Die Bschlangaul-Sammlung

Hermine Bschlangaul and Friends *

September 12, 2021

Contents

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

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

Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)	. 44
Adapter	
Beobachter (Observer)	
Dekorierer (Decorator)	. 49
Einfache Fabrik (Simple Factory)	
Einzelstück (Singleton)	. 51
Erbauer (Builder)	
Fabrikmethode (Factory Method)	
Kompositum (Composite)	
Modell-Präsentation-Steuerung (Model-View-Controller)	
Stellvertreter (Proxy)	
Zustand (State)	
er.sty	
Tex-Markup-Beispiel: Komplettes Diagramm	
Tex-Markup-Beispiel: EER Enhanced Entity-Relation-Modell nach El-	
masri/Navante	
Faulenzer	
formale-sprachen.sty	
formatierung.sty	
Schriftarten / Typographie	
Farben	
Überschriften	
Listen	
Kasten	
Header	
Zeilenabstände	
gantt.sty	
grafik.sty	
graph.sty	
hanoi.sty	
komplexitaetstheorie.sty	
Faulenzer	
kontrollflussgraph.sty	
Faulenzer	
TeX-Markup-Beispiel	. 74
TikZ: pin	. 74
Umgebungen	. 75
Makros	. 76
kopfzeile.sty	
literatur-dummy.sty	. 78
literatur.sty	. 79
makros.sty	
Umgebungen, die Inhalte aus- und einblenden können	. 81
master-theorem.sty	. 85
Faulenzer	. 85
mathe.sty	. 89
meta.sty	. 90
Einfache Makros (Low level)	. 90
Zusammengesetzte Makros (High level)	
minimierung.sty	
normalformen.sty	
Faulenzer	
o-notation.sty	
Faulenzer	
TeX-Markup-Beispiel: Funktionsgraphen mit pgfplots	
petri.sty	
Faulenzer	
notenzmengen-konstruktion stv	102

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

Klassen

aufgabe.cls

\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
     \noindent
69
    {\footnotesize\stichwoerter_formatiert:}
70
71
72
     \horizontale_linie:
73
     \setze_kopfzeile_oben_rechts:n { \gib_aufgaben_pfad_lang_sicher: }
74
75
76
     \bigskip
77
     \par
78
    % Keine Einrückung
79
    \@afterindentfalse
80
81
     \@afterheading
82 }
83\setze_kopf_fusszeilen:nn {} {}
84 \AddToHook { begindocument }
85 {
     \repariere_kopfzeile_breite:
86
87 }
88 \AddToHook { enddocument }
89 {
     \vfill
90
91
    {
92
       \bLogoTextProjekt
 93
       \bigskip
 94
       \bLogoTextCCLizenz
 95
       \bigskip
96
97
       \begin{spacing}{1}
98
         \tiny
99
         \noindent
100
         \bMetaHilfMit
101
102
103
         \bMetaQuelltext
         \_gib_github_url_href:
104
       \end{spacing}
105
    }
106
107 }
108 \ExplSyntaxOff
109
```

basis.cls

```
110 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
111 \ProvidesClass{bschlangaul-basis}[2021/09/12 Basis-Klasse, die nur als
112 Unterklasse benutzt werden soll.]
113 \LoadClass[a4paper,oneside,12pt]{book}
   Damit wir Klassen-Optionen mit LATFX-3 verwalten könnten.
114 \RequirePackage{13keys2e}
115 \RequirePackage{bschlangaul-basis}
   Lade Pakete die von allen Unterklassen benötigt werden.
116 \bLadePakete{
117 kopfzeile
118}
119 \ExplSyntaxOn
120 \keys_define:nn { klassen-setup }
122
     pakete .code:n = {
123
       \bLadePakete{#1}
124
125 }
   https://tex.stackexchange.com/questions/544374/passing-options-to-a-class-and-evaluate-
using-latex3-interfaces
126 \ProcessKeysOptions { klassen-setup }
127 \ExplSyntaxOff
128
```

examen-scans.cls

```
129 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
                     130 \ProvidesClass{bschlangaul-examen-scans}[2021/01/08 Zum
                     131 Zusammenfügen mehrerer Staatsexamen-Scans zu einer PDF-Datei.]
                     132 \LoadClass[a4paper,oneside] {book}
                     133 \LoadClass{bschlangaul-basis}
                     134 \RequirePackage{pdfpages}
                       Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option clash
                     135 \bLadePakete{formatierung}
                       Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
                     136 \RequirePackage[ngerman] {babel}
                     137 \ExplSyntaxOn
\bPruefungsNummer
                     138 \def\bPruefungsNummer#1{
                         \str_set:Nn \g_pruefungs_nummer {#1}
                     140 }
 \bPruefungsTitel
                     141 \def\bPruefungsTitel#1{
                     142 \str_set:Nn \g_pruefungs_titel {#1}
                     143 }
                    144 \def\li@SansFett#1#2{
                    145 {
                    146
                            \bfseries
                    147
                    148
                            \rmfamily
                     149
                            #2
                     150
                     151 }
     \bTrennSeite
                    152 \def\bTrennSeite#1{
                    153 \clearpage
                    154 \strut
                        \vfill
                    155
                         \begin{center}
                    156
                    157
                    158
                            \li@SansFett{\LARGE}{\str_use:N \g_pruefungs_nummer} \\
                    159
                            \vspace{2cm}
                            \li@SansFett{\large}{\str_use:N \g_pruefungs_titel} \\
                    160
                            \vspace{5cm}
                    161
                            \li@SansFett{\Huge}{#1}
                    162
                         }
                    163
                         \end{center}
                     164
                         \vfill
                     165
                         \strut
                     166
                     167
                         \clearpage
                     168 }
     \bTitelSeite
                     169 \def\bTitelSeite#1{
                    170
                         \clearpage
                    171
                         \strut
                         \vfill
                    172
                     173
                         \begin{center}
                    174
                         #1
                         \end{center}
                    175
                         \vfill
                    176
                         \strut
                     177
```

```
\clearpage
                                                                                        179 }
\bBindePdfEin
                                                                                        180 \end{area} 180 \end{area} In the large of the large
                                                                                        181 \AtBeginDocument{
                                                                                                                 \thispagestyle{empty}
                                                                                                                  \bTitelSeite{
                                                                                        183
                                                                                                                            \li@SansFett{\Large}{Sammlung~aller~Staatsexamensaufgaben~der~Prüfungsnummer} \\
                                                                                        184
                                                                                        185
                                                                                                                             \vspace{4cm}
                                                                                        186
                                                                                        187
                                                                                                                            \li@SansFett{\Huge}{\str_use:N \g_pruefungs_nummer} \\
                                                                                        188
                                                                                        189
                                                                                                                             \vspace{4cm}
                                                                                        190
                                                                                        191
                                                                                                                             \label{large} $$ \prod_{s=1}^{s} \left( \sum_{s=1}^{s} \right) = \frac{1}{s} 
                                                                                        192
                                                                                                               }
                                                                                        193
                                                                                        194 }
                                                                                        195 \ExplSyntaxOff
```

196

examen.cls

```
197 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
                              198 \ProvidesClass{bschlangaul-examen}[2021/06/10 Zum Einbinden von
                              199 mehreren Aufgaben zu einem Examen.]
                                Lade die wichtigsten Pakete. Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option
                             clash
                             200 \LoadClass[pakete={
                             201 formatierung,
                             202 literatur-dummy,
                              203
                                 makros,
                              204
                                  aufgaben-einbinden,
                              205 aufgaben-metadaten,
                              206 abmessung,
                              207 typographie,
                             208 grafik,
                             209 meta
                             210 }] {bschlangaul-basis}
                                Formatierung für die Überschriften setzen.
                             211 \RequirePackage{titlesec}
                              212 \titleformat{\section}{\huge\filcenter\bfseries}{\thesection}{1em}{}
                              213 \newcommand{\sectionbreak}{\clearpage}
                             214 \setcounter{secnumdepth}{0}
                              215 \bLadeAllePakete
                                Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
                              216 \RequirePackage [ngerman] {babel}
                              217 \ExplSyntaxOn
      \bSetzeExamenThemaNr
                             218 \def\bSetzeExamenThemaNr#1{
                                  \tl_gset:Nn \g_thema_nr_tl { #1 }
                              220
                                 \section{Thema~Nr.~#1}
                              221 }
\bSetzeExamenTeilaufgabeNr
                              222 \def\bSetzeExamenTeilaufgabeNr#1{
                                  \tl_gset:Nn \g_teilaufgabe_nr_tl { #1 }
                                  \subsection{Teilaufgabe~Nr.~#1}
                              225 }
         \bBindeAufgabeEin
                             226 \def\bBindeAufgabeEin#1{
                                  \tl_gset:Nn \g_aufgabe_nr_tl { #1 }
                              228
                                  \input{
                              229
                                    \LehramtInformatikRepository /
                             230
                                    Staatsexamen /
                             231
                                    \g_einzelpruefungs_nr_tl /
                             232
                                     \g_jahr_tl /
                                     \g_monat_tl /
                             233
                                     \tl_if_empty:NTF \g_thema_nr_tl {} {
                              234
                                      Thema - \g_{thema_nr_tl} /
                              235
                              236
                                     \tl_if_empty:NTF \g_teilaufgabe_nr_tl {} {
                              237
                              238
                                       Teilaufgabe - \g_teilaufgabe_nr_tl /
                              239
                              240
                                     Aufgabe - \g_aufgabe_nr_tl .tex
                                  }
                             241
                              242 }
                             Das Metadaten-Makro überschreiben
       \bAufgabenMetadaten
                              243 \def\bAufgabenMetadaten#1{
                              244 \bMetaSetze{#1}
```

```
\subsubsection{\_gib_aufgaben_titel:}
246 }
247 \cs_new:Npn \titel_seite:
248 {
249
             \titel_seite:nn
250
             {
251
252
                         \bfseries\Huge
253
254
                         \g_einzelpruefungs_nr_tl
255
                         \par
256
                         \g_jahreszeit_tl
257
258
                         \par
259
260
                         \g_jahr_tl
261
                         \par
                  }
262
            }
263
264
265
                   \g_examen_fach_tl
266
                   \par
267
                   \vspace{0.5cm}
268
269
270
                   Aufgabenstellungen~mit~Lösungsvorschlägen
271
                   \par
272
            }
273
274 }
275 \cs_new:Npn \inhalts_verzeichnis: {
276 % für den Abstand vor den section im Inhaltsverzeichnis
{\tt 277} \quad {\tt \% 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-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-spacing-in-to-contr
       for-different-sections
278
           \setlength{\cftbeforesecskip}{1.5cm}
279
           \setlength{\cftbeforesubsecskip}{0.5cm}
           \renewcommand{\cftsubsecafterpnum}{\vspace{\cftbeforesubsecskip}}
           \setlength{\cftbeforesubsubsecskip}{0.1cm}
            \renewcommand{\contentsname}{Aufgabenübersicht}
             \tableofcontents
283
284 }
285\setcounter{tocdepth}{4}
286 \RequirePackage[titles] {tocloft}
287 \AddToHook { begindocument }
288 {
289
             \titel_seite:
290
291
             \clearpage
292
             \inhalts_verzeichnis:
293
294
            \vfill
295
296
297
             \bLogoTextProjekt
298
            \bigskip
299
            \bLogoTextCCLizenz
300
301
            \bigskip
302
303
            \clearpage
304 }
305 \ExplSyntaxOff
```

haupt.cls

```
307 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
308 \ProvidesClass{bschlangaul-haupt}[2019/10/27 Klasse zum
309 Setzen der Haupt-Datei, Bschlangaul-Sammlung.tex d.h. des wichtigsten
310 Dokuments, das alles zusammenfasst.]
   Lade die wichtigsten Pakete. Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option
clash
311 \LoadClass[pakete={
312 formatierung,
     literatur-dummy,
    makros,
    aufgaben-einbinden,
    aufgaben-metadaten,
316
317 abmessung,
318 typographie,
319 grafik,
320 meta
321 }] {bschlangaul-basis}
322 \bLadeAllePakete
   Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
323 \RequirePackage[ngerman] {babel}
324 \ExplSyntaxOn
325\setze_kopf_fusszeilen:nn {} {}
326 \AddToHook { begindocument }
327 {
     \repariere_kopfzeile_breite:
328
     \titel_seite:nn
329
330
     {
331
          \Huge
332
333
         Die~komplette~Sammlung
334
335
     }
336
     {
337
338
       Alle~Aufgaben
339 }
340 }
341 \ExplSyntaxOff
342
```

theorie.cls

```
343 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
344 \ProvidesClass{bschlangaul-theorie}[2021/09/12 Klasse zum
345 Setzen von Theorie-Zusammenfassungen]
346 \LoadClass{bschlangaul-basis}

Paket "formatierung" muss vor "literatur" sein, sonst Option clash
347 \bLadePakete{
348 formatierung,
349 literatur,
350 makros,
351 aufgaben-metadaten
352 }
353 \RequirePackage{standalone}

Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
354 \RequirePackage[ngerman]{babel}
355
```

Pakete

abmessung.sty

```
356 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
357 \ProvidesPackage{bschlangaul-baum}[2021/09/04 Einstellung der
358 Seitenabmessung mit Hilfe des geometry-Pakets.]
359 \RequirePackage{geometry}
360 \geometry{
361 a4paper,
362 margin=2cm,
363 includeheadfoot,
364 % showframe,
365 % showcrop,
366 % verbose=true,
367 }
368
```

aufgaben-einbinden.sty

```
369 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
                      370 \ProvidesPackage{bschlangaul-aufgaben-einbinden} [2020/06/13
                      371 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-
                      372 \RequirePackage{standalone}
                     Eine Aufgaben mit den Pfad relativ zu Wurzelverzeichnis dieses Repository einbinden.
          \bAufgabe
                      373 \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}
                      376 \def\bExamensAufgabe#1{
                          \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1.tex}
                      378 }
\bExamensAufgabeTTA
                      379 \def\bExamensAufgabeTTA #1 / #2 / #3 : Thema #4 Teilaufgabe #5 Aufgabe #6 {
                      380 \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Thema-#4/Teilaufgabe-
                        #5/Aufgabe-#6.tex}
                      381 }
 \bExamensAufgabeTA
                      382\def\bExamensAufgabeTA #1 / #2 / #3 : Thema #4 Aufgabe #5 {
                           \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Thema-#4/Aufgabe-#5.tex}
                      384 }
  \bExamensAufgabeA
                      385 \def\bExamensAufgabeA #1 / #2 / #3 : Aufgabe #4 {
                          \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Aufgabe-#4.tex}
                      387 }
                      388
```

aufgaben-metadaten.sty

412 \def\bAufgabenTitel#1{}

413

```
389 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                      390 \ProvidesPackage{bschlangaul-aufgaben-metadaten}[2020/07/07 Makros zum
                      391 Setzen der Aufgaben-Metadaten.]
                      392 \ExplSyntaxOn
        \bMetaSetze Setze die Metadaten einer Aufgabe.
                      393 \def\bMetaSetze#1{
                           \_setze_variablen_zurueck:
                      395
                           \tl_clear:N \g_teilaufgabe_nr_tl
                      396
                      397
                           \keys_set:nn { aufgabenmetadaten } {
                      398
                      399
                      400
                      401
                      402
                           \_setze_relativen_pfad:
                      403 }
                     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,
                        ExamenNummer = 46116,
                        ExamenJahr = 2016,
                        ExamenMonat = 03,
                        ExamenThemaNr = 2,
                        ExamenTeilaufgabeNr = 1,
                        ExamenAufgabeNr = 2,
                      }
                      404 \def\bAufgabenMetadaten#1{
                           \bMetaSetze{#1}
                      405
                      406
                      407
                           \_gib_examen_titel: {}
                      408
                      409
                           \section{\_gib_aufgaben_titel:}
                      410 }
                      411 \ExplSyntaxOff
                     Momentan eine dummy Makro das die Thematik enthält.
    \bAufgabenTitel
```

18

automaten.sty

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

Endlicher Automat

```
416 \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}
```



```
417 \RequirePackage{tikz}
             418 \usetikzlibrary{arrows,automata,positioning}
             419 \bLadePakete{mathe}
             420 \directlua{
             421 automaten = require('bschlangaul-automaten')
             422 }
\bAutomat \bAutomate(\automaten-name)] {\cancel{zustaende} = Z, alphabet = \Sigma, delta = \delta, ende = E, start = z_0\}}
                 - \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)
             423 \ExplSyntaxOn
             424\NewDocumentCommand {\bAutomat} { O{A} m } {
                  \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
                   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
             426
                  \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
             427
                  \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
             428
                   \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
             429
             430
                   \tl_set:Nn \l_typ_tl {}
             431
                   \keys_define:nn { automat } {
             432
                     zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\bMenge{##1}}},
             433
                     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\bMenge{##1}}},
             434
```

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

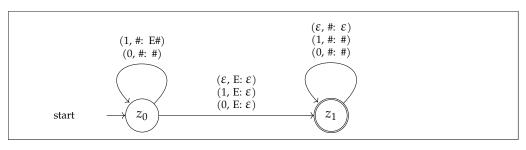
ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\bMenge{##1}}},

435 436

```
437
                                                                                                              start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
                                                                                  438
                                                                                                              dea .value_forbidden:n = true,
                                                                                                              \label{lem:dea:code:n} $$ dea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\texttext{DEA}}}}, $$
                                                                                  439
                                                                                                             nea .value_forbidden:n = true,
                                                                                  440
                                                                                                             nea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{NEA}}}},
                                                                                  441
                                                                                  442
                                                                                  443
                                                                                                      \keys_set:nn { automat } { #2 }
                                                                                  444
                                                                                  445
                                                                                                     #1 \l_typ_tl = (
                                                                                  446
                                                                                                             \l_zustaende_tl,
                                                                                  447
                                                                                                              \l_alphabet_tl,
                                                                                  448
                                                                                                               \l_delta_tl,
                                                                                  449
                                                                                  450
                                                                                                              \label{lem:lemde_tl} \
                                                                                                              \label{local_start_tl} $$ \label{local_start_tl} $$ \end{substant} $$ \cline{1.5em} $$ \c
                                                                                  451
                                                                                  452 )$
                                                                                  453 }
                                                                                  454 \ExplSyntaxOff
\bAutomatenKante Makro-Faulenzer: \let\k=\liAutomatenKante
                                                                                  455 \def\bAutomatenKante#1#2#3#4{
                                                                                  456 \path (#1) edge[#4] node{#3} (#2);
                                                                                  457 }
                                                                                  458 \text{tikzset} 
                                                                                  459 li automat/.style={
                                                                                  460
                                                                                  461
                                                                                                             node distance=2cm
                                                                                  462 },
                                                                                  463 }
```

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

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

```
464 \ExplSyntaxOn
465 \NewDocumentCommand {\bKellerAutomat} { O{K} m } {
    \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
466
    \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
467
    \tl_set:Nn \l_kelleralphabet_tl {\Gamma}
468
    \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
469
470
    \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
471
    \tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {\#}
    \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
472
473
474
    \keys_define:nn { kellerautomat } {
       zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\bMenge{##1}}},
475
       alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\bMenge{##1}}},
476
477
      kelleralphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_kelleralphabet_tl {\bMenge{##1}}},
478
      delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
479
       start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
```

```
480
                                                                         kellerboden .code:n = {\tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {##1}},
                                                       481
                                                                         ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\bMenge{##1}}},
                                                                  }
                                                      482
                                                       483
                                                                   \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
                                                       484
                                                      485
                                                                   $#1 = (
                                                      486
                                                                         \l_zustaende_tl,
                                                      487
                                                                         \l_alphabet_tl,
                                                       488
                                                                         \l_kelleralphabet_tl,
                                                       489
                                                                         \l_delta_tl,
                                                       490
                                                       491
                                                                         \l_start_tl,
                                                                         \l_kellerboden_tl,
                                                       492
                                                       493
                                                                         \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
                                                                   )$
                                                       494
                                                      495 }
                                                       496 \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}
                                                       497 \ExplSyntaxOn
                                                       498 \def\bKellerUebergang#1{
                                                                   \directlua{automaten.drucke_keller_uebergaenge('#1')}
                                                       500 }
                                                       501 \ExplSyntaxOff
                                                     \b{KellerKante}[\langle tikz-optionen\rangle] \{\langle von\rangle\} \{\langle zu\rangle\} \{\langle \ddot{u}bergange\rangle\}
          \bKellerKante
                                                     Makro-Faulenzer: \let\k=\liKellerKante
                                                       502 \NewDocumentCommand{\bKellerKante} { O{above} m m m } {
                                                      503
                                                                   \path (#2) edge[#1] node{\bKellerUebergang{#4}} (#3);
                                                       504 }
                                                      505 \tikzset{
                                                      506 li keller knoten/.style={
                                                                         text width=2cm,
                                                                         align=center,
                                                      508
                                                       509
                                                                        font=\footnotesize,
                                                      510 },
                                                      511 li kellerautomat/.style={
                                                      512
                                                                         li automat,
                                                                         every edge/.append style={
                                                      513
                                                                              every node/.style={
                                                      514
                                                      515
                                                                                    li keller knoten
                                                      516
                                                      517
                                                                  }
                                                      518
                                                       519 }
                                                     Turingmaschine
                                                       520 \RequirePackage{amssymb}
\bTuringLeerzeichen
```

 $521 \def\bTuringLeerzeichen{Box}$

```
\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\})
                                                      522 \ExplSyntaxOn
                                                      523 \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}
                                                      527 \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
                                                               \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
                                                      529
                                                               \tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {\bTuringLeerzeichen}
                                                      530
                                                               \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
                                                      531
                                                                \keys_define:nn { kellerautomat } {
                                                      532
                                                      533
                                                                    zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\bMenge{##1}}},
                                                                     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\bMenge{##1}}},
                                                      534
                                                                    bandalphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\bMenge{##1}}},
                                                      535
                                                                    delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
                                                      536
                                                                     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
                                                      538
                                                                    leerzeichen .code:n = {\tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {##1}},
                                                                     ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\bMenge{##1}}},
                                                      539
                                                                }
                                                      540
                                                      541
                                                                \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
                                                      542
                                                      543
                                                                \text{text}\{\#1\} = (
                                                      544
                                                                    \l_zustaende_tl,
                                                      545
                                                      546
                                                                     \l_alphabet_tl,
                                                                     \l_bandalphabet_tl,
                                                      547
                                                                    \l_delta_tl,
                                                      548
                                                      549
                                                                    \l_start_tl,
                                                      550
                                                                    \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
                                                      551
                                                               )$
                                                      552
                                                      553 }
                                                      554 \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)
                                                      555 \ExplSyntaxOn
                                                      556 \def\bTuringUebergangZelle#1{
                                                      557 \directlua{tex.print(automaten.gib_einen_turing_uebergang('#1'))}
                                                      558 }
                                                      559 \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)
```

 $(\Box:\Box,R)$

```
560 \ExplSyntaxOn
                                                                                              561 \def\bTuringUebergaenge#1{
                                                                                              562 \directlua{automaten.drucke_turing_uebergaenge('#1')}
                                                                                              563 }
                                                                                              564 \text{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
                                                                                              565 \NewDocumentCommand{\bTuringKante} { O{above} m m m } {
                                                                                              566 \path (#2) edge[#1] node{\bTuringUebergaenge{#4}} (#3);
                                                                                              567 }
\bTuringUeberfuehrung
                                                                                              568 \def\bTuringUeberfuehrung{
                                                                                              569 $\delta: Z \times \Gamma \rightarrow Z \times \Gamma \times \{ L, R, N \}$
                                                                                              570}
                                                                                              571 \tikzset{
                                                                                              572 li turingmaschine/.style={
                                                                                                                        li automat,
                                                                                              573
                                                                                                                         every edge/.append style={
                                                                                              574
                                                                                                                                every node/.style={
                                                                                              575
                                                                                                                                         li keller knoten
                                                                                              576
                                                                                              577
                                                                                              578
                                                                                                                        }
                                                                                              579
                                                                                                               }
                                                                                              580 }
                                                                                              581
```

basis.sty

```
582 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
583 \ProvidesPackage{bschlangaul-basis}[2020/11/27]
584 \ExplSyntaxOn
```

IFs

626

struktogramm,

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
                    585 \newif\ifADDITUM
   \ADDITUMfalse
                   586 \ADDITUMfalse
       \ifEXKURS
     \EXKURStrue
                    587 \newif\ifEXKURS
    \EXKURSfalse
                    588 \EXKURStrue
      \ifANTWORT
    \ANTWORTtrue
                    589 \newif\ifANTWORT
   \ANTWORTfalse
                    590 \ANTWORTtrue
    \bLadePakete
                    591 \NewDocumentCommand{\bLadePakete}{ m }
                        \clist_map_inline:nn { #1 } { \RequirePackage{bschlangaul-##1} }
                    594 }
\bLadeAllePakete
                    595 \def\bLadeAllePakete{
                    596 \bLadePakete{
                           aufgaben-einbinden,
                    597
                           automaten,
                    598
                    599
                           checkbox,
                           chomsky-normalform,
                    600
                    601
                           cpm,
                    602
                           cyk-algorithmus,
                    603
                           entwurfsmuster,
                    604
                           er,
                    605
                           formale-sprachen,
                    606
                           gantt,
                           grafik,
                    607
                           graph,
                    608
                    609
                           hanoi,
                           kontrollflussgraph,
                    610
                    611
                           komplexitaetstheorie,
                    612
                           makros,
                           master-theorem,
                    613
                    614
                           mathe,
                    615
                           minimierung,
                    616
                           normalformen,
                           petri,
                    617
                           potenzmengen-konstruktion,
                    618
                           pumping-lemma,
                    619
                    620
                           pseudo,
                    621
                           quicksort,
                           relationale-algebra,
                    622
                    623
                           rmodell,
                    624
                           sortieren,
                    625
                           spalten,
```

```
627
       sql,
628
       syntax,
629
       syntaxbaum,
630
       synthese-algorithmus,
631
       tabelle,
632
       typographie,
633
       uml.
       vollstaendige-induktion,
634
       wasserfall,
635
636
       wpkalkuel,
       %
637
       baum, % am Schluss sonst Fehler: undefined command \edge
638
639
640 }
```

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-

```
lärt.
641 \clist_new: N \g_schluessel_clist
642 \clist_set:Nn \g_schluessel_clist {
643 titel,
644 thematik,
645 stichwoerter,
646 zitat_schluessel,
647 zitat_beschreibung,
648 %
649 bearbeitungs_stand,
650 korrektheit,
652 relativer_pfad,
653
    identische_aufgabe,
654 %
655 einzelpruefungs_nr,
656
    examen_fach,
     jahr,
657
658
     monat,
659
     jahreszeit,
     thema_nr,
     teilaufgabe_nr,
661
662
     aufgabe_nr,
663 }
   Initialisierung der globalen Token-List-Variablen \g_***_tl. auf steht für Aufgabe.
664 \clist_map_inline: Nn \g_schluessel_clist {
     \tl_new:c {g_auf_#1_tl}
666}
   Funktion über alle globalen Token-List-Variablen zurückzusetzten.
667 \cs_new: Npn \_setze_variablen_zurueck: {
     \clist_map_inline: Nn \g_schluessel_clist {
669
       \tl_clear:c {g_auf_##1_tl}
670
671 }
   Die einzelnen Schlüssel sind im Interface Aufgaben Metadaten in der Typescript-Datei
.scripts/nodejs/src/aufgaben.ts erklärt.
```

```
672 \keys_define:nn { aufgabenmetadaten }
673 {
674
    Titel
                         .tl_gset:N = \g_titel_tl,
    Thematik
                         .tl_gset:N = \g_thematik_tl,
675
    Stichwoerter
                        .tl_gset:N = \g_stichwoerter_tl,
                        .tl_gset:N = \g_zitat_beschreibung_tl,
    ZitatSchluessel
678 ZitatBeschreibung
                       .tl_gset:N = \g_zitat_schluessel_tl,
```

```
679
680
    BearbeitungsStand
                          .tl_gset:N = \g_bearbeitungs_stand_tl,
681
    Korrektheit
                          .tl_gset:N = \g_korrektheit_tl,
682
    {\tt RelativerPfad}
683
                          .tl_gset:N = \g_relativer_pfad_tl,
684
    IdentischeAufgabe
                          .tl_gset:N = \g_identische_aufgabe_tl,
685
    ExamenNummer
                          .tl_gset:N = \g_einzelpruefungs_nr_tl,
686
687
    ExamenFach
                          .tl_gset:N = \g_examen_fach_tl,
                          .tl_gset:N = \g_jahr_tl,
688
    ExamenJahr
    ExamenMonat
                          .tl_gset:N = \g_monat_tl,
    ExamenJahreszeit
                          .tl_gset:N = \g_jahreszeit_tl,
691
    {\tt ExamenThemaNr}
                          .tl_gset:N = \g_thema_nr_tl,
692
    ExamenTeilaufgabeNr .tl_gset:N = \g_teilaufgabe_nr_tl,
693
    ExamenAufgabeNr
                          .tl_gset:N = \g_aufgabe_nr_tl,
694 }
695 \cs_gset:Npn \_setze_relativen_pfad: {
696
    \tl_if_empty:NTF \g_relativer_pfad_tl
697
698
       \bool_if:nTF
699
       {
         ! \tl_if_empty_p:N \g_einzelpruefungs_nr_tl &&
700
         ! \tl_if_empty_p:N \g_jahr_tl &&
701
         ! \tl_if_empty_p:N \g_monat_tl
702
703
704
         \tl_gset:Nn \g_relativer_pfad_tl {
705
           Staatsexamen /
706
707
           \g_einzelpruefungs_nr_tl /
708
           \g_jahr_tl /
709
           \g_monat_tl /
           \tl_if_empty:NTF \g_thema_nr_tl {} { Thema - \g_thema_nr_tl / }
710
           \tl_if_empty:NTF \g_teilaufgabe_nr_tl {} { Teilaufgabe - \g_teilaufgabe_nr_tl / }
711
           \tl_if_empty:NTF \g_aufgabe_nr_tl {} { Aufgabe - \g_aufgabe_nr_tl .tex }
712
713
714
715
       {}
    }
716
717
    {}
718 }
719 \cs_set:Nn \_trenner: {
    \, / \,
720
721 }
722\cs_gset:Npn \_gib_jahreszeit_durch_monat: #1 {
723 % \str_case funktioniert nicht mit den Tokenlist variablen.
724
    \tl_case:Nn { #1 }
725
      { 3 } { Frühjahr }
726
727
      { 03 } { Frühjahr }
      { 9 } { Herbst }
       { 09 } { Herbst }
729
730
    }
731 }
  Definiert auch in .scripts/nodejs/src/examen.ts funktioniert nicht
732\cs_gset:Npn \_gib_examen_fach_durch_nummer: #1 {
    \tl_case:Nn { #1 }
733
734
    {
735
       { 46110 } { Grundlagen der Informatik (nicht vertieft) }
       { 46111 } { Programmentwicklung / Systemprogrammierung / Datenbanksysteme (nicht vertieft
736
       { 46112 } { Grundlagen der Informatik (nicht vertieft) }
       { 46113 } { Theoretische Informatik (nicht vertieft) }
738
       { 46114 } { Algorithmen / Datenstrukturen / Programmiermethoden (nicht vertieft) }
```

```
740
       { 46115 } { Theoretische Informatik / Algorithmen / Datenstrukturen (nicht vertieft) }
741
       { 46116 } { Softwaretechnologie / Datenbanksysteme (nicht vertieft) }
       { 46118 } { Fachdidaktik (Mittelschulen) }
742
       { 46119 } { Fachdidaktik (Realschulen) }
743
       { 46121 } { Fachdidaktik (berufliche Schulen) }
744
       { 66110 } { Automatentheorie, Algorithmische Sprache (vertieft) }
745
       { 66111 } { Betriebssysteme / Datenbanksysteme / Rechnerarchitektur (vertieft) }
746
       { 66112 } { Automatentheorie / Komplexität / Algorithmen (vertieft) }
747
       { 66113 } { Rechnerarchitektur / Datenbanken / Betriebssysteme (vertieft) }
748
       { 66114 } { Datenbank- und Betriebssysteme (vertieft) }
749
       { 66115 } { Theoretische Informatik / Algorithmen (vertieft) }
       { 66116 } { Datenbanksysteme / Softwaretechnologie (vertieft) }
751
       { 66118 } { Fachdidaktik (Gymnasium) }
752
753
754 }
   "Einzelprüfungsnummer / Jahr / Jahreszeit" mit Trennzeichen
755 \cs_gset:Npn \_gib_einzelpruefung_trenner: {
     \g_einzelpruefungs_nr_tl
757
758
     \_trenner:
759
760
     \g_jahr_tl
761
762
     \ trenner:
763
764
     \_gib_jahreszeit_durch_monat: \g_monat_tl
765 }
   Thema 1 / Teilaufgabe 2 / Aufgabe 3
766 \cs_gset:Npn \_gib_aufgaben_pfad_trenner: {
     \tl_if_empty:NTF \g_thema_nr_tl {} {
       Thema ~ \g_thema_nr_tl \_trenner:
768
769
770
     \tl_if_empty:NTF \g_teilaufgabe_nr_tl {} {
771
       Teilaufgabe ~ \g_teilaufgabe_nr_tl \_trenner:
772
     \tl_if_empty:NTF \g_aufgabe_nr_tl {} {
773
774
       Aufgabe ~ \g_aufgabe_nr_tl
     }
775
776}
   Gib den langen Titelpfad einer Aufgabe. Ist die Aufgabe keine Examensaufgabe, wird
auch eine Titel zurückgegeben. Für die Kopfzeile gedacht.
777 \cs_new:Npn \gib_aufgaben_pfad_lang_sicher: {
778
     \tl_if_empty:NTF \g_einzelpruefungs_nr_tl
779
     {
780
        \g_titel_tl
     }
781
782
        \_gib_einzelpruefung_trenner:
783
784
       \_trenner:
785
        \_gib_aufgaben_pfad_trenner:
786
787 }
788 \cs_gset:Npn \_gib_examen_titel:
789 {
790
     \cs_set:Nn \_trenner: { \, / \, }
791
     \bool if:nTF
792
       ! \tl_if_empty_p:N \g_einzelpruefungs_nr_tl &&
       ! \tl_if_empty_p:N \g_jahr_tl &&
794
       ! \tl_if_empty_p:N \g_monat_tl &&
795
       ! \tl_if_empty_p:N \g_aufgabe_nr_tl
```

```
797
    }
798
     {
799
         \footnotesize
800
         \par
801
         \noindent
802
         Staatsexamen ~
803
         \g_einzelpruefungs_nr_tl \_trenner:
804
         \g_jahr_tl \_trenner:
805
806
807
         \tl_case:Nn \g_monat_tl
808
           { 03 } { Frühjahr }
809
           { 09 } { Herbst }
810
         } \_trenner:
811
812
         \tl_if_empty:NTF \g_thema_nr_tl {} {
813
814
           Thema ~ Nr. ~ \g_thema_nr_tl \_trenner:
815
         \tl_if_empty:NTF \g_teilaufgabe_nr_tl {} {
816
817
           Teilaufgabe ~ Nr. ~ \g_teilaufgabe_nr_tl \_trenner:
818
         \tl_if_empty:NTF \g_aufgabe_nr_tl {} {
819
           Aufgabe ~ Nr. ~ \g_aufgabe_nr_tl
820
         }
821
822
         \par
         \bigskip
823
824
    }
825
826 }
827\cs_new:Npn \_gib_github_url: {
828
     \LehramtInformatikGithubDomain /
     \LehramtInformatikGithubTexRepo /
829
830
    blob /
     \LehramtInformatikGitBranch /
831
832
     \g_relativer_pfad_tl
833 }
834\cs_new:Npn \_gib_github_url_href: {
     \tl_if_empty:NTF \g_relativer_pfad_tl {} {
       \url{ \_gib_github_url: }
836
837
838 }
839 \cs_new: Npn \_gib_aufgaben_titel: {
840
     \g_titel_tl
    \tl_if_empty:NTF \g_thematik_tl
842
843
    {}
844
        ~ [
845
       \g_thematik_tl
846
847
     ]
848
    }
849 }
850 \cs_new:Npn \titel_seite:nn #1 #2
851 {
852
     \pagestyle{empty}
853
     \strut
854
855
     \vspace{1cm}
856
     \begin{center}
857
       \bfseries
858
```

```
859
       \Large
860
       #1
861
       \par
     \end{center}
862
863
     \vfill
864
865
     \begin{center}
866
       \large
867
868
       #2
869
       \par
     \end{center}
870
871
     \vfill
872
873
     \begin{center}
874
       \bGrafikLogo[width=8cm]
875
       \par
876
877
       \vspace{4cm}
878
879
880
         \bfseries
881
         \Large
882
         \bMetaBschlangaulSammlung
883
       }
884
885
       \par
886
887
       \medskip
888
889
890
         \large
         \bMetaHermineFriends
891
892
893
       \par
     \end{center}
894
895
     \vspace{2cm}
896
897
898
     \strut
899
900
     \clearpage
901 }
902\msg_new:nnn { aufgabenmetadaten } { kein-titel }
   { Der~Schlüssel~ist~zwingend~notwendig }
  \def\LehramtInformatikRepository{/pfad/zum/repository}
904\input /etc/lehramt-informatik.config.tex
  biblatex not working with lualatex and babel
905% \RequirePackage{polyglossia}
906% \setmainlanguage{german}
907
```

baum.sty

```
908 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
909 \ProvidesPackage{bschlangaul-baum}[2020/06/13 Zum Setzen von
910 Binär- und AVL-Bäumen. Hüll-Paket um TikZ and tikz-qtree.]
911 \RequirePackage{tikz}
für li binaer baum
912 \RequirePackage{tikz-qtree}
Für b baum
913 \usetikzlibrary{shapes.multipart}
```

