

Die Bschlangaul-Sammlung

Hermine Bschlangaul and Friends*

September 15, 2021

Contents

Klassen	2
aufgabe.cls	3
basis.cls	6
examen-scans.cls	7
examen.cls	9
haupt.cls	12
theorie.cls	14
Pakete	15
abmessung.sty	16
aufgaben-einbinden.sty	17
aufgaben-metadaten.sty	18
automaten.sty	19
Endlicher Automat	19
Kellerautomat	21
Turingmaschine	22
basis.sty	25
IFs	25
baum.sty	32
Binärbaum	33
AVL-Baum	34
B-Baum	35
checkbox.sty	37
Faulenzer	37
chomsky-normalform.sty	38
Faulenzer	38
TeX-Markup-Grundgerüst	38
Konkretes TeX-Markup-Beispiel	38
cpm.sty	41
Faulenzer	41
TeX-Markup-Beispiel: Graph	41
TeX-Markup-Beispiel: Ergebnistabelle	41
TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Frühester Zeitpunkt“	41
TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Spätester Zeitpunkt“	42
Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle	43
cyk-algorithmus.sty	45
Faulenzer	45
TeX-Markup-Beispiel	45
entwurfsmuster.sty	46
Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:	46

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

Reihenfolge	46
Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)	46
Adapter	48
Beobachter (Observer)	49
Dekorierer (Decorator)	51
Einfache Fabrik (Simple Factory)	52
Einzelstück (Singleton)	53
Erbauer (Builder)	54
Fabrikmethode (Factory Method)	55
Kompositum (Composite)	57
Modell-Präsentation-Steuerung (Model-View-Controller)	57
Stellvertreter (Proxy)	58
Zustand (State)	59
er.sty	61
Tex-Markup-Beispiel: Komplettes Diagramm	61
Tex-Markup-Beispiel: EER Enhanced Entity-Relation-Modell nach Elmasri/Navante	62
Faulenzer	62
formale-sprachen.sty	64
formatierung.sty	67
Schriftarten / Typographie	67
Farben	67
Überschriften	67
Listen	67
Kasten	67
Header	67
Zeilenabstände	67
gantt.sty	69
grafik.sty	70
graph.sty	71
hanoi.sty	73
index.sty	74
java.sty	75
Faulenzer	75
komplexitaetstheorie.sty	77
Faulenzer	77
kontrollflussgraph.sty	79
Faulenzer	79
TeX-Markup-Beispiel	79
TikZ: pin	79
Umgebungen	80
Makros	81
kopfzeile.sty	82
literatur-dummy.sty	83
literatur.sty	84
makros.sty	85
Umgebungen, die Inhalte aus- und einblenden können	85
master-theorem.sty	90
Faulenzer	90
mathe.sty	94
meta.sty	95
Einfache Makros (Low level)	95
Zusammengesetzte Makros (High level)	96
minimierung.sty	98
normalformen.sty	101
Faulenzer	101
o-notation.sty	104
Faulenzer	104

TeX-Markup-Beispiel: Funktionsgraphen mit pgfplots	104
petri.sty	105
Faulenzer	105
potenzmengen-konstruktion.sty	107
pseudo.sty	109
pumping-lemma.sty	110
relationale-algebra.sty	111
rmodell.sty	112
Faulenzer	112
sortieren.sty	113
spalten.sty	115
sql.sty	116
Faulenzer	116
Latex-Markup-Beispiel	116
struktogramm.sty	117
syntax.sty	118
syntaxbaum.sty	119
TeX-Markup-Beispiel	120
synthese-algorithmus.sty	121
Faulenzer	121
TeX-Markup Grundgerüst	121
TeX-Markup Linksreduktion	121
TeX-Markup Rechtsreduktion	121
TeX-Markup Relationen formen	122
tabelle.sty	125
tex-dokumentation.sty	126
typographie.sty	127
uml.sty	128
vollstaendige-induktion.sty	130
Faulenzer	130
wasserfall.sty	132
Latex-Markup-Beispiel	132
wpkalkuel.sty	133
Faulenzer	133

Index	134
--------------	------------

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 }

```

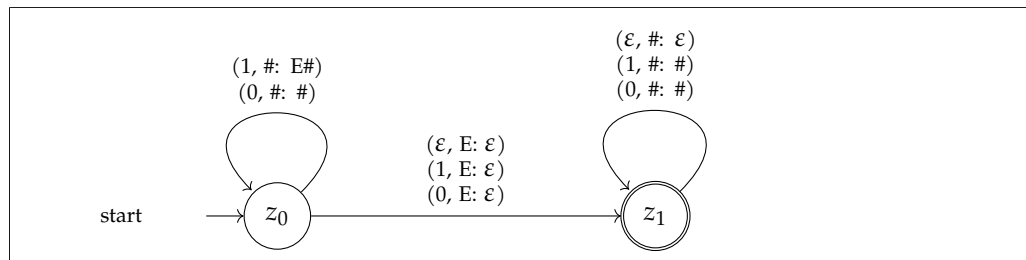
Kellerautomat

```
\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[\tikz-optionen]{\von}{\zu}{\übergänge}`
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
\EXKURSfalse 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     java,
649     kontrollflussgraph,
650     komplexitaetstheorie,
651     makros,
652     master-theorem,
653     mathe,
654     minimierung,
655     normalformen,
656     petri,
657     potenzmengen-konstruktion,
658     pumping-lemma,
659     pseudo,
660     relationale-algebra,
661     rmodell,
662     sortieren,
```

```

663     spalten,
664     struktogramm,
665     sql,
666     syntax,
667     syntaxbaum,
668     synthese-algorithmus,
669     tabelle,
670     typographie,
671     uml,
672     vollstaendige-induktion,
673     wasserfall,
674     wpkalkuel,
675     %
676     baum, % am Schluss sonst Fehler: undefined command \edge
677 }
678 }

```

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.

```

679 \clist_new:N \g_schluessel_clist
680 \clist_set:Nn \g_schluessel_clist {
681   titel,
682   thematik,
683   referenz,
684   stichwoerter,
685   zitat_schluessel,
686   zitat_beschreibung,
687   %
688   bearbeitungs_stand,
689   korrektheit,
690   %
691   relativer_pfad,
692   identische_aufgabe,
693   %
694   einzelpruefungs_nr,
695   examen_fach,
696   jahr,
697   monat,
698   jahreszeit,
699   thema_nr,
700   teilaufgabe_nr,
701   aufgabe_nr,
702 }

```

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

```

703 \clist_map_inline:Nn \g_schluessel_clist {
704   \tl_new:c {g_auf_#1_tl}
705 }

```

Funktion über alle globalen Token-List-Variablen zurückzusetzen.

```

706 \cs_new:Npn \setze_variablen_zurueck: {
707   \clist_map_inline:Nn \g_schluessel_clist {
708     \tl_clear:c {g_auf_##1_tl}
709   }
710 }

```

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

```

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

```

```

715 Referenz .tl_gset:N = \g_referenz_tl,
716 Stichwoerter .tl_gset:N = \g_stichwoerter_tl,
717 ZitatSchluessel .tl_gset:N = \g_zitat_beschreibung_tl,
718 ZitatBeschreibung .tl_gset:N = \g_zitat_schluessel_tl,
719 %
720 BearbeitungsStand .tl_gset:N = \g_bearbeitungs_stand_tl,
721 Korrektheit .tl_gset:N = \g_korrekttheit_tl,
722 Ueberprueft .tl_gset:N = \g_ueberprueft_tl,
723 %
724 RelativerPfad .tl_gset:N = \g_relativer_pfad_tl,
725 IdentischeAufgabe .tl_gset:N = \g_identische_aufgabe_tl,
726 %
727 EinzelpruefungsNr .tl_gset:N = \g_einzelpruefungs_nr_tl,
728 ExamenFach .tl_gset:N = \g_examen_fach_tl,
729 Jahr .tl_gset:N = \g_jahr_tl,
730 Monat .tl_gset:N = \g_monat_tl,
731 Jahreszeit .tl_gset:N = \g_jahreszeit_tl,
732 ThemaNr .tl_gset:N = \g_thema_nr_tl,
733 TeilaufgabeNr .tl_gset:N = \g_telaufgabe_nr_tl,
734 AufgabeNr .tl_gset:N = \g_aufgabe_nr_tl,
735 }

736 \cs_gset:Npn \setze_relativen_pfad: {
737   \tl_if_empty:NTF \g_relativer_pfad_tl
738   {
739     \bool_if:nTF
740     {
741       ! \tl_if_empty_p:N \g_einzelpruefungs_nr_tl &&
742       ! \tl_if_empty_p:N \g_jahr_tl &&
743       ! \tl_if_empty_p:N \g_monat_tl
744     }
745     {
746       \tl_gset:Nn \g_relativer_pfad_tl {
747         Staatsexamen /
748         \g_einzelpruefungs_nr_tl /
749         \g_jahr_tl /
750         \g_monat_tl /
751         \tl_if_empty:NTF \g_thema_nr_tl {} { Thema - \g_thema_nr_tl / }
752         \tl_if_empty:NTF \g_telaufgabe_nr_tl {} { Teilaufgabe - \g_telaufgabe_nr_tl / }
753         \tl_if_empty:NTF \g_aufgabe_nr_tl {} { Aufgabe - \g_aufgabe_nr_tl .tex }
754       }
755     }
756   }
757 }
758 {}
759 }

760 \cs_set:Nn \trenner: {
761   \, / \,
762 }

763 \cs_gset:Npn \gib_jahreszeit_durch_monat: #1 {
764   \str_case_e:nnTF { #1 }
765   {
766     { 3 } { Frühjahr }
767     { 03 } { Frühjahr }
768     { 9 } { Herbst }
769     { 09 } { Herbst }
770   }
771   {}
772   {
773     \msg_error:nn
774     { bschlangaul }
775     { Erlaubte-Eingaben-sind-3~03~9~und~09~nicht~„#1“ }
776   }
777 }

```

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

```
778 \cs_gset:Npn \fach_durch_nummer:n #1
779 {
780   \str_case_e:nnTF { #1 }
781   {
782     { 46110 } { Grundlagen~der~Informatik~(nicht~vertieft) }
783     { 46111 } { Programmentwicklung~/~Systemprogrammierung~/~Datenbanksysteme~(nicht~vertieft) }
784     { 46112 } { Grundlagen~der~Informatik~(nicht~vertieft) }
785     { 46113 } { Theoretische~Informatik~(nicht~vertieft) }
786     { 46114 } { Algorithmen~/~Datenstrukturen~/~Programmierungsmethoden~(nicht~vertieft) }
787     { 46115 } { Theoretische~Informatik~/~Algorithmen~/~Datenstrukturen~(nicht~vertieft) }
788     { 46116 } { Softwaretechnologie~/~Datenbanksysteme~(nicht~vertieft) }
789     { 46118 } { Fachdidaktik~(Mittelschulen) }
790     { 46119 } { Fachdidaktik~(Realschulen) }
791     { 46121 } { Fachdidaktik~(berufliche~Schulen) }
792     { 66110 } { Automatentheorie,~Algorithmische~Sprache~(vertieft) }
793     { 66111 } { Betriebssysteme~/~Datenbanksysteme~/~Rechnerarchitektur~(vertieft) }
794     { 66112 } { Automatentheorie~/~Komplexität~/~Algorithmen~(vertieft) }
795     { 66113 } { Rechnerarchitektur~/~Datenbanken~/~Betriebssysteme~(vertieft) }
796     { 66114 } { Datenbank~und~Betriebssysteme~(vertieft) }
797     { 66115 } { Theoretische~Informatik~/~Algorithmen~(vertieft) }
798     { 66116 } { Datenbanksysteme~/~Softwaretechnologie~(vertieft) }
799     { 66118 } { Fachdidaktik~(Gymnasium) }
800   }
801 }
802 {
803   \msg_error:nn
804   { bschlangaul }
805   { Unbekannte~Einzelprüfungsnummer~„#1“ }
806 }
807 }

808 \cs_gset:Npn \fach:
809 {
810   \tl_if_empty:NTF \g_einzelpruefungs_nr_tl {}
811   {
812     \fach_durch_nummer:n \g_einzelpruefungs_nr_tl
813   }
814 }

„Einzelprüfungsnummer / Jahr / Jahreszeit“ mit Trennzeichen

815 \cs_gset:Npn \einzelpruefungs_nr_jahr_jahreszeit: {
816   \g_einzelpruefungs_nr_tl
817
818   \trenner:
819
820   \g_jahr_tl
821
822   \trenner:
823
824   \gib_jahreszeit_durch_monat: \g_monat_tl
825 }

Thema 1 / Teilaufgabe 2 / Aufgabe 3

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

```
837 }
838 }
```

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

```
839 \cs_new:Npn \aufgabenpfad_lang: {
840   \tl_if_empty:NTF \g_einzelpuefungs_nr_tl
841   {
842     \g_titel_tl
843   }
844   {
845     \einzelpuefungsnr_jahr_jahreszeit:
846     \trenner:
847     \thema_teil_aufgabe:
848   }
849 }

850 \cs_gset:Npn \_gib_examen_titel:
851 {
852   \bool_if:nTF
853   {
854     ! \tl_if_empty_p:N \g_einzelpuefungs_nr_tl &&
855     ! \tl_if_empty_p:N \g_jahr_tl &&
856     ! \tl_if_empty_p:N \g_monat_tl &&
857     ! \tl_if_empty_p:N \g_aufgabe_nr_tl
858   }
859   {
860     {
861       \footnotesize
862       \par
863       \noindent
864       Staatsexamen ~
865       \g_einzelpuefungs_nr_tl \trenner:
866       \g_jahr_tl \trenner:
867
868       \tl_case:Nn \g_monat_tl
869       {
870         { 03 } { Frühjahr }
871         { 09 } { Herbst }
872       } \trenner:
873
874       \tl_if_empty:NTF \g_thema_nr_tl {} {
875         Thema ~ Nr. ~ \g_thema_nr_tl \trenner:
876       }
877       \tl_if_empty:NTF \g_telaufgabe_nr_tl {} {
878         Teilaufgabe ~ Nr. ~ \g_telaufgabe_nr_tl \trenner:
879       }
880       \tl_if_empty:NTF \g_aufgabe_nr_tl {} {
881         Aufgabe ~ Nr. ~ \g_aufgabe_nr_tl
882       }
883       \par
884       \bigskip
885     }
886   }
887 }

888 \cs_new:Npn \_gib_github_url: {
889   \LehramtInformatikGithubDomain /
890   \LehramtInformatikGithubTexRepo /
891   blob /
892   \LehramtInformatikGitBranch /
893   \g_relativer_pfad_tl
894 }

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

```

897     \url{ \_gib_github_url: }
898   }
899 }

900 \cs_new:Npn \_gib_aufgaben_titel: {
901   \g_titel_tl
902
903   \tl_if_empty:NTF \g_thematik_tl
904   {}
905   {
906     \, ~ [
907       \g_thematik_tl
908     ]
909   }
910 }

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

```



```

960
961 \clearpage
962 }

963 \cs_new:Npn \keine_einrueckung: {
964   \par
965   \@afterindentfalse
966   \@afterheading
967 }

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

biblatex not working with lualatex and babel
970 % \RequirePackage{polyglossia}
971 % \setmainlanguage{german}
972

```

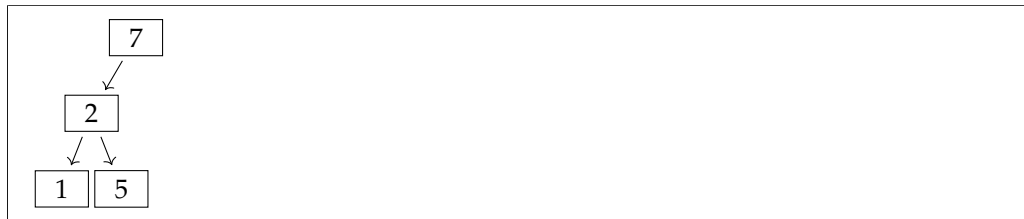
baum.sty

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

Binärbaum

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

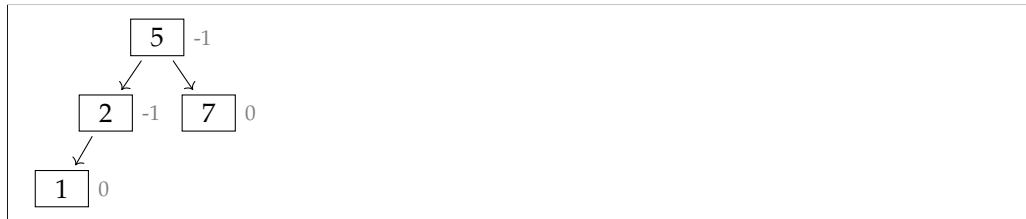
```
\begin{tikzpicture}[b binaer baum]
\Tree
[.7
  [.2
    [.1 ]
    [.5 ]
  ]
\edge[blank]; \node[blank]{};
]
\end{tikzpicture}
```



```
979 \tikzset{
980   b binaer baum/.style={
981     shorten <=2pt,
982     shorten >=2pt,
983     ->,
984     every tree node/.style={
985       minimum width=2em,
986       draw,
987       rectangle
988     },
989     blank/.style={
990       draw=none
991     },
992     edge from parent/.style={
993       draw,
994       edge from parent path={(\tikzparentnode) -- (\tikzchildnode)}
995     },
996     level distance=1cm,
997     every label/.style={
998       gray,
999       font=\footnotesize,
1000       label position=0,
1001       label distance=0cm,
1002     }
1003   },
1004 }
```

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}
```

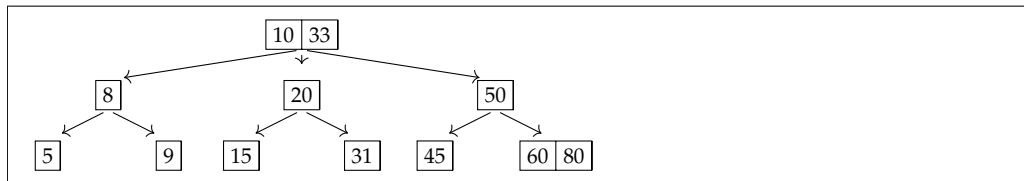


B-Baum

```

\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}

```



```

1005 \tikzset{
1006   b bbaum knoten/.style={
1007     rectangle split parts=10,
1008     rectangle split,
1009     rectangle split horizontal,
1010     rectangle split ignore empty parts,
1011     draw,
1012     fill=white
1013   },
1014   b bbaum/.style={
1015     every node/.style={
1016       b bbaum knoten
1017     },
1018     level 1/.style={
1019       level distance=12mm,
1020       sibling distance=25mm,
1021     },
1022     every child/.style={
1023       shorten <= 2pt,
1024       shorten >= 6pt,
1025       ->,
1026     },
1027     level 2/.style={
1028       level distance=9mm,
1029       sibling distance=15mm,
1030     },
1031   }
1032 }

```

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

```

1033 \NewDocumentEnvironment { bBaum }{ m +b }
1034 {
1035   {
1036     \small
1037     \noindent
1038     \textit{#1}:
1039   }
1040   \begin{center}
1041     #2
1042     \medskip
1043     \end{center}
1044 } {}

1045

```

checkbox.sty

```
1046 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1047 \ProvidesPackage{bschlangaul-checkbox}[2020/12/14 Zum Setzen von
1048 Multiple-Choice-Fragen. Simulation von Kästchen zum ankreuzen]
1049 \RequirePackage{amssymb}
```

Faulenzer

```
\let\l=\bCheckboxLeer
\let\k=\bCheckboxAngekreuzt
```

`\bCheckboxAngekreuzt` Angekreuztes Kästchen (nur innerhalb der `itemize`-Umgebung zu verwenden.

```
1050 \def\bCheckboxAngekreuzt{\item[{$\boxtimes$}]}
```

`\bCheckboxLeer` Nicht angekreuztes Kästchen (nur innerhalb der `itemize`-Umgebung zu verwenden.

```
1051 \def\bCheckboxLeer{\item[{$\square$}]}
```

```
1052
```

chomsky-normalform.sty

```
1053 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1054 \ProvidesPackage{bschlangaul-chomsky-normalform}[2021/03/26
1055 Hilfsmakros zum Setzen des Algorithmus zum Erreichen der Chomsky-Normalform]
1056 \ExplSyntaxOn
1057 \bLadePakete{typographie}
```

Faulenzer

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

TeX-Markup-Grundgerüst

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

Konkretes TeX-Markup-Beispiel

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

\bNichtsZuTun

\item \schrittE{2}

\begin{bProduktionsRegeln}
S -> 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{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

```

1058 \def\bChomskyUeberschrift#1{
1059   {
1060     \bfseries
1061     \rmfamily
1062     \str_case:nn {#1} {
1063       {1} {Elimination~der~$\varepsilon$-Regeln}
1064       {2} {Elimination~von~Kettenregeln}
1065       {3} {Separation~von~Terminalzeichen}
1066       {4} {Elimination~von~mehrelementigen~Nonterminalketten}
1067     }
1068   }
1069 }

```

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

```

1070 \def\li@chomsky@erklaerung@texte#1{
1071   \str_case:nn {#1} {
1072     %
1073     {1} {
1074       Alle~Regeln~der~Form~$A\rightarrow\varepsilon$~werden~eliminiert.~
1075       Die~Ersetzung~von~$A$~wird~durch~$\varepsilon$~in~allen~anderen~
1076       Regeln~vorweggenommen.
1077     }
1078     {2} {
1079       Jede~Produktion~der~Form~$A\rightarrow B$~mit~$A, B$~in~$S$~wird~
1080       als~Kettenregel~bezeichnet.~Diese~tragen~nicht~zur~Produktion~
1081       von~Terminalzeichen~bei~und~lassen~sich~ebenfalls~eliminieren.
1082     }
1083     {3} {
1084       Jedes~Terminalzeichen~$\sigma$,~das~in~Kombination~mit~anderen~
1085       Symbolen~auftaucht,~wird~durch~ein~neues~Nonterminal~
1086       $S_{\sigma}$~ersetzt~und~die~Menge~der~Produktionen~durch~die~
1087       Regel~$S_{\sigma}\rightarrow\varepsilon$~ergänzt.
1088     }
1089     {4} {
1090       Alle~Produktionen~der~Form~
1091       $A\rightarrow B_{\{1\}}B_{\{2\}}\dots B_{\{n\}}$~
1092       werden~in~die~Produktionen~
1093       $A\rightarrow$
1094       $A_{\{n-1\}}B_{\{n\}}, A_{\{n-1\}}\rightarrow$
1095       $A_{\{n-2\}}B_{\{n-1\}}, \dots, $
1096       $A_{\{2\}}\rightarrow B_{\{1\}}B_{\{2\}}$~zerteilt.~
1097       Nach~der~Ersetzung~sind~alle~längeren~Nonterminalketten~
1098       vollständig~heruntergebrochen~und~die~Chomsky-Normalform~erreicht.
1099     }

```

```

1100 }
1101 }
1102 \def\bChomskyErklaerung#1{
1103   {
1104     \itshape
1105     \footnotesize
1106     \bParagraphMitLinien{\li@chomsky@erklaerung@texte{#1}}
1107   }
1108 }

```

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

```

1109 \def\bChomskyUeberErklaerung#1{
1110   \bChomskyUeberschrift{#1}\par
1111   \bChomskyErklaerung{#1}
1112 }

1113 \ExplSyntaxOff
1114

```

cpm.sty

```

1115 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1116 \ProvidesPackage{bschlangaul-cpm}[2020/09/03]
1117 \RequirePackage{tikz}
1118 \bLadePakete{mathe,typographie}

```

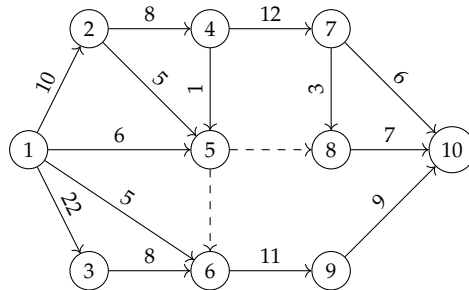
Faulenzer

```

\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}

```

TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Spätester Zeitpunkt“

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

\begin{array}{l} \backslash bCpmVorgang \quad liCpmVORGANG\left((.*)>(.)\right)\{(.*)\} \\ \end{array}

44

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)} \\
1151 \text{\def\bCpmVonZuOhneMathe\#1(\#2-\#3)\{ \#1_{\scriptscriptstyle(\#2\rightarrow\#3)}\}} \\
1152 \text{\def\bCpmVonZu\#1(\#2-\#3)\{ \%} \\
1153 \quad \text{\ifmmode \%} \\
1154 \quad \quad \text{\bCpmVonZuOhneMathe\{ \#1\}(\#2-\#3)\%} \\
1155 \quad \text{\else \%} \\
1156 \quad \quad \$\bCpmVonZuOhneMathe\{ \#1\}(\#2-\#3)\$ \%} \\
1157 \quad \text{\fi \%} \\
1158 \text{\}}
\end{array}

