

Die Bschlangaul-Sammlung

Hermine Bschlangaul and Friends*

September 14, 2021

Contents

Klassen	4
aufgabe.cls	5
basis.cls	8
examen-scans.cls	9
examen.cls	11
haupt.cls	14
theorie.cls	16
Pakete	17
abmessung.sty	18
aufgaben-einbinden.sty	19
aufgaben-metadaten.sty	20
automaten.sty	21
Endlicher Automat	21
Kellerautomat	23
Turingmaschine	24
basis.sty	27
IFs	27
baum.sty	34
Binärbaum	35
AVL-Baum	36
B-Baum	37
checkbox.sty	39
chomsky-normalform.sty	40
Faulenzer	40
TeX-Markup-Grundgerüst	40
Konkretes TeX-Markup-Beispiel	40
cpm.sty	43
Faulenzer	43
TeX-Markup-Beispiel: Graph	43
TeX-Markup-Beispiel: Ergebnistabelle	43
TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Frühester Zeitpunkt“	43
TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Spätester Zeitpunkt“	44
Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle	45
cyk-algorithmus.sty	47
Faulenzer	47
TeX-Markup-Beispiel	47
entwurfsmuster.sty	48
Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:	48
Reihenfolge	48

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

Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)	48
Adapter	50
Beobachter (Observer)	51
Dekorierer (Decorator)	53
Einfache Fabrik (Simple Factory)	54
Einzelstück (Singleton)	55
Erbauer (Builder)	56
Fabrikmethode (Factory Method)	57
Kompositum (Composite)	59
Modell-Präsentation-Steuerung (Model-View-Controller)	59
Stellvertreter (Proxy)	60
Zustand (State)	61
er.sty	63
Tex-Markup-Beispiel: Komplettes Diagramm	63
Tex-Markup-Beispiel: EER Enhanced Entity-Relation-Modell nach Elmasri/Navante	64
Faulenzer	64
formale-sprachen.sty	66
formatierung.sty	69
Schriftarten / Typographie	69
Farben	69
Überschriften	69
Listen	69
Kasten	69
Header	69
Zeilenabstände	69
gantt.sty	71
grafik.sty	72
graph.sty	73
hanoi.sty	75
index.sty	76
java.sty	77
Faulenzer	77
komplexitaetstheorie.sty	79
Faulenzer	79
kontrollflussgraph.sty	81
Faulenzer	81
TeX-Markup-Beispiel	81
TikZ: pin	81
Umgebungen	82
Makros	83
kopfzeile.sty	84
literatur-dummy.sty	85
literatur.sty	86
makros.sty	87
Umgebungen, die Inhalte aus- und einblenden können	87
master-theorem.sty	92
Faulenzer	92
mathe.sty	96
meta.sty	97
Einfache Makros (Low level)	97
Zusammengesetzte Makros (High level)	98
minimierung.sty	100
normalformen.sty	103
Faulenzer	103
o-notation.sty	106
Faulenzer	106
Tex-Markup-Beispiel: Funktionsgraphen mit pgfplots	106

petri.sty	107
Faulenzer	107
potenzmengen-konstruktion.sty	109
pseudo.sty	111
pumping-lemma.sty	112
relationale-algebra.sty	113
rmodell.sty	114
Faulenzer	114
sortieren.sty	115
spalten.sty	117
sql.sty	118
Faulenzer	118
Latex-Markup-Beispiel	118
struktogramm.sty	119
syntax.sty	120
syntaxbaum.sty	121
TeX-Markup-Beispiel	122
synthese-algorithmus.sty	123
Faulenzer	123
TeX-Markup Grundgerüst	123
TeX-Markup Linksreduktion	123
TeX-Markup Rechtsreduktion	123
TeX-Markup Relationen formen	124
tabelle.sty	127
tex-dokumentation.sty	128
typographie.sty	129
uml.sty	130
vollstaendige-induktion.sty	132
Faulenzer	132
wasserfall.sty	134
Latex-Markup-Beispiel	134
wpkalkuel.sty	135
Faulenzer	135

Index	136
--------------	------------

Klassen

aufgabe.cls

```
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,
7   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: {
19   \tl_if_empty:NTF \g_stichwoerter_tl {} {
20     \textbf{Stichwörter:} ~
21     \g_stichwoerter_tl
22     \par
23   }
24 }

25 \cs_gset:Npn \horizontale_linie: {
26   \par
27   \noindent
28   \rule{\textwidth}{0.8pt}
29   \par
30 }

31 \cs_gset:Npn \thematik_formatiert:
32 {
33   \tl_if_empty:NTF \g_thematik_tl {}
34   {
35     \textit{
36       ( \g_thematik_tl )
37     }
38   }
39 }

40 \cs_gset:Npn \examen_titel_formatiert:
41 {
42   \tl_if_empty:NTF \g_einzelpruefungs_nr_tl {}
43   {
44     {
45       \noindent
46       \small
47       Einzelprüfung~
48       „\fach:“
49     }
50
51     \par\medskip
52
53     \noindent
54     {
55       \large
```

```

56      Einzelprüfungsnummer~
57      \einzelpruefungsnr_jahr_jahreszeit:
58  }
59
60      \par\medskip
61  }
62}

63\cs_gset:Npn \aufgabe_titel_formatiert:
64{
65  {
66    \noindent
67    \bfseries
68    \Large
69    \tl_if_empty:NTF \g_einzelpruefungs_nr_tl
70    {
71      \g_titel_tl
72    }
73    {
74      \thema_teil_aufgabe:
75    }
76  }
77  \hfill
78
79  \thematik_formatiert:
80}

```

\bAufgabenMetadaten

```

81\def\bAufgabenMetadaten #1
82{
83  \bMetaSetze{#1}
84
85  \examen_titel_formatiert:
86
87  \aufgabe_titel_formatiert:
88
89  \par\medskip
90
91  \noindent
92  {\footnotesize\stichwoerter_formatiert:}
93
94  \horizontale_linie:
95
96  \setze_kopfzeile_oben_rechts:n { \aufgabenpfad_lang: }
97
98  \bigskip
99
100  \keine_einrueckung:
101}

102\setze_kopf_fusszeilen:nn {} {}
103\AddToHook { begindocument }
104{
105  \repariere_kopfzeile_breite:
106}

107\AddToHook { enddocument }
108{
109  \vfill
110  {
111    \bLogoTextProjekt
112    \bigskip
113
114    \bLogoTextCCLizenz
115    \bigskip

```

```
116
117   \begin{spacing}{1}
118     \tiny
119     \noindent
120     \bMetaHilfMit
121
122     \bMetaQuelltext
123     \_gib_github_url_href:
124   \end{spacing}
125 }
126 }
127 \ExplSyntaxOff
128
```

basis.cls

```
129 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
130 \ProvidesClass{bschlangaul-basis}[2021/09/12 Basis-Klasse, die nur als
131 Unterklasse benutzt werden soll.]
```

```
132 \LoadClass[a4paper,oneside,12pt]{book}
```

Damit wir Klassen-Optionen mit \LaTeX -3 verwalten könnten.

```
133 \RequirePackage{l3keys2e}
```

```
134 \RequirePackage{bschlangaul-basis}
```

Lade Pakete die von allen Unterklassen benötigt werden.

```
135 \bLadePakete{
```

```
136   kopfzeile
```

```
137 }
```

```
138 \ExplSyntaxOn
```

```
139 \keys_define:nn { klassen-setup }
```

```
140 {
```

```
141   pakete .code:n = {
```

```
142     \bLadePakete{#1}
```

```
143   }
```

```
144 }
```

<https://tex.stackexchange.com/questions/544374/passing-options-to-a-class-and-evaluate-using-latex3-interfaces>

```
145 \ProcessKeysOptions { klassen-setup }
```

```
146 \ExplSyntaxOff
```

```
147
```


examen-scans.cls

```
148 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
149 \ProvidesClass{bschlangaul-examen-scans}[2021/01/08 Zum
150 Zusammenfügen mehrerer Staatsexamen-Scans zu einer PDF-Datei.]
151 \LoadClass[a4paper,oneside]{book}

152 \LoadClass{bschlangaul-basis}

153 \RequirePackage{pdfpages}

    Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option clash
154 \bLadePakete{formatierung}

    Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
155 \RequirePackage[ngerman]{babel}
156 \ExplSyntaxOn

\bPruefungsNummer

157 \def\bPruefungsNummer#1{
158   \str_set:Nn \g_pruefungs_nummer {#1}
159 }

\bPruefungsTitel

160 \def\bPruefungsTitel#1{
161   \str_set:Nn \g_pruefungs_titel {#1}
162 }

163 \def\li@SansFett#1#2{
164   {
165     #1
166     \bfseries
167     \rmfamily
168     #2
169   }
170 }

\bTrennSeite

171 \def\bTrennSeite#1{
172   \clearpage
173   \strut
174   \vfill
175   \begin{center}
176   {
177     \li@SansFett{\LARGE}{\str_use:N \g_pruefungs_nummer} \\
178     \vspace{2cm}
179     \li@SansFett{\large}{\str_use:N \g_pruefungs_titel} \\
180     \vspace{5cm}
181     \li@SansFett{\Huge}{#1}
182   }
183   \end{center}
184   \vfill
185   \strut
186   \clearpage
187 }

\bTitelSeite

188 \def\bTitelSeite#1{
189   \clearpage
190   \strut
191   \vfill
192   \begin{center}
193   #1
194   \end{center}
195   \vfill
196   \strut
```

```

197 \clearpage
198 }

\bBindePdfEin

199 \def\bBindePdfEin#1{\includepdf[pages={1-}]{\LehramtInformatikRepository/#1}}

200 \AtBeginDocument{
201   \thispagestyle{empty}
202   \bTitelSeite{
203     \li@SansFett{\Large}{Sammlung~aller~Staatsexamensaufgaben~der~Prüfungsnummer} \\
204
205     \vspace{4cm}
206
207     \li@SansFett{\Huge}{\str_use:N \g_pruefungs_nummer} \\
208
209     \vspace{4cm}
210
211     \li@SansFett{\LARGE}{\str_use:N \g_pruefungs_titel} \\
212   }
213 }

214 \ExplSyntaxOff
215

```

examen.cls

```
216 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
217 \ProvidesClass{bschlangaul-examen}[2021/06/10 Zum Einbinden von
218 mehreren Aufgaben zu einem Examen.]
```

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

```
219 \LoadClass[pakete={
220   formatierung,
221   literatur-dummy,
222   makros,
223   aufgaben-einbinden,
224   aufgaben-metadaten,
225   abmessung,
226   typographie,
227   grafik,
228   meta
229 }]{bschlangaul-basis}
```

Formatierung für die Überschriften setzen.

```
230 \RequirePackage{titlesec}
231 \titleformat{\section}{\huge\filcenter\bfseries}{\thesection}{1em}{}
232 \newcommand{\sectionbreak}{\clearpage}
233 \setcounter{secnumdepth}{0}
234 \bLadeAllePakete
```

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

```
235 \RequirePackage[ngerman]{babel}
236 \ExplSyntaxOn
```

\bSetzeThemaNr

```
237 \def\bSetzeThemaNr#1{
238   \tl_gset:Nn \g_thema_nr_tl { #1 }
239   \section{Thema~Nr.~#1}
240 }
```

\bSetzeTeilaufgabeNr

```
241 \def\bSetzeTeilaufgabeNr#1{
242   \tl_gset:Nn \g_teilaufgabe_nr_tl { #1 }
243   \subsection{Teilaufgabe~Nr.~#1}
244 }
```

\bBindeAufgabeEin

```
245 \def\bBindeAufgabeEin#1{
246   \tl_gset:Nn \g_aufgabe_nr_tl { #1 }
247   \input{
248     \LehramtInformatikRepository /
249     Staatsexamen /
250     \g_einzelpruefungs_nr_tl /
251     \g_jahr_tl /
252     \g_monat_tl /
253     \tl_if_empty:NTF \g_thema_nr_tl {} {
254       Thema - \g_thema_nr_tl /
255     }
256     \tl_if_empty:NTF \g_teilaufgabe_nr_tl {} {
257       Teilaufgabe - \g_teilaufgabe_nr_tl /
258     }
259     Aufgabe - \g_aufgabe_nr_tl .tex
260   }
261 }
```

\bAufgabenMetadaten Das Metadaten-Makro überschreiben

```
262 \def\bAufgabenMetadaten#1{
263   \bMetaSetze{#1}
```

```

264 \subsubsection{\_gib_aufgaben_titel:}
265 }

266 \cs_new:Npn \titel_seite:
267 {
268   \titel_seite:nn
269   {
270     {
271       \bfseries\Huge
272
273       \g_einzelpruefungs_nr_tl
274       \par
275
276       \g_jahreszeit_tl
277       \par
278
279       \g_jahr_tl
280       \par
281     }
282   }
283   {
284     \g_examen_fach_tl
285     \par
286
287     \vspace{0.5cm}
288
289     Aufgabenstellungen~mit~Lösungsvorschlägen
290     \par
291   }
292 }
293 }

294 \cs_new:Npn \inhalts_verzeichnis: {
295   % für den Abstand vor den section im Inhaltsverzeichnis
296   % https://tex.stackexchange.com/questions/241445/how-to-control-spacing-in-toc-for-different-sections
297   \setlength{\cftbeforesecskip}{1.5cm}
298   \setlength{\cftbeforesubsecskip}{0.5cm}
299   \renewcommand{\cftsubsecafterpnum}{\vspace{\cftbeforesubsecskip}}
300   \setlength{\cftbeforesubsubsecskip}{0.1cm}
301   \renewcommand{\contentsname}{Aufgabenübersicht}
302   \tableofcontents
303 }

304 \setcounter{tocdepth}{4}
305 \RequirePackage[titles]{tocloft}
306 \AddToHook { begindocument }
307 {
308   \titel_seite:
309
310   \clearpage
311
312   \inhalts_verzeichnis:
313
314   \vfill
315
316   \bLogoTextProjekt
317   \bigskip
318
319   \bLogoTextCCLizenz
320   \bigskip
321
322   \clearpage
323 }

324 \ExplSyntaxOff

```


haupt.cls

```
326\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
327\ProvidesClass{bschlangaul-haupt}[2019/10/27 Klasse zum
328Setzen der Haupt-Datei, Bschlangaul-Sammlung.tex d.h. des wichtigsten
329Dokuments, das alles zusammenfasst.]
```

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

clash

```
330\LoadClass[pakete={
331  formatierung,
332  literatur-dummy,
333  makros,
334  aufgaben-einbinden,
335  aufgaben-metadaten,
336  abmessung,
337  typographie,
338  grafik,
339  meta,
340  index
341}]{bschlangaul-basis}
342\bladeAllePakete
```

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

```
343\RequirePackage[ngerman]{babel}
344\ExplSyntaxOn
345\setze_kopf_fusszeilen:nn {} {}
```

Breiterer rechter Rand für die Indexes

```
346\geometry{
347  right = 3cm,
348  marginparwidth = 2.8cm,
349}
350\AddToHook { begindocument }
351{
352  \repariere_kopfzeile_breite:
353  \titel_seite:nn
354  {
355    {
356      \Huge
357      Die~komplette~Sammlung
358    }
359  }
360  {
361    {
362      Alle~Aufgaben
363    }
364  }
365  \tableofcontents
366  \clearpage
367
368  \pagestyle{fancy}
369}
370\AddToHook { enddocument }
371{
372  \printindex
373}
```

`\bAufgabenMetadaten` Das Metadaten-Makro überschreiben

```
374\def\bAufgabenMetadaten #1
375{
376  \bMetaSetze{#1}
377  \subsection{\aufgabenpfad_lang:}
378}
```

379 \ExplSyntaxOff

380

theorie.cls

```
381 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
382 \ProvidesClass{bschlangaul-theorie}[2021/09/12 Klasse zum
383 Setzen von Theorie-Zusammenfassungen]

384 \LoadClass{bschlangaul-basis}

    Paket „formatierung“ muss vor „literatur“ sein, sonst Option clash
385 \bLadePakete{
386   formatierung,
387   literatur,
388   makros,
389   aufgaben-metadaten
390 }

    Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
391 \RequirePackage[ngerman]{babel}
392
```


Pakete

abmessung.sty

```
393 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
394 \ProvidesPackage{bschlangaul-baum}[2021/09/04 Einstellung der
395 Seitenabmessung mit Hilfe des geometry-Pakets.]

396 \RequirePackage{geometry}

397 \geometry{
398   a4paper,
399   margin=2cm,
400   includeheadfoot,
401   % showframe,
402   % showcrop,
403   % verbose=true,
404 }

405
```

aufgaben-einbinden.sty

```
406 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
407 \ProvidesPackage{bschlangaul-aufgaben-einbinden}[2020/06/13
408 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 Aufgaben

```
409 \RequirePackage{standalone}
```

`\bAufgabe` Eine Aufgaben mit den Pfad relativ zu Wurzelverzeichnis dieses Repository einbinden.

```
410 \def\bAufgabe#1{
411   \input{\LehramtInformatikRepository/#1.tex}
412 }
```

`\bExamensAufgabe` Eine Examensaufgaben mit den Pfad relativ zu Staatsexamen einbinden, z. B. `\bExamensAufgabe{46116/2/Teilaufgabe-1/Aufgabe-3}`

```
413 \def\bExamensAufgabe#1{
414   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1.tex}
415 }
```

`\bExamensAufgabeTTA`

```
416 \def\bExamensAufgabeTTA #1 / #2 / #3 : Thema #4 Teilaufgabe #5 Aufgabe #6 {
417   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Thema-#4/Teilaufgabe-
      #5/Aufgabe-#6.tex}
418 }
```

`\bExamensAufgabeTA`

```
419 \def\bExamensAufgabeTA #1 / #2 / #3 : Thema #4 Aufgabe #5 {
420   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Thema-#4/Aufgabe-#5.tex}
421 }
```

`\bExamensAufgabeA`

```
422 \def\bExamensAufgabeA #1 / #2 / #3 : Aufgabe #4 {
423   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Aufgabe-#4.tex}
424 }
```

```
425
```

aufgaben-metadaten.sty

```
426 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
427 \ProvidesPackage{bschlangaul-aufgaben-metadaten}[2020/07/07 Makros zum
428 Setzen der Aufgaben-Metadaten.]

429 \ExplSyntaxOn

\MetaSetze Setze die Metadaten einer Aufgabe.

430 \def\MetaSetze#1{
431   \_setze_variablen_zurueck:
432
433   \tl_clear:N \g_teilaufgabe_nr_tl
434
435   \keys_set:nn { aufgabenmetadaten } {
436     #1
437   }
438
439   \_setze_relativen_pfad:
440 }

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

\AufgabenMetadaten{
  Titel = {Aufgabe 2},
  Thematik = {Petri-Netz},
  Stichwoerter = {Feld (Array), Implementierung in Java}
  ZitatSchluessel = sosy:pu:4,
  ZitatBeschreibung = {Seite 11},
  BearbeitungsStand = OCR,
  Korrektheit = absolut korrekt,
  RelativerPfad = Staatsexamen/46116/2016/03/Thema-2/Teilaufgabe-1/Aufgabe-2.tex,
  EinzelpruefungsNr = 46116,
  Jahr = 2016,
  Monat = 03,
  ThemaNr = 2,
  TeilaufgabeNr = 1,
  AufgabeNr = 2,
}

441 \def\AufgabenMetadaten#1{
442   \MetaSetze{#1}
443
444   \_gib_examen_titel: {}
445
446   \section{\_gib_aufgaben_titel:}
447 }

448 \ExplSyntaxOff

\AufgabenTitel Momentan eine dummy Makro das die Thematik enthält.

449 \def\AufgabenTitel#1{}

450
```

automaten.sty

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

Endlicher Automat

```
453 \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}
```



```
454 \RequirePackage{tikz}
455 \usetikzlibrary{arrows,automata,positioning}
456 \bLadePakete{mathe}
457 \directlua{
458   automaten = require('bschlangaul-automaten')
459 }
```

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

- `\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}`: $A_{NEA} = (Z, \Sigma, \delta, E, z_0)$

```
460 \ExplSyntaxOn
461 \NewDocumentCommand {\bAutomat} { O{A} m } {
462   \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
463   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
464   \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
465   \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
466   \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
467   \tl_set:Nn \l_typ_tl {}
468
469   \keys_define:nn { automat } {
470     zustaeende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\bMenge{##1}}},
471     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\bMenge{##1}}},
472     delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
473     ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\bMenge{##1}}},
```

```

474     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
475     dea .value_forbidden:n = true,
476     dea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{DEA}}}},
477     nea .value_forbidden:n = true,
478     nea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{NEA}}}},
479 }
480
481 \keys_set:nn { automat } { #2 }
482
483 $#1 \l_typ_tl = (
484     \l_zustaende_tl,
485     \l_alphabet_tl,
486     \l_delta_tl,
487     \l_ende_tl,
488     \l_start_tl
489 )$
490 }
491 \ExplSyntaxOff

```

`\bAutomatenKante` **Makro-Faulenzer:** `\let\k=\liAutomatenKante`

```

492 \def\bAutomatenKante#1#2#3#4{
493   \path (#1) edge[#4] node{#3} (#2);
494 }
495 \tikzset{
496   li automat/.style={
497     ->,
498     node distance=2cm
499   },
500 }

```

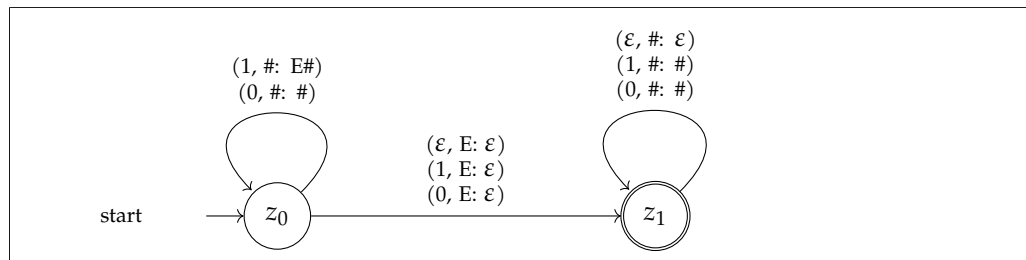
Kellerautomat

```
\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;
  0, KELLERBODEN, KELLERBODEN;
}

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

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



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

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

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

```
501 \ExplSyntaxOn
502 \NewDocumentCommand {\bkellerAutomat} { O{K} m } {
503   \tl_set:Nn \l_zustaeende_tl {Z}
504   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
505   \tl_set:Nn \l_kelleralphabet_tl {\Gamma}
506   \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
507   \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
508   \tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {\#}
509   \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
510
511   \keys_define:nn { kellerautomat } {
512     zustaeende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaeende_tl {\bMenge{##1}}},
513     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\bMenge{##1}}},
514     kelleralphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_kelleralphabet_tl {\bMenge{##1}}},
515     delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
516     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
```

```

517   kellerboden .code:n = {\tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {##1}},
518   ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\bMenge{##1}}},
519 }
520
521 \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
522
523 $1 = (
524   \l_zustaende_tl,
525   \l_alphabet_tl,
526   \l_kelleralphabet_tl,
527   \l_delta_tl,
528   \l_start_tl,
529   \l_kellerboden_tl,
530   \l_ende_tl
531 )$
532 }
533 \ExplSyntaxOff

```

`\bKellerUebergang` **Makro-Faulenzer:** `\let\u=\liKellerUebergang`
`\bKellerUebergang{a, KELLERBODEN, A; b KELLERBODEN, EPSILON}`

(a, #: A)
(b, #: ϵ)

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

```

534 \ExplSyntaxOn
535 \def\bKellerUebergang#1{
536   \directlua{automaten.drucke_keller_uebergaenge('#1')}
537 }
538 \ExplSyntaxOff

```

`\bKellerKante` `\bKellerKante[\langle tikz-optionen \rangle]{\langle von \rangle}{\langle zu \rangle}{\langle übergänge \rangle}`
Makro-Faulenzer: `\let\k=\liKellerKante`

```

539 \NewDocumentCommand{\bKellerKante} { 0 {above} m m m } {
540   \path (#2) edge[#1] node{\bKellerUebergang{#4}} (#3);
541 }

542 \tikzset{
543   li keller knoten/.style={
544     text width=2cm,
545     align=center,
546     font=\footnotesize,
547   },
548   li kellerautomat/.style={
549     li automat,
550     every edge/.append style={
551       every node/.style={
552         li keller knoten
553       }
554     }
555   }
556 }

```

Turingmaschine

```
557 \RequirePackage{amssymb}
```

`\bTuringLeerzeichen`

□

```
558 \def\bTuringLeerzeichen{\Box}
```



```

\bturingmaschine \bturingmaschine[\automaten-name]
{\zustaende=Z,alphabet=\Sigma,bandalphabet=\Gamma,delta=\delta,start=z_0,leerzeichen=\square,ende=E}

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

```

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

```

559 \ExplSyntaxOn
560 \NewDocumentCommand {\bturingmaschine} { O{TM} m } {
561   \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
562   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
563   \tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\Gamma}
564   \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
565   \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
566   \tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {\bturingleerzeichen}
567   \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
568
569   \keys_define:nn { kellerautomat } {
570     zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\bMenge{##1}}},
571     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\bMenge{##1}}},
572     bandalphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\bMenge{##1}}},
573     delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
574     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
575     leerzeichen .code:n = {\tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {##1}},
576     ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\bMenge{##1}}},
577   }
578
579   \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
580
581   $\text{#1} = (
582     \l_zustaende_tl,
583     \l_alphabet_tl,
584     \l_bandalphabet_tl,
585     \l_delta_tl,
586     \l_start_tl,
587     \l_leerzeichen_tl,
588     \l_ende_tl
589   )$
590 }
591 \ExplSyntaxOff

```

`\bturinguebergangzelle` Formatiert einen Zustandsübergang für eine Übergangstabelle.

Makro-Faulenzer: `\let\t=\liTuringUebergangZelle`

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

```

592 \ExplSyntaxOn
593 \def\bturinguebergangzelle#1{
594   \directlua{tex.print(automaten.gib_einen_turing_uebergang('#1'))}
595 }
596 \ExplSyntaxOff

```

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

Makro-Faulenzer: `\let\t=\liTuringUebergaenge`

`(z_1: \square, L)`

`(\square: \square, R)`

```

597 \ExplSyntaxOn
598 \def\bTuringUebergaenge#1{
599   \directlua{automaten.drucke_turing_uebergaenge('#1')}
600 }
601 \ExplSyntaxOff

\bTuringKante \bTuringKante[\tikz-optionen]{\zustand-oder-lese}{\schreibe}{\richtung}
Makro-Faulenzer: \let\t=\liTuringKante

602 \NewDocumentCommand{\bTuringKante} { 0{above} m m m } {
603   \path (#2) edge[#1] node{\bTuringUebergaenge{#4}} (#3);
604 }

\bTuringUeberfuehrung

605 \def\bTuringUeberfuehrung{
606    $\Delta : Z \times \Gamma \rightarrow Z \times \Gamma \times \{L, R, N\}$ 
607 }

608 \tikzset{
609   li turingmaschine/.style={
610     li automat,
611     every edge/.append style={
612       every node/.style={
613         li keller knoten
614       }
615     }
616   }
617 }

618

```

basis.sty

```
619 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
620 \ProvidesPackage{bschlangaul-basis}[2020/11/27]

621 \ExplSyntaxOn

  Lade die Konfigurationsdatei. \def\LehramtInformatikRepository{/pfad/zum/repository}
622 \input /etc/bschlangaul.config.tex
```

IFs

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

```
\ifADDITUM
\ADDITUMtrue 623 \newif\ifADDITUM
\ADDITUMfalse 624 \ADDITUMfalse

\ifEXKURS
\EXKURStrue 625 \newif\ifEXKURS
\EXKURStue 626 \EXKURStrue

\ifANTWORT
\ANTWORTtrue 627 \newif\ifANTWORT
\ANTWORTfalse 628 \ANTWORTtrue

\bLadePakete

629 \NewDocumentCommand{\bLadePakete}{ m }
630 {
631   \clist_map_inline:nn { #1 } { \RequirePackage{bschlangaul-##1} }
632 }

\bLadeAllePakete

633 \def\bLadeAllePakete{
634   \bLadePakete{
635     aufgaben-einbinden,
636     automaten,
637     checkbox,
638     chomsky-normalform,
639     cpm,
640     cyk-algorithmus,
641     entwurfsmuster,
642     er,
643     formale-sprachen,
644     gantt,
645     grafik,
646     graph,
647     hanoi,
648     kontrollflussgraph,
649     komplexitaetstheorie,
650     makros,
651     master-theorem,
652     mathe,
653     minimierung,
654     normalformen,
655     petri,
656     potenzmengen-konstruktion,
657     pumping-lemma,
658     pseudo,
659     relationale-algebra,
660     rmodell,
661     sortieren,
662     spalten,
```

```

663     struktogramm,
664     sql,
665     syntax,
666     syntaxbaum,
667     synthese-algorithmus,
668     tabelle,
669     typographie,
670     uml,
671     vollstaendige-induktion,
672     wasserfall,
673     wpkalkuel,
674     %
675     baum, % am Schluss sonst Fehler: undefined command \edge
676 }
677 }

```

Definition einer Komma-getrennten-Liste mit deren Hilfe die vielen globalen Token-List-Variablen definiert werden können. Die einzelnen Schlüssel sind im Interface AufgabenMetadaten in der Typescript-Datei `.scripts/nodejs/src/aufgaben.ts` erklärt.

```

678 \clist_new:N \g_schluessel_clist
679 \clist_set:Nn \g_schluessel_clist {
680   titel,
681   thematik,
682   referenz,
683   stichwoerter,
684   zitat_schluessel,
685   zitat_beschreibung,
686   %
687   bearbeitungs_stand,
688   korrektheit,
689   %
690   relativer_pfad,
691   identische_aufgabe,
692   %
693   einzelpruefungs_nr,
694   examen_fach,
695   jahr,
696   monat,
697   jahreszeit,
698   thema_nr,
699   teilaufgabe_nr,
700   aufgabe_nr,
701 }

```

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

```

702 \clist_map_inline:Nn \g_schluessel_clist {
703   \tl_new:c {g_auf_#1_tl}
704 }

```

Funktion über alle globalen Token-List-Variablen zurückzusetzen.

```

705 \cs_new:Npn \setze_variablen_zurueck: {
706   \clist_map_inline:Nn \g_schluessel_clist {
707     \tl_clear:c {g_auf_##1_tl}
708   }
709 }

```

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

```

710 \keys_define:nn { aufgabenmetadaten }
711 {
712   Titel               .tl_gset:N = \g_titel_tl,
713   Thematik            .tl_gset:N = \g_thematik_tl,
714   Referenz            .tl_gset:N = \g_referenz_tl,

```

```

715 Stichwoerter      .tl_gset:N = \g_stichwoerter_tl,
716 ZitatSchluessel   .tl_gset:N = \g_zitat_beschreibung_tl,
717 ZitatBeschreibung .tl_gset:N = \g_zitat_schluessel_tl,
718 %
719 BearbeitungsStand .tl_gset:N = \g_bearbeitungs_stand_tl,
720 Korrektheit        .tl_gset:N = \g_korrekttheit_tl,
721 Ueberprueft       .tl_gset:N = \g_ueberprueft_tl,
722 %
723 RelativerPfad      .tl_gset:N = \g_relativer_pfad_tl,
724 IdentischeAufgabe  .tl_gset:N = \g_identische_aufgabe_tl,
725 %
726 EinzelpruefungsNr .tl_gset:N = \g_einzelpruefungs_nr_tl,
727 ExamenFach         .tl_gset:N = \g_examen_fach_tl,
728 Jahr              .tl_gset:N = \g_jahr_tl,
729 Monat            .tl_gset:N = \g_monat_tl,
730 Jahreszeit        .tl_gset:N = \g_jahreszeit_tl,
731 ThemaNr          .tl_gset:N = \g_thema_nr_tl,
732 TeilaufgabeNr     .tl_gset:N = \g_telaufgabe_nr_tl,
733 AufgabeNr        .tl_gset:N = \g_aufgabe_nr_tl,
734 }

735 \cs_gset:Npn \_setze_relativen_pfad: {
736   \tl_if_empty:NTF \g_relativer_pfad_tl
737   {
738     \bool_if:nTF
739     {
740       ! \tl_if_empty_p:N \g_einzelpruefungs_nr_tl &&
741       ! \tl_if_empty_p:N \g_jahr_tl &&
742       ! \tl_if_empty_p:N \g_monat_tl
743     }
744     {
745       \tl_gset:Nn \g_relativer_pfad_tl {
746         Staatsexamen /
747         \g_einzelpruefungs_nr_tl /
748         \g_jahr_tl /
749         \g_monat_tl /
750         \tl_if_empty:NTF \g_thema_nr_tl {} { Thema - \g_thema_nr_tl / }
751         \tl_if_empty:NTF \g_telaufgabe_nr_tl {} { Teilaufgabe - \g_telaufgabe_nr_tl / }
752         \tl_if_empty:NTF \g_aufgabe_nr_tl {} { Aufgabe - \g_aufgabe_nr_tl .tex }
753       }
754     }
755   }
756 }
757 {}
758 }

759 \cs_set:Nn \trenner: {
760   \, / \,
761 }

762 \cs_gset:Npn \gib_jahreszeit_durch_monat: #1 {
763   \str_case_e:nnTF { #1 }
764   {
765     { 3 } { Frühjahr }
766     { 03 } { Frühjahr }
767     { 9 } { Herbst }
768     { 09 } { Herbst }
769   }
770 {}
771 {
772   \msg_error:nn
773   { bschlangaul }
774   { Erlaubte-Eingaben-sind-3~03~9~und~09~nicht~„#1" }
775 }
776 }