Binärbaum

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

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



```
914 \text{tikzset}
915 li binaer baum/.style={
       shorten <=2pt,
916
       shorten >=2pt,
917
918
       ->,
919
       every tree node/.style={
920
         minimum width=2em,
921
         draw,
922
         rectangle
923
       },
       blank/.style={
924
         draw=none
925
926
       },
       edge from parent/.style={
927
928
929
         edge from parent path={(\tikzparentnode) -- (\tikzchildnode)}
930
       },
931
       level distance=1cm,
932
       every label/.style={
933
         gray,
         font=\footnotesize,
934
935
         label position=0,
         label distance=0cm,
936
937
    },
938
939 }
```

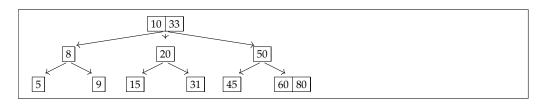
AVL-Baum

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



B-Baum

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



```
940 \text{tikzset} 
    li bbaum knoten/.style={
941
942
       rectangle split parts=10,
943
       rectangle split,
       rectangle split horizontal,
944
       rectangle split ignore empty parts,
945
946
       draw,
947
       fill=white
948
    },
    li bbaum/.style={
949
       every node/.style={
950
         li bbaum knoten
951
952
953
       level 1/.style={
954
         level distance=12mm,
         sibling distance=25mm,
955
956
957
       every child/.style={
958
         shorten <= 2pt,
959
         shorten >= 6pt,
960
         ->,
       },
961
       level 2/.style={
962
         level distance=9mm,
963
         sibling distance=15mm,
964
965
       },
966
    }
967 }
968
```

checkbox.sty

```
969 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
970 \ProvidesPackage{bschlangaul-checkbox}[2020/12/14 Zum Setzen von
971 Multiple-Choice-Fragen. Simulation von Kästchen zum ankreuzen]
972 \RequirePackage{amssymb}

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

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

975
```

chomsky-normalform.sty

```
976 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
977 \ProvidesPackage{bschlangaul-chomsky-normalform}[2021/03/26
978 Hilfsmakros zum Setzen des Algorithmus zum Erreichen der Chomsky-Normalform]
979 \ExplSyntaxOn
980 \bLadePakete{typographie}
```

Faulenzer

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

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{liProduktionsRegeln}
S \rightarrow d S e \mid a \mid U c T \mid S b U,
T -> d S e | a,
U -> d S e | a | U c T,
\end{liProduktionsRegeln}
\item \schrittE{3}
\begin{liProduktionsRegeln}
S \rightarrow D S E \mid a \mid U C T \mid S B U,
T \rightarrow D S E \mid a,
U -> D S E | a | U C T,
B -> b,
C -> c,
D \rightarrow d,
E -> e,
\end{liProduktionsRegeln}
\item \schrittE{4}
% S -> S S.1 | T2 S.2 | a | U S.3
\% T -> T2 S.2 | a
\% U \, -> T2 S.2 | a | U S.3
% T1 -> b
% T2 -> d
% T3 -> e
% T4 → c
% S.1 -> T1 U
% S.2 -> S T3
```

```
% S.3 -> T4 T
                         \begin{liProduktionsRegeln}
                         S \rightarrow D S_E \mid a \mid U C_T \mid S B_U, % S
                                                               -> S S.1 | T2 S.2 | a | U S.3
                         T \rightarrow D S_E \mid a, \% T \rightarrow T2 S.2 \mid a
                         U -> D S_E | a | U C_T, \% U -> T2 S.2 | a | U S.3
                         B -> b, % T1 -> b
                         C -> c, % T4 -> c
                         D -> d, % T2 -> d
                         E -> e, % T3 -> e
                         S_E -> S E, % S.2 -> S T3
                         C_T -> C T, % S.3 -> T4 T
                        B_U -> B U, % S.1 -> T1 U
                         \end{liProduktionsRegeln}
                         \end{enumerate}
                       Makro-Faulenzer: \let\schritt=\liChomskyUeberschrift
\bChomskyUeberschrift
                        981 \def\bChomskyUeberschrift#1{
                        982
                        983
                                \bfseries
                               \rmfamily
                        984
                               \str_case:nn {#1} {
                        985
                                 {1} {Elimination~der~$\varepsilon$-Regeln}
                        986
                                 {2} {Elimination~von~Kettenregeln}
                        987
                        988
                                 {3} {Separation~von~Terminalzeichen}
                        989
                                  {4} {Elimination~von~mehrelementigen~Nonterminalketten}
                        990
                             }
                        991
                        992 }
                        Makro-Faulenzer: \let\erklaerung=\liChomskyErklaerung
  \bChomskyErklaerung
                           Hoffmann Seite 180
                        993 \def\li@chomsky@erklaerung@texte#1{
                             \str_case:nn {#1} {
                        994
                               %
                        995
                        996
                               {1} {
                        997
                                 Alle~Regeln~der~Form~$A~\rightarrow~\varepsilon$~werden~eliminiert.~
                                 Die~Ersetzung~von~$A$~wird~durch~$\varepsilon$~in~allen~anderen~
                        998
                                 Regeln~vorweggenommen.
                        999
                        1000
                               }
                        1001
                               {2} {
                        1002
                                 Jede~Produktion~der~Form~$A~\rightarrow~B$~mit~$A,~B~\in~S$~wird~
                        1003
                                 als~Kettenregel~bezeichnet.~Diese~tragen~nicht~zur~Produktion~
                                 von~Terminalzeichen~bei~und~lassen~sich~ebenfalls~eliminieren.
                        1004
                        1005
                               }
                               {3} {
                        1006
                                  Jedes~Terminalzeichen~$\sigma$,~das~in~Kombination~mit~anderen~
                        1007
                                 Symbolen~auftaucht,~wird~durch~ein~neues~Nonterminal~
                        1008
                                 $$\sb{\sigma}$~ersetzt~und~die~Menge~der~Produktionen~durch~die~
                        1009
                                 Regel~$S\sb{\sigma}~\rightarrow~\sigma$~ergänzt.
                        1010
                        1011
                               {4} {
                        1012
                                 Alle~Produktionen~der~Form~
                        1013
                                 A\rightarrow B\
                        1014
                                 werden~in~die~Produktionen~
                        1015
                                 $A~\rightarrow~
                        1016
                        1017
                                 A\sb{n-1}~B\sb{n},~A\sb{n-1}~\rightarrow~
                        1018
                                 A\sb{n-2}~B\sb{n-1},~\dots,~
                                 A\sb{2}~\rightarrow~B\sb{1}~B\sb{2}$~zerteilt.~
                        1019
                                 Nach~der~Ersetzung~sind~alle~längeren~Nonterminalketten~
                        1020
                        1021
                                 vollständig~heruntergebrochen~und~die~Chomsky-Normalform~erreicht.
                               }
                        1022
```

```
1023 }
                            1024 }
                            1025 \def\bChomskyErklaerung#1{
                            1026 {
                            1027
                                     \itshape
                            1028
                                     \footnotesize
                            1029
                                    \verb|\bParagraphMitLinien{\li@chomsky@erklaerung@texte{#1}}|
                            1030 }
                            1031 }
                            Makro-Faulenzer: \let\schrittE=\liChomskyUeberErklaerung
\verb|\bChomskyUeberErklaerung| \\
                            1032 \verb|\def| bChomskyUeberErklaerung#1{|}
                            1033 \bChomskyUeberschrift{#1}\par
                                 \bChomskyErklaerung{#1}
                            1034
                            1035 }
                            1036 \ExplSyntaxOff
                            1037
```

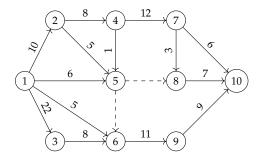
cpm.sty

```
1038 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1039 \ProvidesPackage{bschlangaul-cpm}[2020/09/03]
1040 \RequirePackage{tikz}
1041 \bLadePakete{mathe,typographie}
```

Faulenzer

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

TeX-Markup-Beispiel: Graph



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

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

\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
                                    //
7
   & \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
                                              //
                  & $\min(0_2, 0_3, 2_4)$ & 0
                                             \\\hline
               \end{tabular}
1042 \ExplSyntaxOn
              1043 \NewDocumentCommand { \bCpmEreignis } { O{} m m m } {
                  \tl_set:Nn \l_name_tl {}
              1044
              1045
              1046
                   \keys_define:nn { cpmEreignis } {
              1047
                    name .code:n = {\tl_set:Nn \l_name_tl {##1}},
              1048
              1049
                   \keys_set:nn { cpmEreignis } { #1 }
              1050
              1051
              1052
                   \tl_if_empty:NT \l_name_tl {
              1053
                    \tl_set:Nn \l_name_tl {#2}
                  }
              1054
              1055
                   \node[circle,draw] (\l_name_tl) at (#3,#4) {#2};
              1056
              1057 }
              1058 \ExplSyntaxOff
1059 \ExplSyntaxOn
              1060 \NewDocumentCommand { \bCpmVorgang } { O{} m m m } {
              1061
                   \tl_set:Nn \l_schein_tl {}
                  \tl_set:Nn \l_kritisch_tl {}
              1062
              1063
                   \keys_define:nn { cpmVorgang } {
              1064
                    schein .code:n = {\tl_set:Nn \l_schein_tl {dashed}},
              1065
              1066
                    kritisch .code:n = {\tl_set:Nn \l_kritisch_tl {very~thick}},
              1067
              1068
                   \keys_set:nn { cpmVorgang } { #1 }
              1069
              1070
                  \path[->,\l_schein_tl,\l_kritisch_tl] (#2) edge node[auto,sloped] {#4} (#3);
              1071
              1072 }
              1073 \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)}
                                                1074 \end{array} $$1074 \end{array} $$1074 \end{array} $$1_{\scriptstyle \end{array}} $$1074 \end{array} $$1074 \end{
                                                1075 \def\bCpmVonZu#1(#2-#3){%
                                                                  \ifmmode%
                                                1076
                                                                            \bCpmVonZuOhneMathe{#1}(#2-#3)%
                                                1077
                                                1078
                                                1079
                                                                           $\bCpmVonZuOhneMathe{#1}(#2-#3)$%
                                                1080
                                                                 \fi%
                                                1081 }
                                               Makro-Faulenzer: \let\v=\liCpmVon
           \bCpmVon
                                                            \bCpmVon{1}(2): 1_{(\to 2)}
                                                1082 \def\bCpmVonOhneMathe#1(#2){#1_{\scriptscriptstyle(\rightarrow#2)}}
                                                1083 \def\bCpmVon#1(#2){%
                                                1084
                                                                  \ifmmode%
                                                1085
                                                                           \bCpmVonOhneMathe{#1}(#2)%
                                                1086
                                                1087
                                                                           $\bCpmVonOhneMathe{#1}(#2)$%
                                                                   \fi%
                                                1088
                                                1089 }
                                               Makro-Faulenzer: \let\z=\liCpmZu
               \bCpmZu
                                                            \bCpmZu{1}(2): 1_{(\leftarrow 2)}
                                                1090 \end{area} 1090 \end{ar
                                                1091 \def\bCpmZu#1(#2) {%
                                                1092
                                                                 \ifmmode%
                                                                            \bCpmZuOhneMathe{#1}(#2)%
                                                1093
                                                                   \else%
                                                1094
                                                                           $\bCpmZuOhneMathe{#1}(#2)$%
                                                1095
                                                1096
                                                                 \fi%
                                                1097 }
                                                1098 \ExplSyntaxOn
                                               Spätester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann
\bCpmSpaetI
                                                Makro-Faulenzer: \let\SZ=\liCpmSpaetI
                                                1099 \NewDocumentCommand{ \bCpmSpaetI } { O{i} } {
                                                                 \ifmmode
                                                1100
                                                1101
                                                                           SZ\sb{#1}
                                                1102
                                                                   \else
                                                                           $SZ\sb{#1}$
                                                1103
                                                1104
                                                                 \fi
                                                1105 }
                                               Frühester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann.
\bCpmFruehI
                                                Makro-Faulenzer: \let\FZ=\liCpmFruehI
                                                1106 \NewDocumentCommand{ \bCpmFruehI } { O{i} } {
                                                                  \ifmmode
                                                1107
                                                1108
                                                                           FZ\sb{#1}
                                                                    \else
                                                1109
                                                1110
                                                                           $FZ\sb{#1}$
```

```
1111 \fi
1112}
```

\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.

```
1113 \def\bCpmFruehErklaerung{
     \bParagraphMitLinien{
1114
        Wir-führen-eine-Vorwärtsterminierung-durch-
1115
       und~addieren~die~Dauern.~
1116
1117
1118
       Kann~ein~Ereignis~über~mehrere~Vorgänge~erreicht~
1119
       werden,~wählen~wir~das~Maximum~aus.~
1120
        \textbf{Erläuterungen:}~
1121
1122
        $i$:~
1123
1124
       Ereignis~$i$;~\,
1125
       \bCpmFruehI{}:~
1126
       Frühester~Zeitpunkt,~zu~dem~Ereignis~$i$~eintreten~kann
1127
1128
     }
1129
1130 }
```

\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.

```
1131 \def\bCpmSpaetErklaerung{
1132
     \bParagraphMitLinien{
1133
       Wir-führen-eine-Rückwärtsterminierung-durch-
1134
       und~subtrahieren~die~Dauern~vom~letzten~Ereignis~aus.~
1135
       Kann~ein~Ereignis~über~mehrere~Vorgänge~erreicht~
1136
       werden,~wählen~wir~das~Minimum~aus.~
1137
1138
        \textbf{Erläuterungen:}~
1139
1140
       $i$:~
1141
1142
       Ereignis~$i$;~\,
1143
1144
       \bCpmSpaetI{}:~
1145
       Spätester~Zeitpunkt,~zu~dem~Ereignis~$i$~eintreten~kann
1146
1147
     }
1148}
1149 \ExplSyntaxOff
1150
```

cyk-algorithmus.sty

```
1151 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
1152 \ProvidesPackage{bschlangaul-cyk-algorithmus}[2021/06/18 Hilfsmakros
1153 zum Setzen des CYK-Algorithmus]
```

Faulenzer

\let\l=\liKurzeTabellenLinie

TeX-Markup-Beispiel

```
\begin{tabular}{|c|c|c|c|c|}
                                    & b
                                                            & b \\\hline\hline
                            & c
                                            & c
                                                    & a
                      $R_a$ & $R_c$ & $R_b$ & $R_c$ & $R_a$ & $R_b$ \16
                            & A & A & B & C \15
                            & -
                                    & S
                                            & S \14
                            & -
                                    & - \13
                            & - \12
                      S \11
                      \end{tabular}
                      \bWortInSprache{acbcab}
\bKurzeTabellenLinie Makro-Faulenzer: \let\l=\liKurzeTabellenLinie
                      1154 \def\bKurzeTabellenLinie#1{\\cline{1-#1}}
    \bWortInSprache \bWortInSprache{abc}: \Rightarrow abc \in L(G)
                      \bWortInSprache{abc}[L(Z)]: \Rightarrow abc \in L(Z)
                      1155 \NewDocumentCommand{ \bWortInSprache } { m O(L(G)) } {
                          \bigskip
                          \noindent
                      1157
                      \bWortNichtInSprache{abc}: \Rightarrow abc \notin L(G)
\bWortNichtInSprache
                      \bWortNichtInSprache{abc}[L(Z)]: \Rightarrow abc \notin L(Z)
                      1160 \NewDocumentCommand{ \bWortNichtInSprache } { m O(L(G)) } {
                     1161 \bigskip
                           \noindent
                      1162
                           $\Rightarrow #1 \notin #2$
                      1163
                     1164 }
                      1165
```

entwurfsmuster.sty

```
1166 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1167 \ProvidesPackage{bschlangaul-entwurfsmuster}[2021/05/06
1168 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

1169 \RequirePackage{bschlangaul-uml}

\li@EntwurfsCodeAllgemein

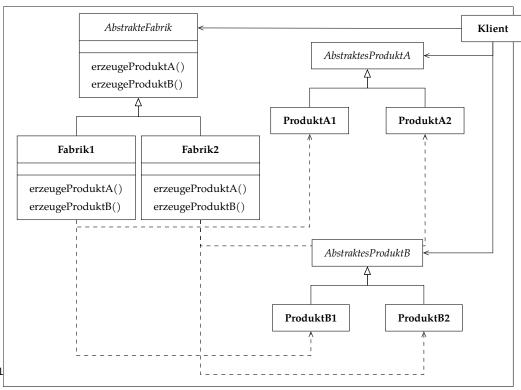
Allgemeine Code-Beispiele zu den UML-Diagrammen und Stellvertretern

```
1170 \RequirePackage{bschlangaul-syntax}
1171 \def\li@EntwurfsCode#1#2{
1172 \bJavaDatei{entwurfsmuster/#1/allgemein/#2}
1173 }
```

Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)

${ t sAbstrakteFabrikBeschreibung}$

```
1174 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung{
1175 Es wird eine Schnittstelle bereitgestellt, um \emph{Familien}
1176 verbundener oder abhängiger Objekte} zu erstellen, ohne die konkreten
1177 Klassen zu spezifizieren.\footcite[Seite 25]{eilebrecht}
1178}
```

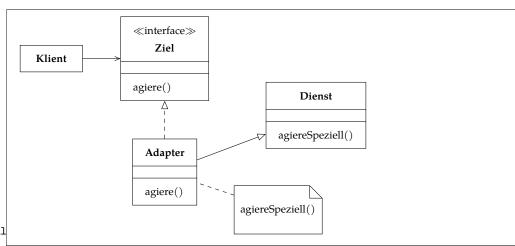


\bEntwurfsAbstrakteFabrikUml

```
1179 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrikUml{
     \begin{tikzpicture}
1180
       \umlclass[type=abstract]{AbstrakteFabrik}{}{
1181
1182
         erzeugeProduktA()\\
1183
          erzeugeProduktB()\\
1184
1185
       \umlclass[below left=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik1}{}{
1186
         erzeugeProduktA()\\
         erzeugeProduktB()\\
1187
1188
       \umlclass[below right=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik2}{}{
1189
1190
          erzeugeProduktA()\\
         erzeugeProduktB()\\
1191
1192
1193
        \umlVHVinherit{Fabrik1}{AbstrakteFabrik}
1194
       \umlVHVinherit{Fabrik2}{AbstrakteFabrik}
1195
       \umlsimpleclass[right=3cm of AbstrakteFabrik,type=abstract]{AbstraktesProduktA}
1196
       \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA1}
1197
       \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA2}
1198
       \umlVHVinherit{ProduktA1}{AbstraktesProduktA}
1199
1200
       \umlVHVinherit{ProduktA2}{AbstraktesProduktA}
1201
1202
       \umlsimpleclass[above right=0cm and 1cm of AbstraktesProduktA]{Klient}
1203
1204
       \umlsimpleclass[below=4.5cm of AbstraktesProduktA,type=abstract]{AbstraktesProduktB}
1205
       \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB1}
1206
       \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB2}
       \umlVHVinherit{ProduktB1}{AbstraktesProduktB}
1207
       \umlVHVinherit{ProduktB2}{AbstraktesProduktB}
1208
1209
1210
       \umlVHVdep[arm1=-1.3cm,arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktA1}
1211
       \umlVHVdep[arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktB1}
1212
1213
       \umlVHVdep[arm1=-1.8cm,arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktA2}
       \umlVHVdep[arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktB2}
1214
1215
```

```
1216
                                       \umluniassoc[anchor2=25]{Klient}{AbstrakteFabrik}
                               1217
                                       \umlVHuniassoc[arm1=-1cm]{Klient}{AbstraktesProduktA}
                               1218
                                       \umlVHuniassoc{Klient}{AbstraktesProduktB}
                               1219
                                     \end{tikzpicture}
                               1220 }
bEntwurfsAbstrakteFabrikCode
                               1221 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrikCode{
                                     \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Produkte}
                                     \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{AbstrakteFabrik}
                               1223
                                     \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Klient}
                               1224
                               1225 }
   \bEntwurfsAbstrakteFabrik
                               1226 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrik{
                               1227
                                     \bEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung
                               1228
                               1229
                                     \bEntwurfsAbstrakteFabrikUml
                               1230
                               1231
                                     \bEntwurfsAbstrakteFabrikCode
                               1232 }
```

Adapter



\bEntwurfsAdapterUml

```
1233 \def\bEntwurfsAdapterUml{
1234
     \begin{tikzpicture}
1235
        \umlsimpleclass[x=1,y=3]{Klient}{}{
1236
        \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Ziel}{}{agiere()}
1237
        \umlclass[x=4,y=0]{Adapter}{}{agiere()}
1238
        \umlclass[x=8,y=1.5]{Dienst}{}{agiereSpeziell()}
1239
        \umlreal{Adapter}{Ziel}
1240
        \umluniassoc{Klient}{Ziel}
1241
        \umlinherit{Adapter}{Dienst}
1242
1243
        \umlnote[x=7,y=-1,width=2cm]{Adapter}{agiereSpeziell()}
1244
     \end{tikzpicture}
1245
1246
     \footcite[so \and ahnlich wie GoF]{\text{wiki:adapter}}
1247 }
```

\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.

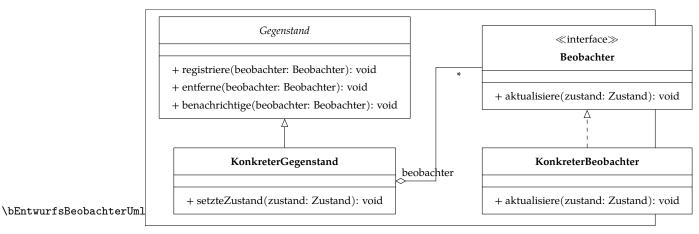
Dienst (Adaptee) Der Dienst bietet wiederzuverwendende Dienstleistungen mit

fest definierter Schnittstelle an.

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

```
1248 \def\bEntwurfsAdapterAkteure{
                              \begin{description}
                        1250
                        1251
                                \item[Ziel (Target)]
                        1252
                                Das Ziel definiert die Schnittstelle, die der Klient nutzen kann.
                        1253
                        1254
                                \item[Klient (Client)]
                        1255
                        1256
                        1257
                                Der Klient nutzt Dienste über inkompatible Schnittstellen und greift
                        1258
                                dabei auf adaptierte Schnittstellen zurück.
                        1259
                                \item[Dienst (Adaptee)]
                        1260
                        1261
                        1262
                                Der Dienst bietet wiederzuverwendende Dienstleistungen mit fest
                        1263
                                definierter Schnittstelle an.
                        1264
                                \item[Adapter]
                        1265
                        1266
                                Der Adapter adaptiert die Schnittstelle des Dienstes auf die
                        1267
                                Schnittstelle zum Klienten.\footcite{wiki:adapter}
                        1268
                        1269
                        1270
                              \end{description}
                        1271 }
\bEntwurfsAdapterCode
                        1272 \def\bEntwurfsAdapterCode{
                             \li@EntwurfsCode{adapter}{Dienst}
                        1273
                              \li@EntwurfsCode{adapter}{Ziel}
                        1274
                        1275
                              \li@EntwurfsCode{adapter}{Adapter}
                        1276
                             \li@EntwurfsCode{adapter}{Klient}
                        1277 }
    \bEntwurfsAdapter
                        1278 \def\bEntwurfsAdapter{
                              \bEntwurfsAdapterUml
                        1279
                        1280
                              \bEntwurfsAdapterAkteure
                        1281
                              \bEntwurfsAdapterCode
```

Beobachter (Observer)



1283 \def\bEntwurfsBeobachterUml{

```
\begin{tikzpicture}
1284
1285
       \umlclass[x=0,y=0,type=abstract]{Gegenstand}{}{
1286
         + registriere(beobachter: Beobachter): void\\
1287
          + entferne(beobachter: Beobachter): void/\
1288
          + benachrichtige(beobachter: Beobachter): void/\
1289
       \umlclass[x=0,y=-3]{KonkreterGegenstand}{}{
1290
          + setzteZustand(zustand: Zustand): void
1291
1292
       \umlinherit{KonkreterGegenstand}{Gegenstand}
1293
1294
       \umlclass[x=8,y=0,type=interface]{Beobachter}{}{
1295
1296
          + aktualisiere(zustand: Zustand): void
1297
       \umlclass[x=8,y=-3]{KonkreterBeobachter}{}{
1298
          + aktualisiere(zustand: Zustand): void
1299
1300
       \umlreal{KonkreterBeobachter}{Beobachter}
1301
1302
       \umlHVHaggreg[arg1=beobachter,pos1=0.8,mult2=*,pos2=2.5]
1303
       {KonkreterGegenstand}{Beobachter}
1304
     \end{tikzpicture}
1305
1306 }
```

\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.

```
1307 \def\bEntwurfsBeobachterAkteure{
     \begin{description}
       \item[Gegenstand / Subjekt (Subject / Observable)]
1309
1310
1311
       Ein Subjekt (beobachtbares Objekt, auf Englisch publisher, also
       "Veröffentlicher", genannt) hat eine Liste von Beobachtern, ohne
1312
       deren konkrete Typen zu kennen. Es bietet eine Schnittstelle zur An-
1313
       und Abmeldung von Beobachtern und eine Schnittstelle zur
1314
       Benachrichtigung von Beobachtern über Änderungen an.\footcite[Seite
1315
       251] {gof}
1316
1317
       \item[Beobachter (Observer)]
1318
1319
       Die Beobachter (auf Englisch auch subscriber, also "Abonnent",
1320
1321
       genannt) definieren eine Aktualisierungsschnittstelle.
1322
       \item[konkreter/s Gegenstand / Subjekt (ConcreteSubject / ConcreteObservable)]
1323
1324
```

```
1325
       Ein konkretes Subjekt (konkretes, beobachtbares Objekt) speichert
1326
       den relevanten Zustand und benachrichtigt alle Beobachter bei
1327
       Zustandsänderungen über deren Aktualisierungsschnittstelle. Es
1328
       verfügt über eine Schnittstelle zur Erfragung des aktuellen
1329
       Zustands.
1330
       \item[Konkrete Beobachter (ConcreteObserver)]
1331
1332
       Konkrete Beobachter verwalten die Referenz auf ein konkretes
1333
       Subjekt, dessen Zustand sie beobachten und speichern und dessen
1334
1335
       Zustand konsistent ist. Sie implementieren eine
1336
       Aktualisierungsschnittstelle unter Verwendung der
1337
       Abfrageschnittstelle des konkreten Subjekts.
       \footcite{wiki:beobachter}
1338
     \end{description}
1339
1340 }
```

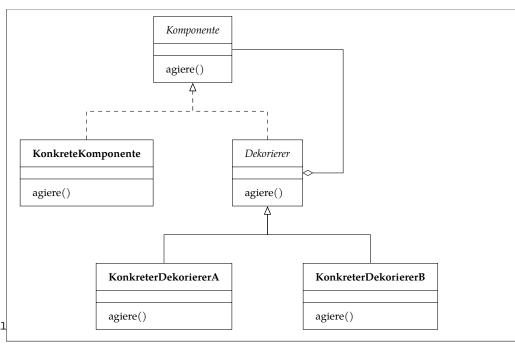
\bEntwurfsBeobachterCode

```
1341 \def\bEntwurfsBeobachterCode{
1342 \li@EntwurfsCode{beobachter}{Gegenstand}
1343 \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterGegenstand}
1344 \li@EntwurfsCode{beobachter}{Beobachter}
1345 \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterA}
1346 \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterB}
1347 \li@EntwurfsCode{beobachter}{Klient}
1348}
```

\bEntwurfsBeobachter

```
1349 \def\bEntwurfsBeobachter{
1350 \bEntwurfsBeobachterUml
1351 \bEntwurfsBeobachterAkteure
1352 \bEntwurfsBeobachterCode
1353 }
```

Dekorierer (Decorator)



\bEntwurfsDekoriererUml

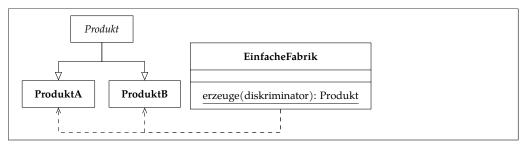
```
1354 \def\bEntwurfsDekoriererUml{
1355 \begin{tikzpicture}
1356 \umlclass[type=abstract]{Komponente}{}{agiere()}
1357 \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Komponente]{KonkreteKomponente}{}{agiere()}
```

```
1358
                                   \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Komponente, type=abstract]{Dekorierer}{}{agiere()}
                           1359
                           1360
                                   \umlVHVreal{KonkreteKomponente}{Komponente}
                           1361
                                   \umlVHVreal{Dekorierer}{Komponente}
                           1362
                                   \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererA}{}{agiere()}
                           1363
                                   \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererB}{}{agiere()}
                           1364
                           1365
                                   \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererA}{Dekorierer}
                           1366
                                   \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererB}{Dekorierer}
                           1367
                           1368
                           1369
                                   \umlHVHaggreg[arm1=2cm]{Dekorierer}{Komponente}
                                   \footcite{wiki:dekorierer}
                           1370
                           1371
                                 \end{tikzpicture}
                           1372 }
\bEntwurfsDekoriererCode
                           1373 \def\bEntwurfsDekoriererCode{
                                \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Komponente}
                           1375
                                 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreteKomponente}
                           1376
                                 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Dekorierer}
                           1377
                                 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererA}
                                 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererB}
                           1378
                           1379
                                 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Klient}
                           1380 }
    \bEntwurfsDekorierer
                           1381 \def\bEntwurfsDekorierer{
                           1382
                                 \bEntwurfsDekoriererUml
                           1383
                                 \bEntwurfsDekoriererAkteure
                                 \bEntwurfsDekoriererCode
                           1384
                           1385 }
```

Einfache Fabrik (Simple Factory)

\bEntwurfsEinfacheFabrikUml

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



```
1386 \def\bEntwurfsEinfacheFabrikUml{
1387
     \begin{tikzpicture}
       \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
1388
       \umlsimpleclass[below left=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktA}
1389
       \umlsimpleclass[below right=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktB}
1390
1391
       \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktA}
       \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktB}
1392
1393
       \umlclass[below right=0cm and 1.5cm of Produkt]{EinfacheFabrik}{
1394
1395
          \umlstatic{erzeuge(diskriminator): Produkt}\\
1396
       \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktA}
1397
       \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktB}
1398
1399
     \end{tikzpicture}
1400 }
```

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

```
1401 \def\bEntwurfsEinfacheFabrikAkteure{
     \begin{description}
1402
        \item[EinfacheFabrik]
1403
1404
       Eine Klasse mit einer Erzeugunsmethode, die über eine größere
1405
       Bedingung verschiedene Objekt instanziert.
1406
1407
        \item[Produkt]
1408
1409
1410
       Eine abstrakte Klasse, die von den konkreten Produkten geerbt wird.
1411
1412
        \item[KonkretesProdukt]
1413
       Ein konkretes Produkt, das von der einfachen Fabrik erzeugt wird.
1414
1415
     \end{description}
1416 }
1417 \def\bEntwurfsEinfacheFabrik{
     \bEntwurfsEinfacheFabrikUml
     \bEntwurfsEinfacheFabrikAkteure
1419
1420 }
Einzelstück (Singleton)
```

urfsEinzelstueckBeschreibung

\bEntwurfsEinfacheFabrik

```
1421 \def\bEntwurfsEinzelstueckBeschreibung{
1422 Stellt sicher, dass nur \emph{genau eine Instanz einer Klasse} erzeugt
    wird.\footcite[Seite 38]{eilebrecht}
1424 }
1425
```

\bEntwurfsEinzelstueckUml

Quelle nach der deutschen Wikipedia

```
Einzelstück
- instanz: Einzelstück
- Einzelstück()
+ gibInstanz(): Einzelstück
```

```
1426 \def\bEntwurfsEinzelstueckUml{
     \begin{tikzpicture}
1427
        \umlclass{Einzelstück}{
1428
        \umlstatic{- instanz: Einzelstück}\\
1429
1430
       ጉና
        - Einzelstück()\\
1431
        + gibInstanz(): Einzelstück
1432
1433
1434
     \end{tikzpicture}
```

bEntwurfsEinzelstueckAkteure Quelle: frei überstetzt aus GoF

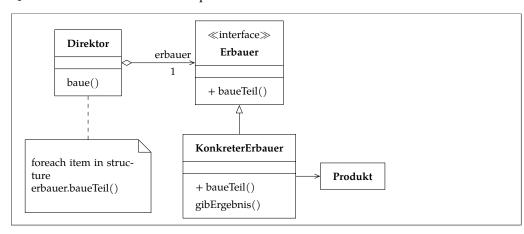
Einzelstück (Singleton) stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.