\bCpmVon Makro-Faulenzer: \let\v=\liCpmVon
\begin{array}{l}
\text{\bCpmVon\{1\}(2): } 1_{(\rightarrow 2)} \\
1159 \text{\def\bCpmVonOhneMathe\#1(\#2)\{ \#1_{\scriptscriptstyle(\rightarrow\#2)}\}} \\
1160 \text{\def\bCpmVon\#1(\#2)\{ \%} \\
1161 \quad \text{\ifmmode \%} \\
1162 \quad \quad \text{\bCpmVonOhneMathe\{ \#1\}(\#2)\%} \\
1163 \quad \text{\else \%} \\
1164 \quad \quad \$\bCpmVonOhneMathe\{ \#1\}(\#2)\$ \%} \\
1165 \quad \text{\fi \%} \\
1166 \text{\}}
\end{array}

\bCpmZu Makro-Faulenzer: \let\z=\liCpmZu
\begin{array}{l}
\text{\bCpmZu\{1\}(2): } 1_{(\leftarrow 2)} \\
1167 \text{\def\bCpmZuOhneMathe\#1(\#2)\{ \#1_{\scriptscriptstyle(\leftarrow\#2)}\}} \\
1168 \text{\def\bCpmZu\#1(\#2)\{ \%} \\
1169 \quad \text{\ifmmode \%} \\
1170 \quad \quad \text{\bCpmZuOhneMathe\{ \#1\}(\#2)\%} \\
1171 \quad \text{\else \%} \\
1172 \quad \quad \$\bCpmZuOhneMathe\{ \#1\}(\#2)\$ \%} \\
1173 \quad \text{\fi \%} \\
1174 \text{\}}
\end{array}

1175 \ExplSyntaxOn

\bCpmSpaetI Spätester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann
Makro-Faulenzer: \let\SZ=\liCpmSpaetI
\begin{array}{l}
1176 \text{\NewDocumentCommand{ \bCpmSpaetI } { 0{ i } } { } { } \\
1177 \quad \text{\ifmmode} \\
1178 \quad \quad \text{SZ\sb\{ \#1\}} \\
1179 \quad \text{\else} \\
1180 \quad \quad \$\text{SZ\sb\{ \#1\}}\$ \\
1181 \quad \text{\fi} \\
1182 \text{\}}
\end{array}

\bCpmFruehI Frühester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann.
Makro-Faulenzer: \let\FZ=\liCpmFruehI
\begin{array}{l}
1183 \text{\NewDocumentCommand{ \bCpmFruehI } { 0{ i } } { } { } \\
1184 \quad \text{\ifmmode} \\
1185 \quad \quad \text{FZ\sb\{ \#1\}} \\
1186 \quad \text{\else} \\
1187 \quad \quad \$\text{FZ\sb\{ \#1\}}\$
\end{array}

```

```

1188 \fi
1189 }

```

\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. _____

```

1190 \def\bCpmFruehErklaerung{
1191   \bParagraphMitLinien{
1192     Wir~führen~eine~Vorwärtsterminierung~durch~
1193     und~addieren~die~Dauern.~
1194
1195     Kann~ein~Ereignis~über~mehrere~Vorgänge~erreicht~
1196     werden,~wählen~wir~das~Maximum~aus.~
1197
1198     \textbf{Erläuterungen:}~
1199
1200      $i$ :~
1201     Ereignis~ $i$ ;~\,
1202
1203     \bCpmFruehI{}:~
1204     Frühester~Zeitpunkt,~zu~dem~Ereignis~ $i$ ~eintreten~kann
1205     .
1206   }
1207 }

```

\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. _____

```

1208 \def\bCpmSpaetErklaerung{
1209   \bParagraphMitLinien{
1210     Wir~führen~eine~Rückwärtsterminierung~durch~
1211     und~subtrahieren~die~Dauern~vom~letzten~Ereignis~aus.~
1212
1213     Kann~ein~Ereignis~über~mehrere~Vorgänge~erreicht~
1214     werden,~wählen~wir~das~Minimum~aus.~
1215
1216     \textbf{Erläuterungen:}~
1217
1218      $i$ :~
1219     Ereignis~ $i$ ;~\,
1220
1221     \bCpmSpaetI{}:~
1222     Spätester~Zeitpunkt,~zu~dem~Ereignis~ $i$ ~eintreten~kann
1223     .
1224   }
1225 }

```

```

1226 \ExplSyntaxOff

```

```

1227

```

cyk-algorithmus.sty

```
1228 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1229 \ProvidesPackage{bschlangaul-cyk-algorithmus}[2021/06/18 Hilfsmakros
1230 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
```

```
1231 \def\bKurzeTabellenLinie#1{\\ccline{1-#1}}
```

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

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

```
1232 \NewDocumentCommand{ \bWortInSprache } { m O{L(G)} } {
1233   \bigskip
1234   \noindent
1235    $\Rightarrow$  #1 \in #2$
1236 }
```

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

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

```
1237 \NewDocumentCommand{ \bWortNichtInSprache } { m O{L(G)} } {
1238   \bigskip
1239   \noindent
1240    $\Rightarrow$  #1 \notin #2$
1241 }
```

```
1242
```

entwurfsmuster.sty

```
1243 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1244 \ProvidesPackage{bschlangaul-entwurfsmuster}[2021/05/06]
1245 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

```
1246 \RequirePackage{bschlangaul-uml}
```

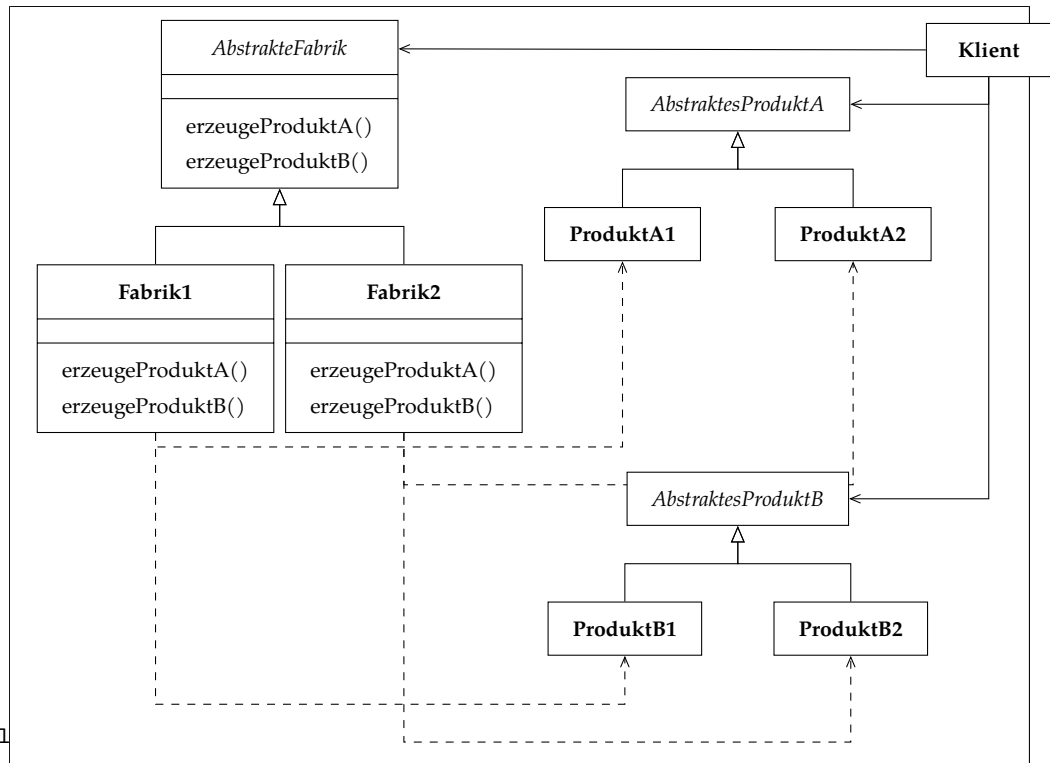
\li@EntwurfsCodeAllgemein Allgemeine Code-Beispiele zu den UML-Diagrammen und Stellvertretern

```
1247 \RequirePackage{bschlangaul-syntax}
1248 \def\li@EntwurfsCode#1#2{
1249   \bJavaDatei{entwurfsmuster/#1/allgemein/#2}
1250 }
```

Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)

sAbstrakteFabrikBeschreibung

```
1251 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung{
1252   Es wird eine Schnittstelle bereitgestellt, um \emph{Familien
1253   verbundener oder abhängiger Objekte} zu erstellen, ohne die konkreten
1254   Klassen zu spezifizieren.\footcite[Seite 25]{eilebrecht}
1255 }
```

\bEntwurfsAbstrakteFabrikUml

```

1256 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrikUml{
1257   \begin{tikzpicture}
1258     \umlcass[type=abstract]{AbstrakteFabrik}{-}{-}{
1259       erzeugeProduktA()\n
1260       erzeugeProduktB()\n
1261     }
1262     \umlcass[below left=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik1}{-}{-}{
1263       erzeugeProduktA()\n
1264       erzeugeProduktB()\n
1265     }
1266     \umlcass[below right=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik2}{-}{-}{
1267       erzeugeProduktA()\n
1268       erzeugeProduktB()\n
1269     }
1270     \umlVHVinherit{Fabrik1}{AbstrakteFabrik}
1271     \umlVHVinherit{Fabrik2}{AbstrakteFabrik}
1272
1273     \umlsimpleclass[right=3cm of AbstrakteFabrik,type=abstract]{AbstraktesProduktA}
1274     \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA1}
1275     \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA2}
1276     \umlVHVinherit{ProduktA1}{AbstraktesProduktA}
1277     \umlVHVinherit{ProduktA2}{AbstraktesProduktA}
1278
1279     \umlsimpleclass[above right=0cm and 1cm of AbstraktesProduktA]{Klient}
1280
1281     \umlsimpleclass[below=4.5cm of AbstraktesProduktA,type=abstract]{AbstraktesProduktB}
1282     \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB1}
1283     \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB2}
1284     \umlVHVinherit{ProduktB1}{AbstraktesProduktB}
1285     \umlVHVinherit{ProduktB2}{AbstraktesProduktB}
1286
1287     \umlVHVdep[arm1=-1.3cm,arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktA1}
1288     \umlVHVdep[arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktB1}
1289
1290     \umlVHVdep[arm1=-1.8cm,arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktA2}
1291     \umlVHVdep[arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktB2}
1292

```

```

1293 \umluniassoc[anchor2=25]{Klient}{AbstrakteFabrik}
1294 \umlVHuniassoc[arm1=-1cm]{Klient}{AbstraktesProduktA}
1295 \umlVHuniassoc{Klient}{AbstraktesProduktB}
1296 \end{tikzpicture}
1297 }

```

bEntwurfsAbstrakteFabrikCode

```

1298 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrikCode{
1299 \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Produkte}
1300 \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{AbstrakteFabrik}
1301 \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Klient}
1302 }

```

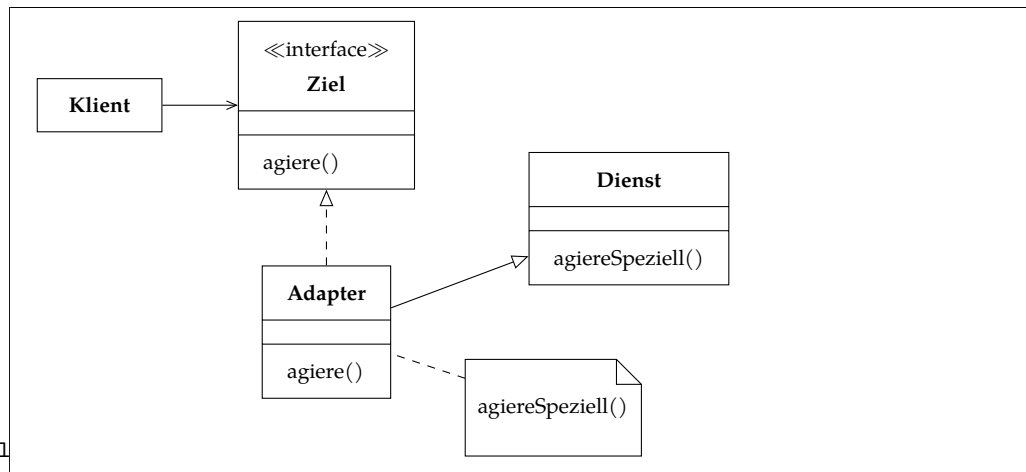
\bEntwurfsAbstrakteFabrik

```

1303 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrik{
1304 \bEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung
1305
1306 \bEntwurfsAbstrakteFabrikUml
1307
1308 \bEntwurfsAbstrakteFabrikCode
1309 }

```

Adapter



\bEntwurfsAdapterUml

```

1310 \def\bEntwurfsAdapterUml{
1311 \begin{tikzpicture}
1312 \umlsimpleclass[x=1,y=3]{Klient}{}{}
1313 \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Ziel}{}{agiere()}
1314 \umlclass[x=4,y=0]{Adapter}{}{agiere()}
1315 \umlclass[x=8,y=1.5]{Dienst}{}{agiereSpeziell()}
1316
1317 \umlreal{Adapter}{Ziel}
1318 \umluniassoc{Klient}{Ziel}
1319 \umlinherit{Adapter}{Dienst}
1320
1321 \umlnote[x=7,y=-1,width=2cm]{Adapter}{agiereSpeziell()}
1322 \end{tikzpicture}
1323 \footcite[so ähnlich wie GoF]{wiki:adapter}
1324 }

```

\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.

```

1325 \def\bEntwurfsAdapterAkteure{
1326   \begin{description}
1327
1328     \item[Ziel (Target)]
1329
1330     Das Ziel definiert die Schnittstelle, die der Klient nutzen kann.
1331
1332     \item[Klient (Client)]
1333
1334     Der Klient nutzt Dienste über inkompatible Schnittstellen und greift
1335     dabei auf adaptierte Schnittstellen zurück.
1336
1337     \item[Dienst (Adaptee)]
1338
1339     Der Dienst bietet wiederzuverwendende Dienstleistungen mit fest
1340     definierter Schnittstelle an.
1341
1342     \item[Adapter]
1343
1344     Der Adapter adaptiert die Schnittstelle des Dienstes auf die
1345     Schnittstelle zum Klienten.\footcite{wiki:adapter}
1346
1347   \end{description}
1348 }
```

\bEntwurfsAdapterCode

```

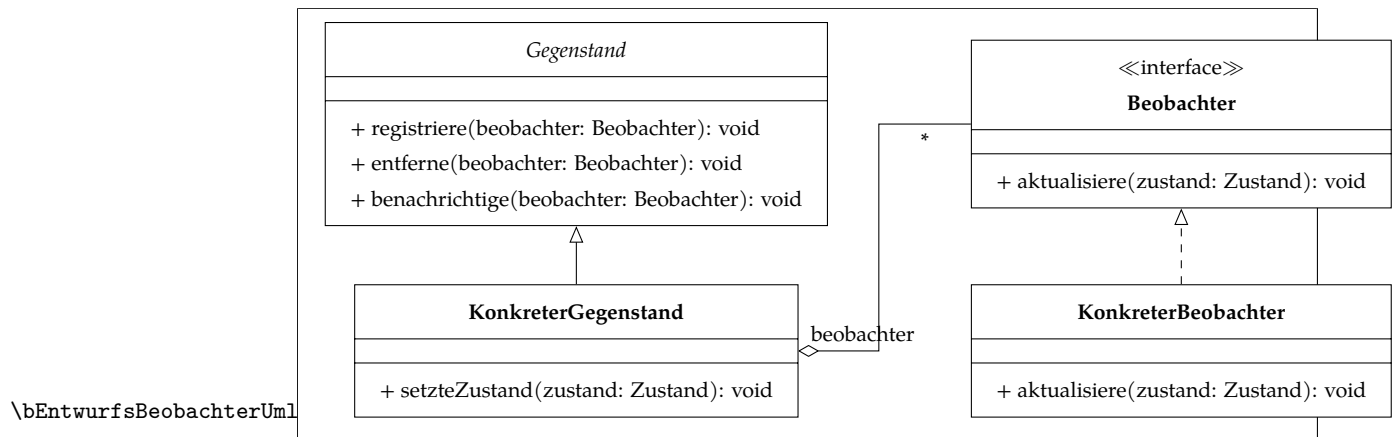
1349 \def\bEntwurfsAdapterCode{
1350   \li@EntwurfsCode{adapter}{Dienst}
1351   \li@EntwurfsCode{adapter}{Ziel}
1352   \li@EntwurfsCode{adapter}{Adapter}
1353   \li@EntwurfsCode{adapter}{Klient}
1354 }
```

\bEntwurfsAdapter

```

1355 \def\bEntwurfsAdapter{
1356   \bEntwurfsAdapterUml
1357   \bEntwurfsAdapterAkteure
1358   \bEntwurfsAdapterCode
1359 }
```

Beobachter (Observer)



```

1360 \def\bEntwurfsBeobachterUml{

```

```

1361 \begin{tikzpicture}
1362   \umlclass[x=0,y=0,type=abstract]{Gegenstand}{-}{-}{
1363     + registriere(beobachter: Beobachter): void\\
1364     + entferne(beobachter: Beobachter): void\\
1365     + benachrichtige(beobachter: Beobachter): void\\
1366   }
1367   \umlclass[x=0,y=-3]{KonkreterGegenstand}{-}{-}{
1368     + setzeZustand(zustand: Zustand): void
1369   }
1370   \umlinherit{KonkreterGegenstand}{Gegenstand}
1371
1372   \umlclass[x=8,y=0,type=interface]{Beobachter}{-}{-}{
1373     + aktualisiere(zustand: Zustand): void
1374   }
1375   \umlclass[x=8,y=-3]{KonkreterBeobachter}{-}{-}{
1376     + aktualisiere(zustand: Zustand): void
1377   }
1378   \umlreal{KonkreterBeobachter}{Beobachter}
1379
1380   \umlHVHaggreg[arg1=beobachter,pos1=0.8,mult2=*,pos2=2.5]
1381   {KonkreterGegenstand}{Beobachter}
1382 \end{tikzpicture}
1383 }

```

\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.

```

1384 \def\bEntwurfsBeobachterAkteure{
1385   \begin{description}
1386     \item[Gegenstand / Subjekt (Subject / Observable)]
1387
1388     Ein Subjekt (beobachtbares Objekt, auf Englisch publisher, also
1389     „Veröffentlicher“, genannt) hat eine Liste von Beobachtern, ohne
1390     deren konkrete Typen zu kennen. Es bietet eine Schnittstelle zur An-
1391     und Abmeldung von Beobachtern und eine Schnittstelle zur
1392     Benachrichtigung von Beobachtern über Änderungen an.\footcite[Seite
1393     251]{gof}
1394
1395     \item[Beobachter (Observer)]
1396
1397     Die Beobachter (auf Englisch auch subscriber, also „Abonnent“,
1398     genannt) definieren eine Aktualisierungsschnittstelle.
1399
1400     \item[konkreter/s Gegenstand / Subjekt (ConcreteSubject / ConcreteObservable)]
1401

```

```

1402 Ein konkretes Subjekt (konkretes, beobachtbares Objekt) speichert
1403 den relevanten Zustand und benachrichtigt alle Beobachter bei
1404 Zustandsänderungen über deren Aktualisierungsschnittstelle. Es
1405 verfügt über eine Schnittstelle zur Erfragung des aktuellen
1406 Zustands.
1407
1408 \item[Konkrete Beobachter (ConcreteObserver)]
1409
1410 Konkrete Beobachter verwalten die Referenz auf ein konkretes
1411 Subjekt, dessen Zustand sie beobachten und speichern und dessen
1412 Zustand konsistent ist. Sie implementieren eine
1413 Aktualisierungsschnittstelle unter Verwendung der
1414 Abfrageschnittstelle des konkreten Subjekts.
1415 \footcite{wiki:beobachter}
1416 \end{description}
1417 }

```

\bEntwurfsBeobachterCode

```

1418 \def\bEntwurfsBeobachterCode{
1419   \li@EntwurfsCode{beobachter}{Gegenstand}
1420   \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterGegenstand}
1421   \li@EntwurfsCode{beobachter}{Beobachter}
1422   \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterA}
1423   \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterB}
1424   \li@EntwurfsCode{beobachter}{Klient}
1425 }

```

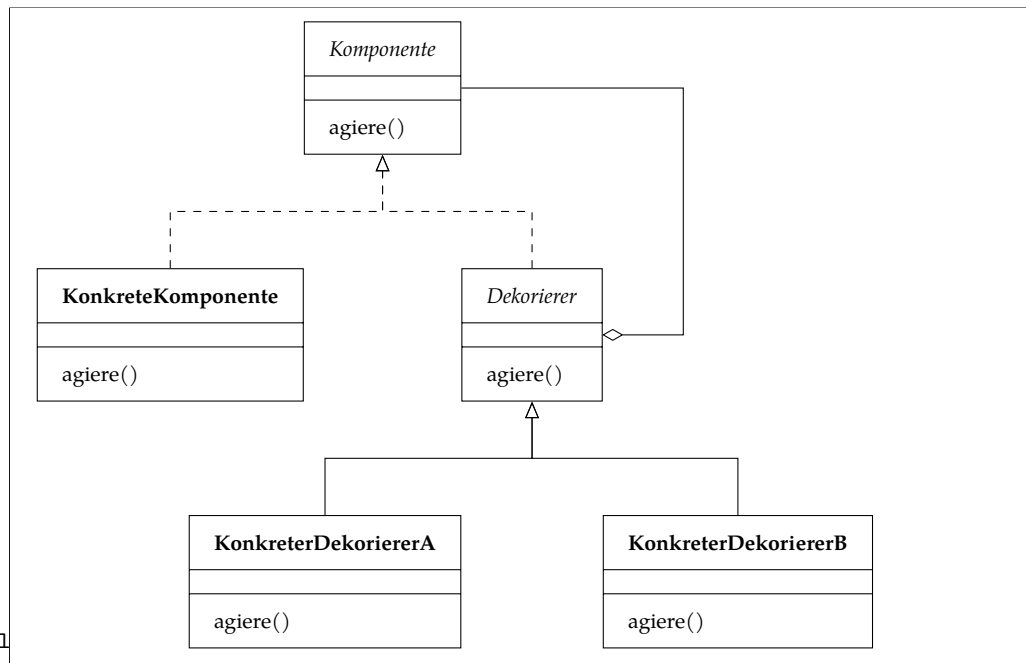
\bEntwurfsBeobachter

```

1426 \def\bEntwurfsBeobachter{
1427   \bEntwurfsBeobachterUml
1428   \bEntwurfsBeobachterAkteure
1429   \bEntwurfsBeobachterCode
1430 }

```

Dekorierer (Decorator)



\bEntwurfsDekoriererUml

```

1431 \def\bEntwurfsDekoriererUml{
1432   \begin{tikzpicture}
1433     \umlclass[type=abstract]{Komponente}{{}{agiere()}}
1434     \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Komponente]{KonkreteKomponente}{{}{agiere()}}

```

```

1435 \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Komponente,type=abstract]{Dekorierer}{-}{agiere()}
1436
1437 \umlVHVreal{KonkreteKomponente}{Komponente}
1438 \umlVHVreal{Dekorierer}{Komponente}
1439
1440 \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererA}{-}{agiere()}
1441 \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererB}{-}{agiere()}
1442
1443 \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererA}{Dekorierer}
1444 \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererB}{Dekorierer}
1445
1446 \umlHVHaggreg[arm1=2cm]{Dekorierer}{Komponente}
1447 \footcite{wiki:dekorierer}
1448 \end{tikzpicture}
1449 }

```

\bEntwurfsDekoriererCode

```

1450 \def\bEntwurfsDekoriererCode{
1451 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Komponente}
1452 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreteKomponente}
1453 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Dekorierer}
1454 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererA}
1455 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererB}
1456 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Klient}
1457 }

```

\bEntwurfsDekorierer

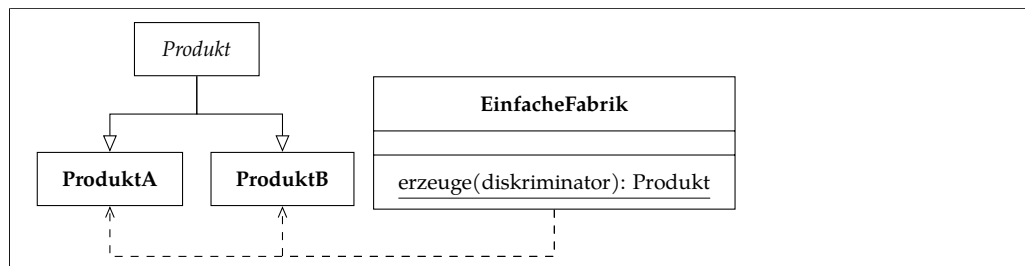
```

1458 \def\bEntwurfsDekorierer{
1459 \bEntwurfsDekoriererUml
1460 \bEntwurfsDekoriererAkteure
1461 \bEntwurfsDekoriererCode
1462 }

```

Einfache Fabrik (Simple Factory)

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



```

1463 \def\bEntwurfsEinfacheFabrikUml{
1464 \begin{tikzpicture}
1465 \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
1466 \umlsimpleclass[below left=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktA}
1467 \umlsimpleclass[below right=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktB}
1468 \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktA}
1469 \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktB}
1470 \umlclass[below right=0cm and 1.5cm of Produkt]{EinfacheFabrik}{
1471 }{
1472 \umlstatic{erzeuge(diskriminator): Produkt}\\
1473 }
1474 \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktA}
1475 \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktB}
1476 \end{tikzpicture}
1477 }

