

Die Bschlangaul-Sammlung

Hermine Bschlangaul and Friends*

September 12, 2021

Contents

Klassen	4
aufgabe.cls	5
basis.cls	7
examen-scans.cls	8
examen.cls	10
haupt.cls	13
theorie.cls	14
Pakete	15
abmessung.sty	16
aufgaben-einbinden.sty	17
aufgaben-metadaten.sty	18
automaten.sty	19
Endlicher Automat	19
Kellerautomat	21
Turingmaschine	22
basis.sty	25
IFs	25
baum.sty	31
Binärbaum	32
AVL-Baum	33
B-Baum	34
checkbox.sty	36
chomsky-normalform.sty	37
Faulenzer	37
TeX-Markup-Grundgerüst	37
Konkretes TeX-Markup-Beispiel	37
cpm.sty	40
Faulenzer	40
TeX-Markup-Beispiel: Graph	40
TeX-Markup-Beispiel: Ergebnistabelle	40
TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Frühester Zeitpunkt“	40
TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Spätester Zeitpunkt“	41
Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle	42
cyk-algorithmus.sty	44
Faulenzer	44
TeX-Markup-Beispiel	44
entwurfsmuster.sty	45
Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:	45
Reihenfolge	45

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

Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)	45
Adapter	47
Beobachter (Observer)	48
Dekorierer (Decorator)	50
Einfache Fabrik (Simple Factory)	51
Einzelstück (Singleton)	52
Erbauer (Builder)	53
Fabrikmethode (Factory Method)	54
Kompositum (Composite)	56
Modell-Präsentation-Steuerung (Model-View-Controller)	56
Stellvertreter (Proxy)	57
Zustand (State)	58
er.sty	60
Tex-Markup-Beispiel: Komplettes Diagramm	60
Tex-Markup-Beispiel: EER Enhanced Entity-Relation-Modell nach Elmasri/Navante	61
Faulenzer	61
formale-sprachen.sty	63
formatierung.sty	66
Schriftarten / Typographie	66
Farben	66
Überschriften	66
Listen	66
Kasten	66
Header	66
Zeilenabstände	66
gantt.sty	68
grafik.sty	69
graph.sty	70
hanoi.sty	72
komplexitaetstheorie.sty	73
Faulenzer	73
kontrollflussgraph.sty	75
Faulenzer	75
TeX-Markup-Beispiel	75
TikZ: pin	75
Umgebungen	76
Makros	77
kopfzeile.sty	78
literatur-dummy.sty	79
literatur.sty	80
makros.sty	81
Umgebungen, die Inhalte aus- und einblenden können	82
master-theorem.sty	86
Faulenzer	86
mathe.sty	90
meta.sty	91
Einfache Makros (Low level)	91
Zusammengesetzte Makros (High level)	92
minimierung.sty	94
normalformen.sty	97
Faulenzer	97
o-notation.sty	100
Faulenzer	100
TeX-Markup-Beispiel: Funktionsgraphen mit pgfplots	100
petri.sty	101
Faulenzer	101
potenzmengen-konstruktion.sty	103

pseudo.sty	105
pumping-lemma.sty	106
quicksort.sty	107
relationale-algebra.sty	110
rmodell.sty	111
Faulenzer	111
sortieren.sty	112
spalten.sty	114
sql.sty	115
Latex-Markup-Beispiel	115
struktogramm.sty	116
syntax.sty	117
Faulenzer	117
syntaxbaum.sty	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	129
vollstaendige-induktion.sty	131
Faulenzer	131
wasserfall.sty	133
wpkalkuel.sty	134
Faulenzer	134

Index	135
--------------	------------

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   \tl_if_empty:NTF \g_thematik_tl {} {
33     \textit{
34       ( \g_thematik_tl )
35     }
36   }
37 }
```

\bAufgabenMetadaten

```
38 \def\bAufgabenMetadaten #1
39 {
40   \bMetaSetze{#1}
41
42   \tl_if_empty:NTF \g_einzelpruefungs_nr_tl {}
43   {
44     {
45       \noindent
46       \large
47       \_gib_einzelpruefung_trenner:
48       \par\medskip
49     }
50   }
51
52   {
53     \noindent
54     \bfseries
```

```

55 \Large
56 \tl_if_empty:NTF \g_einzelpruefungs_nr_tl
57 {
58 \g_titel_tl
59 }
60 {
61 \_gib_aufgaben_pfad_trenner:
62 }
63 }
64 \hfill \thematik_formatiert:
65 \par
66
67 \medskip
68
69 \noindent
70 {\footnotesize\stichwoerter_formatiert:}
71
72 \horizontale_linie:
73
74 \setze_kopfzeile_oben_rechts:n { \gib_aufgaben_pfad_lang_sicher: }
75
76 \bigskip
77
78 \par
79 % Keine Einrückung
80 \@afterindentfalse
81 \@afterheading
82 }

83 \setze_kopf_fusszeilen:nn {} {}

84 \AddToHook { begindocument }
85 {
86 \repariere_kopfzeile_breite:
87 }

88 \AddToHook { enddocument }
89 {
90 \vfill
91 {
92 \bLogoTextProjekt
93 \bigskip
94
95 \bLogoTextCCLizenz
96 \bigskip
97
98 \begin{spacing}{1}
99 \tiny
100 \noindent
101 \bMetaHilfMit
102
103 \bMetaQuelltext
104 \_gib_github_url_href:
105 \end{spacing}
106 }
107 }

108 \ExplSyntaxOff
109

```

basis.cls

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

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

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

```
114 \RequirePackage{l3keys2e}
```

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

Lade Pakete die von allen Unterklassen benötigt werden.

```
116 \bLadePakete{
```

```
117   kopfzeile
```

```
118 }
```

```
119 \ExplSyntaxOn
```

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

```
121 {
```

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

```
123     \bLadePakete{#1}
```

```
124   }
```

```
125 }
```

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

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

```
127 \ExplSyntaxOff
```

```
128
```

examen-scans.cls

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

133 \LoadClass{bschlangaul-basis}

134 \RequirePackage{pdfpages}

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

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

\bPruefungsNummer

138 \def\bPruefungsNummer#1{
139   \str_set:Nn \g_pruefungs_nummer {#1}
140 }

\bPruefungsTitel

141 \def\bPruefungsTitel#1{
142   \str_set:Nn \g_pruefungs_titel {#1}
143 }

144 \def\li@SansFett#1#2{
145   {
146     #1
147     \bfseries
148     \rmfamily
149     #2
150   }
151 }

\bTrennSeite

152 \def\bTrennSeite#1{
153   \clearpage
154   \strut
155   \vfill
156   \begin{center}
157   {
158     \li@SansFett{\LARGE}{\str_use:N \g_pruefungs_nummer} \\
159     \vspace{2cm}
160     \li@SansFett{\LARGE}{\str_use:N \g_pruefungs_titel} \\
161     \vspace{5cm}
162     \li@SansFett{\Huge}{#1}
163   }
164   \end{center}
165   \vfill
166   \strut
167   \clearpage
168 }

\bTitelSeite

169 \def\bTitelSeite#1{
170   \clearpage
171   \strut
172   \vfill
173   \begin{center}
174   #1
175   \end{center}
176   \vfill
177   \strut
```



```

178 \clearpage
179 }

\BindePdfEin

180 \def\BindePdfEin#1{\includepdf[pages={1-}]{\LehramtInformatikRepository/#1}}

181 \AtBeginDocument{
182   \thispagestyle{empty}
183   \bTitelSeite{
184     \li@SansFett{\Large}{Sammlung~aller~Staatsexamensaufgaben~der~Prüfungsnummer} \\
185
186     \vspace{4cm}
187
188     \li@SansFett{\Huge}{\str_use:N \g_pruefungs_nummer} \\
189
190     \vspace{4cm}
191
192     \li@SansFett{\LARGE}{\str_use:N \g_pruefungs_titel} \\
193   }
194 }

195 \ExplSyntaxOff
196

```

examen.cls

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

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

```
200 \LoadClass[pakete={
201   formatierung,
202   literatur-dummy,
203   makros,
204   aufgaben-einbinden,
205   aufgaben-metadaten,
206   abmessung,
207   typographie,
208   grafik,
209   meta
210 }]{bschlangaul-basis}
```

Formatierung für die Überschriften setzen.

```
211 \RequirePackage{titlesec}
212 \titleformat{\section}{\huge\filcenter\bfseries}{\thesection}{1em}{}
213 \newcommand{\sectionbreak}{\clearpage}
214 \setcounter{secnumdepth}{0}
215 \bLadeAllePakete
```