```

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

```
777\cs_gset:Npn \fach_durch_nummer:n #1
778{
779  \str_case_e:nnTF { #1 }
780  {
781    { 46110 } { Grundlagen~der~Informatik~(nicht~vertieft) }
782    { 46111 } { Programmentwicklung~/~Systemprogrammierung~/~Datenbanksysteme~(nicht~vertieft) }
783    { 46112 } { Grundlagen~der~Informatik~(nicht~vertieft) }
784    { 46113 } { Theoretische~Informatik~(nicht~vertieft) }
785    { 46114 } { Algorithmen~/~Datenstrukturen~/~Programmierungsmethoden~(nicht~vertieft) }
786    { 46115 } { Theoretische~Informatik~/~Algorithmen~/~Datenstrukturen~(nicht~vertieft) }
787    { 46116 } { Softwaretechnologie~/~Datenbanksysteme~(nicht~vertieft) }
788    { 46118 } { Fachdidaktik~(Mittelschulen) }
789    { 46119 } { Fachdidaktik~(Realschulen) }
790    { 46121 } { Fachdidaktik~(berufliche~Schulen) }
791    { 66110 } { Automatentheorie,~Algorithmische~Sprache~(vertieft) }
792    { 66111 } { Betriebssysteme~/~Datenbanksysteme~/~Rechnerarchitektur~(vertieft) }
793    { 66112 } { Automatentheorie~/~Komplexität~/~Algorithmen~(vertieft) }
794    { 66113 } { Rechnerarchitektur~/~Datenbanken~/~Betriebssysteme~(vertieft) }
795    { 66114 } { Datenbank~und~Betriebssysteme~(vertieft) }
796    { 66115 } { Theoretische~Informatik~/~Algorithmen~(vertieft) }
797    { 66116 } { Datenbanksysteme~/~Softwaretechnologie~(vertieft) }
798    { 66118 } { Fachdidaktik~(Gymnasium) }
799  }
800 {}
801 {
802   \msg_error:nn
803   { bschlangaul }
804   { Unbekannte~Einzelprüfungsnummer~„#1“ }
805 }
806}

807\cs_gset:Npn \fach:
808{
809  \tl_if_empty:NTF \g_einzelpruefungs_nr_tl {}
810  {
811    \fach_durch_nummer:n \g_einzelpruefungs_nr_tl
812  }
813}

„Einzelprüfungsnummer / Jahr / Jahreszeit“ mit Trennzeichen
814\cs_gset:Npn \einzelpruefungs_nr_jahr_jahreszeit: {
815  \g_einzelpruefungs_nr_tl
816
817  \trenner:
818
819  \g_jahr_tl
820
821  \trenner:
822
823  \gib_jahreszeit_durch_monat: \g_monat_tl
824}

Thema 1 / Teilaufgabe 2 / Aufgabe 3
825\cs_gset:Npn \thema_teil_aufgabe: {
826  \tl_if_empty:NTF \g_thema_nr_tl {} {
827    Thema ~ \g_thema_nr_tl \trenner:
828  }
829
830  \tl_if_empty:NTF \g_teilaufgabe_nr_tl {} {
831    Teilaufgabe ~ \g_teilaufgabe_nr_tl \trenner:
832  }
833
834  \tl_if_empty:NTF \g_aufgabe_nr_tl {} {
835    Aufgabe ~ \g_aufgabe_nr_tl
```

```
836 }
837 }
```

Gib den langen Titelpfad einer Aufgabe. Ist die Aufgabe keine Examensaufgabe, wird auch eine Titel zurückgegeben. Für die Kopfzeile gedacht.

```
838 \cs_new:Npn \aufgabenpfad_lang: {
839   \tl_if_empty:NTF \g_einzelpuefungs_nr_tl
840   {
841     \g_titel_tl
842   }
843   {
844     \einzelpuefungsnr_jahr_jahreszeit:
845     \trenner:
846     \thema_teil_aufgabe:
847   }
848 }

849 \cs_gset:Npn \_gib_examen_titel:
850 {
851   \bool_if:nTF
852   {
853     ! \tl_if_empty_p:N \g_einzelpuefungs_nr_tl &&
854     ! \tl_if_empty_p:N \g_jahr_tl &&
855     ! \tl_if_empty_p:N \g_monat_tl &&
856     ! \tl_if_empty_p:N \g_aufgabe_nr_tl
857   }
858   {
859     {
860       \footnotesize
861       \par
862       \noindent
863       Staatsexamen ~
864       \g_einzelpuefungs_nr_tl \trenner:
865       \g_jahr_tl \trenner:
866
867       \tl_case:Nn \g_monat_tl
868       {
869         { 03 } { Frühjahr }
870         { 09 } { Herbst }
871       } \trenner:
872
873       \tl_if_empty:NTF \g_thema_nr_tl {} {
874         Thema ~ Nr. ~ \g_thema_nr_tl \trenner:
875       }
876       \tl_if_empty:NTF \g_telaufgabe_nr_tl {} {
877         Teilaufgabe ~ Nr. ~ \g_telaufgabe_nr_tl \trenner:
878       }
879       \tl_if_empty:NTF \g_aufgabe_nr_tl {} {
880         Aufgabe ~ Nr. ~ \g_aufgabe_nr_tl
881       }
882       \par
883       \bigskip
884     }
885   }
886 }

887 \cs_new:Npn \_gib_github_url: {
888   \LehramtInformatikGithubDomain /
889   \LehramtInformatikGithubTexRepo /
890   blob /
891   \LehramtInformatikGitBranch /
892   \g_relativer_pfad_tl
893 }

894 \cs_new:Npn \_gib_github_url_href: {
895   \tl_if_empty:NTF \g_relativer_pfad_tl {} {
```

```

896     \url{ \_gib_github_url: }
897   }
898 }

899 \cs_new:Npn \_gib_aufgaben_titel: {
900   \g_titel_tl
901
902   \tl_if_empty:NTF \g_thematik_tl
903   {}
904   {
905     \, ~ [
906       \g_thematik_tl
907     ]
908   }
909 }

910 \cs_new:Npn \titel_seite:nn #1 #2
911 {
912   \pagestyle{empty}
913
914   \strut
915   \vspace{1cm}
916
917   \begin{center}
918     \bfseries
919     \Large
920     #1
921     \par
922   \end{center}
923
924   \vfill
925
926   \begin{center}
927     \large
928     #2
929     \par
930   \end{center}
931
932   \vfill
933
934   \begin{center}
935     \bGrafikLogo[width=8cm]
936     \par
937
938     \vspace{4cm}
939
940     {
941       \bfseries
942       \Large
943       \bMetaBschlangaulSammlung
944     }
945     \par
946
947     \medskip
948
949     {
950       \large
951       \bMetaHermineFriends
952     }
953     \par
954   \end{center}
955
956   \vspace{2cm}
957
958   \strut

```



```

959
960 \clearpage
961 }

962 \cs_new:Npn \keine_einrueckung: {
963   \par
964   \@afterindentfalse
965   \@afterheading
966 }

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

biblatex not working with lualatex and babel
969 % \RequirePackage{polyglossia}
970 % \setmainlanguage{german}
971

```

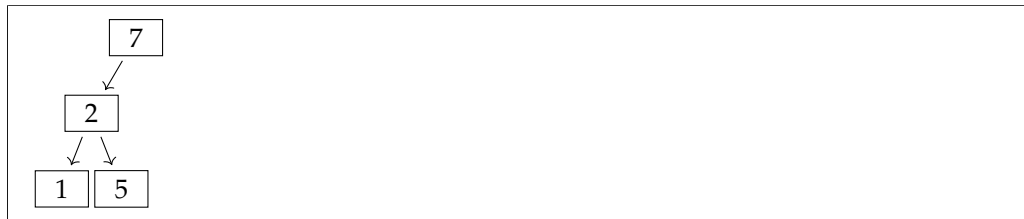
baum.sty

```
972 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
973 \ProvidesPackage{bschlangaul-baum}[2020/06/13 Zum Setzen von
974 Binär- und AVL-Bäumen. Hüll-Paket um TikZ and tikz-qtree.]
975 \RequirePackage{tikz}
    für b binaer baum
976 \RequirePackage{tikz-qtree}
    Für b baum
977 \usetikzlibrary{shapes.multipart}
```

Binärbaum

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

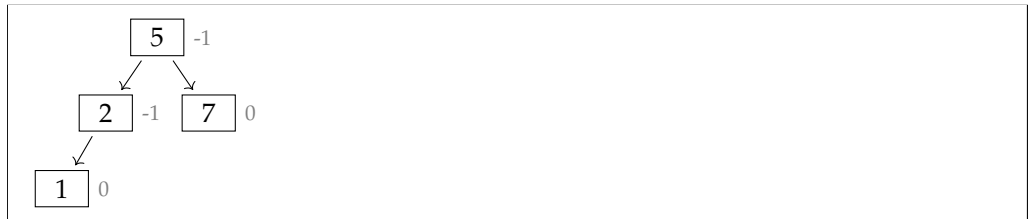
```
\begin{tikzpicture}[b binaer baum]
\Tree
[.7
  [.2
    [.1 ]
    [.5 ]
  ]
\edge[blank]; \node[blank]{};
]
\end{tikzpicture}
```



```
978\tikzset{
979  b binaer baum/.style={
980    shorten <=2pt,
981    shorten >=2pt,
982    ->,
983    every tree node/.style={
984      minimum width=2em,
985      draw,
986      rectangle
987    },
988    blank/.style={
989      draw=none
990    },
991    edge from parent/.style={
992      draw,
993      edge from parent path={(\tikzparentnode) -- (\tikzchildnode)}
994    },
995    level distance=1cm,
996    every label/.style={
997      gray,
998      font=\footnotesize,
999      label position=0,
1000      label distance=0cm,
1001    }
1002  },
1003 }
```

AVL-Baum

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

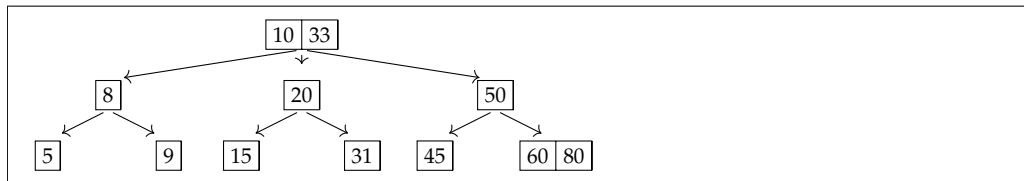


B-Baum

```

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

```



```

1004 \tikzset{
1005   b bbaum knoten/.style={
1006     rectangle split parts=10,
1007     rectangle split,
1008     rectangle split horizontal,
1009     rectangle split ignore empty parts,
1010     draw,
1011     fill=white
1012   },
1013   b bbaum/.style={
1014     every node/.style={
1015       b bbaum knoten
1016     },
1017     level 1/.style={
1018       level distance=12mm,
1019       sibling distance=25mm,
1020     },
1021     every child/.style={
1022       shorten <= 2pt,
1023       shorten >= 6pt,
1024       ->,
1025     },
1026     level 2/.style={
1027       level distance=9mm,
1028       sibling distance=15mm,
1029     },
1030   }
1031 }

```

`bBaum` `\begin{bBaum}{beschriftung}\end{bBaum}`: Zum Einbetten eines Baums.

```

1032 \NewDocumentEnvironment { bBaum }{ m +b }
1033 {
1034   {
1035     \small
1036     \noindent
1037     \textit{#1}:
1038   }
1039   \begin{center}
1040     #2
1041     \medskip
1042     \end{center}
1043 } {}

1044

```

checkbox.sty

```
1045 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1046 \ProvidesPackage{bschlangaul-checkbox}[2020/12/14 Zum Setzen von
1047 Multiple-Choice-Fragen. Simulation von Kästchen zum ankreuzen]
1048 \RequirePackage{amssymb}

\bRichtig Angekreuztes Kästchen (nur innerhalb der itemize-Umgebung zu verwenden.
1049 \def\bRichtig{\item[$\boxtimes$]}

\bFalsch Nicht angekreuztes Kästchen (nur innerhalb der itemize-Umgebung zu verwenden.
1050 \def\bFalsch{\item[$\square$]}

1051
```

chomsky-normalform.sty

```
1052 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1053 \ProvidesPackage{bschlangaul-chomsky-normalform}[2021/03/26
1054 Hilfsmakros zum Setzen des Algorithmus zum Erreichen der Chomsky-Normalform]

1055 \ExplSyntaxOn

1056 \bLadePakete{typographie}
```

Faulenzer

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

TeX-Markup-Grundgerüst

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

Konkretes TeX-Markup-Beispiel

```
\begin{enumerate}
\item \schrittE{1}

\begin{bProduktionsRegeln}
S -> d S e | a | U c T | S b U,
T -> d S e | a,
U -> d S e | a | U c T,
\end{bProduktionsRegeln}

\item \schrittE{2}

\begin{bProduktionsRegeln}
S -> D S E | a | U C T | S B U,
T -> D S E | a,
U -> D S E | a | U C T,
B -> b,
C -> c,
D -> d,
E -> e,
\end{bProduktionsRegeln}

\item \schrittE{3}

\begin{bProduktionsRegeln}
S -> D S E | a | U C T | S B U,
T -> D S E | a,
U -> D S E | a | U C T,
B -> b,
C -> c,
D -> d,
E -> e,
\end{bProduktionsRegeln}

\item \schrittE{4}
% S -> S S.1 | T2 S.2 | a | U S.3
% T -> T2 S.2 | a
% U -> T2 S.2 | a | U S.3
% T1 -> b
% T2 -> d
% T3 -> e
% T4 -> c
% S.1 -> T1 U
% S.2 -> S T3
```



```

% S.3 -> T4 T

\begin{bProduktionsRegeln}
S -> D S_E | a | U C_T | S B_U, % S -> S S.1 | T2 S.2 | a | U S.3
T -> D S_E | a, % T -> T2 S.2 | a
U -> D S_E | a | U C_T, % U -> T2 S.2 | a | U S.3
B -> b, % T1 -> b
C -> c, % T4 -> c
D -> d, % T2 -> d
E -> e, % T3 -> e
S_E -> S E, % S.2 -> S T3
C_T -> C T, % S.3 -> T4 T
B_U -> B U, % S.1 -> T1 U
\end{bProduktionsRegeln}
\end{enumerate}

```

\bChomskyUeberschrift Makro-Faulenzer: \let\schritt=\liChomskyUeberschrift

```

1057 \def\bChomskyUeberschrift#1{
1058   {
1059     \bfseries
1060     \rmfamily
1061     \str_case:nn {#1} {
1062       {1} {Elimination~der~$\varepsilon$-Regeln}
1063       {2} {Elimination~von~Kettenregeln}
1064       {3} {Separation~von~Terminalzeichen}
1065       {4} {Elimination~von~mehrelementigen~Nonterminalketten}
1066     }
1067   }
1068 }

```

\bChomskyErklaerung Makro-Faulenzer: \let\erklaerung=\liChomskyErklaerung
Hoffmann Seite 180

```

1069 \def\li@chomsky@erklaerung@texte#1{
1070   \str_case:nn {#1} {
1071     %
1072     {1} {
1073       Alle~Regeln~der~Form~$A\rightarrow\varepsilon$~werden~eliminiert.~
1074       Die~Ersetzung~von~$A$~wird~durch~$\varepsilon$~in~allen~anderen~
1075       Regeln~vorweggenommen.
1076     }
1077     {2} {
1078       Jede~Produktion~der~Form~$A\rightarrow B$~mit~$A, B$~in~$S$~wird~
1079       als~Kettenregel~bezeichnet.~Diese~tragen~nicht~zur~Produktion~
1080       von~Terminalzeichen~bei~und~lassen~sich~ebenfalls~eliminieren.
1081     }
1082     {3} {
1083       Jedes~Terminalzeichen~$\sigma$,~das~in~Kombination~mit~anderen~
1084       Symbolen~auftaucht,~wird~durch~ein~neues~Nonterminal~
1085       $S\sb{\sigma}$~ersetzt~und~die~Menge~der~Produktionen~durch~die~
1086       Regel~$S\sb{\sigma}\rightarrow\varepsilon$~ergänzt.
1087     }
1088     {4} {
1089       Alle~Produktionen~der~Form~
1090       $A\rightarrow B\sb{1}B\sb{2}\dots B\sb{n}$~
1091       werden~in~die~Produktionen~
1092       $A\rightarrow$
1093       $A\sb{n-1}B\sb{n}, A\sb{n-1}\rightarrow$
1094       $A\sb{n-2}B\sb{n-1}, \dots, $
1095       $A\sb{2}\rightarrow B\sb{1}B\sb{2}$~zerteilt.~
1096       Nach~der~Ersetzung~sind~alle~längeren~Nonterminalketten~
1097       vollständig~heruntergebrochen~und~die~Chomsky-Normalform~erreicht.
1098     }

```

```

1099 }
1100 }
1101 \def\bChomskyErklaerung#1{
1102   {
1103     \itshape
1104     \footnotesize
1105     \bParagraphMitLinien{\li@chomsky@erklaerung@texte{#1}}
1106   }
1107 }

```

\bChomskyUeberErklaerung **Makro-Faulenzer:** \let\schritteE=\liChomskyUeberErklaerung

```

1108 \def\bChomskyUeberErklaerung#1{
1109   \bChomskyUeberschrift{#1}\par
1110   \bChomskyErklaerung{#1}
1111 }

1112 \ExplSyntaxOff
1113

```

cpm.sty

```

1114 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1115 \ProvidesPackage{bschlangaul-cpm}[2020/09/03]
1116 \RequirePackage{tikz}
1117 \bLadePakete{mathe,typographie}

```

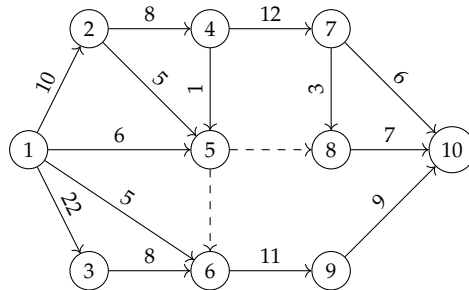
Faulenzer

```

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

```

TeX-Markup-Beispiel: Graph



```

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

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

\bCpmVorgang[schein]{5}{6}{}
\bCpmVorgang[schein]{5}{8}{}
\end{tikzpicture}

```

TeX-Markup-Beispiel: Ergebnistabelle

```

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

```

TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Frühester Zeitpunkt“

```

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

```

```

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

```

TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Spätester Zeitpunkt“

```

\bCpmSpaetErklaerung
% Absteigend nach i sortieren
\begin{tabular}{|l|l|r|}
\hline
i & Nebenrechnung & \SZ \\ \\hline
8   & siehe \FZ[8]   & 30 \\
7   &                & 24 \\
6   &                & 26 \\
5   &                & 19 \\
4   &                & 9  \\
3   &  $\min(18_6, 23_7)$  & 18 \\
2   &                & 5  \\
1   &  $\min(0_2, 0_3, 2_4)$  & 0  \\ \\hline
\end{tabular}

```

```

\bCpmEreignis liCpmEreignis\{(.*)\}\{((.*),(.*))\} -> liCpmEreignis{$1}{$2}{$3}

```

```

1118 \ExplSyntaxOn
1119 \NewDocumentCommand { \bCpmEreignis } { 0 } m m m } {
1120   \tl_set:Nn \l_name_tl {}
1121
1122   \keys_define:nn { cpmEreignis } {
1123     name .code:n = {\tl_set:Nn \l_name_tl {##1}},
1124   }
1125
1126   \keys_set:nn { cpmEreignis } { #1 }
1127
1128   \tl_if_empty:NT \l_name_tl {
1129     \tl_set:Nn \l_name_tl {#2}
1130   }
1131
1132   \node[circle,draw] (\l_name_tl) at (#3,#4) {#2};
1133 }
1134 \ExplSyntaxOff

```

```

\bCpmVorgang liCpmVORGANG\{((.*)>(.*))\}\{(.*)\}

```

```

1135 \ExplSyntaxOn
1136 \NewDocumentCommand { \bCpmVorgang } { 0 } m m m } {
1137   \tl_set:Nn \l_schein_tl {}
1138   \tl_set:Nn \l_kritisch_tl {}
1139
1140   \keys_define:nn { cpmVorgang } {
1141     schein .code:n = {\tl_set:Nn \l_schein_tl {dashed}},
1142     kritisch .code:n = {\tl_set:Nn \l_kritisch_tl {very~thick}},
1143   }
1144
1145   \keys_set:nn { cpmVorgang } { #1 }
1146
1147   \path[->,\l_schein_tl,\l_kritisch_tl] (#2) edge node[auto,sloped] {#4} (#3);
1148 }
1149 \ExplSyntaxOff

```

Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle

```

\begin{tabular}{|1|1|1|1|1|1|1|1|1|1|}
\hline
i & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 & 8 & \\
\hline
FZ & 0 & 5 & 18 & 7 & 19 & 26 & 22 & 30 & \\
\hline
SZ & 0 & 5 & 18 & 9 & 19 & 26 & 24 & 30 & \\
\hline
GP & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 2 & 0 & \\
\hline
\end{tabular}

\bCpmVonZu Makro-Faulenzer: \let\vz=\liCpmVonZu
\begin{array}{l}
\text{\bCpmVonZu\{1\}(2-3): } 1_{(2\rightarrow 3)} \\
1150 \text{\def\bCpmVonZuOhneMathe\#1(\#2-\#3)\{ \#1_{\scriptscriptstyle(\#2\rightarrow\#3)} \}} \\
1151 \text{\def\bCpmVonZu\#1(\#2-\#3)\{ \%} \\
1152 \quad \text{\ifmmode \%} \\
1153 \quad \quad \text{\bCpmVonZuOhneMathe\{ \#1 \}(\#2-\#3)\%} \\
1154 \quad \text{\else \%} \\
1155 \quad \quad \$\bCpmVonZuOhneMathe\{ \#1 \}(\#2-\#3)\$ \%} \\
1156 \quad \text{\fi \%} \\
1157 \text{\}}
\end{array}

\bCpmVon Makro-Faulenzer: \let\v=\liCpmVon
\begin{array}{l}
\text{\bCpmVon\{1\}(2): } 1_{(\rightarrow 2)} \\
1158 \text{\def\bCpmVonOhneMathe\#1(\#2)\{ \#1_{\scriptscriptstyle(\rightarrow\#2)} \}} \\
1159 \text{\def\bCpmVon\#1(\#2)\{ \%} \\
1160 \quad \text{\ifmmode \%} \\
1161 \quad \quad \text{\bCpmVonOhneMathe\{ \#1 \}(\#2)\%} \\
1162 \quad \text{\else \%} \\
1163 \quad \quad \$\bCpmVonOhneMathe\{ \#1 \}(\#2)\$ \%} \\
1164 \quad \text{\fi \%} \\
1165 \text{\}}
\end{array}

\bCpmZu Makro-Faulenzer: \let\z=\liCpmZu
\begin{array}{l}
\text{\bCpmZu\{1\}(2): } 1_{(\leftarrow 2)} \\
1166 \text{\def\bCpmZuOhneMathe\#1(\#2)\{ \#1_{\scriptscriptstyle(\leftarrow\#2)} \}} \\
1167 \text{\def\bCpmZu\#1(\#2)\{ \%} \\
1168 \quad \text{\ifmmode \%} \\
1169 \quad \quad \text{\bCpmZuOhneMathe\{ \#1 \}(\#2)\%} \\
1170 \quad \text{\else \%} \\
1171 \quad \quad \$\bCpmZuOhneMathe\{ \#1 \}(\#2)\$ \%} \\
1172 \quad \text{\fi \%} \\
1173 \text{\}}
\end{array}

1174 \ExplSyntaxOn

\bCpmSpaetI Spätester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann
Makro-Faulenzer: \let\SZ=\liCpmSpaetI
\begin{array}{l}
1175 \text{\NewDocumentCommand{ \bCpmSpaetI } { 0{ i } } { } { } \\
1176 \quad \text{\ifmmode} \\
1177 \quad \quad \text{SZ\sb\{ \#1 \}} \\
1178 \quad \text{\else} \\
1179 \quad \quad \$\text{SZ\sb\{ \#1 \}}\$ \\
1180 \quad \text{\fi} \\
1181 \text{\}}
\end{array}

\bCpmFruehI Frühester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann.
Makro-Faulenzer: \let\FZ=\liCpmFruehI
\begin{array}{l}
1182 \text{\NewDocumentCommand{ \bCpmFruehI } { 0{ i } } { } { } \\
1183 \quad \text{\ifmmode} \\
1184 \quad \quad \text{FZ\sb\{ \#1 \}} \\
1185 \quad \text{\else} \\
1186 \quad \quad \$\text{FZ\sb\{ \#1 \}}\$
\end{array}

```

```

1187 \fi
1188 }

```

\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. —

```

1189 \def\bCpmFruehErklaerung{
1190   \bParagraphMitLinien{
1191     Wir~führen~eine~Vorwärtsterminierung~durch~
1192     und~addieren~die~Dauern.~
1193
1194     Kann~ein~Ereignis~über~mehrere~Vorgänge~erreicht~
1195     werden,~wählen~wir~das~Maximum~aus.~
1196
1197     \textbf{Erläuterungen:}~
1198
1199      $i$ :~
1200     Ereignis~ $i$ ;~\,
1201
1202     \bCpmFruehI{}:~
1203     Frühester~Zeitpunkt,~zu~dem~Ereignis~ $i$ ~eintreten~kann
1204     .
1205   }
1206 }

```

\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. —

```

1207 \def\bCpmSpaetErklaerung{
1208   \bParagraphMitLinien{
1209     Wir~führen~eine~Rückwärtsterminierung~durch~
1210     und~subtrahieren~die~Dauern~vom~letzten~Ereignis~aus.~
1211
1212     Kann~ein~Ereignis~über~mehrere~Vorgänge~erreicht~
1213     werden,~wählen~wir~das~Minimum~aus.~
1214
1215     \textbf{Erläuterungen:}~
1216
1217      $i$ :~
1218     Ereignis~ $i$ ;~\,
1219
1220     \bCpmSpaetI{}:~
1221     Spätester~Zeitpunkt,~zu~dem~Ereignis~ $i$ ~eintreten~kann
1222     .
1223   }
1224 }

```

```

1225 \ExplSyntaxOff

```

```

1226

```

cyk-algorithmus.sty

```
1227 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1228 \ProvidesPackage{bschlangaul-cyk-algorithmus}[2021/06/18 Hilfsmakros
1229 zum Setzen des CYK-Algorithmus]
```

Faulenzer

```
\let\l=\bKurzeTabellenLinie
```

TeX-Markup-Beispiel

```
\begin{tabular}{|c|c|c|c|c|c|}
a      & c      & b      & c      & a      & b \\\hline\hline

$R_a$ & $R_c$ & $R_b$ & $R_c$ & $R_a$ & $R_b$ \l6
B      & A      & A      & B      & C \l5
S      & -      & S      & S \l4
-      & -      & - \l3
-      & - \l2
S \l1
\end{tabular}
\bWortInSprache{acbcab}
```

```
\bKurzeTabellenLinie Makro-Faulenzer: \let\l=\liKurzeTabellenLinie
```

```
1230 \def\bKurzeTabellenLinie#1{\\cline{1-#1}}
```

```
\bWortInSprache \bWortInSprache{abc}:  $\Rightarrow abc \in L(G)$ 
```

```
\bWortInSprache{abc}[L(Z)]:  $\Rightarrow abc \in L(Z)$ 
```

```
1231 \NewDocumentCommand{ \bWortInSprache } { m O{L(G)} } {
1232   \bigskip
1233   \noindent
1234    $\Rightarrow$  #1 \in #2$
1235 }
```

```
\bWortNichtInSprache \bWortNichtInSprache{abc}:  $\Rightarrow abc \notin L(G)$ 
```

```
\bWortNichtInSprache{abc}[L(Z)]:  $\Rightarrow abc \notin L(Z)$ 
```

```
1236 \NewDocumentCommand{ \bWortNichtInSprache } { m O{L(G)} } {
1237   \bigskip
1238   \noindent
1239    $\Rightarrow$  #1 \notin #2$
1240 }
```

```
1241
```

entwurfsmuster.sty

```
1242 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1243 \ProvidesPackage{bschlangaul-entwurfsmuster}[2021/05/06
1244 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 \bEntwurfsEinzelstueckBeschreibung
- (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

```
1245 \RequirePackage{bschlangaul-uml}
```

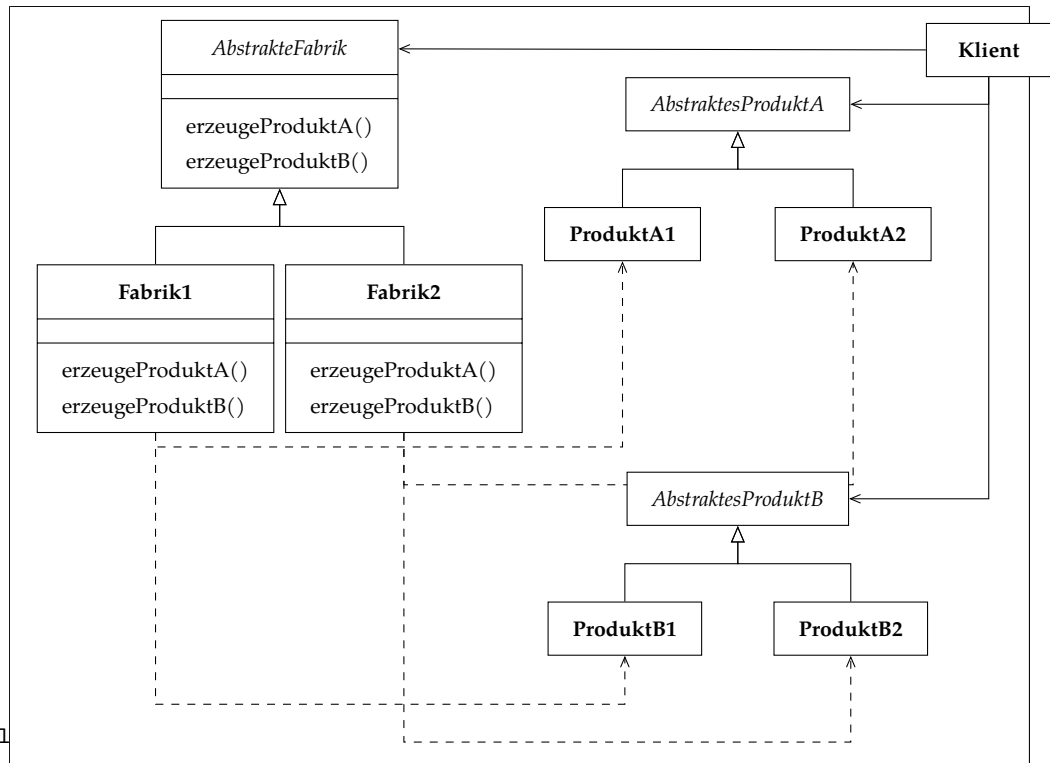
\li@EntwurfsCodeAllgemein Allgemeine Code-Beispiele zu den UML-Diagrammen und Stellvertretern

```
1246 \RequirePackage{bschlangaul-syntax}
1247 \def\li@EntwurfsCode#1#2{
1248   \bJavaDatei{entwurfsmuster/#1/allgemein/#2}
1249 }
```

Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)

sAbstrakteFabrikBeschreibung

```
1250 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung{
1251   Es wird eine Schnittstelle bereitgestellt, um \emph{Familien
1252   verbundener oder abhängiger Objekte} zu erstellen, ohne die konkreten
1253   Klassen zu spezifizieren.\footcite[Seite 25]{eilebrecht}
1254 }
```

\bEntwurfsAbstrakteFabrikUml

```

1255 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrikUml{
1256   \begin{tikzpicture}
1257     \umlclass[type=abstract]{AbstrakteFabrik}{-}{
1258       erzeugeProduktA()\
1259       erzeugeProduktB()\
1260     }
1261     \umlclass[below left=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik1}{-}{
1262       erzeugeProduktA()\
1263       erzeugeProduktB()\
1264     }
1265     \umlclass[below right=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik2}{-}{
1266       erzeugeProduktA()\
1267       erzeugeProduktB()\
1268     }
1269     \umlVHVinherit{Fabrik1}{AbstrakteFabrik}
1270     \umlVHVinherit{Fabrik2}{AbstrakteFabrik}
1271
1272     \umlsimpleclass[right=3cm of AbstrakteFabrik,type=abstract]{AbstraktesProduktA}
1273     \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA1}
1274     \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA2}
1275     \umlVHVinherit{ProduktA1}{AbstraktesProduktA}
1276     \umlVHVinherit{ProduktA2}{AbstraktesProduktA}
1277
1278     \umlsimpleclass[above right=0cm and 1cm of AbstraktesProduktA]{Klient}
1279
1280     \umlsimpleclass[below=4.5cm of AbstraktesProduktA,type=abstract]{AbstraktesProduktB}
1281     \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB1}
1282     \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB2}
1283     \umlVHVinherit{ProduktB1}{AbstraktesProduktB}
1284     \umlVHVinherit{ProduktB2}{AbstraktesProduktB}
1285
1286     \umlVHVdep[arm1=-1.3cm,arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktA1}
1287     \umlVHVdep[arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktB1}
1288
1289     \umlVHVdep[arm1=-1.8cm,arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktA2}
1290     \umlVHVdep[arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktB2}
1291

```

```

1292 \umluniassoc[anchor2=25]{Klient}{AbstrakteFabrik}
1293 \umlVHuniassoc[arm1=-1cm]{Klient}{AbstraktesProduktA}
1294 \umlVHuniassoc{Klient}{AbstraktesProduktB}
1295 \end{tikzpicture}
1296 }

```

bEntwurfsAbstrakteFabrikCode

```

1297 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrikCode{
1298 \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Produkte}
1299 \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{AbstrakteFabrik}
1300 \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Klient}
1301 }

```

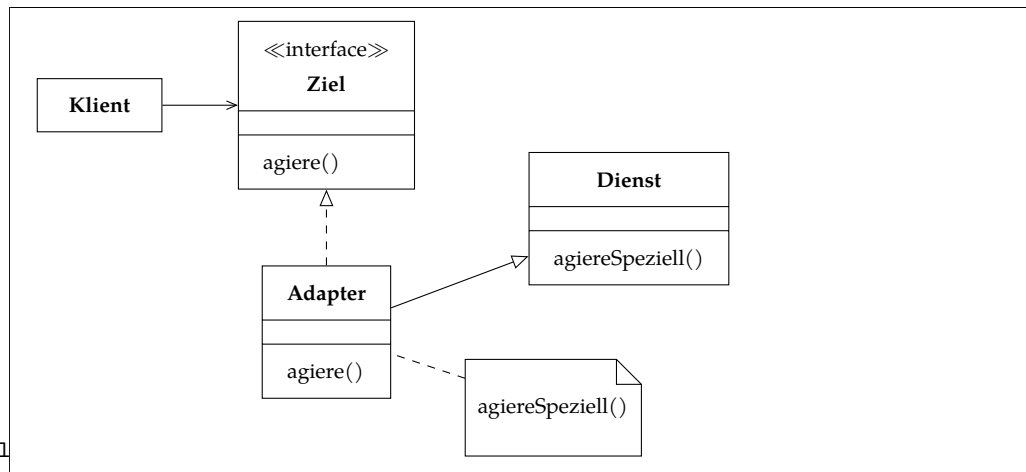
\bEntwurfsAbstrakteFabrik

```

1302 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrik{
1303 \bEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung
1304
1305 \bEntwurfsAbstrakteFabrikUml
1306
1307 \bEntwurfsAbstrakteFabrikCode
1308 }

```

Adapter



\bEntwurfsAdapterUml

```

1309 \def\bEntwurfsAdapterUml{
1310 \begin{tikzpicture}
1311 \umlsimpleclass[x=1,y=3]{Klient}{}{}
1312 \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Ziel}{}{agiere()}
1313 \umlclass[x=4,y=0]{Adapter}{}{agiere()}
1314 \umlclass[x=8,y=1.5]{Dienst}{}{agiereSpeziell()}
1315
1316 \umlreal{Adapter}{Ziel}
1317 \umluniassoc{Klient}{Ziel}
1318 \umlinherit{Adapter}{Dienst}
1319
1320 \umlnote[x=7,y=-1,width=2cm]{Adapter}{agiereSpeziell()}
1321 \end{tikzpicture}
1322 \footcite[so ähnlich wie GoF]{wiki:adapter}
1323 }

```

\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.