```

\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.

```

1478 \def\bEntwurfsEinfacheFabrikAkteure{
1479   \begin{description}
1480     \item[EinfacheFabrik]
1481
1482     Eine Klasse mit einer Erzeugungsmethode, die über eine größere
1483     Bedingung verschiedene Objekt instanziert.
1484
1485     \item[Produkt]
1486
1487     Eine abstrakte Klasse, die von den konkreten Produkten geerbt wird.
1488
1489     \item[KonkretesProdukt]
1490
1491     Ein konkretes Produkt, das von der einfachen Fabrik erzeugt wird.
1492   \end{description}
1493 }
```

\bEntwurfsEinfacheFabrik

```

1494 \def\bEntwurfsEinfacheFabrik{
1495   \bEntwurfsEinfacheFabrikUml
1496   \bEntwurfsEinfacheFabrikAkteure
1497 }
```

Einzelstück (Singleton)

urfsEinzelstueckBeschreibung

```

1498 \def\bEntwurfsEinzelstueckBeschreibung{
1499   Stellt sicher, dass nur \emph{genau eine Instanz einer Klasse} erzeugt
1500   wird.\footcite[Seite 38]{eilebrecht}
1501 }
1502
```

\bEntwurfsEinzelstueckUml Quelle nach der deutschen Wikipedia

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

```

1503 \def\bEntwurfsEinzelstueckUml{
1504   \begin{tikzpicture}
1505     \umlclass{Einzelstück}{
1506       \umlstatic{- instanz: Einzelstück}\\
1507     }{
1508       - Einzelstück()\\
1509       + gibInstanz(): Einzelstück
1510     }
1511   \end{tikzpicture}
1512 }
```

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.

```

1513 \def\bEntwurfsEinzelstueckAkteure{
1514   \begin{description}
1515     \item[Einzelstück (Singleton)]
1516
1517     stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten
1518     nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.
1519   \end{description}
1520 }

```

\bEntwurfsEinzelstueckCode

```

1521 \def\bEntwurfsEinzelstueckCode{
1522   \li@EntwurfsCode{einzelstueck}{Einzelstueck}
1523 }

```

\bEntwurfsEinzelstueck

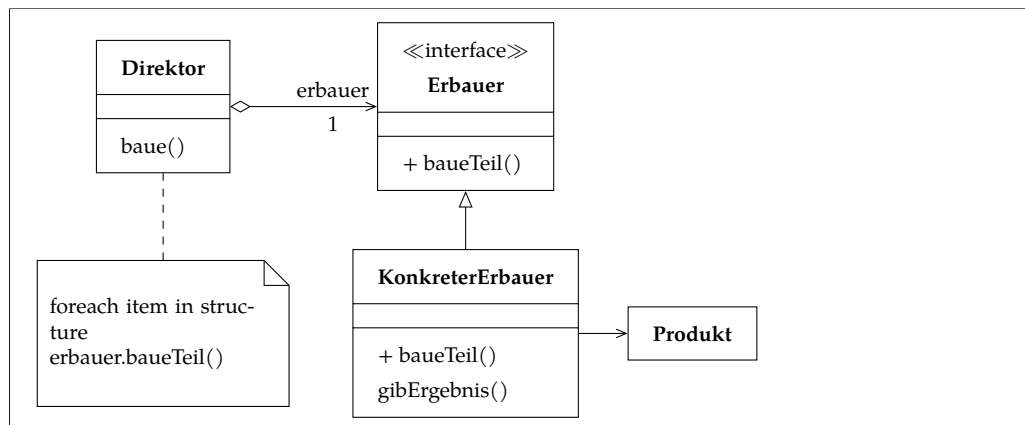
```

1524 \def\bEntwurfsEinzelstueck{
1525   \bEntwurfsEinzelstueckBeschreibung
1526
1527   \bEntwurfsEinzelstueckUml
1528
1529   \bEntwurfsEinzelstueckAkteure
1530
1531   \bEntwurfsEinzelstueckCode
1532 }

```

Erbauer (Builder)

\bEntwurfsErbauerUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

1533 \def\bEntwurfsErbauerUml{
1534   \begin{tikzpicture}
1535     \umlsimpleclass[x=7,y=0]{Produkt}{}{}
1536     \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Erbauer}{}{+ baueTeil()}
1537     \umlclass[x=4,y=0]{KonkreterErbauer}{}{
1538       + baueTeil()\n
1539       gibErgebnis()}
1540     \umlclass[x=0,y=3]{Direktor}{}{baue()}
1541
1542     \umluniaggred[arg2=erbauer,pos2=0.7,mult2=1]{Direktor}{Erbauer}
1543     \umluniassoc{KonkreterErbauer}{Produkt}
1544     \umlinherit{KonkreterErbauer}{Erbauer}
1545
1546     \umlnote[x=0,y=0,width=3cm]{Direktor}{
1547       foreach item in structure\n
1548       erbauer.baueTeil()
1549     }
1550   \end{tikzpicture}
1551 }

```



```

1549 }
1550 \end{tikzpicture}
1551 \footcite{wiki:erbauer}
1552 }

```

\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.

```

1553 \def\bEntwurfsErbauerAkteure{
1554   \begin{description}
1555     \item[Erbauer]
1556
1557     Der Erbauer spezifiziert eine abstrakte Schnittstelle zur Erzeugung der
1558     Teile eines komplexen Objektes.
1559
1560     \item[KonkreterErbauer]
1561
1562     Der konkrete Erbauer erzeugt die Teile des komplexen Objekts durch
1563     Implementierung der Schnittstelle. Außerdem definiert und verwaltet er
1564     die von ihm erzeugte Repräsentation des Produkts. Er bietet auch eine
1565     Schnittstelle zum Auslesen des Produkts.
1566
1567     \item[Direktor]
1568
1569     Der Direktor konstruiert ein komplexes Objekt unter Verwendung der
1570     Schnittstelle des Erbauers. Der Direktor arbeitet eng mit dem Erbauer
1571     zusammen: Er weiß, welche Baureihenfolge der Erbauer verträgt oder
1572     benötigt. Der Direktor entkoppelt somit den Konstruktionsablauf vom
1573     Klienten.
1574
1575     \item[Produkt]
1576
1577     Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.
1578     \footcite{wiki:erbauer}
1579   \end{description}
1580 }

```

\bEntwurfsErbauer

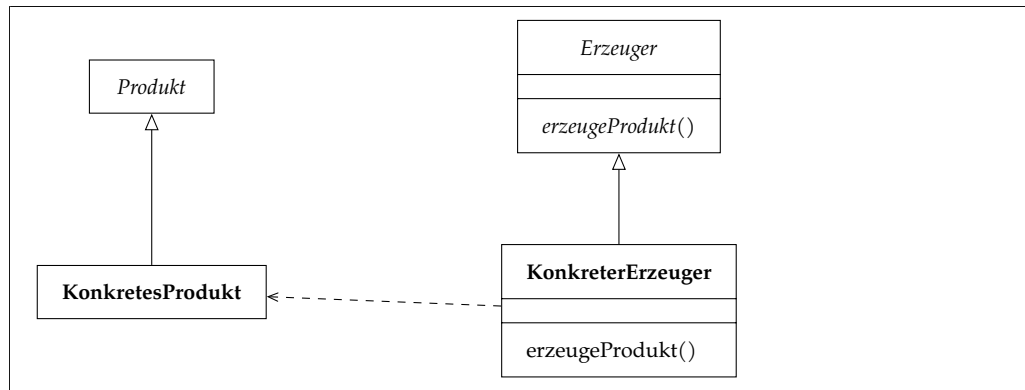
```

1581 \def\bEntwurfsErbauer{
1582   \bEntwurfsErbauerUml
1583   \bEntwurfsErbauerAkteure
1584 }

```

Fabrikmethode (Factory Method)

\bEntwurfsFabrikmethodeUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

1585 \def\bEntwurfsFabrikmethodeUml{
1586   \begin{tikzpicture}
1587     \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
1588     \umlsimpleclass[below=2cm of Produkt]{KonkretesProdukt}
1589     \umlinherit{KonkretesProdukt}{Produkt}
1590
1591     \umlclass[type=abstract,right=4cm of Produkt]{Erzeuger}{\{
1592       \textit{erzeugeProdukt()}\}
1593   }
1594     \umlclass[below=1.2cm of Erzeuger]{KonkreterErzeuger}{\{
1595       erzeugeProdukt()
1596     }
1597     \umlinherit{KonkreterErzeuger}{Erzeuger}
1598
1599     \umldep{KonkreterErzeuger}{KonkretesProdukt}
1600   \end{tikzpicture}
1601 }

```

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).

```

1602 \def\bEntwurfsFabrikmethodeAkteure{
1603   \begin{description}
1604     \item[Produkt]
1605
1606     Das Produkt ist der Basistyp (Klasse oder Schnittstelle) für das
1607     zu erzeugende Produkt.
1608
1609     \item[KonkretesProdukt]
1610
1611     KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.
1612
1613     \item[Erzeuger]
1614
1615     Der Erzeuger deklariert die Fabrikmethode, um ein solches Produkt
1616     zu erzeugen und kann eine Default-Implementierung beinhalten.
1617
1618     \item[KonkreterErzeuger]
1619

```

```

1620     KonkreterErzeuger überschreibt die Fabrikmethode, um die ihm
1621     entsprechenden konkreten Produkte zu erzeugen (z. B. indem er den
1622     Konstruktor einer konkreten Produkt-Klasse aufruft).
1623
1624     \footcite{wiki:fabrikmethode}
1625     \end{description}
1626 }

```

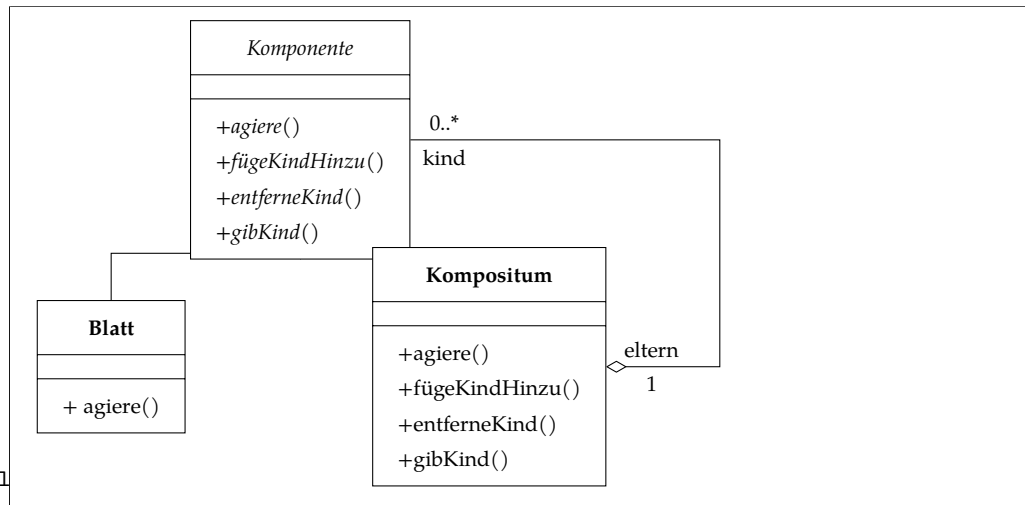
\bEntwurfsFabrikmethode

```

1627 \def\bEntwurfsFabrikmethode{
1628   \bEntwurfsFabrikmethodeUml
1629   \bEntwurfsFabrikmethodeAkteure
1630 }

```

Kompositum (Composite)



\bEntwurfsKompositumUml

```

1631 \def\bEntwurfsKompositumUml{
1632   \begin{tikzpicture}
1633     \umlclass[x=2.5,y=3,type=abstract]{Komponente}{}{
1634       \textit{+agiere()}\
1635       \textit{+fügeKindHinzu()}\
1636       \textit{+entferneKind()}\
1637       \textit{+gibKind()}
1638     }
1639     \umlclass[x=0]{Blatt}{}{+ agiere()}
1640     \umlclass[x=5]{Kompositum}{}{
1641       +agiere()\
1642       +fügeKindHinzu()\
1643       +entferneKind()\
1644       +gibKind()
1645     }
1646
1647     \umlVHVinherit{Kompositum}{Komponente}
1648     \umlVHVinherit{Blatt}{Komponente}
1649     \umlHVHaggreg[anchor1=east,arm1=1.5cm,arg1=eltern,mult1=1,arg2=kind,mult2=0..*,pos2=2.9,p
1650   \end{tikzpicture}
1651 }

```

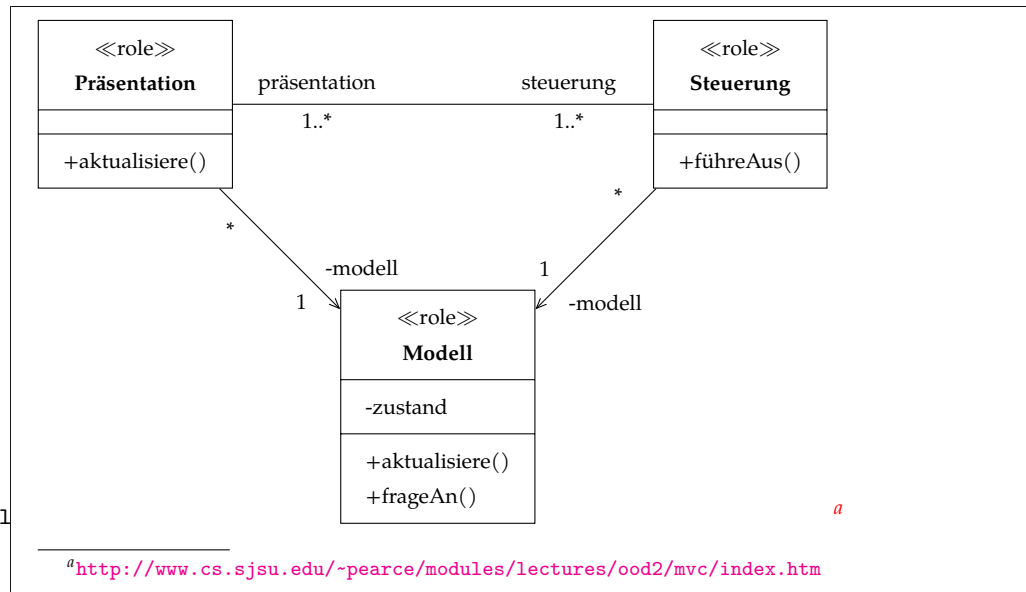
\bEntwurfsFabrikmethode

```

1652 \def\bEntwurfsKompositum{
1653   \bEntwurfsKompositumUml
1654   \bEntwurfsKompositumAkteure
1655 }

```

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



```

1656 \def\bEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml{
1657   \begin{tikzpicture}
1658     \umlclass[x=-4cm,type=role]{Präsentation}{{+aktualisiere()}}
1659     \umlclass[x=4cm,type=role]{Steuerung}{{+führeAus()}}
1660     \umlclass[y=-4cm,type=role]{Modell}{
1661       -zustand
1662     }{
1663       +aktualisiere()\\
1664       +frageAn()
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 }
1672 }

```

ModellPraesentationSteuerung

```

1673 \def\bEntwurfs{
1674   \bEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml
1675   \bEntwurfsModellPraesentationSteuerungAkteure
1676 }

```

Stellvertreter (Proxy)

\bEntwurfsStellvertreterUml

```

1677 \def\bEntwurfsStellvertreterUml{
1678   \begin{tikzpicture}
1679     \umlsimpleclass[x=-1,y=2]{Klient}
1680
1681     \umlclass[x=2,y=2]{Subjekt}{{+ agiere()}}
1682     \umlclass[x=0,y=-1]{KonkretesSubjekt}{{+ agiere()}}
1683     \umlclass[x=4,y=-1]{Stellvertreter}{{+ agiere()}}
1684
1685     \umlVHvinherit{KonkretesSubjekt}{Subjekt}
1686     \umlVHvinherit{Stellvertreter}{Subjekt}
1687     \umluniassoc{Stellvertreter}{KonkretesSubjekt}
1688     \umluniassoc{Klient}{Subjekt}
1689   \end{tikzpicture}
1690 }

```

\bEntwurfsStellvertreterCode

```

1691 \def\bEntwurfsStellvertreterCode{
1692   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Subjekt}
1693   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{KonkretesSubjekt}
1694   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Stellvertreter}
1695   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Klient}
1696 }

```

\bEntwurfsStellvertreter

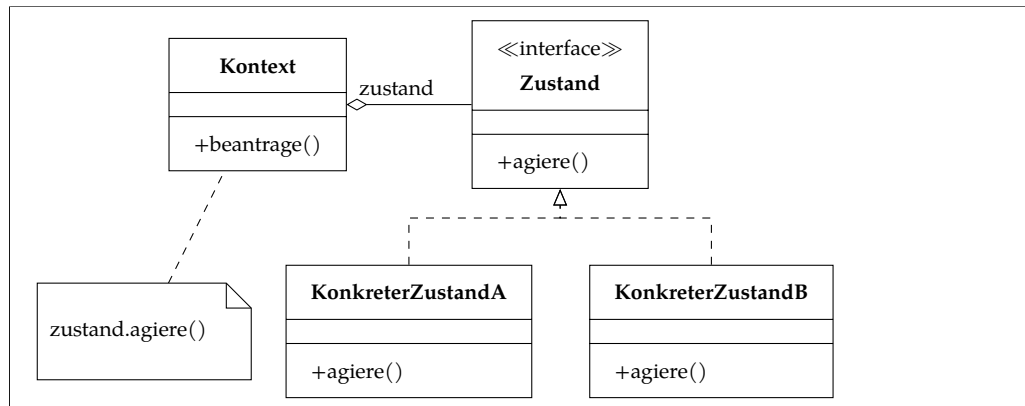
```

1697 \def\bEntwurfsStellvertreter{
1698   \bEntwurfsStellvertreterUml
1699   \bEntwurfsStellvertreterCode
1700 }

```

Zustand (State)

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



```

1701 \def\bEntwurfsZustandUml{
1702   \begin{tikzpicture}
1703     \umlclass[x=-1,y=3]{Kontext}{+beantrage()}
1704     \umlclass[x=3,y=3,type=interface]{Zustand}{+agiere()}
1705     \umlclass[x=1,y=0]{KonkreterZustandA}{+agiere()}
1706     \umlclass[x=5,y=0]{KonkreterZustandB}{+agiere()}
1707
1708     \umlVHVreal{KonkreterZustandA}{Zustand}
1709     \umlVHVreal{KonkreterZustandB}{Zustand}
1710
1711     \umlagg[arg=zustand,pos=0.4]{Kontext}{Zustand}
1712
1713     \umlnote[x=-2.5,y=0,width=2.5cm]{Kontext}{zustand.agiere()}
1714   \end{tikzpicture}
1715 }

```

\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.

```

1716 \def\bEntwurfsZustandAkteure{
1717   \begin{description}
1718     \item[Kontext (Context)]
1719
1720     definiert die clientseitige Schnittstelle und verwaltet die separaten

```

```

1721 Zustandsklassen.
1722
1723 \item[State (Zustand)]
1724
1725 definiert eine einheitliche Schnittstelle aller Zustandsobjekte und
1726 implementiert gegebenenfalls ein Standardverhalten.
1727
1728 \item[KontreterZustand (ConcreteState)]
1729
1730 implementiert das Verhalten, das mit dem Zustand des Kontextobjektes
1731 verbunden ist.
1732 \end{description}
1733 }

```

\bEntwurfsZustandCode

```

1734 \def\bEntwurfsZustandCode{
1735   \li@EntwurfsCode{zustand}-{Kontext}
1736   \li@EntwurfsCode{zustand}-{Zustand}
1737 }

```

\bEntwurfsZustand

```

1738 \def\bEntwurfsZustand{
1739   \bEntwurfsZustandUml
1740   \bEntwurfsZustandAkteure
1741   \bEntwurfsZustandCode
1742 }

```

1743

er.sty

```
1744 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1745 \ProvidesPackage{bschlangaul-er}[2020/06/13 Zum Setzen von
1746 ER-Diagrammen]
1747 \RequirePackage{tikz-er2}
1748 \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);
```

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

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

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

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

```
1749 \RequirePackage{soul}
```

```
1750 \RequirePackage{fontawesome}
```

Faulenzer

```
\let\a=\bErMpAttribute
\let\d=\bErDatenbankName
\let\e=\bErMpEntity
\let\r=\bErMpRelationship
```

```
1751 \ExplSyntaxOn
```

```
\bErEntity
```

```
1752 \def\bErEntity#1{\textbf{#1}}
```

```
\bErRelationship
```

```
1753 \def\bErRelationship#1{\ul{#1}}
```

```
\bErAttribute
```

```
1754 \def\bErAttribute#1{\emph{#1}}
```

```
\bErMpEntity
```

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

```
1755 \def\bErMpEntity#1{
1756   \bErEntity{#1}
1757   \marginpar{
1758     \bErEntity{\tiny\faSquareO{}}~E:~#1}
1759   }
1760 }
```

```
□
```

```
\bErMpRelationship
```

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

```
1761 \def\bErMpRelationship#1{
1762   \bErRelationship{#1}
1763   \marginpar{
1764     \bErRelationship{\tiny\faGg{}}~R:~#1}
1765   }
1766 }
```

```
\bErMpAttribute
```

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

```
1767 \def\bErMpAttribute#1{
1768   \bErAttribute{#1}
1769   \marginpar{
1770     \bErAttribute{\tiny\faCircleThin{}}~A:~#1}
1771   }
1772 }
```



```
\bErDatenbankName Makro-Faulenzer: \let\d=\liErDatenbankName
                  datenbank name
1773 \def\bErDatenbankName#1{
1774   {
1775     \footnotesize\texttt{(#1)}
1776   }
1777 }

1778 \ExplSyntaxOff
1779
```

formale-sprachen.sty

```
1780 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1781 \ProvidesPackage{bschlangaul-formale-sprachen}[2021/02/21 Hilfsmakros
1782 zum Setzen von mathematischen Formeln bei dem Thema Formale Sprachen]
```

```
1783 \directlua{
1784   formale_sprachen = require('bschlangaul-formale-sprachen')
1785 }
```

```
1786 \RequirePackage{hyperref}
```

```
1787 \bLadePakete{mathe,typographie}
```

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

```
1788 \def\bMengeOhneMathe#1{\{ #1 \}}
1789 \def\bMenge#1{%
1790   \ifmmode%
1791     \bMengeOhneMathe{#1}%
1792   \else%
1793     $\bMengeOhneMathe{#1}$%
1794   \fi%
1795 }
```

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

```
1796 \def\bEpsilon{$\varepsilon$}
```

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

```
1797 \def\erzeuge@tiefgestellt#1{\directlua{formale_sprachen.erzeuge_tiefgestellt('#1')}}
1798 \def\bPotenzmengeOhneMathe#1{\{ \erzeuge@tiefgestellt{#1} \}}
1799 \def\bPotenzmenge#1{$\bPotenzmengeOhneMathe{#1}$}
```

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

```
1800 \let\bZustandsmengeOhneMathe=\bPotenzmengeOhneMathe
1801 \let\bZustandsmenge=\bPotenzmenge
```

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

```
1802 \def\bUeberfuehrungsFunktionOhneMathe#1{\delta(\erzeuge@tiefgestellt{#1})}
1803 \def\bUeberfuehrungsFunktion#1{
1804   \ifmmode
1805     \bUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}
1806   \else
1807     $\bUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}$
1808   \fi
1809 }
```

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

```
1810 \def\bAlphabet#1{$\Sigma = \{ #1 \}$}
```

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

```
1811 \def\bBandAlphabet#1{$\Gamma = \Sigma \cup \{ #1 \}$}
```

```
\bZustandsBuchstabe
```

```
1812 \def\bZustandsBuchstabe{z}
```

```
\bZustandsBuchstabeGross
```

```
1813 \def\bZustandsBuchstabeGross{Z}
```

```

\zustandsmengeNr
1814 \def\zustandsnamens@liste#1#2{
1815   $
1816   \{
1817     \directlua{formale_sprachen.erzeuge_zustandsnamens_liste('#1', '#2')}
1818   \}
1819   $
1820 }
1821 \def\bZustandsmengeNr#1{\zustandsnamens@liste{\bZustandsBuchstabe}{#1}}

\bZustandsmengeNrGross
1822 \def\bZustandsmengeNrGross#1{\zustandsnamens@liste{\bZustandsBuchstabeGross}{#1}}

\bZustandsname \bZustandsname{1}: $Z_1$
1823 \def\bZustandsname#1{\$ \bZustandsBuchstabe_#1$}

\bZustandsnameGross \bZustandsnameGross{1}: $Z_1$
1824 \def\bZustandsnameGross#1{\$ \bZustandsBuchstabeGross_#1$}

\bAbleitung \bAbleitung{S -> aB -> ab}:  $S \vdash aB \vdash ab$ 
1825 \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}

1826 \NewDocumentEnvironment { bProduktionsRegeln }
1827 { 0{P} +b }
1828 {
1829   \bGeschweifteKlammern{#1}
1830   {
1831     \begin{align*}
1832       \directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#2')}
1833     \end{align*}
1834   }{-0.2cm}{-1.5cm}
1835 } {}

\bProduktionen \bProduktionen{S -> A, A -> a}:  $\{S \rightarrow A, A \rightarrow a\}$ 
1836 \def\bProduktionen#1{
1837   \bMenge{\directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#1', true)}}
1838 }

\bZustandsnameTiefgestellt Automatisch tiefgestellte Nummerierung \z1
Makro-Faulenzer: \let\z=\liZustandsnameTiefgestellt
1839 \def\bZustandsnameTiefgestellt#1{
1840   \ifmmode
1841     \bZustandsBuchstabe\sb{#1}
1842   \else
1843     \$\bZustandsBuchstabe\sb{#1}$
1844   \fi
1845 }

1846 \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}

```

```

1847 \NewDocumentCommand{ \bAusdruck } { 0{L} m m } {
1848   $
1849   \tl_if_empty:nTF {#1} {} {#1 =}
1850   \{
1851     \, #2 \,
1852     |
1853     \, #3 \,
1854   \}$
1855 }
1856 \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

1857 \def\bFlaci#1{%
1858   \par
1859   {%
1860     \scriptsize
1861     Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte
1862     Automaten, Compiler und Interpreter) Ein Projekt der Hochschule
1863     Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz:
1864     \href{https://flaci.com/#1}{flaci.com/#1}%
1865   }%
1866   \par
1867 }

\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}:  $G = (V, \Sigma, P, X)$ 

1868 \ExplSyntaxOn
1869 \NewDocumentCommand {\bGrammatik} { 0{G} m } {
1870   \tl_set:Nn \l_variablen_tl {V}
1871   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
1872   \tl_set:Nn \l_produktionen_tl {P}
1873   \tl_set:Nn \l_start_tl {S}
1874
1875   \keys_define:nn { grammatik } {
1876     variablen .code:n = {\tl_set:Nn \l_variablen_tl {\bMenge{##1}}},
1877     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\bMenge{##1}}},
1878     produktionen .code:n = {\tl_set:Nn \l_produktionen_tl {\bProduktionen{##1}}},
1879     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
1880   }
1881
1882   \keys_set:nn { grammatik } { #2 }
1883
1884   $#1 = (
1885     \l_variablen_tl,
1886     \l_alphabet_tl,
1887     \l_produktionen_tl,
1888     \l_start_tl
1889   )$
1890 }
1891 \ExplSyntaxOff
1892

```

formatierung.sty

```
1893 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1894 \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.