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

```
216 \RequirePackage[ngerman]{babel}
217 \ExplSyntaxOn
```

\bSetzeExamenThemaNr

```
218 \def\bSetzeExamenThemaNr#1{
219   \tl_gset:Nn \g_thema_nr_tl { #1 }
220   \section{Thema~Nr.~#1}
221 }
```

\bSetzeExamenTeilaufgabeNr

```
222 \def\bSetzeExamenTeilaufgabeNr#1{
223   \tl_gset:Nn \g_teilaufgabe_nr_tl { #1 }
224   \subsection{Teilaufgabe~Nr.~#1}
225 }
```

\bBindeAufgabeEin

```
226 \def\bBindeAufgabeEin#1{
227   \tl_gset:Nn \g_aufgabe_nr_tl { #1 }
228   \input{
229     \LehramtInformatikRepository /
230     Staatsexamen /
231     \g_einzelpruefungs_nr_tl /
232     \g_jahr_tl /
233     \g_monat_tl /
234     \tl_if_empty:NTF \g_thema_nr_tl {} {
235       Thema - \g_thema_nr_tl /
236     }
237     \tl_if_empty:NTF \g_teilaufgabe_nr_tl {} {
238       Teilaufgabe - \g_teilaufgabe_nr_tl /
239     }
240     Aufgabe - \g_aufgabe_nr_tl .tex
241   }
242 }
```

\bAufgabenMetadaten Das Metadaten-Makro überschreiben

```
243 \def\bAufgabenMetadaten#1{
244   \bMetaSetze{#1}
```

```

245 \subsubsection{\_gib_aufgaben_titel:}
246 }

247 \cs_new:Npn \titel_seite:
248 {
249   \titel_seite:nn
250   {
251     {
252       \bfseries\Huge
253
254       \g_einzelpruefungs_nr_tl
255       \par
256
257       \g_jahreszeit_tl
258       \par
259
260       \g_jahr_tl
261       \par
262     }
263   }
264   {
265     \g_examen_fach_tl
266     \par
267
268     \vspace{0.5cm}
269
270     Aufgabenstellungen~mit~Lösungsvorschlägen
271     \par
272   }
273 }
274 }

275 \cs_new:Npn \inhalts_verzeichnis: {
276   % für den Abstand vor den section im Inhaltsverzeichnis
277   % https://tex.stackexchange.com/questions/241445/how-to-control-spacing-in-toc-for-different-sections
278   \setlength{\cftbeforesecskip}{1.5cm}
279   \setlength{\cftbeforesubsecskip}{0.5cm}
280   \renewcommand{\cftsubsecafterpnum}{\vspace{\cftbeforesubsecskip}}
281   \setlength{\cftbeforesubsubsecskip}{0.1cm}
282   \renewcommand{\contentsname}{Aufgabenübersicht}
283   \tableofcontents
284 }

285 \setcounter{tocdepth}{4}
286 \RequirePackage[titles]{tocloft}
287 \AddToHook { begin:document }
288 {
289   \titel_seite:
290
291   \clearpage
292
293   \inhalts_verzeichnis:
294
295   \vfill
296
297   \bLogoTextProjekt
298   \bigskip
299
300   \bLogoTextCCLizenz
301   \bigskip
302
303   \clearpage
304 }

305 \ExplSyntaxOff

```


haupt.cls

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

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

clash

```
311 \LoadClass[pakete={
312   formatierung,
313   literatur-dummy,
314   makros,
315   aufgaben-einbinden,
316   aufgaben-metadaten,
317   abmessung,
318   typographie,
319   grafik,
320   meta
321 }]{bschlangaul-basis}
322 \bLadeAllePakete
```

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

```
323 \RequirePackage[ngerman]{babel}
324 \ExplSyntaxOn
325 \setze_kopf_fusszeilen:nn {} {}
326 \AddToHook { begindocument }
327 {
328   \repariere_kopfzeile_breite:
329   \titel_seite:nn
330   {
331     {
332       \Huge
333       Die-komplette-Sammlung
334     }
335   }
336 }
337 {
338   Alle-Aufgaben
339 }
340
341 \tableofcontents
342 \clearpage
343 }
```

\bAufgabenMetadaten Das Metadaten-Makro überschreiben

```
344 \def\bAufgabenMetadaten#1{
345   \bMetaSetze{#1}
346   \subsection{\gib_aufgaben_pfad_lang_sicher:}
347 }

348 \ExplSyntaxOff
349
```

theorie.cls

```
350 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
351 \ProvidesClass{bschlangaul-theorie}[2021/09/12 Klasse zum
352 Setzen von Theorie-Zusammenfassungen]
353 \LoadClass{bschlangaul-basis}

    Paket „formatierung“ muss vor „literatur“ sein, sonst Option clash
354 \bLadePakete{
355   formatierung,
356   literatur,
357   makros,
358   aufgaben-metadaten
359 }

    Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
360 \RequirePackage[ngerman]{babel}
361
```

Pakete

abmessung.sty

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

365 \RequirePackage{geometry}

366 \geometry{
367   a4paper,
368   margin=2cm,
369   includeheadfoot,
370   % showframe,
371   % showcrop,
372   % verbose=true,
373 }

374
```


aufgaben-einbinden.sty

```
375 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
376 \ProvidesPackage{bschlangaul-aufgaben-einbinden}[2020/06/13
377 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

```
378 \RequirePackage{standalone}
```

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

```
379 \def\bAufgabe#1{
380   \input{\LehramtInformatikRepository/#1.tex}
381 }
```

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

```
382 \def\bExamensAufgabe#1{
383   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1.tex}
384 }
```

`\bExamensAufgabeTTA`

```
385 \def\bExamensAufgabeTTA #1 / #2 / #3 : Thema #4 Teilaufgabe #5 Aufgabe #6 {
386   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Thema-#4/Teilaufgabe-
387     #5/Aufgabe-#6.tex}
387 }
```

`\bExamensAufgabeTA`

```
388 \def\bExamensAufgabeTA #1 / #2 / #3 : Thema #4 Aufgabe #5 {
389   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Thema-#4/Aufgabe-#5.tex}
390 }
```

`\bExamensAufgabeA`

```
391 \def\bExamensAufgabeA #1 / #2 / #3 : Aufgabe #4 {
392   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Aufgabe-#4.tex}
393 }
```

```
394
```

aufgaben-metadaten.sty

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

398 \ExplSyntaxOn

\MetaSetze Setze die Metadaten einer Aufgabe.

399 \def\MetaSetze#1{
400   \_setze_variablen_zurueck:
401
402   \tl_clear:N \g_teilaufgabe_nr_tl
403
404   \keys_set:nn { aufgabenmetadaten } {
405     #1
406   }
407
408   \_setze_relativen_pfad:
409 }

\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,
  ExamenNummer = 46116,
  ExamenJahr = 2016,
  ExamenMonat = 03,
  ExamenThemaNr = 2,
  ExamenTeilaufgabeNr = 1,
  ExamenAufgabeNr = 2,
}

410 \def\AufgabenMetadaten#1{
411   \MetaSetze{#1}
412
413   \_gib_examen_titel: {}
414
415   \section{\_gib_aufgaben_titel:}
416 }

417 \ExplSyntaxOff

\AufgabenTitel Momentan eine dummy Makro das die Thematik enthält.