```
1436 \def\bEntwurfsEinzelstueckAkteure{
                             1437
                                   \begin{description}
                             1438
                                     \item[Einzelstück (Singleton)]
                             1439
                             1440
                                     stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten
                             1441
                                     nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.
                             1442
                                   \end{description}
                             1443 }
\bEntwurfsEinzelstueckCode
                             1444 \def\bEntwurfsEinzelstueckCode{
                                   \li@EntwurfsCode{einzelstueck}{Einzelstueck}
                             1446 }
    \bEntwurfsEinzelstueck
                             1447 \def \bEntwurfsEinzelstueck{
                             1448
                                   \bEntwurfsEinzelstueckBeschreibung
                             1449
                                   \bEntwurfsEinzelstueckUml
                             1450
                             1451
                             1452
                                   \bEntwurfsEinzelstueckAkteure
                             1453
                                   \bEntwurfsEinzelstueckCode
                             1454
                             1455 }
```

Erbauer (Builder)

\bEntwurfsErbauerUml

Quelle nach der deutschen Wikipedia



```
1456 \def\bEntwurfsErbauerUml{
     \begin{tikzpicture}
1458
       \umlsimpleclass[x=7,y=0]{Produkt}{}{}
1459
       \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Erbauer}{}{+ baueTeil()}
       \umlclass[x=4,y=0]{KonkreterErbauer}{}{
1460
1461
        + baueTeil()\\
1462
        gibErgebnis()}
       \umlclass[x=0,y=3]{Direktor}{}{baue()}
1463
1464
       1465
       \umluniassoc{KonkreterErbauer}{Produkt}
1466
       \umlinherit{KonkreterErbauer}{Erbauer}
1467
1468
     \umlnote[x=0,y=0,width=3cm]{Direktor}{
1469
      foreach item in structure\\
1470
1471
       erbauer.baueTeil()
```

```
1472 }
1473 \end{tikzpicture}
1474 \footcite{wiki:erbauer}
1475}
```

\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.

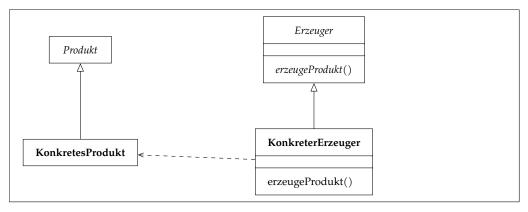
Produkt Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.

```
1476 \def\bEntwurfsErbauerAkteure{
     \begin{description}
1478
       \item[Erbauer]
1479
1480
       Der Erbauer spezifiziert eine abstrakte Schnittstelle zur Erzeugung der
       Teile eines komplexen Objektes.
1481
1482
       \item[KonkreterErbauer]
1483
1484
1485
       Der konkrete Erbauer erzeugt die Teile des komplexen Objekts durch
       Implementierung der Schnittstelle. Außerdem definiert und verwaltet er
1486
       die von ihm erzeugte Repräsentation des Produkts. Er bietet auch eine
1487
       Schnittstelle zum Auslesen des Produkts.
1488
1489
       \item[Direktor]
1490
1491
       Der Direktor konstruiert ein komplexes Objekt unter Verwendung der
1492
       Schnittstelle des Erbauers. Der Direktor arbeitet eng mit dem Erbauer
1493
       zusammen: Er weiß, welche Baureihenfolge der Erbauer verträgt oder
1494
       benötigt. Der Direktor entkoppelt somit den Konstruktionsablauf vom
1495
       Klienten.
1496
1497
1498
       \item[Produkt]
1499
       Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.
1500
       \footcite{wiki:erbauer}
1501
     \end{description}
1502
1503 }
1504 \def\bEntwurfsErbauer{
     \bEntwurfsErbauerUml
1505
     \bEntwurfsErbauerAkteure
1506
1507 }
```

Fabrikmethode (Factory Method)

\bEntwurfsFabrikmethodeUml Quelle nach der deutschen Wikipedia

\bEntwurfsErbauer



```
1508 \def\bEntwurfsFabrikmethodeUml{
     \begin{tikzpicture}
1509
       \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
1510
       \umlsimpleclass[below=2cm of Produkt]{KonkretesProdukt}
1511
1512
       \umlinherit{KonkretesProdukt}{Produkt}
1513
       \umlclass[type=abstract,right=4cm of Produkt]{Erzeuger}{}{
1514
         \textit{erzeugeProdukt()}\\
1515
1516
       \umlclass[below=1.2cm of Erzeuger]{KonkreterErzeuger}{}{
1517
       erzeugeProdukt()
1518
1519
       \umlinherit{KonkreterErzeuger}{Erzeuger}
1520
1521
1522
       \umldep{KonkreterErzeuger}{KonkretesProdukt}
1523
     \end{tikzpicture}
1524 }
```

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).

```
1525 \def\bEntwurfsFabrikmethodeAkteure{
     \begin{description}
1526
        \item[Produkt]
1527
1528
1529
       Das Produkt ist der Basistyp (Klasse oder Schnittstelle) für das
1530
        zu erzeugende Produkt.
1531
        \item[KonkretesProdukt]
1532
1533
       KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.
1534
1535
        \item[Erzeuger]
1536
1537
       Der Erzeuger deklariert die Fabrikmethode, um ein solches Produkt
1538
1539
        zu erzeugen und kann eine Default-Implementierung beinhalten.
1540
        \item[KonkreterErzeuger]
1541
1542
```

```
1543
       KonkreterErzeuger überschreibt die Fabrikmethode, um die ihm
1544
       entsprechenden konkreten Produkte zu erzeugen (z. B. indem er den
1545
       Konstruktor einer konkreten Produkt-Klasse aufruft).
1546
       \footcite{wiki:fabrikmethode}
1547
     \end{description}
1548
1549 }
1550 \def\bEntwurfsFabrikmethode{
     \bEntwurfsFabrikmethodeUml
1552
     \bEntwurfsFabrikmethodeAkteure
1553 }
```

Kompositum (Composite)

```
Komponente \\ +agiere() \\ +f"ugeKindHinzu() \\ +entferneKind() \\ +gibKind() \\ \hline \\ Hagiere() \\ +agiere() \\ +agiere() \\ +f"ugeKindHinzu() \\ +entferneKind() \\ +gibKind() \\ \hline \\ Hagiere() \\ +f"ugeKindHinzu() \\ +entferneKind() \\ +gibKind() \\ \hline \\ Hagiere() \\ +f"ugeKindHinzu() \\ +entferneKind() \\ +gibKind() \\ \hline \\ Hagiere() \\ +gibKind() \\ +gibKind() \\ \hline \\ Hagiere() \\ +gibKind() \\ \hline \\ Hagiere() \\ +gibKind() \\ +gibKind() \\ \hline \\ Hagiere() \\ +gibKind() \\ +gibKind
```

\bEntwurfsKompositumUml

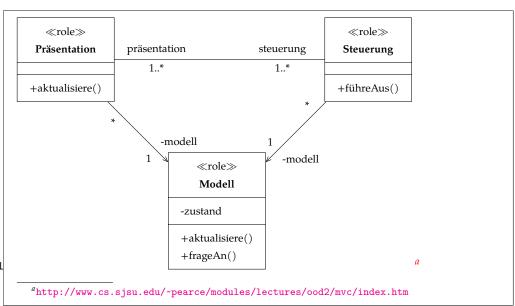
\bEntwurfsFabrikmethode

```
1554 \def\bEntwurfsKompositumUml{
     \begin{tikzpicture}
1555
        \umlclass[x=2.5,y=3,type=abstract]{Komponente}{}{
1556
          \textit{+agiere()}\\
1557
1558
          \textit{+fügeKindHinzu()}\\
1559
          \textit{+entferneKind()}\\
1560
          \textit{+gibKind()}
1561
        \umlclass[x=0]{Blatt}{}{+ agiere()}
1562
        \umlclass[x=5]{Kompositum}{}{
1563
          +agiere()\\
1564
          +fügeKindHinzu()\\
1565
          +entferneKind()\\
1566
          +gibKind()
1567
1568
1569
1570
        \umlVHVinherit{Kompositum}{Komponente}
        \umlVHVinherit{Blatt}{Komponente}
1571
        \umlHVHaggreg[anchor1=east,arm1=1.5cm,arg1=eltern,mult1=1,arg2=kind,mult2=0..*,pos2=2.9,p
1572
     \end{tikzpicture}
1573
1574 }
```

\bEntwurfsFabrikmethode

```
1575 \def\bEntwurfsKompositum{
1576 \bEntwurfsKompositumUml
1577 \bEntwurfsKompositumAkteure
1578}
```

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



 ${\tt IodellPraesentationSteuerungUml}$

```
1579 \def\bEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml{
     \begin{tikzpicture}
1580
       \umlclass[x=-4cm,type=role]{Präsentation}{}{+aktualisiere()}
1581
1582
       \umlclass[x=4cm,type=role]{Steuerung}{}{+führeAus()}
1583
       \umlclass[y=-4cm,type=role]{Modell}{
1584
          -zustand
       }{
1585
1586
          +aktualisiere()\\
1587
         +frageAn()
1588
1589
       \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Präsentation}{Modell}
1590
       \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Steuerung}{Modell}
1591
       \umlassoc[arg1=präsentation,mult1=1..*,arg2=steuerung,mult2=1..*]{Präsentation}{Steuerung
1592
     \end{tikzpicture}
1593
     \bFussnoteUrl{http://www.cs.sjsu.edu/~pearce/modules/lectures/ood2/mvc/index.htm}
1594
1595 }
```

ModellPraesentationSteuerung

```
1596 \def\bEntwurfs{
1597 \bEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml
1598 \bEntwurfsModellPraesentationSteuerungAkteure
1599}
```

Stellvertreter (Proxy)

\bEntwurfsStellvertreterUml

```
1600 \def\bEntwurfsStellvertreterUml{
     \begin{tikzpicture}
1601
       \umlsimpleclass[x=-1,y=2]{Klient}
1602
1603
1604
       \umlclass[x=2,y=2]{Subjekt}{}{+ agiere()}
       \umlclass[x=0,y=-1]{KonkretesSubjekt}{}{+ agiere()}
1605
       \umlclass[x=4,y=-1]{Stellvertreter}{}{+ agiere()}
1606
1607
       \umlVHVinherit{KonkretesSubjekt}{Subjekt}
1608
       \umlVHVinherit{Stellvertreter}{Subjekt}
1609
       \umluniassoc{Stellvertreter}{KonkretesSubjekt}
1610
       \umluniassoc{Klient}{Subjekt}
1611
1612
     \end{tikzpicture}
1613 }
```

\bEntwurfsStellvertreterCode

```
1614 \def \bEntwurfsStellvertreterCode{
1615 \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Subjekt}
1616 \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{KonkretesSubjekt}
1617 \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Stellvertreter}
1618 \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Klient}
1619 }

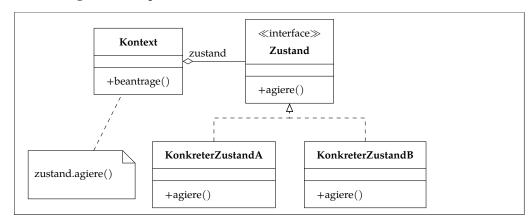
1620 \def \bEntwurfsStellvertreter{
1621 \bEntwurfsStellvertreterUml
1622 \bEntwurfsStellvertreterCode
1623 }
```

Zustand (State)

\bEntwurfsZustandUml

\bEntwurfsStellvertreter

Quelle: Englische Wikipedia, so ähnlich wie in GoF



```
1624 \def \bEntwurfsZustandUml{
     \begin{tikzpicture}
1625
       \umlclass[x=-1,y=3]{Kontext}{}{+beantrage()}
1626
       \umlclass[x=3,y=3,type=interface]{Zustand}{}{+agiere()}
1627
       \umlclass[x=1,y=0]{KonkreterZustandA}{}{+agiere()}
1628
       \umlclass[x=5,y=0]{KonkreterZustandB}{}{+agiere()}
1629
1630
       \umlVHVreal{KonkreterZustandA}{Zustand}
1631
1632
       \umlVHVreal{KonkreterZustandB}{Zustand}
1633
1634
       \umlaggreg[arg=zustand,pos=0.4]{Kontext}{Zustand}
1635
       \umlnote[x=-2.5,y=0,width=2.5cm]{Kontext}{zustand.agiere()}
1636
     \end{tikzpicture}
1637
1638 }
```

\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.

```
1639 \def\bEntwurfsZustandAkteure{
1640  \begin{description}
1641  \item[Kontext (Context)]
1642
1643  definiert die clientseitige Schnittstelle und verwaltet die separaten
```

```
1644
                               Zustandsklassen.
                        1645
                               \item[State (Zustand)]
                        1646
                        1647
                               definiert eine einheitliche Schnittstelle aller Zustandsobjekte und
                        1648
                               implementiert gegebenenfalls ein Standardverhalten.
                        1649
                        1650
                        1651
                               \item[KontreterZustand (ConcreteState)]
                        1652
                        1653
                                implementiert das Verhalten, das mit dem Zustand des Kontextobjektes
                        1654
                               verbunden ist.
                             \end{description}
                        1655
                        1656 }
\bEntwurfsZustandCode
                        1657 \def\bEntwurfsZustandCode{
                             \li@EntwurfsCode{zustand}{Kontext}
                             \li@EntwurfsCode{zustand}{Zustand}
                        1660 }
    \bEntwurfsZustand
                        1661 \def\bEntwurfsZustand{
                             \bEntwurfsZustandUml
                        1663
                             \bEntwurfsZustandAkteure
                        1664 \bEntwurfsZustandCode
                        1665 }
                        1666
```

er.sty

```
1667 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1668 \ProvidesPackage{bschlangaul-er}[2020/06/13 Zum Setzen von
1669 ER-Diagrammen]
1670 \RequirePackage{tikz-er2}
1671 \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);
                    1672 \RequirePackage{soul}
                    1673 \RequirePackage{fontawesome}
                    Faulenzer
                    \let\a=\liErMpAttribute
                    \let\d=\liErDatenbankName
                    \let\e=\liErMpEntity
                    \let\r=\liErMpRelationship
                    1674 \ExplSyntaxOn
        \bErEntity
                    1675 \def\bErEntity#1{\textbf{#1}}
 \bErRelationship
                    1676 \def\bErRelationship#1{\ul{#1}}
     \bErAttribute
                    1677 \def\bErAttribute#1{\emph{#1}}
      \bErMpEntity mp = marginpar
                    Makro-Faulenzer: \let\e=\liErMpEntity
                    1678 \def\bErMpEntity#1{
                         \bErEntity{#1}
                    1679
                    1680
                         \marginpar{
                           \bErEntity{\tiny\faSquareO{}~E:~#1}
                    1681
                         }
                    1682
                    1683 }
                    Makro-Faulenzer: \let\r=\liErMpRelationship
\bErMpRelationship
                    1684 \def\bErMpRelationship#1{
                         \bErRelationship{#1}
                    1685
                    1686
                         \marginpar{
                           \bErRelationship{\tiny\faGg{}~R:~#1}
                    1687
                    1688
                         }
                    1689 }
                    Makro-Faulenzer: \let\a=\liErMpAttribute
   \bErMpAttribute
                    1690 \def\bErMpAttribute#1{
                    1691
                         \bErAttribute{#1}
                    1692
                         \marginpar{
                           \bErAttribute{\tiny\faCircleThin{}~A:~#1}
                    1693
                    1694 }
```

1695 }

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

datenbank name

```
1696 \def\bErDatenbankName#1{
       \footnotesize\texttt{(#1)}
1698
1699 }
1700 }
1701 \ExplSyntaxOff
1702
```

formale-sprachen.sty

```
1703 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                          1704 \ProvidesPackage{bschlangaul-formale-sprachen}[2021/02/21 Hilfsmakros
                          1705 zum Setzen von mathematischen Formeln bei dem Thema Formale Sprachen]
                          1707 formale_sprachen = require('bschlangaul-formale-sprachen')
                          1708 }
                          1709 \RequirePackage{hyperref}
                          1710 \bLadePakete{mathe,typographie}
                          \theta_a, b, c: {a, b, c}
                 \bMenge
                          Makro-Faulenzer: \let\m=\liMenge
                          1711 \def\bMengeOhneMathe#1{\{ #1 \}}
                          1712 \def \bMenge#1{%
                          1713 \ifmmode%
                          1714 \bMengeOhneMathe{#1}%
                          1715 \else%
                          1716 $\bMengeOhneMathe{#1}$%
                          1717 \fi%
                          1718}
              \bEpsilon \bEpsilon: \varepsilon
                          Makro-Faulenzer: \let\e=\liEpsilon
                          1719 \def\bEpsilon{$\varepsilon$}
                          Umgeben mit geschweiften Klammern in einer Mathematik-Umgebung
          \bPotenzmenge
                          1720 \def\erzeuge@tiefgestellt#1{\directlua{formale sprachen.erzeuge_tiefgestellt('#1')}}
                          1721 \def\bPotenzmengeOhneMathe#1{\{ \erzeuge@tiefgestellt{#1} \}}
                          1722 \def\bPotenzmenge#1{$\bPotenzmengeOhneMathe{#1}$}
                          bZustandsmenge{z1, z2}: {\{ z_1, z_2 \}}
         \bZustandsmenge
                          1723 \let\bZustandsmengeOhneMathe=\bPotenzmengeOhneMathe
                          1724 \let\bZustandsmenge=\bPotenzmenge
                         \bUeberfuehrungsFunktion{z0, a}: $\delta(z_0, a)$
\bUeberfuehrungsFunktion
                          Makro-Faulenzer: \let\d=\liUeberfuehrungsFunktion
                          1725 \def\bUeberfuehrungsFunktionOhneMathe#1{\delta(\erzeuge@tiefgestellt{#1})}
                          1726 \def\bUeberfuehrungsFunktion#1{
                          1727 \ifmmode
                         1728 \bUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}
                          1729 \else
                          1730 $\bUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}$
                          1731\fi
                          1732 }
                         \bAlphabet
                          1733 \def bAlphabet #1{$\sigma = { #1 }}
                         \bBandAlphabet{\bTuringLeerzeichen}: \Gamma = \Sigma \cup \{\Box\}
         \bBandAlphabet
                          1734 \def\bBandAlphabet#1{\$\backslash = \sigma \cup \{ #1 \}$}
    \bZustandsBuchstabe
                          1735 \def\bZustandsBuchstabe{z}
\bZustandsBuchstabeGross
                          1736 \def\bZustandsBuchstabeGross{Z}
```

```
\bZustandsmengeNr
                            1737 \def\zustandsnamens@liste#1#2{
                            1738 $
                            1739
                            1740
                                      \directlua{formale_sprachen.erzeuge_zustandsnamens_liste('#1', '#2')}
                            1741
                                    \}
                            1742
                            1743 }
                            \bZustandsmengeNrGross
                            1745 \ 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
                            1746 \def\bZustandsname#1{$\bZustandsBuchstabe_#1$}
                            \bZustandsnameGross{1}: $Z_1$
      \bZustandsnameGross
                            1747 \end{ared} To Sustands name Gross \#1 {$\bZustands Buch stabe Gross \#1 }}
               \bAbleitung \bAbleitung{S -> aB -> ab}: S \vdash aB \vdash ab
                            1748 \def\bAbleitung#1{$\directlua{formale_sprachen.formatiere_ableitung('#1')}$}
                             \begin{liProduktionsRegeln}[P_1]
      liProduktionsRegeln
                               S -> S A B | EPSILON,
                               B A \rightarrow A B,
                               A A -> a a,
                               B B -> b b
                             \end{liProduktionsRegeln}
                            1749 \NewDocumentEnvironment { liProduktionsRegeln }
                            1750 { O{P} +b }
                            1751 {
                                 \bGeschweifteKlammern{#1}
                            1752
                            1753
                                 {
                            1754
                                    \begin{align*}
                            1755
                                    \directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#2')}
                            1756
                                    \end{align*}
                            1757
                                 \{-0.2cm\}\{-1.5cm\}
                            1758 } {}
                            \bProduktionen
                            1759 \def\bProduktionen#1{
                            1760
                                 \bMenge{\directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#1', true)}}
                            1761 }
                            Automatisch tiefgestellte Nummerierung \z1
\bZustandsnameTiefgestellt
                            Makro-Faulenzer: \let\z=\liZustandsnameTiefgestellt
                            1762 \def\bZustandsnameTiefgestellt#1{
                            1763
                                 \ifmmode
                                    \bZustandsBuchstabe\sb{#1}
                            1764
                            1765
                            1766
                                    $\bZustandsBuchstabe\sb{#1}$
                                 \fi
                            1767
                            1768 }
                            1769 \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}
```

```
1770 \NewDocumentCommand{ \bAusdruck } { O{L} m m } {
1771
1772
       \tl_if_empty:nTF {#1} {} {#1 =}
1773
       \{
        \, #2 \,
1774
1775
        1
        \, #3 \,
1776
1777
      \}$
1778}
1779 \ExplSyntaxOff
Link zur flaci.com Website: \bFlaci{Grxk1oczg}:
    Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte Automaten, Compiler und Interpreter) Ein Projekt der
Hochschule Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz: flaci.com/Grxk1oczg
1780 \def\bFlaci#1{%}
1781
      \par
1782
      {%
1783
        \scriptsize
        Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte
1784
        Automaten, Compiler und Interpreter) Ein Projekt der Hochschule
1785
        Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz:
1786
1787
        \href{https://flaci.com/#1}{flaci.com/#1}%
1788
      }%
1789
      \par
1790 }
\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)
1791 \ExplSyntaxOn
1792 \NewDocumentCommand \{\bGrammatik\} \{ 0\{G\} m \} \{ \}
      \tl_set:Nn \l_variablen_tl {V}
1793
      \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
1794
1795
      \tl_set:Nn \l_produktionen_tl {P}
      \tl_set:Nn \l_start_tl {S}
1796
1797
1798
      \keys_define:nn { grammatik } {
        variablen .code:n = {\tl_set:Nn \l_variablen_tl {\bMenge{##1}}},
1799
        alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\bMenge{##1}}},
1800
1801
        produktionen .code:n = {\tl_set:Nn \l_produktionen_tl {\bProduktionen{##1}}},
        start .code:n = \{\tl_set: \label{eq:nn_lambda} $$ 1_start_tl $$ $\{\#1\}$,
1802
1803
1804
      \keys_set:nn { grammatik } { #2 }
1805
1806
      $#1 = (
1807
        \l_variablen_tl,
1808
        \l_alphabet_tl,
1809
        \l_produktionen_tl,
1810
        \l_start_tl
1811
1812
      )$
1813 }
1814 \ExplSyntaxOff
1815
```

formatierung.sty

```
1816 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
1817 \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.

```
1818 \RequirePackage{mathpazo}
1819 \RequirePackage[no-math]{fontspec}
1820 \setmainfont{texgyrepagella}
```

Farben

```
1821 \RequirePackage{xcolor}
1822 \definecolor{infogray}{rgb}{0.97,0.97,0.97}
```

Überschriften

```
1823 \RequirePackage{titlesec}
1824 \titleformat{\chapter}[display]{\bfseries}{}{\Opt}{\LARGE}
1825 \titlespacing{\chapter}{\Opt}{\*1}
1826 \titleformat{\paragraph}[hang]{\normalsize\bfseries}{\theparagraph}{\1em}{\}
1827 \setcounter{secnumdepth}{\O}
```

Listen

```
1828 \RequirePackage{paralist}
1829 \renewcommand\labelitemii{-}
1830 \renewcommand\labelitemiii{-}
1831 \renewcommand\labelitemiii{-}
1832 \renewcommand\labelitemiv{-}
1833 % Counter: enumi enumii enumiv
1834 % Styles: \arabic{counter} \alph{counter} \renewcommand{counter}
1835 \renewcommand{\labelenumi}{(\alph{enumi})}
1836 \renewcommand{\labelenumii}{(\roman{enumii})}
```

Kasten

1837 \RequirePackage{mdframed}

liKasten

```
1838 \NewDocumentEnvironment { liKasten }{ } {
1839 \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
1840 } {
1841 \end{mdframed}
1842 }
```

Header

```
1843 \RequirePackage{fancyhdr}
1844 \fancyhead[L,C,R]{}
1845 \fancyfoot[L]{}
1846 \fancyfoot[C]{}
1847 \fancyfoot[R]{\thepage}
1848 \pagestyle{fancy}
1849 \renewcommand{\headrulewidth}{0pt}
1850 \renewcommand{\footrulewidth}{0pt}
```

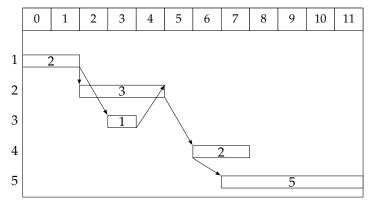
Zeilenabstände

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

```
1851 \RequirePackage{setspace}
```

gantt.sty

```
1853 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
1854 \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}
```



```
1855 \RequirePackage{tikz-uml}
1856 \RequirePackage{pgfgantt}
1857 \setganttlinklabel{f-s}{}
1858 \setganttlinklabel{s-s}{}
1859 \setganttlinklabel{f-f}{}
1860 \setganttlinklabel{s-f}{}
```

1861

grafik.sty

```
1862 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
                   1863 \ProvidesPackage{bschlangaul-grafik}[2020/12/27 Lädt das Paket
                   1864 TikZ, um Grafiken zeichnen zu können und graphicx um Bilder laden zu können.]
                   1865 \ExplSyntaxOn
                   1866 \RequirePackage{tikz}
                   1867 \RequirePackage{graphicx}
\bGrafikLogoPfad
                   1868 \def\bGrafikLogoPfad#1{
                       \LehramtInformatikRepository / .tex / Logo / #1
                   1870 }
\bGrafikCCLizenz
                   1871 \NewDocumentCommand{ \bGrafikCCLizenz } { O() } {
                   1872 \includegraphics[#1]{
                   1873
                           \bGrafikLogoPfad{CC-by-nc-sa.eps}
                   1874
                   1875 }
    \bGrafikLogo
                   1876 \NewDocumentCommand{ \bGrafikLogo } { O() } {
                        \includegraphics[#1]{
                   1878
                           \bGrafikLogoPfad{Logo_nur-Pfade.eps}
                   1879
                   1880 }
                   1881 \ExplSyntaxOff
                   1882
```

graph.sty

```
1883 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1884 \ProvidesPackage{bschlangaul-graph} [2020/06/09]
1885 \RequirePackage{tikz}
   Für die die Adjazenzliste (xrightarrow)
1886 \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}
```

```
1887 \RequirePackage{blkarray}
```

```
1888 \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}
```



```
every node/.style={
                 1891
                           rectangle,
                 1892
                           draw,
                 1893
                 1894
                         every edge/.style={
                 1895
                 1896
                           >={Stealth[black]},
                 1897
                           draw,
                 1898
                         every edge/.append style={
                 1899
                           every node/.style={
                 1900
                 1901
                             sloped,
                 1902
                             auto,
                 1903
                           }
                 1904
                         }
                       },
                 1905
                       li markierung/.style={
                 1906
                 1907
                         ultra thick,
                 1908
                 1909 }
liGraphenFormat Dummy-Umgebung, zum Parsen durch Java gedacht.
                  \begin{liGraphenFormat}
                  a: 0 0
                  b: 1 1
                  c: 4 1
                  d: 3 0
                  e: 2 2
                  a -> b
                  b -- d
                  b -> e: 3
                  c -- d
                  d -> e: 2
                  d -- a: 4
                   \end{liGraphenFormat}
                 1910 \NewDocumentEnvironment { liGraphenFormat }{ +b } {} {}
                 1911
```

1889 tikzset

1890 li graph/.style={

hanoi.sty

1949

```
1912 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
1913 \ProvidesPackage{bschlangaul-hanoi}[2020/12/19 Paket zum Setzen
1914 von Hanoi-Grafiken]
   Quelle: https://kleinco.de/latex-snippets/7/tikz-towers-of-hanoi-illustration-for-lat
1915 \RequirePackage{tikz}
1916 \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}
1917 \def\li@mset #1[#2]=#3{%
1918 \expandafter\xdef\csname #1#2\endcsname{#3}
1919 }
1920 \def\li@mget #1[#2]{%
1921 \csname #1#2\endcsname
1922 }
1923 \def\li@minc #1[#2]+=#3{%
1924 \pgfmathparse{\li@mget #1[#2]+#3}%
1925 \li@mset #1[#2]=\pgfmathresult
1926 }
1927
1928 \def\bHanoi#1#2{
     \edef\li@numdiscs{#1}
1929
     \def\li@sequence{#2}
1931
      \begin{tikzpicture}[line width=4mm,brown!40,line cap=round,xscale=3]
1932
        % init colors
1933
        \foreach[count=\j] \c in {red,green!80!black,blue,orange,violet,gray,yellow!80!black,purp
1934
        \left( \int_{0}^{\infty} c(t) dt \right) = \left( \int_{0}^{\infty} dt \right)
        \mbox{\ensuremath{\mbox{\%}}} draw poles and init pole counters
1935
1936
        foreach j in {1,2,3}{
1937
          \draw (\j,-.5) -- +(0, .5 + .5*\li@numdiscs);
1938
1939
1940
        % draw base
1941
        draw (.5,-.5) -- +(3,0);
1942
        % draw discs
1943
        \foreach[count=\k] \i/\j in \li@sequence{
          \label{limiting} $$ \operatorname{lim}_{\alpha}=(\pi_{\alpha}) +(-.4*\pi)/(10^{-.4*\pi}). $$
1944
          \left[ \right] += \{.5\}
1945
1946
      \end{tikzpicture}
1947
1948 }
```

komplexitaetstheorie.sty

\bProblemName

{} {} {}

\bProblemBeschreibung

```
1950 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
         1951 \ProvidesPackage{bschlangaul-komplexitaetstheorie}[2021/07/08 Zum
         1952 Setzen von Karps NP-vollständigen Problemen, Hilfsmakros für die
         1953 Polynomialzeitreduktion.]
         Faulenzer
         \let\n=\liProblemName
         \let\r=\liPolynomiellReduzierbar
         \let\b=\liProblemBeschreibung
         1954 \bLadePakete{mathe}
             Für das Makro \bProblemBeschreibung{}{}{ benötigt.
         1955 \RequirePackage{mdframed}
         L, \bStrich\{L\}: L, L'
\bStrich
         1956 \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
         1957 \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

```
1958 \def\bProblemBeschreibung#1#2#3{
1959
     \begin{mdframed}[
        userdefinedwidth=9cm,
1960
1961
        align=center,
1962
        backgroundcolor=white!0,
1963
     ]
        \centerline{\large\bProblemName{#1}}
1964
1965
        \medskip
1966
1967
        \begin{description}
1968
        \item[Gegeben:] #2
1969
        \item[Frage:] #3
1970
1971
        \end{description}
     \end{mdframed}
1972
1973 }
```