```
1895 \RequirePackage{mathpazo}
1896 \RequirePackage[no-math]{fontspec}
1897 \setmainfont{texgyrepagella}
```

Farben

```
1898 \RequirePackage{xcolor}
1899 \definecolor{infogray}{rgb}{0.97,0.97,0.97}
```

Überschriften

```
1900 \RequirePackage{titlesec}
1901 \titleformat{\chapter}[display]{\bfseries}{-}{0pt}{\LARGE}
1902 \titlespacing{\chapter}{0pt}{0pt}{*1}
1903 \titleformat{\paragraph}[hang]{\normalsize\bfseries}{\theparagraph}{1em}{-}
1904 \setcounter{secnumdepth}{0}
```

Listen

```
1905 \RequirePackage{paralist}
1906 \renewcommand\labelitemi{-}
1907 \renewcommand\labelitemii{-}
1908 \renewcommand\labelitemiii{-}
1909 \renewcommand\labelitemiv{-}
1910 % Counter: enumi enumii enumiii enumiv
1911 % Styles: \arabic{counter} \alph{counter} \Alph{counter} \roman{counter} \Roman{counter}
1912 \renewcommand{\labelenumi}{(\alph{enumi})}
1913 \renewcommand{\labelenumii}{(\roman{enumii})}
```

Kasten

```
1914 \RequirePackage{mdframed}
```

liKasten

```
1915 \NewDocumentEnvironment { liKasten }{ } {
1916   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
1917 } {
1918   \end{mdframed}
1919 }
```

Header

```
1920 \RequirePackage{fancyhdr}
1921 \fancyhead[L,C,R]{}
1922 \fancyfoot[L]{}
1923 \fancyfoot[C]{}
1924 \fancyfoot[R]{\thepage}
1925 \pagestyle{fancy}
1926 \renewcommand{\headrulewidth}{0pt}
1927 \renewcommand{\footrulewidth}{0pt}
```

Zeilenabstände

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

```
1928 \RequirePackage{setspace}
```


gantt.sty

```

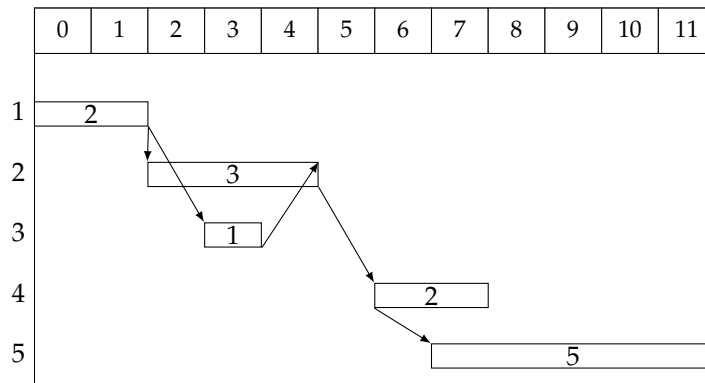
1930 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1931 \ProvidesPackage{bschlangaul-gantt}[2020/09/05]

\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}

```



```

1932 \RequirePackage{tikz-uml}
1933 \RequirePackage{pgfgantt}
1934 \setganttlinklabel{f-s}{}
1935 \setganttlinklabel{s-s}{}
1936 \setganttlinklabel{f-f}{}
1937 \setganttlinklabel{s-f}{}

1938

```

grafik.sty

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

1942 \ExplSyntaxOn

1943 \RequirePackage{tikz}

1944 \RequirePackage{graphicx}

\bGrafikLogoPfad

1945 \def\bGrafikLogoPfad#1{
1946   \LehramtInformatikRepository / .tex / Logo / #1
1947 }

\bGrafikCCLizenz

1948 \NewDocumentCommand{ \bGrafikCCLizenz } { 0{} } {
1949   \includegraphics[#1]{
1950     \bGrafikLogoPfad{CC-by-nc-sa.eps}
1951   }
1952 }

\bGrafikLogo

1953 \NewDocumentCommand{ \bGrafikLogo } { 0{} } {
1954   \includegraphics[#1]{
1955     \bGrafikLogoPfad{Logo_nur-Pfade.eps}
1956   }
1957 }

1958 \ExplSyntaxOff

1959
```


graph.sty

```
1960 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1961 \ProvidesPackage{bschlangaul-graph}[2020/06/09]
1962 \RequirePackage{tikz}
```

Für die die Adjazenzliste (xrightarrow)

```
1963 \RequirePackage{amsmath}
```

Für Adjazenz-Matrix

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

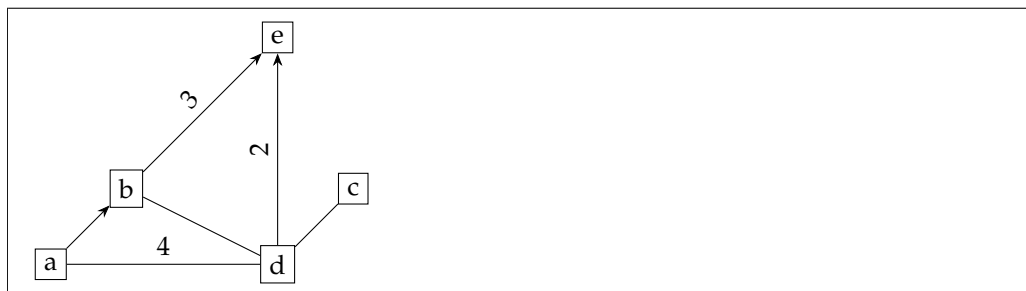
$$\begin{array}{c}
 a \quad b \quad c \quad d \quad e \\
 \begin{array}{c}
 a \\ b \\ c \\ d \\ e
 \end{array}
 \begin{pmatrix}
 0 & 1 & 0 & 4 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 3 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 4 & 1 & 1 & 0 & 2 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0
 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

```
1964 \RequirePackage{blkarray}
```

```
1965 \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}
```



```

1966 \tikzset{
1967   li graph/.style={
1968     every node/.style={
1969       rectangle,
1970       draw,
1971     },
1972     every edge/.style={
1973       >={Stealth[black]},
1974       draw,
1975     },
1976     every edge/.append style={
1977       every node/.style={
1978         sloped,
1979         auto,
1980       }
1981     }
1982   },
1983   li markierung/.style={
1984     ultra thick,
1985   }
1986 }

```

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}

```

```

1987 \NewDocumentEnvironment { bGraphenFormat }{ +b } {} {}

```

```

1988

```

hanoi.sty

```
1989 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1990 \ProvidesPackage{bschlangaul-hanoi}[2020/12/19 Paket zum Setzen
1991 von Hanoi-Grafiken]

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

1992 \RequirePackage{tikz}
1993 \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}

1994 \def\li@mset #1[#2]=#3{%
1995 \expandafter\xdef\csname #1#2\endcsname{#3}
1996 }
1997 \def\li@mget #1[#2]{%
1998 \csname #1#2\endcsname
1999 }
2000 \def\li@minc #1[#2]+=#3{%
2001 \pgfmathparse{\li@mget #1[#2]+#3}%
2002 \li@mset #1[#2]=\pgfmathresult
2003 }
2004
2005 \def\bHanoi#1#2{
2006   \edef\li@numdiscs{#1}
2007   \def\li@sequence{#2}
2008   \begin{tikzpicture}[line width=4mm,brown!40,line cap=round,xscale=3]
2009     % init colors
2010     \foreach[count=\j] \c in {red,green!80!black,blue,orange,violet,gray,yellow!80!black,purp
2011     \li@mset col[\j]={\c};
2012     % draw poles and init pole counters
2013     \foreach \j in {1,2,3}{
2014       \li@mset pos[\j]=0
2015       \draw (\j,-.5) -- +(0, .5 + .5*\li@numdiscs);
2016     }
2017     % draw base
2018     \draw (.5,-.5) -- +(3,0);
2019     % draw discs
2020     \foreach[count=\k] \i/\j in \li@sequence{
2021       \draw[draw={\li@mget col[\i]}] (\j,\li@mget pos[\j]) +(-.4*\i/\li@numdiscs,0) -- +(.4*
2022       \li@minc pos[\j]+=.5}
2023     }
2024   \end{tikzpicture}
2025 }

2026
```

index.sty

```
2027 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2028 \ProvidesPackage{bschlangaul-index}[2021/09/12 Den Index anzeigen
2029 lassen]

2030 \ExplSyntaxOn

2031 \RequirePackage{makeidx}

        Anzeigen des Indexes auf der rechten Seite
2032 \RequirePackage{showidx}

        Überschreiben des Makros aus showidx um kleinere Schrift zu bekommen
2033 \def\@showidx#1
2034 {%
2035 \insert
2036 \indexbox
2037 {
2038   \tiny
2039   \hsize\marginparwidth
2040   \hangindent\marginparsep \parindent\z@
2041   \everypar{}\let\par\@par \parfillskip\@flushglue
2042   \lineskip\normallineskip
2043   \baselineskip .8\normalbaselineskip\sloppy
2044   \raggedright \leavevmode
2045   \vrule \@height .7\normalbaselineskip \@width \z@\relax
2046   #1\relax
2047   \vrule \@height \z@ \@depth .3\normalbaselineskip \@width \z@
2048 }
2049 }

2050 \makeindex

2051 \ExplSyntaxOff

2052
```

java.sty

```
2053 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2054 \ProvidesPackage{bschlangaul-java}[2021/09/14 Ein Hüll-Paket um
2055 `syntax`, das sich um die Syntax-Hervorhebung des Java-Codes kümmert.]
```

Faulenzer

```
\let\j=\bJavaCode
```

```
2056 \ExplSyntaxOn
2057 \bLadePakete{syntax}
2058 \directlua{
2059   syntax = require('bschlangaul-java')
2060   syntax.importiere_konfiguration('tex_repo_lokaler_pfad', '\LehramtInformatikRepository')
2061   syntax.importiere_konfiguration('github_domain', '\LehramtInformatikGithubDomain')
2062   syntax.importiere_konfiguration('github_raw_domain', '\LehramtInformatikGithubRawDomain')
2063   syntax.importiere_konfiguration('github_tex_repo', '\LehramtInformatikGithubTexRepo')
2064   syntax.importiere_konfiguration('github_code_repo', '\LehramtInformatikGithubCodeRepo')
2065   syntax.importiere_konfiguration('git_branch', '\LehramtInformatikGitBranch')
2066 }
```

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

```
2067 \newminted[bJavaAngabe]{java}
2068 {
2069   xleftmargin=1cm
2070 }
```

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

Makro-Faulenzer: `\let\j=\liJavaCode`

```
2071 \def\bJavaCode#1
2072 {
2073   \,
2074   \textcolor{blue}{
2075     \mintinline[
2076       fontsize=\normalsize,
2077       breakanywhere % https://github.com/gpoore/minted/issues/31#issuecomment-
458640242
2078     ]{java}|#1|
2079   }
2080   \,
2081 }

2082 \def\li@GithubLink#1#2
2083 {
2084   \begin{flushright}
2085     \tiny
2086     Code-Beispiel~auf~Github~ansehen:~
2087     \href{#1}{\nolinkurl{#2}}
2088   \end{flushright}
2089 }
```

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

```
2090 \NewDocumentCommand{ \bJavaDatei }{ 0{firstline=3} m }
2091 {
2092   \inputminted[#1]{java}{
2093     \directlua{
2094       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', false)
2095     }
2096   }
```

```

2097 \li@GithubLink
2098 {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', false)}}
2099 {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', false)}}
2100 }

```

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

```

2101 \NewDocumentCommand{ \bJavaTestDatei }{ 0{firstline=3} m }
2102 {
2103   \inputminted[#1]{java}{
2104     \directlua{
2105       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', true)
2106     }
2107   }
2108   \li@GithubLink
2109   {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', true)}}
2110   {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', true)}}
2111 }

```

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

```

2112 \NewDocumentCommand{ \bJavaExamen }{ 0{firstline=3} m m m m }
2113 {
2114   \inputminted[#1]{java}{
2115     \directlua{
2116       syntax.drucke_absoluten_examens_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')
2117     }
2118   }
2119   \li@GithubLink
2120   {\directlua{syntax.drucke_github_examens_url('#2', '#3', '#4', '#5')}}
2121   {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
2122 }
2123 }

```

\bJavaExamenDatei

```

2124 \NewDocumentCommand{ \bJavaExamenDatei }{ 0{firstline=3} m }
2125 {
2126 }
2127 }

```

\bJavaExamenTestDatei

```

2128 \NewDocumentCommand{ \bJavaExamenTestDatei }{ 0{firstline=3} m }
2129 {
2130 }
2131 }

2132 \ExplSyntaxOff
2133

```

```

2134 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2135 \ProvidesPackage{bschlangaul-komplexitaetstheorie}[2021/07/08 Zum
2136 Setzen von Karp's NP-vollständigen Problemen, Hilfsmakros für die
2137 Polynomialzeitreduktion.]

```

Faulenzer

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

2138 \bLadePakete{mathe}

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

2139 \RequirePackage{mdframed}

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

```
2140 \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

2141 \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

```

2142 \def\bProblemBeschreibung#1#2#3{
2143   \begin{mdframed}[
2144     userdefinedwidth=9cm,
2145     align=center,
2146     backgroundcolor=white!0,
2147   ]
2148     \centerline{\large\bProblemName{#1}}
2149
2150     \medskip
2151
2152     \begin{description}
2153       \item[Gegeben:] #2
2154       \item[Frage:] #3
2155     \end{description}
2156   \end{mdframed}
2157 }
```

```

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

2158 \NewDocumentCommand{ \bPolynomiellReduzierbar } { m O{p} m } {
2159 \begin{displaymath}
2160 \bProblemName{#1}
2161 \preceq_{#2}
2162 \bProblemName{#3}
2163 \end{displaymath}
2164 }

\bProblemVertexCover

2165 \def\bProblemClique{%
2166 Das \textbf{Cliquesproblem} fragt nach der Existenz einer Clique der
2167 Mindestgröße  $n$  in einem gegebenen Graphen.
2168 \footcite[Seite 76]{theo:fs:4}
2169 Eine Clique ist eine Teilmenge von Knoten in einem ungerichteten
2170 Graphen, bei der \emph{jedes Knotenpaar durch eine Kante} verbunden ist.
2171 \footcite{wiki:cliquesproblem}
2172 }

\bProblemVertexCover

2173 \def\bProblemVertexCover{%
2174 %
2175 Das \textbf{Knotenüberdeckungsproblem} (\bProblemName{Vertex Cover})
2176 fragt, ob zu einem gegebenen einfachen Graphen und einer natürlichen
2177 Zahl  $k$  eine Knotenüberdeckung der Größe von höchstens  $k$  existiert.
2178 \footcite{wiki:knotenueberdeckung}
2179
2180 Das heißt, ob es eine aus maximal  $k$  Knoten bestehende Teilmenge  $U$ 
2181 der Knotenmenge gibt, so dass jede Kante des Graphen mit
2182 mindestens einem Knoten aus  $U$  verbunden ist.
2183 \footcite[Seite 78]{theo:fs:4}%
2184 }

\bProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

2185 \def\bProblemSubsetSum{%
2186 Das \textbf{Teilsommenproblem} (\bProblemName{Subset Sum} oder
2187 \bProblemName{SSP}) ist ein spezielles Rucksackproblem.
2188 \footcite{wiki:teilsommenproblem}
2189 Gegeben sei eine Menge von ganzen Zahlen  $I = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ .
2190 Gesucht ist eine Untermenge, deren Elementsumme maximal, aber nicht
2191 größer als eine gegebene obere Schranke  $c$  ist.
2192 \footcite[Seite 74]{theo:fs:4}
2193 }

\bProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

2194 \def\bProblemSat{%
2195 Das \textbf{Erfüllbarkeitsproblem der Aussagenlogik} \bProblemName{Sat}
2196 und \bProblemName{k-SAT} mit  $k \geq 3$ ,  $k \in \mathbb{N}$  (Satz von
2197 Cook) fragt, ob eine aussagenlogische Formel erfüllbar
2198 ist. \footcite{wiki:sat} Das Erfüllbarkeitsproblem der
2199 \emph{Aussagenlogik} ist in exponentieller Zeit in Abhängigkeit der
2200 Anzahl der Variablen mit Hilfe einer Wahrheitstabelle entscheidbar.
2201 Diese \emph{Wahrheitstabelle} kann nicht in polynomieller Zeit
2202 aufgestellt werden.
2203 \footcite[Seite 71]{theo:fs:4}
2204 }

2205

```


kontrollflussgraph.sty

2206 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2207 \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 = ...}}]
```

```

2208 \RequirePackage{tikz}
2209 \usetikzlibrary{positioning}
2210 \tikzset{
2211   li kontrollfluss/.style={
2212     knoten/.style={
2213       circle,
2214       draw
2215     },
2216     usebox/.style={
2217       draw,
2218       rectangle,
2219       font=\scriptsize,
2220       anchor=west,
2221       align=left,
2222     },
2223     bedingung/.style={
2224       midway,
2225       draw=none,
2226       font=\scriptsize
2227     },
2228     knotenbeschriftung/.style={
2229       draw,
2230       rectangle,
2231       midway,
2232       font=\scriptsize
2233     },
2234     wahr/.style={
2235       thick
2236     },
2237     falsch/.style={
2238       dashed
2239     },
2240     every node/.style={
2241       circle,
2242       draw,
2243     },
2244     every edge/.append style={
2245       every node/.style={
2246         draw=none,
2247         bedingung,
2248       }
2249     },
2250     every path/.style={
2251       draw,
2252       ->,
2253     },
2254     every pin/.style={
2255       draw,
2256       dotted,
2257       rectangle,
2258       pin position=right
2259     },
2260     every pin edge/.style={
2261       dotted,
2262       arrows=-,
2263     }
2264   }
2265 }

```

Umgebungen

bKontrollflussgraph

```

2266 \NewDocumentEnvironment { bKontrollflussgraph } { 0{ } } {

```

```

2267 \begin{tikzpicture}[
2268   li kontrollfluss,
2269   #1
2270 ]
2271 } {
2272 \end{tikzpicture}
2273 }

```

Makros

\bAnweisung

```
2274 \def\bAnweisung#1(#2,#3){\node[knoten] at (#2,#3) (#1) {#1};}
```

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

```
2275 \def\bBedingung#1#2{node[bedingung,#1]{\texttt{#2}}}
```

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

```
2276 \def\bBedingungWahr#1{node[bedingung,#1]{\texttt{[true]}}}
```

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

```
2277 \def\bBedingungFalsch#1{node[bedingung,#1]{\texttt{[false]}}}
```

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

```
2278 \def\bKontrollCode#1{{\tiny\texttt{\textcolor{gray}{#1}}}}
```

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

```
2279 \def\bKontrollTextzeileKnoten#1{\raisebox{-2pt}{\tikz[scale=0.5,transform shape] \node[draw,c
```

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

```
2280 \ExplSyntaxOn
```

```
2281 \NewDocumentCommand { \bKontrollKnotenPfad } { m }
```

```
2282 {
```

```
2283   \seq_set_split:Nnn \l_tmpa_seq { - } { #1 }
```

```
2284   \seq_set_map:Nnn \l_tmpa_seq \l_tmpa_seq {\bKontrollTextzeileKnoten{##1}}
```

```
2285   \seq_use:Nn \l_tmpa_seq { ~~~~ }
```

```
2286 }
```

```
2287 \ExplSyntaxOff
```

```
2288
```

kopfzeile.sty

```
2289 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2290 \ProvidesPackage{bschlangaul-kopfzeile}[2021/08/20 Kopf-
2291 und Fußzeilen mit Hilfe des Pakets fancyhdr.]

2292 \ExplSyntaxOn

2293 \RequirePackage{bschlangaul-meta}

2294 \cs_new:Npn \kopfzeile_schrift:n #1
2295 {
2296   {
2297     \scriptsize
2298     #1
2299   }
2300 }

2301 \cs_new:Npn \setze_kopf_fusszeilen:nn #1 #2
2302 {
2303   \fancyhead{}
2304   \fancyhead[L]{\kopfzeile_schrift:n{\bMetaBschlangaulSammlung}}
2305   \fancyhead[C]{\kopfzeile_schrift:n{#1}}
2306   \fancyhead[R]{\kopfzeile_schrift:n{#2}}
2307
2308   \fancyfoot{}
2309   \fancyfoot[L]{\kopfzeile_schrift:n{\bMetaHermineFriends}}
2310   \fancyfoot[C]{\kopfzeile_schrift:n{\bMetaEmail}}
2311   \fancyfoot[R]{\kopfzeile_schrift:n{\thepage}}
2312
2313   \renewcommand{\headrulewidth}{0.4pt}
2314   \renewcommand{\footrulewidth}{0.4pt}
2315 }

2316 \cs_new:Npn \setze_kopfzeile_oben_rechts:n #1
2317 {
2318   \fancyhead[R] {
2319     \kopfzeile_schrift:n { #1 }
2320   }
2321 }

2322 \cs_new:Npn \repariere_kopfzeile_breite:
2323 {
2324   \setlength{\headwidth}{\textwidth}
2325 }

2326 \ExplSyntaxOff

2327
```

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

literatur-dummy.sty

2328 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2329 \ProvidesPackage{bschlangaul-literatur-dummy}[2020/11/27]

\literatur

2330 \def\literatur{}

\footcite

2331 % \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}

2332 \NewDocumentCommand{ \footcite } { o m }{}

2333

literatur.sty

```
2334 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2335 \ProvidesPackage{bschlangaul-literatur}[2020/11/27]

2336 \RequirePackage{csquotes}
2337 \RequirePackage[
2338   bibencoding=utf8,
2339   citestyle=authortitle,
2340   backend=biber,
2341 ]{biblatex}
2342 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/10_DB.bib}
2343 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/20_OOMUP.bib}
2344 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/30_AUD.bib}
2345 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/40_SOSY.bib}
2346 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/60_FUMUP.bib}
2347 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/70_THEO.bib}
2348 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/80_DDI.bib}
2349 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Allgemein.bib}
2350 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Examen.bib}
2351 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Wikipedia.bib}
2352 % To allow footnotes in the heading
2353 \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}

\literatur

2354 \def\literatur{\printbibliography[heading=subbibliography]}

2355
```

makros.sty

```
2356 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2357 \ProvidesPackage{bschlangaul-makros}[2020/11/27 Eine Sammlung von
2358 häufig verwendeten Makros und Umgebungen, die thematisch zu keinem
2359 anderen Paket passen]
```

```
2360 \RequirePackage{hyperref}
```

```
2361 \RequirePackage{graphicx}
```

Für die Umgebung bQuellen benötigt.

```
2362 \RequirePackage{paralist}
```

```
2363 \ExplSyntaxOn
```

\inhaltsverzeichnis

```
2364 \def\inhaltsverzeichnis {
2365   \begin{mdframed}
2366     \begin{group}
2367       \let\clearpage\relax
2368       \tableofcontents
2369     \end{group}
2370   \end{mdframed}
2371 }
```

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

```
2372 \def\bEmph#1
2373 {
2374   \emph{#1}
2375   \marginpar{
2376     \tiny#1
2377   }
2378 }
```

\SLASH

```
2379 \newcommand\SLASH{\char`\\}
```

\bPseudoUeberschrift Text, der sich wie eine Überschrift verhält.