418 \def\AufgabenTitel#1{}

419
```

automaten.sty

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

Endlicher Automat

```
422 \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}
```



```
423 \RequirePackage{tikz}
424 \usetikzlibrary{arrows,automata,positioning}
425 \bLadePakete{mathe}
426 \directlua{
427   automaten = require('bschlangaul-automaten')
428 }
```

\bAutomat \bAutomat[⟨*automaten-name*⟩]{⟨*zustaende*=*Z*,*alphabet*=*Σ*,*delta*=*δ*,*ende*=*E*,*start*=*z*₀⟩}

- \bAutomat{}: $A = (Z, \Sigma, \delta, E, z_0)$
- \bAutomat[A_1]{}: $A_1 = (Z, \Sigma, \delta, E, z_0)$
- \bAutomat{zustaende={z_0, z_1, z_2}}: $A = (\{z_0, z_1, z_2\}, \Sigma, \delta, E, z_0)$
- \bAutomat{alphabet={a,b}}: $A = (Z, \{a, b\}, \delta, E, z_0)$
- \bAutomat{delta=d}: $A = (Z, \Sigma, d, E, z_0)$
- \bAutomat{ende={z_0, z_1, z_2}}: $A = (Z, \Sigma, \delta, \{z_0, z_1, z_2\}, z_0)$
- \bAutomat{start=z_1}: $A = (Z, \Sigma, \delta, E, z_1)$
- \bAutomat{dea}: $A_{\text{DEA}} = (Z, \Sigma, \delta, E, z_0)$
- \bAutomat{nea}: $A_{\text{NEA}} = (Z, \Sigma, \delta, E, z_0)$

```
429 \ExplSyntaxOn
430 \NewDocumentCommand {\bAutomat} { O{A} m } {
431   \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
432   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
433   \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
434   \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
435   \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
436   \tl_set:Nn \l_typ_tl {}
437
438   \keys_define:nn { automat } {
439     zustaeende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\bMenge{##1}}},
440     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\bMenge{##1}}},
441     delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
442     ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\bMenge{##1}}},
```

```

443   start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
444   dea .value_forbidden:n = true,
445   dea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{DEA}}}},
446   nea .value_forbidden:n = true,
447   nea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{NEA}}}},
448 }
449
450 \keys_set:nn { automat } { #2 }
451
452 $#1 \l_typ_tl = (
453   \l_zustaende_tl,
454   \l_alphabet_tl,
455   \l_delta_tl,
456   \l_ende_tl,
457   \l_start_tl
458 )$
459 }
460 \ExplSyntaxOff

```

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

```

461 \def\bAutomatenKante#1#2#3#4{
462   \path (#1) edge[#4] node{#3} (#2);
463 }

464 \tikzset{
465   li automat/.style={
466     ->,
467     node distance=2cm
468   },
469 }

```

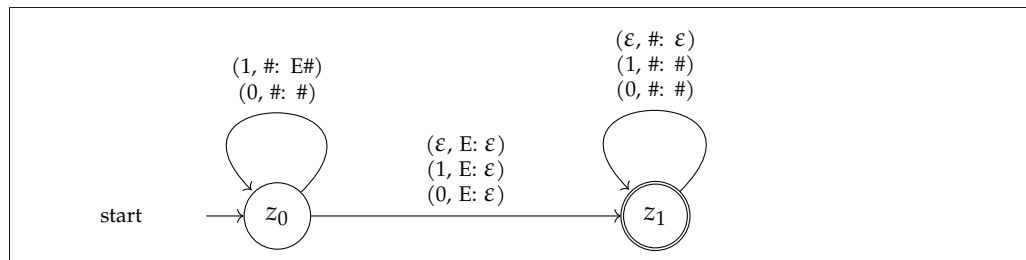
Kellerautomat

```
\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},
}
```

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

```
470 \ExplSyntaxOn
471 \NewDocumentCommand {\bkellerAutomat} { O{K} m } {
472   \tl_set:Nn \l_zustaeende_tl {Z}
473   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
474   \tl_set:Nn \l_kelleralphabet_tl {\Gamma}
475   \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
476   \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
477   \tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {\#}
478   \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
479
480   \keys_define:nn { kellerautomat } {
481     zustaeende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaeende_tl {\bMenge{##1}}},
482     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\bMenge{##1}}},
483     kelleralphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_kelleralphabet_tl {\bMenge{##1}}},
484     delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
485     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
```

```

486   kellerboden .code:n = {\tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {##1}},
487   ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\bMenge{##1}}},
488 }
489
490 \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
491
492 $#1 = (
493   \l_zustaende_tl,
494   \l_alphabet_tl,
495   \l_kelleralphabet_tl,
496   \l_delta_tl,
497   \l_start_tl,
498   \l_kellerboden_tl,
499   \l_ende_tl
500 )$
501 }
502 \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}`

```

503 \ExplSyntaxOn
504 \def\bKellerUebergang#1{
505   \directlua{automaten.drucke_keller_uebergaenge('#1')}
506 }
507 \ExplSyntaxOff

```

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

```

508 \NewDocumentCommand{\bKellerKante} { 0{above} m m m } {
509   \path (#2) edge[#1] node{\bKellerUebergang{#4}} (#3);
510 }
511 \tikzset{
512   li keller knoten/.style={
513     text width=2cm,
514     align=center,
515     font=\footnotesize,
516   },
517   li kellerautomat/.style={
518     li automat,
519     every edge/.append style={
520       every node/.style={
521         li keller knoten
522       }
523     }
524   }
525 }

```

Turingmaschine

```
526 \RequirePackage{amssymb}
```

`\bTuringLeerzeichen`

□

```
527 \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},
}

```

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

```

528 \ExplSyntaxOn
529 \NewDocumentCommand {\bturingmaschine} { O{TM} m } {
530   \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
531   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
532   \tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\Gamma}
533   \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
534   \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
535   \tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {\bturingleerzeichen}
536   \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
537
538   \keys_define:nn { kellerautomat } {
539     zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\bMenge{##1}}},
540     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\bMenge{##1}}},
541     bandalphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\bMenge{##1}}},
542     delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
543     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
544     leerzeichen .code:n = {\tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {##1}},
545     ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\bMenge{##1}}},
546   }
547
548   \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
549
550   $\text{#1} = (
551     \l_zustaende_tl,
552     \l_alphabet_tl,
553     \l_bandalphabet_tl,
554     \l_delta_tl,
555     \l_start_tl,
556     \l_leerzeichen_tl,
557     \l_ende_tl
558   )$
559 }
560 \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)`

```

561 \ExplSyntaxOn
562 \def\bturinguebergangzelle#1{
563   \directlua{tex.print(automaten.gib_einen_turing_uebergang('#1'))}
564 }
565 \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)`

```

566 \ExplSyntaxOn
567 \def\bTuringUebergaenge#1{
568   \directlua{automaten.drucke_turing_uebergaenge('#1')}
569 }
570 \ExplSyntaxOff

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

571 \NewDocumentCommand{\bTuringKante} { 0{above} m m m } {
572   \path (#2) edge[#1] node{\bTuringUebergaenge{#4}} (#3);
573 }

\bTuringUeberfuehrung

574 \def\bTuringUeberfuehrung{
575    $\delta : Z \times \Gamma \rightarrow Z \times \Gamma \times \{L, R, N\}$ 
576 }

577 \tikzset{
578   li turingmaschine/.style={
579     li automat,
580     every edge/.append style={
581       every node/.style={
582         li keller knoten
583       }
584     }
585   }
586 }

587

```


basis.sty

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

590 \ExplSyntaxOn
```

IFs

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

```
\ifADDITUM
\ADDITUMtrue 591 \newif\ifADDITUM
\ADDITUMfalse 592 \ADDITUMfalse

\ifEXKURS
\EXKURStrue 593 \newif\ifEXKURS
\EXKURSfalse 594 \EXKURStrue

\ifANTWORT
\ANTWORTtrue 595 \newif\ifANTWORT
\ANTWORTfalse 596 \ANTWORTtrue

\bLadePakete

597 \NewDocumentCommand{\bLadePakete}{ m }
598 {
599   \clist_map_inline:nn { #1 } { \RequirePackage{bschlangaul-##1} }
600 }

\bLadeAllePakete

601 \def\bLadeAllePakete{
602   \bLadePakete{
603     aufgaben-einbinden,
604     automaten,
605     checkbox,
606     chomsky-normalform,
607     cpm,
608     cyk-algorithmus,
609     entwurfsmuster,
610     er,
611     formale-sprachen,
612     gantt,
613     grafik,
614     graph,
615     hanoi,
616     kontrollflussgraph,
617     komplexitaetstheorie,
618     makros,
619     master-theorem,
620     mathe,
621     minimierung,
622     normalformen,
623     petri,
624     potenzmengen-konstruktion,
625     pumping-lemma,
626     pseudo,
627     quicksort,
628     relationale-algebra,
629     rmodell,
630     sortieren,
631     spalten,
632     struktogramm,
```

```

633     sql,
634     syntax,
635     syntaxbaum,
636     synthese-algorithmus,
637     tabelle,
638     typographie,
639     uml,
640     vollstaendige-induktion,
641     wasserfall,
642     wpkalkuel,
643     %
644     baum, % am Schluss sonst Fehler: undefined command \edge
645 }
646 }

```

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.