```
\bPolynomiellReduzierbar Makro-Faulenzer: \let\r=\liPolynomiellReduzierbar
                           1974 \NewDocumentCommand{ \bPolynomiellReduzierbar } { m O{p} m } {
                           1975 \begin{displaymath}
                           1976
                                \bProblemName{#1}
                           1977
                               \preceq_{#2}
                           1978 \bProblemName{#3}
                           1979 \end{displaymath}
                           1980 }
    \bProblemVertexCover
                           1981 \def\bProblemClique{%
                           1982 Das \textbf{Cliquenproblem} fragt nach der Existenz einer Clique der
                           1983 Mindestgröße $n$ in einem gegebenen Graphen.
                           1984 \footcite[Seite 76] {theo:fs:4}
                           1985 Eine Clique ist eine Teilmenge von Knoten in einem ungerichteten
                           1986 Graphen, bei der \emph{jedes Knotenpaar durch eine Kante} verbunden ist.
                           1987 \footcite{wiki:cliquenproblem}
                           1988 }
    \bProblemVertexCover
                           1989 \def\bProblemVertexCover{%
                           1990 %
                           1991 Das \textbf{Knotenüberdeckungsproblem} (\bProblemName{Vertex Cover})
                           1992 fragt, ob zu einem gegebenen einfachen Graphen und einer natürlichen
                           1993 Zahl $k$ eine Knotenüberdeckung der Größe von höchstens $k$ existiert.
                           1994 \footcite{wiki:knotenueberdeckung}
                           1996 Das heißt, ob es eine aus maximal $k$ Knoten bestehende Teilmenge $U$
                           1997 der Knotenmenge gibt, so dass jede Kante des Graphen mit
                           1998 mindestens einem Knoten aus $U$ verbunden ist.
                           1999 \footcite[Seite 78] {theo:fs:4}%
                           2000 }
      \bProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem
                           2001 \def\bProblemSubsetSum{%
                           2002 Das \textbf{Teilsummenproblem} (\bProblemName{Subset Sum} oder
                           2003 \bProblemName{SSP}) ist ein spezielles Rucksackproblem.
                           2004 \footcite{wiki:teilsummenproblem}
                           2005 Gegeben sei eine Menge von ganzen Zahlen I = \{w_1, w_2, dots, w_n\}
                           2006 \}$. Gesucht ist eine Untermenge, deren Elementsumme maximal, aber nicht
                           2007 größer als eine gegebene obere Schranke $c$ ist.
                           2008 \footcite[Seite 74] {theo:fs:4}
                           2009 }
      \bProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem
                           2010 \def\bProblemSat{%
                           2011 Das \textbf{Erfüllbarkeitsproblem der Aussagenlogik} \bProblemName{Sat}
                           2012 und \bProblemName{k-SAT} mit k \geq 3, k \in \mathbb{N} (Satz von
                           2013 Cook) fragt, ob eine aussagenlogische Formel erfüllbar
                           2014 ist.\footcite{wiki:sat} Das Erfüllbarkeitsproblem der
                           2015 \emph{Aussagenlogik} ist in exponentieller Zeit in Abhängigkeit der
                           2016 Anzahl der Variablen mit Hilfe einer Wahrheitstabelle entscheidbar.
                           2017 Diese \emph{Wahrheitstabelle} kann nicht in polynomieller Zeit
                           2018 aufgestellt werden.
                           2019 \footcite[Seite 71] {theo:fs:4}
                           2020 }
                           2021
```

kontrollflussgraph.sty

```
2022 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
2023 \ProvidesPackage{bschlangaul-kontrollflussgraph} [2020/11/07]
Faulenzer
```

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

TeX-Markup-Beispiel

```
\begin{liKontrollflussgraph}[xscale=1,yscale=-1.6]
\node[knoten] at (0,0) (S) \{S\};
\node[pin=\c{boolean resultat = false;}] at (0,1) (2) {2};
\node[pin=\c{if (wort != null)}] at (0,2) (3) {3};
\node[pin=\c{int laenge = wort.length;}] at (1,3) (4) {4};
\node[pin=\c{if (laenge >= 2)}] at (1,4) (5) {5};
\node[pin=\c{resultat = true; int i = 0;}] at (2,5) (6) {6};
\node[pin=\c{for (i < laenge / 2;)}] at (2,6) (7) {7};
\node[pin=\c{char c1; char c2 ...}] at (3,7) (8) {8};
\node[pin=\c{if (Char...) }] at (2,8) (10) {10};
\node[pin=\c{resultat = false; break;}] at (2,9) (12) {12};
\node[pin=\c{if (laenge == 1)}] at (1,10) (17) {17};
\node[pin=\c{resultat = true;}] at (1,11) (18) {18};
\node[pin=180:\c{return resultat;}] at (-1,9) (22) {22};
\node[knoten] at (-1,10) (E) {E};
\path (S) -- (2);
\path (2) -- (3);
\path[wahr] (3) -- (4) \b{right}{wort != null};
\path[falsch] (3) -- (22) \b{left}{wort == null};
\path (4) -- (5);
\path[wahr] (5) -- (6) \b{right}{laenge >= 2};
\path[falsch] (5) -- (17) \b{left,rotate=70,pos=0.2}{laenge < 2};
\path (6) -- (7);
\path[wahr] (7) -- (8) \b{right}{i < laenge / 2};
\path[falsch] (7) -- (22) \b{left}{i >= laenge / 2};
\path (8) -- (10);
\path[wahr] (10) -- (12) \b{right}{c != c};
\path[falsch] (10) -- (7) \b{left,rotate=70,pos=0.8}{c == c};
\path (12) -- (22);
\path[wahr] (17) -- (18) \b{right}{laenge == 1};
\path[falsch] (17) -- (22) \b{right,rotate=-20,pos=0.99}{laenge != 1};
\path (18) -- (22);
\path (22) -- (E);
\end{liKontrollflussgraph}
```

TikZ: pin

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

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

```
2024 \RequirePackage{tikz}
2025 \usetikzlibrary{positioning}
2026 \tikzset{
2027 li kontrollfluss/.style={
        knoten/.style={
2028
2029
          circle,
2030
          draw
2031
        },
2032
        usebox/.style={
2033
          draw,
2034
          rectangle,
          font=\scriptsize,
2035
          anchor=west,
2036
2037
          align=left,
2038
        },
        bedingung/.style={
2039
          midway,
2040
          draw=none,
2041
2042
          font=\scriptsize
2043
        knotenbeschriftung/.style={
2044
2045
          rectangle,
2046
          midway,
2047
          font=\scriptsize
2048
2049
2050
        wahr/.style={
2051
          thick
2052
        falsch/.style={
2053
2054
          dashed
2055
        every node/.style={
2056
2057
          circle,
2058
          draw,
2059
        },
        every edge/.append style={
2060
2061
          every node/.style={
2062
            draw=none,
2063
            bedingung,
2064
          }
2065
        },
        every path/.style={
2066
2067
          draw,
          ->,
2068
2069
        },
        every pin/.style={
2070
2071
          draw,
2072
          dotted,
2073
          rectangle,
2074
          pin position=right
2075
        every pin edge/.style={
2076
2077
          dotted,
2078
          arrows=-,
2079
     }
2080
2081 }
```

Umgebungen

 ${\tt liKontrollflussgraph}$

```
2082 \NewDocumentEnvironment { liKontrollflussgraph } { O{} } {
```

```
2084
                               li kontrollfluss,
                         2085
                               #1
                         2086 ]
                         2087 } {
                             \end{tikzpicture}
                         2088
                         2089 }
                         Makros
            \bAnweisung
                         2090 \def\bAnweisung#1(#2,#3){\node[knoten] at (#2,#3) (#1) {#1};}
            \bBedingung
                        Makro-Faulenzer: \let\b=\liBedingung
                         2091 \def\bBedingung#1#2{node[bedingung,#1]{[\texttt{#2}]}}
         \bBedingungWahr
                        Makro-Faulenzer: \let\w=\liBedingungWahr
                         2092 \def\bBedingungWahr#1{node[bedingung,#1]{\texttt{[true]}}}
       \bBedingungFalsch Makro-Faulenzer: \let\f=\liBedingungFalsch
                         2093 \def\bBedingungFalsch#1{node[bedingung,#1]{\texttt{[false]}}}
          \bKontrollCode Makro-Faulenzer: \let\c=\liKontrollCode
                         2094 \def\bKontrollCode#1{{\tiny\texttt{\textcolor{gray}{#1}}}}
\bKontrollTextzeileKnoten Makro-Faulenzer: \let\k=\liKontrollTextzeileKnoten
                         \bKontrollKnotenPfad Makro-Faulenzer: \let\p=\liKontrollKnotenPfad
                         2096 \ExplSyntaxOn
                         2097 \NewDocumentCommand { \bKontrollKnotenPfad }{ m }
                         2098 {
                             \seq_set_split:Nnn \l_tmpa_seq { - } { #1 }
                         2099
                             \seq_set_map:NNn \l_tmpa_seq \l_tmpa_seq {\bKontrollTextzeileKnoten{##1}}
                         2100
                         2101 \seq_use: Nn \l_tmpa_seq { ~~~~ }
                         2102 }
                         2103 \ExplSyntaxOff
                         2104
```

2083

\begin{tikzpicture}[

kopfzeile.sty

```
2105 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
2106 \ProvidesPackage{bschlangaul-kopfzeile}[2021/08/20 Kopf-
2107 und Fußzeilen mit Hilfe des Pakets fancyhdr.]
2108 \ExplSyntaxOn
2109 \RequirePackage{bschlangaul-meta}
2110 \cs_new:Npn \kopfzeile_schrift:n #1
2111 {
2112 {
2113
        \scriptsize
2114
2115
2116 }
2117 \cs_new:Npn \setze_kopf_fusszeilen:nn #1 #2
2118 {
2119
     \fancyhead{}
     \fancyhead[L]{\kopfzeile_schrift:n{\bMetaBschlangaulSammlung}}
2120
2121
     \fancyhead[C]{\kopfzeile_schrift:n{#1}}
     \fancyhead[R]{\kopfzeile_schrift:n{#2}}
2122
2123
     \fancyfoot{}
2124
     \fancyfoot[L]{\kopfzeile_schrift:n{\bMetaHermineFriends}}
2125
     \fancyfoot[C]{\kopfzeile_schrift:n{\bMetaEmail}}
2126
     \fancyfoot[R]{\kopfzeile_schrift:n{\thepage}}
2127
2128
     \renewcommand{\headrulewidth}{0.4pt}
2130 \renewcommand{\footrulewidth}{0.4pt}
2131 }
2132 \cs_new:Npn \setze_kopfzeile_oben_rechts:n #1
2133 {
2134 \fancyhead[R] {
2135
        \kopfzeile_schrift:n { #1 }
2136
2137 }
   Das Makro darf nicht in der Präambel aufgerufen werden, da es die Textbreite
2138 \cs_new:Npn \repariere_kopfzeile_breite:
2139 {
     \setlength{\headwidth}{\textwidth}
2141 }
2142 \ExplSyntaxOff
2143
```

literatur-dummy.sty

```
2144 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2145 \ProvidesPackage{bschlangaul-literatur-dummy}[2020/11/27]
\literatur
2146 \def\literatur{}

\footcite
2147 % \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}
2148 \NewDocumentCommand{ \footcite } { o m }{}

2149
```

literatur.sty

```
2150 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
           2151 \ProvidesPackage{bschlangaul-literatur}[2020/11/27]
           2152 \RequirePackage{csquotes}
           2153 \RequirePackage[
           2154 bibencoding=utf8,
           2155 citestyle=authortitle,
           2156 backend=biber,
           2157]{biblatex}
           2158 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/10_DB.bib}
           2159 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/20_00MUP.bib}
           2160 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/30_AUD.bib}
           2161 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/40_SOSY.bib}
           2162 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/60_FUMUP.bib}
           2164 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/80_DDI.bib}
           2165 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Allgemein.bib}
           2166 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Examen.bib}
           2167 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Wikipedia.bib}
           2168 % To allow footnotes in the heading
           2169 \RequirePackage[stable,multiple] {footmisc}
\literatur
           2170 \def\literatur{\printbibliography[heading=subbibliography]}
           2171
```

makros.sty

```
2172 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
                      2173 \ProvidesPackage{bschlangaul-makros}[2020/11/27 Eine Sammlung von
                      2174 häufig verwendeten Makros und Umgebungen, die thematisch zu keinem
                      2175 anderen Paket passen]
                      2176 \RequirePackage{hyperref}
                      2177 \RequirePackage{graphicx}
                         Für die Umgebung liQuellen benötigt.
                      2178 \RequirePackage{paralist}
                      2179 \ExplSyntaxOn
\inhaltsverzeichnis
                      2180 \def\inhaltsverzeichnis {
                      2181
                           \begin{mdframed}
                      2182
                              \begingroup
                              \let\clearpage\relax
                      2183
                              \tableofcontents
                      2184
                      2185
                              \endgroup
                      2186
                           \end{mdframed}
                      2187 }
              \memph \memph (\marginpar and \emph)
                      2188 \model{memph} [1] {\model} \model
              \SLASH
                      2189 \newcommand\SLASH{\char`\\}
\bPseudoUeberschrift Text, der sich wie eine Überschrift verhält.
                      2190 \newcommand{\bPseudoUeberschrift}[1]{
                      2191 \bigskip
                      2192
                      2193
                           \par
                           \noindent
                      2194
                           \textbf{#1}
                      2195
                      2196
                           \medskip
                      2197
                      2198
                      2199
                           \par
                      2200 % Keine Einrückung
                      2201 \@afterindentfalse
                      2202 \@afterheading
                      2203 }
      \bBeschriftung Ähnlich dem Makro \bPseudoUeberschrift{}. Am Ende des Textes wird ein Dop-
                      pelpunktzeichen angehängt.
                      2204 \newcommand{\bBeschriftung}[1]{
                      2205\par
                      2206\noindent
                      2207\medskip
                      2208 \textbf{#1}:
                      2209 \medskip
                      2210 \noindent
                      2211 }
            \hinweis
                      2212 \def\hinweis#1{{\footnotesize[#1]}}
                      \begin{liProjektSprache}{NameProjektSprache} \end{liProjektSprache}: Zum
   liProjektSprache
                      Einbetten von projekteigenen Minisprachen/DSLs (Domain-specific language) (z. B.RelationenSchema).
                      Der Inhalt der Umgebung wird nicht von TeX kompiliert, sondern von dem Java-
                      Kommandozeilen-Programm didaktik. java verarbeitet.
                      2213 \NewDocumentEnvironment { liProjektSprache }{ o +b } {} {}
```

Umgebungen, die Inhalte aus- und einblenden können

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

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

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

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

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

```
2215 \NewDocumentEnvironment{ liAntwort } { O{standard} }
2216 {
     \ifANTWORT
2217
2218
     \else
2219
        \setbox 0 \vbox
2220
        \bgroup
2221
2222
     \str_case:nn {#1} {
2223
2224
        {standard} {
          \def\beschriftung{}
2225
          \mdfsetup{backgroundcolor=gray!1}
2226
       }
2227
2228
        {richtig} {
2229
          \def\beschriftung{richtig}
          \mdfsetup{backgroundcolor=green!5,linecolor=green}
2230
2231
2232
        {falsch} {
2233
          \def\beschriftung{falsch}
2234
          \mdfsetup{backgroundcolor=red!3,linecolor=red}
2235
        }
2236
        {muster} {
          \def\beschriftung{Musterlösung}
2237
          \mdfsetup{backgroundcolor=green!12,linecolor=green}
2238
2239
2240
     \ifx\beschriftung\empty\else
2241
2242
2243
        \textbf{\beschriftung{}:}
```

```
2244
                \fi
           2245
                \begin{mdframed}[
           2246
                  frametitle={\scriptsize\mdseries Lösungshinweise},
           2247
                   innertopmargin=6pt,
           2248
                  frametitleaboveskip=-12pt,
                  frametitlealignment=\raggedright
           2249
           2250 ]
           2251 }
           2252 {
           2253
                \end{mdframed}
           2254
                \ifANTWORT
           2255
                \else
           2256
                   \egroup
                \fi
           2257
           2258 }
          Zusätzliches Material bei Aufgaben, das zum Lösen der Aufgaben nicht unbedingt nötig
           ist, z. b. Hintergrundinformation, Test-Dateien, komplette Code-Dateien.
           2259 \NewDocumentEnvironment{ liAdditum } { o }
           2260 {
           2261
                \ifADDITUM
           2262
                \else
           2263
                   \setbox 0 \vbox
           2264
                   \bgroup
           2265
                \fi
           2266
                 \begin{mdframed}[backgroundcolor=yellow!5]
           2267
                   \IfNoValueTF {#1}
           2268
           2269
                   {
                     \bPseudoUeberschrift{Additum}
           2270
                  }
           2271
           2272
                   {
           2273
                     \bPseudoUeberschrift{Additum:~#1}
           2274
           2275 }
           2276 {
           2277
                \end{mdframed}
           2278
                \ifADDITUM
           2279
           2280
                \else
           2281
                   \egroup
           2282
                \fi
           2283 }
liExkurs
            \begin{liExkurs}[Linear rekursiv]
            Die häufigste Rekursionsform ist die lineare Rekursion, bei der in jedem
            Fall der rekursiven Definition höchstens ein rekursiver Aufruf vorkommen
            darf.
            \end{liExkurs}
```

Exkurs: Linear rekursiv

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

```
2284 \NewDocumentEnvironment{ liExkurs }{o +b}{
2285 \ifEXKURS
2286 \vspace{0.2cm}%
2287 \begin{mdframed}[
2288 backgroundcolor=white,
2289 bottomline=false,
2290 innermargin=1cm,
2291 leftline=true,
```

```
2292
                        linecolor=black,
              2293
                        linewidth=0.1cm,
              2294
                        outermargin=1cm,
              2295
                        rightline=false,
              2296
                        topline=false,
              2297
              2298
                      \footnotesize
                      \noindent%
              2299
                      \textbf{Exkurs:~#1}\par%
              2300
                      \noindent%
              2301
              2302
                      #2
                      \end{mdframed}
              2303
                      \vspace{0.2cm}
              2304
              2305
                    \else
              2306
                   \fi
              2307 }{}
   liQuellen https://tex.stackexchange.com/a/229004
               \begin{liQuellen}
               \item Quelle 1
               \item Quelle 2
               \end{liQuellen}
                 Weiterführende Literatur:
                    - Quelle 1
                    - Quelle 2
              2308 \cs_new:Npn \listen@punkt #1 {\item #1}
              2309 \NewDocumentEnvironment { liQuellen }{ +b }
              2310 {
                    \seq_clear_new:N \l_quellen
              2311
                    \seq_set_split:Nnn \l_quellen {\item} {#1}
              2312
                   \seq_remove_all:Nn \l_quellen {}
              2313
              2314 \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
              2315 \footnotesize
              2316 \noindent
              2317 \textsf{\textbf{Weiterführende~Literatur:}}
              2318 \medskip
              2319
                   \begin{compactitem}
                   \seq_map_function:NN \l_quellen {\listen@punkt}
              2320
                    \end{compactitem}
              2321
                   \end{mdframed}
              2322
                   %
              2323
              2324
                    \par
                    \@afterindentfalse
              2325
                    \@afterheading
              2326
              2327 } {}
liLernkartei
              2328 \NewDocumentEnvironment { liLernkartei }{ m +b }
              2329 {
                    \begin{mdframed}
              2330
                    \footnotesize
              2331
                   \noindent%
              2332
                   \textbf{Lernkarteikarte:~#1}\par%
              2333
                   \noindent%
              2334
              2335
                   #2
              2336 \end{mdframed}
              2337 } {}
              \begin{liDiagramm}{beschriftung}\end{liDiagramm}: Zu setzen einer Graphik bzw
  liDiagramm
              eines Diagramms.
```

```
2338 \NewDocumentEnvironment { liDiagramm }{ m +b }
                                                    2339 {
                                                                     \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
                                                    2340
                                                                     \small
                                                    2341
                                                                     \noindent%
                                                    2342
                                                                     \textit{#1}:
                                                    2343
                                                                    \begin{center}
                                                    2344
                                                    2345 #2
                                                                     \medskip
                                                    2346
                                                    2347
                                                                     \end{center}
                                                                    \end{mdframed}
                                                    2348
                                                    2349 } {}
                                                    \bFussnoteUrl
                                                    Eine HTTP-URL als Fußnote setzen.
                                                    2350 \NewDocumentCommand{\bFussnoteUrl} { o m } {
                                                    2351 \footnote{\url{#2}\IfNoValueTF{#1}{} (#1)}}
                                                    2352 }
                                                    2353
\label{link} $$ \bFussnoteLink[\zus\"{a}tzlicher-text\] {\under text\} {\under t
                                                    Einen Link, d. h. einen Link-Text und eine URL als Fußnote setzen.
                                                    2354 \NewDocumentCommand{\bFussnoteLink} { o m m } {
                                                    2355 \footnote{\href{#3}{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ (#1)}}
                                                    2356 }
                                    \zB
                                                    2357 \def\zB\{z.\,B.\}
                                    \ZB
                                                    2358 \ensuremath{\mbox{def}\mbox{ZB{Z.},B.}}
                                    \dh
                                                    2359 \left(dh\{d.\,h.\}\right)
                                                    2360 \ExplSyntaxOff
                                                    2361
```

master-theorem.sty

2362 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]

```
2363 \ProvidesPackage{bschlangaul-master-theorem} [2021/04/13]
                 Faulenzer
                 \left(0=\right)i0
                 \let\o=\liOmega
                 \left| \right| T = \left| \right|
                 \left| \right| 
                  \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}
                 2364 \ExplSyntaxOn
                 2365 \RequirePackage{amsmath}
\bRundeKlammer
                 2366 \def\bRundeKlammer#1{
                       \negthinspace \left( #1 \right)
                 2367
                 2368 }
       \bTheta \bTheta{n^2}: \Theta(n^2)
                 2369 \def\bThetaOhneMathe#1{
                 2370 \Theta \bRundeKlammer{#1}
                 2371 }
                 2372 \def\bTheta#1{
                 2373 \ifmmode
                         \bThetaOhneMathe{#1}
                 2374
                       \else
                 2375
                 2376
                         $\bThetaOhneMathe{#1}$
                 2377 \fi
                 2378 }
```

```
\bOmega \bOmega{n^2}: \Omega(n^2)
                           2379 \def\bOmegaOhneMathe#1{
                           2380 \Omega \bRundeKlammer{#1}
                           2381 }
                           2382 \ensuremath{\mbox{b0mega\#1}} \{
                           2383 \ifmmode
                                  \b0mega0hneMathe{#1}
                           2384
                           2385
                                 \else
                           2386
                                   $\b0mega0hneMathe{#1}$
                           2387 \fi
                           2388 }
                     \b0 \b0{n^2}: \mathcal{O}(n^2)
                           2389 \def\b00hneMathe#1{
                           2390 \mathcal{0} \bRundeKlammer{#1}
                           2391 }
                           2392 \def\b0#1{
                           2393 \ifmmode
                                  \b00hneMathe{#1}
                           2394
                           2395 \else
                                   $\b00hneMathe{#1}$
                           2396
                           2397 \fi
                           2398 }
                     \bT Makro-Faulenzer: \let\T=\liT
                               \bT{16}{2}: 16 \cdot T(\frac{n}{2}) \bT{}{2}: T(\frac{n}{2})
                           2399 \def\bTOhneMathe#1#2{
                           2400 \tl_if_blank:nTF {#1}
                           2401 {}
                           2402 {#1 \cdot }
                           2403 T
                           2404 \bRundeKlammer{\frac{n}{#2}}
                           2405 }
                           2406 \def\bT#1#2{
                           2407 \ifmmode
                           2408
                                   \bTOhneMathe{#1}{#2}
                           2409
                                \else
                           2410
                                   $\bTOhneMathe{#1}{#2}$
                           2411 \fi
                           2412 }
                           \bRekursionsGleichung: T(n) = a \cdot T(\frac{n}{h}) + f(n)
\bRekursionsGleichung
                           2413 \def\bRekursionsGleichung{
                           2414  $T(n) = \bT{a}{b} + f(n)$
                           2415 }
      \bBedingungEins \bBedingungEins: f(n) \in \mathcal{O}\left(n^{\log_b a - \varepsilon}\right)
                           2416 \def\bBedingungEins{
                           2417 f(n) \in \b0{n^{\log b}a - \varepsilon}}
                           2418}
      \bBedingungZwei \bBedingungZwei: f(n) \in \Theta\Big(n^{\log_b a}\Big)
                           2419 \def\bBedingungZwei{
                           2420 f(n) \in \hfill n^{\langle n^{\langle b}a \rangle}
                           2421 }
                          \verb|\bBedingungDrei|: f(n) \in \Omega\Big(n^{\log_b a + \varepsilon}\Big)
       \bBedingungDrei
                           2422 \def\bBedingungDrei{
                           2423 f(n) \in \b0mega{n^{\log\b}a + \varepsilon}}
                           2424 }
                           2425 \ExplSyntaxOff
```

```
\bMasterVariablen
                              2426 \def\bMasterVariablen{
                              2427 \begin{displaymath}
                                   T(n) = bT{a}{b} + f(n)
                              2428
                                   \end{displaymath}
                              2429
                              2430
                              2431
                                   \begin{itemize}
                              2432
                                   \item[$a =$]
                              2433
                                   Anzahl der rekursiven Aufrufe, Anzahl der Unterprobleme in der
                              2434
                                   Rekursion
                              2435
                                  ($a \geq 1$).
                              2436
                                   \left[ \frac{1}{b} = \right]
                              2437
                              2438
                                   Teil des Originalproblems, welches wiederum durch alle Unterprobleme
                                   repräsentiert wird, Anteil an der Verkleinerung des Problems ($b > 1$).
                              2439
                              2440
                                  \\in [\$f(n) = \$]
                              2441
                              2442 Kosten (Aufwand, Nebenkosten), die durch die Division des Problems und
                              2443 die Kombination der Teillösungen entstehen. Eine von $T(n)$
                              2444 unabhängige und nicht negative Funktion.
                              2445 \end{itemize}
                                  \footcite{wiki:master-theorem}
                              2447 \footcite[Seite 19-35]{aud:fs:2}
                              2448 }
              \bMasterFaelle
                              2449 \def\bMasterFaelle{
                                  \begin{description}
                                  \item[1. Fall:]
                              2452 T(n) \in \hfill \n^{\leq n^{\leq b}a}}
                              2453
                              2454
                                  \hfill falls \bBedingungEins
                              2455 für $\varepsilon > 0$
                              2456
                                   \item[2. Fall:]
                              2457
                              2458
                                   T(n) \in \mathbb{N}^{(n)} 
                              2459
                              2460
                                   \hfill falls \bBedingungZwei
                              2461
                              2462
                                   \item[3. Fall:]
                              2463
                                   $T(n) \in \bTheta{f(n)}$
                              2464
                                   \hfill falls \bBedingungDrei
                              2465
                                  für $\varepsilon > 0$
                              2466
                              2467 und ebenfalls für ein c mit 0 < c < 1 und alle hinreichend großen n
                              2468
                                   a \cdot f(\text{f(n)}) \leq c \cdot f(n)
                              2469
                              2470
                                   \end{description}
                              2471 }
\bMasterVariablenDeklaration
                              2472 \def\bMasterVariablenDeklaration#1#2#3{
                              2473
                                   \begin{description}
                              2474
                                     \item[Allgemeine Rekursionsgleichung:] \strut
                              2475
                              2476
                                     \bRekursionsGleichung
                              2477
                              2478
                                     \item[Anzahl der rekursiven Aufrufe ($a$):] \strut
                              2479
                              2480
                              2481
                                     \item[Anteil Verkleinerung des Problems ($b$):] \strut
                              2482
```

2483

```
2484
                               um \frac{1}{\#2} also $b = #2$
                       2485
                               \item[Laufzeit der rekursiven Funktion ($f(n)$):] \strut
                       2486
                       2487
                               $#3$
                       2488
                       2489
                       2490
                               \item[Ergibt folgende Rekursionsgleichung:] \strut
                       2491
                       2492
                               T(n) = bT{\#1}{\#2} + \#3
                       2493
                             \end{description}
                       2494 }
\bMasterFallRechnung
                       2495 \verb|\def| bMasterFallRechnung#1#2#3{|}
                             \begin{description}
                       2496
                       2497
                             \item[1. Fall:] \bBedingungEins:
                       2498
                       2499
                       2500
                       2501
                             \item[2. Fall:] \bBedingungZwei:
                       2502
                       2503
                             #2
                       2504
                       2505
                             \item[3. Fall:] \bBedingungDrei:
                       2506
                       2507
                       2508
                             \end{description}
                       2509 }
      \bMasterExkurs
                       2510 \def\bMasterExkurs{
                             \begin{liExkurs}[Master-Theorem]
                       2511
                       2512
                             \bMasterVariablen
                       2513
                       2514
                             \noindent
                       2515
                             Dann gilt:
                       2516
                             \bMasterFaelle
                       2517
                       2518
                             \end{liExkurs}
                       2519 }
\bMasterWolframLink Link zu Wolframalpha (+ durch Prozent 2B ersetzen)
                       2520 \def\bMasterWolframLink#1{
                             Berechne die Rekursionsgleichung auf WolframAlpha:
                       2522
                             \href{https://www.wolframalpha.com/input/?i=#1}{WolframAlpha}
                       2523 }
                       2524
```

mathe.sty

```
2525 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2526 \ProvidesPackage{bschlangaul-mathe}[2020/06/10]
2527
2528 % for example \ltimes \rtimes
2529 %\RequirePackage{amssymb}
2530 \RequirePackage{amsmath}
2531
2532 %%
2533 % \mlq \mrq
2534 %%
2535 \DeclareMathSymbol{\mlq}{\mathord}{operators}{``}
2536 \DeclareMathSymbol{\mrq}{\mathord}{operators}{``}
```

```
meta.sty
```

```
2538 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
                            2539 \ProvidesPackage{bschlangaul-klassen-meta}[2021/09/10 Sammlung
                            2540 von Textschnipseln, die das Projekt beschreiben]
                            2541 \ExplSyntaxOn
                            2542 \bLadePakete{grafik}
                            Einfache Makros (Low level)
\bMetaBschlangaulSammlung
                            2543 \def\bMetaBschlangaulSammlung{
                            2544 Die~Bschlangaul-Sammlung
                            2545 }
     \bMetaHermineFriends
                            2546 \def \bMetaHermineFriends{
                                  Hermine~Bschlangaul~and~Friends
                            2548 }
    \bMetaUeberDasProjekt
                            2549 \def\bMetaUeberDasProjekt{
                            2550 Eine~freie~Aufgabensammlung~mit~Lösungen~
                            2551 von~Studierenden~für~Studierende~
                            2552 zur~Vorbereitung~auf~die~1.~Staatsexamensprüfungen~
                            2553 des~Lehramts~Informatik~in~Bayern.
                            2554 }
             \bMetaCCLink
                            2555 \def\bMetaCCLink{
                            2556 Diese~Materialsammlung~unterliegt~den~Bestimmungen~der~
                            2558
                                    https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.de
                            2559
                                 }
                            2560
                                    Creative~Commons~Namensnennung-Nicht~kommerziell-Share~Alike~4.0~
                            2561
                                    International-Lizenz
                            2562
                            2563
                                 }.
                            2564 }
              \bMetaEmail
                            2565 \def\bMetaEmail{
                            2566 hermine.bschlangaul@gmx.net
                            2567 }
          \bMetaEmailLink
                            2568 \def\bMetaEmailLink{
                            2569
                                  \href{
                                    mailto:\bMetaEmail
                            2570
                            2571
                                  }{
                            2572
                                    \bMetaEmail
                            2573
                                  }
                            2574 }
            \bMetaHilfMit
                            2575 \def\bMetaHilfMit{
                                 Hilf~mit!~
                            2576
                            2577
                            2578
                                  Die~Hermine~schafft~das~nicht~alleine!~
                            2579
                            2580
                                  Das~ist~ein~Community-Projekt.~
                            2581
                            2582
                                  Verbesserungsvorschläge, ~Fehlerkorrekturen, ~weitere~Lösungen~sind~
```

```
herzlich~willkommen~-~egal~wie~-~per~Pull-Request~oder~per~E-Mail~an~
                      2584
                           \bMetaEmailLink.
                      2585 }
     \bMetaHilfMit
                      2586 \def\bMetaQuelltext{
                           Der~\TeX-Quelltext~dieses~Dokuments~kann~unter~folgender~
                      2588
                           URL~aufgerufen~werden:~
                      2589 }
                      Zusammengesetzte Makros (High level)
                      Plaziert zwei Minipages nebeneinander. Die erste Umgebung ist für eine Logo gedacht,
                      die zweite für einen Text
                      2590 \cs_new:Npn \logo_dann_text:nn #1 #2 {
                            \begin{center}
                      2592
                              \begin{minipage}[c]{5.5cm}
                      2593
                                #1
                      2594
                              \end{minipage}
                      2595
                              \begin{minipage}[c]{10cm}
                      2596
                      2597
                              \end{minipage}
                      2598
                      2599
                            \end{center}
                      2600 }
 \bLogoTextProjekt
                      2601 \def\bLogoTextProjekt
                      2602 {
                      2603
                           \logo_dann_text:nn
                      2604
                      2605
                              \bGrafikLogo[width=5cm]
                      2606
                           }
                      2607
                           {
                      2608
                      2609
                                \bfseries
                      2610
                                \bMetaBschlangaulSammlung
                              }
                      2611
                      2612
                              \par
                      2613
                              \bMetaHermineFriends
                      2614
                      2615
                              \par
                      2616
                      2617
                              \medskip
                      2618
                      2619
                              \begin{spacing}{1}
                      2620
                                \footnotesize
                                \bMetaUeberDasProjekt
                      2621
                              \end{spacing}
                      2622
                           }
                      2623
                      2624 }
\bLogoTextCCLizenz
                      2625 \verb|\def| bLogoTextCCLizenz|
                      2626 {
                      2627
                            \logo_dann_text:nn
                      2628
                           {
                              \centerline{\bGrafikCCLizenz[width=3cm]}
                      2629
                           }
                      2630
                      2631
                      2632
                              \begin{spacing}{1}
```

2633

2634

\scriptsize

\bMetaCCLink

```
2635 \end{spacing}
2636 }
2637 }
2638 \ExplSyntaxOff
2639
```

minimierung.sty

2640 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

```
2641 \ProvidesPackage{bschlangaul-minimierung}[2021/03/13 Für den
                  2642 Minimierungsalgorithmus von einem NEA zu einem DEA]
                  2643 \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 &
                            &
                                 &
                                       &
                                             & \l & \l & \l & \l \ \ hline
                   \z5 &
                            &
                                 &
                                       &
                                             &
                                                  & \1 & \1 & \1 & \1
                                                                        \\ \hline
                                                        & \l & \l & \l \\ \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
                  2644 \det bFussnote#1{$x_{#1}$}
                  2645 \def\li@fussnote@text#1#2{
                  2646 \bFussnote{#1}
                  2647
                       \quad
                  2648
                       {\footnotesize #2}
                  2649 }
\bFussnoteEinsText
                  2650 \def\bFussnoteEinsText{
                  2651 \li@fussnote@text{1}
                  2652
                      {Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.}
                  2653 }
\bFussnoteZweiText
                  2654 \def\bFussnoteZweiText{
                  2655 \li@fussnote@text{2}
                      {Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.}
                  2656
                  2657 }
\bFussnoteDreiText
                  2658 \def\bFussnoteDreiText{
                  2659 \li@fussnote@text{3}
```