```

1324 \def\bEntwurfsAdapterAkteure{
1325   \begin{description}
1326
1327     \item[Ziel (Target)]
1328
1329     Das Ziel definiert die Schnittstelle, die der Klient nutzen kann.
1330
1331     \item[Klient (Client)]
1332
1333     Der Klient nutzt Dienste über inkompatible Schnittstellen und greift
1334     dabei auf adaptierte Schnittstellen zurück.
1335
1336     \item[Dienst (Adaptee)]
1337
1338     Der Dienst bietet wiederzuverwendende Dienstleistungen mit fest
1339     definierter Schnittstelle an.
1340
1341     \item[Adapter]
1342
1343     Der Adapter adaptiert die Schnittstelle des Dienstes auf die
1344     Schnittstelle zum Klienten.\footcite{wiki:adapter}
1345
1346   \end{description}
1347 }
```

\bEntwurfsAdapterCode

```

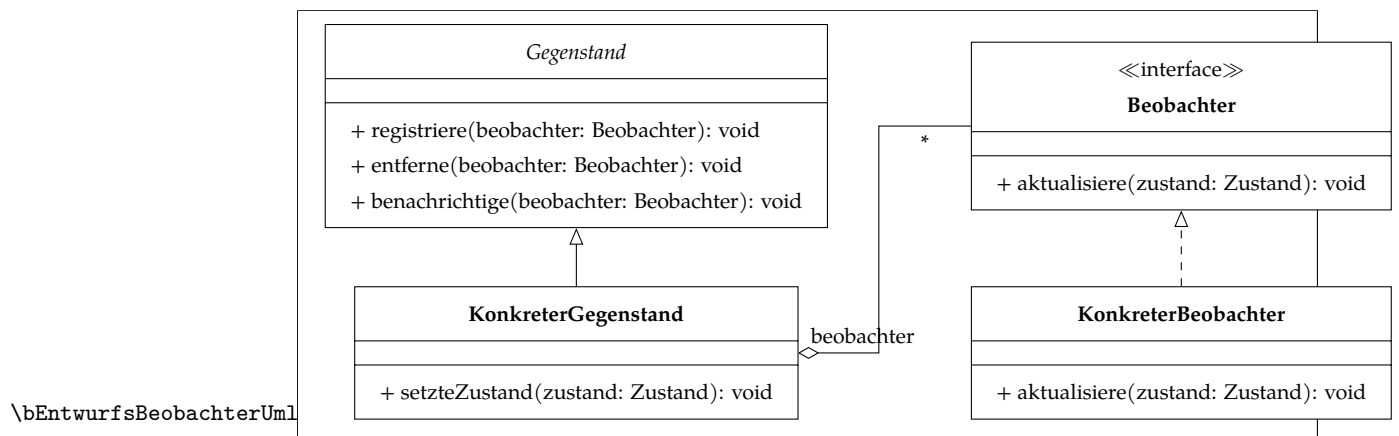
1348 \def\bEntwurfsAdapterCode{
1349   \li@EntwurfsCode{adapter}{Dienst}
1350   \li@EntwurfsCode{adapter}{Ziel}
1351   \li@EntwurfsCode{adapter}{Adapter}
1352   \li@EntwurfsCode{adapter}{Klient}
1353 }
```

\bEntwurfsAdapter

```

1354 \def\bEntwurfsAdapter{
1355   \bEntwurfsAdapterUml
1356   \bEntwurfsAdapterAkteure
1357   \bEntwurfsAdapterCode
1358 }
```

Beobachter (Observer)



```

1359 \def\bEntwurfsBeobachterUml{
```

```

1360 \begin{tikzpicture}
1361   \umlclass[x=0,y=0,type=abstract]{Gegenstand}{-}{-}{
1362     + registriere(beobachter: Beobachter): void\\
1363     + entferne(beobachter: Beobachter): void\\
1364     + benachrichtige(beobachter: Beobachter): void\\
1365   }
1366   \umlclass[x=0,y=-3]{KonkreterGegenstand}{-}{-}{
1367     + setzeZustand(zustand: Zustand): void
1368   }
1369   \umlinherit{KonkreterGegenstand}{Gegenstand}
1370
1371   \umlclass[x=8,y=0,type=interface]{Beobachter}{-}{-}{
1372     + aktualisiere(zustand: Zustand): void
1373   }
1374   \umlclass[x=8,y=-3]{KonkreterBeobachter}{-}{-}{
1375     + aktualisiere(zustand: Zustand): void
1376   }
1377   \umlreal{KonkreterBeobachter}{Beobachter}
1378
1379   \umlHVHaggreg[arg1=beobachter,pos1=0.8,mult2=*,pos2=2.5]
1380   {KonkreterGegenstand}{Beobachter}
1381 \end{tikzpicture}
1382 }

```

\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.

```

1383 \def\bEntwurfsBeobachterAkteure{
1384   \begin{description}
1385     \item[Gegenstand / Subjekt (Subject / Observable)]
1386
1387     Ein Subjekt (beobachtbares Objekt, auf Englisch publisher, also
1388     „Veröffentlicher“, genannt) hat eine Liste von Beobachtern, ohne
1389     deren konkrete Typen zu kennen. Es bietet eine Schnittstelle zur An-
1390     und Abmeldung von Beobachtern und eine Schnittstelle zur
1391     Benachrichtigung von Beobachtern über Änderungen an.\footcite[Seite
1392     251]{gof}
1393
1394     \item[Beobachter (Observer)]
1395
1396     Die Beobachter (auf Englisch auch subscriber, also „Abonnent“,
1397     genannt) definieren eine Aktualisierungsschnittstelle.
1398
1399     \item[konkreter/s Gegenstand / Subjekt (ConcreteSubject / ConcreteObservable)]
1400

```

```

1401 Ein konkretes Subjekt (konkretes, beobachtbares Objekt) speichert
1402 den relevanten Zustand und benachrichtigt alle Beobachter bei
1403 Zustandsänderungen über deren Aktualisierungsschnittstelle. Es
1404 verfügt über eine Schnittstelle zur Erfragung des aktuellen
1405 Zustands.
1406
1407 \item[Konkrete Beobachter (ConcreteObserver)]
1408
1409 Konkrete Beobachter verwalten die Referenz auf ein konkretes
1410 Subjekt, dessen Zustand sie beobachten und speichern und dessen
1411 Zustand konsistent ist. Sie implementieren eine
1412 Aktualisierungsschnittstelle unter Verwendung der
1413 Abfrageschnittstelle des konkreten Subjekts.
1414 \footcite{wiki:beobachter}
1415 \end{description}
1416 }

```

\bEntwurfsBeobachterCode

```

1417 \def\bEntwurfsBeobachterCode{
1418   \li@EntwurfsCode{beobachter}{Gegenstand}
1419   \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterGegenstand}
1420   \li@EntwurfsCode{beobachter}{Beobachter}
1421   \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterA}
1422   \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterB}
1423   \li@EntwurfsCode{beobachter}{Klient}
1424 }

```

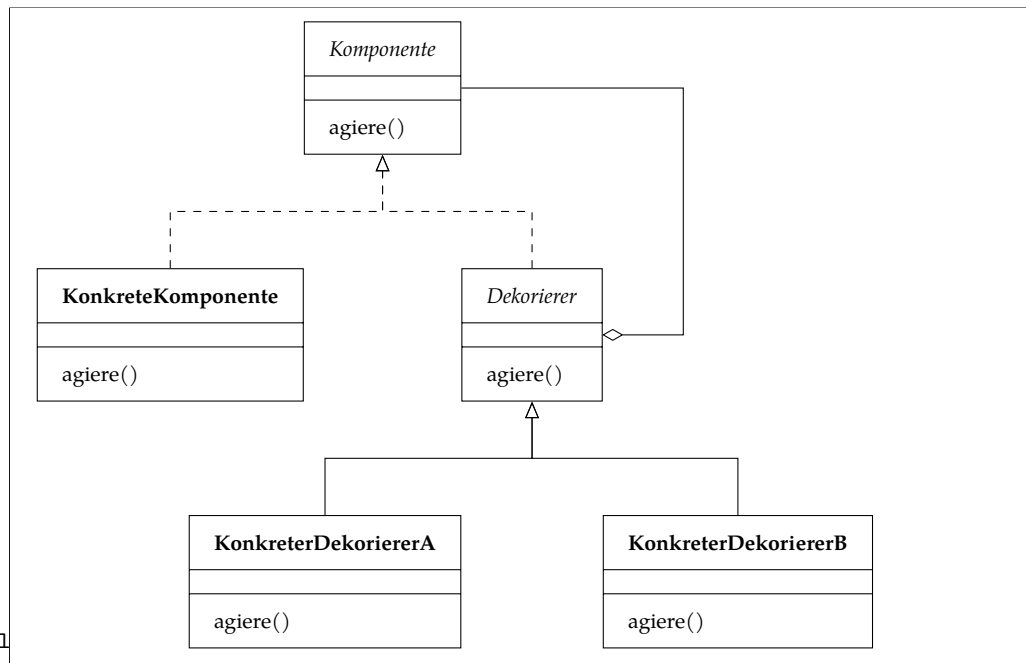
\bEntwurfsBeobachter

```

1425 \def\bEntwurfsBeobachter{
1426   \bEntwurfsBeobachterUml
1427   \bEntwurfsBeobachterAkteure
1428   \bEntwurfsBeobachterCode
1429 }

```

Dekorierer (Decorator)



\bEntwurfsDekoriererUml

```

1430 \def\bEntwurfsDekoriererUml{
1431   \begin{tikzpicture}
1432     \umlclass[type=abstract]{Komponente}{{}{agiere()}}
1433     \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Komponente]{KonkreteKomponente}{{}{agiere()}}

```

```

1434 \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Komponente,type=abstract]{Dekorierer}{-}{agiere()}
1435
1436 \umlVHVreal{KonkreteKomponente}{Komponente}
1437 \umlVHVreal{Dekorierer}{Komponente}
1438
1439 \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererA}{-}{agiere()}
1440 \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererB}{-}{agiere()}
1441
1442 \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererA}{Dekorierer}
1443 \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererB}{Dekorierer}
1444
1445 \umlHVHaggreg[arm1=2cm]{Dekorierer}{Komponente}
1446 \footcite{wiki:dekorierer}
1447 \end{tikzpicture}
1448 }

```

\bEntwurfsDekoriererCode

```

1449 \def\bEntwurfsDekoriererCode{
1450 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Komponente}
1451 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreteKomponente}
1452 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Dekorierer}
1453 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererA}
1454 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererB}
1455 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Klient}
1456 }

```

\bEntwurfsDekorierer

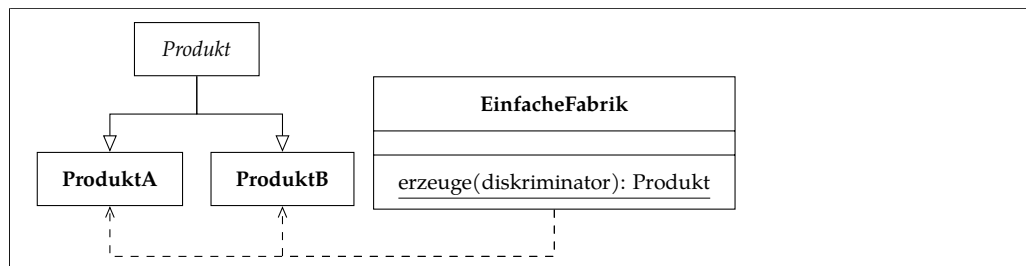
```

1457 \def\bEntwurfsDekorierer{
1458 \bEntwurfsDekoriererUml
1459 \bEntwurfsDekoriererAkteure
1460 \bEntwurfsDekoriererCode
1461 }

```

Einfache Fabrik (Simple Factory)

\bEntwurfsEinfacheFabrikUml Quelle: <https://refactoring.guru/design-patterns/factory-comparison>



```

1462 \def\bEntwurfsEinfacheFabrikUml{
1463 \begin{tikzpicture}
1464 \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
1465 \umlsimpleclass[below left=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktA}
1466 \umlsimpleclass[below right=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktB}
1467 \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktA}
1468 \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktB}
1469 \umlclass[below right=0cm and 1.5cm of Produkt]{EinfacheFabrik}{
1470 }{
1471 \umlstatic{erzeuge(diskriminator): Produkt}\\
1472 }
1473 \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktA}
1474 \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktB}
1475 \end{tikzpicture}
1476 }

```

\bEntwurfsEinfacheFabrikAkteure Quelle: frei überstetzt aus GoF

EinfacheFabrik Eine Klasse mit einer Erzeugungsmethode, die über eine größere Bedingung verschiedene Objekt instanziert.

Produkt Eine abstrakte Klasse, die von den konkreten Produkten geerbt wird.

KonkretesProdukt Ein konkretes Produkt, das von der einfachen Fabrik erzeugt wird.

```

1477 \def\bEntwurfsEinfacheFabrikAkteure{
1478   \begin{description}
1479     \item[EinfacheFabrik]
1480
1481     Eine Klasse mit einer Erzeugungsmethode, die über eine größere
1482     Bedingung verschiedene Objekt instanziert.
1483
1484     \item[Produkt]
1485
1486     Eine abstrakte Klasse, die von den konkreten Produkten geerbt wird.
1487
1488     \item[KonkretesProdukt]
1489
1490     Ein konkretes Produkt, das von der einfachen Fabrik erzeugt wird.
1491   \end{description}
1492 }
```

\bEntwurfsEinfacheFabrik

```

1493 \def\bEntwurfsEinfacheFabrik{
1494   \bEntwurfsEinfacheFabrikUml
1495   \bEntwurfsEinfacheFabrikAkteure
1496 }
```

Einzelstück (Singleton)

urfsEinzelstueckBeschreibung

```

1497 \def\bEntwurfsEinzelstueckBeschreibung{
1498   Stellt sicher, dass nur \emph{genau eine Instanz einer Klasse} erzeugt
1499   wird.\footcite[Seite 38]{eilebrecht}
1500 }
1501
```

\bEntwurfsEinzelstueckUml Quelle nach der deutschen Wikipedia

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

```

1502 \def\bEntwurfsEinzelstueckUml{
1503   \begin{tikzpicture}
1504     \umlclass{Einzelstück}{
1505       \umlstatic{- instanz: Einzelstück}\\
1506     }{
1507       - Einzelstück()\\
1508       + gibInstanz(): Einzelstück
1509     }
1510   \end{tikzpicture}
1511 }
```

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.

```

1512 \def\bEntwurfsEinzelstueckAkteure{
1513   \begin{description}
1514     \item[Einzelstück (Singleton)]
1515
1516     stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten
1517     nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.
1518   \end{description}
1519 }

```

\bEntwurfsEinzelstueckCode

```

1520 \def\bEntwurfsEinzelstueckCode{
1521   \li@EntwurfsCode{einzelstueck}{Einzelstueck}
1522 }

```

\bEntwurfsEinzelstueck

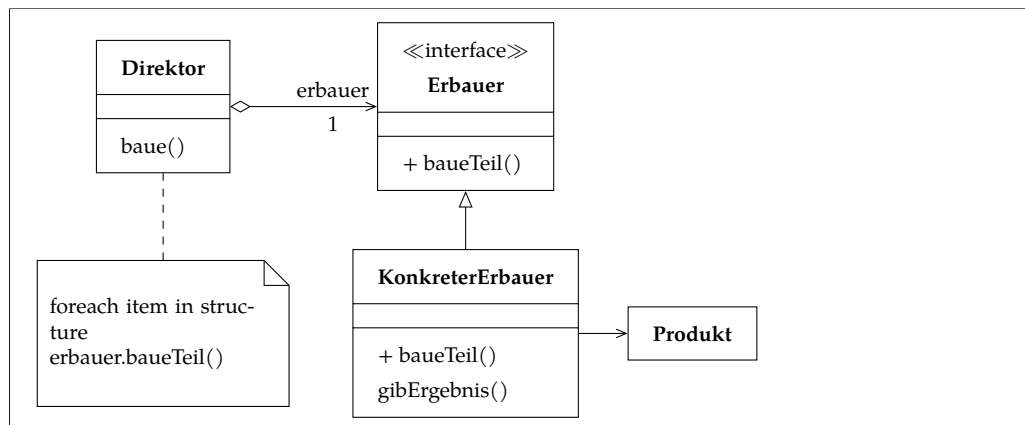
```

1523 \def\bEntwurfsEinzelstueck{
1524   \bEntwurfsEinzelstueckBeschreibung
1525
1526   \bEntwurfsEinzelstueckUml
1527
1528   \bEntwurfsEinzelstueckAkteure
1529
1530   \bEntwurfsEinzelstueckCode
1531 }

```

Erbauer (Builder)

\bEntwurfsErbauerUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

1532 \def\bEntwurfsErbauerUml{
1533   \begin{tikzpicture}
1534     \umlsimpleclass[x=7,y=0]{Produkt}{}{}
1535     \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Erbauer}{}{+ baueTeil()}
1536     \umlclass[x=4,y=0]{KonkreterErbauer}{}{
1537       + baueTeil()\n
1538       gibErgebnis()}
1539     \umlclass[x=0,y=3]{Direktor}{}{baue()}
1540
1541     \umluniagg[arg2=erbauer,pos2=0.7,mult2=1]{Direktor}{Erbauer}
1542     \umluniassoc{KonkreterErbauer}{Produkt}
1543     \umlinherit{KonkreterErbauer}{Erbauer}
1544
1545     \umlnote[x=0,y=0,width=3cm]{Direktor}{
1546       foreach item in structure\n
1547       erbauer.baueTeil()
1548     }
1549   \end{tikzpicture}
1550 }

```



```

1548 }
1549 \end{tikzpicture}
1550 \footcite{wiki:erbauer}
1551 }

```

\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.

```

1552 \def\bEntwurfsErbauerAkteure{
1553   \begin{description}
1554     \item[Erbauer]
1555
1556     Der Erbauer spezifiziert eine abstrakte Schnittstelle zur Erzeugung der
1557     Teile eines komplexen Objektes.
1558
1559     \item[KonkreterErbauer]
1560
1561     Der konkrete Erbauer erzeugt die Teile des komplexen Objekts durch
1562     Implementierung der Schnittstelle. Außerdem definiert und verwaltet er
1563     die von ihm erzeugte Repräsentation des Produkts. Er bietet auch eine
1564     Schnittstelle zum Auslesen des Produkts.
1565
1566     \item[Direktor]
1567
1568     Der Direktor konstruiert ein komplexes Objekt unter Verwendung der
1569     Schnittstelle des Erbauers. Der Direktor arbeitet eng mit dem Erbauer
1570     zusammen: Er weiß, welche Baureihenfolge der Erbauer verträgt oder
1571     benötigt. Der Direktor entkoppelt somit den Konstruktionsablauf vom
1572     Klienten.
1573
1574     \item[Produkt]
1575
1576     Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.
1577     \footcite{wiki:erbauer}
1578   \end{description}
1579 }

```

\bEntwurfsErbauer

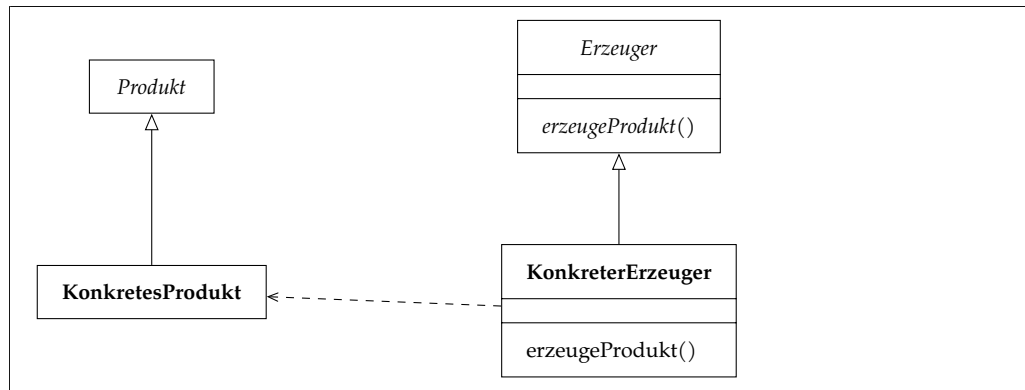
```

1580 \def\bEntwurfsErbauer{
1581   \bEntwurfsErbauerUml
1582   \bEntwurfsErbauerAkteure
1583 }

```

Fabrikmethode (Factory Method)

\bEntwurfsFabrikmethodeUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

1584 \def\bEntwurfsFabrikmethodeUml{
1585   \begin{tikzpicture}
1586     \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
1587     \umlsimpleclass[below=2cm of Produkt]{KonkretesProdukt}
1588     \umlinherit{KonkretesProdukt}{Produkt}
1589
1590     \umlclass[type=abstract,right=4cm of Produkt]{Erzeuger}{\{
1591       \textit{erzeugeProdukt()}\}
1592   }
1593     \umlclass[below=1.2cm of Erzeuger]{KonkreterErzeuger}{\{
1594       erzeugeProdukt()
1595     }
1596     \umlinherit{KonkreterErzeuger}{Erzeuger}
1597
1598     \umldep{KonkreterErzeuger}{KonkretesProdukt}
1599   \end{tikzpicture}
1600 }

```

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).

```

1601 \def\bEntwurfsFabrikmethodeAkteure{
1602   \begin{description}
1603     \item[Produkt]
1604
1605     Das Produkt ist der Basistyp (Klasse oder Schnittstelle) für das
1606     zu erzeugende Produkt.
1607
1608     \item[KonkretesProdukt]
1609
1610     KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.
1611
1612     \item[Erzeuger]
1613
1614     Der Erzeuger deklariert die Fabrikmethode, um ein solches Produkt
1615     zu erzeugen und kann eine Default-Implementierung beinhalten.
1616
1617     \item[KonkreterErzeuger]
1618

```

```

1619     KonkreterErzeuger überschreibt die Fabrikmethode, um die ihm
1620     entsprechenden konkreten Produkte zu erzeugen (z. B. indem er den
1621     Konstruktor einer konkreten Produkt-Klasse aufruft).
1622
1623     \footcite{wiki:fabrikmethode}
1624     \end{description}
1625 }

```

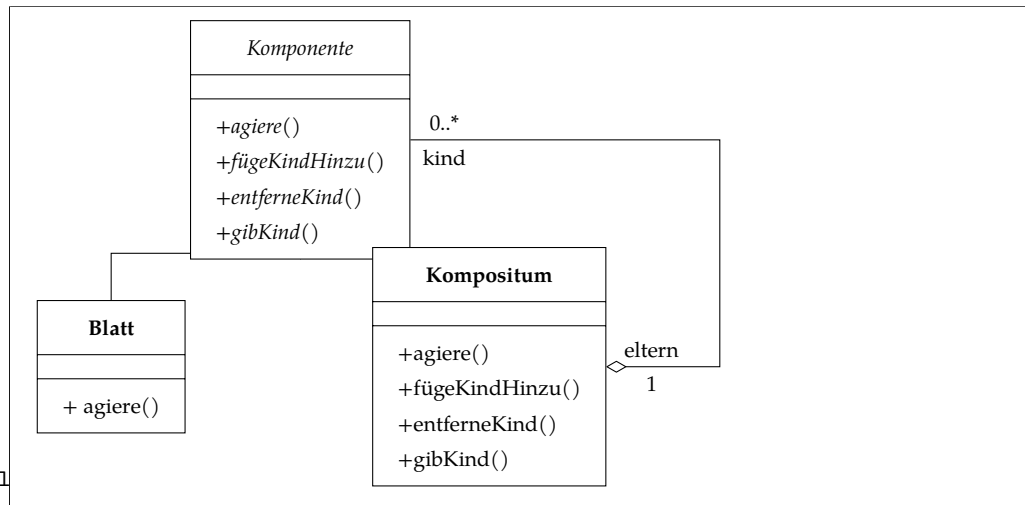
\bEntwurfsFabrikmethode

```

1626 \def\bEntwurfsFabrikmethode{
1627   \bEntwurfsFabrikmethodeUml
1628   \bEntwurfsFabrikmethodeAkteure
1629 }

```

Kompositum (Composite)



\bEntwurfsKompositumUml

```

1630 \def\bEntwurfsKompositumUml{
1631   \begin{tikzpicture}
1632     \umlclass[x=2.5,y=3,type=abstract]{Komponente}{}{
1633       \textit{+agiere()}\
1634       \textit{+fügeKindHinzu()}\
1635       \textit{+entferneKind()}\
1636       \textit{+gibKind()}
1637     }
1638     \umlclass[x=0]{Blatt}{}{+ agiere()}
1639     \umlclass[x=5]{Kompositum}{}{
1640       +agiere()\
1641       +fügeKindHinzu()\
1642       +entferneKind()\
1643       +gibKind()
1644     }
1645
1646     \umlVHVinherit{Kompositum}{Komponente}
1647     \umlVHVinherit{Blatt}{Komponente}
1648     \umlHVHaggreg[anchor1=east,arm1=1.5cm,arg1=eltern,mult1=1,arg2=kind,mult2=0..*,pos2=2.9,p
1649   \end{tikzpicture}
1650 }

```

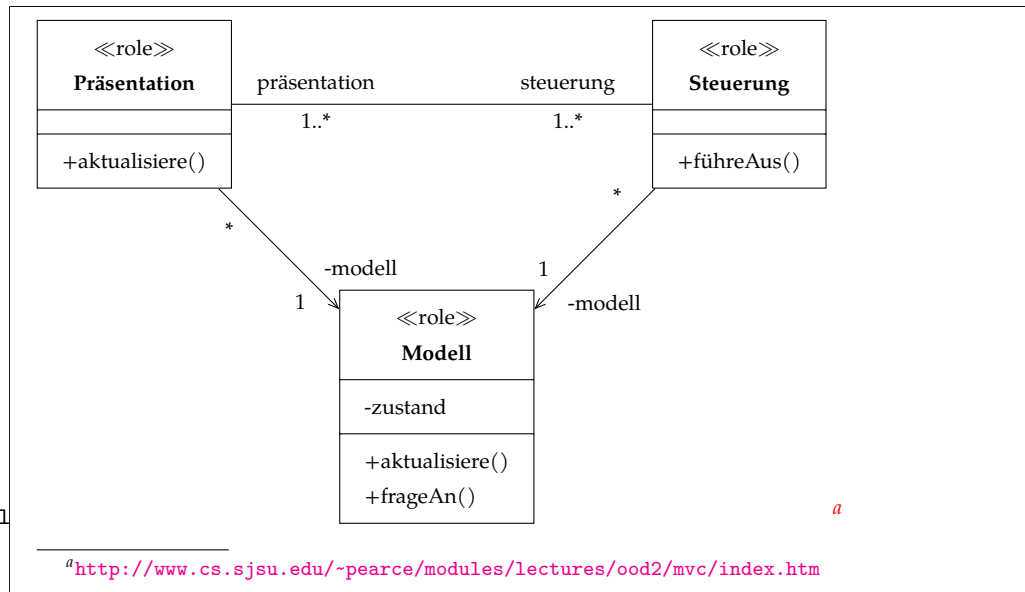
\bEntwurfsFabrikmethode

```

1651 \def\bEntwurfsKompositum{
1652   \bEntwurfsKompositumUml
1653   \bEntwurfsKompositumAkteure
1654 }

```

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



```

1655 \def\bEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml{
1656   \begin{tikzpicture}
1657     \umlclass[x=-4cm,type=role]{Präsentation}{{+aktualisiere()}}
1658     \umlclass[x=4cm,type=role]{Steuerung}{{+führeAus()}}
1659     \umlclass[y=-4cm,type=role]{Modell}{
1660       -zustand
1661     }{
1662       +aktualisiere()\\
1663       +frageAn()
1664     }
1665
1666     \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Präsentation}{Modell}
1667     \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Steuerung}{Modell}
1668     \umlassoc[arg1=präsentation,mult1=1..*,arg2=steuerung,mult2=1..*]{Präsentation}{Steuerung}
1669   \end{tikzpicture}
1670   \bFussnoteUrl{http://www.cs.sjsu.edu/~pearce/modules/lectures/ood2/mvc/index.htm}
1671 }

```

ModellPraesentationSteuerung

```

1672 \def\bEntwurfs{
1673   \bEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml
1674   \bEntwurfsModellPraesentationSteuerungAkteure
1675 }

```

Stellvertreter (Proxy)

\bEntwurfsStellvertreterUml

```

1676 \def\bEntwurfsStellvertreterUml{
1677   \begin{tikzpicture}
1678     \umlsimpleclass[x=-1,y=2]{Klient}
1679
1680     \umlclass[x=2,y=2]{Subjekt}{{+ agiere()}}
1681     \umlclass[x=0,y=-1]{KonkretesSubjekt}{{+ agiere()}}
1682     \umlclass[x=4,y=-1]{Stellvertreter}{{+ agiere()}}
1683
1684     \umlVHvinherit{KonkretesSubjekt}{Subjekt}
1685     \umlVHvinherit{Stellvertreter}{Subjekt}
1686     \umluniassoc{Stellvertreter}{KonkretesSubjekt}
1687     \umluniassoc{Klient}{Subjekt}
1688   \end{tikzpicture}
1689 }

```

\bEntwurfsStellvertreterCode

```

1690 \def\bEntwurfsStellvertreterCode{
1691   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Subjekt}
1692   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{KonkretesSubjekt}
1693   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Stellvertreter}
1694   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Klient}
1695 }

```

\bEntwurfsStellvertreter

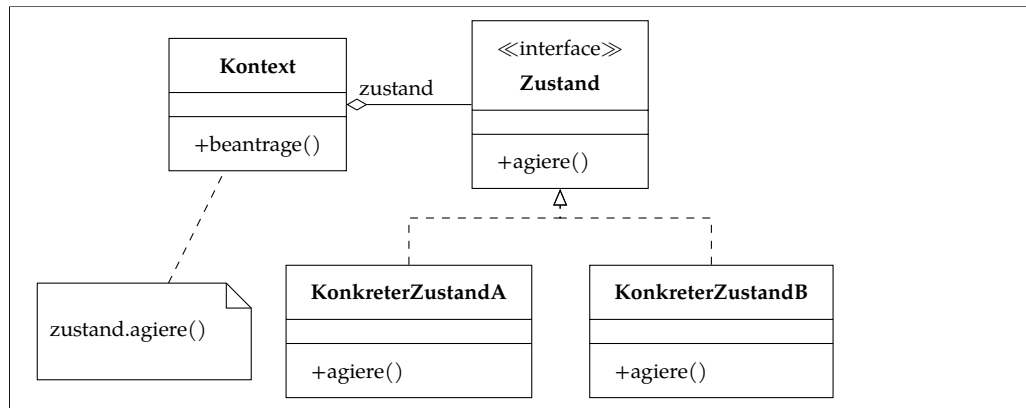
```

1696 \def\bEntwurfsStellvertreter{
1697   \bEntwurfsStellvertreterUml
1698   \bEntwurfsStellvertreterCode
1699 }

```

Zustand (State)

\bEntwurfsZustandUml Quelle: Englische Wikipedia, so ähnlich wie in GoF



```

1700 \def\bEntwurfsZustandUml{
1701   \begin{tikzpicture}
1702     \umlclass[x=-1,y=3]{Kontext}{+beantrage()}
1703     \umlclass[x=3,y=3,type=interface]{Zustand}{+agiere()}
1704     \umlclass[x=1,y=0]{KonkreterZustandA}{+agiere()}
1705     \umlclass[x=5,y=0]{KonkreterZustandB}{+agiere()}
1706
1707     \umlVHVreal{KonkreterZustandA}{Zustand}
1708     \umlVHVreal{KonkreterZustandB}{Zustand}
1709
1710     \umlagg[arg=zustand,pos=0.4]{Kontext}{Zustand}
1711
1712     \umlnote[x=-2.5,y=0,width=2.5cm]{Kontext}{zustand.agiere()}
1713   \end{tikzpicture}
1714 }

```

\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.