```
2380 \newcommand{\bPseudoUeberschrift}[1]{
2381   \bigskip
2382
2383   \par
2384   \noindent
2385   \textbf{#1}
2386
2387   \medskip
2388
2389   \keine_einrueckung:
2390 }
```

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.

```
2391 \NewDocumentEnvironment { bProjektSprache }{ o +b } {} {}
```

liEinbettung

```
2392 \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.

```
2393 \NewDocumentEnvironment{ bAntwort } { 0{standard} }
2394 {
2395   \ifANTWORT
2396   \else
2397     \setbox 0 \vbox
2398     \bgroup
2399     \fi
2400
2401   \str_case:nn {#1} {
2402     {standard} {
2403       \def\beschriftung{}
2404       \mdfsetup{backgroundcolor=gray!1}
2405     }
2406     {richtig} {
2407       \def\beschriftung{richtig}
2408       \mdfsetup{backgroundcolor=green!5,linecolor=green}
2409     }
2410     {falsch} {
2411       \def\beschriftung{falsch}
2412       \mdfsetup{backgroundcolor=red!3,linecolor=red}
2413     }
2414     {muster} {
2415       \def\beschriftung{Musterlösung}
2416       \mdfsetup{backgroundcolor=green!12,linecolor=green}
2417     }
2418   }
2419   \ifx\beschriftung\empty\else
2420     \noindent
2421     \textbf{\beschriftung{:}}
2422   \fi
2423   \begin{mdframed}[
2424     frametitle={\scriptsize\mdseries Lösungsvorschlag},
2425     innertopmargin=6pt,
2426     frametitleaboveskip=-10pt,
2427     frametitlealignment=\raggedleft
2428   ]
```



```

2429 }
2430 {
2431   \end{mdframed}
2432   \ifANTWORT
2433   \else
2434     \egroup
2435   \fi
2436 }

```

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

```

2437 \NewDocumentEnvironment{ bAdditum }{ o }
2438 {
2439   \ifADDITUM
2440   \else
2441     \setbox 0 \vbox
2442     \bgroup
2443   \fi
2444
2445   \begin{mdframed}[backgroundcolor=yellow!5]
2446     \IfNoValueTF {#1}
2447     {
2448       \bPseudoUeberschrift{Additum}
2449     }
2450     {
2451       \bPseudoUeberschrift{Additum:~#1}
2452     }
2453 }
2454 {
2455   \end{mdframed}
2456
2457   \ifADDITUM
2458   \else
2459     \egroup
2460   \fi
2461 }

```

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.

```

2462 \NewDocumentEnvironment{ bExkurs }{ o +b }
2463 {
2464   \ifEXKURS
2465     \vspace{0.2cm}%
2466     \begin{mdframed}[
2467       backgroundcolor=white,
2468       bottomline=false,
2469       innermargin=1cm,
2470       leftline=true,
2471       linecolor=black,
2472       linewidth=0.1cm,
2473       outermargin=1cm,
2474       rightline=false,
2475       topline=false,
2476     ]

```

```

2477 \footnotesize
2478 \noindent%
2479 \textbf{Exkurs:~#1}\par%
2480 \noindent%
2481 #2
2482 \end{mdframed}
2483 \vspace{0.2cm}
2484 \else
2485 \fi
2486 }
2487 {}

```

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

```

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

```

Weiterführende Literatur:

- Quelle 1
- Quelle 2

```

2488 \cs_new:Npn \listen_punkt:n #1
2489 {
2490 \item #1
2491 }
2492 \NewDocumentEnvironment { bQuellen }{ +b }
2493 {
2494 \seq_clear_new:N \l_quellen
2495 \seq_set_split:Nnn \l_quellen {\item} {#1}
2496 \seq_remove_all:Nn \l_quellen {}
2497 \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
2498 \footnotesize
2499 \noindent
2500 \textsf{\textbf{Weiterführende Literatur:}}
2501 \medskip
2502 \begin{compactitem}
2503 \seq_map_function:NN \l_quellen {\listen_punkt:n}
2504 \end{compactitem}
2505 \end{mdframed}
2506
2507 \keine_einrueckung:
2508 {}

```

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

```

2509 \NewDocumentCommand { \bFussnoteUrl } { o m }
2510 {
2511 \footnote{
2512 \url{#2}
2513 \IfNoValueTF{#1}
2514 {}
2515 {
2516 ~{#1}
2517 }
2518 }
2519 }
2520

```

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

```

2521 \NewDocumentCommand{ \bFussnoteLink } { o m m }
2522 {
2523   \footnote{
2524     \href{#3}{#2}
2525     \IfNoValueTF{#1}
2526     {}
2527     {
2528       ~(#1)
2529     }
2530   }
2531 }

```

\bLinie Eine horizontale Linie

```

2532 \def\bLinie{
2533   \par
2534   \noindent
2535   \rule
2536   {
2537     \textwidth
2538   }
2539   {
2540     0.4pt
2541   }
2542 }

```

\zB

```

2543 \def\zB{z.\,B.\~}

```

\ZB

```

2544 \def\ZB{Z.\,B.\~}

```

\dh

```

2545 \def\dh{d.\,h.\~}

```

```

2546 \ExplSyntaxOff

```

```

2547

```

master-theorem.sty

2548 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2549 \ProvidesPackage{bschlangaul-master-theorem}[2021/04/13]

Faulenzer

\let\O=\bO

\let\o=\bOomega

\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}

2550 \ExplSyntaxOn

2551 \RequirePackage{amsmath}

\bRundeKlammer

2552 \def\bRundeKlammer#1{

2553 \negthinspace \left(#1 \right)

2554 }

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

2555 \def\bThetaOhneMathe#1{

2556 \Theta \bRundeKlammer{#1}

2557 }

2558 \def\bTheta#1{

2559 \ifmmode

2560 \bThetaOhneMathe{#1}

2561 \else

2562 $\bThetaOhneMathe{#1}$

2563 \fi

2564 }

```

\Omega \Omega{n^2}: \Omega(n^2)
2565 \def\OmegaOhneMathe#1{
2566   \Omega \RundeKlammer{#1}
2567 }
2568 \def\Omega#1{
2569   \ifmmode
2570     \OmegaOhneMathe{#1}
2571   \else
2572     $\OmegaOhneMathe{#1}$
2573   \fi
2574 }

\O \O{n^2}: \mathcal{O}(n^2)
2575 \def\OOhneMathe#1{
2576   \mathcal{O} \RundeKlammer{#1}
2577 }
2578 \def\O#1{
2579   \ifmmode
2580     \OOhneMathe{#1}
2581   \else
2582     $\OOhneMathe{#1}$
2583   \fi
2584 }

\T Makro-Faulenzer: \let\T=\liT
      \T{16}{2}: 16 \cdot T(\frac{n}{2}) \T{}{2}: T(\frac{n}{2})
2585 \def\TOhneMathe#1#2{
2586   \tl_if_blank:nTF {#1}
2587   {}
2588   {#1 \cdot }
2589   T
2590   \RundeKlammer{\frac{n}{#2}}
2591 }
2592 \def\T#1#2{
2593   \ifmmode
2594     \TOhneMathe{#1}{#2}
2595   \else
2596     $\TOhneMathe{#1}{#2}$
2597   \fi
2598 }

\RekursionsGleichung \RekursionsGleichung: T(n) = a \cdot T(\frac{n}{b}) + f(n)
2599 \def\RekursionsGleichung{
2600   $T(n) = \T{a}{b} + f(n)$
2601 }

\BedingungEins \BedingungEins: f(n) \in \mathcal{O}(n^{\log_b a - \varepsilon})
2602 \def\BedingungEins{
2603   $f(n) \in \O{n^{\log\sb{b}a - \varepsilon}}$
2604 }

\BedingungZwei \BedingungZwei: f(n) \in \Theta(n^{\log_b a})
2605 \def\BedingungZwei{
2606   $f(n) \in \Theta{n^{\log\sb{b}a}}$
2607 }

\BedingungDrei \BedingungDrei: f(n) \in \Omega(n^{\log_b a + \varepsilon})
2608 \def\BedingungDrei{
2609   $f(n) \in \Omega{n^{\log\sb{b}a + \varepsilon}}$
2610 }

2611 \ExplSyntaxOff

```

\bMasterVariablen

```

2612 \def\bMasterVariablen{
2613   \begin{displaymath}
2614     T(n) = \bT{a}{b} + f(n)
2615   \end{displaymath}
2616
2617   \begin{itemize}
2618     \item[$a = $]
2619       Anzahl der rekursiven Aufrufe, Anzahl der Unterprobleme in der
2620       Rekursion
2621       ($a \geq 1$).
2622
2623     \item[$\textstyle{\frac{1}{b}} = $]
2624       Teil des Originalproblems, welches wiederum durch alle Unterprobleme
2625       repräsentiert wird, Anteil an der Verkleinerung des Problems ($b > 1$).
2626
2627     \item[$f(n) = $]
2628       Kosten (Aufwand, Nebenkosten), die durch die Division des Problems und
2629       die Kombination der Teillösungen entstehen. Eine von $T(n)$
2630       unabhängige und nicht negative Funktion.
2631   \end{itemize}
2632   \footcite{wiki:master-theorem}
2633   \footcite[Seite 19-35]{aud:fs:2}
2634 }
```

\bMasterFaelle

```

2635 \def\bMasterFaelle{
2636   \begin{description}
2637     \item[1. Fall:]
2638       $T(n) \in \bTheta{n^{\log\sb{b}a}}$
2639
2640       \hfill falls \bBedingungEins
2641       für $\varepsilon > 0$
2642
2643     \item[2. Fall:]
2644       $T(n) \in \bTheta{n^{\log\sb{b}a} \cdot \log n}$
2645
2646       \hfill falls \bBedingungZwei
2647
2648     \item[3. Fall:]
2649       $T(n) \in \bTheta{f(n)}$
2650
2651       \hfill falls \bBedingungDrei
2652       für $\varepsilon > 0$
2653       und ebenfalls für ein $c$ mit $0 < c < 1$ und alle hinreichend großen $n$
2654       gilt:
2655       $a \cdot f(\textstyle{\frac{n}{b}}) \leq c \cdot f(n)$
2656   \end{description}
2657 }
```

\bMasterVariablenDeklaration

```

2658 \def\bMasterVariablenDeklaration#1#2#3{
2659   \begin{description}
2660     \item[Allgemeine Rekursionsgleichung:] \strut
2661
2662     \bRekursionsGleichung
2663
2664     \item[Anzahl der rekursiven Aufrufe ($a$):] \strut
2665
2666     #1
2667
2668     \item[Anteil Verkleinerung des Problems ($b$):] \strut
2669   \end{description}
```

```

2670   um  $\frac{1}{\#2}$  also  $b = \#2$ 
2671
2672   \item[Laufzeit der rekursiven Funktion ( $f(n)$ ):] \strut
2673
2674    $\#3$ 
2675
2676   \item[Ergibt folgende Rekursionsgleichung:] \strut
2677
2678    $T(n) = T(\#1\{\#2\} + \#3$ 
2679 \end{description}
2680 }

```

\bMasterFallRechnung

```

2681 \def\bMasterFallRechnung#1#2#3{
2682   \begin{description}
2683     \item[1. Fall:] \bBedingungEins:
2684
2685      $\#1$ 
2686
2687     \item[2. Fall:] \bBedingungZwei:
2688
2689      $\#2$ 
2690
2691     \item[3. Fall:] \bBedingungDrei:
2692
2693      $\#3$ 
2694   \end{description}
2695 }

```

\bMasterExkurs

```

2696 \def\bMasterExkurs{
2697   \begin{bExkurs}[Master-Theorem]
2698     \bMasterVariablen
2699
2700     \noindent
2701     Dann gilt:
2702
2703     \bMasterFaelle
2704   \end{bExkurs}
2705 }

```

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

```

2706 \def\bMasterWolframLink#1{
2707   Berechne die Rekursionsgleichung auf WolframAlpha:
2708   \href{https://www.wolframalpha.com/input/?i=\#1\{WolframAlpha\}
2709 }
2710

```

mathe.sty

```
2711 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2712 \ProvidesPackage{bschlangaul-mathe}[2020/06/10]
2713
2714 % for example \ltimes \rtimes
2715 %\RequirePackage{amssymb}
2716 \RequirePackage{amsmath}
2717
2718 %%
2719 % \mlq \mrq
2720 %%
2721 \DeclareMathSymbol{\mlq}{\mathord}{operators}{`}`}
2722 \DeclareMathSymbol{\mrq}{\mathord}{operators}{`'}`}
2723
```


meta.sty

```
2724 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2725 \ProvidesPackage{bschlangaul-klassen-meta}[2021/09/10 Sammlung
2726 von Textschnipseln, die das Projekt beschreiben]
```

```
2727 \ExplSyntaxOn
```

```
2728 \bLadePakete{grafik}
```

Einfache Makros (Low level)

\bMetaBschlangaulSammlung

```
2729 \def\bMetaBschlangaulSammlung
2730 {
2731   Die~Bschlangaul~Sammlung
2732 }
```

\bMetaHermineFriends

```
2733 \def\bMetaHermineFriends
2734 {
2735   Hermine~Bschlangaul~and~Friends
2736 }
```

\bMetaEmail

```
2737 \def\bMetaEmail
2738 {
2739   hermine.bschlangaul@gmx.net
2740 }
```

\bMetaEmailLink

```
2741 \def\bMetaEmailLink
2742 {
2743   \href
2744   {
2745     mailto:\bMetaEmail
2746   }
2747   {
2748     \bMetaEmail
2749   }
2750 }
```

\bMetaUeberDasProjekt

```
2751 \def\bMetaUeberDasProjekt
2752 {
2753   Eine~freie~Aufgabensammlung~mit~Lösungen~
2754   von~Studierenden~für~Studierende~
2755   zur~Vorbereitung~auf~die~1.~Staatsexamensprüfungen~
2756   des~Lehramts~Informatik~in~Bayern.
2757 }
```

\bMetaCCLink

```
2758 \def\bMetaCCLink
2759 {
2760   Diese~Materialsammlung~unterliegt~den~Bestimmungen~der~
2761   \href
2762   {
2763     https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.de
2764   }
2765   {
2766     Creative~Commons~Namensnennung~Nicht~kommerziell~Share~Alike~4.0~
2767     International~Lizenz
2768   }.
2769 }
```

`\bMetaHilfMit`

```
2770 \def\bMetaHilfMit
2771 {
2772   Hilf~mit!~
2773
2774   Die~Hermine~schafft~das~nicht~alleine!~
2775
2776   Das~ist~ein~Community~Projekt.~
2777
2778   Verbesserungsvorschläge,~Fehlerkorrekturen,~weitere~Lösungen~sind~
2779   herzlich~willkommen~--egal~wie~~per~Pull-Request~oder~per~E-Mail~an~
2780   \bMetaEmailLink.
2781 }
```

`\bMetaHilfMit`

```
2782 \def\bMetaQuelltext
2783 {
2784   Der~\TeX-Quelltext~dieses~Dokuments~kann~unter~folgender~
2785   URL~aufgerufen~werden:~
2786 }
```

Zusammengesetzte Makros (High level)

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

```
2787 \cs_new:Npn \logo_dann_text:nn #1 #2
2788 {
2789   \begin{center}
2790     \begin{minipage}[c]{5.5cm}
2791       #1
2792     \end{minipage}
2793
2794     \begin{minipage}[c]{10cm}
2795       #2
2796     \end{minipage}
2797   \end{center}
2798 }
```

`\bLogoTextProjekt`

```
2799 \def\bLogoTextProjekt
2800 {
2801   \logo_dann_text:nn
2802   {
2803     \bGrafikLogo[width=5cm]
2804   }
2805   {
2806     {
2807       \bfseries
2808       \bMetaBschlangaulSammlung
2809     }
2810     \par
2811
2812     \bMetaHermineFriends
2813     \par
2814
2815     \medskip
2816
2817     \begin{spacing}{1}
2818       \footnotesize
2819       \bMetaUeberDasProjekt
2820     \end{spacing}
2821   }
2822 }
```

\bLogoTextCCLizenz

```
2823 \def\bLogoTextCCLizenz
2824 {
2825   \logo_dann_text:nn
2826   {
2827     \centerline{\bGrafikCCLizenz[width=3cm]}
2828   }
2829   {
2830     \begin{spacing}{1}
2831       \scriptsize
2832       \bMetaCCLink
2833     \end{spacing}
2834   }
2835 }

2836 \ExplSyntaxOff
2837
```

minimierung.sty

```

2838 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2839 \ProvidesPackage{bschlangaul-minimierung}[2021/03/13 Für den
2840 Minimierungsalgorithmus von einem NEA zu einem DEA]

2841 \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 \\
\z7 & & & & & & & & & & & & \l \\
\z8 & & & & & & & & & & & & \l \\
& & \z0 & & \z1 & & \z2 & & \z3 & & \z4 & & \z5 & & \z6 & & \z7 & & \z8 & \l \\
\hline
\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

2842 \def\bFussnote#1{\$x_{#1}\$}

2843 \def\li@fussnote@text#1#2{
2844 \bFussnote{#1}
2845 \quad
2846 {\footnotesize #2}
2847 }

\bFussnoteEinsText
2848 \def\bFussnoteEinsText{
2849 \li@fussnote@text{1}
2850 {Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.}
2851 }

\bFussnoteZweiText
2852 \def\bFussnoteZweiText{
2853 \li@fussnote@text{2}
2854 {Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.}
2855 }

\bFussnoteDreiText
2856 \def\bFussnoteDreiText{
2857 \li@fussnote@text{3}

```

```

2858 {In weiteren Iterationen markierte Zustände.}
2859 }

\bFussnoteVierText
2860 \def\bFussnoteVierText{
2861   \li@fussnote@text{4}
2862   {...}
2863 }

\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.
 $x_4$    ...

2864 \def\bFussnoten{
2865   \bigskip
2866
2867   \noindent
2868   \bFussnoteEinsText
2869
2870   \noindent
2871   \bFussnoteZweiText
2872
2873   \noindent
2874   \bFussnoteDreiText
2875
2876   \noindent
2877   \bFussnoteVierText
2878 }

\bLeereZelle \bLeereZelle:  $\emptyset$ 
Makro-Faulenzer: \let\l=\liLeereZelle
2879 \def\bLeereZelle{\$\emptyset\$}

\bZustandsPaarVariablenName
2880 \def\bZustandsPaarVariablenName{z}

\bZustandsPaar
2881 \def\bZustandsPaar#1#2{
2882   $(
2883     \bZustandsPaarVariablenName_#1,
2884     \bZustandsPaarVariablenName_#2
2885   )$
2886 }

liUebergangsTabelle
2887 \renewcommand{\arraystretch}{1.4}
2888 \NewDocumentEnvironment{ liUebergangsTabelle } { m m } {
2889   \bPseudoUeberschrift{Übergangstabelle}
2890   \begin{center}
2891     \begin{tabular}{r|l|l}
2892       \textbf{Zustandspaar} & \textbf{#1} & \textbf{#2} \\ \hline
2893     \end{tabular}
2894   \end{center}
2895 }
2896 }

bUeberschriftDreiecksTabelle \bUeberschriftDreiecksTabelle:

Minimierungstabelle (Table filling)
2897 \ExplSyntaxOn

```

```

2898 \def\bUeberschriftDreiecksTabelle{
2899   \bPseudoUeberschrift{Minimierungstabelle~(Table~filling)}
2900 }

```

\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. —

```

2901 \def\bMinimierungErklaerung{
2902   %\footcite[Seite-19]{koenig}
2903   \bParagraphMitLinien{
2904     Der~Minimierungs-Algorithmus~(auch~Table-Filling-Algorithmus~genannt)~
2905     trägt~in~seinem~Verlauf~eine~Markierung~in~alle~
2906     diejenigen~Zellen~der~Tabelle~ein,~die~zueinander~nicht~äquivalente~
2907     Zustände~bezeichnen.~Die~Markierung~„ $x_{\sb{n}}$ “~in~einer~Tabellenzelle~( $i$ ,~
2908      $j$ )~bedeutet~dabei,~dass~das~Zustandspaar~( $i$ ,~ $j$ )~in~der~ $k$ -ten~
2909     Iteration~des~Algorithmus~markiert~wurde~und~die~Zustände~ $i$ ~und~ $j$ ~
2910     somit~zueinander~( $k-1$ )~äquivalent,~aber~nicht~ $k$ -äquivalent~und~
2911     somit~insbesondere~nicht~äquivalent~sind.~Bleibt~eine~Zelle~bis~zum~Ende~
2912     unmarkiert,~sind~die~entsprechenden~Zustände~zueinander~äquivalent.
2913   }
2914 }
2915 \ExplSyntaxOff

```

2916

normalformen.sty

```
2917 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2918 \ProvidesPackage{bschlangaul-normalformen}[2020/12/10]
2919 Hilfsmakros zum Setzen von Normalformen, Funktionalen Abhängigkeiten,
2920 Attributhülle]
```

Mathe für textit tex etc, typographie für geschweifte Klammer

```
2921 \bLadePakete{mathe,typographie}
2922 \directlua{
2923   helfer = require('bschlangaul-helfer')
2924   normalformen = require('bschlangaul-normalformen')
2925 }
```

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
```

```
2926 \def\bTeilen#1{
2927   \directlua{tex.print(normalformen.teilen('#1'))}
2928 }
```

\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
 $\text{AttrHülle}(((.*)\backslash) \backslash \text{ah}\{ \$1 \})$

```
2929 \def\bAttributHuelleOhneMathe#1{\text{AttrHülle}\{#1\}}
2930 \def\bAttributHuelle#1{
2931   \ifmmode
2932     \bAttributHuelleOhneMathe{#1}
2933   \else
2934     $\bAttributHuelleOhneMathe{#1}$
2935   \fi
2936 }
```

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

```
2937 \def\bAttributMenge#1{\{ \textit{#1} \}}
```

liAHuelle

```
2938 \NewDocumentEnvironment{ liAHuelle } { +b } {
2939   \begingroup
2940   \footnotesize
2941   \begin{multline*}
2942     #1
2943   \end{multline*}
2944   \endgroup
2945 } { }
```

\bLinksReduktion Nur innerhalb von liAHuelle zu verwenden bzw. multline

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

```
2946 \def\bLinksReduktion#1#2#3{
2947   \shoveleft{
2948     \bAttributHuelleOhneMathe{FA,
2949     \bAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
2950   } \}
```

```

2951 \shoveright{
2952 \bAttributMenge{#3}
2953 } \
2954 }

```

```

\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( $F, \{A, E \setminus E\} = \{A, E, F, B, D\}$ )
2955 \def\bLinksReduktionInline#1#2#3{%
2956 {%
2957 \footnotesize%
2958 $\bAttributHuelleOhneMathe{F,
2959 \bAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
2960 \bAttributMenge{#3}$
2961 }
2962 }

```

```

\bLinksReduktionInline Makro-Faulenzer: \let\ahr=\liLinksReduktionInline
\ahr{gelöschte FA}{neue FA ohne rechts Attribut}{gegebene Attribute}{Ergebnis}
2963 \def\bRechtsReduktionInline#1#2#3#4{%
2964 {%
2965 \footnotesize%
2966 $\bAttributHuelleOhneMathe{
2967 F \setminus
2968 \bFunktionaleAbhaengigkeit{#1}
2969 \def\tmp{#2}\ifx\tmp\empty
2970 \else
2971 \cup \bFunktionaleAbhaengigkeit{#2}
2972 \fi
2973 ,
2974 \bAttributMenge{#3}
2975 } =
2976 \bAttributMenge{#4}$
2977 }
2978 }

```

```

\bFunktionaleAbhaengigkeit Makro-Faulenzer: \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
\fa{A, B -> C, D}:  $\{A, B\} \rightarrow \{C, D\}$  Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:  $\$(.*) \rightarrow$ 
 $\fa{\$1 \rightarrow \$2}$ 
2979 \def\bFunktionaleAbhaengigkeit#1{%
2980 \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeit('#1', false)}}
2981 }

```

```

\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:  $\backslash\item \$(.*) \rightarrow (.)\$(.*) \rightarrow$ 
 $\$1 \rightarrow \$2$ ;

```



```

2982 \NewDocumentCommand {\bFunktionaleAbhaengigkeiten} { O{FA} m } {
2983   \bGeschweifteKlammern
2984   {#1}
2985   {
2986     \begin{align*}
2987       \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeiten('#2')}
2988     \end{align*}
2989   }
2990   {-0.5cm}
2991   {-1.7cm}
2992 }

\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}

2993 \NewDocumentCommand {\bRelation} { O{R} m } {
2994   $\directlua{
2995     local name = helper.konvertiere_tiefgestellt('#1')
2996     tex.print(name)
2997   }$(\textit{\,,#2\,,})
2998 }

2999

```

o-notation.sty

```
3000 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3001 \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}
```

```
3002 \ExplSyntaxOn
```

```
3003 \RequirePackage{amssymb}
```

```
3004 \RequirePackage{pgfplots}
```

Für echte Teilmenge \subsetneq

```
3005 \RequirePackage{amssymb}
```

```
\bRundeKlammer
```

```
3006 \def\bRundeKlammer#1{
3007   \negthinspace \left( #1 \right)
3008 }
```

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