```
2660 {In weiteren Iterationen markierte Zustände.}
                                2661 }
          \bFussnoteVierText
                                2662 \def\bFussnoteVierText{
                                2663 \li@fussnote@text{4}
                                2664
                                     {...}
                                2665 }
                    \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
                                2666 \def\bFussnoten{
                                2667
                                     \bigskip
                                2668
                                      \noindent
                                2669
                                2670
                                      \bFussnoteEinsText
                                2671
                                2672
                                      \noindent
                                2673
                                      \bFussnoteZweiText
                                2674
                                2675
                                      \noindent
                                2676
                                      \bFussnoteDreiText
                                2677
                                     \noindent
                                2678
                                      \bFussnoteVierText
                                2679
                                2680 }
                                \bLeereZelle: ∅
                 \bLeereZelle
                                Makro-Faulenzer: \let\l=\liLeereZelle
                                2681 \def\bLeereZelle{$\emptyset$}
\bZustandsPaarVariablenName
                                2682 \def\bZustandsPaarVariablenName{z}
               \bZustandsPaar
                                2683 \def\bZustandsPaar#1#2{
                                2684
                                2685
                                        \bZustandsPaarVariablenName_#1,
                                2686
                                        \bZustandsPaarVariablenName_#2
                                     )$
                                2687
                                2688 }
         liUebergangsTabelle
                                2689 \renewcommand{\arraystretch}{1.4}
                                2690 \NewDocumentEnvironment{ liUebergangsTabelle } { m m } {
                                2691
                                     \bPseudoUeberschrift{Übergangstabelle}
                                     \begin{center}
                                2692
                                     \begin{tabular}{r||1|1}
                                2693
                                     \textbf{Zustandspaar} & \textbf{#1} & \textbf{#2} \\\hline
                                2694
                                2695 } {
                                2696
                                      \end{tabular}
                                      \end{center}
                                2697
                                2698 }
                                \bUeberschriftDreiecksTabelle:
bUeberschriftDreiecksTabelle
                                Minimierungstabelle (Table filling)
                                2699 \ExplSyntaxOn
```

```
2700 \def\bUeberschriftDreiecksTabelle{
2701 \bPseudoUeberschrift{Minimierungstabelle~(Table~filling)}
2702 }
```

\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. —

```
2703 \def\bMinimierungErklaerung{
     %\footcite[Seite~19]{koenig}
     \bParagraphMitLinien{
2705
       Der~Minimierungs-Algorithmus~(auch~Table-Filling-Algorithmus~genannt)~
2706
        trägt~in~seinem~Verlauf~eine~Markierung~in~alle~
2707
2708
       diejenigen~Zellen~der~Tabelle~ein,~die~zueinander~nicht~äquivalente~
2709
        Zustände~bezeichnen.~Die~Markierung~"$x\sb{n}$"~in~einer~Tabellenzelle~($i$,~
2710
        $j$)~bedeutet~dabei,~dass~das~Zustandspaar~($i$,~$j$)~in~der~$k$-ten~
2711
        Iteration~des~Algorithmus~markiert~wurde~und~die~Zustände~$i$~und~$j$~
2712
        somit~zueinander~($k~-~1$)-äquivalent,~aber~nicht~$k$-äquivalent~und~
2713
        somit~insbesondere~nicht~äquivalent~sind.~Bleibt~eine~Zelle~bis~zum~Ende~
2714
       unmarkiert, \verb|`-sind-die-||entsprechenden-||Zust" and \verb|e-zuein| and er-||aquivalent|.
2715
2716 }
2717 \ExplSyntaxOff
2718
```

normalformen.sty

```
2719 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                  2720 \ProvidesPackage{bschlangaul-normalformen} [2020/12/10
                  2721 Hilfsmakros zum Setzen von Normalformen, Funktionalen Abhänigkeiten,
                  2722 Attributhülle]
                     Mathe für textit tex etc, typographie für geschweifte Klammer
                  2723 \bLadePakete{mathe,typographie}
                  2724 \directlua{
                  2725 helfer = require('bschlangaul-helfer')
                  2726 normalformen = require('bschlangaul-normalformen')
                  2727 }
                  Faulenzer
                  \let\ah=\liAttributHuelle
                  \let\ahL=\liLinksReduktion
                  \let\ahl=\liLinksReduktionInline
                  \let\ahr=\liRechtsReduktionInline
                  \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
                  \let\FA=\liFunktionaleAbhaengigkeiten
                  \let\m=\liAttributMenge
                  \let\r=\liRelation
                  \let\u=\underline
                  2728 \def\bTeilen#1{
                  2729 \directlua{tex.print(normalformen.teilen('#1'))}
                  2730 }
\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}
                  2731 \def\bAttributHuelleOhneMathe#1{\text{AttrHülle}(#1)}
                  2732 \def\bAttributHuelle#1{
                  2733 \ifmmode
                  2734 \bAttributHuelleOhneMathe{#1}
                  2735 \else
                  2736 $\bAttributHuelleOhneMathe{#1}$
                  2737\fi
                  2738 }
 \bAttributMenge
                 Makro-Faulenzer: \let\m=\liAttributMenge
                  2739 \def\bAttributMenge#1{\{ \textit{#1} \}}
       liAHuelle
                  2740 \NewDocumentEnvironment{ liAHuelle } { +b } {
                      \begingroup
                  2742
                       \footnotesize
                       \begin{multline*}
                  2743
                  2744
                       \end{multline*}
                  2745
                  2746 \endgroup
                  2747 } { }
\bLinksReduktion Nur innerhalb von liAHuelle zu verwenden bzw. multline
                  Makro-Faulenzer: \let\ahL=\liLinksReduktion
                     \ahL{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
                  2748 \def\bLinksReduktion#1#2#3{
                      \shoveleft{
                  2750
                         \bAttributHuelleOhneMathe{FA,
                  2751
                         \bAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
                  2752
```

```
\shoveright{
                               2754
                                      \bAttributMenge{#3}
                               2755
                               2756 }
                               Makro-Faulenzer: \let\ahL=\liLinksReduktionInline
      \bLinksReduktionInline
                                  \ahl{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
                               2757 \def\bLinksReduktionInline#1#2#3{%
                               2758
                               2759
                                       \footnotesize%
                               2760
                                       $\bAttributHuelleOhneMathe{F,
                               2761
                                       \bAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
                               2762
                                       \bAttributMenge{#3}$
                               2763 }
                               2764 }
      \bLinksReduktionInline
                               Makro-Faulenzer: \let\ahr=\liLinksReduktionInline
                                  \ahr{gelöschte FA}{neue FA ohne rechts Attribut}{gegebene Attribute}{Ergebnis}
                               2765 \def\bRechtsReduktionInline#1#2#3#4{%
                               2766 {%
                                       \footnotesize%
                               2767
                                       $\bAttributHuelleOhneMathe{
                               2768
                               2769
                                        F \setminus
                               2770
                                         \bFunktionaleAbhaengigkeit{#1}
                                         \def\tmp{#2}\ifx\tmp\empty
                               2771
                               2772
                                         \else
                               2773
                                           \cup \bFunktionaleAbhaengigkeit{#2}
                               2774
                                         \fi
                               2775
                               2776
                                         \bAttributMenge{#3}
                                      } =
                               2777
                               2778
                                       \bAttributMenge{#4}$
                               2779
                                    }
                               2780 }
                               Makro-Faulenzer: \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
  \bFunktionaleAbhaengigkeit
                                  \fa{A, B -> C, D}: \{A,B\} \rightarrow \{C,D\} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \$(.*?) \\rightarrow
                               \fa{$1 -> $2}
                               2781 \verb|\def| bFunktionaleAbhaengigkeit#1{%}
                               2782 \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeit('#1', false)}%
                               2783 }
                                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;

```
2784 \NewDocumentCommand {\bFunktionaleAbhaengigkeiten} { O{FA} m } {
             2785
                  \bGeschweifteKlammern
                   {#1}
             2786
             2787
             2788
                     \begin{align*}
             2789
                     \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeiten('#2')}
             2790
                     \ensuremath{\mbox{end}\{\mbox{align}*\}}
             2791 }
             2792 \quad \{-0.5cm\}
             2793
                  \{-1.7cm\}
             2794 }
\bRelation Makro-Faulenzer: \let\r=\liRelation
                 \r[R3]{\u{A}, B, C}: R_3(\underline{A}, B, C) Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \$(R.*)\((.*)\)\$
             \bRelation[$1]{$2}
             2795 \NewDocumentCommand {\bRelation} { O(R) m } {
             2796 \qquad  \directlua{
                     local name = helfer.konvertiere_tiefgestellt('#1')
             2797
             2798
                     tex.print(name)
             2799 }$(\textit{\,#2\,})
             2800 }
             2801
```

o-notation.sty

```
2802 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2803 \ProvidesPackage{bschlangaul-o-notation}[2021/09/08]
```

Faulenzer

\let\O=\liONotationO

TeX-Markup-Beispiel: Funktionsgraphen mit pgfplots

```
\begin{tikzpicture}
                    \begin{axis}[
                      xlabel=$n$,
                      legend entries={\f a, \f b, \f c, \f d, \f e},
                      ymax=500,
                      xmin=0,
                      xmax=7,
                      legend pos=north west,
                      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}
                 2804 \ExplSyntaxOn
                 2805 \RequirePackage{amssymb}
                 2806 \RequirePackage{pgfplots}
                    Für echte Teilmenge \subsetneq: ⊊
                 2807 \RequirePackage{amssymb}
\bRundeKlammer
                 2808 \def\bRundeKlammer#1{
                 2809 \negthinspace \left( #1 \right)
                 2810 }
  \b0Notation0 \mathbf{0}^2: \mathcal{O}(n^2)
                 2811 \cs_new:Npn \o_notation_0:n #1 {
                 2812
                      \mathcal{0} \bRundeKlammer{#1}
                 2813 }
                 2814 \def\b0Notation0#1{
                 2815 \ifmmode
                        \o_notation_0:n { #1 }
                 2816
                 2817 \else
                        $ \o_notation_0:n { #1 } $
                 2818
                 2819 \fi
                 2820 }
                 2821
```

petri.sty

\bPetriSetzeSchluessel

```
2822 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2823 \ProvidesPackage{bschlangaul-petri}[2020/12/03]
Faulenzer
\let\t=\liPetriTransitionsName
\let\tp=\liPetriTransPfeile
\let\k=\liPetriErreichKnotenDrei
2824 \RequirePackage{tikz}
2825 \usetikzlibrary{petri,arrows.meta}
   Für die Darstellungsmatrix
2826 \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}
2827 \def\bPetriSetzeSchluessel{%
2828
     \def\TmpTransitionOne{}%
     \def\TmpTransitionTwo{}%
2829
     \def\TmpTransitionThree{}%
2830
2831
     \def\TmpTransitionFour{}%
     \def\TmpTransitionFive{}%
2832
     \def\TmpTransitionSix{}%
2833
2834
     \def\TmpTransitionSeven{}%
     \def\TmpTransitionEight{}%
2835
     \def\TmpTransitionNine{}%
2836
     \def\TmpTransitionTen{}%
2837
2838
     \pgfkeys{/petri/.cd,
       p1/.store in=\TmpPlaceOne,p1/.default=0,p1,
2839
       p2/.store in=\TmpPlaceTwo,p2/.default=0,p2,
2840
       p3/.store in=\TmpPlaceThree,p3/.default=0,p3,
2841
       p4/.store in=\TmpPlaceFour,p4/.default=0,p4,
2842
```

```
p5/.store in=\TmpPlaceFive,p5/.default=0,p5,
                                                   2843
                                                   2844
                                                                  p6/.store in=\TmpPlaceSix,p6/.default=0,p6,
                                                   2845
                                                                  p7/.store in=\TmpPlaceSeven,p7/.default=0,p7,
                                                                  p8/.store in=\TmpPlaceEight,p8/.default=0,p8,
                                                   2846
                                                                  p9/.store in=\TmpPlaceNine,p9/.default=0,p9,
                                                   2847
                                                                  p10/.store in=\TmpPlaceTen,p10/.default=0,p10,
                                                   2848
                                                                  t1/.store in=\TmpTransitionOne,t1/.default=activated,
                                                   2849
                                                   2850
                                                                  t2/.store in=\TmpTransitionTwo,t2/.default=activated,
                                                   2851
                                                                  t3/.store in=\TmpTransitionThree,t3/.default=activated,
                                                                  t4/.store in=\TmpTransitionFour,t4/.default=activated,
                                                   2852
                                                                  t5/.store in=\TmpTransitionFive,t5/.default=activated,
                                                   2853
                                                   2854
                                                                  t6/.store in=\TmpTransitionSix,t6/.default=activated,
                                                                  t7/.store in=\TmpTransitionSeven,t7/.default=activated,
                                                   2855
                                                                  t8/.store in=\TmpTransitionEight,t8/.default=activated,
                                                   2856
                                                                  t9/.store in=\TmpTransitionNine,t9/.default=activated,
                                                   2857
                                                                  t10/.store in=\TmpTransitionTen,t10/.default=activated,
                                                   2858
                                                                  scale/.store in=\TmpScale,scale/.default=0.5,
                                                   2859
                                                                  x/.store in=\TmpX,x/.default=5,
                                                   2860
                                                                  y/.store in=\TmpY,y/.default=5,
                                                   2861
                                                   2862
                                                   2863 }
                                                   2864 \tikzset{
                                                             li petri/.style={
                                                                  activated/.style={
                                                   2866
                                                   2867
                                                                      very thick
                                                   2868
                                                                  }.
                                                                  inhibitor/.style={
                                                   2869
                                                                      {Circle[open,length=2mm,fill=white]}-
                                                   2870
                                                   2871
                                                   2872
                                                             }
                                                   2873 }
                                                   Makro-Faulenzer: \let\t=\liPetriTransitionsName
   \bPetriTransitionsName
                                                          \$t (\d+)\$ \t$1
                                                   2874 \end{area} All the $$2874 \end{area} All the $$1{t \end{area}} $$2874 \end{area} All the $$1{t \end{area}} $$2874 \end{area} All the $$1{t \end{area}} $$2874 \end{area} $$2874 \end{area
                                                   2875 \def\bPetriTransitionsName#1{
                                                   2876 \ifmmode
                                                                  \bPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}
                                                   2877
                                                              \else
                                                   2878
                                                   2879
                                                                  $\bPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}$
                                                             \fi
                                                   2880
                                                   2881 }
\bPetriErreichTransition Makro-Faulenzer: \let\t=\liPetriErreichTransition
                                                   2882 \NewDocumentCommand{ \bPetriErreichTransition } { m m 0{} 0{} } {
                                                   2883 \draw[->] (#1) edge[#4] node[pos=0.5,auto,sloped,#5]{$t\sb{#3}$} (#2);
                                                   2884 }
                                                   Makro-Faulenzer: \let\k=\liPetriErreichKnotenDrei
\bPetriErreichKnotenDrei
                                                   2885 \def\bPetriErreichKnotenDrei#1#2#3{(#1,#2,#3)}
            \bPetriTransPfeile Makro-Faulenzer: \let\tp=\liPetriTransPfeile
                                                   2887
```

potenzmengen-konstruktion.sty

2888 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]

```
2889 \ProvidesPackage{bschlangaul-potenzmengen-konstruktion}[2021/02/21 Hilfsmakros
                              2890 einzusetzen bei der Potenzmengen-Konstruktion (Potenzmengen-Algorithmus)]
                              2891 \bLadePakete{formale-sprachen}
                              2892 \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}
                                 }
                              2893 \verb|\def| bZustandsMengenSammlung#1#2{|}
                                   \bZustandsnameGross{#1}
                              2894
                              2895
                              2896
                                      \footnotesize
                                      \bPotenzmenge{
                              2897
                              2898
                                        \str_case:nn {#1} #2
                              2899
                              2900
                              2901 }
\bZustandsMengenSammlungNr
                              2902 \def\bZustandsMengenSammlungNr#1#2{
                                   \bZustandsnameGross{#1}
                              2904
                                   {
```

pseudo.sty

```
2913 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2914 \ProvidesPackage{bschlangaul-pseudo}[2020/12/30 Paket zum Setzen
2915 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**| $E' \leftarrow E' \cup \{e\}$;

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

 $2916 \verb|\RequirePackage[german,boxruled]{algorithm2e}|$

Algorithmus 1: Minimaler Spannbaum nach Kruskal

2917

end

pumping-lemma.sty

```
2918 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
                      2919 \ProvidesPackage {bschlangaul-pumping-lemma} [2021/08/11 Enthält die
                      2920 Definitionen für das Pumping-Lemma in der Regulären Sprache und
                      2921 in der Kontextfreien Sprache]
   \bPumpingRegulaer
                      2922 \def\bPumpingRegulaer{%
                      2923 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 $\omega = uvw$
                      2925
                            existiert, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
                      2926
                      2927
                      2928
                            \begin{enumerate}
                      2929
                            \item $|v| \geq 1$
                      2930
                           (Das Wort $v$ ist nicht leer.)
                      2931
                      2932
                            \item $|uv| \leq j$
                      2933
                           (Die beiden Wörter $u$ und $v$ haben zusammen höchstens die Länge $j$.)
                      2934
                            \item Für alle $i = 0, 1, 2, \dots$ gilt $uv^iw \in L$
                      2935
                            (Für jede natürliche Zahl (mit $0$) $i$ ist das Wort $uv^{i}w$ in der
                      2936
                            Sprache $L$)
                      2937
                            \end{enumerate}
                      2938
                      2939
                           Die kleinste Zahl $j$, die diese Eigenschaften erfüllt, wird
                      2940
                           Pumping-Zahl der Sprache $L$ genannt.\footcite{wiki:pumping-lemma}
                      2942 }
\bPumpingKontextfrei
                      2943 \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
                      2946
                            $\omega = uvwxy$, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
                      2947
                      2948
                            \begin{enumerate}
                            \item $|vx| \geq 1$
                      2949
                      2950
                           (Die Wörter $v$ und $x$ sind nicht leer.)
                      2951
                      2952
                            \item $|vwx| \leq j$
                      2953
                            (Die Wörter $v$, $w$ und $x$ haben zusammen höchstens die Länge $j$.)
                      2954
                            \item Für alle i \in \mathbb{N}_0 gilt u v^i w x^i y in L$ (Für jede)
                      2955
                      2956
                            natürliche Zahl (mit $0$) $i$ ist das Wort $u v^i w x^i y$ in der
                      2957
                            Sprache $L$)
                            \end{enumerate}
                      2958
                      2959 }
                      2960
```

quicksort.sty

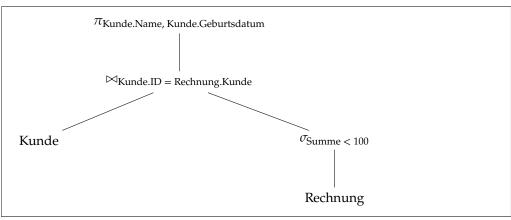
```
2961 % https://tex.stackexchange.com/a/142634
2962 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
2963 \ProvidesPackage{bschlangaul-quicksort}[2020/06/12]
2965 %-----
2966 % USAGE:
2967 % \QSinitialize {comma, separated, numerical, values}
2968% \loop
2969 % \QSpivotStep
2970 % \ifnum\value{pivotcount}>0
      \QSsortStep
2971 %
2972 % \repeat
2973 %-----
2975% xintfrac does not load xinttools, this must be done explicitely if needed as here.
2976 \RequirePackage{xintfrac, xinttools}
2978 \RequirePackage{tikz}
2979
2980 %-----
2981% FIRST PART: TikZ styles and macros for the actual drawing
2982 \newcounter{cellcount}% used for coordinates of the node
2983 \newcounter{pivotcount} % when it will remain at zero, will signal the sort is finished.
2985% Styles defined by Tom Bombaldi. (modified: all share the same size)
2986% (re-modified \bf -> \bfseries due to extremely annoying warnings from
2987 % KOMA-script which are truly a pain and do not make any sense regarding \bf:
2988% if I want to use \bf, and know what I am doing, why should I get HARASSED
2989 % by police of LaTeX good conduct ? )
2990 \tikzset{1/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=lime!70!gray},
2991
           o/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=olive!50},
2992
          r/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black, t
2993 % this is the "b" style as used in the image below
           b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black,
2995 % nicer:
           b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=white, text=magenta
2996
2997
           g/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=gray, text=white, f
2998
2999 % NOTE the b style was originally the same as the r(aised) style apart from
3000 % not being raised, but I find it nicer with a somewhat different
3001% specification. I have not updated the images though.
3002
3003 % How the nodes are drawn depending on whether on the left of the pivot value
3004% or on the right, or is a pivot value, or a raised pivot during selection phase.
3006 \def\DecoLEFT #1{%
      \xintFor* ##1 in {#1} \do
3007
      {\stepcounter{cellcount}\node[o] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
3008
3009 }
3010
3011 \def\DecoINERT #1{%
      \xintFor* ##1 in {#1} \do
3012
      {\stepcounter{cellcount}\node[g] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
3013
3014 }
3015
3016 \def\DecoRIGHT #1{%
      \xintFor* ##1 in {#1} \do
      {\stepcounter{cellcount}\node[1] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
3018
3019}
3020
3021 \def\DecoLEFTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
       \xintFor* ##1 in {#1} \do
```

```
3023
        {\stepcounter{cellcount}%
         \label{local_count} $$ \left( \operatorname{cellcount}, 0 \right) {\#$1};}% $$
3024
3025 }
3026
3027 \def\DecoINERTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
        \xintFor* ##1 in {#1} \do
3028
        {\stepcounter{cellcount}%
3029
         \xintifForLast {\node[b]}{\node[g]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
3030
3031 }
3033 \def\DecoRIGHTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
        \xintFor* ##1 in {#1} \do
3034
        {\stepcounter{cellcount}%
3035
         \xintifForLast {\node[r]}{\node[l]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
3036
3037 }
3038
3039 %-----
3040 % SECOND PART: the actual sorting routines.
3041
3042\def\QS@sort@a #1{\expandafter \QS@sort@b \expandafter {\xintLength {#1}}{#1}}
3043 \def\QS@sort@b #1{\ifcase #1}
3044
                         \expandafter\QS@sort@empty
3045
                      \or\expandafter\QS@sort@single
                    \else\expandafter\QS@sort@c
3046
3047
                    \fi
3048 }%
3049 \def\QS@sort@empty #1{}
3050 \def\QS@sort@single #1{\QSIr {#1}}
3052 % This step is to pick the last as pivot.
3053 \def\QS@sort@c #1%
      {\operatorname{QS@sort@d}}_{1}_{1}_{1}_{1}}
3055
3056% Here \QSLr, \QSIr, \QSr have been let to \relax.
3057% The trick with \xintApplyUnbraced is that for example when selecting
3058% the elements smaller than pivot, if we had been using \xintApply we
3059% would have had at the minimum an empty brace pair. Thus we use the
3060\% "unbraced" variant, but then the \QS@select@smaller has added in
3061% anticipation a level of braces.
3062 \def \QS@sort@d #1#2{%
       \QSLr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@smaller {#1}}{#2}}%
3064
       \QSIr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@equal
3065
       \QSRr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@greater {#1}}{#2}}%
3066 }%
3067\def\QSQselectQsmaller #1#2{\xintifLt {#2}{#1}{{#2}}{ }}% space will stop a f-
   expansion
                         #1#2{\left\{ {2}\right\} } } space will stop a f-
3068 \def\QS@select@equal
   expansion
3069\def\QSQselectQgreater #1#2{\xintifGt {#2}{{#2}}{ }}% space will stop a f-
   expansion
3070
3071 %
3072 % NOTE 1: thus, each comparison with the pivot is done three (!) times.
3074% NOTE 2: we may well end up with \QSLr {<empty>} situations. This is handled
3075\% silently by the \xintFor loops, and also when \QSLr becomes \QS@sort@a, the
3076% latter must handle correctly an empty argument.
3077
3078 %-----
3079 % THIRD PART: the main macros \QSpivotStep, \QSsortStep and \QSinitialize.
3081% This draws all with suitable highlighting for the newly chosen pivots
3082 % (which will be shown raised)
```

```
3083 \def\QSpivotStep {\let\QSLr\DecoLEFTwithPivot
3084
                    \let\QSIr\DecoINERT
                    \let\QSIrr\DecoINERT
3085
                    \let\QSRr\DecoRIGHTwithPivot
3086
3087 \text{centerline} \{\text{1.5mm}\} \{0pt\} \{8mm\} \%
                \setcounter{cellcount}{0}\setcounter{pivotcount}{0}%
3088
3089
                \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
3090 }
3091
3092 % This sorts and then draws, showing where the pivot chosen in the previous
3093 % step go. Next time they will have become "inert". If pivotcount is still at
3094 % zero on exit from \QSpivotStep, then this is the signal to stop before
3095% executing \QSsortStep.
3096 \def\QSsortStep {\def\QSLr {\noexpand\QS@sort@a}%
                     \def\QSRr {\noexpand\QS@sort@a}%
3097
                     \def\QSIr {\noexpand\QSIrr}%
3098
                     \let\QSIrr\relax
3099
                         \edef\QS@list{\QS@list}%
3100
                    \let\QSLr\relax
3101
                    \let\QSRr\relax
3102
3103
                    \let\QSIr\relax
3104
                         \edef\QS@list{\QS@list}%
3105
                    \let\QSLr\DecoLEFT
                    \let\QSIr\DecoINERTwithPivot
3106
                    \let\QSIrr\DecoINERT
3107
                    \let\QSRr\DecoRIGHT
3108
3109 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}%
3110
                \setcounter{cellcount}{0}%
3111
                \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
3112 }
3113
3114 \def\QSinitialize #1{%
       \% first, we convert the comma separated values into a list of braced items
       % we use an \edef, and anyhow many \edef's will be used later
3116
       \edef\QS@list {\noexpand\QSRr {\xintCSVtoList {#1}}}%
3117
       \let\QSRr\DecoRIGHT
3118
       \% The \QSRr marker mutated to draw the last element as
3119
       \% pivot and the earlier ones with the suitable style.
3120
3121
       %
3122
       % The list of marked braced items \QS@list is used both for drawing
3123
       % (as here) and for doing the exchange of elements during sort.
3124
       \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}\setcounter{cellcount}{0}%
3125
                    \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
3126 }
3127
```

relationale-algebra.sty

```
3128 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
3129 \ProvidesPackage{bschlangaul-relationale-algebra}[2020/12/11]
3130 \RequirePackage{amsmath}
3131 \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}
```



```
Rechnung

3132 \RequirePackage{tikz}
3133 \usetikzlibrary{positioning}

Privates Makros, das zwei Querstriche erzeugt.
3134 \def\0@join{\setbox0=\hbox{$\bowtie$}\%
3135 \rule[-.02ex]{.25em}{.4pt}\llap{\rule[\ht0]{.25em}{.4pt}}\%
3136}

\leftouterjoin A \leftouterjoin B: A \subsetimes B
3137 \def\leftouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie}}

\rightouterjoin A \rightouterjoin{\mathbin{\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}

\fullouterjoin A \fullouterjoin B: A \subsetimes B
3138 \def\rightouterjoin B: A \subsetimes B
3139 \def\fullouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}
```

3140

rmodell.sty

```
3141 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                          3142 \ProvidesPackage{bschlangaul-rmodell}[2020/09/01
                          3143 Makros und Umgebungen zum Setzen des Relationenmodells beim Thema
                          3144 Datenbanken.]
                          3145 \RequirePackage{soul}
                          Faulenzer
                          \let\a=\liAttribut
                          \let\f=\liFremd
                          \let\p=\liPrimaer
                          \let\r=\liRelationMenge
               \bPrimaer \bPrimaer{text}: Unterstreichung für den Primärschlüssel
                          3146 \def \bPrimaer#1{\ul{#1}}
                 \bFremd \bFremd{text}: Überstreichung für den Fremdschlüssel
                          3147 \def\bFremd#1{{\setul{-0.9em}{}\ul{#1}}}
               liRmodell \begin{liRmodell} \end{liRmodell}: Kleinere Schrift und Schreibmaschinenschrift.
                          3148 \def\li@Rmodell@Schrift{\footnotesize\ttfamily}
                          3149 \ExplSyntaxOn
                          3150 \NewDocumentEnvironment { liRmodell }
                          3151 { +b }
                          3152 {
                               \medskip
                          3153
                          3154
                          3155
                                 3156
                                  \setlength{\parindent}{0pt}
                          3157
                                  \li@Rmodell@Schrift#1
                          3158
                               }
                          3159
                               \medskip
                          3160 } {}
                          3161 \ExplSyntaxOff
                          Makro-Faulenzer: \let\r=\liRelationMenge
         \bRelationMenge
                             \bRelationMenge{name}{attribut, attribut}: Umhüllen der Attribute mit geschweiften
                          und dann eckigen Klammern.
                          3162 \def\bRelationMenge#1#2{
                          3163 \noindent
                          3164 #1 : \{[ #2 ]\}
                          3165\par
                          3166 }
              \bAttribut Makro-Faulenzer: \let\a=\liAttribut
                             \bAttribut{text}: Gleiche Schrift wie Umgebung liRmodell
                          3167 \def\bAttribut#1{{\li@Rmodell@Schrift#1}}
liRelationenSchemaFormat
                          Dummy-Umgebung, zum Parsen durch Java gedacht.
                           \begin{liRelationenSchemaFormat}
                           Springer(Startnummer*, Nachname, Vorname, Geburtsdatum, Körpergröße)
                           Sprung(SID*, Beschreibung, Schwierigkeit)
                           springt(SID[Sprung], Startnummer[Springer], Durchgang)
                           \end{liRelationenSchemaFormat}
                          3168 \NewDocumentEnvironment { liRelationenSchemaFormat } { +b } {} {}
                          3169
```

sortieren.sty

```
3170 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3171 \ProvidesPackage{bschlangaul-sortieren}[2020/06/10 Schaubilder
3172 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}
}
```

```
213
```

```
3173 \RequirePackage{tikz}
3174 \usetikzlibrary{shapes.multipart,positioning}
```

\bVertauschen

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

```
3175 \def\bVertauschen#1{
3176  \directlua{
3177    local sortieren = require('bschlangaul-sortieren')
3178    sortieren('#1')
3179  }
3180}
```

\bSortierPfeil

```
3181 \def\bSortierPfeil#1#2{
3182 \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 north) -- ++(0,0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 north);
3183 }
```

\bSortierPfeilUnten

```
3184\def\bSortierPfeilUnten#1#2{
3185 \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 south) -- ++(0,-0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 south);
3186}
```

\bSortierMarkierung

```
3187 \def\bSortierMarkierung#1#2{\node[
3188
     draw,
3189
     very thick,
3190 fit=(reihe.#1) (reihe.#2),
3191
     inner sep=0pt
3192] {};
3193 }
3194 \tikzset{
3195 li sortierung zahlenreihe/.style={
       draw,
3196
       thin,
3197
3198
       font=\large,
       rectangle split horizontal,
3199
       rectangle split,
3200
3201 }
3202 }
```

```
3203 % https://tex.stackexchange.com/a/140895
3204 \RequirePackage{forest, xstring}
3205 \usetikzlibrary{calc}
3206
3207 \makeatletter
{\tt 3208 \ \ pgfmathdeclarefunction\{strrepeat\}\{2\}\{\%\}}
     \begingroup\pgfmathint{#2}\pgfmath@count\pgfmathresult
3210
       \let\pgfmathresult\pgfutil@empty
       \pgfutil@loop\ifnum\pgfmath@count>0\relax
3211
         \expandafter\def\expandafter\pgfmathresult\expandafter{\pgfmathresult#1}%
3212
3213
         \advance\pgfmath@count-1\relax
3214
       \pgfutil@repeat\pgfmath@smuggleone\pgfmathresult\endgroup}
3215 \makeatother
3216
3217 \def\myNodes{}
3218
3219 \ExplSyntaxOn
3220 \newcommand*\sortList[1] {%
     \clist_sort:Nn#1{\int_compare:nNnTF{##1}>{##2}\sort_return_swapped:\sort_return_same:}}
3222 \ExplSyntaxOff
3223
3224 \forestset{
     sort/.code={%
3225
       \pgfmathparse{level()>\forestSortLevel}%
3226
       \ifnum\pgfmathresult=0
3227
         \StrSubstitute{\forestov{content}}{ }{,}[\myList]%
3228
         \sortList\myList
3229
3230
         \StrSubstitute{\myList}{,}{ }[\myList]%
         \pgfmathparse{strrepeat("1",level())}%
3231
         3232
           (m\forestov{name}) {\myList}}%
3233
         \pgfmathparse{level()==\forestSortLevel}%
3234
3235
         \ifnum\pgfmathresult=1
           \forestOget{\forestov{@first}}{name}\forestFirst
3236
           \forestOget{\forestov{@last}}{name}\forestLast
3237
           \xappto\myNodes{{[<-]edge (\forestOv{\forestov{@first}}{name})</pre>
3238
             \ifx\forestFirst\forestLast\else edge (\forestOv{\forestov{@last}}{name})\fi}}%
3239
         \fi
3240
         \ifnum\forestov{@parent}=0\else
3241
           \xappto\myNodes{edge (m\forestOv{\forestov{@parent}}{name})}%
3242
3243
3244
         \gappto\myNodes{;}%
3245
       fi}
3246
3247\forestset{sort level/.code=%
     \pgfmathparse{#1}\let\forestSortLevel\pgfmathresult
3248
     \pgfmathparse{strrepeat("1",\forestSortLevel+1)}\let\forestOnes\pgfmathresult}
3249
```

3250

spalten.sty

```
3251 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
{\tt 3252 \ProvidesPackage\{bschlangaul-spalten\}[2020/12/07\ L\"{a}dt\ das\ Paket]}
3253\,\mbox{\tt ``multicol"}, damit mehrspaltiger Satz mit Hilfe der Umgebung "multicols"
3254 realisiert werden kann.]
3255 \RequirePackage{multicol}
```

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

 $3256 \end{area} also shows the property of t$

3257

sql.sty

```
3258 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3259 \ProvidesPackage{bschlangaul-tabelle}[2021/09/02 Zu Setzen von SQL]
```

Latex-Markup-Beispiel

```
\begin{liAdditum}[Übungsdatenbank]
% Datenbankname: Personalverwaltung
\begin{minted}{sql}
CREATE TABLE Abteilung(
  AbteilungsID INTEGER PRIMARY KEY,
  Bezeichnung VARCHAR(30)
CREATE TABLE Mitarbeiter(
  MitarbeiterID INTEGER PRIMARY KEY,
  Vorname VARCHAR(30),
  Vorgesetzter INTEGER REFERENCES Mitarbeiter(MitarbeiterID),
  Telefonnummer VARCHAR(50),
  Gehalt DOUBLE PRECISION
);
INSERT INTO Abteilung VALUES
   (1, 'Buchhaltung');
INSERT INTO Mitarbeiter
   (MitarbeiterID, Vorname, Nachname, Vorgesetzter, AbteilungsID, Telefonnummer, Gehalt)
VALUES
   (1, 'Hans',
                              11, 4, '023/13432', 2335),
                  'Meier',
   (2, 'Fred',
                 'Wolitz',
                              11, 2, '0233/413432', 1233);
 \end{minted}
 \index{SQL mit Übungsdatenbank}
 \end{liAdditum}
3260 \bLadePakete{syntax}
3261 \RequirePackage{fancyvrb}
3262 \DefineVerbatimEnvironment{liSqlErgebnis}{Verbatim}
3263 {fontsize=\footnotesize}
3264
```

struktogramm.sty

3265 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3266 \ProvidesPackage{bschlangaul-struktogramm}[2021/01/31 Lädt das
3267 Paket struktex zum Setzen von Struktogrammen]
3268 \RequirePackage{struktex}
3269

syntax.sty

```
3270 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3271 \ProvidesPackage{bschlangaul-syntax}[2020/06/10 Ein Hüll-Paket um
3272 `minted`, das sich um die Syntax-Hervorhebung des Java-Codes kümmert.]
3273 \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=\liJavaCode
\let\s=\liSqlCode
3274 \ExplSyntaxOn
3275 \directlua{
3276 syntax = require('bschlangaul-syntax')
     syntax.importiere_konfiguration('tex_repo_lokaler_pfad', '\LehramtInformatikRepository')
    syntax.importiere_konfiguration('github_domain', '\LehramtInformatikGithubDomain')
     syntax.importiere_konfiguration('github_raw_domain', '\LehramtInformatikGithubRawDomain')
     syntax.importiere_konfiguration('github_tex_repo', '\LehramtInformatikGithubTexRepo')
     syntax.importiere_konfiguration('github_code_repo', '\LehramtInformatikGithubCodeRepo')
3282 syntax.importiere_konfiguration('git_branch', '\LehramtInformatikGitBranch')
3283 }
3284 \RequirePackage{hyperref}
3285 \RequirePackage{minted}
3286% pygmentize -L styles
3287 \usemintedstyle{colorful}
3288 %\BeforeBeginEnvironment{minted}{\begin{mdframed}}
3289 %\AfterEndEnvironment{minted}{\end{mdframed}}
3290 %\setminted{breaklines=true,linenos}
3291 \setminted{
3292 breaklines=true.
3293 linenos=false,
3294 fontsize=\footnotesize,
Eine Umgebung für Java-Code, ohne Zeilennummer und etwas eingerückt um den Java-
3296 \newminted[liJavaAngabe]{java}{
```

liJavaAngabe

Code in Angaben / Aufgabestellungen zu setzen.