```

1715 \def\bEntwurfsZustandAkteure{
1716   \begin{description}
1717     \item[Kontext (Context)]
1718
1719     definiert die clientseitige Schnittstelle und verwaltet die separaten

```

```

1720 Zustandsklassen.
1721
1722 \item[State (Zustand)]
1723
1724 definiert eine einheitliche Schnittstelle aller Zustandsobjekte und
1725 implementiert gegebenenfalls ein Standardverhalten.
1726
1727 \item[KontreterZustand (ConcreteState)]
1728
1729 implementiert das Verhalten, das mit dem Zustand des Kontextobjektes
1730 verbunden ist.
1731 \end{description}
1732 }

```

\bEntwurfsZustandCode

```

1733 \def\bEntwurfsZustandCode{
1734 \li@EntwurfsCode{zustand}-{Kontext}
1735 \li@EntwurfsCode{zustand}-{Zustand}
1736 }

```

\bEntwurfsZustand

```

1737 \def\bEntwurfsZustand{
1738 \bEntwurfsZustandUml
1739 \bEntwurfsZustandAkteure
1740 \bEntwurfsZustandCode
1741 }

```

1742

er.sty

```
1743 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1744 \ProvidesPackage{bschlangaul-er}[2020/06/13 Zum Setzen von
1745 ER-Diagrammen]
1746 \RequirePackage{tikz-er2}
1747 \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);

% Kunde
\node[entity,below left=1cm of Person] (Kunde) {Kunde};

% Händler
\node[entity,below right=1cm of Person] (Händler) {Händler};

\node[specialization,below=0.2cm of Person]{is-a}
  edge (Kunde) edge (Händler) edge (Person);

% Transaktion
\node[relationship,below=2cm of Person] (Transaktion) {Transaktion}
  edge node[auto]{1} (Kunde)
  edge node[auto]{1} (Händler);
\node[attribute,below=1cm of Transaktion] {Preis} edge (Transaktion);
\node[attribute,left=1cm of Transaktion,text width=2cm] {Abschlussdatum} edge (Transaktion);
\node[attribute,right=1cm of Transaktion] {Lieferadresse} edge (Transaktion);

% Zahlungsmittel
\node[entity,below=4cm of Händler] (Zahlungsmittel) {Zahlungsmittel}
  edge node[auto]{1} (Transaktion);
\node[attribute,right=1cm of Zahlungsmittel] {Inhaber} edge (Zahlungsmittel);

% Bankverbindung
\node[entity,below left=1cm and 0cm of Zahlungsmittel] (Bankverbindung) {Bankverbindung};
\node[attribute,below left=1cm of Bankverbindung] {\key{IBAN}} edge (Bankverbindung);

% Kreditkarte
\node[entity,below right=3cm and -2cm of Zahlungsmittel]
  (Kreditkarte) {Kreditkarte};

\node[attribute,below left=1cm of Kreditkarte]
  {\key{Nummer}} edge (Kreditkarte);

\node[attribute,below right=1cm of Kreditkarte,text width=2cm]
  {Ablaufdatum} edge (Kreditkarte);

\node[attribute,right=1cm of Kreditkarte]
  {Anbieter} edge (Kreditkarte);

\node[generalization,below=0.8cm of Zahlungsmittel]{is-a}
  edge (Zahlungsmittel) edge (Bankverbindung) edge (Kreditkarte);

% Produkt
\node[entity,below=4cm of Kunde] (Produkt) {Produkt}
  edge node[auto]{1} (Transaktion);
\node[attribute,left=1cm of Produkt] {\key{Bezeichnung}} edge (Produkt);
\node[attribute,below left=1cm of Produkt,text width=2cm] {Beschreibungstext} edge (Produkt);
```

```

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

```

Tex-Markup-Beispiel: EER Enhanced Entity-Relation-Modell nach Elmasri/Navante

```

\draw[below=1cm of Forscher,circle,draw] (union) {u}
edge (Sekretär) edge (Forscher) edge (Techniker);

\draw[below=1cm of union,entity] (AktiveMitarbeiter) {Aktive Mitarbeiter}
edge node {$\bigcup$} (union);

```

```
1748 \RequirePackage{soul}
```

```
1749 \RequirePackage{fontawesome}
```

Faulenzer

```

\let\A=\bErMpAttribute
\let\B=\bErDatenbankName
\let\B=\bErMpEntity
\let\B=\bErMpRelationship

```

```
1750 \ExplSyntaxOn
```

```
\bErEntity
```

```
1751 \def\bErEntity#1{\textbf{#1}}
```

```
\bErRelationship
```

```
1752 \def\bErRelationship#1{\ul{#1}}
```

```
\bErAttribute
```

```
1753 \def\bErAttribute#1{\emph{#1}}
```

```
\bErMpEntity
```

```
mp = marginpar
Makro-Faulenzer: \let\B=\liErMpEntity
```

```

1754 \def\bErMpEntity#1{
1755   \bErEntity{#1}
1756   \marginpar{
1757     \bErEntity{\tiny\faSquareO{}}~E:~#1}
1758   }
1759 }

```

□

```
\bErMpRelationship
```

```
Makro-Faulenzer: \let\B=\liErMpRelationship
```

```

1760 \def\bErMpRelationship#1{
1761   \bErRelationship{#1}
1762   \marginpar{
1763     \bErRelationship{\tiny\faGg{}}~R:~#1}
1764   }
1765 }

```

```
\bErMpAttribute
```

```
Makro-Faulenzer: \let\A=\liErMpAttribute
```

```

1766 \def\bErMpAttribute#1{
1767   \bErAttribute{#1}
1768   \marginpar{
1769     \bErAttribute{\tiny\faCircleThin{}}~A:~#1}
1770   }
1771 }

```



```
\bErDatenbankName Makro-Faulenzer: \let\d=\liErDatenbankName
                  datenbank name
1772 \def\bErDatenbankName#1{
1773   {
1774     \footnotesize\texttt{(#1)}
1775   }
1776 }

1777 \ExplSyntaxOff
1778
```

formale-sprachen.sty

```
1779 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1780 \ProvidesPackage{bschlangaul-formale-sprachen}[2021/02/21 Hilfsmakros
1781 zum Setzen von mathematischen Formeln bei dem Thema Formale Sprachen]
```

```
1782 \directlua{
1783   formale_sprachen = require('bschlangaul-formale-sprachen')
1784 }
```

```
1785 \RequirePackage{hyperref}
```

```
1786 \bLadePakete{mathe,typographie}
```

```
\bMenge    $\bMenge{a, b, c}$:  $\{a,b,c\}$ 
Makro-Faulenzer: \let\m=\liMenge
```

```
1787 \def\bMengeOhneMathe#1{\{ #1 \}}
1788 \def\bMenge#1{%
1789 \ifmmode%
1790 \bMengeOhneMathe{#1}%
1791 \else%
1792 $\bMengeOhneMathe{#1}$%
1793 \fi%
1794 }
```

```
\bEpsilon  \bEpsilon:  $\varepsilon$ 
Makro-Faulenzer: \let\e=\liEpsilon
```

```
1795 \def\bEpsilon{$\varepsilon$}
```

```
\bPotenzmenge  Umgeben mit geschweiften Klammern in einer Mathematik-Umgebung
```

```
1796 \def\erzeuge@tiefgestellt#1{\directlua{formale_sprachen.erzeuge_tiefgestellt('#1')}}
1797 \def\bPotenzmengeOhneMathe#1{\{ \erzeuge@tiefgestellt{#1} \}}
1798 \def\bPotenzmenge#1{$\bPotenzmengeOhneMathe{#1}$}
```

```
\bZustandsmenge  \bZustandsmenge{z1, z2}:  $\{z_1, z_2\}$ 
```

```
1799 \let\bZustandsmengeOhneMathe=\bPotenzmengeOhneMathe
1800 \let\bZustandsmenge=\bPotenzmenge
```

```
\bUeberfuehrungsFunktion  \bUeberfuehrungsFunktion{z0, a}:  $\delta(z_0, a)$ 
Makro-Faulenzer: \let\d=\liUeberfuehrungsFunktion
```

```
1801 \def\bUeberfuehrungsFunktionOhneMathe#1{\delta(\erzeuge@tiefgestellt{#1})}
1802 \def\bUeberfuehrungsFunktion#1{
1803 \ifmmode
1804   \bUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}
1805 \else
1806   $\bUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}$
1807 \fi
1808 }
```

```
\bAlphabet    \bAlphabet{a, b} ( $\Sigma = \{a, b\}$ ):  $\Sigma = \{a,b\}$ 
```

```
1809 \def\bAlphabet#1{$\Sigma = \{ #1 \}$}
```

```
\bBandAlphabet  \bBandAlphabet{\bTuringLeerzeichen}:  $\Gamma = \Sigma \cup \{\square\}$ 
```

```
1810 \def\bBandAlphabet#1{$\Gamma = \Sigma \cup \{ #1 \}$}
```

```
\bZustandsBuchstabe
```

```
1811 \def\bZustandsBuchstabe{z}
```

```
\bZustandsBuchstabeGross
```

```
1812 \def\bZustandsBuchstabeGross{Z}
```

\bZustandsmengeNr

```

1813 \def\zustandsnamens@liste#1#2{
1814   $
1815   \{
1816     \directlua{formale_sprachen.erzeuge_zustandsnamens_liste('#1', '#2')}
1817   \}
1818   $
1819 }
1820 \def\bZustandsmengeNr#1{\zustandsnamens@liste{\bZustandsBuchstabe}{#1}}

```

\bZustandsmengeNrGross

```

1821 \def\bZustandsmengeNrGross#1{\zustandsnamens@liste{\bZustandsBuchstabeGross}{#1}}

```

\bZustandsname

```

\bZustandsname{1}: $z_1$
1822 \def\bZustandsname#1{\$ \bZustandsBuchstabe_#1$}

```

\bZustandsnameGross

```

\bZustandsnameGross{1}: $Z_1$
1823 \def\bZustandsnameGross#1{\$ \bZustandsBuchstabeGross_#1$}

```

\bAbleitung

```

\bAbleitung{S -> aB -> ab}:  $S \vdash aB \vdash ab$ 
1824 \def\bAbleitung#1{\$ \directlua{formale_sprachen.formatiere_ableitung('#1')} \$}

```

bProduktionsRegeln

```

\begin{bProduktionsRegeln}[P_1]
  S -> S A B | EPSILON,
  B A -> A B,
  A A -> a a,
  B B -> b b
\end{bProduktionsRegeln}

```

```

1825 \NewDocumentEnvironment { bProduktionsRegeln }
1826 { 0{P} +b }
1827 {
1828   \bGeschweifteKlammern{#1}
1829   {
1830     \begin{align*}
1831       \directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#2')}
1832     \end{align*}
1833   }{-0.2cm}{-1.5cm}
1834 } {}

```

\bProduktionen

```

\bProduktionen{S -> A, A -> a}:  $\{S \rightarrow A, A \rightarrow a\}$ 
1835 \def\bProduktionen#1{
1836   \bMenge{\directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#1', true)}}
1837 }

```

\bZustandsnameTiefgestellt

Automatisch tiefgestellte Nummerierung \z1
Makro-Faulenzer: \let\z=\liZustandsnameTiefgestellt

```

1838 \def\bZustandsnameTiefgestellt#1{
1839   \ifmmode
1840     \bZustandsBuchstabe\sb{#1}
1841   \else
1842     \$\bZustandsBuchstabe\sb{#1}$
1843   \fi
1844 }

```

```

1845 \ExplSyntaxOn

```

\bAusdruck

```

\bAusdruck[L_2]{a_1,a_2,\dots,a_n}\{n \in N\}:  $L_2 = \{a_1, a_2, \dots, a_n \mid n \in N\}$ 
  Ohne „=:“: \bAusdruck[] {x}{y}:  $\{x \mid y\}$ 
  Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
  \$(.*) += +\\{ *(.*) ( *\\, *)?\\| ( *\\, *)?(.*) *\\}\\$
  \\bAusdruck[$1]{$2}{$5}

```

```

1846 \NewDocumentCommand{ \bAusdruck } { O{L} m m } {
1847   $
1848   \tl_if_empty:nTF {#1} {} {#1 =}
1849   \{
1850     \, #2 \,
1851     |
1852     \, #3 \,
1853   \}$
1854 }
1855 \ExplSyntaxOff

\bFlaci 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

1856 \def\bFlaci#1{%
1857   \par
1858   {%
1859     \scriptsize
1860     Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte
1861     Automaten, Compiler und Interpreter) Ein Projekt der Hochschule
1862     Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz:
1863     \href{https://flaci.com/#1}{flaci.com/#1}%
1864   }%
1865   \par
1866 }

\bGrammatik \bGrammatik[\langle grammatik-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}:  $G = (V, \Sigma, P, X)$ 

1867 \ExplSyntaxOn
1868 \NewDocumentCommand {\bGrammatik} { O{G} m } {
1869   \tl_set:Nn \l_variablen_tl {V}
1870   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
1871   \tl_set:Nn \l_produktionen_tl {P}
1872   \tl_set:Nn \l_start_tl {S}
1873
1874   \keys_define:nn { grammatik } {
1875     variablen .code:n = {\tl_set:Nn \l_variablen_tl {\bMenge{##1}}},
1876     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\bMenge{##1}}},
1877     produktionen .code:n = {\tl_set:Nn \l_produktionen_tl {\bProduktionen{##1}}},
1878     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
1879   }
1880
1881   \keys_set:nn { grammatik } { #2 }
1882
1883   $$#1 = (
1884     \l_variablen_tl,
1885     \l_alphabet_tl,
1886     \l_produktionen_tl,
1887     \l_start_tl
1888   )$
1889 }
1890 \ExplSyntaxOff
1891

```

formatierung.sty

```
1892 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1893 \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.

```
1894 \RequirePackage{mathpazo}
1895 \RequirePackage[no-math]{fontspec}
1896 \setmainfont{texgyrepagella}
```

Farben

```
1897 \RequirePackage{xcolor}
1898 \definecolor{infogray}{rgb}{0.97,0.97,0.97}
```

Überschriften

```
1899 \RequirePackage{titlesec}
1900 \titleformat{\chapter}[display]{\bfseries}{}{0pt}{\LARGE}
1901 \titlespacing{\chapter}{0pt}{0pt}{*1}
1902 \titleformat{\paragraph}[hang]{\normalsize\bfseries}{\theparagraph}{1em}{}
1903 \setcounter{secnumdepth}{0}
```

Listen

```
1904 \RequirePackage{paralist}
1905 \renewcommand\labelitemi{-}
1906 \renewcommand\labelitemii{-}
1907 \renewcommand\labelitemiii{-}
1908 \renewcommand\labelitemiv{-}
1909 % Counter: enumi enumii enumiii enumiv
1910 % Styles: \arabic{counter} \alph{counter} \Alph{counter} \roman{counter} \Roman{counter}
1911 \renewcommand{\labelenumi}{(\alph{enumi})}
1912 \renewcommand{\labelenumii}{(\roman{enumii})}
```

Kasten

```
1913 \RequirePackage{mdframed}
```

liKasten

```
1914 \NewDocumentEnvironment { liKasten }{ } {
1915   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
1916 } {
1917   \end{mdframed}
1918 }
```

Header

```
1919 \RequirePackage{fancyhdr}
1920 \fancyhead[L,C,R]{}
1921 \fancyfoot[L]{}
1922 \fancyfoot[C]{}
1923 \fancyfoot[R]{\thepage}
1924 \pagestyle{fancy}
1925 \renewcommand{\headrulewidth}{0pt}
1926 \renewcommand{\footrulewidth}{0pt}
```

Zeilenabstände

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

```
1927 \RequirePackage{setspace}
```


gantt.sty

```

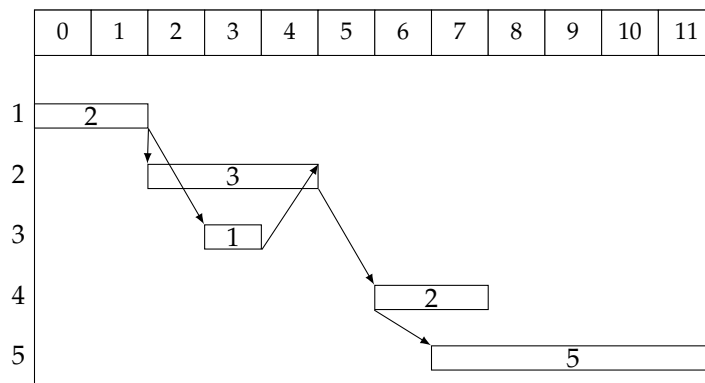
1929 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1930 \ProvidesPackage{bschlangaul-gantt}[2020/09/05]

\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}
\ganttlink[link type=f-s]{2}{4}
\ganttlink[link type=s-s]{4}{5}
\end{ganttchart}

```



```

1931 \RequirePackage{tikz-uml}
1932 \RequirePackage{pgfgantt}
1933 \setganttlinklabel{f-s}{}
1934 \setganttlinklabel{s-s}{}
1935 \setganttlinklabel{f-f}{}
1936 \setganttlinklabel{s-f}{}

1937

```

grafik.sty

```
1938 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1939 \ProvidesPackage{bschlangaul-grafik}[2020/12/27 Lädt das Paket
1940 TikZ, um Grafiken zeichnen zu können und graphicx um Bilder laden zu können.]
1941 \ExplSyntaxOn
1942 \RequirePackage{tikz}
1943 \RequirePackage{graphicx}

\bGrafikLogoPfad

1944 \def\bGrafikLogoPfad#1{
1945   \LehramtInformatikRepository / .tex / Logo / #1
1946 }

\bGrafikCCLizenz

1947 \NewDocumentCommand{ \bGrafikCCLizenz } { 0{} } {
1948   \includegraphics[#1]{
1949     \bGrafikLogoPfad{CC-by-nc-sa.eps}
1950   }
1951 }

\bGrafikLogo

1952 \NewDocumentCommand{ \bGrafikLogo } { 0{} } {
1953   \includegraphics[#1]{
1954     \bGrafikLogoPfad{Logo_nur-Pfade.eps}
1955   }
1956 }

1957 \ExplSyntaxOff
1958
```


graph.sty

```
1959 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1960 \ProvidesPackage{bschlangaul-graph}[2020/06/09]
1961 \RequirePackage{tikz}
```

Für die die Adjazenzliste (xrightarrow)

```
1962 \RequirePackage{amsmath}
```

Für Adjazenz-Matrix

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

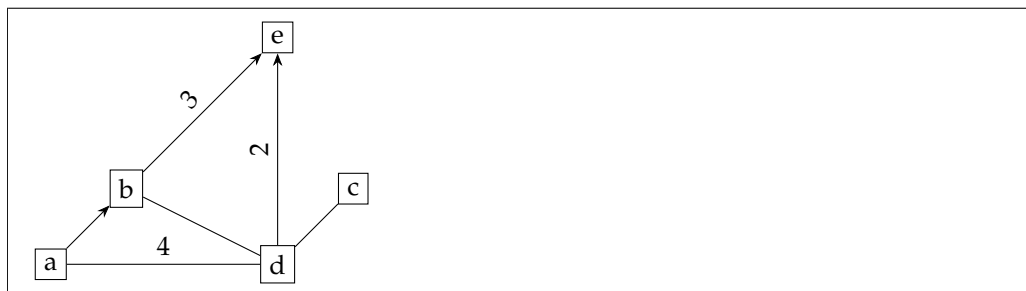
$$\begin{array}{c}
 a \quad b \quad c \quad d \quad e \\
 \begin{array}{c}
 a \\ b \\ c \\ d \\ e
 \end{array}
 \begin{pmatrix}
 0 & 1 & 0 & 4 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 3 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 4 & 1 & 1 & 0 & 2 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0
 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

```
1963 \RequirePackage{blkarray}
```

```
1964 \usetikzlibrary{arrows.meta}
```

```
\begin{tikzpicture}[li graph]
\node (a) at (0,0) {a};
\node (b) at (1,1) {b};
\node (c) at (4,1) {c};
\node (d) at (3,0) {d};
\node (e) at (3,3) {e};

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



```

1965 \tikzset{
1966   li graph/.style={
1967     every node/.style={
1968       rectangle,
1969       draw,
1970     },
1971     every edge/.style={
1972       >={Stealth[black]},
1973       draw,
1974     },
1975     every edge/.append style={
1976       every node/.style={
1977         sloped,
1978         auto,
1979       }
1980     }
1981   },
1982   li markierung/.style={
1983     ultra thick,
1984   }
1985 }

```

bGraphenFormat Dummy-Umgebung, zum Parsen durch Java gedacht.

```

\begin{bGraphenFormat}
a: 0 0
b: 1 1
c: 4 1
d: 3 0
e: 2 2
a -> b
b -- d
b -> e: 3
c -- d
d -> e: 2
d -- a: 4
\end{bGraphenFormat}

```

```

1986 \NewDocumentEnvironment { bGraphenFormat }{ +b } {} {}

```

```

1987

```

hanoi.sty

1988 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1989 \ProvidesPackage{bschlangaul-hanoi}[2020/12/19 Paket zum Setzen
1990 von Hanoi-Grafiken]

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

```
1991 \RequirePackage{tikz}
1992 \RequirePackage{xcolor}

\bHanoi \bHanoi{anzahl-scheiben}{gewicht-scheibe/turm-nr,gewicht-scheibe/turm-nr},
z. B.: \bHanoi{4}{4/1,3/1,2/3,1/2}

1993 \def\li@mset #1[#2]=#3{%
1994 \expandafter\edef\csname #1#2\endcsname{#3}
1995 }
1996 \def\li@mget #1[#2]{%
1997 \csname #1#2\endcsname
1998 }
1999 \def\li@minc #1[#2]+=#3{%
2000 \pgfmathparse{\li@mget #1[#2]+#3}%
2001 \li@mset #1[#2]=\pgfmathresult
2002 }
2003
2004 \def\bHanoi#1#2{
2005   \edef\li@numdiscs{#1}
2006   \def\li@sequence{#2}
2007   \begin{tikzpicture}[line width=4mm,brown!40,line cap=round,xscale=3]
2008     % init colors
2009     \foreach[count=\j] \c in {red,green!80!black,blue,orange,violet,gray,yellow!80!black,purp
2010       \li@mset col[\j]={\c};
2011     % draw poles and init pole counters
2012     \foreach \j in {1,2,3}{
2013       \li@mset pos[\j]=0
2014       \draw (\j,-.5) -- +(0, .5 + .5*\li@numdiscs);
2015     }
2016     % draw base
2017     \draw (.5,-.5) -- +(3,0);
2018     % draw discs
2019     \foreach[count=\k] \i/\j in \li@sequence{
2020       \draw[draw={\li@mget col[\i]}] (\j,\li@mget pos[\j]) +(-.4*\i/\li@numdiscs,0) -- +(.4*
2021       \li@minc pos[\j]+=.5}
2022     }
2023   \end{tikzpicture}
2024 }

2025
```

index.sty

```
2026 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2027 \ProvidesPackage{bschlangaul-index}[2021/09/12 Den Index anzeigen
2028 lassen]

2029 \ExplSyntaxOn

2030 \RequirePackage{makeidx}

        Anzeigen des Indexes auf der rechten Seite
2031 \RequirePackage{showidx}

        Überschreiben des Makros aus showidx um kleinere Schrift zu bekommen
2032 \def\@showidx#1
2033 {%
2034 \insert
2035 \indexbox
2036 {
2037   \tiny
2038   \hsize\marginparwidth
2039   \hangindent\marginparsep \parindent\z@
2040   \everypar{}\let\par\@par \parfillskip\@flushglue
2041   \lineskip\normallineskip
2042   \baselineskip .8\normalbaselineskip\sloppy
2043   \raggedright \leavevmode
2044   \vrule \@height .7\normalbaselineskip \@width \z@\relax
2045   #1\relax
2046   \vrule \@height \z@ \@depth .3\normalbaselineskip \@width \z@
2047 }
2048 }

2049 \makeindex

2050 \ExplSyntaxOff

2051
```

java.sty

2052 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2053 \ProvidesPackage{bschlangaul-java}[2021/09/14 Ein Hüll-Paket um
2054 `syntax`, das sich um die Syntax-Hervorhebung des Java-Codes kümmert.]

Faulenzer

\let\j=\bJavaCode

2055 \ExplSyntaxOn
2056 \bLadePakete{syntax}
2057 \directlua{
2058 syntax = require('bschlangaul-java')
2059 syntax.importiere_konfiguration('tex_repo_lokaler_pfad', '\LehramtInformatikRepository')
2060 syntax.importiere_konfiguration('github_domain', '\LehramtInformatikGithubDomain')
2061 syntax.importiere_konfiguration('github_raw_domain', '\LehramtInformatikGithubRawDomain')
2062 syntax.importiere_konfiguration('github_tex_repo', '\LehramtInformatikGithubTexRepo')
2063 syntax.importiere_konfiguration('github_code_repo', '\LehramtInformatikGithubCodeRepo')
2064 syntax.importiere_konfiguration('git_branch', '\LehramtInformatikGitBranch')
2065 }

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

2066 \newminted[bJavaAngabe]{java}
2067 {
2068 xleftmargin=1cm
2069 }

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

Makro-Faulenzer: \let\j=\liJavaCode

2070 \def\bJavaCode#1
2071 {
2072 \,
2073 \textcolor{blue}{
2074 \mintinline[
2075 fontsize=\normalsize,
2076 breakanywhere % <https://github.com/gpoore/minted/issues/31#issuecomment-458640242>
2077]{java}|#1|
2078 }
2079 \,
2080 }

2081 \def\li@GithubLink#1#2
2082 {
2083 \begin{flushright}
2084 \tiny
2085 Code-Beispiel~auf~Github~ansehen:~
2086 \href{#1}{\nolinkurl{#2}}
2087 \end{flushright}
2088 }

\bJavaDatei Eine komplette Java-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/main/java/org/bschlangaul liegt.

2089 \NewDocumentCommand{ \bJavaDatei }{ 0{firstline=3} m }
2090 {
2091 \inputminted[#1]{java}{
2092 \directlua{
2093 syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', false)
2094 }
2095 }

```

2096 \li@GithubLink
2097 {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', false)}}
2098 {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', false)}}
2099 }

```

\bJavaTestDatei Eine komplette Java-Test-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/test/java/org/bschlangaul liegt.

