            \item Für alle $i = 0, 1, 2, \dots$ gilt $uv^iw \in L$
                      3008
                            (Für jede natürliche Zahl (mit $0$) $i$ ist das Wort $uv^{i}w$ in der
                      3009
                            Sprache $L$)
                      3010
                            \end{enumerate}
                      3011
                      3012
                           Die kleinste Zahl $j$, die diese Eigenschaften erfüllt, wird
                      3013
                      3014 Pumping-Zahl der Sprache $L$ genannt.\footcite{wiki:pumping-lemma}
                      3015 }
\bPumpingKontextfrei
                      3016 \def\bPumpingKontextfrei{%
                            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
                      3019
                            $\omega = uvwxy$, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
                      3020
                      3021
                            \begin{enumerate}
                            \item $|vx| \geq 1$
                      3022
                      3023
                           (Die Wörter $v$ und $x$ sind nicht leer.)
                      3024
                      3025
                            \item $|vwx| \leq j$
                      3026
                            (Die Wörter $v$, $w$ und $x$ haben zusammen höchstens die Länge $j$.)
                      3027
                            \item Für alle i \in \mathbb{N}_0 gilt u v^i w x^i y in L$ (Für jede)
                      3028
                            natürliche Zahl (mit $0$) $i$ ist das Wort $u v^i w x^i y$ in der
                      3029
                            Sprache $L$)
                      3030
                            \end{enumerate}
                      3031
                      3032 }
                      3033
```

relationale-algebra.sty

```
3034 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
3035 \ProvidesPackage{bschlangaul-relationale-algebra}[2020/12/11]
3036 \RequirePackage{amsmath}
3037 \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}
```



```
3038 \RequirePackage{tikz}
                                                                              3039 \usetikzlibrary{positioning}
                                                                                            Privates Makros, das zwei Querstriche erzeugt.
                                                                              3040 \ensuremath{\def\o@join{\setbox0=\hbox{\$\bowtie\$}}\%}
                                                                                                     3042 }
   \leftouterjoin A \leftouterjoin B: A \bowtie B
                                                                              3043 \def\leftouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie}}
\rightouterjoin A \rightouterjoin B: A \bowtie B
                                                                              3044 \end{area} $1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 10000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 1000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 100000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 10000 = 100000 = 100000 = 100000 = 100000 = 100000 = 10000000 = 1000000 = 1000000 = 1000000 = 10000000 = 10000000 = 1000000
   \fullouterjoin A \fullouterjoin B: A \bowtie B
                                                                              3045 \def\fullouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}
                                                                              3046
```

rmodell.sty

```
3047 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                          3048 \ProvidesPackage{bschlangaul-rmodell}[2020/09/01
                          3049 Makros und Umgebungen zum Setzen des Relationenmodells beim Thema
                          3050 Datenbanken.]
                          3051 \RequirePackage{soul}
                          Faulenzer
                          \let\a=\bAttribut
                          \let\f=\bFremd
                          \let\p=\bPrimaer
                          \let\r=\bRelationMenge
                          \bPrimaer{text}: Unterstreichung für den Primärschlüssel
                          3052 \def\bPrimaer#1{\ul{#1}}
                 \bFremd \bFremd{text}: Überstreichung für den Fremdschlüssel
                          3053 \def\bFremd#1{{\setul{-0.9em}{}\ul{#1}}}
               liRmodell \begin{liRmodell} \end{liRmodell}: Kleinere Schrift und Schreibmaschinenschrift.
                          3054 \def\li@Rmodell@Schrift{\footnotesize\ttfamily}
                          3055 \ExplSyntaxOn
                          3056 \NewDocumentEnvironment { liRmodell }
                          3057 { +b }
                          3058 {
                          3059
                               \medskip
                          3060
                               Ł
                                  3061
                          3062
                                  \setlength{\parindent}{0pt}
                          3063
                                  \li@Rmodell@Schrift#1
                          3064
                               }
                          3065
                               \medskip
                          3066 } {}
                          3067 \ExplSyntaxOff
                          Makro-Faulenzer: \let\r=\liRelationMenge
         \bRelationMenge
                              \bRelationMenge{name}{attribut, attribut}: Umhüllen der Attribute mit geschweiften
                          und dann eckigen Klammern.
                          3068 \def\bRelationMenge#1#2{
                          3069\noindent
                          3070 #1 : \{[ #2 ]\}
                          3071 \par
                          3072 }
              \bAttribut Makro-Faulenzer: \let\a=\liAttribut
                             \bAttribut{text}: Gleiche Schrift wie Umgebung liRmodell
                          3073 \def\bAttribut#1{{\li@Rmodell@Schrift#1}}
{\tt 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}
                          3074 \NewDocumentEnvironment { liRelationenSchemaFormat }{ +b } {} {}
                          3075
```

sortieren.sty

```
3076 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3077 \ProvidesPackage{bschlangaul-sortieren}[2020/06/10 Schaubilder
3078 für händisches Sortieren bzw. einen Schreibtischlauf setzen]
\tikz[
   rectangle split parts=5,
]{
   \node[li sortierung zahlenreihe] (reihe) {\nodepart{one} 2 \nodepart{two} 1 \nodepart{three} :
   \bSortierPfeil{one}{two}
   \bSortierPfeil{two}{three}
   \bSortierPfeil{two}{three}
   \bSortierPfeilUnten{three}{one}
}
```

```
2 1 3
```

```
3079 \RequirePackage{tikz}
3080 \usetikzlibrary{shapes.multipart,positioning}
```

\bVertauschen

```
3081 \def\bVertauschen#1{
3082 \directlua{
3083    local sortieren = require('bschlangaul-sortieren')
3084    sortieren('#1')
3085 }
3086}
```

\bSortierPfeil

```
3087 \def\bSortierPfeil#1#2{
3088 \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 north) -- ++(0,0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 north);
3089}
```

\bSortierPfeilUnten

```
3090 \def\bSortierPfeilUnten#1#2{
3091 \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 south) -- ++(0,-0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 south);
3092}
```

\bSortierMarkierung

```
3093 \def\bSortierMarkierung#1#2{\node[
3094
    draw,
3095
     very thick,
    fit=(reihe.#1) (reihe.#2),
3096
3097
     inner sep=0pt
3098] {};
3099 }
3100 \tikzset{
3101 li sortierung zahlenreihe/.style={
3102
       draw,
       thin,
3103
3104
       font=\large,
       rectangle split horizontal,
3105
       rectangle split,
3106
3107 }
3108 }
```

```
3109 % https://tex.stackexchange.com/a/140895
3110 \RequirePackage{forest, xstring}
3111 \usetikzlibrary{calc}
3112
3113 \makeatletter
3114 \pgfmathdeclarefunction{strrepeat}{2}{%
     \begingroup\pgfmathint{#2}\pgfmath@count\pgfmathresult
3116
       \let\pgfmathresult\pgfutil@empty
       \pgfutil@loop\ifnum\pgfmath@count>0\relax
3117
         \expandafter\def\expandafter\pgfmathresult\expandafter{\pgfmathresult#1}%
3118
3119
         \advance\pgfmath@count-1\relax
       \pgfutil@repeat\pgfmath@smuggleone\pgfmathresult\endgroup}
3120
3121 \makeatother
3122
3123 \def\myNodes{}
3124
3125 \ExplSyntaxOn
3126 \newcommand*\sortList[1] {%
     \clist_sort:Nn#1{\int_compare:nNnTF{##1}>{##2}\sort_return_swapped:\sort_return_same:}}
3128 \ExplSyntaxOff
3129
3130 \forestset{
     sort/.code={%
3131
       \pgfmathparse{level()>\forestSortLevel}%
3132
       \ifnum\pgfmathresult=0
3133
         \StrSubstitute{\forestov{content}}{ }{,}[\myList]%
3134
         \sortList\myList
3135
3136
         \StrSubstitute{\myList}{,}{ }[\myList]%
         \pgfmathparse{strrepeat("1",level())}%
3137
         3138
           (m\forestov{name}) {\myList}}%
3139
         \pgfmathparse{level()==\forestSortLevel}%
3140
3141
         \ifnum\pgfmathresult=1
           \forestOget{\forestov{@first}}{name}\forestFirst
3142
           \forestOget{\forestov{@last}}{name}\forestLast
3143
           \xappto\myNodes{{[<-]edge (\forestOv{\forestov{@first}}{name})</pre>
3144
             \ifx\forestFirst\forestLast\else edge (\forestOv{\forestov{@last}}{name})\fi}}%
3145
         \fi
3146
         \ifnum\forestov{@parent}=0\else
3147
           \xappto\myNodes{edge (m\forestOv{\forestov{@parent}}{name})}%
3148
3149
3150
         \gappto\myNodes{;}%
3151
       fi}
3152
3153 \forestset{sort level/.code=%
     \pgfmathparse{#1}\let\forestSortLevel\pgfmathresult
3154
     \pgfmathparse{strrepeat("1",\forestSortLevel+1)}\let\forestOnes\pgfmathresult}
3155
```

3156

spalten.sty

```
3157 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
{\tt 3158 \ Provides Package \{bschlangaul-spalten\}[2020/12/07\ L\"{a}dt\ das\ Paket]}
3159\,\mbox{\tt ``multicol"}, damit mehrspaltiger Satz mit Hilfe der Umgebung <code>"multicols"</code>
3160 realisiert werden kann.]
3161 \RequirePackage{multicol}
```

 $\verb|\bSpaltenUmbruch| Spezieller Spaltenumbruch, der den Inhalt mit Hilfe von \verb|\vfill| strut| \\$ nach oben schiebt.

 $3162 \end{area} and the struct \end{area} area of the struct \end{area} are the structure \end{area} a$

3163

sql.sty

```
3164 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3165 \ProvidesPackage{bschlangaul-tabelle}[2021/09/02 Zu Setzen von SQL]
```

Latex-Markup-Beispiel

```
\begin{bAdditum}[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{bAdditum}
3166 \bLadePakete{syntax}
3167 \RequirePackage{fancyvrb}
3168 \DefineVerbatimEnvironment{liSqlErgebnis}{Verbatim}
3169 {fontsize=\footnotesize}
3170
```

struktogramm.sty

3171 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3172 \ProvidesPackage{bschlangaul-struktogramm}[2021/01/31 Lädt das
3173 Paket struktex zum Setzen von Struktogrammen]
3174 \RequirePackage{struktex}
3175

syntax.sty

```
3176 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3177 \ProvidesPackage{bschlangaul-syntax}[2020/06/10 Ein Hüll-Paket um
3178 `minted`, das sich um die Syntax-Hervorhebung des Java-Codes kümmert.]
3179 \RequirePackage{xparse}
```

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

Faulenzer

```
\let\j=\bJavaCode
\let\s=\bSqlCode
3180 \ExplSyntaxOn
3181 \directlua{
3182 syntax = require('bschlangaul-syntax')
3183 syntax.importiere_konfiguration('tex_repo_lokaler_pfad', '\LehramtInformatikRepository')
3184 syntax.importiere_konfiguration('github_domain', '\LehramtInformatikGithubDomain')
3185 syntax.importiere_konfiguration('github_raw_domain', '\LehramtInformatikGithubRawDomain')
     syntax.importiere_konfiguration('github_tex_repo', '\LehramtInformatikGithubTexRepo')
     syntax.importiere_konfiguration('github_code_repo', '\LehramtInformatikGithubCodeRepo')
3188
    syntax.importiere_konfiguration('git_branch', '\LehramtInformatikGitBranch')
3189 }
3190 \RequirePackage{hyperref}
3191 \RequirePackage{minted}
3192 % pygmentize -L styles
3193 \usemintedstyle{colorful}
3194 %\BeforeBeginEnvironment{minted}{\begin{mdframed}}
3195 %\AfterEndEnvironment{minted}{\end{mdframed}}
3196 %\setminted{breaklines=true,linenos}
3197\setminted
3198 {
3199 breaklines=true,
3200 linenos=false,
3201 fontsize=\footnotesize,
3202 }
Eine Umgebung für Java-Code, ohne Zeilennummer und etwas eingerückt um den Java-
Code in Angaben / Aufgabestellungen zu setzen.
3203 \newminted[bJavaAngabe]{java}
```

bJavaAngabe

```
3204 {
3205 xleftmargin=1cm
3206 }
```

\bJavaCode

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

Makro-Faulenzer: \let\j=\liJavaCode

```
3207 \def\bJavaCode#1
3208 {
3209
3210
     \textcolor{blue}{
3211
        \mintinline[
3212
          fontsize=\normalsize,
          breakanywhere % https://github.com/gpoore/minted/issues/31#issuecomment-
3213
   458640242
       ]{java}|#1|
3214
3215
3216
     ١,
3217 }
```