```
3297 xleftmargin=1cm
3298 }
```

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

Makro-Faulenzer: \let\j=\liJavaCode

```
3299 \def\bJavaCode#1{
3300
     ١.
     \textcolor{blue}{
3301
3302
        \mintinline[
          fontsize=\normalsize,
3303
          breakanywhere % https://github.com/gpoore/minted/issues/31#issuecomment-
   458640242
3305
       ]{java}|#1|
3306
3307
3308 }
```

\bLatexCode

Im Zeilenfluss einen kurzen LATEX-Code-Ausschnitt setzen.

```
3309 \def\bLatexCode#1{\mintinline{latex}|#1|}
```

```
3310 \def\li@GithubLink#1#2{
                    3311
                          \begin{flushright}
                    3312
                            \tiny
                            Code-Beispiel~auf~Github~ansehen:~
                    3313
                            \href{#1}{\nolinkurl{#2}}
                    3314
                          \end{flushright}
                    3315
                    3316 }
       \bJavaDatei
                    Eine komplette Java-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/main/java/org/bschlangaul
                    3317 \NewDocumentCommand{\bJavaDatei}{ O{firstline=3} m }{
                    3318
                          \inputminted[#1]{java}{
                            \directlua{
                    3319
                              syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', false)
                    3320
                    3321
                          }
                    3322
                          \li@GithubLink
                    3323
                            {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', false)}}
                    3324
                    3325
                            {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', false)}}
                    3326 }
                    Eine komplette Java-Test-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/test/java/org/bschlangaul
   \bJavaTestDatei
                    3327 \NewDocumentCommand{\bJavaTestDatei}{ O{firstline=3} m }{
                          \inputminted[#1]{java}{
                    3328
                            \directlua{
                    3329
                              syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', true)
                    3330
                    3331
                         }
                    3332
                          \li@GithubLink
                    3333
                            {\directlua{syntax.drucke github url('#2', true)}}
                    3334
                            {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', true)}}
                    3335
                    3336 }
                    \bJavaExamen{66116}{2015}{03}{Kunde} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \\bJavaDatei(\[.*
      \bJavaExamen
                    \\bJavaExamen$1{$2}{$3}{$4}{$5}
                    3337 \NewDocumentCommand{\bJavaExamen}{ O{firstline=3} m m m m }{
                          \inputminted[#1]{java}{
                    3338
                            \directlua{
                    3339
                              syntax.drucke_absoluten_examens_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')
                    3340
                    3341
                          }
                    3342
                    3343
                    3344
                          \li@GithubLink
                          {\directlua{syntax.drucke_github_examens_url('#2', '#3', '#4', '#5')}}
                          {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
                    3346
                    3347 }
   \bAssemblerCode
                    3348 \def\bAssemblerCode#1{\mintinline{asm}|#1|}
                    \bAssemblerDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Assembler-Datei.
 \bAssemblerDatei
                    3349 \NewDocumentCommand{\bAssemblerDatei}{ m }{
                    3350
                          \inputminted{asm}{#1}
                    3351 }
                    \bMinispracheDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Minisprachen-Datei
\bMinispracheDatei
                    (Hochsprache für die Minimaschine von Albert Wiedemann).
                    3352 \NewDocumentCommand{\bMinispracheDatei}{ m }{
                    3353
                          \inputminted{componentpascal}{#1}
```

3354 }

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

3355 \def\bHaskellCode#1{\mintinline{haskell}|#1|}

\bHaskellDatei \bHaskellDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Haskell-Datei.

3356 \NewDocumentCommand{\bHaskellDatei}{ m }{

3357 \inputminted{haskell}{#1}}

3358 \}

3359 \ExplSyntaxOff

\bSqlCode \bHaskellCode{sql}: Zum Setzen von SQL-Code.

Makro-Faulenzer: \let\s=\liSqlCode

3360 \def\bSqlCode#1{\mintinline{sql}|#1|}

3361
```

syntaxbaum.sty

```
3362 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
{\tt 3363 \ ProvidesPackage\{bschlangaul-syntaxbaum\}[2021/02/14 \ Zum \ Setzen \ von \ Von \ Setzen \ Von \ Setzen \ Von \ V
3364 Syntaxbäumen mit Hilfe des Pakets tikz-qtree]
3365 \RequirePackage{tikz-qtree}
3367\tikzset{li parsetree/.style={
                                                  every internal node/.style={
3368
                                                              draw,circle
3369
3370
                                                },
                                                 every leaf node/.style={
3371
3372
                                                              draw, rectangle
3373
3374 }
3375 }
3376
```

synthese-algorithmus.sty

```
3377 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3378 \ProvidesPackage{bschlangaul-synthese-algorithmus}[2021/03/19
3379 Hilfsmakros zum Setzen des Synthese-Algroithmuses zur Umformung einer
3380 Relation in die 3. Normalform]
3381 \bLadePakete{normalformen,mathe,typographie}
3382 \ExplSyntaxOn
```

Faulenzer

\let\schrittE=\liSyntheseUeberErklaerung

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}

$A \notin$ \ahr{B -> 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 $\beta \subseteq A$ ttrHülle $(F, \alpha - A)$.

(ii) Rechtsreduktion

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

(iii) Löschen leerer Klauseln

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

(iv) Vereinigung

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

(b) Relationsschemata formen

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

(c) Schlüssel hinzufügen

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

(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

```
3383 \def\bSyntheseUeberschrift#1{
3384
     {
3385
        \bfseries
        \rmfamily
3386
        \str_case:nn {#1} {
3387
          {1} {Kanonische~Überdeckung}
3388
3389
          {1-1} {Linksreduktion}
3390
          {1-2} {Rechtsreduktion}
          {1-3} {Löschen~leerer~Klauseln}
3391
3392
          {1-4} {Vereinigung}
          {2} {Relationsschemata~formen}
3393
          {3} {Schlüssel~hinzufügen}
3394
          {4} {Entfernung~überflüssiger~Teilschemata}
3395
3396
     }
3397
3398 }
```

\bSyntheseErklaerung Makro-Faulenzer: \let\erklaerung=\liSyntheseErklaerung

```
3399 \def\li@synthese@erklaerung@texte#1{
         \str_case:nn {#1} {
3400
3401
             {1} {
3402
                 Die~kanonische~Überdeckung~-~also~die~kleinst~mögliche~noch~
3403
                 äquivalente~Menge~von~funktionalen~Abhängigkeiten~kann~in~vier~
                 Schritten~erreicht~werden.
3404
3405
             {1-1} {
3406
                 Führe~für~jede~funktionale~Anhängigkeit~
3407
                 $\alpha~\rightarrow~\beta~\in~F$~die~Linksreduktion~durch,~
3408
                 überprüfe~also~für~alle~
3409
                 $A~\in~\alpha$,~ob~$A$~überflüssig~ist,~d.~h.~ob~
3410
                 $\beta~\subseteq~\bAttributHuelle{F,~\alpha~-~A}.$
3411
3412
3413
             {1-2} {
3414
                 Führe~für~jede~(verbliebene)~funktionale~Abhängigkeit~$\alpha~
3415
                 \rightarrow~\beta$~die~Rechtsreduktion~durch,~überprüfe~also~für~
3416
                 alle~$B~\in~\beta$,~ob~$B~\in~\bAttributHuelle{F~~~(\alpha~
3417
                 \rightarrow~\beta)~\cup~(\alpha~\rightarrow~(\beta~-~B)),~
3418
                 \alpha}$~gilt.~In~diesem~Fall~ist~B~auf~der~rechten~Seite~
                 überflüssig~und~kann~eleminiert~werden,~\dh~$\alpha~
3419
3420
                 \rightarrow~\beta$~wird~durch~$\alpha~\rightarrow~(\beta~-~B)$~
3421
                 ersetzt.
3422
             {1-3} {
3423
3424
                 Entferne~die~funktionalen~Abhängigkeiten~der~Form~$\alpha~
                 \rightarrow~\emptyset$,~die~im~2.~Schritt~möglicherweise~
3425
                 entstanden~sind.
3426
3427
3428
             {1-4} {
3429
                 Fasse~mittels~der~Vereinigungsregel~funktionale~Abhängigkeiten~
3430
                 der~Form~$\alpha~\rightarrow~\beta\sb{1},~\dots,~\alpha~\rightarrow~
                 \beta\sb{n}\space{2mm}, \arrow-\beta\sb{1}-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\cup-\dots-\dots-\dots-\cup-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\dots-\do
3431
                  \beta\sb{n}$~verbleibt.
3432
3433
3434
             % Kemper Seite 197
3435
                 Erzeuge~für~jede~funktionale~Abhängigkeit~$\alpha~\rightarrow~
3436
                  3437
3438
                  :=~\alpha~\cup~\beta$.
3439
             {3} {
3440
                 Falls~eines~der~in~Schritt~2.~erzeugten~Schemata~$R\sb{\alpha}$~
3441
3442
                 einen~Schlüsselkandidaten~von~$\mathcal{R}$~bezüglich~$F\sb{c}$~
3443
                 enthält,~sind~wir~fertig,~sonst~wähle~einen~Schlüsselkandidaten~
                 $\mathcal{K}~\subseteq~\mathcal{R}$~aus~und~definiere~folgendes~
3444
3445
                 und~$\mathcal{F}\sb{\mathcal{K}}~:=~\emptyset$
3446
3447
             {4} {
3448
3449
                 Eliminiere~diejenigen~Schemata~$R\sb{\alpha}$,~die~in~einem~
3450
                 anderen~Relationenschema~$R\sb{\alpha'}$~enthalten~sind,~d.~h.~
                 R\sb{\alpha}^-\subseteq^R\sb{\alpha'}\.
3451
3452
         }
3453
3454 }
3455 \def\bSyntheseErklaerung#1{
3456
3457
             \itshape
3458
3459
             \bParagraphMitLinien{\li@synthese@erklaerung@texte{#1}}
3460
```

3461 }

\bSyntheseUeberErklaerung

Makro-Faulenzer: \let\schrittE=\liSyntheseUeberErklaerung

3462 \def\bSyntheseUeberErklaerung#1{ \bSyntheseUeberschrift{#1}\par \bSyntheseErklaerung{#1} 3464 3465 }

3466 \ExplSyntaxOff

3467

tabelle.sty

```
3468 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3469 \ProvidesPackage{bschlangaul-tabelle}[2020/12/05 Lädt das Paket tabluarx]
3470 \RequirePackage{tabularx}
3471
```

tex-dokumentation.sty

```
3472 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
                    3473 \ProvidesPackage{bschlangaul-tex-dokumentation}[2021/09/12 Hilfsmakros
                    3474 für die DTX-Dokumentation]
                    3475 \ExplSyntaxOn
                    3476 \RequirePackage{mdframed}
                    3477 \newenvironment{liBeispiel}
                    3478 {
                    3479
                         \begin{mdframed}
                    3480 }
                    3481 {
                          \end{mdframed}
                    3482
                    3483 }
                   \verb|\bMakroFaulenzer{|}| Abk\"urzung| } {\langle Makroname ohne Schr\"agstrich|} 
\bMakroFaulenzer
                    3484 \cs_new:Npn \let_abkuerzung:nn #1 #2
                    3485 {
                   3486
                         \texttt
                   3487
                            \textbackslash let
                    3488
                            \textbackslash#1
                    3489
                    3490
                    3491
                            \textbackslash#2
                    3492
                         }
                    3493 }
                   3494 \def\bMakroFaulenzer #1 #2
                   3495 {
                    3496
                         \par
                    3497
                         \noindent
                         \textbf{Makro-Faulenzer:~}
                    3498
                    3499
                         \let_abkuerzung:nn {#1}{#2}
                    3500
                    3501 }
                    3502 \prop_new: N \l_faulenzer_prop
     \bFaulenzer
                    3503 \def\bFaulenzer#1
                    3504 {
                         \prop_clear:N \l_faulenzer_prop
                   3505
                         \prop_put_from_keyval:Nn \l_faulenzer_prop {#1}
                    3506
                         \subsubsection{Faulenzer}
                    3507
                    3508
                         \prop_map_inline: Nn \l_faulenzer_prop
                    3509
                    3510
                            \noindent
                    3511
                            \let_abkuerzung:nn {##1} {##2}
                    3512
                            \par
                    3513
                    3514
                         \bigskip
                    3515 }
                    3516 \ExplSyntaxOff
                    3517
```

typographie.sty

```
3518 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
                        3519 \ProvidesPackage{bschlangaul-typographie}[2021/03/20 Typographische Makros,
                        3520 die das Erscheinungsbild verändern. Die Schriftdefinition sind in
                        3521 formatierung.sty definiert.]
                        3522 \ExplSyntaxOn
                           Mit dem Packet wasysym gab es Unverträglichkeiten, deshalb verwenden wir fontawe-
                        3523 \RequirePackage{fontawesome}
                       \bErledigt: У
           \bErledigt
                        3524 \let\bErledigt=\faCheckSquareO
        \bNichtsZuTun \bNichtsZuTun: ∅ Nichts zu tun
                        3525 \def\bNichtsZuTun{$\emptyset$~Nichts~zu~tun}
 \bParagraphMitLinien
                       \bParagraphMitLinien{Lorem ipsum...}:

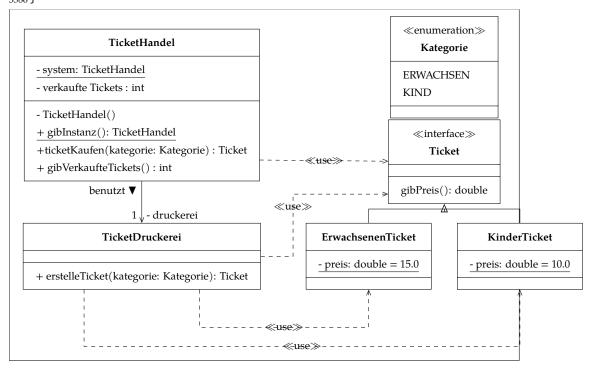
    Lorem ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor

                        sit, ipsum dolor sit -
                        3526 \def\bParagraphMitLinien#1{
                        3527
                             \noindent
                        3528
                             \vrule height 2pt depth -1.6pt width 0.4cm
                        3529
                             \enspace
                        3530
                        3531
                             \enspace
                             \leaders\vrule height 2pt depth -1.6pt \hfill \null
                        3532
                        3533
                             \medskip
                        3534
                        3535 }
\bGeschweifteKlammern
                       Große geschweifte Klammer mit Istgleich-Zeichen.
                          Variable = 
                                                               Inhalt
                        3536 \def\bGeschweifteKlammern#1#2#3#4{
                        3537
                             \par
                             \medskip
                        3538
                        3539
                             \noindent
                        3540
                             #1 \, $= \Bigl\{$
                        3541
                             \vspace{#3}
                             #2
                        3542
                             \vspace{#4}
                        3543
                             \begin{flushright}$\Bigr\}$\end{flushright}
                        3544
                             \par
                        3545
                        3546 }
   \bTypoUeberschrift
                        3547 \def\bTypoUeberschrift#1{
                        3548
                               \bfseries\rmfamily
                        3549
                        3550
                        3551
                        3552 }
```

```
\bTypoUeberGross
                     {\tt 3553 \backslash def \backslash bTypoUeberGross\#1\{}
                     3554 {
                     3556 \bTypoUeberschrift{#1}
3557 }
                     3558}
\bTypoUeberGross
                     3559 \def\bTypoUeberGROSS#1{
                     3560 {
                     3561
                             \Huge
                     3562
                            \bTypoUeberschrift{#1}
                     3563 }
                     3564 }
                     3565 \ExplSyntaxOff
                     3566
```

uml.sty

```
3567 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3568 \ProvidesPackage{bschlangaul-uml}[2020/06/13 Ein Hüll-Paket um
3569 `tikz-uml', das einige Design-Einstellungen vornimmt und manche
3570 Erweiterung bereitstellt]
3571 \RequirePackage{tikz-uml}
3572 \RequirePackage{tikz-uml-activity}
3573 % Not compatible with wasysym
3574 %\RequirePackage{mathabx}
3575 \RequirePackage{wasysym}
3576 \usetikzlibrary{positioning}
3577 \tikzumlset{
3578 fill class=white!0,
3579
    font=\footnotesize,
3580 fill object=white!0,
3581
    fill note=white!0,
3582
     fill state=white!0,
3583
     % Use case
3584 fill usecase=white!0,
3585 fill system=white!0,
3586 }
```



\bUmlLeserichtung

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

```
3587 \NewDocumentCommand{ \bUmlLeserichtung } { O{dir=right} m } {
     \def\@liDirLeft{}
3589
     \def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}
3590
     \pgfkeys{/lese/dir/.is choice}
     \pgfkeys{/lese/dir/up/.code={\def\@liDirRight{ \UParrow}}}
3591
     \pgfkeys{/lese/dir/down/.code={\def\@liDirRight{ \DOWNarrow}}}
3592
     \pgfkeys{/lese/dir/left/.code={\def\@liDirRight{}\def\@liDirLeft{\LEFTarrow }}}
3593
     \pgfkeys{/lese/dir/right/.code={\def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}}}
3594
3595
     \def\@liPos{above}
3596
     \pgfkeys{/lese/pos/.code={\def\@liPos{##1}}}
3597
3598
3599
     \def\@liDistance{0cm}
```

```
3600 \pgfkeys{/lese/distance/.code={\def\@liDistance{##1}}}
3601
3602 \pgfkeys{/lese/.cd,#1}
3603
3604 \node[\@liPos = \@liDistance of #2-middle] {
3605 \@liDirLeft{\footnotesize#2}\@liDirRight
3606 };
3607}
```

vollstaendige-induktion.sty

```
3609 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3610 \ProvidesPackage{bschlangaul-vollstaendige-induktion} [2021/07/01
3611 Hilfsmakros zum Setzen der Vollständigen Induktion, vor allem die
3612 Überschriften für die einzelnen Schritte]
Faulenzer
\let\m=\liInduktionMarkierung
\let\e=\liInduktionErklaerung
 \begin{align*}
 C_{n+1}
 \& = \frac
     {(4 \cdot (m{n + 1} - 1) + 2) \cdot (m{n + 1} - 1)}
     {m{n + 1} + 1}
 & \e{Java nach Mathe}\\
 %
 \& = \frac
     \{(4\mbox{$\mathbb{N}$} + 2) \ \text{$\mathbb{C}$}(\mbox{$\mathbb{N}$})\}
     {m{n + 2}}
 & \e{addiert, subtrahiert}\\
%
 \& = \frac
     {(4n + 2) \setminus cdot \setminus m{(2n)!}}
     {(n + 2) \setminus dot \setminus m\{(n + 1)! \setminus cdot n!}}
 & \e{für cn(n) Formel eingesetzt}\\
%
 & = \frac{1}{2}
     {(4n + 2) \cdot (2n)! \setminus m{\cdot (n + 1)}}
     {(n + 2) \cdot (n + 1)! \cdot n! \m{\cdot (n + 1)}}
& \{(n + 1)\} multipliziert} \\
 \& = \frac
     {(4n + 2) \cdot \m{(n + 1) \cdot (2n)!}}
     {(n + 2) \cdot (n + 1)! \cdot (n + 1) \cdot (n + 1)}
 & \e{umsortiert} \\
 \& = \frac
     {m{(2(n + 1))!}}
     {m{(n + 2)! \cdot (n + 1)!}}
& \e{Hilfsgleichungen verwendet}\\
 \& = \frac{1}{2}
     \{(2(\mbox{$n + 1$}))!\}
     \{((\mbox{$\backslash$} \{n + 1\}) + 1)! \ \mbox{$\backslash$} \{n + 1\})!\}
 & \{(n + 1)\} verdeutlicht\}
 \end{align*}
   Lade häufig benötigte Pakete
3613 \RequirePackage{bschlangaul-typographie}
```

\bInduktionMarkierung

Hilfsmakro um Teile von mathematischen Formeln markieren zu können.

Makro-Faulenzer: \let\m=\liInduktionMarkierung

3615 \RequirePackage{bschlangaul-syntax}

3616 \ExplSyntaxOn

3617 \def\bInduktionMarkierung#1{\textcolor{violet}{#1}}

\bInduktionErklaerung

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

```
Makro-Faulenzer: \let\e=\liInduktionErklaerung
                             3618 \def\bInduktionErklaerung#1{\scriptsize\text{#1}}
       \bInduktionAnfang
                             3619 \def\bInduktionAnfang{
                                   \bPseudoUeberschrift{Induktionsanfang}
                             3620
                             3621
                                   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
                             3622
                                   \bParagraphMitLinien{
                             3623
                                     Beweise, ~dass~$A(1)$~eine~wahre~Aussage~ist.
                             3624
                             3625
                                  }
                             3626 }
\bInduktionVoraussetzung
                             3627 \def\bInduktionVoraussetzung{
                                   \bPseudoUeberschrift{Induktionsvoraussetzung}
                             3628
                             3629
                                   \%\ https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe\_f\"{u}r\_Nicht-Freaks:\_Vollst\"{a}ndige\_Induktion
                             3630
                             3631
                                   \bParagraphMitLinien{
                             3632
                                     \label{linear_substitution} Die~Aussage~\$A(k)\$-ist~wahr~f\ddot{u}r~ein~beliebiges~\$k \in \mathbb{N}\$.
                             3633
                             3634 }
      \bInduktionSchritt
                             3635 \def\bInduktionSchritt{
                                   \bPseudoUeberschrift{Induktionsschritt}
                             3636
                             3637
                                   \%\ https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe\_f\"{u}r\_Nicht-Freaks:\_Vollst\"{a}ndige\_Induktion
                             3638
                                   \bParagraphMitLinien{
                             3639
                                     Beweise, ~dass~wenn~$A(n=k)$~wahr~ist,~
                             3640
                             3641
                                     auch~$A(n=k+1)$~wahr~sein~muss.
                             3642
                                  }
                             3643 }
                             3644 \ExplSyntaxOff
                             3645
```

wasserfall.sty

```
3646 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e} [1995/12/01]
3647 \ProvidesPackage{bschlangaul-wasserfall}[2020/06/10]
3648 \RequirePackage{tikz}
3649 \tikzset{wasserfall/.style={
3650 >=stealth,
3651 node distance = 2mm and -8mm,
3652 start chain = A going below right,
3653 every node/.style = {
3654
       draw,
       text width=24mm,
3655
       minimum height=12mm,
3656
3657
       align=center,
3658
       inner sep=1mm,
3659
       fill=white,
       drop shadow={fill=black},
3660
       on chain=A
3661
3662 },
3663 }}
3664 \usetikzlibrary{chains,positioning,shadows}
```

wpkalkuel.sty

```
3666 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
                3667 \ProvidesPackage{bschlangaul-wpkalkuel}[2020/06/13]
                Faulenzer
                \let\wp=\liWpKalkuel
                \let\equivalent=\liWpEquivalent
                \let\erklaerung=\liWpErklaerung
                3668 \RequirePackage{amsmath}
                3669 \ExplSyntaxOn
                Makro-Faulenzer: \let\wp=\liWpKalkuel
   \bWpKalkuel
                3670 \def\bWpKalkuelOhneMathe#1#2{
                      \text{wp}(\texttt{\scriptsize"#1"},\thinspace #2)
                3672 }
                3673 \def\bWpKalkuel#1#2{
                3674 \ifmmode
                        \bWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}
                3675
                      \else
                3676
                        $\bWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}$
                3677
                3678 \fi
                3679 }
     \MatheEnv
                3680 \def\MatheEnv#1{
                     \medskip
                3681
                3682
                      \hspace{1em}#1
                3683
                3684
                3685
                      \medskip
                3686 }
        \Mathe
                3687 \def\Mathe#1{
                      \MatheEnv{$#1$}
                3688
                3689 }
\bWpEquivalent
                Makro-Faulenzer: \let\equivalent=\liWpEquivalent
                3690 \def\bWpEquivalent#1{
                3691
                     \MatheEnv{$\equiv$\hspace{1em}$#1$}
                3692 }
                Makro-Faulenzer: \let\erklaerung=\liWpErklaerung
\bWpErklaerung
                3693 \newlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}
                3694 \def\bWpErklaerung#1{
                      \setlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}{\leftskip}
                3695
                      \setlength{\leftskip}{0.5cm}
                3696
                3697
                3698
                      \par
                3699
                      \noindent
                3700
                3701
                        \scriptsize
                3702
                3703
                      }
                3704
                      \par
                3705
                3706
                      \setlength{\leftskip}{\@Skip@Erklaerung@Reset}
                3707 }
```

```
3708 \def\bWpErklaerungVerzweigung{
3709    $\bWpKalkuelOhneMathe{if~\{~b~\}~then~\{~a1~\}~else~\{~a2~\}}{Q}}
3710   \equiv
3711    (b \land \bWpKalkuelOhneMathe{a1}{Q})
3712    \lor
3713    (\neg b \land \bWpKalkuelOhneMathe{a2}{Q})$
3714}
3715 \ExplSyntaxOff
3716
```

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	817, 827, 834, 836, 839	G
\# 471		. <u>2739</u> , 2751, 2754,
720, 790, 845, 1124,		2761, 2762, 2776, 2778
1142, 1774, 1776,	\□ 2751, 2761	\bAufgabe <u>373</u>
2357, 2358, 2359,		\bAufgabenMetadaten .
2799, 3300, 3307, 3540	Α	
$\0$ Skip 0 Erklaerung 0 Reset	\addbibresource	\bAufgabenTitel 412
3693, 3695, 3706	. 2158, 2159, 2160,	\bAusdruck <u>1770</u>
\@afterheading	2161, 2162, 2163,	\bAutomat <u>423</u>
81, 2202, 2326	2164, 2165, 2166, 2167	\bAutomatenKante 455
\@afterindentfalse	\ADDITUMfalse <u>585</u>	\bBandAlphabet <u>1734</u>
80, 2201, 2325	\ADDITUMtrue 16, <u>585</u>	\bBedingung <u>2091</u>
\@liDirLeft 3588,3593,3605	\AddToHook . 84, 88, 287, 326	\bBedingungDrei
\@liDirRight 3589,3591,	\advance 3213	2422, 2465, 2505
3592, 3593, 3594, 3605	\AfterEndEnvironment 3289	\bBedingungEins
\@liDistance	\Alph 1834	<u>2416</u> , 2454, 2497
3599, 3600, 3604	\alph 1834, 1835	\bBedingungFalsch 2093
\@liPos 3596, 3597, 3604	\alpha . 3408, 3410, 3411,	\bBedingungWahr 2092
\\ 158, 160, 184, 188,	3414, 3416, 3417,	\bBedingungZwei
192, 1154, 1182,	3418, 3419, 3420,	<u>2419</u> , 2460, 2501
1183, 1186, 1187,	3424, 3430, 3431,	\bBeschriftung 2204
1190, 1191, 1286,	3436, 3437, 3438,	\bBindeAufgabeEin 226
1287, 1288, 1395,	3441, 3449, 3450, 3451	\bBindePdfEin 180
1429, 1431, 1461,	\ANTWORTfalse 589	\bChomskyErklaerung .
1470, 1515, 1557,	\ANTWORTtrue 589	
1558, 1559, 1564,	\arabic 1834, 3008, 3013,	\bChomskyUeberErklaerung
1565, 1566, 1586,	3018, 3024, 3030, 3036	1032
2189, 2694, 2752, 2755	\arraystretch 2689	\bChomskyUeberschrift
\{ 569, 1711,	\AtBeginDocument 181	<u>981</u> , 1033
1721, 1733, 1734,		\bCpmEreignis 1042
1739, 1773, 2005,	В	\bCpmFruehErklaerung 1113
2739, 3164, 3540, 3709	\bAbleitung 1748	\bCpmFruehI 1106, 1126
\} 569, 1711,	\bAlphabet 1733	\bCpmSpaetErklaerung 1131
1721, 1733, 1734,	\bAnweisung 2090	\bCpmSpaetI 1099, 1144
1741, 1777, 2006,	\bAssemblerCode 3348	\bCpmVon <u>1082</u>
2739, 3164, 3544, 3709	\bAssemblerDatei 3349	\bCpmVonOhneMathe
\ 47, 61, 104, 245, 394,	\bAttribut 3167	1082, 1085, 1087
402, 407, 409, 667,		\bCpmVonZu 1074
695, 719, 722, 732,	\bAttributHuelle	\bCpmVonZuOhneMathe .
755, 758, 762, 764,	<u>2731</u> , 3411, 3416	1074, 1077, 1079
766, 768, 771, 783,	\bAttributHuelleOhneMathe	
784, 785, 788, 790,	2734, 2750, 2760, 2769	\bCpmVorgang <u>1059</u>
804, 805, 811, 814,	2736, 2750, 2760, 2768	\bCpmZu <u>1090</u>