```

2100 \NewDocumentCommand{ \bJavaTestDatei }{ O{firstline=3} m }
2101 {
2102   \inputminted[#1]{java}{
2103     \directlua{
2104       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', true)
2105     }
2106   }
2107   \li@GithubLink
2108   {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', true)}}
2109   {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', true)}}
2110 }

```

\bJavaExamen \bJavaExamen{66116}{2015}{03}{Kunde} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \bJavaDatei([.*
 \bJavaExamen\$1{\$2}{\$3}{\$4}{\$5}

```

2111 \NewDocumentCommand{ \bJavaExamen }{ O{firstline=3} m m m m }
2112 {
2113   \inputminted[#1]{java}{
2114     \directlua{
2115       syntax.drucke_absoluten_examens_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')
2116     }
2117   }
2118   \li@GithubLink
2119   {\directlua{syntax.drucke_github_examens_url('#2', '#3', '#4', '#5')}}
2120   {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
2121   {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
2122 }

```

\bJavaExamenDatei

```

2123 \NewDocumentCommand{ \bJavaExamenDatei }{ O{firstline=3} m }
2124 {
2125
2126 }

```

\bJavaExamenTestDatei

```

2127 \NewDocumentCommand{ \bJavaExamenTestDatei }{ O{firstline=3} m }
2128 {
2129
2130 }

2131 \ExplSyntaxOff
2132

```

```

2133 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2134 \ProvidesPackage{bschlangaul-komplexitaetstheorie}[2021/07/08 Zum
2135 Setzen von Karp's NP-vollständigen Problemen, Hilfsmakros für die
2136 Polynomialzeitreduktion.]

```

Faulenzer

```
\let\n=\bProblemName
\let\r=\bPolynomiellReduzierbar
\let\b=\bProblemBeschreibung
```

2137 \bLadePakete{mathe}

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

2138 \RequirePackage{mdframed}

$$\backslash\mathrm{bStrich} \quad \$L, \quad \backslash\mathrm{bStrich}\{L\}$: $L, L'$$$

2139 \def\bStrich#1{#1^\prime}

\bProblemName Zu Setzen von Problemnamen wie zum Beispiel SAT, COL, VERTEX COVER

Makro-Faulenzer: \let\n=\liProblemName

```
\bProblemName: SAT VERTEX COVER
```

2140 \def\bProblemName#1{\texttt{\textsc{#1}}}}

`\bProblemBeschreibung` 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 $u \neq v \in S$ gilt, dass $\{u, v\}$ eine Kante in E ist?

Makro-Faulenzer: \let\b=\liProblemBeschreibung

```

2141 \def\bProblemBeschreibung#1#2#3{
2142   \begin{mdframed}[
2143     userdefinedwidth=9cm,
2144     align=center,
2145     backgroundcolor=white!0,
2146   ]
2147     \centerline{\large\bProblemName{#1}}
2148
2149     \medskip
2150
2151     \begin{description}
2152       \item[Gegeben:] #2
2153       \item[Frage:] #3
2154     \end{description}
2155   \end{mdframed}
2156 }
```

```

\bPolynomiellReduzierbar Makro-Faulenzer: \let\r=\liPolynomiellReduzierbar

2157\NewDocumentCommand{ \bPolynomiellReduzierbar } { m O{p} m } {
2158\begin{displaymath}
2159 \ \bProblemName{#1}
2160 \ \preceq_{#2}
2161 \ \bProblemName{#3}
2162\end{displaymath}
2163}

\bProblemVertexCover

2164\def\bProblemClique{%
2165Das \textbf{Cliquesproblem} fragt nach der Existenz einer Clique der
2166Mindestgröße  $n$  in einem gegebenen Graphen.
2167\footcite[Seite 76]{theo:fs:4}
2168Eine Clique ist eine Teilmenge von Knoten in einem ungerichteten
2169Graphen, bei der \emph{jedes Knotenpaar durch eine Kante} verbunden ist.
2170\footcite{wiki:cliquesproblem}
2171}

\bProblemVertexCover

2172\def\bProblemVertexCover{%
2173%
2174Das \textbf{Knotenüberdeckungsproblem} (\bProblemName{Vertex Cover})
2175fragt, ob zu einem gegebenen einfachen Graphen und einer natürlichen
2176Zahl  $k$  eine Knotenüberdeckung der Größe von höchstens  $k$  existiert.
2177\footcite{wiki:knotenueberdeckung}
2178
2179Das heißt, ob es eine aus maximal  $k$  Knoten bestehende Teilmenge  $U$ 
2180der Knotenmenge gibt, so dass jede Kante des Graphen mit
2181mindestens einem Knoten aus  $U$  verbunden ist.
2182\footcite[Seite 78]{theo:fs:4}%
2183}

\bProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

2184\def\bProblemSubsetSum{%
2185Das \textbf{Teilsommenproblem} (\bProblemName{Subset Sum} oder
2186\bProblemName{SSP}) ist ein spezielles Rucksackproblem.
2187\footcite{wiki:teilsommenproblem}
2188Gegeben sei eine Menge von ganzen Zahlen  $I = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ .
2189Gesucht ist eine Untermenge, deren Elementsumme maximal, aber nicht
2190größer als eine gegebene obere Schranke  $c$  ist.
2191\footcite[Seite 74]{theo:fs:4}
2192}

\bProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

2193\def\bProblemSat{%
2194Das \textbf{Erfüllbarkeitsproblem der Aussagenlogik} \bProblemName{Sat}
2195und \bProblemName{k-SAT} mit  $k \geq 3$ ,  $k \in \mathbb{N}$  (Satz von
2196Cook) fragt, ob eine aussagenlogische Formel erfüllbar
2197ist.\footcite{wiki:sat} Das Erfüllbarkeitsproblem der
2198\emph{Aussagenlogik} ist in exponentieller Zeit in Abhängigkeit der
2199Anzahl der Variablen mit Hilfe einer Wahrheitstabelle entscheidbar.
2200Diese \emph{Wahrheitstabelle} kann nicht in polynomieller Zeit
2201aufgestellt werden.
2202\footcite[Seite 71]{theo:fs:4}
2203}

2204

```


kontrollflussgraph.sty

2205 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2206 \ProvidesPackage{bschlangaul-kontrollflussgraph}[2020/11/07]

Faulenzer

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

TeX-Markup-Beispiel

```
\begin{bKontrollflussgraph}[xscale=1,yscale=-1.6]
\node[knoten] at (0,0) (S) {S};

\node[pin=\c{boolean resultat = false;}] at (0,1) (2) {2};
\node[pin=\c{if (wort != null)}] at (0,2) (3) {3};
\node[pin=\c{int laenge = wort.length;}] at (1,3) (4) {4};
\node[pin=\c{if (laenge >= 2)}] at (1,4) (5) {5};
\node[pin=\c{resultat = true; int i = 0;}] at (2,5) (6) {6};
\node[pin=\c{for (i < laenge / 2;)}] at (2,6) (7) {7};
\node[pin=\c{char c1; char c2 ...}] at (3,7) (8) {8};
\node[pin=\c{if (Char...) }] at (2,8) (10) {10};
\node[pin=\c{resultat = false; break;}] at (2,9) (12) {12};
\node[pin=\c{if (laenge == 1)}] at (1,10) (17) {17};
\node[pin=\c{resultat = true;}] at (1,11) (18) {18};
\node[pin=180:\c{return resultat;}] at (-1,9) (22) {22};
\node[knoten] at (-1,10) (E) {E};

\path (S) -- (2);
\path (2) -- (3);
\path[wahr] (3) -- (4) \b{right}{wort != null};
\path[falsch] (3) -- (22) \b{left}{wort == null};
\path (4) -- (5);
\path[wahr] (5) -- (6) \b{right}{laenge >= 2};
\path[falsch] (5) -- (17) \b{left,rotate=70,pos=0.2}{laenge < 2};
\path (6) -- (7);
\path[wahr] (7) -- (8) \b{right}{i < laenge / 2};
\path[falsch] (7) -- (22) \b{left}{i >= laenge / 2};
\path (8) -- (10);
\path[wahr] (10) -- (12) \b{right}{c != c};
\path[falsch] (10) -- (7) \b{left,rotate=70,pos=0.8}{c == c};
\path (12) -- (22);
\path[wahr] (17) -- (18) \b{right}{laenge == 1};
\path[falsch] (17) -- (22) \b{right,rotate=-20,pos=0.99}{laenge != 1};
\path (18) -- (22);
\path (22) -- (E);
\end{bKontrollflussgraph}
```

TikZ: pin

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

```
pin={[options]angle:text}
```

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

```

2207 \RequirePackage{tikz}
2208 \usetikzlibrary{positioning}
2209 \tikzset{
2210   li kontrollfluss/.style={
2211     knoten/.style={
2212       circle,
2213       draw
2214     },
2215     usebox/.style={
2216       draw,
2217       rectangle,
2218       font=\scriptsize,
2219       anchor=west,
2220       align=left,
2221     },
2222     bedingung/.style={
2223       midway,
2224       draw=none,
2225       font=\scriptsize
2226     },
2227     knotenbeschriftung/.style={
2228       draw,
2229       rectangle,
2230       midway,
2231       font=\scriptsize
2232     },
2233     wahr/.style={
2234       thick
2235     },
2236     falsch/.style={
2237       dashed
2238     },
2239     every node/.style={
2240       circle,
2241       draw,
2242     },
2243     every edge/.append style={
2244       every node/.style={
2245         draw=none,
2246         bedingung,
2247       }
2248     },
2249     every path/.style={
2250       draw,
2251       ->,
2252     },
2253     every pin/.style={
2254       draw,
2255       dotted,
2256       rectangle,
2257       pin position=right
2258     },
2259     every pin edge/.style={
2260       dotted,
2261       arrows=-,
2262     }
2263   }
2264 }

```

Umgebungen

bKontrollflussgraph

```

2265 \NewDocumentEnvironment { bKontrollflussgraph } { 0{ } } {

```

```

2266 \begin{tikzpicture}[
2267   li kontrollfluss,
2268   #1
2269 ]
2270 } {
2271 \end{tikzpicture}
2272 }

```

Makros

\bAnweisung

```
2273 \def\bAnweisung#1(#2,#3){\node[knoten] at (#2,#3) (#1) {#1};}
```

\bBedingung **Makro-Faulenzer:** \let\b=\liBedingung

```
2274 \def\bBedingung#1#2{node[bedingung,#1]{\texttt{#2}}}
```

\bBedingungWahr **Makro-Faulenzer:** \let\w=\liBedingungWahr

```
2275 \def\bBedingungWahr#1{node[bedingung,#1]{\texttt{[true]}}}
```

\bBedingungFalsch **Makro-Faulenzer:** \let\f=\liBedingungFalsch

```
2276 \def\bBedingungFalsch#1{node[bedingung,#1]{\texttt{[false]}}}
```

\bKontrollCode **Makro-Faulenzer:** \let\c=\liKontrollCode

```
2277 \def\bKontrollCode#1{{\tiny\texttt{\textcolor{gray}{#1}}}}
```

\bKontrollTextzeileKnoten **Makro-Faulenzer:** \let\k=\liKontrollTextzeileKnoten

```
2278 \def\bKontrollTextzeileKnoten#1{\raisebox{-2pt}{\tikz[scale=0.5,transform shape] \node[draw,c
```

\bKontrollKnotenPfad **Makro-Faulenzer:** \let\p=\liKontrollKnotenPfad

```
2279 \ExplSyntaxOn
```

```
2280 \NewDocumentCommand { \bKontrollKnotenPfad } { m }
```

```
2281 {
```

```
2282   \seq_set_split:Nnn \l_tmpa_seq { - } { #1 }
```

```
2283   \seq_set_map:Nnn \l_tmpa_seq \l_tmpa_seq {\bKontrollTextzeileKnoten{##1}}
```

```
2284   \seq_use:Nn \l_tmpa_seq { ~~~~ }
```

```
2285 }
```

```
2286 \ExplSyntaxOff
```

```
2287
```

kopfzeile.sty

```
2288 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2289 \ProvidesPackage{bschlangaul-kopfzeile}[2021/08/20 Kopf-
2290 und Fußzeilen mit Hilfe des Pakets fancyhdr.]

2291 \ExplSyntaxOn

2292 \RequirePackage{bschlangaul-meta}

2293 \cs_new:Npn \kopfzeile_schrift:n #1
2294 {
2295   {
2296     \scriptsize
2297     #1
2298   }
2299 }

2300 \cs_new:Npn \setze_kopf_fusszeilen:nn #1 #2
2301 {
2302   \fancyhead{}
2303   \fancyhead[L]{\kopfzeile_schrift:n{\bMetaBschlangaulSammlung}}
2304   \fancyhead[C]{\kopfzeile_schrift:n{#1}}
2305   \fancyhead[R]{\kopfzeile_schrift:n{#2}}
2306
2307   \fancyfoot{}
2308   \fancyfoot[L]{\kopfzeile_schrift:n{\bMetaHermineFriends}}
2309   \fancyfoot[C]{\kopfzeile_schrift:n{\bMetaEmail}}
2310   \fancyfoot[R]{\kopfzeile_schrift:n{\thepage}}
2311
2312   \renewcommand{\headrulewidth}{0.4pt}
2313   \renewcommand{\footrulewidth}{0.4pt}
2314 }

2315 \cs_new:Npn \setze_kopfzeile_oben_rechts:n #1
2316 {
2317   \fancyhead[R] {
2318     \kopfzeile_schrift:n { #1 }
2319   }
2320 }

2321 \cs_new:Npn \repariere_kopfzeile_breite:
2322 {
2323   \setlength{\headwidth}{\textwidth}
2324 }

2325 \ExplSyntaxOff

2326
```

Das Makro darf nicht in der Präambel aufgerufen werden, da es die Textbreite braucht.

literatur-dummy.sty

2327 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2328 \ProvidesPackage{bschlangaul-literatur-dummy}[2020/11/27]

\literatur

2329 \def\literatur{}

\footcite

2330 % \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}

2331 \NewDocumentCommand{ \footcite } { o m }{}

2332

literatur.sty

```
2333 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2334 \ProvidesPackage{bschlangaul-literatur}[2020/11/27]

2335 \RequirePackage{csquotes}
2336 \RequirePackage[
2337   bibencoding=utf8,
2338   citestyle=authortitle,
2339   backend=biber,
2340 ]{biblatex}
2341 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/10_DB.bib}
2342 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/20_OOMUP.bib}
2343 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/30_AUD.bib}
2344 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/40_SOSY.bib}
2345 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/60_FUMUP.bib}
2346 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/70_THEO.bib}
2347 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/80_DDI.bib}
2348 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Allgemein.bib}
2349 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Examen.bib}
2350 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Wikipedia.bib}
2351 % To allow footnotes in the heading
2352 \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}

\literatur

2353 \def\literatur{\printbibliography[heading=subbibliography]}

2354
```

makros.sty

```
2355 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2356 \ProvidesPackage{bschlangaul-makros}[2020/11/27 Eine Sammlung von
2357 häufig verwendeten Makros und Umgebungen, die thematisch zu keinem
2358 anderen Paket passen]
```

```
2359 \RequirePackage{hyperref}
```

```
2360 \RequirePackage{graphicx}
```

Für die Umgebung bQuellen benötigt.

```
2361 \RequirePackage{paralist}
```

```
2362 \ExplSyntaxOn
```

\inhaltsverzeichnis

```
2363 \def\inhaltsverzeichnis {
2364   \begin{mdframed}
2365     \begin{group}
2366       \let\clearpage\relax
2367       \tableofcontents
2368     \end{group}
2369   \end{mdframed}
2370 }
```

\bEmph **\bEmph** (**\marginpar** and **\emph**)

```
2371 \def\bEmph#1
2372 {
2373   \emph{#1}
2374   \marginpar{
2375     \tiny#1
2376   }
2377 }
```

\SLASH

```
2378 \newcommand\SLASH{\char`\\}
```

\bPseudoUeberschrift Text, der sich wie eine Überschrift verhält.

```
2379 \newcommand{\bPseudoUeberschrift}[1]{
2380   \bigskip
2381
2382   \par
2383   \noindent
2384   \textbf{#1}
2385
2386   \medskip
2387
2388   \keine_einrueckung:
2389 }
```

bProjektSprache **\begin{bProjektSprache}{NameProjektSprache}** **\end{bProjektSprache}**: Zum Einbetten von projekteigenen Minisprachen/DSLs (Domain-specific language) (z. B. RelationenSchema). Der Inhalt der Umgebung wird nicht von TeX kompiliert, sondern von dem Java-Kommandozeilen-Programm didaktik.java verarbeitet.

```
2390 \NewDocumentEnvironment { bProjektSprache }{ o +b } {} {}
```

liEinbettung

```
2391 \NewDocumentEnvironment { liEinbettung }{ o +b } {#2} {}
```

Umgebungen, die Inhalte aus- und einblenden können

Die einfachste Möglichkeit, um den kompletten Inhalt einer Umgebung auszublenden ist die Verwendung +b in einer xparse erzeugten Umgebung. Manchmal funktioniert

diese Methode nicht. In der Dokumentation von xparse steht, dass dieses Feature etwas experimentell ist.

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

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

    \begin{frame}
  } {
    \end{frame}

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

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

```
2392 \NewDocumentEnvironment{ bAntwort } { 0{standard} }
2393 {
2394   \ifANTWORT
2395   \else
2396     \setbox 0 \vbox
2397     \bgroup
2398     \fi
2399
2400   \str_case:nn {#1} {
2401     {standard} {
2402       \def\beschriftung{}
2403       \mdfsetup{backgroundcolor=gray!1}
2404     }
2405     {richtig} {
2406       \def\beschriftung{richtig}
2407       \mdfsetup{backgroundcolor=green!5,linecolor=green}
2408     }
2409     {falsch} {
2410       \def\beschriftung{falsch}
2411       \mdfsetup{backgroundcolor=red!3,linecolor=red}
2412     }
2413     {muster} {
2414       \def\beschriftung{Musterlösung}
2415       \mdfsetup{backgroundcolor=green!12,linecolor=green}
2416     }
2417   }
2418   \ifx\beschriftung\empty\else
2419     \noindent
2420     \textbf{\beschriftung{:}}
2421   \fi
2422   \begin{mdframed}[
2423     frametitle={\scriptsize\mdseries Lösungsvorschlag},
2424     innertopmargin=6pt,
2425     frametitleaboveskip=-10pt,
2426     frametitlealignment=\raggedleft
2427   ]
```



```

2428 }
2429 {
2430   \end{mdframed}
2431   \ifANTWORT
2432   \else
2433     \egroup
2434   \fi
2435 }

```

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

```

2436 \NewDocumentEnvironment{ bAdditum } { o }
2437 {
2438   \ifADDITUM
2439   \else
2440     \setbox 0 \vbox
2441     \bgroup
2442   \fi
2443
2444   \begin{mdframed}[backgroundcolor=yellow!5]
2445     \IfNoValueTF {#1}
2446     {
2447       \bPseudoUeberschrift{Additum}
2448     }
2449     {
2450       \bPseudoUeberschrift{Additum:~#1}
2451     }
2452 }
2453 {
2454   \end{mdframed}
2455
2456   \ifADDITUM
2457   \else
2458     \egroup
2459   \fi
2460 }

```

bExkurs \begin{bExkurs}[Linear rekursiv]
 Die häufigste Rekursionsform ist die lineare Rekursion, bei der in jedem Fall der rekursiven Definition höchstens ein rekursiver Aufruf vorkommen darf.
 \end{bExkurs}

Exkurs: Linear rekursiv

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

```

2461 \NewDocumentEnvironment{ bExkurs }{ o +b }
2462 {
2463   \ifEXKURS
2464     \vspace{0.2cm}%
2465     \begin{mdframed}[
2466       backgroundcolor=white,
2467       bottomline=false,
2468       innermargin=1cm,
2469       leftline=true,
2470       linecolor=black,
2471       linewidth=0.1cm,
2472       outermargin=1cm,
2473       rightline=false,
2474       topline=false,
2475     ]

```

```

2476      \footnotesize
2477      \noindent%
2478      \textbf{Exkurs:~#1}\par%
2479      \noindent%
2480      #2
2481      \end{mdframed}
2482      \vspace{0.2cm}
2483  \else
2484  \fi
2485 }
2486 {}

```

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

```

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

```

Weiterführende Literatur:

- Quelle 1
- Quelle 2

```

2487 \cs_new:Npn \listen_punkt:n #1
2488 {
2489   \item #1
2490 }
2491 \NewDocumentEnvironment { bQuellen }{ +b }
2492 {
2493   \seq_clear_new:N \l_quellen
2494   \seq_set_split:Nnn \l_quellen {\item} {#1}
2495   \seq_remove_all:Nn \l_quellen {}
2496   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
2497     \footnotesize
2498     \noindent
2499     \textsf{\textbf{Weiterführende Literatur:}}
2500     \medskip
2501     \begin{compactitem}
2502       \seq_map_function:NN \l_quellen {\listen_punkt:n}
2503     \end{compactitem}
2504   \end{mdframed}
2505 }
2506 \keine_einrueckung:
2507 {}

```

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

```

2508 \NewDocumentCommand { \bFussnoteUrl } { o m }
2509 {
2510   \footnote{
2511     \url{#2}
2512     \IfNoValueTF{#1}
2513     {}
2514     {
2515       ~(#1)
2516     }
2517   }
2518 }
2519

```

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

```

2520 \NewDocumentCommand{ \bFussnoteLink } { o m m }
2521 {
2522   \footnote{
2523     \href{#3}{#2}
2524     \IfNoValueTF{#1}
2525     {}
2526     {
2527       ~(#1)
2528     }
2529   }
2530 }

```

\bLinie Eine horizontale Linie

```

2531 \def\bLinie{
2532   \par
2533   \noindent
2534   \rule
2535   {
2536     \textwidth
2537   }
2538   {
2539     0.4pt
2540   }
2541 }

```

\zB

```

2542 \def\zB{z.\,B.\~}

```

\ZB

```

2543 \def\ZB{Z.\,B.\~}

```

\dh

```

2544 \def\dh{d.\,h.\~}

```

```

2545 \ExplSyntaxOff

```

```

2546

```

master-theorem.sty

2547 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2548 \ProvidesPackage{bschlangaul-master-theorem}[2021/04/13]

Faulenzer

\let\O=\bO

\let\o=\bOmega

\let\T=\bT

\let\t=\bTheta

\bMasterVariablenDeklaration

{3} % a

{3} % b

{\mathcal{O}(1)} % f(n)

\bMasterFallRechnung

% 1. Fall

{für $\varepsilon = 4$: \}

$f(n) = 5n^2 \in \mathcal{O}(n^{\log_2 8 - 4}) = \mathcal{O}(n^{\log_2 4}) = \mathcal{O}(n^2)$

% 2. Fall

$f(n) = 5n^2 \notin \mathcal{T}(n^{\log_2 8}) = \mathcal{T}(n^3)$

% 3. Fall

$f(n) = 5n^2 \notin \mathcal{O}(n^{\log_2 8 + \varepsilon})$

\bMasterWolframLink{T[n]=9T[n/3]\%2B5n^2}

\bMasterVariablenDeklaration

{ } % a

{ } % b

{ } % f(n) ohne \$mathe\$

\bMasterFallRechnung

% 1. Fall

{ }

% 2. Fall

{ }

% 3. Fall

{ }

$\rightarrow T(n) \in \mathcal{T}(n^2 \cdot \log n)$

\bMasterWolframLink{T[n]=9T[n/3]\%2B5n^2}

2549 \ExplSyntaxOn

2550 \RequirePackage{amsmath}

\bRundeKlammer

2551 \def\bRundeKlammer#1{

2552 \negthinspace \left(#1 \right)

2553 }

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

2554 \def\bThetaOhneMathe#1{

2555 \Theta \bRundeKlammer{#1}

2556 }

2557 \def\bTheta#1{

2558 \ifmmode

2559 \bThetaOhneMathe{#1}

2560 \else

2561 $\bThetaOhneMathe{#1}$

2562 \fi

2563 }

```

\Omega \Omega{n^2}: \Omega(n^2)
2564 \def\OmegaOhneMathe#1{
2565   \Omega \RundeKlammer{#1}
2566 }
2567 \def\Omega#1{
2568   \ifmmode
2569     \OmegaOhneMathe{#1}
2570   \else
2571     $\OmegaOhneMathe{#1}$
2572   \fi
2573 }

\O \O{n^2}: \mathcal{O}(n^2)
2574 \def\OOhneMathe#1{
2575   \mathcal{O} \RundeKlammer{#1}
2576 }
2577 \def\O#1{
2578   \ifmmode
2579     \OOhneMathe{#1}
2580   \else
2581     $\OOhneMathe{#1}$
2582   \fi
2583 }

\T Makro-Faulenzer: \let\T=\liT
      \T{16}{2}: 16 \cdot T(\frac{n}{2}) \T{}{2}: T(\frac{n}{2})
2584 \def\TOhneMathe#1#2{
2585   \tl_if_blank:nTF {#1}
2586   {}
2587   {#1 \cdot }
2588   T
2589   \RundeKlammer{\frac{n}{#2}}
2590 }
2591 \def\T#1#2{
2592   \ifmmode
2593     \TOhneMathe{#1}{#2}
2594   \else
2595     $\TOhneMathe{#1}{#2}$
2596   \fi
2597 }

\RekursionsGleichung \RekursionsGleichung: T(n) = a \cdot T(\frac{n}{b}) + f(n)
2598 \def\RekursionsGleichung{
2599   $T(n) = \T{a}{b} + f(n)$
2600 }

\BedingungEins \BedingungEins: f(n) \in \mathcal{O}(n^{\log_b a - \varepsilon})
2601 \def\BedingungEins{
2602   $f(n) \in \O{n^{\log\sb{b}a - \varepsilon}}$
2603 }

\BedingungZwei \BedingungZwei: f(n) \in \Theta(n^{\log_b a})
2604 \def\BedingungZwei{
2605   $f(n) \in \Theta{n^{\log\sb{b}a}}$
2606 }

\BedingungDrei \BedingungDrei: f(n) \in \Omega(n^{\log_b a + \varepsilon})
2607 \def\BedingungDrei{
2608   $f(n) \in \Omega{n^{\log\sb{b}a + \varepsilon}}$
2609 }

2610 \ExplSyntaxOff

```

\bMasterVariablen

```

2611 \def\bMasterVariablen{
2612   \begin{displaymath}
2613     T(n) = \bT{a}{b} + f(n)
2614   \end{displaymath}
2615
2616   \begin{itemize}
2617     \item[$a = $]
2618       Anzahl der rekursiven Aufrufe, Anzahl der Unterprobleme in der
2619       Rekursion
2620       ($a \geq 1$).
2621
2622     \item[$\textstyle{\frac{1}{b}} = $]
2623       Teil des Originalproblems, welches wiederum durch alle Unterprobleme
2624       repräsentiert wird, Anteil an der Verkleinerung des Problems ($b > 1$).
2625
2626     \item[$f(n) = $]
2627       Kosten (Aufwand, Nebenkosten), die durch die Division des Problems und
2628       die Kombination der Teillösungen entstehen. Eine von $T(n)$
2629       unabhängige und nicht negative Funktion.
2630   \end{itemize}
2631   \footcite{wiki:master-theorem}
2632   \footcite[Seite 19-35]{aud:fs:2}
2633 }
```

\bMasterFaelle

```

2634 \def\bMasterFaelle{
2635   \begin{description}
2636     \item[1. Fall:]
2637       $T(n) \in \bTheta{n^{\log\sb{b}a}}$
2638
2639       \hfill falls \bBedingungEins
2640       für $\varepsilon > 0$
2641
2642     \item[2. Fall:]
2643       $T(n) \in \bTheta{n^{\log\sb{b}a} \cdot \log n}$
2644
2645       \hfill falls \bBedingungZwei
2646
2647     \item[3. Fall:]
2648       $T(n) \in \bTheta{f(n)}$
2649
2650       \hfill falls \bBedingungDrei
2651       für $\varepsilon > 0$
2652       und ebenfalls für ein $c$ mit $0 < c < 1$ und alle hinreichend großen $n$
2653       gilt:
2654       $a \cdot f(\textstyle{\frac{n}{b}}) \leq c \cdot f(n)$
2655   \end{description}
2656 }
```

\bMasterVariablenDeklaration

```

2657 \def\bMasterVariablenDeklaration#1#2#3{
2658   \begin{description}
2659     \item[Allgemeine Rekursionsgleichung:] \strut
2660
2661     \bRekursionsGleichung
2662
2663     \item[Anzahl der rekursiven Aufrufe ($a$):] \strut
2664
2665     #1
2666
2667     \item[Anteil Verkleinerung des Problems ($b$):] \strut
2668   \end{description}

```

```

2669   um  $\frac{1}{\#2}$  also  $b = \#2$ 
2670
2671   \item[Laufzeit der rekursiven Funktion ( $f(n)$ ):] \strut
2672
2673    $\#3$ 
2674
2675   \item[Ergibt folgende Rekursionsgleichung:] \strut
2676
2677    $T(n) = T(\#1 + \#2) + \#3$ 
2678 \end{description}
2679 }

```

\bMasterFallRechnung

```

2680 \def\bMasterFallRechnung#1#2#3{
2681   \begin{description}
2682     \item[1. Fall:] \bBedingungEins:
2683
2684     #1
2685
2686     \item[2. Fall:] \bBedingungZwei:
2687
2688     #2
2689
2690     \item[3. Fall:] \bBedingungDrei:
2691
2692     #3
2693   \end{description}
2694 }

```

\bMasterExkurs

```

2695 \def\bMasterExkurs{
2696   \begin{bExkurs}[Master-Theorem]
2697     \bMasterVariablen
2698
2699     \noindent
2700     Dann gilt:
2701
2702     \bMasterFaelle
2703   \end{bExkurs}
2704 }

```

\bMasterWolframLink Link zu Wolframalpha (+ durch Prozent 2B ersetzen)

```

2705 \def\bMasterWolframLink#1{
2706   Berechne die Rekursionsgleichung auf WolframAlpha:
2707   \href{https://www.wolframalpha.com/input/?i=\#1}{WolframAlpha}
2708 }
2709

```

mathe.sty

```
2710 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2711 \ProvidesPackage{bschlangaul-mathe}[2020/06/10]
2712
2713 % for example \ltimes \rtimes
2714 %\RequirePackage{amssymb}
2715 \RequirePackage{amsmath}
2716
2717 %%
2718 % \mlq \mrq
2719 %%
2720 \DeclareMathSymbol{\mlq}{\mathord}{operators}{`}`}
2721 \DeclareMathSymbol{\mrq}{\mathord}{operators}{`'}`}
2722
```


meta.sty

```
2723 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2724 \ProvidesPackage{bschlangaul-klassen-meta}[2021/09/10 Sammlung
2725 von Textschnipseln, die das Projekt beschreiben]
```

```
2726 \ExplSyntaxOn
```

```
2727 \bLadePakete{grafik}
```

Einfache Makros (Low level)

\bMetaBschlangaulSammlung

```
2728 \def\bMetaBschlangaulSammlung
2729 {
2730   Die~Bschlangaul~Sammlung
2731 }
```

\bMetaHermineFriends

```
2732 \def\bMetaHermineFriends
2733 {
2734   Hermine~Bschlangaul~and~Friends
2735 }
```

\bMetaEmail

```
2736 \def\bMetaEmail
2737 {
2738   hermine.bschlangaul@gmx.net
2739 }
```

\bMetaEmailLink

```
2740 \def\bMetaEmailLink
2741 {
2742   \href
2743   {
2744     mailto:\bMetaEmail
2745   }
2746   {
2747     \bMetaEmail
2748   }
2749 }
```

\bMetaUeberDasProjekt

```
2750 \def\bMetaUeberDasProjekt
2751 {
2752   Eine~freie~Aufgabensammlung~mit~Lösungen~
2753   von~Studierenden~für~Studierende~
2754   zur~Vorbereitung~auf~die~1.~Staatsexamensprüfungen~
2755   des~Lehramts~Informatik~in~Bayern.
2756 }
```

\bMetaCCLink

```
2757 \def\bMetaCCLink
2758 {
2759   Diese~Materialsammlung~unterliegt~den~Bestimmungen~der~
2760   \href
2761   {
2762     https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.de
2763   }
2764   {
2765     Creative~Commons~Namensnennung~Nicht~kommerziell~Share~Alike~4.0~
2766     International~Lizenz
2767   }.
2768 }
```

`\bMetaHilfMit`

```
2769 \def\bMetaHilfMit
2770 {
2771   Hilf~mit!~
2772
2773   Die~Hermine~schafft~das~nicht~alleine!~
2774
2775   Das~ist~ein~Community~Projekt.~
2776
2777   Verbesserungsvorschläge,~Fehlerkorrekturen,~weitere~Lösungen~sind~
2778   herzlich~willkommen~--egal~wie~~per~Pull-Request~oder~per~E-Mail~an~
2779   \bMetaEmailLink.
2780 }
```

`\bMetaHilfMit`

```
2781 \def\bMetaQuelltext
2782 {
2783   Der~\TeX-Quelltext~dieses~Dokuments~kann~unter~folgender~
2784   URL~aufgerufen~werden:~
2785 }
```

Zusammengesetzte Makros (High level)

Plaziert zwei Minipages nebeneinander. Die erste Umgebung ist für eine Logo gedacht, die zweite für einen Text

```
2786 \cs_new:Npn \logo_dann_text:nn #1 #2
2787 {
2788   \begin{center}
2789     \begin{minipage}[c]{5.5cm}
2790       #1
2791     \end{minipage}
2792
2793     \begin{minipage}[c]{10cm}
2794       #2
2795     \end{minipage}
2796   \end{center}
2797 }
```

`\bLogoTextProjekt`

```
2798 \def\bLogoTextProjekt
2799 {
2800   \logo_dann_text:nn
2801   {
2802     \bGrafikLogo[width=5cm]
2803   }
2804   {
2805     {
2806       \bfseries
2807       \bMetaBschlangaulSammlung
2808     }
2809     \par
2810
2811     \bMetaHermineFriends
2812     \par
2813
2814     \medskip
2815
2816     \begin{spacing}{1}
2817       \footnotesize
2818       \bMetaUeberDasProjekt
2819     \end{spacing}
2820   }
2821 }
```

`\bLogoTextCCLizenz`

```
2822 \def\bLogoTextCCLizenz
2823 {
2824   \logo_dann_text:nn
2825   {
2826     \centerline{\bGrafikCCLizenz[width=3cm]}
2827   }
2828   {
2829     \begin{spacing}{1}
2830       \scriptsize
2831       \bMetaCCLink
2832     \end{spacing}
2833   }
2834 }

2835 \ExplSyntaxOff
2836
```

minimierung.sty

```
2837 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2838 \ProvidesPackage{bschlangaul-minimierung}[2021/03/13 Für den
2839 Minimierungsalgorithmus von einem NEA zu einem DEA]

2840 \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|c|c|c|}
\hline
\z0 & \l & & \l & & \l & & \l & & \l & & \l & \l \\
\z1 & & & \l & & \l & & \l & & \l & & \l & \l \\
\z2 & & & & & \l & & \l & & \l & & \l & \l \\
\z3 & & & & & & & \l & & \l & & \l & \l \\
\z4 & & & & & & & & & \l & & \l & \l \\
\z5 & & & & & & & & & & & \l & \l \\
\z6 & & & & & & & & & & & & \l & \l \\
\z7 & & & & & & & & & & & & & \l & \l \\
\z8 & & & & & & & & & & & & & & \l & \l \\
& & \z0 & & \z1 & & \z2 & & \z3 & & \z4 & & \z5 & & \z6 & & \z7 & & \z8 & \l & \l \\
\end{tabular}

\end{tabular}

\bFussnoten

\begin{liUebergangsTabelle}{0}{1}
\Z01 & \Z10 & \Z23 & \l \\
\Z05 & \Z15 & \Z25 & \f2 \l \\
\Z15 & \Z05 & \Z35 & \f2 \l \\
\Z23 & \Z44 & \Z55 & \l \\
\Z24 & \Z44 & \Z55 & \l \\
\Z34 & \Z44 & \Z55 & \l \\
\end{liUebergangsTabelle}

\bFussnote

2841 \def\bFussnote#1{\$x_{#1}\$}

2842 \def\li@fussnote@text#1#2{
2843 \bFussnote{#1}
2844 \quad
2845 {\footnotesize #2}
2846 }

\bFussnoteEinsText

2847 \def\bFussnoteEinsText{
2848 \li@fussnote@text{1}
2849 {Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.}
2850 }

\bFussnoteZweiText

2851 \def\bFussnoteZweiText{
2852 \li@fussnote@text{2}
2853 {Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.}
2854 }

\bFussnoteDreiText

2855 \def\bFussnoteDreiText{
2856 \li@fussnote@text{3}
```

```

2857 {In weiteren Iterationen markierte Zustände.}
2858 }

\bFussnoteVierText
2859 \def\bFussnoteVierText{
2860   \li@fussnote@text{4}
2861   {...}
2862 }

\bFussnoten
 $x_1$    Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.
 $x_2$    Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.
 $x_3$    In weiteren Iterationen markierte Zustände.
 $x_4$    ...