```
\bLatexCode Im Zeilenfluss einen kurzen LATEX-Code-Ausschnitt setzen.
                 3218 \def\bLatexCode#1
                 3219 {
                 3220
                       \mintinline{latex}|#1|
                 3221 }
                 3222 \def\li@GithubLink#1#2
                 3223 {
                 3224
                       \begin{flushright}
                 3225
                         \tinv
                         Code-Beispiel~auf~Github~ansehen:~
                 3226
                         \href{#1}{\nolinkurl{#2}}
                 3227
                       \end{flushright}
                 3228
                 3229 }
                 Eine komplette Java-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/main/java/org/bschlangaul
    \bJavaDatei
                 3230 \NewDocumentCommand{ \bJavaDatei }{ O{firstline=3} m }
                 3231 {
                 3232
                       \inputminted[#1]{java}{
                 3233
                         \directlua{
                 3234
                            syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', false)
                 3235
                       }
                 3236
                       \label{ligGithubLink} \
                 3237
                 3238
                         {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', false)}}
                 3239
                         {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', false)}}
                 3240 }
\bJavaTestDatei
                 Eine komplette Java-Test-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/test/java/org/bschlangaul
                 3241 \NewDocumentCommand{ \bJavaTestDatei }{ O{firstline=3} m }
                 3242 {
                       \inputminted[#1]{java}{
                 3244
                         \directlua{
                 3245
                            syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', true)
                 3246
                 3247
                       }
                       \li@GithubLink
                 3248
                         {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', true)}}
                 3249
                 3250
                         {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', true)}}
                 3251 }
                 \bJavaExamen{66116}{2015}{03}{Kunde} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \\bJavaDatei(\[.*
   \bJavaExamen
                 \\bJavaExamen$1{$2}{$3}{$4}{$5}
                 3252 \NewDocumentCommand{ \bJavaExamen }{ O{firstline=3} m m m m }
                 3253 {
                 3254
                       \inputminted[#1]{java}{
                 3255
                         \directlua{
                            syntax.drucke_absoluten_examens_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')
                 3256
                 3257
                       }
                 3258
                 3259
                 3260
                       \li@GithubLink
                       {\directlua{syntax.drucke_github_examens_url('#2', '#3', '#4', '#5')}}
                       {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
                 3262
                 3263 }
\bAssemblerCode
                 3264 \def\bAssemblerCode#1
                 3265 {
                       \mintinline{asm}|#1|
                 3266
                 3267 }
```

```
\bAssemblerDatei \bAssemblerDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Assembler-Datei.
                    3268 \NewDocumentCommand { \bAssemblerDatei } { m }
                    3270
                         \inputminted{asm}{#1}
                    3271 }
\bMinispracheDatei \bMinispracheDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Minisprachen-Datei
                    (Hochsprache für die Minimaschine von Albert Wiedemann).
                    3272 \NewDocumentCommand { \bMinispracheDatei } { m }
                    3274 \inputminted{componentpascal}{#1}
                    3275 }
     \bHaskellCode
                    \bHaskellCode{haskell}: Zum Setzen von Haskell-Code.
                    3276 \def\bHaskellCode#1
                    3278 \mintinline{haskell}|#1|
                    3279 }
   \bHaskellDatei \bHaskellDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Haskell-Datei.
                    3280\,\mbox{\em NewDocumentCommand} { \bHaskellDatei } { m }
                    3281 {
                    3282 \inputminted{haskell}{#1}
                    3283 }
                    \begin{cases} \textbf{SQL-Code.} \end{bmatrix}
         \bSqlCode
                    Makro-Faulenzer: \let\s=\liSqlCode
                    3284 \def\bSqlCode#1
                    3285 {
                    3286
                         \mintinline{sql}|#1|
                    3287 }
                    3288 \ExplSyntaxOff
                    3289
```

syntaxbaum.sty

 ${\tt 3290 \backslash NeedsTeXFormat\{LaTeX2e\}[1995/12/01]}$

 ${\tt 3291 \ Provides Package \{bschlangaul-syntax baum\}[2021/02/14 \ Zum \ Setzen \ von \ Von \ Setzen \ Von \ Von$

3292 Syntaxbäumen mit Hilfe des Pakets tikz-qtree]

TeX-Markup-Beispiel

```
\begin{tikzpicture}[b syntaxbaum,level distance=1cm]
\Tree [.S 0 [ 0 [.S $\varepsilon$ ] 0 ] 0 ]
\end{tikzpicture}
```



```
3293 \RequirePackage{tikz-qtree}
3294\tikzset{b syntaxbaum/.style={
3295
       every internal node/.style={
3296
          draw,circle
3297
        every leaf node/.style={
3298
3299
          draw, rectangle
3300
     }
3301
3302 }
3303
```

synthese-algorithmus.sty

```
3304 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3305 \ProvidesPackage{bschlangaul-synthese-algorithmus}[2021/03/19
3306 Hilfsmakros zum Setzen des Synthese-Algroithmuses zur Umformung einer
3307 Relation in die 3. Normalform]
3308 \bLadePakete{
3309 normalformen,
3310 mathe,
3311 typographie
3312 }
3313 \ExplSyntaxOn
```

Faulenzer

\let\schrittE=\bSyntheseUeberErklaerung

TeX-Markup Grundgerüst

```
\let\schrittE=\bSyntheseUeberErklaerung
\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=\bLinksReduktionInline
\let\fa=\bFunktionaleAbhaengigkeit
\let\m=\bAttributMenge
\let\b=\textbf

\bPseudoUeberschrift{\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}

\bPseudoUeberschrift{\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=\bRechtsReduktionInline
\let\fa=\bFunktionaleAbhaengigkeit
\bPseudoUeberschrift{F}

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

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

TeX-Markup Relationen formen

```
\let\r=\bRelation
\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 $\beta \subseteq AttrHülle(F, \alpha - A)$.

(ii) Rechtsreduktion

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

(iii) Löschen leerer Klauseln

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

(iv) Vereinigung

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

(b) Relationsschemata formen

— Erzeuge für jede funktionale Abhängigkeit $\alpha o \beta \in F_c$ 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_{α} , die in einem anderen Relationenschema $R_{\alpha'}$ enthalten sind, d. h. $R_{\alpha} \subseteq R_{\alpha'}$.

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

```
3314 \def\bSyntheseUeberschrift#1
3315 {
3316
        \bfseries
3317
        \rmfamily
3318
        \str_case:nn {#1} {
3319
          {1} {Kanonische~Überdeckung}
3320
          {1-1} {Linksreduktion}
3321
3322
          {1-2} {Rechtsreduktion}
```

```
{1-3} {Löschen~leerer~Klauseln}
                                                    3323
                                                    3324
                                                                           {1-4} {Vereinigung}
                                                    3325
                                                                           {2} {Relationsschemata~formen}
                                                    3326
                                                                           {3} {Schlüssel~hinzufügen}
                                                    3327
                                                                           {4} {Entfernung~überflüssiger~Teilschemata}
                                                    3328
                                                                 }
                                                    3329
                                                    3330 }
                                                    Makro-Faulenzer: \let\erklaerung=\liSyntheseErklaerung
\bSyntheseErklaerung
                                                    3331 \def\li@synthese@erklaerung@texte#1
                                                    3332 {
                                                                  \str_case:nn {#1} {
                                                    3333
                                                                       {1} {
                                                    3334
                                                    3335
                                                                           Die~kanonische~Überdeckung~-~also~die~kleinst~mögliche~noch~
                                                    3336
                                                                           äquivalente~Menge~von~funktionalen~Abhängigkeiten~kann~in~vier~
                                                                           Schritten~erreicht~werden.
                                                    3337
                                                    3338
                                                    3339
                                                                       {1-1} {
                                                                           Führe~für~jede~funktionale~Anhängigkeit~
                                                    3340
                                                                           $\alpha~\rightarrow~\beta~\in~F$~die~Linksreduktion~durch,~
                                                    3341
                                                    3342
                                                                           überprüfe~also~für~alle~
                                                    3343
                                                                           $A~\in~\alpha$,~ob~$A$~überflüssig~ist,~d.~h.~ob~
                                                                           $\beta~\subseteq~\bAttributHuelle{F,~\alpha~-~A}.$
                                                    3344
                                                                      }
                                                    3345
                                                                       {1-2} {
                                                    3346
                                                                           Führe~für~jede~(verbliebene)~funktionale~Abhängigkeit~$\alpha~
                                                    3347
                                                    3348
                                                                           \rightarrow~\beta$~die~Rechtsreduktion~durch,~""uberpr\"ife~also~f\"ir~
                                                    3349
                                                                           alle~B^{\sin}\in~\beta$,~ob~B^{\sin}\in~\bAttributHuelle{F~-~(\alpha~
                                                    3350
                                                                           \rightarrow~\beta)~\cup~(\alpha~\rightarrow~(\beta~-~B)),~
                                                                           \alpha}$~gilt.~In~diesem~Fall~ist~B~auf~der~rechten~Seite~
                                                    3351
                                                    3352
                                                                           überflüssig~und~kann~eleminiert~werden,~\dh~$\alpha~
                                                    3353
                                                                           \rightarrow~\beta$~wird~durch~$\alpha~\rightarrow~(\beta~-~B)$~
                                                    3354
                                                                           ersetzt.
                                                                      }
                                                    3355
                                                                       \{1-3\}
                                                    3356
                                                                           Entferne~die~funktionalen~Abhängigkeiten~der~Form~$\alpha~
                                                    3357
                                                                           \rightarrow~\emptyset$,~die~im~2.~Schritt~möglicherweise~
                                                    3358
                                                                           entstanden~sind.
                                                    3359
                                                    3360
                                                    3361
                                                                       \{1-4\} {
                                                    3362
                                                                           Fasse~mittels~der~Vereinigungsregel~funktionale~Abhängigkeiten~
                                                    3363
                                                                           der~Form~$\alpha~\rightarrow~\beta\sb{1},~\dots,~\alpha~\rightarrow~
                                                    3364
                                                                           \beta\sb{n}$,~so~dass~$\alpha~\rightarrow~\beta\sb{1}~\cup~\dots~\cup~
                                                                           \beta\sb{n}$~verbleibt.
                                                    3365
                                                                      }
                                                    3366
                                                                      % Kemper Seite 197
                                                    3367
                                                                       {2} {
                                                    3368
                                                                           Erzeuge~für~jede~funktionale~Abhängigkeit~$\alpha~\rightarrow~
                                                    3369
                                                    3370
                                                                           3371
                                                                            :=~\alpha~\cup~\beta$.
                                                                       }
                                                    3372
                                                                       {3} {
                                                    3373
                                                                           Falls~eines~der~in~Schritt~2.~erzeugten~Schemata~$R\sb{\alpha}$~
                                                    3374
                                                    3375
                                                                           einen~Schlüsselkandidaten~von~$\mathcal{R}$~bezüglich~$F\sb{c}$~
                                                    3376
                                                                           enthält,~sind~wir~fertig,~sonst~wähle~einen~Schlüsselkandidaten~
                                                    3377
                                                                           \mathbf{K}^{\subseteq^\mathrm{R}}_{\aus^\mathrm{R}}
                                                                           zus \verb"attzliche-Schema:-$\mathbb{R}\ \mathsf{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^{=-\mathbb{K}}^
                                                    3378
                                                    3379
                                                                           und~$\mathcal{F}\sb{\mathcal{K}}~:=~\emptyset$
                                                    3380
                                                    3381
                                                                       {4} {
                                                                           Eliminiere~diejenigen~Schemata~$R\sb{\alpha}$,~die~in~einem~
                                                    3382
                                                                           anderen~Relationenschema~$R\sb{\alpha'}$~enthalten~sind,~d.~h.~
                                                    3383
                                                    3384
                                                                           $R\sb{\alpha}~\subseteq~R\sb{\alpha'}$.
```

```
3386
                            3387 }
                            3388 \verb|\def| bSyntheseErklaerung#1|
                            3389 {
                            3390 {
                            3391
                                     \itshape
                            3392
                                    \footnotesize
                                    \bParagraphMitLinien{\li@synthese@erklaerung@texte{#1}}
                            3393
                            3394
                            3395 }
                            Makro-Faulenzer: \let\schrittE=\liSyntheseUeberErklaerung
\bSyntheseUeberErklaerung
                            3396 \def\bSyntheseUeberErklaerung#1
                            3397 {
                                  \bSyntheseUeberschrift{#1}\par
                            3398
                            3399 \bSyntheseErklaerung{#1}
                            3400 }
                            3401 \ExplSyntaxOff
                            3402
```

3385

tabelle.sty

```
3403 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3404 \ProvidesPackage{bschlangaul-tabelle}[2020/12/05 Lädt das Paket tabluarx]
3405 \RequirePackage{tabularx}
3406
```

tex-dokumentation.sty