```

647 \clist_new:N \g_schluessel_clist
648 \clist_set:Nn \g_schluessel_clist {
649   titel,
650   thematik,
651   stichwoerter,
652   zitat_schluessel,
653   zitat_beschreibung,
654   %
655   bearbeitungs_stand,
656   korrektheit,
657   %
658   relativer_pfad,
659   identische_aufgabe,
660   %
661   einzelpruefungs_nr,
662   examen_fach,
663   jahr,
664   monat,
665   jahreszeit,
666   thema_nr,
667   teilaufgabe_nr,
668   aufgabe_nr,
669 }

```

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

```

670 \clist_map_inline:Nn \g_schluessel_clist {
671   \tl_new:c {g_auf_#1_tl}
672 }

```

Funktion über alle globalen Token-List-Variablen zurückzusetzen.

```

673 \cs_new:Npn \setze_variablen_zurueck: {
674   \clist_map_inline:Nn \g_schluessel_clist {
675     \tl_clear:c {g_auf_##1_tl}
676   }
677 }

```

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

```

678 \keys_define:nn { aufgabenmetadaten }
679 {
680   Titel .tl_gset:N = \g_titel_tl,
681   Thematik .tl_gset:N = \g_thematik_tl,
682   Stichwoerter .tl_gset:N = \g_stichwoerter_tl,
683   ZitatSchluessel .tl_gset:N = \g_zitat_beschreibung_tl,
684   ZitatBeschreibung .tl_gset:N = \g_zitat_schluessel_tl,

```

```

685 %
686 BearbeitungsStand .tl_gset:N = \g_bearbeitungs_stand_tl,
687 Korrektheit .tl_gset:N = \g_korrekttheit_tl,
688 Ueberprueft .tl_gset:N = \g_ueberprueft_tl,
689 %
690 RelativerPfad .tl_gset:N = \g_relativer_pfad_tl,
691 IdentischeAufgabe .tl_gset:N = \g_identische_aufgabe_tl,
692 %
693 ExamenNummer .tl_gset:N = \g_einzelpruefungs_nr_tl,
694 ExamenFach .tl_gset:N = \g_examen_fach_tl,
695 ExamenJahr .tl_gset:N = \g_jahr_tl,
696 ExamenMonat .tl_gset:N = \g_monat_tl,
697 ExamenJahreszeit .tl_gset:N = \g_jahreszeit_tl,
698 ExamenThemaNr .tl_gset:N = \g_thema_nr_tl,
699 ExamenTeilaufgabeNr .tl_gset:N = \g_teilaufgabe_nr_tl,
700 ExamenAufgabeNr .tl_gset:N = \g_aufgabe_nr_tl,
701 }

702 \cs_gset:Npn \_setze_relativen_pfad: {
703   \tl_if_empty:NTF \g_relativer_pfad_tl
704   {
705     \bool_if:nTF
706     {
707       ! \tl_if_empty_p:N \g_einzelpruefungs_nr_tl &&
708       ! \tl_if_empty_p:N \g_jahr_tl &&
709       ! \tl_if_empty_p:N \g_monat_tl
710     }
711     {
712       \tl_gset:Nn \g_relativer_pfad_tl {
713         Staatsexamen /
714         \g_einzelpruefungs_nr_tl /
715         \g_jahr_tl /
716         \g_monat_tl /
717         \tl_if_empty:NTF \g_thema_nr_tl {} { Thema - \g_thema_nr_tl / }
718         \tl_if_empty:NTF \g_teilaufgabe_nr_tl {} { Teilaufgabe - \g_teilaufgabe_nr_tl / }
719         \tl_if_empty:NTF \g_aufgabe_nr_tl {} { Aufgabe - \g_aufgabe_nr_tl .tex }
720       }
721     }
722   }{}
723 }
724 {}
725 }

726 \cs_set:Nn \_trenner: {
727   \, / \,
728 }

729 \cs_gset:Npn \_gib_jahreszeit_durch_monat: #1 {
730   % \str_case funktioniert nicht mit den Tokenlist variablen.
731   \tl_case:Nn { #1 }
732   {
733     { 3 } { Frühjahr }
734     { 03 } { Frühjahr }
735     { 9 } { Herbst }
736     { 09 } { Herbst }
737   }
738 }

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

739 \cs_gset:Npn \_gib_examen_fach_durch_nummer: #1 {
740   \tl_case:Nn { #1 }
741   {
742     { 46110 } { Grundlagen der Informatik (nicht vertieft) }
743     { 46111 } { Programmentwicklung / Systemprogrammierung / Datenbanksysteme (nicht vertieft) }
744     { 46112 } { Grundlagen der Informatik (nicht vertieft) }
745     { 46113 } { Theoretische Informatik (nicht vertieft) }

```

```

746 { 46114 } { Algorithmen / Datenstrukturen / Programmiermethoden (nicht vertieft) }
747 { 46115 } { Theoretische Informatik / Algorithmen / Datenstrukturen (nicht vertieft) }
748 { 46116 } { Softwaretechnologie / Datenbanksysteme (nicht vertieft) }
749 { 46118 } { Fachdidaktik (Mittelschulen) }
750 { 46119 } { Fachdidaktik (Realschulen) }
751 { 46121 } { Fachdidaktik (berufliche Schulen) }
752 { 66110 } { Automatentheorie, Algorithmische Sprache (vertieft) }
753 { 66111 } { Betriebssysteme / Datenbanksysteme / Rechnerarchitektur (vertieft) }
754 { 66112 } { Automatentheorie / Komplexität / Algorithmen (vertieft) }
755 { 66113 } { Rechnerarchitektur / Datenbanken / Betriebssysteme (vertieft) }
756 { 66114 } { Datenbank- und Betriebssysteme (vertieft) }
757 { 66115 } { Theoretische Informatik / Algorithmen (vertieft) }
758 { 66116 } { Datenbanksysteme / Softwaretechnologie (vertieft) }
759 { 66118 } { Fachdidaktik (Gymnasium) }
760 }
761 }

```

„Einzelprüfungsnummer / Jahr / Jahreszeit“ mit Trennzeichen

```

762 \cs_gset:Npn \_gib_einzelpruefung_trenner: {
763   \g_einzelpruefungs_nr_tl
764
765   \_trenner:
766
767   \g_jahr_tl
768
769   \_trenner:
770
771   \_gib_jahreszeit_durch_monat: \g_monat_tl
772 }

```

Thema 1 / Teilaufgabe 2 / Aufgabe 3

```

773 \cs_gset:Npn \_gib_aufgaben_pfad_trenner: {
774   \tl_if_empty:NTF \g_thema_nr_tl {} {
775     Thema ~ \g_thema_nr_tl \_trenner:
776   }
777   \tl_if_empty:NTF \g_teilaufgabe_nr_tl {} {
778     Teilaufgabe ~ \g_teilaufgabe_nr_tl \_trenner:
779   }
780   \tl_if_empty:NTF \g_aufgabe_nr_tl {} {
781     Aufgabe ~ \g_aufgabe_nr_tl
782   }
783 }

```

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

```

784 \cs_new:Npn \gib_aufgaben_pfad_lang_sicher: {
785   \tl_if_empty:NTF \g_einzelpruefungs_nr_tl
786   {
787     \g_titel_tl
788   }
789   {
790     \_gib_einzelpruefung_trenner:
791     \_trenner:
792     \_gib_aufgaben_pfad_trenner:
793   }
794 }

795 \cs_gset:Npn \_gib_examen_titel:
796 {
797   \cs_set:Nn \_trenner: { \, / \, }
798   \bool_if:nTF
799   {
800     ! \tl_if_empty_p:N \g_einzelpruefungs_nr_tl &&
801     ! \tl_if_empty_p:N \g_jahr_tl &&
802     ! \tl_if_empty_p:N \g_monat_tl &&

```

```

803 ! \tl_if_empty_p:N \g_aufgabe_nr_tl
804 }
805 {
806 {
807 \footnotesize
808 \par
809 \noindent
810 Staatsexamen ~
811 \g_einzelpuefungs_nr_tl \_trenner:
812 \g_jahr_tl \_trenner:
813
814 \tl_case:Nn \g_monat_tl
815 {
816 { 03 } { Frühjahr }
817 { 09 } { Herbst }
818 } \_trenner:
819
820 \tl_if_empty:NTF \g_thema_nr_tl {} {
821 Thema ~ Nr. ~ \g_thema_nr_tl \_trenner:
822 }
823 \tl_if_empty:NTF \g_teilaufgabe_nr_tl {} {
824 Teilaufgabe ~ Nr. ~ \g_teilaufgabe_nr_tl \_trenner:
825 }
826 \tl_if_empty:NTF \g_aufgabe_nr_tl {} {
827 Aufgabe ~ Nr. ~ \g_aufgabe_nr_tl
828 }
829 \par
830 \bigskip
831 }
832 }
833 }