2863 \def\bFussnoten{
2864   \bigskip
2865
2866   \noindent
2867   \bFussnoteEinsText
2868
2869   \noindent
2870   \bFussnoteZweiText
2871
2872   \noindent
2873   \bFussnoteDreiText
2874
2875   \noindent
2876   \bFussnoteVierText
2877 }

\bLeereZelle \bLeereZelle:  $\emptyset$ 
Makro-Faulenzer: \let\l=\liLeereZelle
2878 \def\bLeereZelle{\$\emptyset\$}

\bZustandsPaarVariablenName
2879 \def\bZustandsPaarVariablenName{z}

\bZustandsPaar
2880 \def\bZustandsPaar#1#2{
2881   $(
2882     \bZustandsPaarVariablenName_#1,
2883     \bZustandsPaarVariablenName_#2
2884   )$
2885 }

liUebergangsTabelle
2886 \renewcommand{\arraystretch}{1.4}
2887 \NewDocumentEnvironment{ liUebergangsTabelle } { m m } {
2888   \bPseudoUeberschrift{Übergangstabelle}
2889   \begin{center}
2890     \begin{tabular}{r|l|l}
2891       \textbf{Zustandspaar} & \textbf{#1} & \textbf{#2} \\ \hline
2892     \end{tabular}
2893   \end{center}
2894 }
2895 }

\bUeberschriftDreiecksTabelle \bUeberschriftDreiecksTabelle:

Minimierungstabelle (Table filling)
2896 \ExplSyntaxOn

```

```

2897 \def\bUeberschriftDreiecksTabelle{
2898   \bPseudoUeberschrift{Minimierungstabelle~(Table~filling)}
2899 }

```

\bMinimierungErklaerung **Makro-Faulenzer:** \let\verklaerung=\liMinimierungErklaerung

— Der Minimierungs-Algorithmus (auch Table-Filling-Algorithmus genannt) trägt in seinem Verlauf eine Markierung in alle diejenigen Zellen der Tabelle ein, die zueinander nicht äquivalente Zustände bezeichnen. Die Markierung „ x_n “ in einer Tabellenzelle (i, j) bedeutet dabei, dass das Zustandspaar (i, j) in der k -ten Iteration des Algorithmus markiert wurde und die Zustände i und j somit zueinander $(k - 1)$ -äquivalent, aber nicht k -äquivalent und somit insbesondere nicht äquivalent sind. Bleibt eine Zelle bis zum Ende unmarkiert, sind die entsprechenden Zustände zueinander äquivalent. —

```

2900 \def\bMinimierungErklaerung{
2901   %\footcite[Seite-19]{koenig}
2902   \bParagraphMitLinien{
2903     Der~Minimierungs-Algorithmus~(auch~Table-Filling-Algorithmus~genannt)~
2904     trägt~in~seinem~Verlauf~eine~Markierung~in~alle~
2905     diejenigen~Zellen~der~Tabelle~ein,~die~zueinander~nicht~äquivalente~
2906     Zustände~bezeichnen.~Die~Markierung~„ $x_{\sb{n}}$ “~in~einer~Tabellenzelle~( $i$ ,~
2907      $j$ )~bedeutet~dabei,~dass~das~Zustandspaar~( $i$ ,~ $j$ )~in~der~ $k$ -ten~
2908     Iteration~des~Algorithmus~markiert~wurde~und~die~Zustände~ $i$ ~und~ $j$ ~
2909     somit~zueinander~( $k-1$ )~äquivalent,~aber~nicht~ $k$ -äquivalent~und~
2910     somit~insbesondere~nicht~äquivalent~sind.~Bleibt~eine~Zelle~bis~zum~Ende~
2911     unmarkiert,~sind~die~entsprechenden~Zustände~zueinander~äquivalent.
2912   }
2913 }
2914 \ExplSyntaxOff

```

2915

normalformen.sty

```
2916 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2917 \ProvidesPackage{bschlangaul-normalformen}[2020/12/10]
2918 Hilfsmakros zum Setzen von Normalformen, Funktionalen Abhängigkeiten,
2919 Attributhülle]
```

Mathe für textit tex etc, typographie für geschweifte Klammer

```
2920 \bLadePakete{mathe,typographie}
2921 \directlua{
2922   helfer = require('bschlangaul-helfer')
2923   normalformen = require('bschlangaul-normalformen')
2924 }
```

Faulenzer

```
\let\ah=\bAttributHuelle
\let\ahL=\bLinksReduktion
\let\ahl=\bLinksReduktionInline
\let\ahr=\bRechtsReduktionInline
\let\fa=\bFunktionaleAbhaengigkeit
\let\FA=\bFunktionaleAbhaengigkeiten
\let\m=\bAttributMenge
\let\r=\bRelation
\let\u=\underline
```

```
2925 \def\bTeilen#1{
2926   \directlua{tex.print(normalformen.teilen('#1'))}
2927 }
```

\bAttributHuelle Makro-Faulenzer: $\text{let } \text{ah} = \text{liAttributHuelle}$
 $\text{ah}\{F, \text{m}\{A, B\}\} \text{AttrHülle}(F, \{A, B\})$ Regulärer Ausdruck zum Konvertieren
 $\text{AttrHülle}(((.*)\backslash)\backslash\text{ah}\{ \$1\})$

```
2928 \def\bAttributHuelleOhneMathe#1{\text{AttrHülle}\{#1\}}
2929 \def\bAttributHuelle#1{
2930   \ifmmode
2931     \bAttributHuelleOhneMathe{#1}
2932   \else
2933     $\bAttributHuelleOhneMathe{#1}$
2934   \fi
2935 }
```

\bAttributMenge Makro-Faulenzer: $\text{let } \text{m} = \text{liAttributMenge}$

```
2936 \def\bAttributMenge#1{\{ \textit{#1} \}}
```

liAHuelle

```
2937 \NewDocumentEnvironment{ liAHuelle } { +b } {
2938   \begingroup
2939   \footnotesize
2940   \begin{multline*}
2941     #1
2942   \end{multline*}
2943   \endgroup
2944 } { }
```

\bLinksReduktion Nur innerhalb von liAHuelle zu verwenden bzw. multline

Makro-Faulenzer: $\text{let } \text{ahL} = \text{liLinksReduktion}$
 $\text{ahL}\{\text{ursprüngliche linke Attributmenge}\{\text{ohne dieses Attribut}\}\{\text{Ergebnis}\}$

```
2945 \def\bLinksReduktion#1#2#3{
2946   \shoveleft{
2947     \bAttributHuelleOhneMathe{FA,
2948       \bAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
2949   } \}
```

```

2950 \shoveright{
2951 \bAttributMenge{#3}
2952 } \
2953 }

```

```

\bLinksReduktionInline Makro-Faulenzer: \let\ahL=\liLinksReduktionInline
\ahL{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
\ahL{A, E}{E}{A, E, F, B, \textbf{D}}: AttrHülle( $F, \{A, E \setminus E\} = \{A, E, F, B, D\}$ )
2954 \def\bLinksReduktionInline#1#2#3{%
2955 {%
2956 \footnotesize%
2957 $\bAttributHuelleOhneMathe{F,
2958 \bAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
2959 \bAttributMenge{#3}$
2960 }
2961 }

```

```

\bLinksReduktionInline Makro-Faulenzer: \let\ahr=\liLinksReduktionInline
\ahr{gelöschte FA}{neue FA ohne rechts Attribut}{gegebene Attribute}{Ergebnis}
2962 \def\bRechtsReduktionInline#1#2#3#4{%
2963 {%
2964 \footnotesize%
2965 $\bAttributHuelleOhneMathe{
2966 F \setminus
2967 \bFunktionaleAbhaengigkeit{#1}
2968 \def\tmp{#2}\ifx\tmp\empty
2969 \else
2970 \cup \bFunktionaleAbhaengigkeit{#2}
2971 \fi
2972 ,
2973 \bAttributMenge{#3}
2974 } =
2975 \bAttributMenge{#4}$
2976 }
2977 }

```

```

\bFunktionaleAbhaengigkeit Makro-Faulenzer: \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
\fa{A, B -> C, D}:  $\{A, B\} \rightarrow \{C, D\}$  Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:  $\$(.*) \rightarrow$ 
\\fa{$1 -> $2}
2978 \def\bFunktionaleAbhaengigkeit#1{%
2979 \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeit('#1', false)}%
2980 }

```

```

\bFunktionaleAbhaengigkeiten \FA[F]{
M -> M;
M -> N;
V -> T, P, PN;
P -> PN;
}

```

$$F = \left\{ \begin{array}{l} \{M\} \rightarrow \{M\}, \\ \{M\} \rightarrow \{N\}, \\ \{V\} \rightarrow \{T, P, PN\}, \\ \{P\} \rightarrow \{PN\}, \end{array} \right\}$$

```

Makro-Faulenzer: \let\FA=\liFunktionaleAbhaengigkeiten
Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \\item \$(.*) \rightarrow (.)\$(.*) \rightarrow
$1 -> $2;

```



```

2981 \NewDocumentCommand {\bFunktionaleAbhaengigkeiten} { O{FA} m } {
2982   \bGeschweifteKlammern
2983   {#1}
2984   {
2985     \begin{align*}
2986       \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeiten('#2')}
2987     \end{align*}
2988   }
2989   {-0.5cm}
2990   {-1.7cm}
2991 }

\bRelation Makro-Faulenzer: \let\r=\liRelation
          \r[R3]{\u{A}, B, C}:  $R_3(\underline{A}, B, C)$  Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:  $\$(R.*)\left((.*)\right)\$$ 
          \\bRelation[$1]{$2}

2992 \NewDocumentCommand {\bRelation} { O{R} m } {
2993   $\directlua{
2994     local name = helper.konvertiere_tiefgestellt('#1')
2995     tex.print(name)
2996   }$(\textit{\,,#2\,,})
2997 }

2998

```

o-notation.sty

2999 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3000 \ProvidesPackage{bschlangaul-o-notation}[2021/09/08]

Faulenzer

\let\O=\bONotationO

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}
```

3001 \ExplSyntaxOn

3002 \RequirePackage{amssymb}

3003 \RequirePackage{pgfplots}

Für echte Teilmenge \subsetneq: \subsetneq

3004 \RequirePackage{amssymb}

\bRundeKlammer

```
3005 \def\bRundeKlammer#1{
3006   \negthinspace \left( #1 \right)
3007 }
```

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

```
3008 \cs_new:Npn \o_notation_O:n #1 {
3009   \mathcal{O} \bRundeKlammer{#1}
3010 }
3011 \def\bONotationO#1{
3012   \ifmmode
3013     \o_notation_O:n { #1 }
3014   \else
3015     $ \o_notation_O:n { #1 } $
3016   \fi
3017 }
```

3018

petri.sty

```
3019 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3020 \ProvidesPackage{bschlangaul-petri}[2020/12/03]
```

Faulenzer

```
\let\t=\bPetriTransitionsName
\let\tp=\bPetriTransPfeile
\let\k=\bPetriErreichKnotenDrei
```

```
3021 \RequirePackage{tikz}
3022 \usetikzlibrary{petri,arrows.meta}
```

Für die Darstellungsmatrix

```
3023 \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}
}
```

\bPetriSetzeSchluessel

```
3024 \def\bPetriSetzeSchluessel{%
3025   \def\TmpTransitionOne{}%
3026   \def\TmpTransitionTwo{}%
3027   \def\TmpTransitionThree{}%
3028   \def\TmpTransitionFour{}%
3029   \def\TmpTransitionFive{}%
3030   \def\TmpTransitionSix{}%
3031   \def\TmpTransitionSeven{}%
3032   \def\TmpTransitionEight{}%
3033   \def\TmpTransitionNine{}%
3034   \def\TmpTransitionTen{}%
3035   \pgfkeys{/petri/.cd,
3036     p1/.store in=\TmpPlaceOne,p1/.default=0,p1,
3037     p2/.store in=\TmpPlaceTwo,p2/.default=0,p2,
3038     p3/.store in=\TmpPlaceThree,p3/.default=0,p3,
3039     p4/.store in=\TmpPlaceFour,p4/.default=0,p4,
```

```

3040 p5/.store in=\TmpPlaceFive,p5/.default=0,p5,
3041 p6/.store in=\TmpPlaceSix,p6/.default=0,p6,
3042 p7/.store in=\TmpPlaceSeven,p7/.default=0,p7,
3043 p8/.store in=\TmpPlaceEight,p8/.default=0,p8,
3044 p9/.store in=\TmpPlaceNine,p9/.default=0,p9,
3045 p10/.store in=\TmpPlaceTen,p10/.default=0,p10,
3046 t1/.store in=\TmpTransitionOne,t1/.default=activated,
3047 t2/.store in=\TmpTransitionTwo,t2/.default=activated,
3048 t3/.store in=\TmpTransitionThree,t3/.default=activated,
3049 t4/.store in=\TmpTransitionFour,t4/.default=activated,
3050 t5/.store in=\TmpTransitionFive,t5/.default=activated,
3051 t6/.store in=\TmpTransitionSix,t6/.default=activated,
3052 t7/.store in=\TmpTransitionSeven,t7/.default=activated,
3053 t8/.store in=\TmpTransitionEight,t8/.default=activated,
3054 t9/.store in=\TmpTransitionNine,t9/.default=activated,
3055 t10/.store in=\TmpTransitionTen,t10/.default=activated,
3056 scale/.store in=\TmpScale,scale/.default=0.5,
3057 x/.store in=\TmpX,x/.default=5,
3058 y/.store in=\TmpY,y/.default=5,
3059 }%
3060 }

```

```

3061 \tikzset{
3062   li petri/.style={
3063     activated/.style={
3064       very thick
3065     },
3066     inhibitor/.style={
3067       {Circle[open,length=2mm,fill=white]}-
3068     }
3069   }
3070 }

```

\bPetriTransitionsName Makro-Faulenzer: `\let\t=\liPetriTransitionsName`
`\$t_(\d+)\$ \t$1`

```

3071 \def\bPetriTransitionsNameOhneMathe#1{t\sb{#1}}
3072 \def\bPetriTransitionsName#1{
3073   \ifmmode
3074     \bPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}
3075   \else
3076     $\bPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}$
3077   \fi
3078 }

```

\bPetriErreichTransition Makro-Faulenzer: `\let\t=\liPetriErreichTransition`

```

3079 \NewDocumentCommand{ \bPetriErreichTransition } { m m m 0{ } 0{ } } {
3080   \draw[->] (#1) edge[#4] node[pos=0.5,auto,sloped,#5]{$t\sb{#3}$} (#2);
3081 }

```

\bPetriErreichKnotenDrei Makro-Faulenzer: `\let\k=\liPetriErreichKnotenDrei`

```

3082 \def\bPetriErreichKnotenDrei#1#2#3{(#1,#2,#3)}

```

\bPetriTransPfeile Makro-Faulenzer: `\let\tp=\liPetriTransPfeile`

```

3083 \def\bPetriTransPfeile#1{$\rightarrow \hspace{0.4cm} \bPetriTransitionsName{#1} \hspace{0.35cm}
3084

```

potenzmengen-konstruktion.sty

```
3085 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3086 \ProvidesPackage{bschlangaul-potenzmengen-konstruktion}[2021/02/21 Hilfsmakros
3087 einzusetzen bei der Potenzmengen-Konstruktion (Potenzmengen-Algorithmus)]
```

```
3088 \bLadePakete{formale-sprachen}
```

```
3089 \ExplSyntaxOn
```

```
\def\z#1{
  \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}{l|l|l}
Zustandsmenge & Eingabe $a$ & Eingabe $b$ \\ \hline
\z0 & \z0 & \z1 \\
\z1 & \z2 & \z1 \\
\z2 & \z0 & \z3 \\
\z3 & \z4 & \z3 \\
\z4 & \z5 & \z3 \\
\z5 & \z5 & \z3 \\
\end{tabular}
```

```
\bZustandsMengenSammlung \bZustandsMengenSammlung{nummer}{latex3 str_case:nn}
```

```
\def\z#1{
  \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}
    }
  }
}
```

```
3090 \def\bZustandsMengenSammlung#1#2{
3091   \bZustandsnameGross{#1}
3092   {
3093     \footnotesize
3094     \bPotenzmenge{
3095       \str_case:nn {#1} {#2
3096       }
3097     }
3098 }
```

```
\bZustandsMengenSammlungNr
```

```
3099 \def\bZustandsMengenSammlungNr#1#2{
3100   \bZustandsnameGross{#1}
3101   {
```

```
3102     \footnotesize
3103     \bZustandsmengeNr{
3104         \str_case:nn {#1} #2
3105     }
3106 }
3107 }

3108 \ExplSyntaxOff
3109
```

pseudo.sty

```

3110 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3111 \ProvidesPackage{bschlangaul-pseudo}[2020/12/30 Paket zum Setzen
3112 von Pseudo-Code, Hüll-Paket um algorithm2e]

\begin{algorithm}[H]
\KwData{$G = (V, E, w)$: ein zusammenhängender, ungerichteter,
kantengewichteter Graph  $\text{kruskal}(G)$ }
$E' \leftarrow \emptyset$;
$L \leftarrow E$;
Sortiere die Kanten in  $L$  aufsteigend nach ihrem Kantengewicht.;
\While{$L \neq \emptyset$}{
  wähle eine Kante  $e \in L$  mit kleinstem Kantengewicht;
  entferne die Kante  $e$  aus  $L$ ;
  \If{der Graph  $(V, E' \cup \{e\})$  keinen Kreis enthält}{
    $E' \leftarrow E' \cup \{e\}$;
  }
}
\KwResult{$M = (V, E')$ ist ein minimaler Spannbaum von  $G$ .}
\caption{Minimaler Spannbaum nach Kruskal\footcite{wiki:kruskal}}
\end{algorithm}

```

Algorithmus 1: Minimaler Spannbaum nach Kruskal

Data: $G = (V, E, w)$: ein zusammenhängender, ungerichteter, kantengewichteter Graph $\text{kruskal}(G)$

$E' \leftarrow \emptyset$;
 $L \leftarrow E$;
 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
end

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

```

3113 \RequirePackage[german,boxruled]{algorithm2e}

```

```

3114

```

pumping-lemma.sty

3115 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3116 \ProvidesPackage{bschlangaul-pumping-lemma}[2021/08/11 Enthält die
3117 Definitionen für das Pumping-Lemma in der Regulären Sprache und
3118 in der Kontextfreien Sprache]

\bPumpingRegulaer

```
3119 \def\bPumpingRegulaer{%
3120   Es sei  $L$  eine reguläre Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass für
3121   alle Wörter  $\omega$  in  $L$  mit  $|\omega| \geq j$  (jedes Wort  $\omega$  in
3122    $L$  mit Mindestlänge  $j$ ) jeweils eine Zerlegung  $\omega = uvw$ 
3123   existiert, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
3124
3125   \begin{enumerate}
3126     \item  $|v| \geq 1$ 
3127     (Das Wort  $v$  ist nicht leer.)
3128
3129     \item  $|uv| \leq j$ 
3130     (Die beiden Wörter  $u$  und  $v$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
3131
3132     \item Für alle  $i = 0, 1, 2, \dots$  gilt  $uv^i w$  in  $L$ 
3133     (Für jede natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^i w$  in der
3134     Sprache  $L$ )
3135   \end{enumerate}
3136
3137   Die kleinste Zahl  $j$ , die diese Eigenschaften erfüllt, wird
3138   Pumping-Zahl der Sprache  $L$  genannt.\footcite{wiki:pumping-lemma}
3139 }
```

\bPumpingKontextfrei

```
3140 \def\bPumpingKontextfrei{%
3141   Es sei  $L$  eine kontextfreie Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass
3142   sich alle Wörter  $\omega$  in  $L$  mit  $|\omega| \geq j$  zerlegen lassen in
3143    $\omega = uvwxy$ , sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
3144
3145   \begin{enumerate}
3146     \item  $|vx| \geq 1$ 
3147     (Die Wörter  $v$  und  $x$  sind nicht leer.)
3148
3149     \item  $|vwx| \leq j$ 
3150     (Die Wörter  $v$ ,  $w$  und  $x$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
3151
3152     \item Für alle  $i$  in  $\mathbb{N}_0$  gilt  $uv^iwx^iy$  in  $L$  (Für jede
3153     natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^iwx^iy$  in der
3154     Sprache  $L$ )
3155   \end{enumerate}
3156 }
3157
```


relationale-algebra.sty

```

3158 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3159 \ProvidesPackage{bschlangaul-relationale-algebra}[2020/12/11]
3160 \RequirePackage{amsmath}
3161 \RequirePackage{amssymb}

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

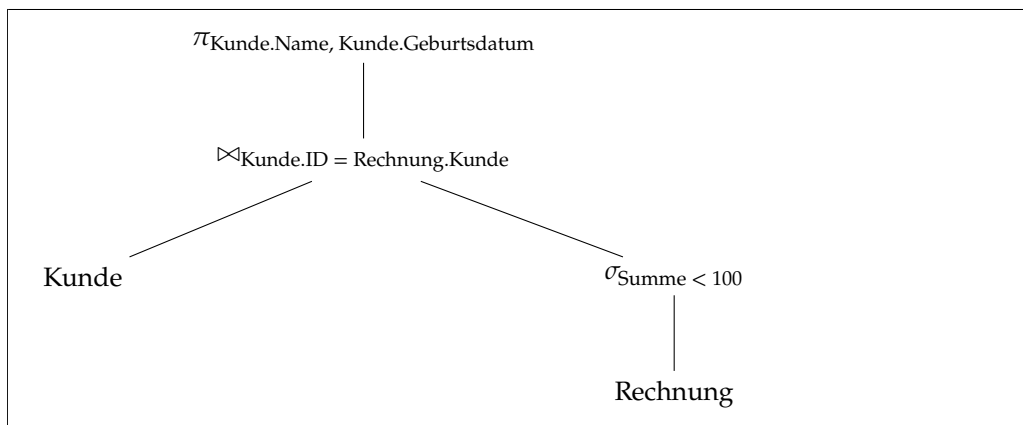
  \node[below=of pi]
    (theta join) {\bowtie_{\text{Kunde.ID = Rechnung.Kunde}}};
    edge (pi);

  \node[below left=of theta join]
    {Kunde}
    edge(theta join);

  \node[below right=of theta join]
    (sigma rechnung) {\sigma_{\text{Summe < 100}}};
    edge (theta join);

  \node[below=of sigma rechnung]
    {Rechnung}
    edge(sigma rechnung);
\end{tikzpicture}

```



```

3162 \RequirePackage{tikz}
3163 \usetikzlibrary{positioning}

    Privates Makros, das zwei Querstriche erzeugt.
3164 \def\o@join{\setbox0=\hbox{\bowtie}}%
3165 \rule[-.02ex]{.25em}{.4pt}\llap{\rule[\ht0]{.25em}{.4pt}}%
3166 }

```

\leftouterjoin A \leftouterjoin B: $A \bowtie B$

```

3167 \def\leftouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie}}

```

\rightouterjoin A \rightouterjoin B: $A \bowtie B$

```

3168 \def\rightouterjoin{\mathbin{\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}

```

\fullouterjoin A \fullouterjoin B: $A \bowtie B$

```

3169 \def\fullouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}

```

```

3170

```

rmodell.sty

```
3171 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3172 \ProvidesPackage{bschlangaul-rmodell}[2020/09/01
3173 Makros und Umgebungen zum Setzen des Relationenmodells beim Thema
3174 Datenbanken.]
3175 \RequirePackage{soul}
```

Faulenzer

```
\let\ a=\bAttribut
\let\ f=\bFremd
\let\ p=\bPrimaer
\let\ r=\bRelationMenge
```

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

```
3176 \def\bPrimaer#1{\ul{#1}}
```

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

```
3177 \def\bFremd#1{{\setul{-0.9em}{}}\ul{#1}}
```

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

```
3178 \def\li@Rmodell@Schrift{\footnotesize\ttfamily}
3179 \ExplSyntaxOn
3180 \NewDocumentEnvironment { liRmodell }
3181 { +b }
3182 {
3183   \medskip
3184   {
3185     \linespread{2}
3186     \setlength{\parindent}{0pt}
3187     \li@Rmodell@Schrift#1
3188   }
3189   \medskip
3190 } {}
3191 \ExplSyntaxOff
```

`\bRelationMenge` **Makro-Faulenzer:** `\let\ r=\liRelationMenge`

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

```
3192 \def\bRelationMenge#1#2{
3193 \noindent
3194 #1 : \{ [ #2 ] \}
3195 \par
3196 }
```

`\bAttribut` **Makro-Faulenzer:** `\let\ a=\liAttribut`

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

```
3197 \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}
```

```
3198 \NewDocumentEnvironment { liRelationenSchemaFormat }{ +b } {} {}
```

```
3199
```

sortieren.sty

```
3200 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3201 \ProvidesPackage{bschlangaul-sortieren}[2020/06/10 Schaubilder
3202 für händisches Sortieren bzw. einen Schreibtischlauf setzen]
```

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



```
3203 \RequirePackage{tikz}
3204 \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.

```
3205 \def\bVertauschen#1{
3206   \directlua{
3207     local sortieren = require('bschlangaul-sortieren')
3208     sortieren('#1')
3209   }
3210 }
```

`\bSortierPfeil`

```
3211 \def\bSortierPfeil#1#2{
3212   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 north) -- ++(0,0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 north);
3213 }
```

`\bSortierPfeilUnten`

```
3214 \def\bSortierPfeilUnten#1#2{
3215   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 south) -- ++(0,-0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 south);
3216 }
```

`\bSortierMarkierung`

```
3217 \def\bSortierMarkierung#1#2{\node[
3218   draw,
3219   very thick,
3220   fit=(reihe.#1) (reihe.#2),
3221   inner sep=0pt
3222 ] {}
3223 }

3224 \tikzset{
3225   li sortierung zahlenreihe/.style={
3226     draw,
3227     thin,
3228     font=\large,
3229     rectangle split horizontal,
3230     rectangle split,
3231   }
3232 }
```

```

3233 % https://tex.stackexchange.com/a/140895
3234 \RequirePackage{forest,xstring}
3235 \usetikzlibrary{calc}
3236
3237 \makeatletter
3238 \pgfmathdeclarefunction{strrepeat}{2}{%
3239   \begingroup\pgfmathint{#2}\pgfmathcount\pgfmathresult
3240   \let\pgfmathresult\pgfutil@empty
3241   \pgfutil@loop\ifnum\pgfmathcount>0\relax
3242     \expandafter\def\expandafter\pgfmathresult\expandafter{\pgfmathresult#1}%
3243     \advance\pgfmathcount-1\relax
3244   \pgfutil@repeat\pgfmathsmuggleone\pgfmathresult\endgroup}
3245 \makeatother
3246
3247 \def\myNodes{}
3248
3249 \ExplSyntaxOn
3250 \newcommand*{\sortList[1]}{%
3251   \clist_sort:Nn#1{\int_compare:nNnTF{##1}>{##2}\sort_return_swapped:\sort_return_same:}}
3252 \ExplSyntaxOff
3253
3254 \forestset{
3255   sort/.code={%
3256     \pgfmathparse{level()>\forestSortLevel}%
3257     \ifnum\pgfmathresult=0
3258       \StrSubstitute{\forestov{content}}{ }{ },{ }\myList%
3259       \sortList\myList
3260       \StrSubstitute{\myList}{ },{ } \myList%
3261       \pgfmathparse{strrepeat("1",level())}%
3262       \xappto\myNodes{\noexpand\node at ($(\forestov{name})|-m)!-1!(\forestov{name}))$}
3263       (m\forestov{name}) {\myList}}%
3264     \pgfmathparse{level()=\forestSortLevel}%
3265     \ifnum\pgfmathresult=1
3266       \forestOget{\forestov{@first}}{name}\forestFirst
3267       \forestOget{\forestov{@last}}{name}\forestLast
3268       \xappto\myNodes{[<-]edge (\forestOv{\forestov{@first}}{name})
3269         \ifx\forestFirst\forestLast\else edge (\forestOv{\forestov{@last}}{name})\fi}}%
3270     \fi
3271     \ifnum\forestov{@parent}=0\else
3272       \xappto\myNodes{edge (m\forestOv{\forestov{@parent}}{name})}%
3273     \fi
3274     \gappto\myNodes{;}%
3275   \fi}}
3276
3277 \forestset{sort level/.code=%
3278   \pgfmathparse{#1}\let\forestSortLevel\pgfmathresult
3279   \pgfmathparse{strrepeat("1",\forestSortLevel+1)}\let\forestOnes\pgfmathresult}
3280

```

spalten.sty

3281 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

3282 \ProvidesPackage{bschlangaul-spalten}[2020/12/07 Lädt das Paket

3283 „multicol“, damit mehrspaltiger Satz mit Hilfe der Umgebung „multicols“

3284realisiert werden kann.]

3285 \RequirePackage{multicol}

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

3286 \def\bSpaltenUmbruch{\vfill\strut\columnbreak}

3287

sql.sty

```
3288 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3289 \ProvidesPackage{bschlangaul-sql}[2021/09/02 Zu Setzen von SQL]
```

Faulenzer

```
\let\s=\bSqlCode
```

Latex-Markup-Beispiel

```
\begin{bAdditum}[Übungsdatenbank]
% Datenbankname: Personalverwaltung
\begin{minted}{sql}
CREATE TABLE Abteilung(
  AbteilungsID INTEGER PRIMARY KEY,
  Bezeichnung VARCHAR(30)
);

CREATE TABLE Mitarbeiter(
  MitarbeiterID INTEGER PRIMARY KEY,
  Vorname VARCHAR(30),
  Vorgesetzter INTEGER REFERENCES Mitarbeiter(MitarbeiterID),
  Telefonnummer VARCHAR(50),
  Gehalt DOUBLE PRECISION
);

INSERT INTO Abteilung VALUES
  (1, 'Buchhaltung');

INSERT INTO Mitarbeiter
  (MitarbeiterID, Vorname, Nachname, Vorgesetzter, AbteilungsID, Telefonnummer, Gehalt)
VALUES
  (1, 'Hans', 'Meier', 11, 4, '023/13432', 2335),
  (2, 'Fred', 'Wolitz', 11, 2, '0233/413432', 1233);
\end{minted}
\index{SQL mit Übungsdatenbank}
\end{bAdditum}
```

```
3290 \bLadePakete{syntax}
3291 \RequirePackage{fancyvrb}
3292 \DefineVerbatimEnvironment {bSqlErgebnis} {Verbatim}
3293 {
3294   fontsize=\scriptsize
3295 }
```

\bSqlCode **Makro-Faulenzer:** \let\s=\liSqlCode

```
3296 \def\bSqlCode#1
3297 {
3298   \mintinline{sql}|#1|
3299 }
```

```
3300 \ExplSyntaxOff
```

```
3301
```

struktogramm.sty

3302 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

3303 \ProvidesPackage{bschlangaul-struktogramm}[2021/01/31 Lädt das
3304 Paket struktex zum Setzen von Struktogrammen]

3305 \RequirePackage{struktex}

3306

syntax.sty

```
3307 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3308 \ProvidesPackage{bschlangaul-syntax}[2020/06/10 Ein Hüll-Paket um
3309 `minted`.]
```

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

```
3310 \ExplSyntaxOn

3311 \RequirePackage{hyperref}

3312 \RequirePackage{minted}
3313 % pygmentize -L styles
3314 \usemintedstyle{colorful}
3315 %\BeforeBeginEnvironment{minted}{\begin{mdframed}}
3316 %\AfterEndEnvironment{minted}{\end{mdframed}}
3317 %\setminted{breaklines=true,linenos}
3318 \setminted
3319 {
3320   breaklines=true,
3321   linenos=false,
3322   fontsize=\footnotesize,
3323 }
```

`\bAssemblerCode`

```
3324 \def\bAssemblerCode#1
3325 {
3326   \mintinline{asm}|#1|
3327 }
```

`\bAssemblerDatei` `\bAssemblerDatei{relativer-pfad}`: Relativer Pfad zu einer Assembler-Datei.

```
3328 \NewDocumentCommand { \bAssemblerDatei } { m }
3329 {
3330   \inputminted{asm}{#1}
3331 }
```

`\bMinispracheDatei` `\bMinispracheDatei{relativer-pfad}`: Relativer Pfad zu einer Minisprachen-Datei (Hochsprache für die Minimaschine von Albert Wiedemann).