```
3407 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
                   3408 \ProvidesPackage{bschlangaul-tex-dokumentation}[2021/09/12 Hilfsmakros
                   3409 für die DTX-Dokumentation]
                   3410 \ExplSyntaxOn
                   3411 \RequirePackage{mdframed}
                   3412 \newenvironment{bBeispiel}
                   3413 {
                   3414
                         \begin{mdframed}
                   3415 }
                   3416 {
                         \end{mdframed}
                   3417
                   3418}
                   \verb|\bMakroFaulenzer{|}| Abk\"urzung| } {\langle Makroname ohne Schr\"agstrich|} 
\bMakroFaulenzer
                   3419 \cs_new:Npn \let_abkuerzung:nn #1 #2
                   3420 {
                   3421
                         \texttt
                   3422
                   3423
                            \textbackslash let
                   3424
                            \textbackslash#1
                   3425
                   3426
                            \textbackslash#2
                   3427 }
                   3428 }
                   3429 \def\bMakroFaulenzer #1 #2
                   3430 {
                   3431
                         \par
                   3432
                         \noindent
                         \textbf{Makro-Faulenzer:~}
                   3433
                   3434
                         \let_abkuerzung:nn {#1}{#2}
                   3435
                   3436 }
                   3437 \prop_new: N \l_faulenzer_prop
     \bFaulenzer
                   3438 \def\bFaulenzer#1
                   3439 {
                         \prop_clear:N \l_faulenzer_prop
                   3440
                         \prop_put_from_keyval:Nn \l_faulenzer_prop {#1}
                   3441
                         \subsubsection{Faulenzer}
                   3442
                   3443
                         \prop_map_inline: Nn \l_faulenzer_prop
                   3444
                   3445
                            \noindent
                   3446
                            \let_abkuerzung:nn {##1} {##2}
                   3447
                            \par
                         }
                   3448
                   3449
                         \bigskip
                   3450 }
                   3451 \ExplSyntaxOff
                   3452
```

typographie.sty

3484 \ExplSyntaxOff

3485

```
3453 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
                        3454 \ProvidesPackage{bschlangaul-typographie}[2021/03/20 Typographische Makros,
                        3455 die das Erscheinungsbild verändern. Die Schriftdefinition sind in
                        3456 formatierung.sty definiert.]
                        3457 \ExplSyntaxOn
                           Mit dem Packet wasysym gab es Unverträglichkeiten, deshalb verwenden wir fontawe-
                        3458 \RequirePackage{fontawesome}
                       \bErledigt: У
           \bErledigt
                        3459 \let\bErledigt=\faCheckSquareO
        \bNichtsZuTun \bNichtsZuTun: ∅ Nichts zu tun
                        3460 \def\bNichtsZuTun{$\emptyset$~Nichts~zu~tun}
 \bParagraphMitLinien
                       \bParagraphMitLinien{Lorem ipsum...}:

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

                        sit, ipsum dolor sit -
                        3461 \def\bParagraphMitLinien#1
                        3462 €
                        3463
                             \noindent
                        3464
                             \vrule height 2pt depth -1.6pt width 0.4cm
                        3465
                             \enspace
                        3466
                             #1
                        3467
                             \leaders\vrule height 2pt depth -1.6pt \hfill \null
                        3468
                        3469
                             \par
                        3470
                             \medskip
                        3471 }
\bGeschweifteKlammern Große geschweifte Klammer mit Istgleich-Zeichen.
                          Variable = 
                                                               Inhalt
                        3472 \def\bGeschweifteKlammern#1#2#3#4
                        3473 {
                        3474
                             \par
                        3475
                             \medskip
                        3476
                             \noindent
                             #1 \, = \beta \
                        3477
                             \vspace{#3}
                        3478
                             #2
                        3479
                        3480
                             \vspace{#4}
                             \begin{flushright}$\Bigr\}$\end{flushright}
                        3481
                        3482
                             \par
                        3483 }
```

uml.sty

\bUmlLeserichtung

3514

3515

\def\@liPos{above}

```
3486 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
3487 \ProvidesPackage{bschlangaul-uml}[2020/06/13 Ein Hüll-Paket um
3488 `tikz-uml', das einige Design-Einstellungen vornimmt und manche
3489 Erweiterung bereitstellt]
3490 \RequirePackage{tikz-uml}
3491 \RequirePackage{tikz-uml-activity}
   Not compatible with wasysym
3492 %\RequirePackage{mathabx}
3493 \RequirePackage{wasysym}
3494 \usetikzlibrary{positioning}
3495 \tikzumlset{
    fill class=white!0,
     font=\footnotesize,
3497
     fill object=white!0,
3498
     fill note=white!0,
3499
3500 fill state=white!0,
3501 % Use case
3502
    fill usecase=white!0,
3503
    fill system=white!0,
3504 }
                                                                    \llenumeration\gg
                 TicketHandel
                                                                       Kategorie
    - system: TicketHandel
                                                                    ERWACHSEN
    - verkaufte Tickets: int
                                                                    KIND
    - TicketHandel()
     + gibInstanz(): TicketHandel
                                                                      ≪interface≫
     +ticketKaufen(kategorie: Kategorie): Ticket
                                                                         Ticket
                                                  -≪use≫
     + gibVerkaufteTickets(): int
                                                                    gibPreis(): double
             benutzt V
                                              ≪use≫
                       - druckerei
                TicketDruckerei
                                                                                   KinderTicket
                                                      ErwachsenenTicket
                                                      - preis: double = 15.0
                                                                                - preis: double = 10.0
    + erstelleTicket(kategorie: Kategorie): Ticket
 \umluniassoc[arg1=,mult2=1,arg2=- druckerei,name=benutzt]{TicketHandel}{TicketDruckerei}
 \bUmlLeserichtung[pos=below left,dir=down,distance=0cm]{benutzt}
3505 \NewDocumentCommand{ \bUmlLeserichtung } { O{dir=right} m }
3506 {
3507
     \def\@liDirLeft{}
     \def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}
3508
     \pgfkeys{/lese/dir/.is choice}
3509
     \pgfkeys{/lese/dir/up/.code={\def\@liDirRight{ \UParrow}}}
3510
     \pgfkeys{/lese/dir/down/.code={\def\@liDirRight{ \DOWNarrow}}}
3511
3512
     \pgfkeys{/lese/dir/left/.code={\def\@liDirRight{}\def\@liDirLeft{\LEFTarrow }}}
     \pgfkeys{/lese/dir/right/.code={\def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}}}}
3513
```

```
\pgfkeys{/lese/pos/.code={\def\@liPos{##1}}}
3516
3517
     \def\@liDistance{0cm}
3518
     \pgfkeys{/lese/distance/.code={\def\@liDistance{##1}}}
3519
3520
3521
     \pgfkeys{/lese/.cd,#1}
3522
     \node[\@liPos = \@liDistance of #2-middle] {
3523
       \@liDirLeft{\footnotesize#2}\@liDirRight
3524
3525
3526 }
3527
```

```
vollstaendige-induktion.sty
3528 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
3529 \ProvidesPackage{bschlangaul-vollstaendige-induktion}[2021/07/01
3530 Hilfsmakros zum Setzen der Vollständigen Induktion, vor allem die
3531 Überschriften für die einzelnen Schritte]
Faulenzer
\let\m=\bInduktionMarkierung
\let\e=\bInduktionErklaerung
 \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
     {(4n + 2) \cdot (2n)! \cdot m{\cdot (n + 1)}}
     {(n + 2) \cdot (n + 1)! \cdot (n + 1)}
& \{(n + 1)\} multipliziert} \\
 \& = \frac
     {(4n + 2) \cdot m\{(n + 1) \cdot (2n)!}}
     {(n + 2) \cdot (n + 1)! \cdot \m{(n + 1) \cdot n!}}
 & \e{umsortiert} \\
 \& = \frac
     {m{(2(n + 1))!}}
     {m{(n + 2)! \cdot (n + 1)!}}
& \e{Hilfsgleichungen verwendet}\\
 \& = \frac
     \{(2(\mbox{$n + 1$}))!\}
     \{((\mbox{$\mathbb{N}$} + 1\}) + 1)! \ \mbox{$\mathbb{N}$} 
 & \{(n + 1)\} verdeutlicht\}
 \end{align*}
   Lade häufig benötigte Pakete
3532 \bLadePakete{
3533 typographie,
3534 mathe,
3535 syntax
3536 }
3537 \ExplSyntaxOn
```

\bInduktionMarkierung

Hilfsmakro um Teile von mathematischen Formeln markieren zu können.

Makro-Faulenzer: \let\m=\liInduktionMarkierung

```
3538 \def\bInduktionMarkierung#1 3539 {
```

```
3540 \textcolor{violet}{#1}
                         3541 }
                         Gedacht für die rechte Spalte in der align-Umgebung. Das text-Makro ist dann nicht
  \bInduktionErklaerung
                         mehr nötig.
                         Makro-Faulenzer: \let\e=\liInduktionErklaerung
                         3542 \def\bInduktionErklaerung#1
                         3543 {
                              \scriptsize\text{#1}
                         3544
                         3545 }
      \bInduktionAnfang
                         3546 \def\bInduktionAnfang{
                              \bPseudoUeberschrift{Induktionsanfang}
                         3547
                         3548
                              3549
                         3550
                              \bParagraphMitLinien{
                                Beweise, ~dass~$A(1)$~eine~wahre~Aussage~ist.
                         3551
                         3552
                              }
                         3553 }
\bInduktionVoraussetzung
                         3554 \def\bInduktionVoraussetzung{
                         3555
                              \bPseudoUeberschrift{Induktionsvoraussetzung}
                         3556
                              % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
                         3557
                         3558
                              \bParagraphMitLinien{
                         3559
                                Die~Aussage~$A(k)$~ist~wahr~für~ein~beliebiges~$k \in \mathbb{N}$.
                         3560
                              }
                         3561 }
     \bInduktionSchritt
                         3562 \def\bInduktionSchritt{
                              \bPseudoUeberschrift{Induktionsschritt}
                         3565
                              % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
                         3566
                              \bParagraphMitLinien{
                         3567
                                Beweise, ~dass~wenn~$A(n=k)$~wahr~ist,~
                                auch~$A(n=k+1)$~wahr~sein~muss.
                         3568
                         3569
                              }
                         3570 }
                         3571 \ExplSyntaxOff
                         3572
```

wasserfall.sty

```
3573 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3574 \ProvidesPackage{bschlangaul-wasserfall}[2020/06/10 Zu Setzen des
3575 Diagramms zum Wasserfallmodell]
```

Latex-Markup-Beispiel

```
\begin{tikzpicture}[b wasserfall]
 \node {Systemanforderung}; % A-1
 \node {Softwareanforderung};
 \node {Analyse};
 \node {Entwurf};
 \node {Implementierung};
 \node {Test};
 \node {Betrieb};
 \foreach \i [count=\j] in \{2, ..., 7\}
   \draw[->, thick] (A-\i) -| (A-\j);
   \draw[->, thick] (A-\j) -| (A-\i);
 \end{tikzpicture}
3576 \RequirePackage{tikz}
3577 \usetikzlibrary{chains,positioning,shadows}
3578 \tikzset{
3579 b wasserfall/.style={
3580
       >=stealth,
3581
       node distance = 2mm and -8mm,
       start chain = A going below right,
3582
       every node/.style = {
3583
3584
         draw,
          text width=24mm,
3585
3586
         minimum height=12mm,
3587
          align=center,
3588
          inner sep=1mm,
3589
          fill=white,
3590
          drop shadow={fill=black},
3591
          on chain=A
3592
3593
     }
3594 }
3595
```

wpkalkuel.sty

```
3596 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
                           3597 \ProvidesPackage{bschlangaul-wpkalkuel}[2020/06/13 Hilfsmakros zum
                           3598 Setzen des WP-Kalküls]
                           Faulenzer
                           \let\wp=\bWpKalkuel
                           \let\equivalent=\bWpEquivalent
                           \let\erklaerung=\bWpErklaerung
                           3599 \RequirePackage{amsmath}
                           3600 \ExplSyntaxOn
                           Makro-Faulenzer: \let\wp=\liWpKalkuel
            \bWpKalkuel
                           3601 \verb|\def| bWpKalkuelOhneMathe#1#2|
                           3602 {
                                 \text{wp}(\texttt{\scriptsize"#1"},\thinspace #2)
                           3603
                           3604 }
                           3605 \ensuremath{\mbox{def}\bWpKalkuel#1#2{}}
                           3606
                                \ifmmode
                                   \bWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}
                           3607
                           3608
                           3609
                                   $\bWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}$
                           3610
                                \fi
                           3611 }
                           3612 \cs_new: Npn \mathe_umgebung:n #1
                           3613 {
                                \medskip
                           3614
                           3615
                           3616
                                 \hspace{1em}#1
                           3617
                           3618
                                \medskip
                           3619 }
\bWpPseudoMatheUmgebung
                           3620 \def\bWpPseudoMatheUmgebung#1
                           3621 {
                           3622
                                \mbox{mathe\_umgebung:n} 1
                           3623 }
                           Makro-Faulenzer: \let\equivalent=\liWpEquivalent
         \bWpEquivalent
                           3624 \def\bWpEquivalent#1
                           3625 {
                           3626
                                \mathe_umgebung:n {
                           3627
                                   $\equiv$
                           3628
                                   \hspace{1em}
                                   $#1$
                           3629
                           3630 }
                           3631 }
                           Makro-Faulenzer: \let\erklaerung=\liWpErklaerung
         \bWpErklaerung
                           3632 \newlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}
                           3633 \def\bWpErklaerung#1
                           3634 {
                                 \setlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}{\leftskip}
                           3635
                                 \setlength{\leftskip}{0.5cm}
                           3636
                           3637
                           3638
                                \par
                           3639
                                \noindent
                           3640
                                {
```