834 \cs_new:Npn \_gib_github_url: {
835 \LehramtInformatikGithubDomain /
836 \LehramtInformatikGithubTexRepo /
837 blob /
838 \LehramtInformatikGitBranch /
839 \g_relativer_pfad_tl
840 }

841 \cs_new:Npn \_gib_github_url_href: {
842 \tl_if_empty:NTF \g_relativer_pfad_tl {} {
843 \url{ \_gib_github_url: }
844 }
845 }

846 \cs_new:Npn \_gib_aufgaben_titel: {
847 \g_titel_tl
848
849 \tl_if_empty:NTF \g_thematik_tl
850 {}
851 {
852 \, ~ [
853 \g_thematik_tl
854 ]
855 }
856 }

857 \cs_new:Npn \titel_seite:nn #1 #2
858 {
859 \pagestyle{empty}
860
861 \strut
862 \vspace{1cm}
863
864 \begin{center}

```

```

865 \bfseries
866 \Large
867 #1
868 \par
869 \end{center}
870
871 \vfill
872
873 \begin{center}
874 \large
875 #2
876 \par
877 \end{center}
878
879 \vfill
880
881 \begin{center}
882 \bGrafikLogo[width=8cm]
883 \par
884
885 \vspace{4cm}
886
887 {
888 \bfseries
889 \Large
890 \bMetaBschlangaulSammlung
891 }
892 \par
893
894 \medskip
895
896 {
897 \large
898 \bMetaHermineFriends
899 }
900 \par
901 \end{center}
902
903 \vspace{2cm}
904
905 \strut
906
907 \clearpage
908 }

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

\def\LehramtInformatikRepository{/pfad/zum/repository}
911 \input /etc/lehramt-informatik.config.tex

biblatex not working with lualatex and babel
912 % \RequirePackage{polyglossia}
913 % \setmainlanguage{german}

914

```

baum.sty

```
915 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
916 \ProvidesPackage{bschlangaul-baum}[2020/06/13 Zum Setzen von
917 Binär- und AVL-Bäumen. Hüll-Paket um TikZ and tikz-qtree.]

918 \RequirePackage{tikz}

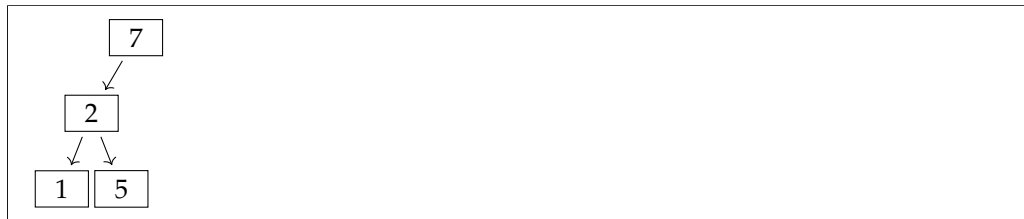
    für li binaer baum
919 \RequirePackage{tikz-qtree}

    Für b baum
920 \usetikzlibrary{shapes.multipart}
```

Binärbaum

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

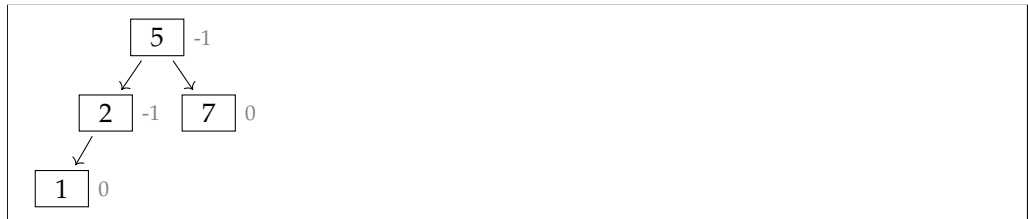
```
\begin{tikzpicture}[li binaer baum]
\Tree
[.7
  [.2
    [.1 ]
    [.5 ]
  ]
\edge[blank]; \node[blank]{};
]
\end{tikzpicture}
```



```
921 \tikzset{
922   li binaer baum/.style={
923     shorten <=2pt,
924     shorten >=2pt,
925     ->,
926     every tree node/.style={
927       minimum width=2em,
928       draw,
929       rectangle
930     },
931     blank/.style={
932       draw=none
933     },
934     edge from parent/.style={
935       draw,
936       edge from parent path={(\tikzparentnode) -- (\tikzchildnode)}
937     },
938     level distance=1cm,
939     every label/.style={
940       gray,
941       font=\footnotesize,
942       label position=0,
943       label distance=0cm,
944     }
945   },
946 }
```


AVL-Baum

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

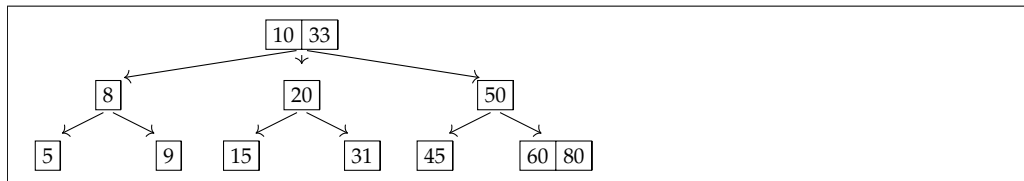


B-Baum

```

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

```



```

947 \tikzset{
948   li bbaum knoten/.style={
949     rectangle split parts=10,
950     rectangle split,
951     rectangle split horizontal,
952     rectangle split ignore empty parts,
953     draw,
954     fill=white
955   },
956   li bbaum/.style={
957     every node/.style={
958       li bbaum knoten
959     },
960     level 1/.style={
961       level distance=12mm,
962       sibling distance=25mm,
963     },
964     every child/.style={
965       shorten <= 2pt,
966       shorten >= 6pt,
967       ->,
968     },
969     level 2/.style={
970       level distance=9mm,
971       sibling distance=15mm,
972     },
973   }
974 }

```

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

```

975 \NewDocumentEnvironment { bBaum }{ m +b }
976 {
977   {
978     \small
979     \noindent
980     \textit{#1}:
981   }
982   \begin{center}
983     #2
984     \medskip
985     \end{center}
986 } {}

987

```

checkbox.sty

```
988 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
989 \ProvidesPackage{bschlangaul-checkbox}[2020/12/14 Zum Setzen von
990 Multiple-Choice-Fragen. Simulation von Kästchen zum ankreuzen]
991 \RequirePackage{amssymb}

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

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

994
```

chomsky-normalform.sty

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

998 \ExplSyntaxOn

999 \bLadePakete{typographie}
```

Faulenzer

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

TeX-Markup-Grundgerüst

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

Konkretes TeX-Markup-Beispiel

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

\begin{liProduktionsRegeln}
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{liProduktionsRegeln}

\item \schrittE{2}

\begin{liProduktionsRegeln}
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{liProduktionsRegeln}

\item \schrittE{3}

\begin{liProduktionsRegeln}
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
\end{liProduktionsRegeln}

\item \schrittE{4}
```

```

% S.3 -> T4 T

\begin{liProduktionsRegeln}
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{liProduktionsRegeln}
\end{enumerate}

```

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

```

1000 \def\bChomskyUeberschrift#1{
1001   {
1002     \bfseries
1003     \rmfamily
1004     \str_case:nn {#1} {
1005       {1} {Elimination~der~$\varepsilon$-Regeln}
1006       {2} {Elimination~von~Kettenregeln}
1007       {3} {Separation~von~Terminalzeichen}
1008       {4} {Elimination~von~mehrelementigen~Nonterminalketten}
1009     }
1010   }
1011 }

```

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