```
3009 \cs_new:Npn \o_notation_O:n #1 {
3010   \mathcal{O} \bRundeKlammer{#1}
3011 }
3012 \def\bONotationO#1{
3013   \ifmmode
3014     \o_notation_O:n { #1 }
3015   \else
3016     $ \o_notation_O:n { #1 } $
3017   \fi
3018 }
```

```
3019
```

petri.sty

```
3020 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3021 \ProvidesPackage{bschlangaul-petri}[2020/12/03]
```

Faulenzer

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

```
3022 \RequirePackage{tikz}
3023 \usetikzlibrary{petri,arrows.meta}
```

Für die Darstellungsmatrix

```
3024 \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

```
3025 \def\bPetriSetzeSchluessel{%
3026   \def\TmpTransitionOne{}%
3027   \def\TmpTransitionTwo{}%
3028   \def\TmpTransitionThree{}%
3029   \def\TmpTransitionFour{}%
3030   \def\TmpTransitionFive{}%
3031   \def\TmpTransitionSix{}%
3032   \def\TmpTransitionSeven{}%
3033   \def\TmpTransitionEight{}%
3034   \def\TmpTransitionNine{}%
3035   \def\TmpTransitionTen{}%
3036   \pgfkeys{/petri/.cd,
3037     p1/.store in=\TmpPlaceOne,p1/.default=0,p1,
3038     p2/.store in=\TmpPlaceTwo,p2/.default=0,p2,
3039     p3/.store in=\TmpPlaceThree,p3/.default=0,p3,
3040     p4/.store in=\TmpPlaceFour,p4/.default=0,p4,
```

```

3041 p5/.store in=\TmpPlaceFive,p5/.default=0,p5,
3042 p6/.store in=\TmpPlaceSix,p6/.default=0,p6,
3043 p7/.store in=\TmpPlaceSeven,p7/.default=0,p7,
3044 p8/.store in=\TmpPlaceEight,p8/.default=0,p8,
3045 p9/.store in=\TmpPlaceNine,p9/.default=0,p9,
3046 p10/.store in=\TmpPlaceTen,p10/.default=0,p10,
3047 t1/.store in=\TmpTransitionOne,t1/.default=activated,
3048 t2/.store in=\TmpTransitionTwo,t2/.default=activated,
3049 t3/.store in=\TmpTransitionThree,t3/.default=activated,
3050 t4/.store in=\TmpTransitionFour,t4/.default=activated,
3051 t5/.store in=\TmpTransitionFive,t5/.default=activated,
3052 t6/.store in=\TmpTransitionSix,t6/.default=activated,
3053 t7/.store in=\TmpTransitionSeven,t7/.default=activated,
3054 t8/.store in=\TmpTransitionEight,t8/.default=activated,
3055 t9/.store in=\TmpTransitionNine,t9/.default=activated,
3056 t10/.store in=\TmpTransitionTen,t10/.default=activated,
3057 scale/.store in=\TmpScale,scale/.default=0.5,
3058 x/.store in=\TmpX,x/.default=5,
3059 y/.store in=\TmpY,y/.default=5,
3060 }%
3061 }

3062 \tikzset{
3063   li petri/.style={
3064     activated/.style={
3065       very thick
3066     },
3067     inhibitor/.style={
3068       {Circle[open,length=2mm,fill=white]}-
3069     }
3070   }
3071 }

```

```

\bPetriTransitionsName Makro-Faulenzer: \let\t=\liPetriTransitionsName
    \t_(\d+)\$ \t$1
3072 \def\bPetriTransitionsNameOhneMathe#1{t\sb{#1}}
3073 \def\bPetriTransitionsName#1{
3074   \ifmmode
3075     \bPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}
3076   \else
3077     $\bPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}$
3078   \fi
3079 }

```

```

\bPetriErreichTransition Makro-Faulenzer: \let\t=\liPetriErreichTransition
3080 \NewDocumentCommand{ \bPetriErreichTransition } { m m m O{} O{} } {
3081   \draw[->] (#1) edge[#4] node[pos=0.5,auto,sloped,#5]{$t\sb{#3}$} (#2);
3082 }

```

```

\bPetriErreichKnotenDrei Makro-Faulenzer: \let\k=\liPetriErreichKnotenDrei
3083 \def\bPetriErreichKnotenDrei#1#2#3{(#1,#2,#3)}

```

```

\bPetriTransPfeile Makro-Faulenzer: \let\tp=\liPetriTransPfeile
3084 \def\bPetriTransPfeile#1{$\rightarrow \hspace{0.4cm} \bPetriTransitionsName{#1} \hspace{0.35cm}
3085

```

potenzmengen-konstruktion.sty

```
3086 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3087 \ProvidesPackage{bschlangaul-potenzmengen-konstruktion}[2021/02/21 Hilfsmakros
3088 einzusetzen bei der Potenzmengen-Konstruktion (Potenzmengen-Algorithmus)]
```

```
3089 \bLadePakete{formale-sprachen}
```

```
3090 \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}
    }
  }
}
```

```
3091 \def\bZustandsMengenSammlung#1#2{
3092   \bZustandsnameGross{#1}
3093   {
3094     \footnotesize
3095     \bPotenzmenge{
3096       \str_case:nn {#1} {#2
3097       }
3098     }
3099 }
```

```
\bZustandsMengenSammlungNr
```

```
3100 \def\bZustandsMengenSammlungNr#1#2{
3101   \bZustandsnameGross{#1}
3102   {
```

```
3103     \footnotesize
3104     \bZustandsmengeNr{
3105         \str_case:nn {#1} #2
3106     }
3107 }
3108 }

3109 \ExplSyntaxOff
3110
```

pseudo.sty

```

3111 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3112 \ProvidesPackage{bschlangaul-pseudo}[2020/12/30 Paket zum Setzen
3113 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 .

```

3114 \RequirePackage[german,boxruled]{algorithm2e}

```

```

3115

```

pumping-lemma.sty

3116 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3117 \ProvidesPackage{bschlangaul-pumping-lemma}[2021/08/11 Enthält die
3118 Definitionen für das Pumping-Lemma in der Regulären Sprache und
3119 in der Kontextfreien Sprache]

\bPumpingRegulaer

```
3120 \def\bPumpingRegulaer{%
3121   Es sei  $L$  eine reguläre Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass für
3122   alle Wörter  $\omega$  in  $L$  mit  $|\omega| \geq j$  (jedes Wort  $\omega$  in
3123    $L$  mit Mindestlänge  $j$ ) jeweils eine Zerlegung  $\omega = uvw$ 
3124   existiert, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
3125
3126   \begin{enumerate}
3127     \item  $|v| \geq 1$ 
3128     (Das Wort  $v$  ist nicht leer.)
3129
3130     \item  $|uv| \leq j$ 
3131     (Die beiden Wörter  $u$  und  $v$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
3132
3133     \item Für alle  $i = 0, 1, 2, \dots$  gilt  $uv^i w$  in  $L$ 
3134     (Für jede natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^i w$  in der
3135     Sprache  $L$ )
3136   \end{enumerate}
3137
3138   Die kleinste Zahl  $j$ , die diese Eigenschaften erfüllt, wird
3139   Pumping-Zahl der Sprache  $L$  genannt.\footcite{wiki:pumping-lemma}
3140 }
```

\bPumpingKontextfrei

```
3141 \def\bPumpingKontextfrei{%
3142   Es sei  $L$  eine kontextfreie Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass
3143   sich alle Wörter  $\omega$  in  $L$  mit  $|\omega| \geq j$  zerlegen lassen in
3144    $\omega = uvwxy$ , sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
3145
3146   \begin{enumerate}
3147     \item  $|vx| \geq 1$ 
3148     (Die Wörter  $v$  und  $x$  sind nicht leer.)
3149
3150     \item  $|vwx| \leq j$ 
3151     (Die Wörter  $v$ ,  $w$  und  $x$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
3152
3153     \item Für alle  $i \in \mathbb{N}_0$  gilt  $uv^iwx^iy$  in  $L$  (Für jede
3154     natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^iwx^iy$  in der
3155     Sprache  $L$ )
3156   \end{enumerate}
3157 }
3158
```


relationale-algebra.sty

```

3159 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3160 \ProvidesPackage{bschlangaul-relationale-algebra}[2020/12/11]
3161 \RequirePackage{amsmath}
3162 \RequirePackage{amssymb}

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

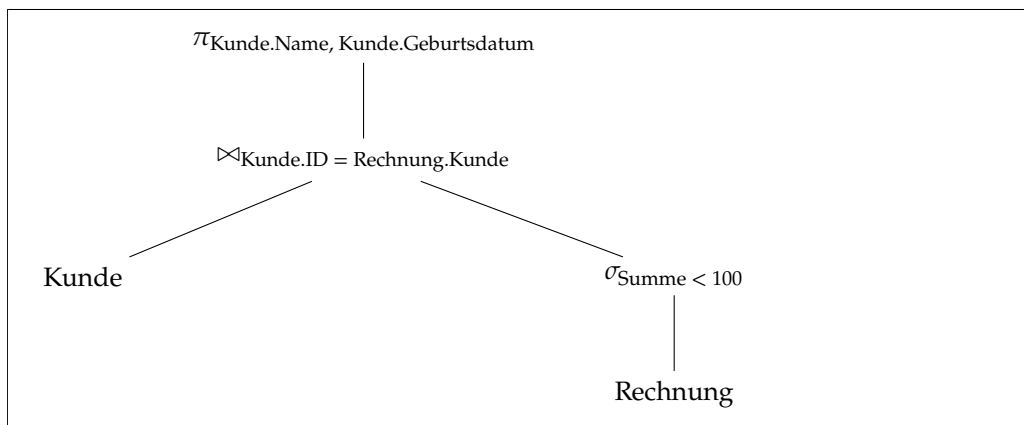
  \node[below=of pi]
    (theta join) {\bowtie_{\text{Kunde.ID = Rechnung.Kunde}}};
    edge (pi);

  \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}

```



```

3163 \RequirePackage{tikz}
3164 \usetikzlibrary{positioning}

    Privates Makros, das zwei Querstriche erzeugt.
3165 \def\o@join{\setbox0=\hbox{\bowtie}}%
3166 \rule[-.02ex]{.25em}{.4pt}\llap{\rule[\ht0]{.25em}{.4pt}}%
3167 }

```

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

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

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

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

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

```
3170 \def\fullouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}
```

```
3171
```

rmodell.sty

```
3172 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3173 \ProvidesPackage{bschlangaul-rmodell}[2020/09/01
3174 Makros und Umgebungen zum Setzen des Relationenmodells beim Thema
3175 Datenbanken.]
3176 \RequirePackage{soul}
```

Faulenzer

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

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

```
3177 \def\bPrimaer#1{\ul{#1}}
```

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

```
3178 \def\bFremd#1{{\setul{-0.9em}{}}\ul{#1}}
```

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

```
3179 \def\li@Rmodell@Schrift{\footnotesize\ttfamily}
3180 \ExplSyntaxOn
3181 \NewDocumentEnvironment { liRmodell }
3182 { +b }
3183 {
3184   \medskip
3185   {
3186     \linespread{2}
3187     \setlength{\parindent}{0pt}
3188     \li@Rmodell@Schrift#1
3189   }
3190   \medskip
3191 } {}
3192 \ExplSyntaxOff
```

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

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

```
3193 \def\bRelationMenge#1#2{
3194 \noindent
3195 #1 : \[ #2 ]\}
3196 \par
3197 }
```

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

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

```
3198 \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}
```

```
3199 \NewDocumentEnvironment { liRelationenSchemaFormat }{ +b } {} {}
```

```
3200
```

sortieren.sty

```
3201 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3202 \ProvidesPackage{bschlangaul-sortieren}[2020/06/10 Schaubilder
3203 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}
}
```



```
3204 \RequirePackage{tikz}
3205 \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.

```
3206 \def\bVertauschen#1{
3207   \directlua{
3208     local sortieren = require('bschlangaul-sortieren')
3209     sortieren('#1')
3210   }
3211 }
```

`\bSortierPfeil`

```
3212 \def\bSortierPfeil#1#2{
3213   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 north) -- ++(0,0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 north);
3214 }
```

`\bSortierPfeilUnten`

```
3215 \def\bSortierPfeilUnten#1#2{
3216   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 south) -- ++(0,-0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 south);
3217 }
```

`\bSortierMarkierung`

```
3218 \def\bSortierMarkierung#1#2{\node[
3219   draw,
3220   very thick,
3221   fit=(reihe.#1) (reihe.#2),
3222   inner sep=0pt
3223 ] {}
3224 }

3225 \tikzset{
3226   li sortierung zahlenreihe/.style={
3227     draw,
3228     thin,
3229     font=\large,
3230     rectangle split horizontal,
3231     rectangle split,
3232   }
3233 }
```

```

3234% https://tex.stackexchange.com/a/140895
3235\RequirePackage{forest,xstring}
3236\usetikzlibrary{calc}
3237
3238\makeatletter
3239\pgfmathdeclarefunction{strrepeat}{2}{%
3240  \begingroup\pgfmathint{#2}\pgfmathcount\pgfmathresult
3241  \let\pgfmathresult\pgfutil@empty
3242  \pgfutil@loop\ifnum\pgfmathcount>0\relax
3243    \expandafter\def\expandafter\pgfmathresult\expandafter{\pgfmathresult#1}%
3244    \advance\pgfmathcount-1\relax
3245    \pgfutil@repeat\pgfmathsmuggleone\pgfmathresult\endgroup}
3246\makeatother
3247
3248\def\myNodes{}
3249
3250\ExplSyntaxOn
3251\newcommand*\sortList[1]{%
3252  \clist_sort:Nn#1{\int_compare:nNnTF{##1}>{##2}\sort_return_swapped:\sort_return_same:}}
3253\ExplSyntaxOff
3254
3255\forestset{
3256  sort/.code={%
3257    \pgfmathparse{level()}>\forestSortLevel}%
3258    \ifnum\pgfmathresult=0
3259      \StrSubstitute{\forestov{content}}{ }{ }[\myList]%
3260      \sortList\myList
3261      \StrSubstitute{\myList}{ }{ }[\myList]%
3262      \pgfmathparse{strrepeat("1",level())}%
3263      \xappto\myNodes{\noexpand\node at ($(\forestov{name})|-m)!-1!(\forestov{name})$)
3264        (m\forestov{name}) { \myList} }%
3265      \pgfmathparse{level() == \forestSortLevel}%
3266      \ifnum\pgfmathresult=1
3267        \forestOget{\forestov{@first}}{name}\forestFirst
3268        \forestOget{\forestov{@last}}{name}\forestLast
3269        \xappto\myNodes{[<-]edge (\forestOv{\forestov{@first}}{name})
3270          \ifx\forestFirst\forestLast\else edge (\forestOv{\forestov{@last}}{name})\fi}%
3271      \fi
3272      \ifnum\forestov{@parent}=0\else
3273        \xappto\myNodes{edge (m\forestOv{\forestov{@parent}}{name})}%
3274      \fi
3275      \gappto\myNodes{;}%
3276    \fi}}
3277
3278\forestset{sort level/.code=%
3279  \pgfmathparse{#1}\let\forestSortLevel\pgfmathresult
3280  \pgfmathparse{strrepeat("1",\forestSortLevel+1)}\let\forestOnes\pgfmathresult}
3281

```

spalten.sty

3282 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

3283 \ProvidesPackage{bschlangaul-spalten}[2020/12/07 Lädt das Paket

3284 „multicol“, damit mehrspaltiger Satz mit Hilfe der Umgebung „multicols“

3285 realisiert werden kann.]

3286 \RequirePackage{multicol}

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

3287 \def\bSpaltenUmbruch{\vfill\strut\columnbreak}

3288

sql.sty

```
3289 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3290 \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}
```

```
3291 \bLadePakete{syntax}
3292 \RequirePackage{fancyvrb}
3293 \DefineVerbatimEnvironment {bSqlErgebnis} {Verbatim}
3294 {
3295   fontsize=\scriptsize
3296 }
```

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

```
3297 \def\bSqlCode#1
3298 {
3299   \mintinline{sql}|#1|
3300 }

3301 \ExplSyntaxOff
3302
```

struktogramm.sty

3303 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

3304 \ProvidesPackage{bschlangaul-struktogramm}[2021/01/31 Lädt das
3305 Paket struktex zum Setzen von Struktogrammen]

3306 \RequirePackage{struktex}

3307

syntax.sty

```
3308 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3309 \ProvidesPackage{bschlangaul-syntax}[2020/06/10 Ein Hüll-Paket um
3310 `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.

```
3311 \ExplSyntaxOn

3312 \RequirePackage{hyperref}

3313 \RequirePackage{minted}
3314 % pygmentize -L styles
3315 \usemintedstyle{colorful}
3316 %\BeforeBeginEnvironment{minted}{\begin{mdframed}}
3317 %\AfterEndEnvironment{minted}{\end{mdframed}}
3318 %\setminted{breaklines=true,linenos}
3319 \setminted
3320 {
3321   breaklines=true,
3322   linenos=false,
3323   fontsize=\footnotesize,
3324 }
```

`\bAssemblerCode`

```
3325 \def\bAssemblerCode#1
3326 {
3327   \mintinline{asm}|#1|
3328 }
```

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

```
3329 \NewDocumentCommand { \bAssemblerDatei } { m }
3330 {
3331   \inputminted{asm}{#1}
3332 }
```

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

```
3333 \NewDocumentCommand { \bMinispracheDatei } { m }
3334 {
3335   \inputminted{componentpascal}{#1}
3336 }
```

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

```
3337 \def\bHaskellCode#1
3338 {
3339   \mintinline{haskell}|#1|
3340 }
```

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

```
3341 \NewDocumentCommand { \bHaskellDatei } { m }
3342 {
3343   \inputminted{haskell}{#1}
3344 }
```

```
3345 \ExplSyntaxOff
```

```
3346
```


syntaxbaum.sty

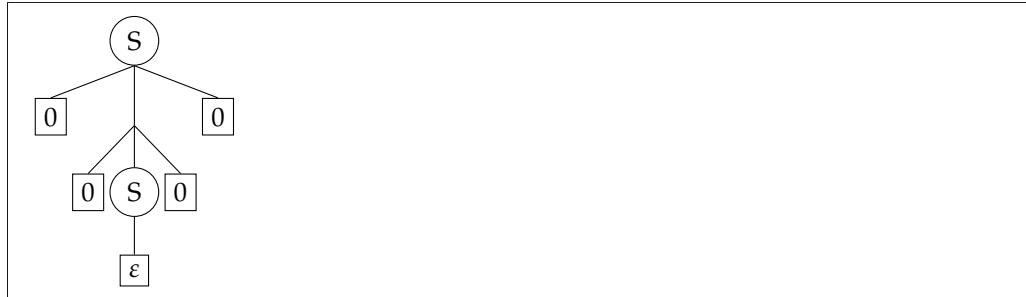
3347 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

3348 \ProvidesPackage{bschlangaul-syntaxbaum}[2021/02/14 Zum Setzen von

3349 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}
```



```
3350 \RequirePackage{tikz-qtree}
3351 \tikzset{b syntaxbaum/.style={
3352     every internal node/.style={
3353         draw,circle
3354     },
3355     every leaf node/.style={
3356         draw,rectangle
3357     },
3358 }
3359 }
3360
```

synthese-algorithmus.sty

```
3361 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3362 \ProvidesPackage{bschlangaul-synthese-algorithmus}[2021/03/19
3363 Hilfsmakros zum Setzen des Synthese-Algorithmuses zur Umformung einer
3364 Relation in die 3. Normalform]

3365 \bLadePakete{
3366   normalformen,
3367   mathe,
3368   typographie
3369 }

3370 \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}}

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

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

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

TeX-Markup Rechtsreduktion

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

\bPseudoUeberschrift{F}

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

```
\bPseudoUeberschrift{A}

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

TeX-Markup Relationen formen

```
\let\r=\bRelation
\let\u=\underline

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

(a) Kanonische Überdeckung

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

(i) Linksreduktion

— Führe für jede funktionale 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

```
3371 \def\bSyntheseUeberschrift#1
3372 {
3373   {
3374     \bfseries
3375     \rmfamily
3376     \str_case:nn {#1} {
3377       {1} {Kanonische~Überdeckung}
3378       {1-1} {Linksreduktion}
3379       {1-2} {Rechtsreduktion}
```

```

3380 {1-3} {Löschen-leerer-Klauseln}
3381 {1-4} {Vereinigung}
3382 {2} {Relationsschemata-formen}
3383 {3} {Schlüssel-hinzufügen}
3384 {4} {Entfernung-überflüssiger-Teilschemata}
3385 }
3386 }
3387 }

```

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

```

3388 \def\li@synthese@erklaerung@texte#1
3389 {
3390   \str_case:nn {#1} {
3391     {1} {
3392       Die-kanonische-Überdeckung---also-die-kleinst-mögliche-noch-
3393       äquivalente-Menge-von-funktionalen-Abhängigkeiten-kann-in-vier-
3394       Schritten-erreicht-werden.
3395     }
3396     {1-1} {
3397       Führe-für-jede-funktionale-Anhängigkeit-
3398        $\alpha \rightarrow \beta$ -in- $F$ -die-Linksreduktion-durch,-
3399       überprüfe-also-für-alle-
3400        $A \in \alpha$ , ob- $A$ -überflüssig-ist, d.h. ob-
3401        $\beta \subseteq \text{AttributHuelle}\{F, \alpha\}$ .
3402     }
3403     {1-2} {
3404       Führe-für-jede-(verbliebene)-funktionale-Abhängigkeit- $\alpha \rightarrow \beta$ -die-Rechtsreduktion-durch,-überprüfe-also-für-
3405       alle- $B \in \beta$ , ob- $B \in \text{AttributHuelle}\{F, (\alpha \rightarrow \beta)\}$ ,
3406        $\alpha \rightarrow \beta \cup (\alpha \rightarrow B)$ ,
3407        $\alpha$ -gilt. In-diesem-Fall-ist- $B$ -auf-der-rechten-Seite-
3408       überflüssig-und-kann-eliminiert-werden, dh- $\alpha \rightarrow \beta$ -wird-durch- $\alpha \rightarrow (\beta \cup B)$ -
3409       ersetzt.
3410     }
3411     {1-3} {
3412       Entferne-die-funktionalen-Abhängigkeiten-der-Form- $\alpha \rightarrow \emptyset$ , die-im-2.-Schritt-möglicherweise-
3413       entstanden-sind.
3414     }
3415     {1-4} {
3416       Fasse-mittels-der-Vereinigungsregel-funktionale-Abhängigkeiten-
3417       der-Form- $\alpha \rightarrow \beta_{\{1\}}, \dots, \alpha \rightarrow \beta_{\{n\}}$ , so-dass- $\alpha \rightarrow \beta_{\{1\}} \cup \dots \cup \beta_{\{n\}}$ -
3418       verbleibt.
3419     }
3420     % Kemper Seite 197
3421     {2} {
3422       Erzeuge-für-jede-funktionale-Abhängigkeit- $\alpha \rightarrow \beta$ -in- $F$ -ein-Relationenschema- $\mathcal{R}$ -
3423        $\alpha \cup \beta$ .
3424     }
3425     {3} {
3426       Falls-eines-der-in-Schritt-2.-erzeugten-Schemata- $\mathcal{R}$ -
3427       einen-Schlüsselkandidaten-von- $\mathcal{R}$ -bezüglich- $F$ -
3428       enthält, sind-wir-fertig, sonst-wähle-einen-Schlüsselkandidaten-
3429        $K$ -
3430        $\mathcal{R} \subseteq \mathcal{K}$ -aus-und-definiere-folgendes-
3431       zusätzliche-Schema:  $\mathcal{R} \setminus \mathcal{K} \cup \mathcal{K} = \mathcal{R}$ -
3432       und- $\mathcal{F} \setminus \mathcal{K} \cup \mathcal{K} = \emptyset$ 
3433     }
3434     {4} {
3435       Eliminiere-diejenigen-Schemata- $\mathcal{R}$ -
3436       anderen-Relationenschema- $\mathcal{R}'$ -enthalten-sind, d.h.-
3437        $\mathcal{R} \setminus \mathcal{K} \subseteq \mathcal{R}' \setminus \mathcal{K}$ .
3438     }
3439   }
3440 }
3441

```

```

3442     }
3443   }
3444 }
3445 \def\bSyntheseErklaerung#1
3446 {
3447   {
3448     \itshape
3449     \footnotesize
3450     \bParagraphMitLinien{\li@synthese@erklaerung@texte{#1}}
3451   }
3452 }

```

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

```

3453 \def\bSyntheseUeberErklaerung#1
3454 {
3455   \bSyntheseUeberschrift{#1}\par
3456   \bSyntheseErklaerung{#1}
3457 }

3458 \ExplSyntaxOff
3459

```

tabelle.sty

3460 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

3461 \ProvidesPackage{bschlangaul-tabelle}[2020/12/05 Lädt das Paket tabluarx]

3462 \RequirePackage{tabularx}

3463

tex-dokumentation.sty

```
3464 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3465 \ProvidesPackage{bschlangaul-tex-dokumentation}[2021/09/12 Hilfsmakros
3466 für die DTX-Dokumentation]