```
3642
                        3643
                            }
                        3644
                             \par
                        3645
                             \setlength{\leftskip}{\@Skip@Erklaerung@Reset}
                        3646
                        3647 }
\bWpErklaerungVerzweigung
                        3648 \def\bWpErklaerungVerzweigung
                        3649 {
                             3650
                        3651
                             \eauiv
                        3652
                             (b \land \bWpKalkuelOhneMathe{a1}{Q})
                        3653
                             \lor
                        3654
                             (\neg b \land \bWpKalkuelOhneMathe{a2}{Q})$
                        3655 }
                        3656 \ExplSyntaxOff
                        3657
```

\scriptsize

3641

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
                                    1773, 1807, 2065,
                                                                 3369, 3370, 3371,
                                    2812, 3070, 3477, 3650
                                                                 3374, 3382, 3383, 3384
\# ..... 486
                                 . . . . . . . . . 584, 1745,
\, . . 737, 807, 862, 1158,
                             \}
                                                           \ANTWORTfalse ..... <u>604</u>
      1176, 1808, 1810,
                                    1755, 1767, 1768,
                                                           \ANTWORTtrue ..... <u>604</u>
      2419, 2420, 2421,
                                    1775, 1811, 2066,
                                                           \arabic ..... 1868
                                    2812, 3070, 3481, 3650
      2872, 3209, 3216, 3477
                                                           \arraystretch ..... 2762
                                   47, 61, 101, 242, 409,
                                                           \AtBeginDocument .... 178
\@@par ..... 1998
                                    417, 422, 424, 682,
\@Skip@Erklaerung@Reset
                                    712, 736, 739, 749,
       . . . . 3632, 3635, 3646
                                                           \bAbleitung .....
                                    772, 775, 779, 781,
\@afterheading ..... 922
                                                           bAdditum (environment) 2313
                                    783, 785, 788, 800,
\@afterindentfalse .. 921
                                                           \bAlphabet .....
                                                                                  1767
                                    801, 802, 805, 807,
\@depth .... 2004
                                                           bAntwort (environment) 2269
                                    821, 822, 828, 831,
\@flushglue ..... 1998
                                                           \bAnweisung .....
                                    834, 844, 851, 853, 856
\@height ..... 2002, 2004
                                                           \baselineskip .....
                                                                                  2000
\@liDirLeft 3507, 3512, 3524
                                                                                  3264
                                                           \bAssemblerCode ....
\@liDirRight 3508, 3510,
                             \□ ..... 2824, 2834
                                                           \bAssemblerDatei ...
      3511, 3512, 3513, 3524
                                                           \bAttribut .....
                                                                                  3073
\@liDistance .....
                                          Α
                                                           \bAttributHuelle ....
      .... 3518, 3519, 3523
                             \addbibresource ....
                                                                 2804, 3344, 3349
\@liPos ... 3515, 3516, 3523
                                    . 2218, 2219, 2220,
                                                           \bAttributHuelleOhneMathe
\@showidx ..... 1990
                                    2221, 2222, 2223,
                                                                 ..... 2804, 2807,
\@width ..... 2002, 2004
                                    2224, 2225, 2226, 2227
                                                                 2809, 2823, 2833, 2841
\\ ... 155, 157, 181, 185,
                             \ADDITUMfalse ..... <u>600</u>
                                                           \bAttributMenge .....
      189, 1188, 1216,
1217, 1220, 1221,
                             \ADDITUMtrue . . . . . 16, 600
                                                                  . <u>2812</u>, 2824, 2827,
                             \AddToHook .....
                                                                 2834, 2835, 2849, 2851
      1224, 1225, 1320,
                                    . . 81, 85, 284, 328, 348
                                                           \bAufgabe ..... <u>388</u>
      1321, 1322, 1429,
                             \advance ..... 3119
                                                           \bAufgabenMetadaten .
      1463, 1465, 1495,
                             \AfterEndEnvironment 3195
                                                                 .... <u>38</u>, <u>240</u>, <u>352</u>, <u>419</u>
      1504, 1549, 1591,
                                                           \bAufgabenTitel ..... 427
                             \Alph ..... 1868
      1592, 1593, 1598,
                             \alph ..... 1868, 1869
                                                           \bAusdruck ..... <u>1804</u>
      1599, 1600, 1620,
                             \alpha . 3341, 3343, 3344,
                                                           \bAutomat ..... 438
      2255, 2767, 2825, 2828
                                    3347, 3349, 3350,
                                                           \bAutomatenKante ....
                                                                                   470
\{ ..... 584, 1745,
                                    3351, 3352, 3353,
                                                           \bBandAlphabet .... <u>1768</u>
      1755, 1767, 1768,
                                    3357, 3363, 3364,
                                                           bBaum (environment) ...
```

\bBedingung <u>2151</u>	\bEntwurfsAbstrakteFabrikUm	$1\begin{tabular}{l} \begin{tabular}{l} tab$
\bBedingungDrei	<u>1213</u> , 1263	<u>1648</u> , 1656
<u>2484</u> , 2527, 2567	\bEntwurfsAdapter 1312	$\verb \bEntwurfsStellvertreterUml $
\bBedingungEins	\bEntwurfsAdapterAkteure	<u>1634</u> , 1655
<u>2478</u> , 2516, 2559	<u>1282</u> , 1314	\bEntwurfsZustand <u>1695</u>
\bBedingungFalsch 2153	\bEntwurfsAdapterCode	\bEntwurfsZustandAkteure
\bBedingungWahr 2152	<u>1306</u> , 1315	<u>1673</u> , 1697
\bBedingungZwei	\bEntwurfsAdapterUml .	\bEntwurfsZustandCode
<u>2481</u> , 2522, 2563	<u>1267</u> , 1313	<u>1691</u> , 1698
\bBindeAufgabeEin 223	\bEntwurfsBeobachter <u>1383</u>	\bEntwurfsZustandUml .
\bBindePdfEin <u>177</u>	\bEntwurfsBeobachterAkteure	<u>1658</u> , 1696
\bChomskyErklaerung .	<u>1341</u> , 1385	\bEpsilon <u>1753</u>
<u>1027</u> , 1068	\bEntwurfsBeobachterCode	\bErAttribute
\bChomskyUeberErklaerung	<u>1375</u> , 1386	<u>1711</u> , 1725, 1727
<u>1066</u>	\bEntwurfsBeobachterUml	\bErDatenbankName <u>1730</u>
\bChomskyUeberschrift	<u>1317</u> , 1384	\bErEntity <u>1709</u> , 1713, 1715
<u>1015</u> , 1067	\bEntwurfsDekorierer 1415	\bErledigt <u>3459</u>
\bCpmEreignis 1076		-
\bCpmFruehErklaerung 1147		\bErMpEntity 1712
\bCpmFruehI <u>1140</u> , <u>1160</u>	\bEntwurfsDekoriererCode	\bErMpRelationship . <u>1718</u>
\bCpmSpaetErklaerung 1165	<u>1407</u> , 1418	\bErRelationship
\bCpmSpaetI <u>1133</u> , 1178	\bEntwurfsDekoriererUml	<u>1710</u> , 1719, 1721
\bCpmVon <u>1116</u>		\beschriftung
\bCpmVonOhneMathe	\bEntwurfsEinfacheFabrik	2279, 2283,
1116, 1119, 1121		2287, 2291, 2295, 2297
\bCpmVonZu 1108	\bEntwurfsEinfacheFabrikAkte	•
\bCpmVonZuOhneMathe .		3344, 3348, 3349,
-	\bEntwurfsEinfacheFabrikUml	
1108, 1111, 1113		3364, 3365, 3370, 3371
\bCpmVorgang <u>1093</u>	\bEntwurfsEinzelstueck	bExamensAufgabe 391
\bCpmZu <u>1124</u>		\bExamensAufgabeA 400
\bCpmZuOhneMathe	\bEntwurfsEinzelstueckAkteur	<u>-</u>
1124, 1127, 1129		bExamensAufgabeTTA . 394
\BeforeBeginEnvironment	\bEntwurfsEinzelstueckBesch	<u> </u>
		\bFalsch <u>1008</u>
\begin . 95, 153, 170, 874,	\bEntwurfsEinzelstueckCode	\bFaulenzer 3438
883, 891, 997, 1214,		\bFlaci <u>1814</u>
1268, 1283, 1318,		\bfremd 3053
1342, 1389, 1421, 1436, 1461, 1471,		\bfseries . 54, 144, 209,
1491, 1511, 1543,	\bEntwurfsErbauerAkteure	249, 875, 898, 1017,
1560, 1589, 1614,	·	1858, 1860, 2682, 3317
1635, 1659, 1674,	\bEntwurfsErbauerUml .	\bFunktionaleAbhaengigkeit 2843, 2846, 2854
1788, 1873, 1965,		\bFunktionaleAbhaengigkeiter
2019, 2028, 2035,	\bEntwurfsFabrikmethode	
2143, 2241, 2299,		\bFussnote 2717, 2719
2321, 2342, 2373,	\bEntwurfsFabrikmethodeAkter	
2378, 2489, 2493,	1559, 1586	
2512, 2535, 2558,	\bEntwurfsFabrikmethodeUml	\bFussnoteEinsText
2573, 2664, 2665,		
2669, 2692, 2705,	\bEntwurfsKompositum 1609	\bFussnoteLink 2397
2765, 2766, 2816,	\bEntwurfsKompositumAkteure	
2861, 3001, 3021,		\bFussnoteUrl 1628, 2385
3194, 3224, 3414, 3481	\bEntwurfsKompositumUml	\bFussnoteVierText
\begingroup 2242, 2814, 3115		
\bEmph	\bEntwurfsModellPraesentation	
\bEntwurfs 1630		
\bEntwurfsAbstrakteFabrik	\bEntwurfsModellPraesentation	
		1786, 2858, 3472
	s thEetibung sModellPraesentatio	
		\bGrafikLogo 892, 1910, 2678
\DENTWURISADStrakteranrikun	debEntwurfsStellvertreter	\bGrafikLogoPfad