```

1012 \def\li@chomsky@erklaerung@texte#1{
1013   \str_case:nn {#1} {
1014     %
1015     {1} {
1016       Alle~Regeln~der~Form~$A\rightarrow\varepsilon$~werden~eliminiert.~
1017       Die~Ersetzung~von~$A$~wird~durch~$\varepsilon$~in~allen~anderen~
1018       Regeln~vorweggenommen.
1019     }
1020     {2} {
1021       Jede~Produktion~der~Form~$A\rightarrow B$~mit~$A, B$~in~$S$~wird~
1022       als~Kettenregel~bezeichnet.~Diese~tragen~nicht~zur~Produktion~
1023       von~Terminalzeichen~bei~und~lassen~sich~ebenfalls~eliminieren.
1024     }
1025     {3} {
1026       Jedes~Terminalzeichen~$\sigma$,~das~in~Kombination~mit~anderen~
1027       Symbolen~auftaucht,~wird~durch~ein~neues~Nonterminal~
1028       $S_{\sigma}$~ersetzt~und~die~Menge~der~Produktionen~durch~die~
1029       Regel~$S_{\sigma}\rightarrow\varepsilon$~ergänzt.
1030     }
1031     {4} {
1032       Alle~Produktionen~der~Form~
1033       $A\rightarrow B_{\{1\}}B_{\{2\}}\dots B_{\{n\}}$~
1034       werden~in~die~Produktionen~
1035       $A\rightarrow$
1036       $A_{\{n-1\}}B_{\{n\}}, A_{\{n-1\}}\rightarrow$
1037       $A_{\{n-2\}}B_{\{n-1\}}, \dots, $
1038       $A_{\{2\}}\rightarrow B_{\{1\}}B_{\{2\}}$~zerteilt.~
1039       Nach~der~Ersetzung~sind~alle~längeren~Nonterminalketten~
1040       vollständig~heruntergebrochen~und~die~Chomsky-Normalform~erreicht.
1041     }

```

```

1042 }
1043 }
1044 \def\bChomskyErklaerung#1{
1045   {
1046     \itshape
1047     \footnotesize
1048     \bParagraphMitLinien{\li@chomsky@erklaerung@texte{#1}}
1049   }
1050 }

```

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

```

1051 \def\bChomskyUeberErklaerung#1{
1052   \bChomskyUeberschrift{#1}\par
1053   \bChomskyErklaerung{#1}
1054 }

```

```

1055 \ExplSyntaxOff
1056

```

cpm.sty

```

1057 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1058 \ProvidesPackage{bschlangaul-cpm}[2020/09/03]
1059 \RequirePackage{tikz}

1060 \bLadePakete{mathe,typographie}

```

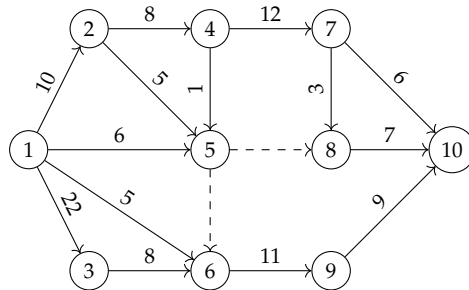
Faulenzer

```

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

```

TeX-Markup-Beispiel: Graph



```

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

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

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

```

TeX-Markup-Beispiel: Ergebnistabelle

```

\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 \\ \hline
2 & & & 5 \\ \hline
\end{tabular}

```



```

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

```

TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Spätester Zeitpunkt“

```

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

```

```

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

```

```

1061\ExplSyntaxOn
1062\NewDocumentCommand { \bCpmEreignis } { 0{} m m m } {
1063  \tl_set:Nn \l_name_tl {}
1064
1065  \keys_define:nn { cpmEreignis } {
1066    name .code:n = {\tl_set:Nn \l_name_tl {##1}},
1067  }
1068
1069  \keys_set:nn { cpmEreignis } { #1 }
1070
1071  \tl_if_empty:NT \l_name_tl {
1072    \tl_set:Nn \l_name_tl {#2}
1073  }
1074
1075  \node[circle,draw] (\l_name_tl) at (#3,#4) {#2};
1076}
1077\ExplSyntaxOff

```

```

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

```

```

1078\ExplSyntaxOn
1079\NewDocumentCommand { \bCpmVorgang } { 0{} m m m } {
1080  \tl_set:Nn \l_schein_tl {}
1081  \tl_set:Nn \l_kritisch_tl {}
1082
1083  \keys_define:nn { cpmVorgang } {
1084    schein .code:n = {\tl_set:Nn \l_schein_tl {dashed}},
1085    kritisch .code:n = {\tl_set:Nn \l_kritisch_tl {very~thick}},
1086  }
1087
1088  \keys_set:nn { cpmVorgang } { #1 }
1089
1090  \path[->,\l_schein_tl,\l_kritisch_tl] (#2) edge node[auto,sloped] {#4} (#3);
1091}
1092\ExplSyntaxOff

```

Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle

```

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

\bCpmVonZu Makro-Faulenzer: \let\vz=\liCpmVonZu
\begin{array}{l}
\text{\bCpmVonZu\{1\}(2-3): } 1_{(2\rightarrow 3)} \\
1093 \text{\def\bCpmVonZuOhneMathe\#1(\#2-\#3)\{ \#1_{\scriptscriptstyle(\#2\rightarrow\#3)}\}} \\
1094 \text{\def\bCpmVonZu\#1(\#2-\#3)\{ \%} \\
1095 \quad \text{\ifmmode \%} \\
1096 \quad \quad \text{\bCpmVonZuOhneMathe\{ \#1\}(\#2-\#3)\%} \\
1097 \quad \text{\else \%} \\
1098 \quad \quad \$\bCpmVonZuOhneMathe\{ \#1\}(\#2-\#3)\$ \%} \\
1099 \quad \text{\fi \%} \\
1100 \text{\}}
\end{array}

\bCpmVon Makro-Faulenzer: \let\v=\liCpmVon
\begin{array}{l}
\text{\bCpmVon\{1\}(2): } 1_{(\rightarrow 2)} \\
1101 \text{\def\bCpmVonOhneMathe\#1(\#2)\{ \#1_{\scriptscriptstyle(\rightarrow\#2)}\}} \\
1102 \text{\def\bCpmVon\#1(\#2)\{ \%} \\
1103 \quad \text{\ifmmode \%} \\
1104 \quad \quad \text{\bCpmVonOhneMathe\{ \#1\}(\#2)\%} \\
1105 \quad \text{\else \%} \\
1106 \quad \quad \$\bCpmVonOhneMathe\{ \#1\}(\#2)\$ \%} \\
1107 \quad \text{\fi \%} \\
1108 \text{\}}
\end{array}

\bCpmZu Makro-Faulenzer: \let\z=\liCpmZu
\begin{array}{l}
\text{\bCpmZu\{1\}(2): } 1_{(\leftarrow 2)} \\
1109 \text{\def\bCpmZuOhneMathe\#1(\#2)\{ \#1_{\scriptscriptstyle(\leftarrow\#2)}\}} \\
1110 \text{\def\bCpmZu\#1(\#2)\{ \%} \\
1111 \quad \text{\ifmmode \%} \\
1112 \quad \quad \text{\bCpmZuOhneMathe\{ \#1\}(\#2)\%} \\
1113 \quad \text{\else \%} \\
1114 \quad \quad \$\bCpmZuOhneMathe\{ \#1\}(\#2)\$ \%} \\
1115 \quad \text{\fi \%} \\
1116 \text{\}}
\end{array}

1117 \ExplSyntaxOn

\bCpmSpaetI Spätester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann
Makro-Faulenzer: \let\SZ=\liCpmSpaetI
\begin{array}{l}
1118 \text{\NewDocumentCommand{ \bCpmSpaetI } { 0{ i } } { } { } \\
1119 \quad \text{\ifmmode} \\
1120 \quad \quad \text{SZ\sb\{ \#1\}} \\
1121 \quad \text{\else} \\
1122 \quad \quad \$\text{SZ\sb\{ \#1\}}\$ \\
1123 \quad \text{\fi} \\
1124 \text{\}}
\end{array}

\bCpmFruehI Frühester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann.
Makro-Faulenzer: \let\FZ=\liCpmFruehI
\begin{array}{l}
1125 \text{\NewDocumentCommand{ \bCpmFruehI } { 0{ i } } { } { } \\
1126 \quad \text{\ifmmode} \\
1127 \quad \quad \text{FZ\sb\{ \#1\}} \\
1128 \quad \text{\else} \\
1129 \quad \quad \$\text{FZ\sb\{ \#1\}}\$
\end{array}

```

```

1130 \fi
1131 }

```

\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. _____

```

1132 \def\bCpmFruehErklaerung{
1133   \bParagraphMitLinien{
1134     Wir~führen~eine~Vorwärtsterminierung~durch~
1135     und~addieren~die~Dauern.~
1136
1137     Kann~ein~Ereignis~über~mehrere~Vorgänge~erreicht~
1138     werden,~wählen~wir~das~Maximum~aus.~
1139
1140     \textbf{Erläuterungen:}~
1141
1142      $i$ :~
1143     Ereignis~ $i$ ;~\,
1144
1145     \bCpmFruehI{}:~
1146     Frühester~Zeitpunkt,~zu~dem~Ereignis~ $i$ ~eintreten~kann
1147     .
1148   }
1149 }

```

\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. _____