		\ \
\bCpmZuOhneMathe 1090, 1093, 1095	\bEntwurfsEinzelstueck	\bExamensAufgabe 376
\BeforeBeginEnvironment		\bExamensAufgabeA 385
3288		\bExamensAufgabeTTA . 379
\begin 98, 156, 173,	\bEntwurfsEinzelstueckBesch	
857, 866, 874, 1180,		\bFalsch 974
1234, 1249, 1284,	\bEntwurfsEinzelstueckCode	\bFaulenzer 3503
1308, 1355, 1387,	<u>1444</u> , 1454	\bFlaci 1780
1402, 1427, 1437,	\bEntwurfsEinzelstueckUml	\bFremd <u>3147</u>
1457, 1477, 1509,	<u>1426</u> , 1450	\bfseries . 54, 147, 212,
1526, 1555, 1580,	\bEntwurfsErbauer $\underline{1504}$	252, 858, 881, 983,
1601, 1625, 1640,	\bEntwurfsErbauerAkteure	1824, 1826, 2609,
1754, 1839, 1931,		2986, 2992, 2994,
1959, 1968, 1975,	\bEntwurfsErbauerUml .	2996, 2997, 3385, 3549
2083, 2181, 2245,		\bFunktionaleAbhaengigkeit
2267, 2287, 2314, 2319, 2330, 2340,	\bEntwurfsFabrikmethode	2770, 2773, <u>2781</u>
2344, 2427, 2431,	bEntwurfsFabrikmethodeAkte	\bFunktionaleAbhaengigkeiten ure 2784
2450, 2473, 2496,		\bFussnote 2644, 2646
2511, 2591, 2592,	\bEntwurfsFabrikmethodeUml	\bFussnoteDreiText
2596, 2619, 2632,		2658, 2676
2692, 2693, 2743,	\bEntwurfsKompositum 1575	\bFussnoteEinsText
2788, 2928, 2948,	\bEntwurfsKompositumAkteure	<u>2650</u> , 2670
3089, 3111, 3125,	1577	\bFussnoteLink 2354
3288, 3311, 3479, 3544	\bEntwurfsKompositumUml	\bFussnoten <u>2666</u>
\begingroup 2182,2741,3209	<u>1554</u> , <u>1576</u>	\bFussnoteUrl 1594, 2350
\bEntwurfs 1596	\bEntwurfsModellPraesentati	ohSEeseroneVierText
\bEntwurfsAbstrakteFabrik	<u>1596</u>	<u>2662</u> , 2679
<u>1226</u>	\bEntwurfsModellPraesentati	ohSKessemontgAkei-Tieret
\bEntwurfsAbstrakteFabrikBe		<u>2654</u> , 2673
<u>1174</u> , 1227	\bEntwurfsModellPraesentati	
\bEntwurfsAbstrakteFabrikCo		1752, 2785, <u>3536</u>
<u>1221</u> , 1231	\bEntwurfsStellvertreter	\bGrafikCCLizenz 1871, 2629
	4 4 6 0	
\bEntwurfsAbstrakteFabrikUm		\bGrafikLogo 875, 1876, 2605
<u>1179</u> , 1229	\bEntwurfsStellvertreterCod	\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad
\text{\text{bEntwurfsAdapter}}, 1229	\bEntwurfsStellvertreterCod	\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad 1868, 1873, 1878
\bEntwurfsAdapter \cdot \frac{1179}{229} \bEntwurfsAdapter Akteure	\bEntwurfsStellvertreterCod	\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad 1868, 1873, 1878 \bGrammatik 1791
\bEntwurfsAdapter	\bEntwurfsStellvertreterCod \therefore \frac{1614}{1622} \bEntwurfsStellvertreterUml \therefore \frac{1600}{1600}, 1621	\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad 1868, 1873, 1878 \bGrammatik 1791 \bgroup 2220, 2264
\bEntwurfsAdapter	\bEntwurfsStellvertreterCod \therefore \frac{1614}{1622} \bEntwurfsStellvertreterUml \therefore \frac{1600}{1621} \bEntwurfsZustand \therefore \frac{1661}{1661}	\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad
\bEntwurfsAdapter \cdot \frac{1278}{bEntwurfsAdapterAkteure \cdot \frac{1248}{1280} \bEntwurfsAdapterCode \cdot \frac{1272}{1281}	\bEntwurfsStellvertreterCod \(\ldots \ \frac{1614}{1622}, \ldots \text{EntwurfsStellvertreterUml} \\ \ldots \ \ldots \ \text{EntwurfsZustand} \ \ldots \ \ldots \ \text{EntwurfsZustandAkteure} \end{array}	\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad 1868, 1873, 1878 \bGrammatik 1791 \bgroup 2220, 2264 \bHanoi 1917 \bHaskellCode 3355
\bEntwurfsAdapter	\bEntwurfsStellvertreterCod \(\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad
\bEntwurfsAdapter . 1278 \bEntwurfsAdapterAkteure1248, 1280 \bEntwurfsAdapterCode	\bEntwurfsStellvertreterCod \(\ldots \ \frac{1614}{1622} \\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\	\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad
\bEntwurfsAdapter \ \frac{1279}{bEntwurfsAdapter Akteure} \ \frac{1248}{1280}, \lambda \text{EntwurfsAdapterCode} \ \frac{1272}{1281}, \lambda \text{EntwurfsAdapterUml} \ \frac{1233}{1279}, \lambda \text{EntwurfsBeobachter} \ \frac{1349}{1349}	\bEntwurfsStellvertreterCod	\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad
\text{\lambda}	\bEntwurfsStellvertreterCod \(\ldots \ \frac{1614}{1622} \\ \bEntwurfsStellvertreterUml \(\ldots \ \ldots \ \frac{1600}{1621} \\ \bEntwurfsZustand \ \ldots \ \frac{1661}{1639} \\ \bEntwurfsZustandCode \(\ldots \ \ldots \ \frac{1657}{1664} \\ \bEntwurfsZustandUml \ .	\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad
\bEntwurfsAdapter \cdot \frac{1278}{\bEntwurfsAdapterAkteure} \cdot \frac{1248}{1248}, 1280 \bEntwurfsAdapterCode} \cdot \frac{1272}{1281} \bEntwurfsAdapterUml \cdot \frac{1233}{1279} \bEntwurfsBeobachter \frac{1349}{1307}, 1351	\bEntwurfsStellvertreterCod	\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad
\bEntwurfsAdapter \cdot \frac{1278}{\bEntwurfsAdapterAkteure} \cdot \frac{1248}{1248}, 1280 \bEntwurfsAdapterCode} \cdot \frac{1272}{1281} \bEntwurfsAdapterUml \cdot \frac{1233}{1279} \bEntwurfsBeobachter \frac{1349}{1307}, 1351 \bEntwurfsBeobachterCode	\bEntwurfsStellvertreterCod	\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad 1868, 1873, 1878 \bGrammatik 1791 \bgroup 2220, 2264 \bHanoi 1917 \bHaskellCode 3355 \bHaskellDatei 3540 \Bigr 3544 \bigskip 76, 93, 96,
\text{\lambda}	\bEntwurfsStellvertreterCod	\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad
\text{\lambda}	\bEntwurfsStellvertreterCod	\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad
1179, 1229 bEntwurfsAdapter . 1278 bEntwurfsAdapterAkteure	\bEntwurfsStellvertreterCod	\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad 1868, 1873, 1878 \bGrammatik 1791 \bgroup 2220, 2264 \bHanoi 1917 \bHaskellCode 3355 \bHaskellDatei 3356 \Bigl 3540 \Bigr 3544 \bigskip 76, 93, 96,
1179, 1229 bEntwurfsAdapter . 1278 bEntwurfsAdapterAkteure	\bEntwurfsStellvertreterCod \(\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad
1179, 1229 bEntwurfsAdapter . 1278 bEntwurfsAdapterAkteure	\bEntwurfsStellvertreterCod \(\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad
1179, 1229 bEntwurfsAdapter	\bEntwurfsStellvertreterCod	\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad
1179, 1229 bEntwurfsAdapter	\bEntwurfsStellvertreterCod	\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad 1868, 1873, 1878 \bGrammatik 1791 \bgroup 2220, 2264 \bHanoi 1917 \bHaskellCode 3355 \bHaskellDatei 3356 \Bigl 3540 \Bigr 3544 \bigskip 76, 93, 96, 298, 301, 823, 1156, 1161, 2191, 2667, 3514 \bInduktionAnfang 3619 \bInduktionErklaerung 3618 \bInduktionMarkierung 3617 \bInduktionSchritt 3635 \bInduktionVoraussetzung 3627
1179, 1229 bEntwurfsAdapter	\bEntwurfsStellvertreterCod \(\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad
1179, 1229 bEntwurfsAdapter	\bEntwurfsStellvertreterCod \(\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad
1179, 1229 bEntwurfsAdapter	\bEntwurfsStellvertreterCod \(\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad
1179, 1229 bEntwurfsAdapter	\bEntwurfsStellvertreterCod \(\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad
1179, 1229 bEntwurfsAdapter . 1278 bEntwurfsAdapterAkteure	\bEntwurfsStellvertreterCod \(\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad
1179, 1229 bEntwurfsAdapter . 1278 bEntwurfsAdapterAkteure	\bEntwurfsStellvertreterCod \(\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad
1179, 1229 bEntwurfsAdapter	\bEntwurfsStellvertreterCod \(\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad
1179, 1229 bEntwurfsAdapter . 1278 bEntwurfsAdapterAkteure	\bEntwurfsStellvertreterCod \(\bGrafikLogo 875, 1876, 2605 e\bGrafikLogoPfad

\bKurzeTabellenLinie <u>1154</u>	\bParagraphMitLinien .	\bSyntheseUeberErklaerung
\bLadeAllePakete 215, 322, <u>595</u>	1029, 1114, 1132, 2705, 3459,	\bSyntheseUeberschrift
\bLadePakete5,	<u>3526</u> , 3623, 3631, 3639	
116, 123, 135, 347,	\bPetriErreichKnotenDrei	\bT <u>2399</u> , 2414, 2428, 2492
416, 419, <u>591</u> , 596,	\hDatai Farai ah Taran aiti an	\bTeilen 2728
980, 1041, 1710, 1954, 2542, 2643,	\bPetriErreichTransition 2882	\bTheta 2369, 2420, 2452, 2458, 2463
2723, 2891, 3260, 3381	\bPetriSetzeSchluessel	\bThetaOhneMathe
\bLatexCode <u>3309</u>		2369, 2374, 2376
\bLeereZelle <u>2681</u>	\bPetriTransitionsName	\bTitelSeite <u>169</u> , <u>183</u>
\bLinksReduktion <u>2748</u>		\bTOhneMathe
\bLinksReduktionInline	\bPetriTransitionsNameOhneM	lathe 2399, 2408, 2410
<u>2757</u> , <u>2765</u>	2874, 2877, 2879	\bTrennSeite <u>152</u>
\bLogoTextCCLizenz	\bPetriTransPfeile . 2886	\bTuringKante <u>565</u>
95, 300, <u>2625</u>	\bPolynomiellReduzierbar	\bTuringLeerzeichen .
\bLogoTextProjekt		<u>521</u> , 529
92, 297, <u>2601</u>	\bPotenzmenge	\bTuringMaschine 522
\bMakroFaulenzer <u>3484</u>	<u>1720</u> , 1724, 2897	\bTuringUeberfuehrung <u>568</u>
\bMasterExkurs <u>2510</u>	\bPotenzmengeOhneMathe	\bTuringUebergaenge .
\bMasterFaelle . <u>2449</u> , <u>2517</u>	1721, 1722, 1723	
\bMasterFallRechnung 2495	\bPrimaer 3146	\bTuringUebergangZelle 555
\bMasterVariablen	\bProblemBeschreibung 1958	\bTypoUeberGROSS 3559
<u>2426</u> , <u>2512</u>	\bProblemClique 1981	\bTypoUeberGross <u>3553</u> , <u>3559</u>
\bMasterVariablenDeklaration		\bTypoUeberschrift
	<u>1957</u> , 1964, 1976, 1978, 1991,	<u>3547</u> , 3556, 3562
\bMasterWolframLink <u>2520</u>	2002, 2003, 2011, 2012	\bUeberfuehrungsFunktion
\bMenge 433, 434, 436,	\bProblemSat 2010	\bUeberfuehrungsFunktionOhneMathe
475, 476, 477, 481,	\bProblemSubsetSum	1725, 1728, 1730
533, 534, 535, 539,	2001, 2010	\bUeberschriftDreiecksTabelle
<u>1711</u> , 1760, 1799, 1800	\bProblemVertexCover .	
\bMengeOhneMathe		\bUmlLeserichtung 3587
1711, 1714, 1716	\bProduktionen . 1759, 1801	\bVertauschen 3175
\bMetaBschlangaulSammlung	\bPruefungsNummer 138	\bWortInSprache 1155
. 883, 2120, <u>2543</u> , 2610	\bPruefungsTitel 141	\bWortNichtInSprache 1160
\bMetaCCLink <u>2555</u> , 2634	\bPseudoUeberschrift .	\bWpEquivalent 3690
\bMetaEmail	<u>2190</u> ,	\bWpErklaerung 3693
2126, <u>2565</u> , 2570, 2572	2270, 2273, 2691,	\bWpErklaerungVerzweigung
\bMetaEmailLink 2568, 2584	2701, 3620, 3628, 3636	<u>3708</u>
\bMetaHermineFriends 891, 2125, 2546, 2614	\bPumpingKontextfrei 2943	\bWpKalkuel <u>3670</u>
\bMetaHilfMit	\bPumpingRegulaer 2922	\bWpKalkuelOhneMathe .
101, <u>2575</u> , <u>2586</u>	\bRechtsReduktionInline	3670, 3675,
\bMetaQuelltext . 103, 2586		3677, 3709, 3711, 3713
\bMetaSetze 40, 244, 393, 405	\bRekursionsGleichung	\bZustandsBuchstabe .
\bMetaUeberDasProjekt		
	\bRelation <u>2795</u>	1744, 1746, 1764, 1766
\bMinimierungErklaerung	\bRelationMenge 3162	\bZustandsBuchstabeGross
	\bRichtig <u>973</u>	<u>1736</u> , 1745, 1747
\bMinispracheDatei . 3352	\bRundeKlammer	\bZustandsmenge <u>1723</u>
\bNichtsZuTun 3525	. 2366, 2370, 2380,	\bZustandsmengeNr
\b0 <u>2389</u> , 2417	2390, 2404, <u>2808</u> , 2812	
\b0mega 2379, 2423	\bSetzeExamenTeilaufgabeNr 222	\bZustandsmengeNrGross
\bOmegaOhneMathe	\bSetzeExamenThemaNr . 218	\h7.19+0.04sMon.gonSonm.lun.g
2379, 2384, 2386	\bSortierMarkierung 3187	\bZustandsMengenSammlung
\b0Notation0 2811	\bSortierPfeil 3181	\bZustandsMengenSammlungNr
\b00hneMathe	\bSortierPfeilUnten 3184	\bzustandsmengensammiungwr
2389, 2394, 2396	\bSpaltenUmbruch 3256	\bZustandsmengeOhneMathe
\bool 698, 791	\bSqlCode <u>3360</u>	
\bowtie 3134,3137,3138,3139	\bStrich 1956	\bZustandsname <u>1746</u>
\Box	\bSyntheseErklaerung .	\bZustandsnameGross .
\boxtimes 973		<u>1747</u> , 2894, 2903

\bZustandsnameTiefgestellt	3325, 3329, 3334,	${\tt liKontrollflussgraph}$
	3335, 3339, 3345, 3346	
\bZustandsPaar 2683	\do 3007, 3012,	liLernkartei <u>2328</u>
\bZustandsPaarVariablenName	3017, 3022, 3028, 3034	liProduktionsRegeln
<u>2682</u> , 2685, 2686	\dots 1014, 1018,	<u>1749</u>
	2005, 2935, 3430, 3431	liProjektSprache 2213
С	\DOWNarrow 3592	liQuellen \dots 2308
\c 1933, 1934	\draw 1938, 1941,	liRelationenSchemaFormat
\cdot 2402, 2458, 2469	1944, 2883, 3182, 3185	
\centerline 1964,	,,	liRmodell 3148
2629, 3087, 3109, 3124	E	liUebergangsTabelle
\cftbeforesecskip 278	\edef 1929,	
\cftbeforesubsecskip.	3100, 3104, 3116, 3117	\equiv 3691, 3710
	\edge 638	\erzeuge@tiefgestellt
\cftbeforesubsubsecskip	\egroup 2256, 2281	1720, 1721, 1725
	\else 1078,	\EXKURSfalse <u>587</u>
\cftsubsecafterpnum . 280	1086, 1094, 1102,	\EXKURStrue <u>587</u>
\chapter 1824, 1825	1109, 1715, 1729,	\expandafter
\char 2189	1765, 2218, 2241,	. 1918, 3042, 3044,
\clearpage	2255, 2262, 2280,	3045, 3046, 3054, 3212
153, 167, 170, 178,	2305, 2375, 2385,	\ExplSyntaxOff 108,
213, 291, 303, 900, 2183	2395, 2409, 2735,	127, 195, 305, 341,
	2772, 2817, 2878,	411, 454, 496, 501,
\cline 1154	3046, 3239, 3241, 3676	554, 559, 564, 1036,
\clist 593,		1058, 1073, 1149,
641, 642, 664, 668, 3221	\emph 1175, 1422, 1677,	1701, 1779, 1814,
\columnbreak 3256	1986, 2015, 2017, 2188	1881, 2103, 2142,
\contentsname 282	\empty 2241, 2771	2360, 2425, 2638,
\cs 18, 25, 31, 247,	\emptyset	2717, 2911, 3161,
275, 667, 695, 719,	2681, 3425, 3446, 3525	3222, 3359, 3466,
722, 732, 755, 766,	\end 105, 164, 175,	3516, 3565, 3644, 3715
777, 788, 790, 827,	862, 870, 894, 1219,	\ExplSyntaxOn
834, 839, 850, 2110,	1245, 1270, 1305,	17, 119, 137,
2117, 2132, 2138,	1339, 1371, 1399,	217, 324, 392, 423,
2308, 2590, 2811, 3484	1415, 1434, 1442,	464, 497, 522, 555,
\csname 1918, 1921	1473, 1502, 1523,	560, 584, 979, 1042,
\cup 1734,	1548, 1573, 1593,	1059, 1098, 1674,
2773, 3417, 3431, 3438	1612, 1637, 1655, 1756, 1841, 1947,	1769, 1791, 1865,
D	1971, 1972, 1979,	2096, 2108, 2179,
D	2088, 2186, 2253,	2364, 2541, 2699,
\DeclareMathSymbol		2804, 2892, 3149,
	2277, 2303, 2321, 2322, 2336, 2347,	3219, 3274, 3382,
\DecoINERT		3475, 3522, 3616, 3669
3011, 3084, 3085, 3107	2348, 2429, 2445,	
\DecoINERTwithPivot .	2470, 2493, 2508, 2518, 2594, 2598,	F
	2599, 2622, 2635,	\faCheckSquareO 3524
\DecoLEFT 3006, 3105	2696, 2697, 2745,	\faCircleThin 1693
\DecoLEFTwithPivot	2790, 2938, 2958,	\faGg 1687
	3089, 3111, 3125,	\fancyfoot
\DecoRIGHT 3016, 3108, 3118	3289, 3315, 3482, 3544	. 1845, 1846, 1847,
\DecoRIGHTwithPivot .	\endcsname 1918, 1921	2124, 2125, 2126, 2127
3033, 3086		\fancyhead . 1844 , 2119 ,
\definecolor 1822	\endgroup . 2185, 2746, 3214	2120, 2121, 2122, 2134
\DefineVerbatimEnvironment	\enspace 3529, 3531	\faSquare0 1681
	environments:	\fi 1080, 1088, 1096,
\delta 427, 469, 527, 569, 1725	liAdditum 2259	1104, 1111, 1717,
\dh <u>2359</u> , 3419	liAHuelle <u>2740</u>	1731, 1767, 2221,
\directlua	liAntwort 2215	2244, 2257, 2265,
420, 499, 557, 562,	liDiagramm <u>2338</u>	2282, 2306, 2377,
1706, 1720, 1740,	liEinbettung 2214	2387, 2397, 2411,
1748, 1755, 1760,	liExkurs <u>2284</u>	2737, 2774, 2819,
2724, 2729, 2782,	liGraphenFormat . 1910	2880, 3047, 3239,
2789, 2796, 3176,	liJavaAngabe 3296	3240, 3243, 3245, 3678
3275, 3319, 3324,	liKasten <u>1838</u>	\filcenter 212

\footcite 1177,	Н	J
1246, 1268, 1315,	\hbox 3134	\j 1933, 1934, 1936, 1937,
1338, 1370, 1423,	\headrulewidth . $1849,2129$	1938, 1943, 1944, 1945
1474, 1501, 1547,	\headwidth 2140	
1984, 1987, 1994,	\hfill 64,	K
1999, 2004, 2008,	2454, 2460, 2465, 3532	\k 1943
2014, 2019, <u>2147</u> ,	\hinweis <u>2212</u>	\keys . 120, 398, 432, 444,
2446, 2447, 2704, 2941	\hline 2694	474, 484, 532, 542,
\footnote 2351, 2355	\horizontale 25,72	672, 1046, 1050,
\footnotesize	\href 1787, 2355,	1064, 1069, 1798, 1805
. 70, 509, 800, 934,	2522, 2557, 2569, 3314	\kopfzeile 2110,
1028, 1698, 2212,	\hspace 2886, 3683, 3691	2120, 2121, 2122,
2298, 2315, 2331,	\ht 3135	2125, 2126, 2127, 2135
2620, 2648, 2742,	\Huge 162, 188, 252, 332, 3561	_
2759, 2767, 2896,	\huge 212, 3555	L
2905, 3148, 3263,		\1 425, 426, 427, 428,
3294, 3458, 3579, 3605	I	429, 430, 433, 434,
\footrulewidth . 1850, 2130	\i	435, 436, 437, 439,
\foreach 1933, 1936, 1943	\ifADDITUM . <u>585</u> , 2261, 2279	441, 446, 447, 448,
\forestFirst 3236, 3239	\ifANTWORT . <u>589</u> , 2217, 2254	449, 450, 451, 466,
\forestLast 3237, 3239	\ifcase 3043	467, 468, 469, 470,
	\ifEXKURS <u>587</u> , 2285	471, 472, 475, 476,
\forest0get 3236, 3237	\ifmmode $1076, 1084, 1092,$	477, 478, 479, 480,
\forestOnes 3249	1100, 1107, 1713,	481, 487, 488, 489,
\forest0v . 3238, 3239, 3242	1727, 1763, 2373,	490, 491, 492, 493,
\forestov 3228, 3232,	2383, 2393, 2407,	524, 525, 526, 527,
3233, 3236, 3237,	2733, 2815, 2876, 3674	528, 529, 530, 533,
3238, 3239, 3241, 3242	\IfNoValueTF	534, 535, 536, 537,
\forestset 3224, 3247	2268, 2351, 2355	538, 539, 545, 546,
\forestSortLevel	\ifnum 2970,	547, 548, 549, 550,
3226, 3234, 3248, 3249	3211, 3227, 3235, 3241	551, 1044, 1047,
\frac . 2404, 2437, 2469, 2484	\ifx 2241, 2771, 3239	1052, 1053, 1056,
\fullouterjoin 3139	\in 1002, 1158,	1061, 1062, 1065,
	2012, 2417, 2420,	1066, 1071, 1793,
G	2423, 2452, 2458,	1794, 1795, 1796,
\g 19, 21, 32, 34,	2463, 2924, 2935,	1799, 1800, 1801,
42, 56, 58, 139, 142,	2945, 2955, 3408,	1802, 1808, 1809, 1810, 1811, 2099,
158, 160, 188, 192,	3410, 3416, 3437, 3632	2100, 2101, 2311,
219, 223, 227, 231,	\includegraphics 1872, 1877	2312, 2313, 2320,
232, 233, 234, 235,	\includepdf 180 \inhalts 275, 293	3502, 3505, 3506, 3508
237, 238, 240, 254,	\inhaltsverzeichnis 2180	\labelenumi 1835
257, 260, 265, 396,	\input 228, 374,	\labelenumii 1836
641, 642, 664, 668,	377, 380, 383, 386, 904	\labelitemi 1829
674, 675, 676, 677,	\inputminted 3318, 3328,	\labelitemii 1830
678, 680, 681, 683,	3338, 3350, 3353, 3357	\labelitemiii 1831
684, 686, 687, 688,	\int 3221	\labelitemiv 1832
689, 690, 691, 692,	\item 973, 974, 1251,	\land 3711, 3713
693, 696, 700, 701,	1255, 1260, 1265,	\LARGE 158, 192, 1824
702, 705, 707, 708,	1309, 1318, 1323,	\Large 55, 184, 859, 882
709, 710, 711, 712,	1331, 1403, 1408,	\large 46, 160,
756, 760, 764, 767,	1412, 1438, 1478,	867, 890, 1964, 3198
768, 770, 771, 773,	1483, 1490, 1498,	\leaders 3532
774, 778, 780, 793,	1527, 1532, 1536,	\left 2367, 2809
794, 795, 796, 804,	1541, 1641, 1646,	\LEFTarrow 3593
805, 807, 813, 814,	1651, 1969, 1970,	\leftarrow 1090
816, 817, 819, 820,	2308, 2312, 2432,	\leftouterjoin 3137
832, 835, 840, 842, 846	2437, 2441, 2451,	\leftskip . 3695, 3696, 3706
\Gamma 468, 526, 569, 1734	2457, 2462, 2474,	\LehramtInformatikGitBranch
\gappto 3244	2478, 2482, 2486,	831, 3282
\geometry 360	2490, 2497, 2501,	$\verb \LehramtInformatikGithubCodeRepo \\$
\geq 2012, 2435,	2505, 2929, 2932,	3281
2924, 2929, 2945, 2949	2935, 2949, 2952, 2955	\LehramtInformatikGithubDomain
\gib 74,777	\itshape 1027, 3457	828, 3278

	D3.4.6.1. D	NT
\LehramtInformatikGithubRav	DbindrimphenFormat (environment) 1910	N
\LehramtInformatikGithubTex	,	\NeedsTeXFormat 1, 110, 129, 197, 307, 343,
	ment) 3296	356, 369, 389, 414,
\LehramtInformatikRepositor	SyliKasten (environment) $\frac{1838}{1}$	582, 908, 969, 976,
180, 229,	liKontrollflussgraph	1038, 1151, 1166,
374, 377, 380, 383,	(environment) . <u>2082</u>	1667, 1703, 1816,
386, 1869, 2158,	liLernkartei (environ-	1853, 1862, 1883,
2159, 2160, 2161,	ment) <u>2328</u>	1912, 1950, 2022,
2162, 2163, 2164,	\linespread 3155	2105, 2144, 2150,
2165, 2166, 2167, 3277	liProduktionsRegeln	2172, 2362, 2525,
\leq 2469, 2932, 2952	(environment) . <u>1749</u>	2538, 2640, 2719,
\let 1723,	liProjektSprache (environment) 2213	2802, 2822, 2888, 2913, 2918, 2962,
1724, 2183, 3083,	liQuellen (environment)	3128, 3141, 3170,
3084, 3085, 3086,		3251, 3258, 3265,
3099, 3101, 3102,	liRelationenSchemaFormat	3270, 3362, 3377,
3103, 3105, 3106,	(environment) . 3168	3468, 3472, 3518,
3107, 3108, 3118,	liRmodell (environment)	3567, 3609, 3646, 3666
3210, 3248, 3249, 3484, 3499, 3511, 3524		\neg 3713
\lidehemakuderklaerungdtest	c listen@punkt	\negthinspace 2367, 2809
	\literatur \ldots \frac{2146}{2170}	\newcounter 2982,2983
\li@EntwurfsCode	${\tt liUebergangsTabelle}$	$\verb \NewDocumentCommand .$
1171, 1222,	(environment) . <u>2689</u>	424, 465,
1223, 1224, 1273,	\lap 3135	502, 523, 565, 591,
1274, 1275, 1276,	\LoadClass 4, 113,	1043, 1060, 1099,
1342, 1343, 1344,	132, 133, 200, 311, 346	1106, 1155, 1160,
1345, 1346, 1347,	\log 2417,	1770, 1792, 1871,
1374, 1375, 1376,	2420, 2423, 2452, 2458 \logo 2590, 2603, 2627	1876, 1974, 2097, 2148, 2350, 2354,
1377, 1378, 1379,	\loop 2590, 2605, 2627	2784, 2795, 2882,
1445, 1615, 1616,	\lor 3712	3317, 3327, 3337,
1617, 1618, 1658, 1659		
, , ,	\ltimes 2528	3349, 3352, 3356, 3587
\li@EntwurfsCodeAllgemein	\ltimes 2528	3349, 3352, 3356, 3587 \NewDocumentEnvironment
$\label{eq:codeAllgemein} $$ \lim_{ \ldots } CodeAllgemein \\ \ldots \\ \underbrace{1170}_{ }$	M	\NewDocumentEnvironment . 1749, 1838, 1910,
\li@EntwurfsCodeAllgemein	M \makeatletter 3207	\NewDocumentEnvironment . 1749, 1838, 1910, 2082, 2213, 2214,
\li@EntwurfsCodeAllgemein 	M \makeatletter 3207 \makeatother 3215	\NewDocumentEnvironment . 1749, 1838, 1910, 2082, 2213, 2214, 2215, 2259, 2284,
\li@EntwurfsCodeAllgemein	M \makeatletter 3207 \makeatother	\NewDocumentEnvironment . 1749, 1838, 1910, 2082, 2213, 2214, 2215, 2259, 2284, 2309, 2328, 2338,
\li@EntwurfsCodeAllgemein	M \makeatletter 3207 \makeatother 3215 \marginpar 1680, 1686, 1692, 2188	\NewDocumentEnvironment . 1749, 1838, 1910, 2082, 2213, 2214, 2215, 2259, 2284, 2309, 2328, 2338, 2690, 2740, 3150, 3168
\li@EntwurfsCodeAllgemein	M \makeatletter 3207 \makeatother	NewDocumentEnvironment . 1749, 1838, 1910, 2082, 2213, 2214, 2215, 2259, 2284, 2309, 2328, 2338, 2690, 2740, 3150, 3168 newif 585, 587, 589
\li@EntwurfsCodeAllgemein	M \makeatletter	\NewDocumentEnvironment
\li@EntwurfsCodeAllgemein	M \makeatletter 3207 \makeatother	\NewDocumentEnvironment
\li@EntwurfsCodeAllgemein	M \makeatletter	\NewDocumentEnvironment
\li@EntwurfsCodeAllgemein	M \makeatletter 3207 \makeatother 3215 \marginpar 1680, 1686, 1692, 2188 \mathbb 2012, 2955, 3632 \mathbin 3137, 3138, 3139 \mathcal 2390, 2812, 3437, 3442, 3444, 3445, 3446	\NewDocumentEnvironment
\li@EntwurfsCodeAllgemein	M \makeatletter 3207 \makeatother 3215 \marginpar 1680, 1686, 1692, 2188 \mathbb 2012, 2955, 3632 \mathbin 3137, 3138, 3139 \mathcal 2390, 2812, 3437, 3442, 3444, 3445, 3446 \Mathe 3687 \MatheEnv 3680, 3688, 3691 \mathord 2535, 2536	\NewDocumentEnvironment
\li@EntwurfsCodeAllgemein	M \makeatletter 3207 \makeatother 3215 \marginpar	\NewDocumentEnvironment
\li@EntwurfsCodeAllgemein	M \makeatletter 3207 \makeatother 3215 \marginpar 1680, 1686, 1692, 2188 \mathbb 2012, 2955, 3632 \mathbin 3137, 3138, 3139 \mathcal 2390, 2812, 3437, 3442, 3444, 3445, 3446 \mathe 3687 \matheEnv 3680, 3688, 3691 \mathord 2535, 2536 \mdfsetup 2226, 2230, 2234, 2238	\NewDocumentEnvironment \[. 1749, 1838, 1910, \] \[. 2082, 2213, 2214, \] \[. 2215, 2259, 2284, \] \[. 2309, 2328, 2338, \] \[. 2690, 2740, 3150, 3168 \] \[\text{newif} \cdots 585, 587, 589 \] \[\text{newlength} \cdots 3693 \] \[\text{newminted} \cdots 3296 \] \[\text{node} \cdots 1056, 2090, \] \[. 2095, 3008, 3013, \] \[. 3018, 3024, 3030, \] \[. 3036, 3187, 3232, 3604 \] \[\text{noexpand} \cdots 3096, \] \[. 3097, 3098, 3117, 3232 \]
\li@EntwurfsCodeAllgemein	M \makeatletter 3207 \makeatother 3215 \marginpar	\NewDocumentEnvironment \[\
\li@EntwurfsCodeAllgemein	M \makeatletter 3207 \makeatother 3215 \marginpar 1680, 1686, 1692, 2188 \mathbb 2012, 2955, 3632 \mathbin 3137, 3138, 3139 \mathcal 2390, 2812, 3437, 3442, 3444, 3445, 3446 \mathe 3687 \matheEnv 3680, 3688, 3691 \mathord 2535, 2536 \mdfsetup 2226, 2230, 2234, 2238 \mdseries 2246 \medskip 48, 67, 887,	\NewDocumentEnvironment \[\
\li@EntwurfsCodeAllgemein	M \makeatletter 3207 \makeatother 3215 \marginpar 1680, 1686, 1692, 2188 \mathbb 2012, 2955, 3632 \mathbin 3137, 3138, 3139 \mathcal 2390, 2812, 3437, 3442, 3444, 3445, 3446 \mathe 3687 \matheEnv 3680, 3688, 3691 \mathord 2535, 2536 \mdfsetup 2226, 2230, 2234, 2238 \mdseries 2246 \medskip 48, 67, 887, 1966, 2197, 2207,	\NewDocumentEnvironment \[. 1749, 1838, 1910, \] \[2082, 2213, 2214, \] \[2215, 2259, 2284, \] \[2309, 2328, 2338, \] \[2690, 2740, 3150, 3168 \] \[\text{newif} \cdots 585, 587, 589 \] \[\text{newlength} \cdots 3693 \] \[\text{newminted} \cdots 3296 \] \[\text{node} \cdots 1056, 2090, \] \[2095, 3008, 3013, \] \[3018, 3024, 3030, \] \[3036, 3187, 3232, 3604 \] \[\text{noexpand} \cdots 3096, \] \[3097, 3098, 3117, 3232 \] \[\text{noindent} \cdots 27, 45, 53, \] \[69, 100, 802, 1157, \] \[1162, 2194, 2206, \]
\li@EntwurfsCodeAllgemein	M \makeatletter 3207 \makeatother 3215 \marginpar 1680, 1686, 1692, 2188 \mathbb 2012, 2955, 3632 \mathbin 3137, 3138, 3139 \mathcal 2390, 2812, 3437, 3442, 3444, 3445, 3446 \Mathe 3687 \MatheEnv 3680, 3688, 3691 \mathord 2535, 2536 \mdfsetup 2226, 2230, 2234, 2238 \mdseries 2246 \medskip 48, 67, 887, 1966, 2197, 2207, 2209, 2318, 2346,	\NewDocumentEnvironment \[. 1749, 1838, 1910, \] \[2082, 2213, 2214, \] \[2215, 2259, 2284, \] \[2309, 2328, 2338, \] \[2690, 2740, 3150, 3168 \] \[\text{newif} \cdots 585, 587, 589 \] \[\text{newlength} \cdots 3693 \] \[\text{newminted} \cdots 3296 \] \[\text{node} \cdots 1056, 2090, \] \[2095, 3008, 3013, \] \[3018, 3024, 3030, \] \[3036, 3187, 3232, 3604 \] \[\text{noexpand} \cdots 3096, \] \[3097, 3098, 3117, 3232 \] \[\text{noindent} \cdots 27, 45, 53, \] \[69, 100, 802, 1157, \] \[1162, 2194, 2206, \] \[2210, 2242, 2299, \]
\li@EntwurfsCodeAllgemein	M \makeatletter	\NewDocumentEnvironment \[\
\li@EntwurfsCodeAllgemein	M \makeatletter	\NewDocumentEnvironment \[\
\li@EntwurfsCodeAllgemein	M \makeatletter 3207 \makeatother 3215 \marginpar 1680, 1686, 1692, 2188 \mathbb 2012, 2955, 3632 \mathbin 3137, 3138, 3139 \mathcal 2390, 2812, 3437, 3442, 3444, 3445, 3446 \Mathe 3687, 3688, 3691 \mathord 2535, 2536 \mdfsetup 2226, 2230, 2234, 2238 \mdseries 2246 \medskip 48, 67, 887, 2209, 2318, 2346, 2617, 3153, 3159, 3534, 3538, 3681, 3685 \memph 2188	\NewDocumentEnvironment \[\
\li@EntwurfsCodeAllgemein	M \makeatletter	\NewDocumentEnvironment \[\
\li@EntwurfsCodeAllgemein	M \makeatletter 3207 \makeatother 3215 \marginpar 1680, 1686, 1692, 2188 \mathbb 2012, 2955, 3632 \mathbin 3137, 3138, 3139 \mathcal 2390, 2812, 3437, 3442, 3444, 3445, 3446 \Mathe 3687 \MatheEnv 3680, 3688, 3691 \mathord 2535, 2536 \mdfsetup 2226, 2230, 2234, 2238 \mdseries 2246 \medskip 48, 67, 887, 2207, 2209, 2318, 2346, 2617, 3153, 3159, 3534, 3538, 3681, 3685 \memph 2188 \mintinline 3302,	\NewDocumentEnvironment \[\
\li@EntwurfsCodeAllgemein	M \makeatletter	\NewDocumentEnvironment \[\
\li@EntwurfsCodeAllgemein	M \makeatletter	\NewDocumentEnvironment \[. 1749, 1838, 1910, \] \[. 2082, 2213, 2214, \] \[. 2215, 2259, 2284, \] \[. 2309, 2328, 2338, \] \[. 2690, 2740, 3150, 3168 \] \[\text{newif} \cdots 585, 587, 589 \] \[\text{newlength} \cdots 3296 \] \[\text{node} \cdots 1056, 2090, \] \[. 2095, 3008, 3013, \] \[. 3018, 3024, 3030, \] \[. 3036, 3187, 3232, 3604 \] \[\text{noexpand} \cdots 299, \] \[. 3097, 3098, 3117, 3232 \] \[\text{noindent} \cdots 27, 45, 53, \] \[69, 100, 802, 1157, \] \[1162, 2194, 2206, \] \[2210, 2242, 2299, \] \[2301, 2316, 2332, \] \[2334, 2342, 2514, \] \[2669, 2672, 2675, \] \[2678, 3163, 3497, \] \[3510, 3527, 3539, 3699 \] \[\text{nolinkurl} \cdots 3314 \]
\li@EntwurfsCodeAllgemein	M \makeatletter	NewDocumentEnvironment
\li@EntwurfsCodeAllgemein	M \makeatletter	\NewDocumentEnvironment \[. 1749, 1838, 1910, \] \[. 2082, 2213, 2214, \] \[. 2215, 2259, 2284, \] \[. 2309, 2328, 2338, \] \[. 2690, 2740, 3150, 3168 \] \[\text{newif} \cdots 585, 587, 589 \] \[\text{newlength} \cdots 3296 \] \[\text{node} \cdots 1056, 2090, \] \[. 2095, 3008, 3013, \] \[. 3018, 3024, 3030, \] \[. 3036, 3187, 3232, 3604 \] \[\text{noexpand} \cdots 3096, \] \[. 3097, 3098, 3117, 3232 \] \[\text{noindent} \cdots 27, 45, 53, \] \[69, 100, 802, 1157, \] \[1162, 2194, 2206, \] \[2210, 2242, 2299, \] \[2301, 2316, 2332, \] \[2334, 2342, 2514, \] \[2669, 2672, 2675, \] \[2678, 3163, 3497, \] \[3510, 3527, 3539, 3699 \] \[\text{nolinkurl} \cdots 332, \] \[\text{normalsize} \cdots 1826, 3303 \] \[\text{notin} \cdots \cdots 1163 \] \[\text{normalsize} \cdots 1826, 3303 \] \[\text{notin} \cdots \cdots 1163 \] \[\text{normalsize} \cdots 1826, 3303 \] \[\text{notin} \cdots \cdots 1163 \] \[\text{normalsize} \cdots 1826, 3303 \] \[\text{notin} \cdots \cdots 1163 \] \[\text{normalsize} \cdots 1826, 3303 \] \[\text{notin} \cdots \cdots 1163 \] \[\text{normalsize} \cdots 1826, 3303 \] \[\text{notin} \cdots \cdots 1163 \] \[\text{normalsize} \cdots 1826, 3303 \] \[\text{notin} \cdots \cdots 1163 \] \[\text{normalsize} \cdots 1826, 3303 \] \[\text{notin} \cdots \cdots 1163 \] \[\text{normalsize} \cdots 3532 \]
\li@EntwurfsCodeAllgemein	M \makeatletter	\NewDocumentEnvironment \[. 1749, 1838, 1910, \] \[. 2082, 2213, 2214, \] \[. 2215, 2259, 2284, \] \[. 2309, 2328, 2338, \] \[. 2690, 2740, 3150, 3168 \] \[\text{newif} \cdots 585, 587, 589 \] \[\text{newlength} \cdots 3296 \] \[\text{node} \cdots 1056, 2090, \] \[. 2095, 3008, 3013, \] \[. 3018, 3024, 3030, \] \[. 3036, 3187, 3232, 3604 \] \[\text{noexpand} \cdots 3996, \] \[. 3097, 3098, 3117, 3232 \] \[\text{noindent} \cdots 27, 45, 53, \] \[69, 100, 802, 1157, \] \[1162, 2194, 2206, \] \[2210, 2242, 2299, \] \[2301, 2316, 2332, \] \[2334, 2342, 2514, \] \[2669, 2672, 2675, \] \[2678, 3163, 3497, \] \[3510, 3527, 3539, 3699 \] \[\text{noindent} \cdots 1826, 3303 \] \[\text{normalsize} \cdots 1826, 3303 \] \[\text{normalsize} \cdots 1826, 3303 \] \[\text{notin} \cdots \cdots 1163 \]