\bGrammatik <u>1825</u>	548, 549, 550, 554,	\bProblemSubsetSum
bGraphenFormat (environ-	<u>1745</u> , 1794, 1833, 1834	<u>2061</u> , <u>2070</u>
ment) <u>1944</u>	\bMengeOhneMathe	\bProblemVertexCover .
\bgroup 2274, 2318	1745, 1748, 1750	<u>2041</u> , <u>2049</u>
\bHanoi <u>1951</u>	$\verb \bMetaBschlangaulSammlung \\$	\bProduktionen . <u>1793</u> , 1835
\bHaskellCode <u>3276</u>	. 900, 2180, <u>2605</u> , 2683	bProduktionsRegeln (en-
\bHaskellDatei 3280	\bMetaCCLink <u>2620</u> , 2707	vironment) <u>1783</u>
\Bigl 3477	\bMetaEmail	bProjektSprache (envi-
\Bigr 3481	2186, <u>2632</u> , 2640, 2642	ronment) <u>2267</u>
\bigskip 76,90,93,	\bMetaEmailLink 2636, 2655	\bPruefungsNummer <u>135</u>
295, 298, 840, 1190,	\bMetaHermineFriends .	\bPruefungsTitel $\underline{138}$
1195, 2257, 2740, 3449	. 908, 2185, <u>2609</u> , 2687	\bPseudoUeberschrift .
\bInduktionAnfang 3546	\bMetaHilfMit 98, <u>2645</u> , <u>2657</u>	<u>2256</u> ,
\bInduktionErklaerung 3542	\bMetaQuelltext . 100,2657	2324, 2327, 2764,
\bInduktionMarkierung 3538	\bMetaSetze	2774, 3547, 3555, 3563
\bInduktionSchritt . 3562	. 40, 241, 354, 408, 420	\bPumpingKontextfrei 3016
$\begin{tabular}{l} \begin{tabular}{l} tabu$	\bMetaUeberDasProjekt	\bPumpingRegulaer 2995
		bQuellen (environment) 2364
bJavaAngabe (environ-	\bMinimierungErklaerung	\bRechtsReduktionInline
ment) <u>3203</u>		2838
\bJavaCode <u>3207</u>	\bMinispracheDatei . 3272	\bRekursionsGleichung
\bJavaDatei 1206, 3230	\bNichtsZuTun 3460	
\bJavaExamen <u>3252</u>	\b0 <u>2451</u> , <u>2479</u>	\bRelation <u>2868</u>
\bJavaTestDatei 3241	\b0mega 2485	\bRelationMenge 3068
\bKellerAutomat 479	\b0mega0hneMathe	\bRichtig <u>1007</u>
\bKellerKante <u>517</u>	2441, 2446, 2448	\bRundeKlammer
\bKellerUebergang 512 , 518	\b0Notation0 2884	. 2428, 2432, 2442,
\bKontrollCode 2154	\b00hneMathe	2452, 2466, <u>2881</u> , 2885
bKontrollflussgraph	2451, 2456, 2458	$\begin{tabular}{ll} \begin{tabular}{ll} \beg$
(environment) . <u>2142</u>	\bool 715,808	\bSetzeThemaNr 215
\bKontrollKnotenPfad 2156	\bowtie 3040, 3043, 3044, 3045	\bSortierMarkierung 3093
\bKontrollTextzeileKnoten	\Box	\bSortierPfeil 3087
	\boxtimes 1007	\bSortierPfeilUnten 3090
\bKurzeTabellenLinie <u>1188</u>	\bParagraphMitLinien .	\bSpaltenUmbruch 3162
\bLadeAllePakete 212, 320, 610	1063, 1148,	\bSqlCode <u>3284</u>
\bLadePakete 5, 113,	1166, 2778, 3393,	\bStrich <u>2016</u>
120, 132, 363, 431,	<u>3461</u> , 3550, 3558, 3566	$\b Synthese Erklaerung$.
434, 606, 611, 1014,	\bPetriErreichKnotenDrei	<u>3331</u> , 3399
1075, 1744, 2014,		\bSyntheseUeberErklaerung
2604, 2716, 2796,	\bPetriErreichTransition	<u>3396</u>
2964, 3166, 3308, 3532	<u>2955</u>	\bSyntheseUeberschrift
\bLatexCode 3218	\bPetriSetzeSchluessel	<u>3314</u> , 3398
\bLeereZelle 2754		\bT <u>2461</u> , 2476, 2490, 2554
\bLinie 2408	\bPetriTransitionsName	\bTeilen 2801
\bLinksReduktion 2821		\bTheta <u>2431</u> ,
\bLinksReduktionInline	\bPetriTransitionsNameOhneM	Tathe 2482, 2514, 2520, 2525
<u>2830</u> , <u>2838</u>	2947, 2950, 2952	\bThetaOhneMathe
\bLogoTextCCLizenz	\bPetriTransPfeile . 2959	2431, 2436, 2438
92, 297, <u>2698</u>	\bPolynomiellReduzierbar	\bTitelSeite <u>166</u> , 180
\bLogoTextProjekt		\bTOhneMathe
89, 294, <u>2674</u>	\bPotenzmenge	2461, 2470, 2472
\bMakroFaulenzer 3419	$\dots 1754, 1758, 2970$	\bTrennSeite <u>149</u>
\bMasterExkurs <u>2572</u>	\bPotenzmengeOhneMathe	\bTuringKante 580
\bMasterFaelle . <u>2511</u> , 2579	1755, 1756, 1757	\bTuringLeerzeichen .
\bMasterFallRechnung 2557	\bPrimaer <u>3052</u>	
\bMasterVariablen	\bProblemBeschreibung 2018	\bTuringMaschine 537
	\bProblemClique 2041	\bTuringUeberfuehrung <u>583</u>
\bMasterVariablenDeklaratio		\bTuringUebergaenge .
	<u>2017</u> , 2024,	<u>575</u> , 581
\bMasterWolframLink 2582	2036, 2038, 2051,	\bTuringUebergangZelle <u>570</u>
\bMenge 448, 449, 451,	2062, 2063, 2071, 2072	\bUeberfuehrungsFunktion
490, 491, 492, 496,	\bProblemSat 2070	<u>1759</u>

\bUeberfuehrungsFunktionOhn	eMashe 18, 25, 31,	2331, 2358, 2380,
1759, 1762, 1764	244, 272, 682, 712,	2381, 2491, 2507,
\bUeberschriftDreiecksTabel	le 736, 739, 749, 772,	2532, 2555, 2570,
	783, 794, 805, 807,	2580, 2667, 2671,
\bUmlLeserichtung 3505	844, 851, 856, 867,	2672, 2695, 2708,
\bVertauschen <u>3081</u>	919, 2170, 2177,	2769, 2770, 2818,
\bWortInSprache 1189	2192, 2198, 2364,	2863, 3011, 3031,
\bWortNichtInSprache 1194	2662, 2884, 3419, 3612	3195, 3228, 3417, 3481
\bWpEquivalent 3624	\csname 1952, 1955	\endcsname 1952, 1955
\bWpErklaerung 3632	\cup 1768,	\endgroup . 2245, 2819, 3120
\bWpErklaerungVerzweigung	2846, 3350, 3364, 3371	\enspace 3465, 3467
		environments:
\bWpKalkuel 3601	D	
\bWpKalkuelOhneMathe .	\DeclareMathSymbol	bAdditum <u>2313</u>
3601, 3607,		bAntwort <u>2269</u>
3609, 3650, 3652, 3654	\definecolor 1856	bBaum <u>990</u>
	\DefineVerbatimEnvironment	bExkurs <u>2338</u>
\bWpPseudoMatheUmgebung	3168	bGraphenFormat 1944
\bZustandsBuchstabe .	\delta 442, 484, 542, 584, 1759	bJavaAngabe <u>3203</u>
• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	\dh 2421, 3352	bKontrollflussgraph
	\directlua	
1778, 1780, 1798, 1800	435, 514, 572, 577,	bProduktionsRegeln <u>1783</u>
\bZustandsBuchstabeGross	1740, 1754, 1774,	bProjektSprache . 2267
<u>1770</u> , 1779, 1781	1782, 1789, 1794,	bQuellen 2364
\bZustandsmenge $\underline{1757}$	2797, 2802, 2855,	liAHuelle 2813
\bZustandsmengeNr	2862, 2869, 3082,	
<u>1771</u> , <u>2</u> 979		liEinbettung 2268
\bZustandsmengeNrGross	3181, 3233, 3238,	liKasten <u>1872</u>
<u>1779</u>	3239, 3244, 3249,	liRelationenSchemaFormat
\bZustandsMengenSammlung	3250, 3255, 3261, 3262	<u>3074</u>
	\dots 1048, 1052,	liRmodell <u>3054</u>
\bZustandsMengenSammlungNr	2065, 3008, 3363, 3364	liUebergangsTabelle
	\D0WNarrow 3511	
\bZustandsmengeOhneMathe	\draw 1972, 1975,	\equiv 3627, 3651
\bZustandsmengeOhneMathe	1978, 2956, 3088, 3091	\equiv 3627, 3651 \erzeuge@tiefgestellt
	1978, 2956, 3088, 3091	\erzeuge@tiefgestellt
	1978, 2956, 3088, 3091 E	\erzeuge@tiefgestellt 1754, 1755, 1759
$\b Zustandsname \ \dots \ 1757 \\ b Zustandsname \ Gross \ .$	1978, 2956, 3088, 3091 E \edef 1963	\erzeuge@tiefgestellt 1754,1755,1759 \everypar 1998
\bZustandsname <u>1757</u> \bZustandsname Gross <u>1781</u> , 2967, 2976	1978, 2956, 3088, 3091 E \edef	\erzeuge@tiefgestellt 1754,1755,1759 \everypar 1998 \EXKURSfalse 602
\bZustandsname	E \edef	\erzeuge@tiefgestellt 1754,1755,1759 \everypar 1998 \EXKURSfalse 602 \EXKURStrue 602
\bZustandsname	E \edef	\erzeuge@tiefgestellt 1754, 1755, 1759 \everypar 1998 \EXKURSfalse 602 \EXKURStrue 602 \expandafter 1952, 3118
\bZustandsname \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	E \edef	\erzeuge@tiefgestellt 1754, 1755, 1759 \everypar 1998 \EXKURSfalse 602 \EXKURStrue 602 \expandafter 1952, 3118 \ExplSyntaxOff
1757 bZustandsname	E \edef	\erzeuge@tiefgestellt 1754, 1755, 1759 \everypar 1998 \EXKURSfalse 602 \EXKURStrue 602 \expandafter 1952, 3118 \ExplSyntaxOff 105, 124, 192,
\bZustandsname \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	E \edef	\erzeuge@tiefgestellt 1754, 1755, 1759 \everypar 1998 \EXKURSfalse 602 \EXKURStrue 602 \expandafter 1952, 3118 \ExplSyntaxOff 105, 124, 192, 302, 357, 426, 469,
\bZustandsname	E \edef	\erzeuge@tiefgestellt 1754, 1755, 1759 \everypar 1998 \EXKURSfalse 602 \EXKURStrue 602 \expandafter 1952, 3118 \ExplSyntaxOff 105, 124, 192, 302, 357, 426, 469, 511, 516, 569, 574,
\bZustandsname \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	E \edef	\erzeuge@tiefgestellt 1754, 1755, 1759 \everypar 1998 \EXKURSfalse 602 \EXKURStrue 602 \expandafter 1952, 3118 \ExplSyntaxOff 105, 124, 192, 302, 357, 426, 469, 511, 516, 569, 574, 579, 1070, 1092,
\text{1757} \text{bZustandsname} \tag{1780} \text{bZustandsnameGross} \tag{1781, 2967, 2976} \text{bZustandsnameTiefgestellt} \tag{1796} \text{bZustandsPaar} \tag{2756} \text{bZustandsPaarVariablenName} \tag{2755, 2758, 2759} \text{C} \text{c} \tag{1967, 1968}	E \edef	\erzeuge@tiefgestellt 1754,1755,1759 \everypar 1998 \EXKURSfalse 602 \EXKURStrue 602 \expandafter 1952,3118 \ExplSyntaxOff 105,124,192, 302, 357, 426, 469, 511, 516, 569, 574, 579, 1070, 1092, 1107, 1183, 1735,
\text{\text{bZustandsname}} \tag{1757} \text{\text{bZustandsnameGross}} \tag{1781, 2967, 2976} \text{\text{bZustandsnameTiefgestellt}} \tag{1796} \text{\text{bZustandsPaar}} \tag{2756} \text{\text{bZustandsPaarVariablenName}} \tag{2755, 2758, 2759} \text{\text{C}} \text{\text{C}} \tag{2464, 2520, 2531}	E \edef	\erzeuge@tiefgestellt 1754,1755,1759 \everypar 1998 \EXKURSfalse 602 \EXKURStrue 602 \expandafter 1952,3118 \ExplSyntaxOff 105,124,192, 302, 357, 426, 469, 511, 516, 569, 574, 579, 1070, 1092, 1107, 1183, 1735, 1813, 1848, 1915,
\bZustandsname \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	E \edef	\erzeuge@tiefgestellt
\text{\text{bZustandsname} \tag{1780} \text{\text{bZustandsnameGross} \tag{1781}, 2967, 2976 \text{\text{bZustandsnameTiefgestellt} \tag{1796} \text{\text{bZustandsnameTiefgestellt} \tag{2756} \text{\text{bZustandsPaar} \text{\text{2756}} \text{\text{bZustandsPaarVariablenName} \text{\text{2755}, 2758, 2759} \text{\text{C}} \text{\text{C}} \text{\text{C}} \text{\text{c}} \text{\text{2520}, 2531} \text{\text{centerline}} \text{\text{2024}, 2702} \text{\text{cftbeforesecskip}} \text{\text{2755}}	E \edef	\erzeuge@tiefgestellt
\text{\text{bZustandsname} \tag{1780} \text{\text{bZustandsnameGross} \tag{1781}, 2967, 2976 \text{\text{bZustandsnameTiefgestellt} \tag{1796} \text{\text{bZustandsnameTiefgestellt} \tag{2756} \text{\text{bZustandsPaar} \text{\text{2756}} \text{\text{bZustandsPaarVariablenName} \text{\text{2755}, 2758, 2759} \text{\text{C}} \text{\text{C}} \text{\text{conterline} \text{\text{2464}, 2520, 2531} \text{\text{centerline} \text{\text{2024}, 2702} \text{\text{cftbeforesecskip} \text{\text{275}} \text{\text{cftbeforesubsecskip} \text{\text{\text{c}}}	E \edef	\erzeuge@tiefgestellt
\text{\text{bZustandsname} \tag{1780} \text{\text{bZustandsnameGross} \tag{1781}, 2967, 2976 \text{\text{bZustandsnameTiefgestellt} \tag{1796} \text{\text{bZustandsnameTiefgestellt} \tag{2756} \text{\text{bZustandsPaar} \text{\text{2756}} \text{\text{bZustandsPaarVariablenName} \text{\text{2755}, 2758, 2759} \text{\text{C}} \text{\text{C}} \text{\text{C}} \text{\text{cot} \text{\text{290}}, 2531} \text{\text{centerline} \text{\text{2024}, 2702} \text{\text{cftbeforesecskip} \text{\text{275}} \text{\text{cftbeforesubsecskip} \text{\text{\text{.}}} \text{\text{\text{276}}, 277} \text{\text{\text{cftbeforesubsecskip} \text{\text{.}}} \text{\text{\text{.}}} \text{\text{.}} \text{\text{\text{.}}} \text{\text{\text{.}}} \text{\text{\text{.}}} \text{\text{\text{.}}} \text{\text{.}} \text{\text{\text{.}}} \text{\text{	E \edef	\erzeuge@tiefgestellt
1757 bZustandsname	E \edef	\erzeuge@tiefgestellt
1757 bZustandsname	E \edef	\erzeuge@tiefgestellt
1757	E \edef	\erzeuge@tiefgestellt
1757	E \edef	\erzeuge@tiefgestellt
1757 bZustandsname	E \edef	\erzeuge@tiefgestellt
1757 bZustandsname	E \edef	\erzeuge@tiefgestellt 1754, 1755, 1759 \everypar 1998 \EXKURSfalse 602 \EXKURStrue 602 \expandafter 1952, 3118 \ExplSyntaxOff 105, 124, 192, 302, 357, 426, 469, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 302, 357, 426, 469, 1107, 1183, 1735, 1813, 1848, 1915, 2008, 2163, 2202, 2422, 2487, 2711, 2790, 2984, 3067, 3128, 3288, 3401, 3451, 3484, 3571, 3656 \ExplSyntaxOn 17, 116, 134, 214, 322, 407, 438, 479, 512, 537, 570, 575, 599, 1013, 1076, 1093,
1757 bZustandsname	E \edef	\erzeuge@tiefgestellt
1757 bZustandsname	E \edef	\erzeuge@tiefgestellt 1754, 1755, 1759 \everypar 1998 \EXKURSfalse 602 \EXKURStrue 602 \expandafter 1952, 3118 \ExplSyntaxOff 105, 124, 192, 302, 357, 426, 469, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 302, 357, 426, 469, 1107, 1183, 1735, 1813, 1848, 1915, 2008, 2163, 2202, 2422, 2487, 2711, 2790, 2984, 3067, 3128, 3288, 3401, 3451, 3484, 3571, 3656 \ExplSyntaxOn 17, 116, 134, 214, 322, 407, 438, 479, 512, 537, 570, 575, 599, 1013, 1076, 1093,
\tag{bz} \ta	E \edef	\erzeuge@tiefgestellt 1754, 1755, 1759 \everypar 1998 \EXKURSfalse 602 \EXKURStrue 602 \expandafter 1952, 3118 \ExplSyntaxOff 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 1070, 1092, 1107, 1183, 1735, 1813, 1848, 1915, 2008, 2163, 2202, 2422, 2487, 2711, 2790, 2984, 3067, 3128, 3288, 3401, 3451, 3484, 3571, 3656 \ExplSyntaxOn 17, 116, 134, 214, 322, 407, 438, 479, 512, 537, 570, 575, 599, 1013, 1076, 1093, 1132, 1708, 1803,
\tag{bz} \ta	E \edef	\erzeuge@tiefgestellt 1754, 1755, 1759 \everypar 1998 \EXKURSfalse 602 \EXKURStrue 602 \expandafter 1952, 3118 \ExplSyntaxOff 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 1070, 1092, 1107, 1183, 1735, 1813, 1848, 1915, 1813, 1848, 1915, 1915, 2008, 2163, 2202, 2422, 2487, 2711, 2790, 2984, 3067, 3128, 3288, 3401, 3451, 3484, 3571, 3656 \ExplSyntaxOn 17, 116, 134, 214, 322, 407, 438, 479, 512, 537, 570, 575, 599, 1013, 1076, 1093, 1132, 1708, 1803, 1825, 1899, 1987,
\tag{bz} \ta	E \edef	\erzeuge@tiefgestellt 1754, 1755, 1759 \everypar 1998 \EXKURSfalse 602 \EXKURStrue 602 \expandafter 1952, 3118 \ExplSyntaxOff 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 105, 124, 192, 1070, 1092, 1107, 1183, 1735, 1813, 1848, 1915, 2008, 2163, 2202, 2422, 2487, 2711, 2790, 2984, 3067, 3128, 3288, 3401, 3451, 3484, 3571, 3656 \ExplSyntaxOn 17, 116, 134, 214, 322, 407, 438, 479, 512, 537, 570, 575, 599, 1013, 1076, 1093, 1132, 1708, 1803, 1825, 1899, 1987, 2156, 2168, 2239,
\tag{bz} \ta	E \edef	\erzeuge@tiefgestellt 1754, 1755, 1759 \everypar 1998 \EXKURSfalse 602 \EXKURStrue 602 \expandafter 1952, 3118 \ExplSyntaxOff 105, 124, 192, 302, 357, 426, 469, 511, 516, 569, 574, 579, 1070, 1092, 1107, 1183, 1735, 1813, 1848, 1915, 2008, 2163, 2202, 2422, 2487, 2711, 2790, 2984, 3067, 3128, 3288, 3401, 3451, 3484, 3571, 3656 \ExplSyntaxOn 17, 116, 134, 214, 322, 407, 438, 479, 512, 537, 570, 575, 599, 1013, 1076, 1093, 1132, 1708, 1803, 1825, 1899, 1987, 2156, 2168, 2239, 2426, 2603, 2772,
\tag{bz} \ta	E \edef	\erzeuge@tiefgestellt \(\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \

${f F}$	706, 707, 708, 709,	\insert 1992
\faCheckSquareO 3459	710, 713, 717, 718,	\int 3127
\faCircleThin 1727	719, 722, 724, 725,	\item 1007, 1008, 1285,
\faGg 1721	726, 727, 728, 729,	1289, 1294, 1299,
\fancyfoot	773, 777, 781, 784,	1343, 1352, 1357,
. 1879, 1880, 1881,	785, 787, 788, 790,	1365, 1437, 1442,
		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·
2184, 2185, 2186, 2187	791, 795, 797, 810,	1446, 1472, 1512,
\fancyhead . 1878, 2179,	811, 812, 813, 821,	1517, 1524, 1532,
2180, 2181, 2182, 2194	822, 824, 830, 831,	1561, 1566, 1570,
\faSquare0 1715	833, 834, 836, 837,	1575, 1675, 1680,
\fi 1114,1122,	849, 852, 857, 859, 863	1685, 2029, 2030,
1130, 1138, 1145,	\Gamma 483, 541, 584, 1768	2366, 2371, 2494,
1751, 1765, 1801,	\gappto 3150	2499, 2503, 2513,
2275, 2298, 2311,	\geometry 324, 375	2519, 2524, 2536,
2319, 2336, 2361,	-	
	\geq 2072, 2497,	2540, 2544, 2548,
2439, 2449, 2459,	2997, 3002, 3018, 3022	2552, 2559, 2563,
2473, 2810, 2847,	\gib 74,355,794	2567, 3002, 3005,
2892, 2953, 3145,		3008, 3022, 3025, 3028
3146, 3149, 3151, 3610	Н	\itshape 1061,3391
\filcenter 209	\hangindent 1997	•
\footcite 1211,	\hbox 3040	J
1280, 1302, 1349,	\headrulewidth . 1883, 2189	-
		\j 1967, 1968, 1970, 1971,
1372, 1404, 1457,	\headwidth 2200	1972, 1977, 1978, 1979
1508, 1535, 1581,	\hfill 64,	
2044, 2047, 2054,	2516, 2522, 2527, 3468	K
2059, 2064, 2068,	\hline 2767	\k 1977
2074, 2079, <u>2207</u> ,	\horizontale 25,72	\keine 78,919,2265,2383
2508, 2509, 2777, 3014	\href 1821, 2400,	\keys . 117, 413, 447, 459,
\footnote 2387, 2399	2584, 2623, 2638, 3227	489, 499, 547, 557,
\footnotesize 70,	\hsize 1996	687, 1080, 1084,
524, 817, 956, 1062,	\hspace 2959, 3616, 3628	1098, 1103, 1832, 1839
1732, 2353, 2374,	\ht 3041	\kopfzeile 2170 ,
2602 2721 2015	\ TT 1EO 10E 04O 024	0100 0101 0100
2693, 2721, 2815,	\Huge 159, 185, 249, 334	2180, 2181, 2182,
2832, 2840, 2969,	\huge 139, 183, 249, 334 \huge 209	2180, 2181, 2182, 2185, 2186, 2187, 2195
2832, 2840, 2969,	_	
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169,	_	
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524	\huge 209	2185, 2186, 2187, 2195 L
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth 1884,2190	\huge	2185, 2186, 2187, 2195 L \1 440, 441, 442, 443,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth . 1884, 2190 \foreach 1967, 1970, 1977	\huge	2185, 2186, 2187, 2195 L \1 440, 441, 442, 443, 444, 445, 448, 449,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth . 1884, 2190 \foreach 1967, 1970, 1977 \forestFirst 3142, 3145	\huge 209 I \i 1977, 1978 \ifADDITUM . 600, 2315, 2333 \ifANTWORT . 604, 2271, 2308	L \1 440, 441, 442, 443,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth . 1884, 2190 \foreach 1967, 1970, 1977 \forestFirst 3142, 3145 \forestLast 3143, 3145	\huge 209 I \i 1977, 1978 \ifADDITUM . 600, 2315, 2333 \ifANTWORT . 604, 2271, 2308 \ifEXKURS 602, 2340	L \1 440, 441, 442, 443,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth . 1884, 2190 \foreach 1967, 1970, 1977 \forestFirst 3142, 3145	\huge 209 I \i 1977, 1978 \ifADDITUM . 600, 2315, 2333 \ifANTWORT . 604, 2271, 2308 \ifEXKURS 602, 2340 \iffmmode 1110, 1118, 1126,	L \1 440, 441, 442, 443, 444, 445, 448, 449, 450, 451, 452, 454, 456, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 481,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth . 1884, 2190 \foreach 1967, 1970, 1977 \forestFirst 3142, 3145 \forestLast 3143, 3145	\huge 209 I \i 1977, 1978 \ifADDITUM . 600, 2315, 2333 \ifANTWORT . 604, 2271, 2308 \ifEXKURS 602, 2340	L \1 440, 441, 442, 443,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth . 1884, 2190 \foreach 1967, 1970, 1977 \forestFirst 3142, 3145 \forestOget 3143, 3145 \forestOnes	\huge 209 I \i 1977, 1978 \ifADDITUM . 600, 2315, 2333 \ifANTWORT . 604, 2271, 2308 \ifEXKURS 602, 2340 \iffmmode 1110, 1118, 1126,	L \1 440, 441, 442, 443, 444, 445, 448, 449, 450, 451, 452, 454, 456, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 481,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth . 1884, 2190 \foreach . 1967, 1970, 1977 \forestFirst 3142, 3145 \forestOget 3142, 3143 \forestOnes 3155 \forestOv . 3144, 3145, 3148	\huge 209 I \i 1977, 1978 \ifADDITUM . 600, 2315, 2333 \ifANTWORT . 604, 2271, 2308 \ifEXKURS 602, 2340 \ifmmode 1110, 1118, 1126,	L \1 440, 441, 442, 443, 444, 445, 448, 449, 450, 451, 452, 454, 456, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 490, 491,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth . 1884, 2190 \foreach . 1967, 1970, 1977 \forestFirst 3142, 3145 \forestOget 3142, 3143 \forestOnes 3155 \forestOv . 3144, 3145, 3148 \forestov	\huge 209 I \i 1977, 1978 \ifADDITUM . 600, 2315, 2333 \ifANTWORT . 604, 2271, 2308 \ifEXKURS 602, 2340 \ifmmode 1110, 1118, 1126,	L \1 440, 441, 442, 443, 444, 445, 448, 449, 450, 451, 452, 454, 456, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 490, 491, 492, 493, 494, 495,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth . 1884, 2190 \foreach . 1967, 1970, 1977 \forestFirst 3142, 3145 \forestOget 3142, 3143 \forestOnes	\huge 209 I \i 1977, 1978 \ifADDITUM . 600, 2315, 2333 \ifANTWORT . 604, 2271, 2308 \ifEXKURS 602, 2340 \ifmmode 1110, 1118, 1126,	L \1 440, 441, 442, 443, 444, 445, 448, 449, 450, 451, 452, 454, 456, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 502, 503, 504,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth . 1884, 2190 \foreach . 1967, 1970, 1977 \forestFirst 3142, 3145 \forestLast 3143, 3145 \forestOrestOres 3155 \forestov . 3144, 3145, 3148 \forestov	\huge 209 I \i 1977, 1978 \ifADDITUM . 600, 2315, 2333 \ifANTWORT . 604, 2271, 2308 \ifEXKURS 602, 2340 \ifmmode 1110, 1118, 1126,	L \1 \cdots 440, 441, 442, 443, 444, 445, 448, 449, 450, 451, 452, 454, 456, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth . 1884, 2190 \foreach . 1967, 1970, 1977 \forestFirst 3142, 3145 \forestOget 3142, 3143 \forestOnes	I	L \1 \cdots 440, 441, 442, 443, 444, 445, 448, 449, 450, 451, 452, 454, 456, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 539, 540, 541, 542,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth	I	L \1 \cdots 440, 441, 442, 443, 444, 445, 448, 449, 450, 451, 452, 454, 456, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 548,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth . 1884, 2190 \foreach . 1967, 1970, 1977 \forestFirst 3142, 3145 \forestOget 3142, 3143 \forestOnes	I	L \1 \cdot \cdot 440, 441, 442, 443, 444, 445, 448, 449, 450, 451, 452, 454, 456, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 548, 549, 550, 551, 552,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth	I	L \1 \cdots 440, 441, 442, 443, 444, 445, 448, 449, 450, 451, 452, 454, 456, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 560, 561,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth	I	L \1 \cdot \cdot 440, 441, 442, 443, 444, 445, 448, 449, 450, 451, 452, 454, 456, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 548, 549, 550, 551, 552,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth . 1884, 2190 \foreach 1967, 1970, 1977 \forestFirst 3142, 3145 \forestOget 3142, 3143 \forestOnes 3155 \forestov 3144, 3145, 3148 \forestov 3143, 3143, 3144, 3145, 3147, 3148 \forestset 3130, 3153 \forestSortLevel	I	L \1 \cdots 440, 441, 442, 443, 444, 445, 448, 449, 450, 451, 452, 454, 456, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 560, 561,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth . 1884, 2190 \foreach 1967, 1970, 1977 \forestFirst 3142, 3145 \forestOget 3142, 3143 \forestOnes 3155 \forestov 3144, 3145, 3148 \forestov 3143, 3143, 3144, 3145, 3147, 3148 \forestset 3130, 3153 \forestSortLevel	I	L \1 440, 441, 442, 443, 444, 445, 448, 449, 450, 451, 452, 454, 456, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 1078, 1081,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth . 1884, 2190 \foreach 1967, 1970, 1977 \forestFirst 3142, 3145 \forestOget 3143, 3145 \forestOnes 3155 \forestOv 3144, 3145, 3148 \forestov 3134, 3138,	I \i 1977, 1978 \ifADDITUM . 600, 2315, 2333 \ifANTWORT . 604, 2271, 2308 \ifEXKURS 602, 2340 \ifmmode 1110, 1118, 1126,	L \1 \cdots 440, 441, 442, 443, 444, 445, 448, 449, 450, 451, 452, 454, 456, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 1078, 1081, 1086, 1087, 1090,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth . 1884, 2190 \foreach 1967, 1970, 1977 \forestFirst 3142, 3145 \forestOget 3142, 3143 \forestOnes 3155 \forestOv 3144, 3145, 3148 \forestov 3134, 3138,	I \i 1977, 1978 \ifADDITUM . 600, 2315, 2333 \ifANTWORT . 604, 2271, 2308 \ifEXKURS 602, 2340 \ifmmode 1110, 1118, 1126,	L \1 440, 441, 442, 443, 444, 445, 448, 449, 450, 451, 452, 454, 456, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 1078, 1081, 1086, 1087, 1090, 1095, 1096, 1099,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth . 1884, 2190 \foreach 1967, 1970, 1977 \forestFirst 3142, 3145 \forestOget 3142, 3143 \forestOnes 3155 \forestOv 3144, 3145, 3148 \forestov 3134, 3138,	I \i 1977, 1978 \ifADDITUM . 600, 2315, 2333 \ifANTWORT . 604, 2271, 2308 \ifEXKURS 602, 2340 \ifmmode 1110, 1118, 1126,	L \1 440, 441, 442, 443, 444, 445, 448, 449, 450, 451, 452, 454, 456, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 1078, 1081, 1086, 1087, 1090, 1095, 1096, 1099, 1100, 1105, 1827,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth . 1884, 2190 \foreach 1967, 1970, 1977 \forestFirst 3142, 3145 \forestOget 3142, 3143 \forestOnes 3155 \forestOv 3144, 3145, 3148 \forestov 3134, 3138,	I \i 1977, 1978 \ifADDITUM . 600, 2315, 2333 \ifANTWORT . 604, 2271, 2308 \ifEXKURS 602, 2340 \ifmmode 1110, 1118, 1126,	L \1 440, 441, 442, 443, 444, 445, 448, 449, 450, 451, 452, 454, 456, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 1078, 1081, 1086, 1087, 1090, 1095, 1096, 1099, 1100, 1105, 1827, 1828, 1829, 1830,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth . 1884, 2190 \foreach . 1967, 1970, 1977 \forestFirst 3142, 3145 \forestOget 3142, 3143 \forestOnes 3155 \forestOv . 3144, 3145, 3148 \forestov . 3134, 3138, 3139, 3142, 3143, 3144, 3145, 3147, 3148 \forestSortLevel 3132, 3140, 3154, 3155 \frac . 2466, 2499, 2531, 2546 \fullouterjoin 3045 G \g 19, 21, 32, 34, 42, 56, 58, 136, 139, 155, 157, 185, 189, 216, 220, 224, 228, 229, 230,	I \i 1977, 1978 \ifADDITUM . 600, 2315, 2333 \ifANTWORT . 604, 2271, 2308 \ifEXKURS 602, 2340 \ifmmode 1110, 1118, 1126,	L \1 440, 441, 442, 443, 444, 445, 448, 449, 450, 451, 452, 454, 456, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 1078, 1081, 1086, 1087, 1090, 1095, 1096, 1099, 1100, 1105, 1827, 1828, 1829, 1830, 1833, 1834, 1835,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth . 1884, 2190 \foreach . 1967, 1970, 1977 \forestFirst 3142, 3145 \forestOget 3142, 3143 \forestOnes 3155 \forestOv . 3144, 3145, 3148 \forestov 3134, 3138, 3139, 3142, 3143, 3144, 3145, 3147, 3148 \forestSortLevel	I	L \1 440, 441, 442, 443, 444, 445, 448, 449, 450, 451, 452, 454, 456, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 1078, 1081, 1086, 1087, 1090, 1095, 1096, 1099, 1100, 1105, 1827, 1828, 1829, 1830, 1833, 1834, 1835, 1836, 1842, 1843,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth . 1884, 2190 \foreach . 1967, 1970, 1977 \forestFirst 3142, 3145 \forestOget 3142, 3143 \forestOnes	I	L \1 440, 441, 442, 443, 444, 445, 448, 449, 450, 451, 452, 454, 456, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 1078, 1081, 1086, 1087, 1090, 1095, 1096, 1099, 1100, 1105, 1827, 1828, 1829, 1830, 1833, 1834, 1835, 1836, 1842, 1843, 1844, 1845, 2159,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth . 1884, 2190 \foreach . 1967, 1970, 1977 \forestFirst 3142, 3145 \forestOget 3142, 3143 \forestOnes 3155 \forestOv . 3144, 3145, 3148 \forestov 3134, 3138, 3139, 3142, 3143, 3144, 3145, 3147, 3148 \forestSortLevel	I	L \1 440, 441, 442, 443, 444, 445, 448, 449, 450, 451, 452, 454, 456, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 1078, 1081, 1086, 1087, 1090, 1095, 1096, 1099, 1100, 1105, 1827, 1828, 1829, 1830, 1833, 1834, 1835, 1836, 1842, 1843, 1844, 1845, 2159, 2160, 2161, 2370,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth . 1884, 2190 \foreach . 1967, 1970, 1977 \forestFirst 3142, 3145 \forestOget 3142, 3143 \forestOnes	I	L \1 440, 441, 442, 443, 444, 445, 448, 449, 450, 451, 452, 454, 456, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 1078, 1081, 1086, 1087, 1090, 1095, 1096, 1099, 1100, 1105, 1827, 1828, 1829, 1830, 1833, 1834, 1835, 1836, 1842, 1843, 1844, 1845, 2159,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth . 1884, 2190 \foreach . 1967, 1970, 1977 \forestFirst 3142, 3145 \forestOget 3142, 3143 \forestOnes	I	L \1 440, 441, 442, 443, 444, 445, 448, 449, 450, 451, 452, 454, 456, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 1078, 1081, 1086, 1087, 1090, 1095, 1096, 1099, 1100, 1105, 1827, 1828, 1829, 1830, 1833, 1834, 1835, 1836, 1842, 1843, 1844, 1845, 2159, 2160, 2161, 2370,
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth	I	L \1 \cdots 440, 441, 442, 443, 444, 445, 448, 449, 450, 451, 452, 454, 456, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 566, 1078, 1081, 1086, 1087, 1090, 1095, 1096, 1099, 1100, 1105, 1827, 1828, 1829, 1830, 1833, 1834, 1835, 1836, 1842, 1843, 1844, 1845, 2159, 2160, 2161, 2370, 2371, 2372, 2379, 3437, 3440, 3441, 3443
2832, 2840, 2969, 2978, 3054, 3169, 3201, 3392, 3497, 3524 \footrulewidth	I	L \1 \cdots 440, 441, 442, 443, 444, 445, 448, 449, 450, 451, 452, 454, 456, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 566, 1078, 1081, 1086, 1087, 1090, 1095, 1096, 1099, 1100, 1105, 1827, 1828, 1829, 1830, 1833, 1834, 1835, 1836, 1842, 1843, 1844, 1845, 2159, 2160, 2161, 2370, 2371, 2372, 2379,

```
\labelitemi ..... 1863
                            \li@Rmodell@Schrift .
                                   . . . . 3054, 3063, 3073
                                                         \NeedsTeXFormat .....
\ labelitemii ...... 1864
                             \li@SansFett . . 141, 155,
                                                                 . . . . . 1, 107, 126,
\labelitemiii ..... 1865
                                                                194, 304, 359, 371,
\labelitemiv ..... 1866
                                   157, 159, 181, 185, 189
                                                                384, 404, 429, 597,
\land ..... 3652, 3654
                            \li@sequence ... 1964, 1977
                                                                930, 1003, 1010,
\LARGE ..... 155, 189, 1858
                            \li@synthese@erklaerung@texte
                                                                1072, 1185, 1200,
                                   . . . . . . . . . . 3331, 3393
\Large .... 55, 181, 876, 899
                                                                1701, 1737, 1850,
                            liAHuelle (environment)
\large ..... 46, 157,
                                                                1887, 1896, 1917,
                                   ..... <u>2813</u>
      884, 907, 2024, 3104
                                                                1946, 1984, 2010,
                            liEinbettung (environ-
\leaders ..... 3468
                                                                2082, 2165, 2204,
                                   ment) . . . . . . . . <u>2268</u>
\leavevmode ..... 2001
                                                                2210, 2232, 2424,
                            liKasten (environment) 1872
\left .... 2429, 2882
                                                                2587, 2600, 2713,
                            \lineskip ..... 1999
\LEFTarrow ..... 3512
                                                                2792, 2875, 2895,
                            \linespread ..... 3061
\leftarrow ..... 1124
                                                                2961, 2986, 2991,
                            {\tt liRelationenSchemaFormat}
\leftouterjoin .... 3043
                                                                3034, 3047, 3076,
                                   (environment) . 3074
\leftskip . 3635, 3636, 3646
                                                                3157, 3164, 3171,
\verb|\label{lem:lemmatikGitBranch| liRmodell (environment)}|
                                                                3176, 3290, 3304,
                                   . . . . . . . . . . . . . . . . 3054
      . . . . . . . . . 848, 3188
                                                                3403, 3407, 3453,
\LehramtInformatikGithubCodeRejsten ..... 2364,2379
                                                                3486, 3528, 3573, 3596
      \neg ..... 3654
\verb|\LehramtInformatikGithubDomalih| Uebergangs Tabelle
                                                          \negthinspace . . 2429, 2882
                                   (environment) . \underline{2762}
                                                         \NewDocumentCommand .
      . . . . . . . . . 845, 3184
\LehramtInformatikGithubRawDomalan ..... 3041
                                                                . . . . . . . 439, 480,
                                                                517, 538, 580, 606,
      ..... 3185 \LoadClass .... 4, 110,
                                                                1077, 1094, 1133,
\LehramtInformatikGithubTexRepo
                                  129, 130, 197, 308, 362
                                                                1140, 1189, 1194,
      1804, 1826, 1905,
                                   2482, 2485, 2514, 2520
\LehramtInformatikRepository
                             \logo .... 2662, 2676, 2700
                                                                1910, 2034, 2157,
      ....... 177, 226,
                                                                2208, 2385, 2397,
      389, 392, 395, 398,
                            \lor ..... 3653
                                                                2857, 2868, 2955,
      401, 1903, 2218,
2219, 2220, 2221,
                            \ltimes ..... 2590
                                                                3230, 3241, 3252,
                                                                3268, 3272, 3280, 3505
      2222, 2223, 2224,
                                         M
                                                          \NewDocumentEnvironment
      2225, 2226, 2227, 3183
                             \makeatletter ..... 3113
                                                                . . . . . . 990, 1783,
\leq . . . . . 2531, 3005, 3025
                            \makeatother .... 3121
                                                                1872, 1944, 2142,
\let ..... 1757,
                             \makeindex ..... 2007
                                                                2267, 2268, 2269,
      1758, 1998, 2243,
                             \marginpar .....
                                                                2313, 2338, 2368,
      3116, 3154, 3155,
                                    1714, 1720, 1726, 2251
                                                                2763, 2813, 3056, 3074
      3419, 3434, 3446, 3459
                             \marginparsep ..... 1997
                                                          \newif ..... 600, 602, 604
\li@chomsky@erklaerung@texte\marginparwidth .... 1996
                                                          \newlength ..... 3632
      . . . . . . . . . 1027, 1063
                             \mathbb ... 2072, 3028, 3559
                                                          \newminted ..... 3203
\li@EntwurfsCode ....
                             \mathbin .. 3043, 3044, 3045
                                                          \node ..... 1090, 2150,
      . . . . . 1205, 1256,
                             \mathcal 2452, 2885, 3370,
                                                                2155, 3093, 3138, 3523
      1257, 1258, 1307,
                                   3375, 3377, 3378, 3379
                                                          \noexpand ..... 3138
      1308, 1309, 1310,
                                                         \noindent .... 27, 45,
                             \mathe .... 3612, 3622, 3626
      1376, 1377, 1378,
                                                                53, 69, 97, 819, 994,
                             \mathord ..... 2597, 2598
      1379, 1380, 1381,
                                                                1191, 1196, 2260,
                             \mdfsetup ......
      1408, 1409, 1410,
                                                                2296, 2354, 2356,
                                    2280, 2284, 2288, 2292
      1411, 1412, 1413,
                                                                2375, 2410, 2576,
                             \mdseries ..... 2300
      1479. 1649. 1650.
                                                                2742, 2745, 2748,
                            \medskip 48,67,904,999,
      1651, 1652, 1692, 1693
                                                                2751, 3069, 3432,
                                   2026, 2263, 2377,
\li@EntwurfsCodeAllgemein
                                                                3445, 3463, 3476, 3639
                                   2690, 3059, 3065,
      . . . . . . . . . . . . . . . 1204
                                                          \nolinkurl ..... 3227
                                   3470, 3475, 3614, 3618
\li@fussnote@text 2718,
                                                          \normalbaselineskip .
                             \mintinline \dots 3211,
      2724, 2728, 2732, 2736
                                                                . . . . 2000, 2002, 2004
                                   3220, 3266, 3278, 3286
\li@GithubLink .....
                                                          \normallineskip .... 1999
                             \mkern .... 3043, 3044, 3045
       3222, 3237, 3248, 3260
                                                          \normalsize ... 1860,3212
\li@mget .. 1954, 1958, 1978
                             \mlq ..... 2595, 2597
                                                         \notin ..... 1197
                             \mrq ..... 2595, 2598
\li@minc ..... 1957, 1979
                                                          \null ..... 3468
\li@mset ......
                             \msg ..... 924
       1951, 1959, 1968, 1971
                             \myList 3134, 3135, 3136, 3139
\li@numdiscs .....
                             \myNodes ..... 3123,
                                                          \o . . . . . . . 2884, 2889, 2891
                                   3138, 3144, 3148, 3150
      . . . . 1963, 1972, 1978
                                                         \o@join 3040, 3043, 3044, 3045
```