```
3332 \NewDocumentCommand { \bMinispracheDatei } { m }
3333 {
3334   \inputminted{componentpascal}{#1}
3335 }
```

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

```
3336 \def\bHaskellCode#1
3337 {
3338   \mintinline{haskell}|#1|
3339 }
```

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

```
3340 \NewDocumentCommand { \bHaskellDatei } { m }
3341 {
3342   \inputminted{haskell}{#1}
3343 }
```

```
3344 \ExplSyntaxOff
```

```
3345
```


syntaxbaum.sty

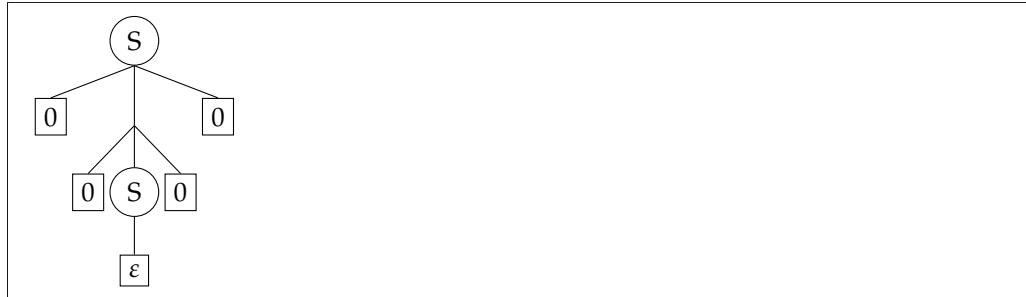
3346 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

3347 \ProvidesPackage{bschlangaul-syntaxbaum}[2021/02/14 Zum Setzen von

3348 Syntaxbäumen mit Hilfe des Pakets tikz-qtree]

TeX-Markup-Beispiel

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



```
3349 \RequirePackage{tikz-qtree}
3350 \tikzset{b syntaxbaum/.style={
3351     every internal node/.style={
3352         draw,circle
3353     },
3354     every leaf node/.style={
3355         draw,rectangle
3356     },
3357 }
3358 }
3359
```

synthese-algorithmus.sty

```
3360 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3361 \ProvidesPackage{bschlangaul-synthese-algorithmus}[2021/03/19
3362 Hilfsmakros zum Setzen des Synthese-Algorithmuses zur Umformung einer
3363 Relation in die 3. Normalform]

3364 \bLadePakete{
3365   normalformen,
3366   mathe,
3367   typographie
3368 }

3369 \ExplSyntaxOn
```

Faulenzer

```
\let\schrittE=\bSyntheseUeberErklaerung
```

TeX-Markup Grundgerüst

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

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

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

TeX-Markup Linksreduktion

```
\let\ahl=\bLinksReduktionInline
\let\fa=\bFunktionaleAbhaengigkeit
\let\m=\bAttributMenge
\let\b=\textbf

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

 $\mathbf{m}\{D, X\} \text{ in } \mathbf{ahl}\{C, E\}\{E\}\{A, C, B, \mathbf{b}\{D, X\}\} \setminus$ 
 $\mathbf{m}\{D, X\} \text{ not in } \mathbf{ahl}\{C, E\}\{C\}\{E, F\}$ 

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

 $F \text{ not in } \mathbf{ahl}\{C, E\}\{E\}\{A, C, B\} \setminus$ 
 $F \text{ in } \mathbf{ahl}\{C, E\}\{C\}\{E, \mathbf{b}\{F\}\}$ 
```

TeX-Markup Rechtsreduktion

```
\let\ahr=\bRechtsReduktionInline
\let\fa=\bFunktionaleAbhaengigkeit

\bPseudoUeberschrift{F}

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

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

(ii) Rechtsreduktion

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

(iii) Löschen leerer Klauseln

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

(iv) Vereinigung

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

(b) Relationsschemata formen

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

(c) Schlüssel hinzufügen

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

(d) Entfernung überflüssiger Teilschemata

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

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

```
3370 \def\bSyntheseUeberschrift#1
3371 {
3372   {
3373     \bfseries
3374     \rmfamily
3375     \str_case:nn {#1} {
3376       {1} {Kanonische-Überdeckung}
3377       {1-1} {Linksreduktion}
3378       {1-2} {Rechtsreduktion}
```

```

3379 {1-3} {Löschen-leerer-Klauseln}
3380 {1-4} {Vereinigung}
3381 {2} {Relationsschemata-formen}
3382 {3} {Schlüssel-hinzufügen}
3383 {4} {Entfernung-überflüssiger-Teilschemata}
3384 }
3385 }
3386 }

```

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

```

3387 \def\li@synthese@erklaerung@texte#1
3388 {
3389   \str_case:nn {#1} {
3390     {1} {
3391       Die-kanonische-Überdeckung---also-die-kleinst-mögliche-noch-
3392       äquivalente-Menge-von-funktionalen-Abhängigkeiten-kann-in-vier-
3393       Schritten-erreicht-werden.
3394     }
3395     {1-1} {
3396       Führe-für-jede-funktionale-Anhängigkeit-
3397        $\alpha \rightarrow \beta$ -in- $F$ -die-Linksreduktion-durch,-
3398       überprüfe-also-für-alle-
3399        $A \in \alpha$ , ob- $A$ -überflüssig-ist, d.h. ob-
3400        $\beta \subseteq \text{AttributHuelle}\{F, \alpha \rightarrow A\}$ .
3401     }
3402     {1-2} {
3403       Führe-für-jede-(verbliebene)-funktionale-Abhängigkeit- $\alpha \rightarrow \beta$ -die-Rechtsreduktion-durch,-überprüfe-also-für-
3404       alle- $B \in \beta$ , ob- $B \in \text{AttributHuelle}\{F \rightarrow (\alpha \rightarrow \beta)\}$ ,
3405        $\alpha \rightarrow \beta \cup (\alpha \rightarrow B)$ ,
3406        $\alpha$ -gilt. In-diesem-Fall-ist- $B$ -auf-der-rechten-Seite-
3407       überflüssig-und-kann-eliminiert-werden, dh- $\alpha \rightarrow \beta$ -wird-durch- $\alpha \rightarrow (\beta \rightarrow B)$ -
3408       ersetzt.
3409     }
3410     {1-3} {
3411       Entferne-die-funktionalen-Abhängigkeiten-der-Form- $\alpha \rightarrow \emptyset$ , die-im-2.-Schritt-möglicherweise-
3412       entstanden-sind.
3413     }
3414     {1-4} {
3415       Fasse-mittels-der-Vereinigungsregel-funktionale-Abhängigkeiten-
3416       der-Form- $\alpha \rightarrow \beta_{\{1\}}, \dots, \alpha \rightarrow \beta_{\{n\}}$ , so-dass- $\alpha \rightarrow \beta_{\{1\}} \cup \dots \cup \beta_{\{n\}}$ -
3417       verbleibt.
3418     }
3419     % Kemper Seite 197
3420     {2} {
3421       Erzeuge-für-jede-funktionale-Abhängigkeit- $\alpha \rightarrow \beta$ -in- $F$ -ein-Relationenschema- $\mathcal{R} \subseteq \alpha$ -
3422        $:= \alpha \cup \beta$ .
3423     }
3424     {3} {
3425       Falls-eines-der-in-Schritt-2.-erzeugten-Schemata- $\mathcal{R} \subseteq \alpha$ -
3426       einen-Schlüsselkandidaten-von- $\mathcal{R}$ -bezüglich- $F$ -
3427       enthält, sind-wir-fertig, sonst-wähle-einen-Schlüsselkandidaten-
3428        $\mathcal{K} \subseteq \mathcal{R}$ -aus-und-definiere-folgendes-
3429       zusätzliche-Schema:  $\mathcal{R} \subseteq \mathcal{K} := \mathcal{K}$ -
3430       und- $\mathcal{F} \subseteq \mathcal{K} := \emptyset$ 
3431     }
3432     {4} {
3433       Eliminiere-diejenigen-Schemata- $\mathcal{R} \subseteq \alpha$ , die-in-einem-
3434       anderen-Relationenschema- $\mathcal{R} \subseteq \alpha'$ -enthalten-sind, d.h.-
3435        $\mathcal{R} \subseteq \mathcal{R} \subseteq \alpha'$ .
3436     }
3437   }
3438 }
3439 }
3440 }

```

```

3441     }
3442   }
3443 }
3444 \def\bSyntheseErklaerung#1
3445 {
3446   {
3447     \itshape
3448     \footnotesize
3449     \bParagraphMitLinien{\li@synthese@erklaerung@texte{#1}}
3450   }
3451 }

```

\bSyntheseUeberErklaerung **Makro-Faulenzer:** \let\schrittE=\liSyntheseUeberErklaerung

```

3452 \def\bSyntheseUeberErklaerung#1
3453 {
3454   \bSyntheseUeberschrift{#1}\par
3455   \bSyntheseErklaerung{#1}
3456 }

3457 \ExplSyntaxOff
3458

```

tabelle.sty

3459 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

3460 \ProvidesPackage{bschlangaul-tabelle}[2020/12/05 Lädt das Paket tabluarx]

3461 \RequirePackage{tabularx}

3462

tex-dokumentation.sty

```
3463 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3464 \ProvidesPackage{bschlangaul-tex-dokumentation}[2021/09/12 Hilfsmakros
3465 für die DTX-Dokumentation]

3466 \ExplSyntaxOn
3467 \RequirePackage{mdframed}

3468 \newenvironment{bBeispiel}
3469 {
3470   \begin{mdframed}
3471 }
3472 {
3473   \end{mdframed}
3474 }

\bMakroFaulenzer \bMakroFaulenzer{Abkürzung}{Makroname ohne Schrägstrich}

3475 \cs_new:Npn \let_abkuerzung:nn #1 #2
3476 {
3477   \texttt{
3478     {
3479       \textbackslash let
3480       \textbackslash #1
3481       =
3482       \textbackslash #2
3483     }
3484 }
3485 \def\bMakroFaulenzer #1 #2
3486 {
3487   \par
3488   \noindent
3489   \textbf{Makro-Faulenzer:~}
3490   \let_abkuerzung:nn {#1}{#2}
3491   \par
3492 }

3493 \prop_new:N \l_faulenzer_prop

\bFaulenzer

3494 \def\bFaulenzer#1
3495 {
3496   \prop_clear:N \l_faulenzer_prop
3497   \prop_put_from_keyval:Nn \l_faulenzer_prop {#1}
3498   \subsubsection{Faulenzer}
3499   \prop_map_inline:Nn \l_faulenzer_prop
3500   {
3501     \noindent
3502     \let_abkuerzung:nn {##1} {##2}
3503     \par
3504   }
3505   \bigskip
3506 }

3507 \ExplSyntaxOff
3508
```


typographie.sty

```
3509 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3510 \ProvidesPackage{bschlangaul-typographie}[2021/03/20 Typographische Makros,
3511 die das Erscheinungsbild verändern. Die Schriftdefinition sind in
3512 formatierung.sty definiert.]
```

```
3513 \ExplSyntaxOn
```

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

```
3514 \RequirePackage{fontawesome}
```

`\bErledigt` `\bErledigt:` ☑

```
3515 \let\bErledigt=\faCheckSquare0
```

`\bNichtsZuTun` `\bNichtsZuTun:` ∅ Nichts zu tun

```
3516 \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, ipsum dolor sit —

```
3517 \def\bParagraphMitLinien#1
```

```
3518 {
```

```
3519   \noindent
```

```
3520   \vrule height 2pt depth -1.6pt width 0.4cm
```

```
3521   \enspace
```

```
3522   #1
```

```
3523   \enspace
```

```
3524   \leaders\vrule height 2pt depth -1.6pt \hfill \null
```

```
3525   \par
```

```
3526   \medskip
```

```
3527 }
```

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

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

```
3528 \def\bGeschweifteKlammern#1#2#3#4
```

```
3529 {
```

```
3530   \par
```

```
3531   \medskip
```

```
3532   \noindent
```

```
3533   #1 \, $= \Bigl\{ \{ $
```

```
3534   \vspace{#3}
```

```
3535   #2
```

```
3536   \vspace{#4}
```

```
3537   \begin{flushright} $ \Bigr\} $ \end{flushright}
```

```
3538   \par
```

```
3539 }
```

```
3540 \ExplSyntaxOff
```

```
3541
```

uml.sty

```

3542 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3543 \ProvidesPackage{bschlangaul-uml}[2020/06/13 Ein Hüll-Paket um
3544 `tikz-uml', das einige Design-Einstellungen vornimmt und manche
3545 Erweiterung bereitstellt]

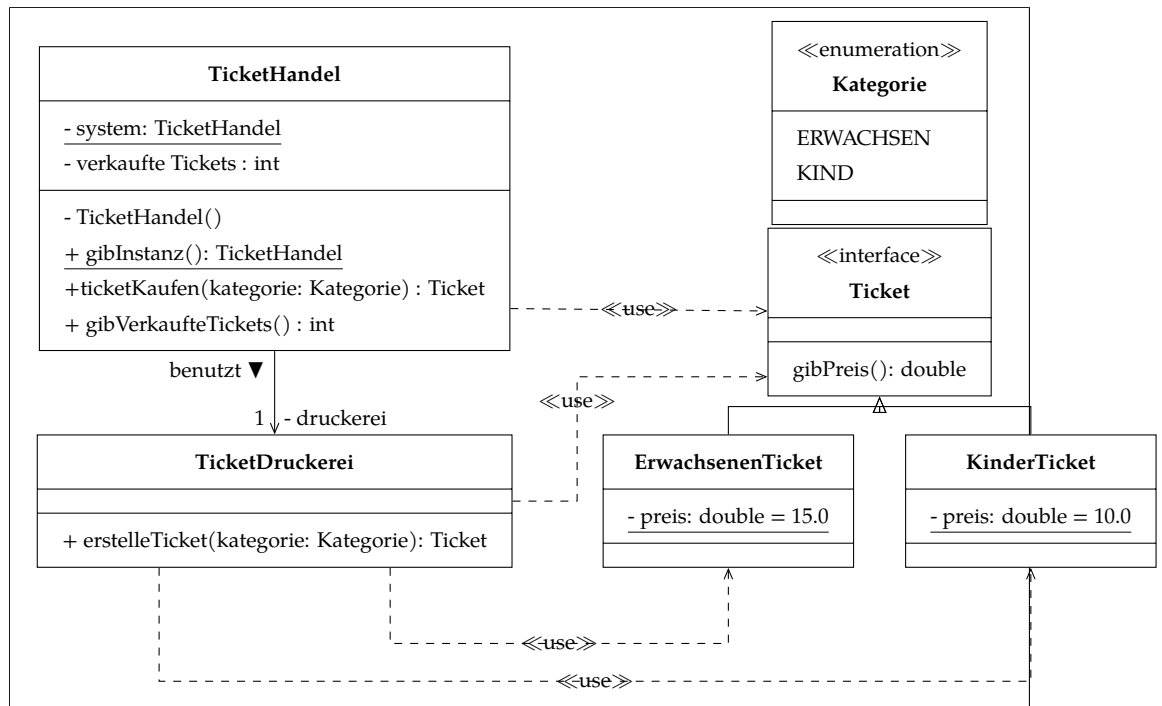
3546 \RequirePackage{tikz-uml}

3547 \RequirePackage{tikz-uml-activity}

    Not compatible with wasysym
3548 %\RequirePackage{mathabx}
3549 \RequirePackage{wasysym}
3550 \usetikzlibrary{positioning}

3551 \tikzumlset{
3552   fill class=white!0,
3553   font=\footnotesize,
3554   fill object=white!0,
3555   fill note=white!0,
3556   fill state=white!0,
3557   % Use case
3558   fill usecase=white!0,
3559   fill system=white!0,
3560 }

```



```

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

```

```

3561 \NewDocumentCommand{ \bUmlLeserichtung } { 0{dir=right} m }
3562 {
3563   \def\@liDirLeft{
3564     \def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}
3565     \pgfkeys{/lese/dir/.is choice}
3566     \pgfkeys{/lese/dir/up/.code={\def\@liDirRight{ \UParrow}}}
3567     \pgfkeys{/lese/dir/down/.code={\def\@liDirRight{ \DOWNarrow}}}
3568     \pgfkeys{/lese/dir/left/.code={\def\@liDirRight{}\def\@liDirLeft{ \LEFTarrow }}}
3569     \pgfkeys{/lese/dir/right/.code={\def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}}}
3570
3571     \def\@liPos{above}

```

```

3572 \pgfkeys{/lese/pos/.code={\def\@liPos{##1}}}
3573
3574 \def\@liDistance{0cm}
3575 \pgfkeys{/lese/distance/.code={\def\@liDistance{##1}}}
3576
3577 \pgfkeys{/lese/.cd,#1}
3578
3579 \node[\@liPos = \@liDistance of #2-middle] {
3580   \@liDirLeft{\footnotesize#2}\@liDirRight
3581 };
3582 }
3583

```

vollstaendige-induktion.sty

```

3584 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3585 \ProvidesPackage{bschlangaul-vollstaendige-induktion}[2021/07/01
3586 Hilfsmakros zum Setzen der Vollständigen Induktion, vor allem die
3587 Überschriften für die einzelnen Schritte]

```

Faulenzer

```

\let\m=\bInduktionMarkierung
\let\e=\bInduktionErklaerung

```

```

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

```

Lade häufig benötigte Pakete

```

3588 \bLadePakete{
3589   typographie,
3590   mathe,
3591   syntax
3592 }
3593 \ExplSyntaxOn

```

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

Makro-Faulenzer: `\let\m=\liInduktionMarkierung`

```

3594 \def\bInduktionMarkierung#1
3595 {

```

```

3596 \textcolor{violet}{#1}
3597 }

```

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

Makro-Faulenzer: `\let\e=\liInduktionErklaerung`

```

3598 \def\bInduktionErklaerung#1
3599 {
3600 \scriptsize\text{#1}
3601 }

```

`\bInduktionAnfang`

```

3602 \def\bInduktionAnfang{
3603 \bPseudoUeberschrift{Induktionsanfang}
3604
3605 % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
3606 \bParagraphMitLinien{
3607 Beweis,~dass~$A(1)$~eine~wahre~Aussage~ist.
3608 }
3609 }

```

`\bInduktionVoraussetzung`

```

3610 \def\bInduktionVoraussetzung{
3611 \bPseudoUeberschrift{Induktionsvoraussetzung}
3612
3613 % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
3614 \bParagraphMitLinien{
3615 Die~Aussage~$A(k)$~ist~wahr~für~ein~beliebiges~$k$ \in \mathbb{N}$.
3616 }
3617 }

```

`\bInduktionSchritt`

```

3618 \def\bInduktionSchritt{
3619 \bPseudoUeberschrift{Induktionsschritt}
3620
3621 % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
3622 \bParagraphMitLinien{
3623 Beweis,~dass~wenn~$A(n=k)$~wahr~ist,~
3624 auch~$A(n=k+1)$~wahr~sein~muss.
3625 }
3626 }

3627 \ExplSyntaxOff
3628

```

wasserfall.sty

```
3629 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3630 \ProvidesPackage{bschlangaul-wasserfall}[2020/06/10 Zu Setzen des
3631 Diagramms zum Wasserfallmodell]
```

Latex-Markup-Beispiel

```
\begin{tikzpicture}[b wasserfall]
\node {Systemanforderung}; % A-1
\node {Softwareanforderung};
\node {Analyse};
\node {Entwurf};
\node {Implementierung};
\node {Test};
\node {Betrieb};

\foreach \i [count=\j] in {2,...,7}
{
  \draw[->, thick] (A-\i) -| (A-\j);
  \draw[->, thick] (A-\j) -| (A-\i);
}
\end{tikzpicture}

3632 \RequirePackage{tikz}
3633 \usetikzlibrary{chains,positioning,shadows}
3634 \tikzset{
3635   b wasserfall/.style={
3636     >=stealth,
3637     node distance = 2mm and -8mm,
3638     start chain = A going below right,
3639     every node/.style = {
3640       draw,
3641       text width=24mm,
3642       minimum height=12mm,
3643       align=center,
3644       inner sep=1mm,
3645       fill=white,
3646       drop shadow={fill=black},
3647       on chain=A
3648     },
3649   }
3650 }
3651
```

wpkalkuel.sty

```
3652 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3653 \ProvidesPackage{bschlangaul-wpkalkuel}[2020/06/13 Hilfsmakros zum
3654 Setzen des WP-Kalküls]
```

Faulenzer

```
\let\wp=\bWpKalkuel
\let\equivalent=\bWpEquivalent
\let\erklaerung=\bWpErklaerung
```

```
3655 \RequirePackage{amsmath}
```

```
3656 \ExplSyntaxOn
```

\bWpKalkuel Makro-Faulenzer: `\let\wp=\liWpKalkuel`

```
3657 \def\bWpKalkuelOhneMathe#1#2
3658 {
3659   \text{wp}(\texttt{\scriptsize"#1"},\thinspace #2)
3660 }
3661 \def\bWpKalkuel#1#2{
3662   \ifmmode
3663     \bWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}
3664   \else
3665     $\bWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}$
3666   \fi
3667 }

3668 \cs_new:Npn \mathe_umgebung:n #1
3669 {
3670   \medskip
3671
3672   \hspace{1em}#1
3673
3674   \medskip
3675 }
```

\bWpPseudoMatheUmgebung

```
3676 \def\bWpPseudoMatheUmgebung#1
3677 {
3678   \mathe_umgebung:n{#1$}
3679 }
```

\bWpEquivalent Makro-Faulenzer: `\let\equivalent=\liWpEquivalent`

```
3680 \def\bWpEquivalent#1
3681 {
3682   \mathe_umgebung:n {
3683     $\equiv$
3684     \hspace{1em}
3685     $#1$
3686   }
3687 }
```

\bWpErklaerung Makro-Faulenzer: `\let\erklaerung=\liWpErklaerung`

```
3688 \newlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}
3689 \def\bWpErklaerung#1
3690 {
3691   \setlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}{\leftskip}
3692   \setlength{\leftskip}{0.5cm}
3693
3694   \par
3695   \noindent
3696   {
```

```

3697 \scriptsize
3698 #1
3699 }
3700 \par
3701
3702 \setlength{\leftskip}{\@Skip@Erklaerung@Reset}
3703 }

```

\bWpErklaerungVerzweigung

```

3704 \def\bWpErklaerungVerzweigung
3705 {
3706   $\bWpKalkuelOhneMathe{if~\{~b~\}~then~\{~a1~\}~else~\{~a2~\}}{Q}
3707   \equiv
3708   (b \land \bWpKalkuelOhneMathe{a1}{Q})
3709   \lor
3710   (\neg b \land \bWpKalkuelOhneMathe{a2}{Q})$
3711 }