3467 \ExplSyntaxOn

3468 \RequirePackage{mdframed}

3469 \newenvironment{bBeispiel}
3470 {
3471   \begin{mdframed}
3472 }
3473 {
3474   \end{mdframed}
3475 }

\bmakrofaulenzern \bmakrofaulenzern{\langle Abkürzung \rangle}{\langle Makroname ohne Schrägstrich \rangle}

3476 \cs_new:Npn \let_abkuerzung:nn #1 #2
3477 {
3478   \texttt{
3479     {
3480       \textbackslash let
3481       \textbackslash #1
3482       =
3483       \textbackslash #2
3484     }
3485   }
3486 \def\bmakrofaulenzern #1 #2
3487 {
3488   \par
3489   \noindent
3490   \textbf{Makro-Faulenzern:~}
3491   \let_abkuerzung:nn {#1}{#2}
3492   \par
3493 }

3494 \prop_new:N \l_faulenzern_prop

\bfaulenzern

3495 \def\bfaulenzern#1
3496 {
3497   \prop_clear:N \l_faulenzern_prop
3498   \prop_put_from_keyval:Nn \l_faulenzern_prop {#1}
3499   \subsubsection{Faulenzern}
3500   \prop_map_inline:Nn \l_faulenzern_prop
3501   {
3502     \noindent
3503     \let_abkuerzung:nn {##1} {##2}
3504     \par
3505   }
3506   \bigskip
3507 }

3508 \ExplSyntaxOff

3509
```


typographie.sty

```
3510 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3511 \ProvidesPackage{bschlangaul-typographie}[2021/03/20 Typographische Makros,
3512 die das Erscheinungsbild verändern. Die Schriftdefinition sind in
3513 formatierung.sty definiert.]
```

```
3514 \ExplSyntaxOn
```

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

```
3515 \RequirePackage{fontawesome}
```

`\bErledigt` `\bErledigt:` ☑

```
3516 \let\bErledigt=\faCheckSquare0
```

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

```
3517 \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 —

```
3518 \def\bParagraphMitLinien#1
```

```
3519 {
```

```
3520 \noindent
```

```
3521 \vrule height 2pt depth -1.6pt width 0.4cm
```

```
3522 \enspace
```

```
3523 #1
```

```
3524 \enspace
```

```
3525 \leaders\vrule height 2pt depth -1.6pt \hfill \null
```

```
3526 \par
```

```
3527 \medskip
```

```
3528 }
```

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

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

```
3529 \def\bGeschweifteKlammern#1#2#3#4
```

```
3530 {
```

```
3531 \par
```

```
3532 \medskip
```

```
3533 \noindent
```

```
3534 #1 \, \$= \Bigl\{ \$
```

```
3535 \vspace{#3}
```

```
3536 #2
```

```
3537 \vspace{#4}
```

```
3538 \begin{flushright} \$\Bigr\} \$\end{flushright}
```

```
3539 \par
```

```
3540 }
```

```
3541 \ExplSyntaxOff
```

```
3542
```

uml.sty

```

3543 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3544 \ProvidesPackage{bschlangaul-uml}[2020/06/13 Ein Hüll-Paket um
3545 `tikz-uml', das einige Design-Einstellungen vornimmt und manche
3546 Erweiterung bereitstellt]

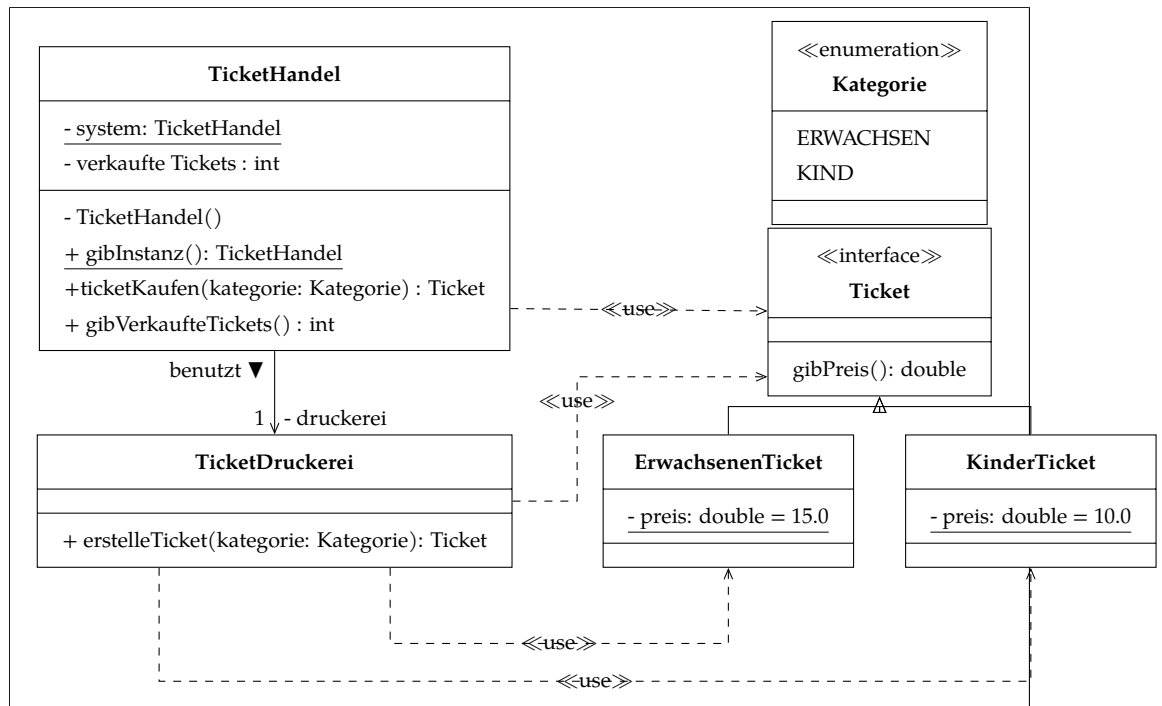
3547 \RequirePackage{tikz-uml}

3548 \RequirePackage{tikz-uml-activity}

    Not compatible with wasysym
3549 %\RequirePackage{mathabx}
3550 \RequirePackage{wasysym}
3551 \usetikzlibrary{positioning}

3552 \tikzumlset{
3553   fill class=white!0,
3554   font=\footnotesize,
3555   fill object=white!0,
3556   fill note=white!0,
3557   fill state=white!0,
3558   % Use case
3559   fill usecase=white!0,
3560   fill system=white!0,
3561 }

```



```

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

```

```

3562 \NewDocumentCommand{ \bUmlLeserichtung } { 0{dir=right} m }
3563 {
3564   \def\@liDirLeft{
3565     \def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}
3566     \pgfkeys{/lese/dir/.is choice}
3567     \pgfkeys{/lese/dir/up/.code={\def\@liDirRight{ \UParrow}}}
3568     \pgfkeys{/lese/dir/down/.code={\def\@liDirRight{ \DOWNarrow}}}
3569     \pgfkeys{/lese/dir/left/.code={\def\@liDirRight{}\def\@liDirLeft{ \LEFTarrow }}}
3570     \pgfkeys{/lese/dir/right/.code={\def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}}}
3571
3572     \def\@liPos{above}

```

```

3573 \pgfkeys{/lese/pos/.code={\def\@liPos{##1}}}
3574
3575 \def\@liDistance{0cm}
3576 \pgfkeys{/lese/distance/.code={\def\@liDistance{##1}}}
3577
3578 \pgfkeys{/lese/.cd,#1}
3579
3580 \node[\@liPos = \@liDistance of #2-middle] {
3581     \@liDirLeft{\footnotesize#2}\@liDirRight
3582 };
3583 }
3584

```

vollstaendige-induktion.sty

```
3585 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3586 \ProvidesPackage{bschlangaul-vollstaendige-induktion}[2021/07/01
3587 Hilfsmakros zum Setzen der Vollständigen Induktion, vor allem die
3588 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}} \\
&\quad \% \\
&= \frac{(4m_n + 2) \cdot \text{cn}(m_n)}{m_{n+2}} \\
&\quad \text{\e{addiert, subtrahiert}} \\
&\quad \% \\
&= \frac{(4n + 2) \cdot m_{(2n)!}}{(n + 2) \cdot m_{(n+1)!} \cdot n!} \\
&\quad \text{\e{für cn(n) Formel eingesetzt}} \\
&\quad \% \\
&= \frac{(4n + 2) \cdot (2n)! \cdot m_{(n+1)!}}{(n + 2) \cdot (n + 1)! \cdot n! \cdot m_{(n+1)!}} \\
&\quad \text{\e{\$(n + 1)\$ multipliziert}} \\
&\quad \% \\
&= \frac{(4n + 2) \cdot m_{(n+1) \cdot (2n)!}}{(n + 2) \cdot (n + 1)! \cdot n! \cdot m_{(n+1) \cdot (2n)!}} \\
&\quad \text{\e{umsortiert}} \\
&\quad \% \\
&= \frac{m_{(2(n+1))!}}{m_{(n+2)!} \cdot (n+1)!} \\
&\quad \text{\e{Hilfsgleichungen verwendet}} \\
&\quad \% \\
&= \frac{(2(m_{n+1}))!}{((m_{n+1}) + 1)! \cdot (m_{n+1})!} \\
&\quad \text{\e{\$(n + 1)\$ verdeutlicht}} \\
\end{align*}
```

Lade häufig benötigte Pakete

```
3589 \bLadePakete{
3590   typographie,
3591   mathe,
3592   syntax
3593 }
3594 \ExplSyntaxOn
```

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

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

```
3595 \def\bInduktionMarkierung#1
3596 {
```

```

3597 \textcolor{violet}{#1}
3598 }

```

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

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

```

3599 \def\bInduktionErklaerung#1
3600 {
3601   \scriptsize\text{#1}
3602 }

```

`\bInduktionAnfang`

```

3603 \def\bInduktionAnfang{
3604   \bPseudoUeberschrift{Induktionsanfang}
3605
3606   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
3607   \bParagraphMitLinien{
3608     Beweise,~dass~$A(1)$~eine~wahre~Aussage~ist.
3609   }
3610 }

```

`\bInduktionVoraussetzung`

```

3611 \def\bInduktionVoraussetzung{
3612   \bPseudoUeberschrift{Induktionsvoraussetzung}
3613
3614   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
3615   \bParagraphMitLinien{
3616     Die~Aussage~$A(k)$~ist~wahr~für~ein~beliebiges~$k$ \in \mathbb{N}$.
3617   }
3618 }

```

`\bInduktionSchritt`

```

3619 \def\bInduktionSchritt{
3620   \bPseudoUeberschrift{Induktionsschritt}
3621
3622   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
3623   \bParagraphMitLinien{
3624     Beweise,~dass~wenn~$A(n=k)$~wahr~ist,~
3625     auch~$A(n=k+1)$~wahr~sein~muss.
3626   }
3627 }

3628 \ExplSyntaxOff
3629

```

wasserfall.sty

```
3630 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3631 \ProvidesPackage{bschlangaul-wasserfall}[2020/06/10 Zu Setzen des
3632 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}

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

3652
```

wpkalkuel.sty

```
3653 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3654 \ProvidesPackage{bschlangaul-wpkalkuel}[2020/06/13 Hilfsmakros zum
3655 Setzen des WP-Kalküls]
```

Faulenzer

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

```
3656 \RequirePackage{amsmath}
```

```
3657 \ExplSyntaxOn
```

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

```
3658 \def\bWpKalkuelOhneMathe#1#2
3659 {
3660   \text{wp}(\texttt{\scriptsize"#1"},\thinspace #2)
3661 }
3662 \def\bWpKalkuel#1#2{
3663   \ifmmode
3664     \bWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}
3665   \else
3666     $\bWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}$
3667   \fi
3668 }

3669 \cs_new:Npn \mathe_umgebung:n #1
3670 {
3671   \medskip
3672
3673   \hspace{1em}#1
3674
3675   \medskip
3676 }
```

```
\bWpPseudoMatheUmgebung
```

```
3677 \def\bWpPseudoMatheUmgebung#1
3678 {
3679   \mathe_umgebung:n{#1$}
3680 }
```

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

```
3681 \def\bWpEquivalent#1
3682 {
3683   \mathe_umgebung:n {
3684     $\equiv$
3685     \hspace{1em}
3686     $#1$
3687   }
3688 }
```

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

```
3689 \newlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}
3690 \def\bWpErklaerung#1
3691 {
3692   \setlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}{\leftskip}
3693   \setlength{\leftskip}{0.5cm}
3694
3695   \par
3696   \noindent
3697   {
```

```

3698 \scriptsize
3699 #1
3700 }
3701 \par
3702
3703 \setlength{\leftskip}{\@Skip@Erklaerung@Reset}
3704 }

```

\bWpErklaerungVerzweigung

```

3705 \def\bWpErklaerungVerzweigung
3706 {
3707   $\bWpKalkuelOhneMathe{if~\{~b~\}~then~\{~a1~\}~else~\{~a2~\}}{Q}
3708   \equiv
3709   (b \land \bWpKalkuelOhneMathe{a1}{Q})
3710   \lor
3711   (\neg b \land \bWpKalkuelOhneMathe{a2}{Q})$
3712 }

3713 \ExplSyntaxOff
3714

```

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	1816, 1850, 2189, 2937, 3195, 3534, 3707
\,	761, 906, 1201, 1219, 1851, 1853, 2073, 2080, 2543, 2544, 2545, 2997, 3534	\} 606, 1788, 1798, 1810, 1811, 1818, 1854, 2190, 2937, 3195, 3538, 3707
\@@par	2041	_ 123, 264, 431, 439, 444, 446, 706, 736, 850, 888, 895, 897, 900
\@Skip@Erklaerung@Reset	3689, 3692, 3703	
\@afterheading	966	
\@afterindentfalse	965	
\@depth	2047	
\@flushglue	2041	
\@height	2045, 2047	
\@liDirLeft	3564, 3569, 3581	
\@liDirRight	3565, 3567, 3568, 3569, 3570, 3581	
\@liDistance	3575, 3576, 3580	
\@liPos	3572, 3573, 3580	
\@showidx	2033	
\@width	2045, 2047	
\\	177, 179, 203, 207, 211, 1231, 1259, 1260, 1263, 1264, 1267, 1268, 1363, 1364, 1365, 1472, 1506, 1508, 1538, 1547, 1592, 1634, 1635, 1636, 1641, 1642, 1643, 1663, 2379, 2892, 2950, 2953	
\{	606, 1788, 1798, 1810, 1811,	
		\arraystretch 2887
		\AtBeginDocument 200
		\aufgabe 63, 87
		\aufgabenpfad 96, 377, 839
B		
\bAbleitung	1825	
bAdditum (environment)	2437	
\bAlphabet	1810	
bAntwort (environment)	2393	
\bAnweisung	2274	
\baselineskip	2043	
\bAssemblerCode	3325	
\bAssemblerDatei	3329	
\bAttribut	3198	
\bAttributHuelle	2929, 3401, 3406	
\bAttributHuelleOhneMathe	2929, 2932, 2934, 2948, 2958, 2966	
\bAttributMenge	2937, 2949, 2952, 2959, 2960, 2974, 2976	
\bAufgabe	410	
\bAufgabenMetadaten	81, 262, 374, 441	
\bAufgabenTitel	449	
\bAusdruck	1847	
\bAutomat	460	
\bAutomatenKante	492	
\bBandAlphabet	1811	
bBaum (environment)	1033	
\bBedingung	2275	
\bBedingungDrei	2608, 2651, 2691	
A		
\addbibresource	2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351	
\ADDITUMfalse	623	
\ADDITUMtrue	16, 623	
\AddToHook	103, 107, 306, 350, 370	
\advance	3244	
\AfterEndEnvironment	3317	
\Alph	1911	
\alph	1911, 1912	
\alpha	3398, 3400, 3401, 3404, 3406, 3407, 3408, 3409, 3410, 3414, 3420, 3421, 3426, 3427, 3428, 3431, 3439, 3440, 3441	
\ANTWORTfalse	627	
\ANTWORTtrue	627	
\arabic	1911	

\bBedingungEins	\bEntwurfsAbstrakteFabrikUml	\bEntwurfsStellvertreterCode
..... 2602, 2640, 2683	..... 1256, 1306	..... 1691, 1699
\bBedingungFalsch .. 2277	\bEntwurfsAdapter .. 1355	\bEntwurfsStellvertreterUml
\bBedingungWahr .....	\bEntwurfsAdapterAkteure	..... 1677, 1698
\bBedingungZwei .....	..... 1325, 1357	\bEntwurfsZustand .. 1738
..... 2605, 2646, 2687	\bEntwurfsAdapterCode	\bEntwurfsZustandAkteure
\bBindeAufgabeEin ... 245	..... 1349, 1358	..... 1716, 1740
\bBindePdfEin	\bEntwurfsAdapterUml .	\bEntwurfsZustandCode
..... 199	..... 1310, 1356	..... 1734, 1741
\bCheckboxAngekreuzt 1050	\bEntwurfsBeobachter 1426	\bEntwurfsZustandUml .
\bCheckboxLeer .....	\bEntwurfsBeobachterAkteure	..... 1701, 1739
..... 1051	..... 1384, 1428	\bEpsilon
\bChomskyErklaerung .	\bEntwurfsBeobachterCode	..... 1796
..... 1070, 1111	..... 1418, 1429	\bErAttribute
\bChomskyUeberErklaerung	\bEntwurfsBeobachterUml	..... 1754, 1768, 1770
..... 1109	..... 1360, 1427	\bErDatenbankName .. 1773
\bChomskyUeberschrift	\bEntwurfsDekorierer 1458	\bErEntity 1752, 1756, 1758
..... 1058, 1110	\bEntwurfsDekoriererAkteure	\bErErledigt
\bCpmEreignis .....	..... 1460	..... 3516
\bCpmFruehErklaerung 1190	\bEntwurfsDekoriererCode	\bErMpAttribute 1767
\bCpmFruehI ... 1183, 1203	..... 1450, 1461	\bErMpEntity
\bCpmSpaetErklaerung 1208	\bEntwurfsDekoriererUml	..... 1755
\bCpmSpaetI ... 1176, 1221	..... 1431, 1459	\bErMpRelationship . 1761
\bCpmVon	\bEntwurfsEinfacheFabrik	\bErRelationship
..... 1159, 1162, 1164	..... 1494	..... 1753, 1762, 1764
\bCpmVonZu	\bEntwurfsEinfacheFabrikAkteure	\beschriftung
..... 1151	..... 1478, 1496	..... 2403, 2407,
\bCpmVonZuOhneMathe .	\bEntwurfsEinfacheFabrikUml	2411, 2415, 2419, 2421
..... 1151, 1154, 1156	..... 1463, 1495	\bEta
\bCpmVorgang .....	\bEntwurfsEinzelstueck	..... 3398,
..... 1136	..... 1524	3401, 3405, 3406,
\bCpmZu	\bEntwurfsEinzelstueckAkteure	3407, 3410, 3420,
..... 1167	..... 1513, 1529	3421, 3422, 3427, 3428
\bCpmZuOhneMathe	\bEntwurfsEinzelstueckBeschreibung (environment)	\bExamensAufgabe 413
..... 1167, 1170, 1172	..... 1498, 1525	\bExamensAufgabeA ... 422
\BeforeBeginEnvironment	\bEntwurfsEinzelstueckCode	\bExamensAufgabeTA .. 419
..... 3316	..... 1521, 1531	\bExamensAufgabeTTA . 416
\begin	\bEntwurfsEinzelstueckUml	\bExkurs
..... 117,	..... 1503, 1527	..... 3495
175, 192, 918, 927,	\bEntwurfsErbauer .. 1581	\bFaulenzer
935, 1040, 1257,	\bEntwurfsErbauerAkteure	..... 1857
1311, 1326, 1361,	..... 1553, 1583	\bFremd
1385, 1432, 1464,	\bEntwurfsErbauerUml .	..... 3178
1479, 1504, 1514,	..... 1533, 1582	\bFseries . 67, 166, 231,
1534, 1554, 1586,	\bEntwurfsFabrikmethode	271, 919, 942, 1060,
1603, 1632, 1657,	..... 1627, 1652	1901, 1903, 2807, 3374
1678, 1702, 1717,	\bEntwurfsFabrikmethodeAkteure	\bFunktionaleAbhaengigkeit
1831, 1916, 2008,	..... 1602, 1629	..... 2968, 2971, 2979
2084, 2143, 2152,	\bEntwurfsFabrikmethodeUml	\bFunktionaleAbhaengigkeiten
2159, 2267, 2365,	..... 1585, 1628	..... 2982
2423, 2445, 2466,	\bEntwurfsKompositum 1652	\bFussnote 2842, 2844
2497, 2502, 2613,	\bEntwurfsKompositumAkteure	\bFussnoteDreiText ..
2617, 2636, 2659,	..... 1654	..... 2856, 2874
2682, 2697, 2789,	\bEntwurfsKompositumUml	\bFussnoteEinsText ..
2790, 2794, 2817,	..... 1631, 1653	..... 2848, 2868
2830, 2890, 2891,	\bEntwurfsModellPraesentationSteuerung	\bFussnoteLink 2521
2941, 2986, 3126,	..... 1673	\bFussnoten
3146, 3316, 3471, 3538	\bEntwurfsModellPraesentationSteuerungAkteure	..... 2864
\begingroup 2366, 2939, 3240	..... 1675	\bFussnoteUrl .. 1671, 2509
\bEmph	\bEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml	\bFussnoteVierText ..
..... 2372	..... 1656, 1674	..... 2860, 2877
\bEntwurfs	\bEntwurfsStellvertreter	\bFussnoteZweiText ..
..... 1673	..... 1697	..... 2852, 2871
\bEntwurfsAbstrakteFabrik	\bEntwurfsStellvertreterCode	\bGeschweifteKlammern
..... 1303	..... 1691, 1699	..... 1829, 2983, 3529
\bEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung	\bEntwurfsStellvertreterUml	\bGrafikCCLizenz 1948, 2827
..... 1251, 1304	..... 1734, 1741	\bGrafikLogoPfad
\bEntwurfsAbstrakteFabrikCode	\bEntwurfsStellvertreter	..... 1945, 1950, 1955
..... 1298, 1308	..... 1697	\bGrammatik
		..... 1868

\bGraphenFormat (environment)	1987	\bMenge	470, 471, 473, 512, 513, 514, 518, 570, 571, 572, 576, 1788, 1837, 1876, 1877	2160, 2162, 2175, 2186, 2187, 2195, 2196	
\bgroup	2398, 2442	\bMengeOhneMathe	1788, 1791, 1793	\bProblemSat	2194
\bHanoi	1994	\bMetaBschlangaulSammlung	944, 2304, 2729, 2808	\bProblemSubsetSum	2185, 2194
\bHaskellCode	3337	\bMetaCCLink	2758, 2832	\bProblemVertexCover	2165, 2173
\bHaskellDatei	3341	\bMetaEmail	2310, 2737, 2745, 2748	\bProduktionen	1836, 1878
\Bigl	3534	\bMetaEmailLink 2741, 2780		bProduktionsRegeln (environment)	1826
\Bigr	3538	\bMetaHermineFriends	952, 2309, 2733, 2812	bProjektSprache (environment)	2391
\bigskip	98, 112, 115, 317, 320, 884, 1233, 1238, 2381, 2865, 3506	\bMetaHilfMit	120, 2770, 2782	\bPruefungsNummer	157
\bInduktionAnfang	3603	\bMetaQuelltext	122, 2782	\bPruefungsTitel	160
\bInduktionErklaerung 3599		\bMetaSetze	83, 263, 376, 430, 442	\bPseudoUeberschrift	2380, 2448, 2451, 2889, 2899, 3604, 3612, 3620
\bInduktionMarkierung 3595		\bMetaUeberDasProjekt	2751, 2819	\bPumpingKontextfrei 3141	
\bInduktionSchritt	3619	\bMinimierungErklaerung	2901	\bPumpingRegulaer	3120
\bInduktionVoraussetzung	3611	\bMinispracheDatei	3333	bQuellen (environment) 2488	
bJavaAngabe (environment)	2067	\bNichtsZuTun	3517	\bRechtsReduktionInline	2963
\bJavaCode	2071	\bO	2575, 2603	\bRekursionsGleichung	2599, 2662
\bJavaDatei	1249, 2090	\bOmega	2565, 2609	\bRelation	2993
\bJavaExamen	2112	\bOmegaOhneMathe	2565, 2570, 2572	\bRelationMenge	3193
\bJavaExamenDatei	2124	\bONotationO	3009	\bRundeKlammer	2552, 2556, 2566, 2576, 2590, 3006, 3010
\bJavaExamenTestDatei 2128		\bOOhneMathe	2575, 2580, 2582	\bSetzeTeilaufgabeNr	241
\bJavaTestDatei	2101	\bool	739, 852	\bSetzeThemaNr	237
\bKellerAutomat	501	\bowtie 3165, 3168, 3169, 3170		\bSortierMarkierung 3218	
\bKellerKante	539	\Box	558	\bSortierPfeil	3212
\bKellerUebergang 534, 540		\boxtimes	1050	\bSortierPfeilUnten 3215	
\bKontrollCode	2278	\bParagraphMitLinien	1106, 1191, 1209, 2903, 3450, 3518, 3607, 3615, 3623	\bSpaltenUmbruch	3287
bKontrollflussgraph (environment)	2266	\bPetriErreichKnotenDrei	3083	\bSqlCode	3297
\bKontrollKnotenPfad 2280		\bPetriErreichTransition	3080	\bStrich	2140
\bKontrollTextzeileKnoten	2279, 2284	\bPetriSetzeSchluessel	3025	\bSyntheseErklaerung	3388, 3456
\bKurzeTabellenLinie 1231		\bPetriTransitionsName	3072, 3084	\bSyntheseUeberErklaerung	3453
\bLadeAllePakete	234, 342, 633	\bPetriTransitionsNameOhneMathe	3072, 3075, 3077	\bSyntheseUeberschrift	3371, 3455
\bLadePakete	5, 135, 142, 154, 385, 453, 456, 629, 634, 1057, 1118, 1787, 2057, 2138, 2728, 2841, 2921, 3089, 3291, 3365, 3589	\bPetriTransPfeile	3084	\bT	2585, 2600, 2614, 2678
\bLeereZelle	2879	\bPolynomiellReduzierbar	2158	\bTeilen	2926
\bLinie	2532	\bPotenzmenge	1797, 1801, 3095	\bTheta	2555, 2606, 2638, 2644, 2649
\bLinksReduktion	2946	\bPotenzmengeOhneMathe	1798, 1799, 1800	\bThetaOhneMathe	2555, 2560, 2562
\bLinksReduktionInline	2955, 2963	\bPrimaer	3177	\bTitelSeite	188, 202
\bLogoTextCCLizenz	114, 319, 2823	\bProblemBeschreibung 2142		\bTOhneMathe	2585, 2594, 2596
\bLogoTextProjekt	111, 316, 2799	\bProblemClique	2165	\bTrennSeite	171
\bMakroFaulenzer	3476	\bProblemName	2141, 2148,	\bTuringKante	602
\bMasterExkurs	2696			\bTuringLeerzeichen	558, 566
\bMasterFaelle	2635, 2703			\bTuringMaschine	559
\bMasterFallRechnung 2681				\bTuringUeberfuehrung 605	
\bMasterVariablen	2612, 2698			\bTuringUebergaenge	597, 603
\bMasterVariablenDeklaration	2658				
\bMasterWolframLink 2706				\bTuringUebergangZelle 592	