\Omega 2442	Q	1051, 1052, 1053,
\omega 2997, 2998, 3018, 3019	2720	1135, 1137, 1142,
(0084 2557, 2550, 2010, 2015	,4	1144, 1798, 1800,
D	R	
P		2479, 2482, 2485,
\pagestyle 346, 869, 1882	\raggedleft 2303	2514, 2520, 2782,
\par 22, 26, 29, 48, 65, 252,	\raggedright 2001	2947, 2956, 3363,
255, 258, 263, 268,	\raisebox 2155	3364, 3365, 3370,
818, 839, 878, 886,	\relax 2002,	3374, 3375, 3378,
893, 902, 910, 920,	2003, 2243, 3117, 3119	3379, 3382, 3383, 3384
1067, 1815, 1823,	\renewcommand	\scriptscriptstyle
1998, 2259, 2355,	277, 279, 1863,	1108, 1116, 1124
	1864, 1865, 1866,	\scriptsize
2409, 2685, 2688,	1869, 1870, 1883,	-
3071, 3398, 3431,		. 1817, 2095, 2102,
3435, 3447, 3469,	1884, 2189, 2190, 2762	2108, 2173, 2300,
3474, 3482, 3638, 3644	\repariere 83,330,2198	2706, 3544, 3603, 3641
\paragraph 1860	\RequirePackage	\section 209, 217, 424
\parfillskip 1998	15, 111, 112,	\sectionbreak 210
\parindent 1997, 3062	131, 133, 208, 213,	\seq 2159, 2160, 2161,
\path 471, 518, 581, 1105	283, 321, 369, 374,	2370, 2371, 2372, 2379
-	387, 432, 535, 608,	\setbox 2273, 2317, 3040
\pgfkeys 2911, 3509,	927, 933, 934, 1006,	\setcounter . 211, 282, 1861
3510, 3511, 3512,		
3513, 3516, 3519, 3521	1074, 1203, 1204,	\setganttlinklabel
\pgfmath@count	1704, 1706, 1707,	1891, 1892, 1893, 1894
3115, 3117, 3119	1743, 1852, 1853,	\setlength
\pgfmath@smuggleone 3120	1855, 1857, 1862,	275, 276, 278, 2200,
\pgfmathdeclarefunction	1871, 1877, 1885,	3062, 3635, 3636, 3646
	1889, 1890, 1900,	\setmainfont 1854
	1901, 1919, 1920,	\setmainlanguage 928
\pgfmathint 3115	1921, 1949, 1950,	\setminted 3196, 3197
\pgfmathparse	1988, 1989, 2015,	\setminus 2842
1958, 3132,	2084, 2169, 2207,	
3137, 3140, 3154, 3155		\setul 3053
\pgfmathresult	2212, 2213, 2229,	\setze 74, 80, 323, 2177, 2192
1959, 3115,	2236, 2237, 2238,	\shoveleft 2822
3116, 3118, 3120,	2427, 2591, 2592,	\shoveright 2826
3133, 3141, 3154, 3155	2878, 2879, 2880,	\$ Sigma $441,482,$
	2897, 2899, 2989,	540, 1767, 1768, 1828
\pgfutil@empty 3116	3036, 3037, 3038,	\sigma 1041, 1043, 1044
\pgfutil@loop 3117	3051, 3079, 3110,	\SLASH <u>2255</u>
\pgfutil@repeat 3120	3161, 3167, 3174,	\sloppy 2000
\preceq 2037	3179, 3190, 3191,	\small 993
\prime 2016	3293, 3405, 3411,	\sort 3127
\printbibliography . 2230	3458, 3490, 3491,	
\printindex 350		\sortList 3126, 3135
	3492, 3493, 3576, 3599	\square 1008
\ProcessKeysOptions . 123	\right 2429, 2882	\stichwoerter 18,70
\prop . 3437, 3440, 3441, 3443	\RIGHTarrow 3508, 3513	\str 136, 139, 155,
\ProvidesClass 2,	\Rightarrow 1192,1197	157, 185, 189, 740,
108, 127, 195, 305, 360	\rightarrow	1019, 1028, 2277,
\ProvidesPackage . 372,	584, 1031, 1036,	2971, 2980, 3319, 3333
385, 405, 430, 598,	1044, 1048, 1050,	\string 2824, 2834
931, 1004, 1011,	1051, 1053, 1108,	\StrSubstitute . 3134,3136
1073, 1186, 1201,	1116, 2959, 3341,	\strut 151,
1702, 1738, 1851,	3348, 3350, 3353,	163, 168, 174, 871,
1888, 1897, 1918,		
	3358, 3363, 3364, 3369	915, 2536, 2540,
1947, 1985, 2011,	\rightouterjoin 3044	2544, 2548, 2552, 3162
2083, 2166, 2205,	\rmfamily	\subsection 221,355
2211, 2233, 2425,	. 145, 1018, 1978, 3318	\subseteq . 3344,3377,3384
2588, 2601, 2714,	\Roman 1868	\subsubsection 242,3442
2793, 2876, 2896,	\roman 1868, 1870	
2962, 2987, 2992,	\rtimes 2590	T
3035, 3048, 3077,	\rule 28, 2411, 3041	\tableofcontents
3158, 3165, 3172,		280, 343, 2244
3177, 3291, 3305,	S	\TeX 2659
3404, 3408, 3454,	\sb 444, 454, 456, 485, 543,	\text 454, 456,
3487, 3529, 3574, 3597	1043, 1044, 1048,	559, 2804, 3544, 3603
0401, 0027, 0014, 0091	1040, 1044, 1040,	307, 2001, 3011, 3003