3712 \ExplSyntaxOff
3713

```

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		
\#	508	1815, 1849, 2188, 2936, 3194, 3533, 3706
\,	760, 905, 1200, 1218, 1850, 1852, 2072, 2079, 2542, 2543, 2544, 2996, 3533	\} 606, 1787, 1797, 1809, 1810, 1817, 1853, 2189, 2936, 3194, 3537, 3706
\@par	2040	_ ... 123, 264, 431, 439, 444, 446, 705, 735, 849, 887, 894, 896, 899
\@Skip@Erklaerung@Reset	3688, 3691, 3702	
\@afterheading	965	
\@afterindentfalse	964	
\@depth	2046	_ 2948, 2958
\@flushglue	2040	
\@height	2044, 2046	
\@liDirLeft	3563, 3568, 3580	
\@liDirRight	3564, 3566, 3567, 3568, 3569, 3580	
\@liDistance	3574, 3575, 3579	
\@liPos	3571, 3572, 3579	
\@showidx	2032	
\@width	2044, 2046	
\\	177, 179, 203, 207, 211, 1230, 1258, 1259, 1262, 1263, 1266, 1267, 1362, 1363, 1364, 1471, 1505, 1507, 1537, 1546, 1591, 1633, 1634, 1635, 1640, 1641, 1642, 1662, 2378, 2891, 2949, 2952	
\{	606, 1787, 1797, 1809, 1810,	
		\arraystretch 2886
		\AtBeginDocument 200
		\aufgabe 63, 87
		\aufgabenpfad . 96, 377, 838
B		
\bAbleitung	1824	
bAdditum (environment)	2436	
\bAlphabet	1809	
bAntwort (environment)	2392	
\bAnweisung	2273	
\baselineskip	2042	
\bAssemblerCode	3324	
\bAssemblerDatei	3328	
\bAttribut	3197	
\bAttributHuelle	2928, 3400, 3405	
\bAttributHuelleOhneMathe	2928, 2931, 2933, 2947, 2957, 2965	
\bAttributMenge	2936, 2948, 2951, 2958, 2959, 2973, 2975	
\bAufgabe	410	
\bAufgabenMetadaten	81, 262, 374, 441	
\bAufgabenTitel	449	
\bAusdruck	1846	
\bAutomat	460	
\bAutomatenKante	492	
\bBandAlphabet	1810	
bBaum (environment)	1032	
\bBedingung	2274	
\bBedingungDrei	2607, 2650, 2690	
A		
\addbibresource	2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350	
\ADDITUMfalse	623	
\ADDITUMtrue	16, 623	
\AddToHook	103, 107, 306, 350, 370	
\advance	3243	
\AfterEndEnvironment	3316	
\Alph	1910	
\alph	1910, 1911	
\alpha	3397, 3399, 3400, 3403, 3405, 3406, 3407, 3408, 3409, 3413, 3419, 3420, 3425, 3426, 3427, 3430, 3438, 3439, 3440	
\ANTWORTfalse	627	
\ANTWORTtrue	627	
\arabic	1910	

\bBedingungEins	\bEntwurfsAdapterAkteure	\bEntwurfsStellvertreterUml
..... 2601, 2639, 2682	..... 1324, 1356	..... 1676, 1697
\bBedingungFalsch .. 2276	\bEntwurfsAdapterCode	\bEntwurfsZustand .. 1737
\bBedingungWahr 2275	..... 1348, 1357	\bEntwurfsZustandAkteure
\bBedingungZwei .....	\bEntwurfsAdapterUml ..	..... 1715, 1739
..... 2604, 2645, 2686	..... 1309, 1355	\bEntwurfsZustandCode
\bBindeAufgabeEin ... 245	\bEntwurfsBeobachter 1425	..... 1733, 1740
\bBindePdfEin	\bEntwurfsBeobachterAkteure	\bEntwurfsZustandUml ..
..... 199	..... 1383, 1427	..... 1700, 1738
\bChomskyErklaerung ..	\bEntwurfsBeobachterCode	\bEpsilon
..... 1069, 1110	..... 1417, 1428	..... 1795
\bChomskyUeberErklaerung	\bEntwurfsBeobachterUml	\bErAttribute
..... 1108	..... 1359, 1426	..... 1753, 1767, 1769
\bChomskyUeberschrift	\bEntwurfsDekorierer 1457	\bErDatenbankName .. 1772
..... 1057, 1109	\bEntwurfsDekoriererAkteure	\bErEntity 1751, 1755, 1757
\bCpmEreignis .....	..... 1459	\bErledigt
..... 1118	\bEntwurfsDekoriererCode .....	..... 3515
\bCpmFruehErklaerung 1189	..... 1449, 1460	\bErMpAttribute 1766
\bCpmFruehI ... 1182, 1202	\bEntwurfsDekoriererUml	\bErMpEntity
\bCpmSpaetErklaerung 1207	..... 1430, 1458	..... 1754
\bCpmSpaetI ... 1175, 1220	\bEntwurfsEinfacheFabrik	\bErMpRelationship .. 1760
\bCpmVon .....	..... 1493	\bErRelationship
..... 1158	\bEntwurfsEinfacheFabrikAkteure .....	..... 1752, 1761, 1763
\bCpmVonOhneMathe ...	..... 1477, 1495	\bbeschreibung
..... 1158, 1161, 1163	\bEntwurfsEinfacheFabrikUml .....	..... 2402, 2406,
\bCpmVonZu .....	..... 1462, 1494	2410, 2414, 2418, 2420
..... 1150	\bEntwurfsEinzelstueck	\betaa
\bCpmVonZuOhneMathe ..	..... 1523	..... 3397,
..... 1150, 1153, 1155	\bEntwurfsEinzelstueckAkteure	3400, 3404, 3405,
\bCpmVorgang .....	..... 1512, 1528	3406, 3409, 3419,
..... 1135	\bEntwurfsEinzelstueckBeschreibung	3420, 3421, 3426, 3427
\bCpmZu .....	..... 1497, 1524	\bExamensAufgabe 413
..... 1166	\bEntwurfsEinzelstueckCode	\bExamensAufgabeA ... 422
\bCpmZuOhneMathe ....	..... 1520, 1530	\bExamensAufgabeTA .. 419
..... 1166, 1169, 1171	\bEntwurfsEinzelstueckUml	\bExamensAufgabeTTA .. 416
\bBeforeBeginEnvironment	\bEntwurfsErbauer .. 1580	bExkurs (environment) 2461
..... 3315	\bEntwurfsErbauerAkteure	\bFalsch
\bbegin .....	..... 1552, 1582	\bFaulenzer
..... 117,	\bEntwurfsErbauerUml ..	\bFlaci
175, 192, 917, 926,	..... 1532, 1581	\bFremd
934, 1039, 1256,	\bEntwurfsFabrikmethode	\bFseries . 67, 166, 231,
1310, 1325, 1360,	..... 1626, 1651	271, 918, 941, 1059,
1384, 1431, 1463,	\bEntwurfsFabrikmethodeAkteure	1900, 1902, 2806, 3373
1478, 1503, 1513,	..... 1601, 1628	\bFunktionaleAbhaengigkeit
1533, 1553, 1585,	\bEntwurfsFabrikmethodeUml .....	..... 2967, 2970, 2978
1602, 1631, 1656,	..... 1584, 1627	\bFunktionaleAbhaengigkeiten
1677, 1701, 1716,	\bEntwurfsKompositum 1651	..... 2981
1830, 1915, 2007,	\bEntwurfsKompositumAkteure	\bFussnote 2841, 2843
2083, 2142, 2151,	..... 1653	\bFussnoteDreiText ..
2158, 2266, 2364,	\bEntwurfsKompositumUml .....	..... 2855, 2873
2422, 2444, 2465,	..... 1630, 1652	\bFussnoteEinsText ..
2496, 2501, 2612,	\bEntwurfsModellPraesentationSteuerung .....	..... 2847, 2867
2616, 2635, 2658,	..... 1672	\bFussnoteLink 2520
2681, 2696, 2788,	\bEntwurfsModellPraesentationSteuerungAkteure	\bFussnoten
2789, 2793, 2816,	..... 2851, 2870	..... 2863
2829, 2889, 2890,	\bGeschweifteKlammern	\bFussnoteUrl .. 1670, 2508
2940, 2985, 3125,	..... 1250, 1303	\bFussnoteVierText ..
3145, 3315, 3470, 3537	\bEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml	\bFussnoteZweiText ..
\bbegingroup 2365, 2938, 3239	..... 1655, 1673	\bGrafikCCLizenz 1947, 2826
\bEmph .....	..... 1297, 1307	\bGrafikLogo 935, 1952, 2802
..... 2371	\bEntwurfsModellPraesentationSteuerungUmlAkteure	\bGrafikLogoPfad
\bEntwurfs .....	..... 1696	..... 1944, 1949, 1954
..... 1672	\bEntwurfsStellvertreter	\bGrammatik
\bEntwurfsAbstrakteFabrik .....	..... 1354	..... 1867
..... 1302		
\bEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung		
..... 1250, 1303		
\bEntwurfsAbstrakteFabrikCode		
..... 1297, 1307		
\bEntwurfsAbstrakteFabrikUml		
..... 1255, 1305		
\bEntwurfsAdapter .. 1354		

bGraphenFormat (environment)	1986	\bMenge	470, 471, 473, 512, 513, 514, 518, 570, 571, 572, 576, 1787, 1836, 1875, 1876	2159, 2161, 2174, 2185, 2186, 2194, 2195	
\bgroup	2397, 2441	\bMengeOhneMathe	1787, 1790, 1792	\bProblemSat	2193
\bHanoi	1993	\bMetaBschlangaulSammlung	943, 2303, 2728, 2807	\bProblemSubsetSum	2184, 2193
\bHaskellCode	3336	\bMetaCCLink	2757, 2831	\bProblemVertexCover	2164, 2172
\bHaskellDatei	3340	\bMetaEmail	2309, 2736, 2744, 2747	\bProduktionen	1835, 1877
\Bigl	3533	\bMetaEmailLink	2740, 2779	bProduktionsRegeln (environment)	1825
\Bigr	3537	\bMetaHermineFriends	951, 2308, 2732, 2811	bProjektSprache (environment)	2390
\bigskip	98, 112, 115, 317, 320, 883, 1232, 1237, 2380, 2864, 3505	\bMetaHilfMit	120, 2769, 2781	\bPruefungsNummer	157
\bInduktionAnfang	3602	\bMetaQuelltext	122, 2781	\bPruefungsTitel	160
\bInduktionErklaerung	3598	\bMetaSetze	83, 263, 376, 430, 442	\bPseudoUeberschrift	2379, 2447, 2450, 2888, 2898, 3603, 3611, 3619
\bInduktionMarkierung	3594	\bMetaUeberDasProjekt	2750, 2818	\bPumpingKontextfrei	3140
\bInduktionSchritt	3618	\bMinimierungErklaerung	2900	\bPumpingRegulaer	3119
\bInduktionVoraussetzung	3610	\bMinispracheDatei	3332	bQuellen (environment)	2487
bJavaAngabe (environment)	2066	\bNichtsZuTun	3516	\bRechtsReduktionInline	2962
\bJavaCode	2070	\bO	2574, 2602	\bRekursionsGleichung	2598, 2661
\bJavaDatei	1248, 2089	\bOmega	2564, 2608	\bRelation	2992
\bJavaExamen	2111	\bOmegaOhneMathe	2564, 2569, 2571	\bRelationMenge	3192
\bJavaExamenDatei	2123	\bONotation0	3008	\bRichtig	1049
\bJavaExamenTestDatei	2127	\bOOhneMathe	2574, 2579, 2581	\bRundeKlammer	2551, 2555, 2565, 2575, 2589, 3005, 3009
\bJavaTestDatei	2100	\bool	738, 851	\bSetzeTeilaufgabeNr	241
\bKellerAutomat	501	\bowtie	3164, 3167, 3168, 3169	\bSetzeThemaNr	237
\bKellerKante	539	\Box	558	\bSortierMarkierung	3217
\bKellerUebergang	534, 540	\boxtimes	1049	\bSortierPfeil	3211
\bKontrollCode	2277	\bParagraphMitLinien	1105, 1190, 1208, 2902, 3449, 3517, 3606, 3614, 3622	\bSortierPfeilUnten	3214
bKontrollflussgraph (environment)	2265	\bPetriErreichKnotenDrei	3082	\bSpaltenUmbruch	3286
\bKontrollKnotenPfad	2279	\bPetriErreichTransition	3079	\bSqlCode	3296
\bKontrollTextzeileKnoten	2278, 2283	\bPetriSetzeSchluessel	3024	\bStrich	2139
\bKurzeTabellenLinie	1230	\bPetriTransitionsName	3071, 3083	\bSyntheseErklaerung	3387, 3455
\bLadeAllePakete	234, 342, 633	\bPetriTransitionsNameOhneMathe	3071, 3074, 3076	\bSyntheseUeberErklaerung	3452
\bLadePakete	5, 135, 142, 154, 385, 453, 456, 629, 634, 1056, 1117, 1786, 2056, 2137, 2727, 2840, 2920, 3088, 3290, 3364, 3588	\bPetriTransPfeile	3083	\bSyntheseUeberschrift	3370, 3454
\bLeereZelle	2878	\bPolynomiellReduzierbar	2157	\bT	2584, 2599, 2613, 2677
\bLinie	2531	\bPotenzmenge	1796, 1800, 3094	\bTeilen	2925
\bLinksReduktion	2945	\bPotenzmengeOhneMathe	1797, 1798, 1799	\bTheta	2554, 2605, 2637, 2643, 2648
\bLinksReduktionInline	2954, 2962	\bPrimaer	3176	\bThetaOhneMathe	2554, 2559, 2561
\bLogoTextCCLizenz	114, 319, 2822	\bProblemBeschreibung	2141	\bTitelSeite	188, 202
\bLogoTextProjekt	111, 316, 2798	\bProblemClique	2164	\bTOhneMathe	2584, 2593, 2595
\bMakroFaulenzer	3475	\bProblemName	2140, 2147, 2159, 2161, 2174, 2185, 2186, 2194, 2195	\bTrennSeite	171
\bMasterExkurs	2695	\bMenge	470, 471, 473, 512, 513, 514, 518, 570, 571, 572, 576, 1787, 1836, 1875, 1876	\bTuringKante	602
\bMasterFaelle	2634, 2702	\bMengeOhneMathe	1787, 1790, 1792	\bTuringLeerzeichen	558, 566
\bMasterFallRechnung	2680	\bMetaBschlangaulSammlung	943, 2303, 2728, 2807	\bTuringMaschine	559
\bMasterVariablen	2611, 2697	\bMetaCCLink	2757, 2831	\bTuringUeberfuehrung	605
\bMasterVariablenDeklaration	2657	\bMetaEmail	2309, 2736, 2744, 2747	\bTuringUebergaenge	597, 603
\bMasterWolframLink	2705	\bMetaEmailLink	2740, 2779	\bTuringUebergangZelle	592

<code>\bUeberfuehrungsFunktion</code>	<code>\contentsname</code> 301	1832, 1917, 2023,
. 1801	<code>\cs</code> . . . 18, 25, 31, 40, 63,	2087, 2154, 2155,
<code>\bUeberfuehrungsFunktionOhneMathe</code>	266, 294, 705, 735,	2162, 2271, 2369,
. . . . 1801, 1804, 1806	759, 762, 777, 807,	2430, 2454, 2481,
<code>\bUeberschriftDreiecksTabelle</code>	814, 825, 838, 849,	2503, 2504, 2614,
. 2896	887, 894, 899, 910,	2630, 2655, 2678,
<code>\bUmlLeserichtung</code> . . 3561	962, 2293, 2300,	2693, 2703, 2791,
<code>\bVertauschen</code> 3205	2315, 2321, 2487,	2795, 2796, 2819,
<code>\bWortInSprache</code> 1231	2786, 3008, 3475, 3668	2832, 2893, 2894,
<code>\bWortNichtInSprache</code> 1236	<code>\csname</code> 1994, 1997	2942, 2987, 3135,
<code>\bWpEquivalent</code> 3680	<code>\cup</code> 1810,	3155, 3316, 3473, 3537
<code>\bWpErklaerung</code> 3688	2970, 3406, 3420, 3427	<code>\endcsname</code> 1994, 1997
<code>\bWpErklaerungVerzweigung</code>		<code>\endgroup</code> . 2368, 2943, 3244
. 3704		<code>\enspace</code> 3521, 3523
<code>\bWpKalkuel</code> 3657	D	environments:
<code>\bWpKalkuelOhneMathe</code> .	<code>\DeclareMathSymbol</code> . .	<code>bAdditum</code> 2436
. 3657, 3663,	. . . . . 2720, 2721	<code>bAntwort</code> 2392
3665, 3706, 3708, 3710	<code>\definecolor</code> 1898	<code>bBaum</code> 1032
<code>\bWpPseudoMatheUmgebung</code>	<code>\DefineVerbatimEnvironment</code>	<code>bExkurs</code> 2461
. 3676	. . . . . 3292	<code>bGraphenFormat</code> . . 1986
<code>\bZustandsBuchstabe</code> .	<code>\delta</code> 464, 506, 564, 606, 1801	<code>bJavaAngabe</code> 2066
. 1811,	<code>\dh</code> 2544, 3408	<code>bKontrollflussgraph</code>
1820, 1822, 1840, 1842	<code>\directlua</code> 2265
<code>\bZustandsBuchstabeGross</code>	457, 536, 594, 599,	<code>bProduktionsRegeln</code> 1825
. . . . 1812, 1821, 1823	1782, 1796, 1816,	<code>bProjektSprache</code> . 2390
<code>\bZustandsmenge</code> 1799	1824, 1831, 1836,	<code>bQuellen</code> 2487
<code>\bZustandsmengeNr</code> . . .	2057, 2092, 2097,	<code>liAHuelle</code> 2937
. 1813, 3103	2098, 2103, 2108,	<code>liEinbettung</code> 2391
<code>\bZustandsmengeNrGross</code>	2109, 2114, 2120,	<code>liKasten</code> 1914
. 1821	2121, 2921, 2926,	<code>liRelationenSchemaFormat</code>
<code>\bZustandsMengenSammlung</code>	2979, 2986, 2993, 3206	. . . . . 3198
. 3090	<code>\dots</code> 1090, 1094,	<code>liRmodell</code> 3178
<code>\bZustandsMengenSammlungNr</code>	2188, 3132, 3419, 3420	<code>liUebergangsTabelle</code>
. 3099	<code>\DOWNarrow</code> 3567	. . . . . 2886
<code>\bZustandsmengeOhneMathe</code>	<code>\draw</code> 2014, 2017,	<code>\equiv</code> 3683, 3707
. 1799	2020, 3080, 3212, 3215	<code>\erzeuge@tiefgestellt</code>
<code>\bZustandsname</code> 1822	E	. . . . 1796, 1797, 1801
<code>\bZustandsnameGross</code> .	<code>\edef</code> 2005	<code>\everypar</code> 2040
. . . . 1823, 3091, 3100	<code>\edge</code> 675	<code>\examen</code> 40, 85
<code>\bZustandsnameTiefgestellt</code>	<code>\egroup</code> 2433, 2458	<code>\EXKURfalse</code> 625
. 1838	<code>\einzelpruefungsnr</code> . .	<code>\EXKURtrue</code> 625
<code>\bZustandsPaar</code> 2880	. . . . . 57, 814, 844	<code>\expandafter</code> . . . 1994, 3242
<code>\bZustandsPaarVariablenName</code>	<code>\else</code> . . 1154, 1162, 1170,	<code>\ExplSyntaxOff</code> . . . 127,
. . . . 2879, 2882, 2883	1178, 1185, 1791,	146, 214, 324, 379,
	1805, 1841, 2395,	448, 491, 533, 538,
C	2418, 2432, 2439,	591, 596, 601, 1112,
<code>\c</code> 2009, 2010	2457, 2483, 2560,	1134, 1149, 1225,
<code>\cdot</code> 2587, 2643, 2654	2570, 2580, 2594,	1777, 1855, 1890,
<code>\centerline</code> . . . 2147, 2826	2932, 2969, 3014,	1957, 2050, 2131,
<code>\cftbeforesecskip</code> . . . 297	3075, 3269, 3271, 3664	2286, 2325, 2545,
<code>\cftbeforesubsecskip</code> .	<code>\emph</code> . . 1251, 1498, 1753,	2610, 2835, 2914,
. 298, 299	2169, 2198, 2200, 2373	3108, 3191, 3252,
<code>\cftbeforesubsubsecskip</code>	<code>\empty</code> 2418, 2968	3300, 3344, 3457,
. 300	<code>\emptyset</code>	3507, 3540, 3627, 3712
<code>\cftsubsecafterpnum</code> . 299	2878, 3414, 3435, 3516	<code>\ExplSyntaxOn</code> . 17, 138,
<code>\chapter</code> 1900, 1901	<code>\end</code> 124,	156, 236, 344, 429,
<code>\char</code> 2378	183, 194, 922, 930,	460, 501, 534, 559,
<code>\clearpage</code> 172,	954, 1042, 1295,	592, 597, 621, 1055,
186, 189, 197, 232,	1321, 1346, 1381,	1118, 1135, 1174,
310, 322, 366, 960, 2366	1415, 1447, 1475,	1750, 1845, 1867,
<code>\cline</code> 1230	1491, 1510, 1518,	1941, 2029, 2055,
<code>\clist</code> 631,	1549, 1578, 1599,	2279, 2291, 2362,
678, 679, 702, 706, 3251	1624, 1649, 1669,	2549, 2726, 2896,
<code>\columnbreak</code> 3286	1688, 1713, 1731,	

3001, 3089, 3179, 3249, 3310, 3369, 3466, 3513, 3593, 3656		
F		
\fach 48, 777, 807, 811	276, 279, 284, 433, 678, 679, 702, 706, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 719, 720, 721, 723, 724, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 736, 740, 741, 742, 745, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 809, 811, 815, 819, 823, 826, 827, 830, 831, 834, 835, 839, 841, 853, 854, 855, 856, 864, 865, 867, 873, 874, 876, 877, 879, 880, 892, 895, 900, 902, 906	\inhalts 294, 312 \inhaltsverzeichnis <u>2363</u> \input 247, 411, 414, 417, 420, 423, 622 \inputminted 2091, 2102, 2113, 3330, 3334, 3342 \insert 2034 \int 3251 \item 1049, 1050, 1327, 1331, 1336, 1341, 1385, 1394, 1399, 1407, 1479, 1484, 1488, 1514, 1554, 1559, 1566, 1574, 1603, 1608, 1612, 1617, 1717, 1722, 1727, 2152, 2153, 2489, 2494, 2617, 2622, 2626, 2636, 2642, 2647, 2659, 2663, 2667, 2671, 2675, 2682, 2686, 2690, 3126, 3129, 3132, 3146, 3149, 3152 \itshape 1103, 3447
\faCheckSquare0 3515	\Gamma 505, 563, 606, 1810	J
\faCircleThin 1769	\gappto 3274	\j 2009, 2010, 2012, 2013, 2014, 2019, 2020, 2021
\faGg 1763	\geometry 346, 397	K
\fancyfoot 1921, 1922, 1923, 2307, 2308, 2309, 2310	\geq 2195, 2620, 3121, 3126, 3142, 3146	\k 2019
\fancyhead . 1920, 2302, 2303, 2304, 2305, 2317	\gib 762, 823	\keine . 100, 962, 2388, 2506
\faSquare0 1757	H	\keys . 139, 435, 469, 481, 511, 521, 569, 579, 710, 1122, 1126, 1140, 1145, 1874, 1881
\fi 1156, 1164, 1172, 1180, 1187, 1793, 1807, 1843, 2398, 2421, 2434, 2442, 2459, 2484, 2562, 2572, 2582, 2596, 2934, 2971, 3016, 3077, 3269, 3270, 3273, 3275, 3666	\hangindent 2039	\kopfzeile 2293, 2303, 2304, 2305, 2308, 2309, 2310, 2318
\filcenter 231	\hbox 3164	
\footcite 1253, 1322, 1344, 1391, 1414, 1446, 1499, 1550, 1577, 1623, 2167, 2170, 2177, 2182, 2187, 2191, 2197, 2202, 2330, 2631, 2632, 2901, 3138	\headrulewidth . 1925, 2312	
\footnote 2510, 2522	\headwidth 2323	
\footnotesize 92, 546, 860, 998, 1104, 1774, 2476, 2497, 2817, 2845, 2939, 2956, 2964, 3093, 3102, 3178, 3322, 3448, 3553, 3580	\hfill 77, 2639, 2645, 2650, 3524	
\footrulewidth . 1926, 2313	\hline 2891	
\foreach . . 2009, 2012, 2019	\horizontale 25, 94	
\forestFirst . . . 3266, 3269	\href 1863, 2086, 2523, 2707, 2742, 2760	
\forestLast . . . 3267, 3269	\hsize 2038	
\forestOget . . . 3266, 3267	\hspace . . . 3083, 3672, 3684	
\forestOnes 3279	\ht 3165	
\forestOv . 3268, 3269, 3272	\Huge 181, 207, 271, 356	
\forestov . . 3258, 3262, 3263, 3266, 3267, 3268, 3269, 3271, 3272	\huge 231	
\forestset 3254, 3277	I	L
\forestSortLevel 3256, 3264, 3278, 3279	\i 2019, 2020	\l 462, 463, 464, 465, 466, 467, 470, 471, 472, 473, 474, 476, 478, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 1120, 1123, 1128, 1129, 1132, 1137, 1138, 1141, 1142, 1147, 1869, 1870, 1871, 1872, 1875, 1876, 1877, 1878, 1884, 1885,
\frac . 2589, 2622, 2654, 2669	\ifADDITUM . 623, 2438, 2456	
\fullouterjoin 3169	\ifANTWORT . 627, 2394, 2431	
G	\ifEXKURS 625, 2463	
\g 19, 21, 33, 36, 42, 69, 71, 158, 161, 177, 179, 207, 211, 238, 242, 246, 250, 251, 252, 253, 254, 256, 257, 259, 273,	\ifmmode 1152, 1160, 1168, 1176, 1183, 1789, 1803, 1839, 2558, 2568, 2578, 2592, 2930, 3012, 3073, 3662	
	\IfNoValueTF 2445, 2512, 2524	
	\ifnum 3241, 3257, 3265, 3271	
	\ifx 2418, 2968, 3269	
	\in 1078, 1234, 2195, 2602, 2605, 2608, 2637, 2643, 2648, 3121, 3132, 3142, 3152, 3397, 3399, 3405, 3426, 3615	
	\includegraphics 1948, 1953	
	\includepdf 199	
	\indexbox 2035	

1886, 1887, 2282, 2283, 2284, 2493, 2494, 2495, 2502, 3493, 3496, 3497, 3499	\li@minc 1999, 2021 \li@mset 1993, 2001, 2010, 2013 \li@numdiscs 2005, 2014, 2020	\myList 3258, 3259, 3260, 3263 \myNodes 3247, 3262, 3268, 3272, 3274
\labelenumi 1911 \labelenumii 1912 \labelitemi 1905 \labelitemii 1906 \labelitemiii 1907 \labelitemiv 1908 \land 3708, 3710 \LARGE 177, 211, 1900 \Large 68, 203, 919, 942 \large 55, 179, 927, 950, 2147, 3228 \leaders 3524 \leavevmode 2043 \left 2552, 3006 \LEFTarrow 3568 \leftarrow 1166 \leftouterjoin 3167 \leftskip . 3691, 3692, 3702 \LehramtInformatikGitBranch 891, 2064 \LehramtInformatikGithubCodeRepo 2063 \LehramtInformatikGithubDomain 888, 2060 \LehramtInformatikGithubRawDomain 2061 \LehramtInformatikGithubTexRepo 889, 2062 \LehramtInformatikRepository 199, 248, 411, 414, 417, 420, 423, 1945, 2059, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350 \leq 2654, 3129, 3149 \let 1799, 1800, 2040, 2366, 3240, 3278, 3279, 3475, 3490, 3502, 3515 \li@chomsky@erklaerung@texte 1069, 1105 \li@EntwurfsCode 1247, 1298, 1299, 1300, 1349, 1350, 1351, 1352, 1418, 1419, 1420, 1421, 1422, 1423, 1450, 1451, 1452, 1453, 1454, 1455, 1521, 1691, 1692, 1693, 1694, 1734, 1735 \li@EntwurfsCodeAllgemein 1246 \li@fussnote@text 2842, 2848, 2852, 2856, 2860 \li@GithubLink 2081, 2096, 2107, 2119 \li@mget .. 1996, 2000, 2020	\li@Rmodell@Schrift 3178, 3187, 3197 \li@SansFett .. 163, 177, 179, 181, 203, 207, 211 \li@sequence ... 2006, 2019 \li@synthese@erklaerung@texte 3387, 3449 liAHuelle (environment) 2937 liEinbettung (environ- ment) 2391 liKasten (environment) 1914 \lineskip 2041 \linespread 3185 liRelationenSchemaFormat (environment) . 3198 liRmodell (environment) 3178 \listen 2487, 2502 \literatur 2329, 2353 liUebergangsTabelle (environment) . 2886 \llap 3165 \LoadClass 4, 132, 151, 152, 219, 330, 384 \log 2602, 2605, 2608, 2637, 2643 \logo 2786, 2800, 2824 \lor 3709 \ltimes 2713	N \NeedsTeXFormat 1, 129, 148, 216, 326, 381, 393, 406, 426, 451, 619, 972, 1045, 1052, 1114, 1227, 1242, 1743, 1779, 1892, 1929, 1938, 1959, 1988, 2026, 2052, 2133, 2205, 2288, 2327, 2333, 2355, 2547, 2710, 2723, 2837, 2916, 2999, 3019, 3085, 3110, 3115, 3158, 3171, 3200, 3281, 3288, 3302, 3307, 3346, 3360, 3459, 3463, 3509, 3542, 3584, 3629, 3652 \neg 3710 \negthinspace .. 2552, 3006 \NewDocumentCommand 461, 502, 539, 560, 602, 629, 1119, 1136, 1175, 1182, 1231, 1236, 1846, 1868, 1947, 1952, 2089, 2100, 2111, 2123, 2127, 2157, 2280, 2331, 2508, 2520, 2981, 2992, 3079, 3328, 3332, 3340, 3561 \NewDocumentEnvironment 1032, 1825, 1914, 1986, 2265, 2390, 2391, 2392, 2436, 2461, 2491, 2887, 2937, 3180, 3198 \newif 623, 625, 627 \newlength 3688 \newminted 2066 \node 1132, 2273, 2278, 3217, 3262, 3579 \noexpand 3262 \noindent 27, 45, 53, 66, 91, 119, 862, 1036, 1233, 1238, 2383, 2419, 2477, 2479, 2498, 2533, 2699, 2866, 2869, 2872, 2875, 3193, 3488, 3501, 3519, 3532, 3695 \nolinkurl 2086 \normalbaselineskip 2042, 2044, 2046 \normallineskip 2041 \normalsize ... 1902, 2075 \notin 1239
	M \makeatletter 3237 \makeatother 3245 \makeindex 2049 \marginpar 1756, 1762, 1768, 2374 \marginparsep 2039 \marginparwidth 2038 \mathbb ... 2195, 3152, 3615 \mathbin .. 3167, 3168, 3169 \mathcal 2575, 3009, 3426, 3431, 3433, 3434, 3435 \mathe 3668, 3678, 3682 \mathord 2720, 2721 \mdfsetup 2403, 2407, 2411, 2415 \mdseries 2423 \medskip 51, 60, 89, 947, 1041, 2149, 2386, 2500, 2814, 3183, 3189, 3526, 3531, 3670, 3674 \mintinline 2074, 3298, 3326, 3338 \mkern 3167, 3168, 3169 \mlq 2718, 2720 \mrq 2718, 2721 \msg 772, 802, 967	

<code>\null</code>	3524	3086, 3111, 3116, 3159, 3172, 3201, 3282, 3289, 3303, 3308, 3347, 3361, 3460, 3464, 3510, 3543, 3585, 3630, 3653	<code>\rtimes</code>	2713
O			<code>\rule</code>	28, 2534, 3165
<code>\o</code>	3008, 3013, 3015		S	
<code>\o@join</code>	3164, 3167, 3168, 3169		<code>\sb</code>	466, 476, 478, 507, 565, 1085, 1086, 1090, 1093, 1094, 1095, 1177, 1179, 1184, 1186, 1840, 1842, 2602, 2605, 2608, 2637, 2643, 2906, 3071, 3080, 3419, 3420, 3421, 3426, 3430, 3431, 3434, 3435, 3438, 3439, 3440
<code>\Omega</code>	2565		<code>\scriptscriptstyle</code> ..	1150, 1158, 1166
<code>\omega</code>	3121, 3122, 3142, 3143		<code>\scriptsize</code>	1859, 2218, 2225, 2231, 2296, 2423, 2830, 3294, 3600, 3659, 3697
P			<code>\section</code>	231, 239, 446
<code>\pagestyle</code> ..	368, 912, 1924		<code>\sectionbreak</code>	232
<code>\par</code>	22, 26, 29, 51, 60, 89, 274, 277, 280, 285, 290, 861, 882, 921, 929, 936, 945, 953, 963, 1109, 1857, 1865, 2040, 2382, 2478, 2532, 2809, 2812, 3195, 3454, 3487, 3491, 3503, 3525, 3530, 3538, 3694, 3700	Q <code>\quad</code>	<code>\seq</code> ...	2282, 2283, 2284, 2493, 2494, 2495, 2502
<code>\paragraph</code>	1902	R <code>\raggedleft</code>	<code>\setbox</code> ...	2396, 2440, 3164
<code>\parfillskip</code>	2040	<code>\raggedright</code>	<code>\setcounter</code> .	233, 304, 1903
<code>\parindent</code>	2039, 3186	<code>\raisebox</code>	<code>\setganttlinklabel</code> ..	1933, 1934, 1935, 1936
<code>\path</code> ...	493, 540, 603, 1147	<code>\relax</code>	<code>\setlength</code>	297, 298, 300, 2323, 3186, 3691, 3692, 3702
<code>\pgfkeys</code> ...	3035, 3565, 3566, 3567, 3568, 3569, 3572, 3575, 3577	<code>\renewcommand</code>	<code>\setmainfont</code>	1896
<code>\pgfmath@count</code>	3239, 3241, 3243	<code>\RequirePackage</code>	<code>\setmainlanguage</code>	970
<code>\pgfmath@smuggleone</code>	3244	15, 133, 134, 153, 155, 230, 235, 305, 343, 391, 396, 409, 454, 557, 631, 969, 975, 976, 1048, 1116, 1245, 1246, 1746, 1748, 1749, 1785, 1894, 1895, 1897, 1899, 1904, 1913, 1919, 1927, 1931, 1932, 1942, 1943, 1961, 1962, 1963, 1991, 1992, 2030, 2031, 2138, 2207, 2292, 2330, 2335, 2336, 2352, 2359, 2360, 2361, 2550, 2714, 2715, 3002, 3003, 3004, 3021, 3023, 3113, 3160, 3161, 3162, 3175, 3203, 3234, 3285, 3291, 3305, 3311, 3312, 3349, 3461, 3467, 3514, 3546, 3547, 3548, 3549, 3632, 3655	<code>\setminted</code>	3317, 3318
<code>\pgfmathdeclarefunction</code>	3238	<code>\right</code>	<code>\setminus</code>	2966
<code>\pgfmathhint</code>	3239	<code>\RIGHTarrow</code> ...	<code>\setul</code>	3177
<code>\pgfmathparse</code>	2000, 3256, 3261, 3264, 3278, 3279	<code>\Rightarrow</code> ...	<code>\setze</code>	96, 102, 345, 2300, 2315
<code>\pgfmathresult</code>	2001, 3239, 3240, 3242, 3244, 3257, 3265, 3278, 3279	<code>\rightarrow</code>	<code>\shoveleft</code>	2946
<code>\pgfutil@empty</code>	3240	<code>\rightouterjoin</code>	<code>\shoveright</code>	2950
<code>\pgfutil@loop</code>	3241	<code>\rmfamily</code>	<code>\Sigma</code>	463, 504, 562, 1809, 1810, 1870
<code>\pgfutil@repeat</code>	3244	<code>\Roman</code>	<code>\sigma</code>	1083, 1085, 1086
<code>\preceq</code>	2160	<code>\roman</code>	<code>\SLASH</code>	2378
<code>\prime</code>	2139		<code>\sloppy</code>	2042
<code>\printbibliography</code> .	2353		<code>\small</code>	46, 1035
<code>\printindex</code>	372		<code>\sort</code>	3251
<code>\ProcessKeysOptions</code> .	145		<code>\sortList</code>	3250, 3259
<code>\prop</code> .	3493, 3496, 3497, 3499		<code>\square</code>	1050
<code>\ProvidesClass</code>	2, 130, 149, 217, 327, 382		<code>\stichwoerter</code>	18, 92
<code>\ProvidesPackage</code>	394, 407, 427, 452, 620, 973, 1046, 1053, 1115, 1228, 1243, 1744, 1780, 1893, 1930, 1939, 1960, 1989, 2027, 2053, 2134, 2206, 2289, 2328, 2334, 2356, 2548, 2711, 2724, 2838, 2917, 3000, 3020,		<code>\str</code> ..	158, 161, 177, 179, 207, 211, 763, 779, 1061, 1070, 2400, 3095, 3104, 3375, 3389
			<code>\string</code>	2948, 2958
			<code>\StrSubstitute</code> .	3258, 3260
			<code>\strut</code>	173, 185, 190, 196, 914, 958, 2659, 2663, 2667, 2671, 2675, 3286
			<code>\subsection</code>	243, 377
			<code>\subsetq</code> .	3400, 3433, 3440
			<code>\subsubsection</code> ..	264, 3498

T		
\tableofcontents	703, 707, 736, 740,	1632, 1638, 1639,
. 302, 365, 2367	741, 742, 745, 750,	1657, 1658, 1659,
\TeX 2783	751, 752, 809, 826,	1680, 1681, 1682,
\text 476, 478,	830, 834, 839, 853,	1702, 1703, 1704, 1705
581, 2928, 3600, 3659	854, 855, 856, 867,	\umldep 1598
\textbackslash	873, 876, 879, 895,	\umlHVHaggreg
. . . . 3479, 3480, 3482	902, 1120, 1123,	. . . . 1379, 1445, 1648
\textbf 20,	1128, 1129, 1137,	\umlinherit 1318,
1197, 1215, 1751,	1138, 1141, 1142,	1369, 1543, 1588, 1596
2165, 2174, 2185,	1848, 1869, 1870,	\umlnote . . 1320, 1545, 1712
2194, 2384, 2420,	1871, 1872, 1875,	\umlreal 1316, 1377
2478, 2499, 2891, 3489	1876, 1877, 1878, 2585	\umlsimpleclass
\textcolor 2073, 2277, 3596	\tmp 2968	. . . . . 1272, 1273,
\textit 35, 1037,	\TmpPlaceEight 3043	1274, 1278, 1280,
1591, 1633, 1634,	\TmpPlaceFive 3040	1281, 1282, 1311,
1635, 1636, 2936, 2996	\TmpPlaceFour 3039	1464, 1465, 1466,
\textsc 2140	\TmpPlaceNine 3044	1534, 1586, 1587, 1678
\textsf 2499	\TmpPlaceOne 3036	\umlstatic 1471, 1505
\textstyle 2622, 2654	\TmpPlaceSeven 3042	\umluniaggreg 1541
\texttt 1774,	\TmpPlaceSix 3041	\umluniassoc
2140, 2274, 2275,	\TmpPlaceTen 3045	. 1292, 1317, 1542,
2276, 2277, 3477, 3659	\TmpPlaceThree 3038	1666, 1667, 1686, 1687
\textwidth . . 28, 2323, 2536	\TmpPlaceTwo 3037	\umlVHuniassoc . 1293, 1294
\thema 74, 825, 846	\TmpScale 3056	\umlVHVdep . 1286, 1287,
\thematik 31, 79	\TmpTransitionEight .	1289, 1290, 1473, 1474
\thepage 1923, 2310	. . . . . 3032, 3053	\umlVHVinherit . . 1269,
\theparagraph 1902	\TmpTransitionFive . .	1270, 1275, 1276,
\thesection 231	. . . . . 3029, 3050	1283, 1284, 1442,
\Theta 2555	\TmpTransitionFour . .	1443, 1467, 1468,
\thinspace 3659	. . . . . 3028, 3049	1646, 1647, 1684, 1685
\thispagestyle 201	\TmpTransitionNine . .	\umlVHVreal
\tikz 2278	. . . . . 3033, 3054	1436, 1437, 1707, 1708
tikz: b binaer baum 35	\TmpTransitionOne . . .	\UParrow 3566
tikz: bbaum 37	. . . . . 3025, 3046	\url 896, 2511
\tikzchildnode 993	\TmpTransitionSeven .	\usemintedstyle 3314
\tikzparentnode 993	. . . . . 3031, 3052	\usetikzlibrary . . 455,
\tikzset	\TmpTransitionSix . . .	977, 1747, 1964,
495, 542, 608, 978,	. . . . . 3030, 3051	2208, 3022, 3163,
1004, 1965, 2209,	\TmpTransitionTen . . .	3204, 3235, 3550, 3633
3061, 3224, 3350, 3634	. . . . . 3034, 3055	
\tikzumlset 3551	\TmpTransitionThree .	
\times 606	. . . . . 3027, 3048	V
\tiny 118,	\TmpTransitionTwo . . .	\varepsilon 1062,
1757, 1763, 1769,	. . . . . 3026, 3047	1073, 1074, 1795,
2037, 2084, 2277, 2375	\TmpX 3057	2602, 2608, 2640, 2651
\titel 266, 268, 308, 353, 910	\TmpY 3058	\vbox 2396, 2440
\titleformat 231, 1900, 1902	\trenner 759, 817,	\vfill 109, 174, 184, 191,
\titlespacing 1901	821, 827, 831, 845,	195, 314, 924, 932, 3286
\tl 19, 33, 42,	864, 865, 871, 874, 877	\vrule 2044, 2046, 3520, 3524
69, 238, 242, 246,	\ttfamily 3178	\vspace 178,
253, 256, 433, 462,		180, 205, 209, 287,
463, 464, 465, 466,	U	299, 915, 938, 956,
467, 470, 471, 472,	\ul 1752, 3176, 3177	2464, 2482, 3534, 3536
473, 474, 476, 478,	\umlaggreg 1710	
503, 504, 505, 506,	\umlassoc 1668	X
507, 508, 509, 512,	\umlclass 1257,	\xappto . . . 3262, 3268, 3272
513, 514, 515, 516,	1261, 1265, 1312,	\xdef 1994
517, 518, 561, 562,	1313, 1314, 1361,	
563, 564, 565, 566,	1366, 1371, 1374,	Z
567, 570, 571, 572,	1432, 1433, 1434,	\z@ 2039, 2044, 2046
573, 574, 575, 576,	1439, 1440, 1469,	\ZB 2543
	1504, 1535, 1536,	\zB 2542
	1539, 1590, 1593,	\zustandsnamens@liste
		. . . . 1813, 1820, 1821