3002, 3090, 3180, 3250, 3311, 3370, 3467, 3514, 3594, 3657			
F			
\fach 48, 778, 808, 812	276, 279, 284, 433, 679, 680, 703, 707, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 720, 721, 722, 724, 725, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 737, 741, 742, 743, 746, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 810, 812, 816, 820, 824, 827, 828, 831, 832, 835, 836, 840, 842, 854, 855, 856, 857, 865, 866, 868, 874, 875, 877, 878, 880, 881, 893, 896, 901, 903, 907	\inhalts 294, 312 \inhaltsverzeichnis <u>2364</u> \input 247, 411, 414, 417, 420, 423, 622 \inputminted 2092, 2103, 2114, 3331, 3335, 3343 \insert 2035 \int 3252 \item 1050, 1051, 1328, 1332, 1337, 1342, 1386, 1395, 1400, 1408, 1480, 1485, 1489, 1515, 1555, 1560, 1567, 1575, 1604, 1609, 1613, 1618, 1718, 1723, 1728, 2153, 2154, 2490, 2495, 2618, 2623, 2627, 2637, 2643, 2648, 2660, 2664, 2668, 2672, 2676, 2683, 2687, 2691, 3127, 3130, 3133, 3147, 3150, 3153 \itshape 1104, 3448	
\faCheckSquare0 3516	\Gamma 505, 563, 606, 1811		
\faCircleThin 1770	\gappto 3275	J	
\faGg 1764	\geometry 346, 397	\j 2010, 2011, 2013, 2014, 2015, 2020, 2021, 2022	
\fancyfoot 1922, 1923, 1924, 2308, 2309, 2310, 2311	\geq 2196, 2621, 3122, 3127, 3143, 3147	K	
\fancyhead . 1921, 2303, 2304, 2305, 2306, 2318	\gib 763, 824	\k 2020	
\faSquare0 1758		\keine . 100, 963, 2389, 2507	
\fi 1157, 1165, 1173, 1181, 1188, 1794, 1808, 1844, 2399, 2422, 2435, 2443, 2460, 2485, 2563, 2573, 2583, 2597, 2935, 2972, 3017, 3078, 3270, 3271, 3274, 3276, 3667	H	\keys . 139, 435, 469, 481, 511, 521, 569, 579, 711, 1123, 1127, 1141, 1146, 1875, 1882	
\filcenter 231	\hangindent 2040	\kopfzeile 2294, 2304, 2305, 2306, 2309, 2310, 2311, 2319	
\footcite 1254, 1323, 1345, 1392, 1415, 1447, 1500, 1551, 1578, 1624, 2168, 2171, 2178, 2183, 2188, 2192, 2198, 2203, <u>2331</u> , 2632, 2633, 2902, 3139	\hbox 3165		
\footnote 2511, 2523	\headrulewidth . 1926, 2313		
\footnotesize 92, 546, 861, 999, 1105, 1775, 2477, 2498, 2818, 2846, 2940, 2957, 2965, 3094, 3103, 3179, 3323, 3449, 3554, 3581	\headwidth 2324		
\footrulewidth . 1927, 2314	\hfill 77, 2640, 2646, 2651, 3525		
\foreach . . 2010, 2013, 2020	\hline 2892		
\forestFirst . . . 3267, 3270	\horizontale 25, 94		
\forestLast . . . 3268, 3270	\href 1864, 2087, 2524, 2708, 2743, 2761		
\forestOget . . . 3267, 3268	\hsize 2039		
\forestOnes 3280	\hspace . . . 3084, 3673, 3685		
\forestOv . 3269, 3270, 3273	\ht 3166		
\forestov . . 3259, 3263, 3264, 3267, 3268, 3269, 3270, 3272, 3273	\Huge 181, 207, 271, 356		
\forestset 3255, 3278	\huge 231		
\forestSortLevel 3257, 3265, 3279, 3280	I		
\frac . 2590, 2623, 2655, 2670	\i 2020, 2021	L	
\fullouterjoin <u>3170</u>	\ifADDITUM . <u>623</u> , 2439, 2457	\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, 1121, 1124, 1129, 1130, 1133, 1138, 1139, 1142, 1143, 1148, 1870, 1871, 1872, 1873, 1876, 1877, 1878, 1879, 1885, 1886,	
G	\ifANTWORT . <u>627</u> , 2395, 2432		
\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,	\ifEXKURS <u>625</u> , 2464		
	\ifmode 1153, 1161, 1169, 1177, 1184, 1790, 1804, 1840, 2559, 2569, 2579, 2593, 2931, 3013, 3074, 3663		
	\ifNoValueTF 2446, 2513, 2525		
	\ifnum 3242, 3258, 3266, 3272		
	\ifx 2419, 2969, 3270		
	\in 1079, 1235, 2196, 2603, 2606, 2609, 2638, 2644, 2649, 3122, 3133, 3143, 3153, 3398, 3400, 3406, 3427, 3616		
	\includegraphics 1949, 1954		
	\includepdf 199		
	\indexbox 2036		

1887, 1888, 2283, 2284, 2285, 2494, 2495, 2496, 2503, 3494, 3497, 3498, 3500	<code>\li@minc</code> 2000, 2022 <code>\li@mset</code> 1994, 2002, 2011, 2014 <code>\li@numdiscs</code> 2006, 2015, 2021	<code>\myList</code> 3259, 3260, 3261, 3264 <code>\myNodes</code> 3248, 3263, 3269, 3273, 3275
<code>\labelenumi</code> 1912 <code>\labelenumii</code> 1913 <code>\labelitemi</code> 1906 <code>\labelitemii</code> 1907 <code>\labelitemiii</code> 1908 <code>\labelitemiv</code> 1909 <code>\land</code> 3709, 3711 <code>\LARGE</code> 177, 211, 1901 <code>\Large</code> 68, 203, 920, 943 <code>\large</code> 55, 179, 928, 951, 2148, 3229 <code>\leaders</code> 3525 <code>\leavevmode</code> 2044 <code>\left</code> 2553, 3007 <code>\LEFTarrow</code> 3569 <code>\leftarrow</code> 1167 <code>\leftouterjoin</code> 3168 <code>\leftskip</code> . 3692, 3693, 3703 <code>\LehramtInformatikGitBranch</code> 892, 2065 <code>\LehramtInformatikGithubCodeRepo</code> 2064 <code>\LehramtInformatikGithubDomain</code> 889, 2061 <code>\LehramtInformatikGithubRawDomain</code> 2062 <code>\LehramtInformatikGithubTexRepo</code> 890, 2063 <code>\LehramtInformatikRepository</code> 199, 248, 411, 414, 417, 420, 423, 1946, 2060, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351 <code>\leq</code> 2655, 3130, 3150 <code>\let</code> 1800, 1801, 2041, 2367, 3241, 3279, 3280, 3476, 3491, 3503, 3516 <code>\li@chomsky@erklaerung@texte</code> 1070, 1106 <code>\li@EntwurfsCode</code> 1248, 1299, 1300, 1301, 1350, 1351, 1352, 1353, 1419, 1420, 1421, 1422, 1423, 1424, 1451, 1452, 1453, 1454, 1455, 1456, 1522, 1692, 1693, 1694, 1695, 1735, 1736 <code>\li@EntwurfsCodeAllgemein</code> 1247 <code>\li@fussnote@text</code> 2843, 2849, 2853, 2857, 2861 <code>\li@GithubLink</code> 2082, 2097, 2108, 2120 <code>\li@mget</code> .. 1997, 2001, 2021	<code>\li@Rmodell@Schrift</code> 3179, 3188, 3198 <code>\li@SansFett</code> .. 163, 177, 179, 181, 203, 207, 211 <code>\li@sequence</code> ... 2007, 2020 <code>\li@synthese@erklaerung@texte</code> 3388, 3450 <code>liAHuelle</code> (environment) 2938 <code>liEinbettung</code> (environ- ment) 2392 <code>liKasten</code> (environment) 1915 <code>\lineskip</code> 2042 <code>\linespread</code> 3186 <code>liRelationenSchemaFormat</code> (environment) . 3199 <code>liRmodell</code> (environment) 3179 <code>\listen</code> 2488, 2503 <code>\literatur</code> 2330, 2354 <code>liUebergangsTabelle</code> (environment) . 2887 <code>\llap</code> 3166 <code>\LoadClass</code> 4, 132, 151, 152, 219, 330, 384 <code>\log</code> 2603, 2606, 2609, 2638, 2644 <code>\logo</code> 2787, 2801, 2825 <code>\lor</code> 3710 <code>\ltimes</code> 2714	N <code>\NeedsTeXFormat</code> 1, 129, 148, 216, 326, 381, 393, 406, 426, 451, 619, 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, 3086, 3111, 3116, 3159, 3172, 3201, 3282, 3289, 3303, 3308, 3347, 3361, 3460, 3464, 3510, 3543, 3585, 3630, 3653 <code>\neg</code> 3711 <code>\negthinspace</code> .. 2553, 3007 <code>\NewDocumentCommand</code> 461, 502, 539, 560, 602, 629, 1120, 1137, 1176, 1183, 1232, 1237, 1847, 1869, 1948, 1953, 2090, 2101, 2112, 2124, 2128, 2158, 2281, 2332, 2509, 2521, 2982, 2993, 3080, 3329, 3333, 3341, 3562 <code>\NewDocumentEnvironment</code> 1033, 1826, 1915, 1987, 2266, 2391, 2392, 2393, 2437, 2462, 2492, 2888, 2938, 3181, 3199 <code>\newif</code> 623, 625, 627 <code>\newlength</code> 3689 <code>\newminted</code> 2067 <code>\node</code> 1133, 2274, 2279, 3218, 3263, 3580 <code>\noexpand</code> 3263 <code>\noindent</code> 27, 45, 53, 66, 91, 119, 863, 1037, 1234, 1239, 2384, 2420, 2478, 2480, 2499, 2534, 2700, 2867, 2870, 2873, 2876, 3194, 3489, 3502, 3520, 3533, 3696 <code>\nolinkurl</code> 2087 <code>\normalbaselineskip</code> 2043, 2045, 2047 <code>\normallineskip</code> ... 2042 <code>\normalsize</code> ... 1903, 2076 <code>\notin</code> 1240
	M <code>\makeatletter</code> 3238 <code>\makeatother</code> 3246 <code>\makeindex</code> 2050 <code>\marginpar</code> 1757, 1763, 1769, 2375 <code>\marginparsep</code> 2040 <code>\marginparwidth</code> ... 2039 <code>\mathbb</code> ... 2196, 3153, 3616 <code>\mathbin</code> .. 3168, 3169, 3170 <code>\mathcal</code> 2576, 3010, 3427, 3432, 3434, 3435, 3436 <code>\mathe</code> 3669, 3679, 3683 <code>\mathord</code> 2721, 2722 <code>\mdfsetup</code> 2404, 2408, 2412, 2416 <code>\mdseries</code> 2424 <code>\medskip</code> 51, 60, 89, 948, 1042, 2150, 2387, 2501, 2815, 3184, 3190, 3527, 3532, 3671, 3675 <code>\mintinline</code> 2075, 3299, 3327, 3339 <code>\mkern</code> 3168, 3169, 3170 <code>\mlq</code> 2719, 2721 <code>\mrq</code> 2719, 2722 <code>\msg</code> 773, 803, 968	

<code>\null</code>	3525	3087, 3112, 3117, 3160, 3173, 3202, 3283, 3290, 3304, 3309, 3348, 3362, 3461, 3465, 3511, 3544, 3586, 3631, 3654	<code>\rtimes</code>	2714	
O			<code>\rule</code>	28, 2535, 3166	
<code>\o</code>	3009, 3014, 3016		S		
<code>\o@join</code>	3165, 3168, 3169, 3170		<code>\sb</code>	466, 476, 478, 507, 565, 1086, 1087, 1091, 1094, 1095, 1096, 1178, 1180, 1185, 1187, 1841, 1843, 2603, 2606, 2609, 2638, 2644, 2907, 3072, 3081, 3420, 3421, 3422, 3427, 3431, 3432, 3435, 3436, 3439, 3440, 3441	
<code>\Omega</code>	2566		<code>\scriptscriptstyle</code> ..	..... 1151, 1159, 1167	
<code>\omega</code>	3122, 3123, 3143, 3144		<code>\scriptsize</code>	1860, 2219, 2226, 2232, 2297, 2424, 2831, 3295, 3601, 3660, 3698	
P		<code>\quad</code>	<code>\section</code>	231, 239, 446	
<code>\pagestyle</code> ..	368, 913, 1925	2845	<code>\sectionbreak</code>	232	
<code>\par</code>	22, 26, 29, 51, 60, 89, 274, 277, 280, 285, 290, 862, 883, 922, 930, 937, 946, 954, 964, 1110, 1858, 1866, 2041, 2383, 2479, 2533, 2810, 2813, 3196, 3455, 3488, 3492, 3504, 3526, 3531, 3539, 3695, 3701	R	<code>\seq</code> ...	2283, 2284, 2285, 2494, 2495, 2496, 2503	
<code>\paragraph</code>	1903	<code>\raggedleft</code>	2427	<code>\setbox</code> ...	2397, 2441, 3165
<code>\parfillskip</code>	2041	<code>\raggedright</code>	2044	<code>\setcounter</code> .	233, 304, 1904
<code>\parindent</code>	2040, 3187	<code>\raisebox</code>	2279	<code>\setganttlinklabel</code> ..	1934, 1935, 1936, 1937
<code>\path</code> ...	493, 540, 603, 1148	<code>\relax</code>	2045, 2046, 2367, 3242, 3244	<code>\setlength</code>	297, 298, 300, 2324, 3187, 3692, 3693, 3703
<code>\pgfkeys</code> ...	3036, 3566, 3567, 3568, 3569, 3570, 3573, 3576, 3578	<code>\renewcommand</code> .....	..... ... 299, 301, 1906, 1907, 1908, 1909, 1912, 1913, 1926, 1927, 2313, 2314, 2887	<code>\setmainfont</code>	1897
<code>\pgfmath@count</code> .....	..... 3240, 3242, 3244	<code>\repariere</code> ..	105, 352, 2322	<code>\setmainlanguage</code>	971
<code>\pgfmath@smuggleone</code>	3245	<code>\RequirePackage</code>	15, 133, 134, 153, 155, 230, 235, 305, 343, 391, 396, 409, 454, 557, 631, 970, 976, 977, 1049, 1117, 1246, 1247, 1747, 1749, 1750, 1786, 1895, 1896, 1898, 1900, 1905, 1914, 1920, 1928, 1932, 1933, 1943, 1944, 1962, 1963, 1964, 1992, 1993, 2031, 2032, 2139, 2208, 2293, 2331, 2336, 2337, 2353, 2360, 2361, 2362, 2551, 2715, 2716, 3003, 3004, 3005, 3022, 3024, 3114, 3161, 3162, 3163, 3176, 3204, 3235, 3286, 3292, 3306, 3312, 3313, 3350, 3462, 3468, 3515, 3547, 3548, 3549, 3550, 3633, 3656	<code>\sigma</code>	1084, 1086, 1087
<code>\pgfmathdeclarefunction</code>	..... 3239	<code>\right</code>	2553, 3007	<code>\SLASH</code>	2379
<code>\pgfmathhint</code>	3240	<code>\RIGHTarrow</code> ...	3565, 3570	<code>\sloppy</code>	2043
<code>\pgfmathparse</code> .....	..... 2001, 3257, 3262, 3265, 3279, 3280	<code>\Rightarrow</code> ...	1235, 1240	<code>\small</code>	46, 1036
<code>\pgfmathresult</code> .....	..... 2002, 3240, 3241, 3243, 3245, 3258, 3266, 3279, 3280	<code>\rightarrow</code> .....	..... ... 606, 1074, 1079, 1087, 1091, 1093, 1094, 1096, 1151, 1159, 3084, 3398, 3405, 3407, 3410, 3415, 3420, 3421, 3426	<code>\sort</code>	3252
<code>\pgfutil@empty</code>	3241	<code>\rightarrow</code> .....	..... ... 606, 1074, 1079, 1087, 1091, 1093, 1094, 1096, 1151, 1159, 3084, 3398, 3405, 3407, 3410, 3415, 3420, 3421, 3426	<code>\sortList</code>	3251, 3260
<code>\pgfutil@loop</code>	3242	<code>\rightouterjoin</code>	3169	<code>\square</code>	1051
<code>\pgfutil@repeat</code>	3245	<code>\rmfamily</code> .....	..... ... 167, 1061, 2021, 3375	<code>\stichwoerter</code>	18, 92
<code>\preceq</code>	2161	<code>\Roman</code>	1911	<code>\str</code> ..	158, 161, 177, 179, 207, 211, 764, 780, 1062, 1071, 2401, 3096, 3105, 3376, 3390
<code>\prime</code>	2140	<code>\roman</code>	1911, 1913	<code>\string</code>	2949, 2959
<code>\printbibliography</code> .	2354			<code>\StrSubstitute</code> .	3259, 3261
<code>\printindex</code>	372			<code>\strut</code>	173, 185, 190, 196, 915, 959, 2660, 2664, 2668, 2672, 2676, 3287
<code>\ProcessKeysOptions</code> .	145			<code>\subsection</code>	243, 377
<code>\prop</code> .	3494, 3497, 3498, 3500			<code>\subseq</code> .	3401, 3434, 3441
<code>\ProvidesClass</code>	2, 130, 149, 217, 327, 382			<code>\subsubsection</code> ..	264, 3499
<code>\ProvidesPackage</code> ....	..... 394, 407, 427, 452, 620, 974, 1047, 1054, 1116, 1229, 1244, 1745, 1781, 1894, 1931, 1940, 1961, 1990, 2028, 2054, 2135, 2207, 2290, 2329, 2335, 2357, 2549, 2712, 2725, 2839, 2918, 3001, 3021,				

T		
\tableofcontents	704, 708, 737, 741,	1633, 1639, 1640,
. 302, 365, 2368	742, 743, 746, 751,	1658, 1659, 1660,
\TeX 2784	752, 753, 810, 827,	1681, 1682, 1683,
\text 476, 478,	831, 835, 840, 854,	1703, 1704, 1705, 1706
581, 2929, 3601, 3660	855, 856, 857, 868,	\umldep 1599
\textbackslash	874, 877, 880, 896,	\umlHVHaggreg
. . . . 3480, 3481, 3483	903, 1121, 1124,	. . . . 1380, 1446, 1649
\textbf 20,	1129, 1130, 1138,	\umlinherit 1319,
1198, 1216, 1752,	1139, 1142, 1143,	1370, 1544, 1589, 1597
2166, 2175, 2186,	1849, 1870, 1871,	\umlnote . . 1321, 1546, 1713
2195, 2385, 2421,	1872, 1873, 1876,	\umlreal 1317, 1378
2479, 2500, 2892, 3490	1877, 1878, 1879, 2586	\umlsimpleclass
\textcolor 2074, 2278, 3597	\tmp 2969	. . . . . 1273, 1274,
\textit 35, 1038,	\TmpPlaceEight 3044	1275, 1279, 1281,
1592, 1634, 1635,	\TmpPlaceFive 3041	1282, 1283, 1312,
1636, 1637, 2937, 2997	\TmpPlaceFour 3040	1465, 1466, 1467,
\textsc 2141	\TmpPlaceNine 3045	1535, 1587, 1588, 1679
\textsf 2500	\TmpPlaceOne 3037	\umlstatic 1472, 1506
\textstyle 2623, 2655	\TmpPlaceSeven 3043	\umluniaggreg 1542
\texttt 1775,	\TmpPlaceSix 3042	\umluniassoc
2141, 2275, 2276,	\TmpPlaceTen 3046	. 1293, 1318, 1543,
2277, 2278, 3478, 3660	\TmpPlaceThree 3039	1667, 1668, 1687, 1688
\textwidth . . 28, 2324, 2537	\TmpPlaceTwo 3038	\umlVHuniassoc . 1294, 1295
\thema 74, 826, 847	\TmpScale 3057	\umlVHVdep . 1287, 1288,
\thematik 31, 79	\TmpTransitionEight . .	1290, 1291, 1474, 1475
\thepage 1924, 2311	. . . . . 3033, 3054	\umlVHVinherit . . 1270,
\theparagraph 1903	\TmpTransitionFive . .	1271, 1276, 1277,
\thesection 231	. . . . . 3030, 3051	1284, 1285, 1443,
\Theta 2556	\TmpTransitionFour . .	1444, 1468, 1469,
\thinspace 3660	. . . . . 3029, 3050	1647, 1648, 1685, 1686
\thispagestyle 201	\TmpTransitionNine . .	\umlVHVreal
\tikz 2279	. . . . . 3034, 3055	1437, 1438, 1708, 1709
tikz: b binaer baum 33	\TmpTransitionOne . . .	\UParrow 3567
tikz: bbaum 35	. . . . . 3026, 3047	\url 897, 2512
\tikzchildnode 994	\TmpTransitionSeven . .	\usemintedstyle 3315
\tikzparentnode 994	. . . . . 3032, 3053	\usetikzlibrary . . 455,
\tikzset	\TmpTransitionSix . . .	978, 1748, 1965,
495, 542, 608, 979,	. . . . . 3031, 3052	2209, 3023, 3164,
1005, 1966, 2210,	\TmpTransitionTen . . .	3205, 3236, 3551, 3634
3062, 3225, 3351, 3635	. . . . . 3035, 3056	
\tikzumlset 3552	\TmpTransitionThree . .	
\times 606	. . . . . 3028, 3049	V
\tiny 118,	\TmpTransitionTwo . . .	\varepsilon 1063,
1758, 1764, 1770,	. . . . . 3027, 3048	1074, 1075, 1796,
2038, 2085, 2278, 2376	\TmpX 3058	2603, 2609, 2641, 2652
\titel 266, 268, 308, 353, 911	\TmpY 3059	\vbox 2397, 2441
\titleformat 231, 1901, 1903	\trenner 760, 818,	\vfill 109, 174, 184, 191,
\titlespacing 1902	822, 828, 832, 846,	195, 314, 925, 933, 3287
\tl 19, 33, 42,	865, 866, 872, 875, 878	\vrule 2045, 2047, 3521, 3525
69, 238, 242, 246,	\ttfamily 3179	\vspace 178,
253, 256, 433, 462,		180, 205, 209, 287,
463, 464, 465, 466,	U	299, 916, 939, 957,
467, 470, 471, 472,	\ul 1753, 3177, 3178	2465, 2483, 3535, 3537
473, 474, 476, 478,	\umlaggreg 1711	
503, 504, 505, 506,	\umlassoc 1669	X
507, 508, 509, 512,	\umlclass 1258,	\xappto . . . 3263, 3269, 3273
513, 514, 515, 516,	1262, 1266, 1313,	\xdef 1995
517, 518, 561, 562,	1314, 1315, 1362,	
563, 564, 565, 566,	1367, 1372, 1375,	Z
567, 570, 571, 572,	1433, 1434, 1435,	\z@ 2040, 2045, 2047
573, 574, 575, 576,	1440, 1441, 1470,	\ZB 2544
	1505, 1536, 1537,	\zB 2543
	1540, 1591, 1594,	\zustandsnamens@liste
		. . . . 1814, 1821, 1822