	000 000 000 050	1550
\textbackslash	830, 833, 836, 852,	\umldep 1556
3423, 3424, 3426	859, 1078, 1081,	\umlHVHaggreg
\textbf 20,	1086, 1087, 1095,	1337, 1403, 1606
1155, 1173, 1709,	1096, 1099, 1100,	\umlinherit 1276,
2042, 2051, 2062,	1806, 1827, 1828,	1327, 1501, 1546, 1554
2071, 2261, 2297,	1829, 1830, 1833,	\umlnote 1278, 1503, 1670
2355, 2376, 2767, 3433	1834, 1835, 1836, 2462	
		\umlreal 1274, 1335
\textcolor 2154, 3210, 3540	\tmp 2844	\umlsimpleclass
\textit 33,995,	\TmpPlaceEight 2919	1230, 1231,
1549, 1591, 1592,	\TmpPlaceFive 2916	1232, 1236, 1238,
1593, 1594, 2812, 2872	\TmpPlaceFour 2915	1239, 1240, 1269,
\textsc 2017	\TmpPlaceNine 2920	1422, 1423, 1424,
\textsf 2376	\TmpPlaceOne 2912	1492, 1544, 1545, 1636
\textstyle 2499, 2531	\TmpPlaceSeven 2918	\umlstatic 1429, 1463
•	=	
\texttt 1732,	\TmpPlaceSix 2917	\umluniaggreg 1499
2017, 2151, 2152,	\TmpPlaceTen 2921	\umluniassoc
2153, 2154, 3421, 3603	\TmpPlaceThree 2914	. 1250, 1275, 1500,
\textwidth 28, 2200, 2413	\TmpPlaceTwo 2913	1624, 1625, 1644, 1645
\thematik 31,64	\TmpScale 2932	\uml\Umlassoc . 1251, 1252
\thepage 1881, 2187	\TmpTransitionEight .	\umlVHVdep . 1244, 1245,
\theparagraph 1860	2908, 2929	1247, 1248, 1431, 1432
\thesection 209	\TmpTransitionFive	\umlVHVinherit . 1227,
\Theta 2432	2905, 2926	1228, 1233, 1234,
\thinspace 3603	\TmpTransitionFour	1241, 1242, 1400,
\thispagestyle 179	2904, 2925	1401, 1425, 1426,
\tikz 2155	\TmpTransitionNine	1604, 1605, 1642, 1643
tikz: b binaer baum 33		\umlVHVreal
tikz: bbaum 35	\TmpTransitionOne	1394, 1395, 1665, 1666
\tikzchildnode 951		\UParrow 3510
\tikzparentnode 951	\TmpTransitionSeven .	
\tikzset 473,	-	\url 853, 2388
		\usemintedstyle 3193
520, 586, 936,	\TmpTransitionSix	\usetikzlibrary 433,
962, 1923, 2086,	2906, 2927	935, 1705, 1922,
2937, 3100, 3294, 3578	\TmpTransitionTen	2085, 2898, 3039,
\tikzumlset 3495	2910, 2931	3080, 3111, 3494, 3577
\times 584	\TmpTransitionThree .	
\tiny 96, 1715, 1721, 1727,	2903, 2924	\mathbf{v}
1995, 2154, 2252, 3225	\TmpTransitionTwo	\varepsilon 1020.
\titel 244, 246, 286, 331, 867	2902, 2923	
\titleformat 209, 1858, 1860	\TmpX 2933	2479, 2485, 2517, 2528
\titlespacing 1859	\TmpY 2934	
\t1 19, 32, 42, 56,	\ttfamily 3054	\vfill . 87, 152, 162, 169,
216, 220, 224, 231,		173, 292, 881, 889, 3162
234, 411, 440, 441,	U	\vrule 2002, 2004, 3464, 3468
442, 443, 444, 445,	\ul 1710, 3052, 3053	\vspace 156,
448, 449, 450, 451,	\umlaggreg 1668	158, 183, 187, 265,
452, 454, 456, 481,	\umlassoc 1626	277, 872, 895, 913,
482, 483, 484, 485,	\umlclass 1215,	2341, 2359, 3478, 3480
486, 487, 490, 491,	1219, 1223, 1270,	2341, 2337, 3470, 3400
		v
492, 493, 494, 495,	1271, 1272, 1319,	X
496, 539, 540, 541,	1324, 1329, 1332,	\xappto 3138, 3144, 3148
542, 543, 544, 545,	1390, 1391, 1392,	\xdef 1952
548, 549, 550, 551,	1397, 1398, 1427,	
552, 553, 554, 680,	1462, 1493, 1494,	Z
684, 713, 717, 718,	1497, 1548, 1551,	\z@ 1997, 2002, 2004
719, 722, 727, 728,	1590, 1596, 1597,	\ZB <u>2420</u>
729, 741, 750, 784,	1615, 1616, 1617,	\zB 2419
787, 790, 795, 810,	1638, 1639, 1640,	\zustandsnamens@liste
811, 812, 813, 824,	1660, 1661, 1662, 1663	1771, 1778, 1779
011, 012, 013, 024,	1000, 1001, 1002, 1003	1//1, 1//0, 1//9