\o@join 3134,3137,3138,3139	3469, 3473, 3519,	2147, 2152, 2153,
\Omega 2380	3568, 3610, 3647, 3667	2169, 2176, 2177,
•	2000, 2010, 2017, 2007	2178, 2365, 2529,
\omega 2924, 2925, 2945, 2946	0	
\or 3045	Q	2530, 2805, 2806,
	\QS@list 3089,3100,3104,	2807, 2824, 2826,
P	3111, 3117, 3122, 3125	2916, 2976, 2978,
\pagestyle 852, 1848	\QS@select@equal 3064,3068	3130, 3131, 3132,
	\QS@select@greater	3145, 3173, 3204,
\par 22, 26, 29, 48, 65,	3065, 3069	3255, 3261, 3268,
78, 255, 258, 261,		• • • • •
266, 271, 801, 822,	\QS@select@smaller	3273, 3284, 3285,
861, 869, 876, 885,	3060, 3063, 3067	3365, 3470, 3476,
893, 1033, 1781,	\QS@sort@a	3523, 3571, 3572,
1789, 2193, 2199,	3042, 3075, 3096, 3097	3574, 3575, 3613,
2205, 2300, 2324,	\QS@sort@b 3042,3043	3614, 3615, 3648, 3668
	\QS@sort@c 3046,3053	\right 2367, 2809
2333, 2612, 2615,	\QS@sort@d 3054, 3062	\RIGHTarrow 3589, 3594
3087, 3109, 3124,		
3165, 3463, 3496,	\QS@sort@empty . 3044,3049	\Rightarrow 1158, 1163
3500, 3512, 3533,	\QS@sort@single 3045,3050	\rightarrow
3537, 3545, 3698, 3704	\QSinitialize	569, 997, 1002,
\paragraph 1826	2967, 3079, 3114	1010, 1014, 1016,
	\QSIr 3050, 3056, 3064,	1017, 1019, 1074,
\parindent 3156	3084, 3098, 3103, 3106	1082, 2886, 3408,
\path 456, 503, 566, 1071		
\pgfkeys 2838,3590,	\QSIrr 3085, 3098, 3099, 3107	3415, 3417, 3420,
3591, 3592, 3593,	\QSLr 3056,	3425, 3430, 3431, 3436
3594, 3597, 3600, 3602	3063, 3074, 3075,	\rightouterjoin 3138
\pgfmath@count	3083, 3096, 3101, 3105	\rmfamily 148,
= =	\QSpivotStep	984, 1944, 3386, 3549
3209, 3211, 3213	2969, 3079, 3083, 3094	\Roman 1834
\pgfmath@smuggleone 3214	\QSr 3056	\roman 1834, 1836
\pgfmathdeclarefunction		
3208	\QSRr 3065,	\romannumeral 3054
\pgfmathint 3209	3086, 3097, 3102,	\rtimes 2528
\pgfmathparse	3108, 3117, 3118, 3119	\rule 28,
\pgimatnparse		
	\QSsortStep	3087, 3109, 3124, 3135
1924, 3226,	\QSsortStep 2971.3079.3095.3096	3087, 3109, 3124, 3135
	2971, 3079, 3095, 3096	
1924, 3226,	•	S
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult	2971, 3079, 3095, 3096 	S \sb 429, 439, 441, 470, 528,
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult 1925, 3209,	2971, 3079, 3095, 3096 2647	S \sb 429, 439, 441, 470, 528, 1009, 1010, 1014,
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult 1925, 3209, 3210, 3212, 3214,	2971, 3079, 3095, 3096 	S \sb 429, 439, 441, 470, 528, 1009, 1010, 1014, 1017, 1018, 1019,
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult 1925, 3209, 3210, 3212, 3214, 3227, 3235, 3248, 3249	2971, 3079, 3095, 3096 2647	S \sb 429, 439, 441, 470, 528, 1009, 1010, 1014, 1017, 1018, 1019, 1101, 1103, 1108,
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult 1925, 3209, 3210, 3212, 3214, 3227, 3235, 3248, 3249 \pgfutil@empty 3210	2971, 3079, 3095, 3096 	S \sb 429, 439, 441, 470, 528, 1009, 1010, 1014, 1017, 1018, 1019,
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult 1925, 3209, 3210, 3212, 3214, 3227, 3235, 3248, 3249	2971, 3079, 3095, 3096 	S \sb 429, 439, 441, 470, 528, 1009, 1010, 1014, 1017, 1018, 1019, 1101, 1103, 1108, 1110, 1764, 1766,
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult 1925, 3209, 3210, 3212, 3214, 3227, 3235, 3248, 3249 \pgfutil@empty 3210	2971, 3079, 3095, 3096 	S \sb 429, 439, 441, 470, 528, 1009, 1010, 1014, 1017, 1018, 1019, 1101, 1103, 1108, 1110, 1764, 1766, 2417, 2420, 2423,
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult 1925, 3209, 3210, 3212, 3214, 3227, 3235, 3248, 3249 \pgfutil@empty 3210 \pgfutil@loop 3211 \pgfutil@repeat 3214	2971, 3079, 3095, 3096 	S \sb 429, 439, 441, 470, 528, 1009, 1010, 1014, 1017, 1018, 1019, 1101, 1103, 1108, 1110, 1764, 1766, 2417, 2420, 2423, 2452, 2458, 2709,
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult 1925, 3209, 3210, 3212, 3214, 3227, 3235, 3248, 3249 \pgfutil@empty 3210 \pgfutil@loop 3211 \pgfutil@repeat 3214 \preceq 1977	2971, 3079, 3095, 3096 	S \sb 429, 439, 441, 470, 528, 1009, 1010, 1014, 1017, 1018, 1019, 1101, 1103, 1108, 1110, 1764, 1766, 2417, 2420, 2423, 2452, 2458, 2709, 2874, 2883, 3430,
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult 1925, 3209, 3210, 3212, 3214, 3227, 3235, 3248, 3249 \pgfutil@empty 3210 \pgfutil@loop 3211 \pgfutil@repeat 3214 \preceq 1977 \prime 1956	2971, 3079, 3095, 3096	S \sb 429, 439, 441, 470, 528, 1009, 1010, 1014, 1017, 1018, 1019, 1101, 1103, 1108, 1110, 1764, 1766, 2417, 2420, 2423, 2452, 2458, 2709, 2874, 2883, 3430, 3431, 3432, 3437,
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult 1925, 3209, 3210, 3212, 3214, 3227, 3235, 3248, 3249 \pgfutil@empty 3210 \pgfutil@loop 3211 \pgfutil@repeat 3214 \preceq 1977 \prime 1956 \printbibliography 2170	2971, 3079, 3095, 3096	S \sb 429, 439, 441, 470, 528, 1009, 1010, 1014, 1017, 1018, 1019, 1101, 1103, 1108, 1110, 1764, 1766, 2417, 2420, 2423, 2452, 2458, 2709, 2874, 2883, 3430, 3431, 3432, 3437, 3441, 3442, 3445,
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult 1925, 3209, 3210, 3212, 3214, 3227, 3235, 3248, 3249 \pgfutil@empty 3210 \pgfutil@loop 3211 \pgfutil@repeat 3214 \preceq 1977 \prime 1956 \printbibliography 2170 \ProcessKeysOptions 126	2971, 3079, 3095, 3096	S \sb 429, 439, 441, 470, 528, 1009, 1010, 1014, 1017, 1018, 1019, 1101, 1103, 1108, 1110, 1764, 1766, 2417, 2420, 2423, 2452, 2458, 2709, 2874, 2883, 3430, 3431, 3432, 3437, 3441, 3442, 3445, 3446, 3449, 3450, 3451
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult 1925, 3209, 3210, 3212, 3214, 3227, 3235, 3248, 3249 \pgfutil@empty 3210 \pgfutil@loop 3211 \pgfutil@repeat 3214 \preceq 1977 \prime 1956 \printbibliography 2170	2971, 3079, 3095, 3096	S \sb 429, 439, 441, 470, 528, 1009, 1010, 1014, 1017, 1018, 1019, 1101, 1103, 1108, 1110, 1764, 1766, 2417, 2420, 2423, 2452, 2458, 2709, 2874, 2883, 3430, 3431, 3432, 3437, 3441, 3442, 3445, 3446, 3449, 3450, 3451 \scriptscriptstyle
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult 1925, 3209, 3210, 3212, 3214, 3227, 3235, 3248, 3249 \pgfutil@empty 3210 \pgfutil@loop 3211 \pgfutil@repeat 3214 \preceq 1977 \prime 1956 \printbibliography 2170 \ProcessKeysOptions 126	2971, 3079, 3095, 3096	S \sb 429, 439, 441, 470, 528, 1009, 1010, 1014, 1017, 1018, 1019, 1101, 1103, 1108, 1110, 1764, 1766, 2417, 2420, 2423, 2452, 2458, 2709, 2874, 2883, 3430, 3431, 3432, 3437, 3441, 3442, 3445, 3446, 3449, 3450, 3451
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult 1925, 3209, 3210, 3212, 3214, 3227, 3235, 3248, 3249 \pgfutil@empty 3210 \pgfutil@loop 3211 \pgfutil@repeat 3214 \preceq 1977 \prime 1956 \printbibliography 2170 \ProcessKeysOptions 126 \prop 3502, 3505, 3506, 3508 \ProvidesClass 2,	2971, 3079, 3095, 3096	S \sb 429, 439, 441, 470, 528, 1009, 1010, 1014, 1017, 1018, 1019, 1101, 1103, 1108, 1110, 1764, 1766, 2417, 2420, 2423, 2452, 2458, 2709, 2874, 2883, 3430, 3431, 3432, 3437, 3441, 3442, 3445, 3446, 3449, 3450, 3451 \scriptscriptstyle 1074, 1082, 1090
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult	2971, 3079, 3095, 3096	\$ \sb 429, 439, 441, 470, 528, 1009, 1010, 1014, 1017, 1018, 1019, 1101, 1103, 1108, 1110, 1764, 1766, 2417, 2420, 2423, 2452, 2458, 2709, 2874, 2883, 3430, 3431, 3432, 3437, 3441, 3442, 3445, 3446, 3449, 3450, 3451 \scriptscriptstyle 1074, 1082, 1090 \scriptsize
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult	2971, 3079, 3095, 3096	\$ \sb 429, 439, 441, 470, 528, \1009, 1010, 1014, \1017, 1018, 1019, \1101, 1103, 1108, \1110, 1764, 1766, \2417, 2420, 2423, \2452, 2458, 2709, \2874, 2883, 3430, \3431, 3432, 3437, \3441, 3442, 3445, \3446, 3449, 3450, 3451 \scriptscriptstyle \(\) 1074, 1082, 1090 \scriptsize \(\) 1783, 2035, 2042,
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult	2971, 3079, 3095, 3096	\$ \sb 429, 439, 441, 470, 528, \1009, 1010, 1014, \1017, 1018, 1019, \1101, 1103, 1108, \1110, 1764, 1766, \2417, 2420, 2423, \2452, 2458, 2709, \2874, 2883, 3430, \3431, 3432, 3437, \3441, 3442, 3445, \3446, 3449, 3450, 3451 \scriptscriptstyle \tag{1074, 1082, 1090} \scriptsize 1783, 2035, 2042, \2048, 2113, 2246,
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult	2971, 3079, 3095, 3096	\$ \sb 429, 439, 441, 470, 528, \1009, 1010, 1014, \1017, 1018, 1019, \1101, 1103, 1108, \1110, 1764, 1766, \2417, 2420, 2423, \2452, 2458, 2709, \2874, 2883, 3430, \3431, 3432, 3437, \3441, 3442, 3445, \3446, 3449, 3450, 3451 \scriptscriptstyle \1074, 1082, 1090 \scriptsize \1783, 2035, 2042, \2048, 2113, 2246, \2633, 3618, 3671, 3701
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult	2971, 3079, 3095, 3096	\$\\$b 429, 439, 441, 470, 528, 1009, 1010, 1014, 1017, 1018, 1019, 1101, 1103, 1108, 1110, 1764, 1766, 2417, 2420, 2423, 2452, 2458, 2709, 2874, 2883, 3430, 3431, 3432, 3437, 3441, 3442, 3445, 3446, 3449, 3450, 3451 \scriptscriptstyle \tag{1074, 1082, 1090} \scriptsize \tag{1783, 2035, 2042, 2048, 2113, 2246, 2633, 3618, 3671, 3701} \section \tag{109}
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult	2971, 3079, 3095, 3096	S \sb 429, 439, 441, 470, 528, 1009, 1010, 1014, 1017, 1018, 1019, 1101, 1103, 1108, 1110, 1764, 1766, 2417, 2420, 2423, 2452, 2458, 2709, 2874, 2883, 3430, 3431, 3432, 3437, 3441, 3442, 3445, 3446, 3449, 3450, 3451 \scriptscriptstyle 1074, 1082, 1090 \scriptsize 1783, 2035, 2042, 2048, 2113, 2246, 2633, 3618, 3671, 3701 \section 212, 220, 409 \sectionbreak 213
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult	2971, 3079, 3095, 3096	S \sb 429, 439, 441, 470, 528, 1009, 1010, 1014, 1017, 1018, 1019, 1101, 1103, 1108, 1110, 1764, 1766, 2417, 2420, 2423, 2452, 2458, 2709, 2874, 2883, 3430, 3431, 3432, 3437, 3441, 3442, 3445, 3446, 3449, 3450, 3451 \scriptscriptstyle
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult	2971, 3079, 3095, 3096	S \sb 429, 439, 441, 470, 528, 1009, 1010, 1014, 1017, 1018, 1019, 1101, 1103, 1108, 1110, 1764, 1766, 2417, 2420, 2423, 2452, 2458, 2709, 2874, 2883, 3430, 3431, 3432, 3437, 3441, 3442, 3445, 3446, 3449, 3450, 3451 \scriptscriptstyle 1074, 1082, 1090 \scriptsize 1783, 2035, 2042, 2048, 2113, 2246, 2633, 3618, 3671, 3701 \section 212, 220, 409 \sectionbreak 213
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult	2971, 3079, 3095, 3096	S \sb 429, 439, 441, 470, 528, 1009, 1010, 1014, 1017, 1018, 1019, 1101, 1103, 1108, 1110, 1764, 1766, 2417, 2420, 2423, 2452, 2458, 2709, 2874, 2883, 3430, 3431, 3432, 3437, 3441, 3442, 3445, 3446, 3449, 3450, 3451 \scriptscriptstyle
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult	2971, 3079, 3095, 3096	S \sb 429, 439, 441, 470, 528, 1009, 1010, 1014, 1017, 1018, 1019, 1101, 1103, 1108, 1110, 1764, 1766, 2417, 2420, 2423, 2452, 2458, 2709, 2874, 2883, 3430, 3431, 3432, 3437, 3441, 3442, 3445, 3446, 3449, 3450, 3451 \scriptscriptstyle
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult	2971, 3079, 3095, 3096	S \sb 429, 439, 441, 470, 528, 1009, 1010, 1014, 1017, 1018, 1019, 1101, 1103, 1108, 1110, 1764, 1766, 2417, 2420, 2423, 2452, 2458, 2709, 2874, 2883, 3430, 3431, 3432, 3437, 3441, 3442, 3445, 3446, 3449, 3450, 3451 \scriptscriptstyle 1074, 1082, 1090 \scriptsize 1783, 2035, 2042, 2048, 2113, 2246, 2633, 3618, 3671, 3701 \section 212, 220, 409 \sectionbreak 213 \seq 2099, 2100, 2101, 2311, 2312, 2313, 2320 \setbox 2219, 2263, 3134 \setcounter 214, 285,
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult	2971, 3079, 3095, 3096	S \sb 429, 439, 441, 470, 528,
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult	2971, 3079, 3095, 3096	S \sb 429, 439, 441, 470, 528, 1009, 1010, 1014, 1017, 1018, 1019, 1101, 1103, 1108, 1110, 1764, 1766, 2417, 2420, 2423, 2452, 2458, 2709, 2874, 2883, 3430, 3431, 3432, 3437, 3441, 3442, 3445, 3446, 3449, 3450, 3451 \scriptscriptstyle 1074, 1082, 1090 \scriptsize 1783, 2035, 2042, 2048, 2113, 2246, 2633, 3618, 3671, 3701 \section 212, 220, 409 \sectionbreak 213 \seq 2099, 2100, 2101, 2311, 2312, 2313, 2320 \setbox 2219, 2263, 3134 \setcounter 214, 285, 1827, 3088, 3110, 3124 \setganttlinklabel
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult	2971, 3079, 3095, 3096	S \sb 429, 439, 441, 470, 528,
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult	R \raggedright	S \sb 429, 439, 441, 470, 528,
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult	2971, 3079, 3095, 3096	S \sb 429, 439, 441, 470, 528,
1924, 3226, 3231, 3234, 3248, 3249 \pgfmathresult	R \raggedright	S \sb 429, 439, 441, 470, 528,

\setmainfont 1820	\tikz 2095	\TmpTransitionSeven .
\setmainlanguage 906	tikz: bbaum 34	2834, 2855
\setminted 3290, 3291	tikz: li binaer baum 32	\TmpTransitionSix
\setminus 2769	\tikzchildnode 929	2833, 2854
\setul 3147	\tikzparentnode 929	\TmpTransitionTen
\setze 74,83,325,2117,2132	\tikzset 458,	2837, 2858
\shoveleft 2749	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	\TmpTransitionThree .
\shoveright 2753	505, 571, 914, 940,	
\Sigma 426, 467,	1889, 2026, 2864,	2830, 2851
	2990, 3194, 3367, 3649	\TmpTransitionTwo
525, 1733, 1734, 1794	\tikzumlset 3577	
\sigma 1007, 1009, 1010	\times 569	\TmpX 2860
\SLASH 2189	\tiny 99, 1681, 1687,	\TmpY 2861
\small 2341	1693, 2094, 2188, 3312	\ttfamily 3148
\sort 3221	\titel 247, 249, 289, 329, 850	
\sortList 3220,3229	\titleformat 212, 1824, 1826	U
\square 974	\titlespacing 1825	\ul 1676, 3146, 3147
\stepcounter 3008, 3013,	\t1 19, 32, 42, 56,	\umlaggreg 1634
3018, 3021, 3023,	219, 223, 227, 234,	\umlassoc 1592
3027, 3029, 3033, 3035		\umlclass 1181,
\stichwoerter 18,70	237, 396, 425, 426,	
\str 139, 142,	427, 428, 429, 430,	1185, 1189, 1236,
158, 160, 188, 192,	433, 434, 435, 436,	1237, 1238, 1285,
723, 985, 994, 2223,	437, 439, 441, 466,	1290, 1295, 1298,
2898, 2907, 3387, 3400	467, 468, 469, 470,	1356, 1357, 1358,
\string 2751, 2761	471, 472, 475, 476,	1363, 1364, 1393,
	477, 478, 479, 480,	1428, 1459, 1460,
\StrSubstitute . 3228, 3230	481, 524, 525, 526,	1463, 1514, 1517,
\strut 154,	527, 528, 529, 530,	1556, 1562, 1563,
166, 171, 177, 854,	533, 534, 535, 536,	1581, 1582, 1583,
898, 2474, 2478,	537, 538, 539, 665,	1604, 1605, 1606,
2482, 2486, 2490, 3256	669, 696, 700, 701,	1626, 1627, 1628, 1629
\subsection 224	702, 705, 710, 711,	\umldep 1522
\subseteq . 3411, 3444, 3451	712, 724, 733, 767,	\umlHVHaggreg
\subsubsection 245,3507	770, 773, 778, 793,	1303, 1369, 1572
	794, 795, 796, 807,	\umlinherit 1242,
T	813, 816, 819, 835,	
\tableofcontents 283,2184	842, 1044, 1047,	1293, 1467, 1512, 1520
\TeX 2587	1052, 1053, 1061,	\umlnote 1244, 1469, 1636
\text 439, 441,		\umlreal 1240, 1301
544, 2731, 3618, 3671	1062, 1065, 1066,	\umlsimpleclass
\textbackslash	1772, 1793, 1794,	1196, 1197,
3488, 3489, 3491	1795, 1796, 1799,	1198, 1202, 1204,
\textbf . 20, 1121, 1139,	1800, 1801, 1802, 2400	1205, 1206, 1235,
1675, 1982, 1991,	\tmp 2771	1388, 1389, 1390,
2002, 2011, 2195,	\TmpPlaceEight 2846	1458, 1510, 1511, 1602
2208, 2243, 2300,	\TmpPlaceFive 2843	\umlstatic 1395, 1429
2317, 2333, 2694, 3498	\TmpPlaceFour 2842	\umluniaggreg 1465
\textcolor 2094, 3301, 3617	\TmpPlaceNine 2847	\umluniassoc
	\TmpPlaceOne 2839	. 1216, 1241, 1466,
\textit 33, 1515,	\TmpPlaceSeven 2845	1590, 1591, 1610, 1611
1557, 1558, 1559,	\TmpPlaceSix 2844	\umlVHuniassoc . 1217, 1218
1560, 2343, 2739, 2799	-	
\tovtec	\TmpDlacoTop $28/18$	\m1\tuudon 1010 1011
\textsc 1957	\TmpPlaceTen 2848	\umlVHVdep . 1210, 1211,
\textsf 2317	\TmpPlaceThree 2841	1213, 1214, 1397, 1398
\textsf 2317 \textstyle 2437, 2469	\TmpPlaceThree 2841 \TmpPlaceTwo 2840	1213, 1214, 1397, 1398 \uml\VH\Vinherit 1193,
\textsf	\TmpPlaceThree 2841 \TmpPlaceTwo 2840 \TmpScale 2859	1213, 1214, 1397, 1398 \uml\text{VHVinherit} \cdot \cdot \text{1193}, \\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\
\textsf 2317 \textstyle 2437, 2469 \texttt 1698, 1957, 2091, 2092,	\TmpPlaceThree 2841 \TmpPlaceTwo 2840 \TmpScale 2859 \TmpTransitionEight	1213, 1214, 1397, 1398 \uml\text{VmlVinherit} \tag{1193}, 1194, 1199, 1200, 1207, 1208, 1366,
\textsf 2317 \textstyle 2437, 2469 \texttt 1698,	\TmpPlaceThree 2841 \TmpPlaceTwo 2840 \TmpScale 2859 \TmpTransitionEight 2835, 2856	1213, 1214, 1397, 1398 \uml\text{VmlVinherit} \cdot \cdot 1193, 1194, 1199, 1200, 1207, 1208, 1366, 1367, 1391, 1392,
\textsf 2317 \textstyle 2437, 2469 \texttt 1698,	\TmpPlaceThree 2841 \TmpPlaceTwo 2840 \TmpScale 2859 \TmpTransitionEight 2835, 2856 \TmpTransitionFive	1213, 1214, 1397, 1398 \uml\text{VmlVinherit} \cdot \cdot 1193, 1194, 1199, 1200, 1207, 1208, 1366, 1367, 1391, 1392, 1570, 1571, 1608, 1609
\textsf 2317 \textstyle 2437, 2469 \texttt 1698,	\TmpPlaceThree 2841 \TmpPlaceTwo 2840 \TmpScale 2859 \TmpTransitionEight 2835, 2856	1213, 1214, 1397, 1398 \uml\text{VHVinherit} \tau \ 1193, 1194, 1199, 1200, 1207, 1208, 1366, 1367, 1391, 1392, 1570, 1571, 1608, 1609 \uml\text{VHVreal} \tau \tau \tau
\textsf 2317 \textstyle 2437, 2469 \texttt 1698,	\TmpPlaceThree 2841 \TmpPlaceTwo 2840 \TmpScale 2859 \TmpTransitionEight 2835, 2856 \TmpTransitionFive	1213, 1214, 1397, 1398 \umlVHVinherit 1193,
\textsf 2317 \textstyle 2437, 2469 \texttt 1698,	\TmpPlaceThree 2841 \TmpPlaceTwo 2840 \TmpScale 2859 \TmpTransitionEight 2835, 2856 \TmpTransitionFive 2832, 2853	1213, 1214, 1397, 1398 \umlVHVinherit . 1193, 1194, 1199, 1200, 1207, 1208, 1366, 1367, 1391, 1392, 1570, 1571, 1608, 1609 \umlVHVreal 1360, 1361, 1631, 1632 \UParrow
\textsf	\TmpPlaceThree 2841 \TmpPlaceTwo 2840 \TmpScale 2859 \TmpTransitionEight 2835, 2856 \TmpTransitionFive 2832, 2853 \TmpTransitionFour	1213, 1214, 1397, 1398 \umlVHVinherit 1193,
\textsf 2317 \textstyle 2437, 2469 \texttt 1698,	\TmpPlaceThree 2841 \TmpPlaceTwo 2840 \TmpScale 2859 \TmpTransitionEight 2835, 2856 \TmpTransitionFive 2832, 2853 \TmpTransitionFour 2831, 2852	1213, 1214, 1397, 1398 \umlVHVinherit . 1193, 1194, 1199, 1200, 1207, 1208, 1366, 1367, 1391, 1392, 1570, 1571, 1608, 1609 \umlVHVreal 1360, 1361, 1631, 1632 \UParrow
\textsf 2317 \textstyle 2437, 2469 \texttt 1698,	\TmpPlaceThree 2841 \TmpPlaceTwo 2840 \TmpScale 2859 \TmpTransitionEight 2835, 2856 \TmpTransitionFive 2832, 2853 \TmpTransitionFour 2831, 2852 \TmpTransitionNine	1213, 1214, 1397, 1398 \umlVHVinherit . 1193, 1194, 1199, 1200, 1207, 1208, 1366, 1367, 1391, 1392, 1570, 1571, 1608, 1609 \umlVHVreal 1360, 1361, 1631, 1632 \UParrow
\textsf 2317 \textstyle 2437, 2469 \texttt 1698,	\TmpPlaceThree 2841 \TmpPlaceTwo 2840 \TmpScale 2859 \TmpTransitionEight 2835, 2856 \TmpTransitionFive 2832, 2853 \TmpTransitionFour 2831, 2852 \TmpTransitionNine 2836, 2857	1213, 1214, 1397, 1398 \umlVHVinherit . 1193, 1194, 1199, 1200, 1207, 1208, 1366, 1367, 1391, 1392, 1570, 1571, 1608, 1609 \umlVHVreal 1360, 1361, 1631, 1632 \UParrow 3591 \url 836, 2351 \usemintedstyle

2025, 2825, 3133,	161, 186, 190, 268,	\xintifEq 3068
3174, 3205, 3576, 3664	280, 855, 878, 896,	\xintifForLast
	2286, 2304, 3541, 3543	3024, 3030, 3036
\mathbf{V}		\xintifGt 3069
\value 2970	X	\xintifLt 3067
\varepsilon	\xappto 3232, 3238, 3242	\xintLength 3042
986, 997, 998, 1719,	\xdef 1918	\xintnthelt 3054
2417, 2423, 2455, 2466	\xintApply 3058	
\vbox 2219, 2263	\xintApplyUnbraced	Z
\vfill . 90, 155, 165, 172,	3057, 3063, 3064, 3065	\ZB <u>2358</u>
176, 295, 864, 872, 3256	\xintCSVtoList 3117	\zB <u>2357</u>
\vrule 3528, 3532	\xintFor $3007, 3012, 3017,$	\zustandsnamens@liste
\vspace 159,	3022, 3028, 3034, 3075	1737, 1744, 1745