```

1150 \def\bCpmSpaetErklaerung{
1151   \bParagraphMitLinien{
1152     Wir~führen~eine~Rückwärtsterminierung~durch~
1153     und~subtrahieren~die~Dauern~vom~letzten~Ereignis~aus.~
1154
1155     Kann~ein~Ereignis~über~mehrere~Vorgänge~erreicht~
1156     werden,~wählen~wir~das~Minimum~aus.~
1157
1158     \textbf{Erläuterungen:}~
1159
1160      $i$ :~
1161     Ereignis~ $i$ ;~\,
1162
1163     \bCpmSpaetI{}:~
1164     Spätester~Zeitpunkt,~zu~dem~Ereignis~ $i$ ~eintreten~kann
1165     .
1166   }
1167 }

```

```

1168 \ExplSyntaxOff

```

```

1169

```

cyk-algorithmus.sty

```
1170 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1171 \ProvidesPackage{bschlangaul-cyk-algorithmus}[2021/06/18 Hilfsmakros
1172 zum Setzen des CYK-Algorithmus]
```

Faulenzer

```
\let\l=\liKurzeTabellenLinie
```

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`

```
1173 \def\bKurzeTabellenLinie#1{\\cline{1-#1}}
```

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

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

```
1174 \NewDocumentCommand{ \bWortInSprache } { m O{L(G)} } {
1175   \bigskip
1176   \noindent
1177    $\Rightarrow$  #1 \in #2$
1178 }
```

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

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

```
1179 \NewDocumentCommand{ \bWortNichtInSprache } { m O{L(G)} } {
1180   \bigskip
1181   \noindent
1182    $\Rightarrow$  #1 \notin #2$
1183 }
```

```
1184
```

entwurfsmuster.sty

```
1185 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1186 \ProvidesPackage{bschlangaul-entwurfsmuster}[2021/05/06]
1187 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

```
1188 \RequirePackage{bschlangaul-uml}
```

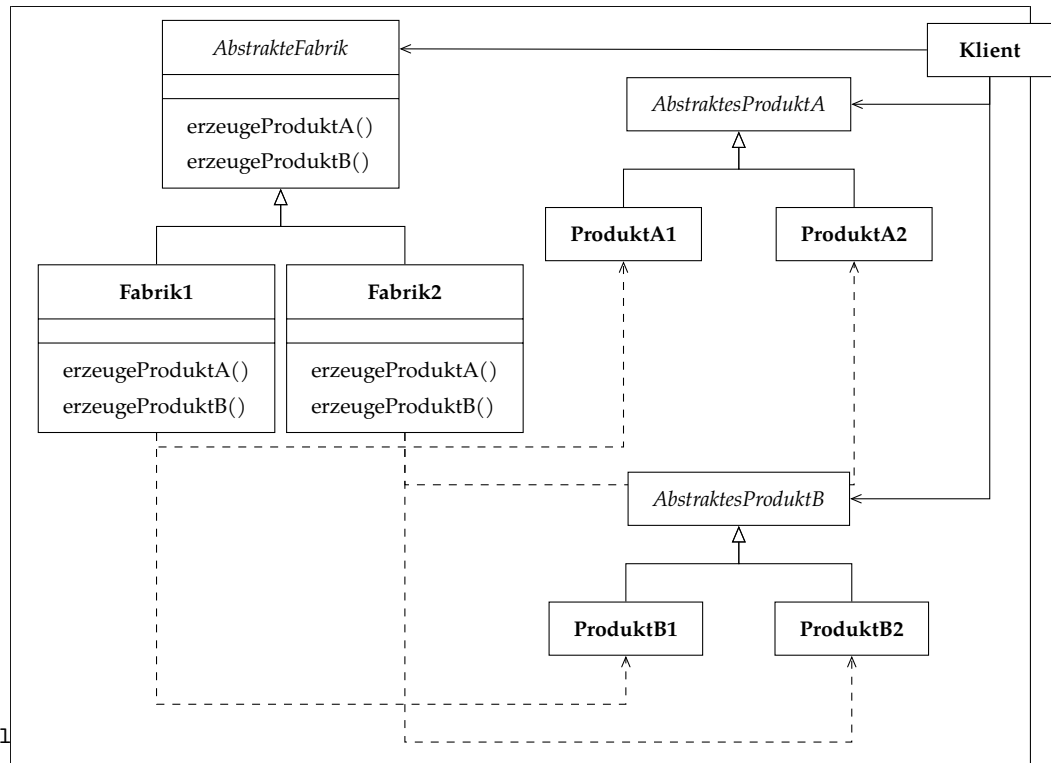
\li@EntwurfsCodeAllgemein Allgemeine Code-Beispiele zu den UML-Diagrammen und Stellvertretern

```
1189 \RequirePackage{bschlangaul-syntax}
1190 \def\li@EntwurfsCode#1#2{
1191   \bJavaDatei{entwurfsmuster/#1/allgemein/#2}
1192 }
```

Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)

sAbstrakteFabrikBeschreibung

```
1193 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung{
1194   Es wird eine Schnittstelle bereitgestellt, um \emph{Familien
1195   verbundener oder abhängiger Objekte} zu erstellen, ohne die konkreten
1196   Klassen zu spezifizieren.\footcite[Seite 25]{eilebrecht}
1197 }
```



\bEntwurfsAbstrakteFabrikUml

```

1198 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrikUml{
1199   \begin{tikzpicture}
1200     \umlcass[type=abstract]{AbstrakteFabrik}{-}{-}{
1201       erzeugeProduktA()\|
1202       erzeugeProduktB()\|
1203     }
1204     \umlcass[below left=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik1}{-}{-}{
1205       erzeugeProduktA()\|
1206       erzeugeProduktB()\|
1207     }
1208     \umlcass[below right=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik2}{-}{-}{
1209       erzeugeProduktA()\|
1210       erzeugeProduktB()\|
1211     }
1212     \umlVHVinherit{Fabrik1}{AbstrakteFabrik}
1213     \umlVHVinherit{Fabrik2}{AbstrakteFabrik}
1214
1215     \umlsimpleclass[right=3cm of AbstrakteFabrik,type=abstract]{AbstraktesProduktA}
1216     \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA1}
1217     \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA2}
1218     \umlVHVinherit{ProduktA1}{AbstraktesProduktA}
1219     \umlVHVinherit{ProduktA2}{AbstraktesProduktA}
1220
1221     \umlsimpleclass[above right=0cm and 1cm of AbstraktesProduktA]{Klient}
1222
1223     \umlsimpleclass[below=4.5cm of AbstraktesProduktA,type=abstract]{AbstraktesProduktB}
1224     \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB1}
1225     \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB2}
1226     \umlVHVinherit{ProduktB1}{AbstraktesProduktB}
1227     \umlVHVinherit{ProduktB2}{AbstraktesProduktB}
1228
1229     \umlVHVdep[arm1=-1.3cm,arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktA1}
1230     \umlVHVdep[arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktB1}
1231
1232     \umlVHVdep[arm1=-1.8cm,arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktA2}
1233     \umlVHVdep[arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktB2}
1234

```

```

1235 \umluniassoc[anchor2=25]{Klient}{AbstrakteFabrik}
1236 \umlVHuniassoc[arm1=-1cm]{Klient}{AbstraktesProduktA}
1237 \umlVHuniassoc{Klient}{AbstraktesProduktB}
1238 \end{tikzpicture}
1239 }

```

bEntwurfsAbstrakteFabrikCode

```

1240 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrikCode{
1241 \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Produkte}
1242 \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{AbstrakteFabrik}
1243 \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Klient}
1244 }

```

\bEntwurfsAbstrakteFabrik

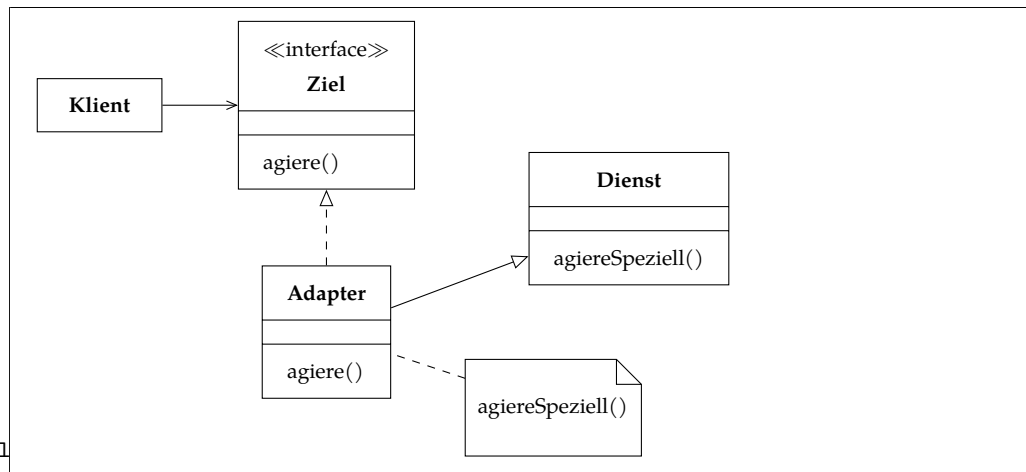
```

1245 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrik{
1246 \bEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung
1247
1248 \bEntwurfsAbstrakteFabrikUml
1249
1250 \bEntwurfsAbstrakteFabrikCode
1251 }

```

Adapter

\bEntwurfsAdapterUml



```

1252 \def\bEntwurfsAdapterUml{
1253 \begin{tikzpicture}
1254 \umlsimpleclass[x=1,y=3]{Klient}{}{}
1255 \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Ziel}{}{agiere()}
1256 \umlclass[x=4,y=0]{Adapter}{}{agiere()}
1257 \umlclass[x=8,y=1.5]{Dienst}{}{agiereSpeziell()}
1258
1259 \umlreal{Adapter}{Ziel}
1260 \umluniassoc{Klient}{Ziel}
1261 \umlinherit{Adapter}{Dienst}
1262
1263 \umlnote[x=7,y=-1,width=2cm]{Adapter}{agiereSpeziell()}
1264 \end{tikzpicture}
1265 \footcite[so ähnlich wie GoF]{wiki:adapter}
1266 }

```

\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.

```

1267 \def\bEntwurfsAdapterAkteure{
1268   \begin{description}
1269
1270     \item[Ziel (Target)]
1271
1272     Das Ziel definiert die Schnittstelle, die der Klient nutzen kann.
1273
1274     \item[Klient (Client)]
1275
1276     Der Klient nutzt Dienste über inkompatible Schnittstellen und greift
1277     dabei auf adaptierte Schnittstellen zurück.
1278
1279     \item[Dienst (Adaptee)]
1280
1281     Der Dienst bietet wiederzuverwendende Dienstleistungen mit fest
1282     definierter Schnittstelle an.
1283
1284     \item[Adapter]
1285
1286     Der Adapter adaptiert die Schnittstelle des Dienstes auf die
1287     Schnittstelle zum Klienten.\footcite{wiki:adapter}
1288
1289   \end{description}
1290 }

```

\bEntwurfsAdapterCode

```

1291 \def\bEntwurfsAdapterCode{
1292   \li@EntwurfsCode{adapter}{Dienst}
1293   \li@EntwurfsCode{adapter}{Ziel}
1294   \li@EntwurfsCode{adapter}{Adapter}
1295   \li@EntwurfsCode{adapter}{Klient}
1296 }

```

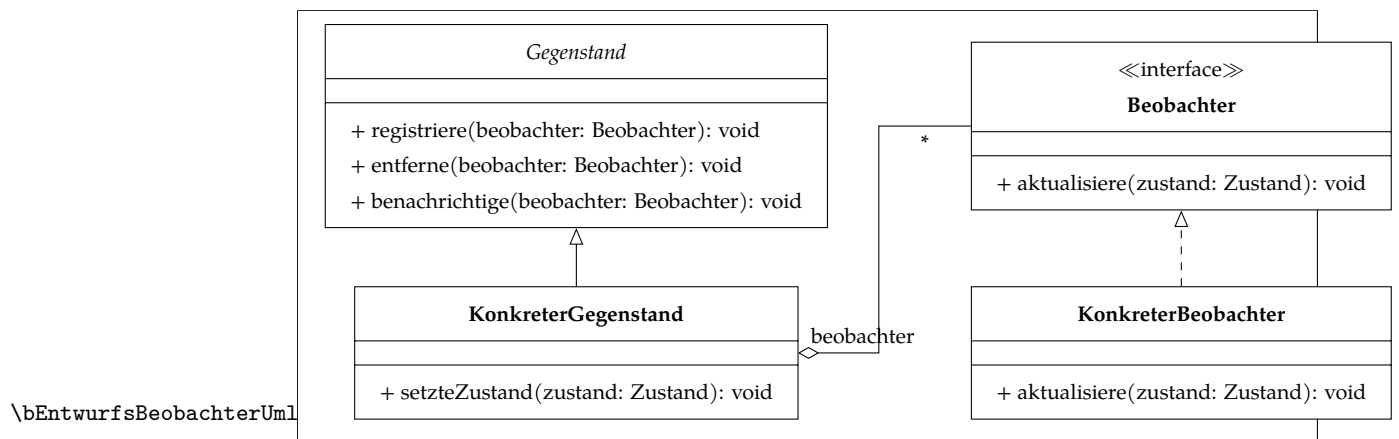
\bEntwurfsAdapter

```

1297 \def\bEntwurfsAdapter{
1298   \bEntwurfsAdapterUml
1299   \bEntwurfsAdapterAkteure
1300   \bEntwurfsAdapterCode
1301 }

```

Beobachter (Observer)



```

1302 \def\bEntwurfsBeobachterUml{

```



```

1303 \begin{tikzpicture}
1304   \umlclass[x=0,y=0,type=abstract]{Gegenstand}{-}{-}{
1305     + registriere(beobachter: Beobachter): void\\
1306     + entferne(beobachter: Beobachter): void\\
1307     + benachrichtige(beobachter: Beobachter): void\\
1308   }
1309   \umlclass[x=0,y=-3]{KonkreterGegenstand}{-}{-}{
1310     + setzeZustand(zustand: Zustand): void
1311   }
1312   \umlinherit{KonkreterGegenstand}{Gegenstand}
1313
1314   \umlclass[x=8,y=0,type=interface]{Beobachter}{-}{-}{
1315     + aktualisiere(zustand: Zustand): void
1316   }
1317   \umlclass[x=8,y=-3]{KonkreterBeobachter}{-}{-}{
1318     + aktualisiere(zustand: Zustand): void
1319   }
1320   \umlreal{KonkreterBeobachter}{Beobachter}
1321
1322   \umlHVHaggreg[arg1=beobachter,pos1=0.8,mult2=*,pos2=2.5]
1323   {KonkreterGegenstand}{Beobachter}
1324 \end{tikzpicture}
1325 }

```

\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.

```

1326 \def\bEntwurfsBeobachterAkteure{
1327   \begin{description}
1328     \item[Gegenstand / Subjekt (Subject / Observable)]
1329
1330     Ein Subjekt (beobachtbares Objekt, auf Englisch publisher, also
1331     „Veröffentlicher“, genannt) hat eine Liste von Beobachtern, ohne
1332     deren konkrete Typen zu kennen. Es bietet eine Schnittstelle zur An-
1333     und Abmeldung von Beobachtern und eine Schnittstelle zur
1334     Benachrichtigung von Beobachtern über Änderungen an.\footcite[Seite
1335     251]{gof}
1336
1337     \item[Beobachter (Observer)]
1338
1339     Die Beobachter (auf Englisch auch subscriber, also „Abonnent“,
1340     genannt) definieren eine Aktualisierungsschnittstelle.
1341
1342     \item[konkreter/s Gegenstand / Subjekt (ConcreteSubject / ConcreteObservable)]
1343

```

```

1344 Ein konkretes Subjekt (konkretes, beobachtbares Objekt) speichert
1345 den relevanten Zustand und benachrichtigt alle Beobachter bei
1346 Zustandsänderungen über deren Aktualisierungsschnittstelle. Es
1347 verfügt über eine Schnittstelle zur Erfragung des aktuellen
1348 Zustands.
1349
1350 \item[Konkrete Beobachter (ConcreteObserver)]
1351
1352 Konkrete Beobachter verwalten die Referenz auf ein konkretes
1353 Subjekt, dessen Zustand sie beobachten und speichern und dessen
1354 Zustand konsistent ist. Sie implementieren eine
1355 Aktualisierungsschnittstelle unter Verwendung der
1356 Abfrageschnittstelle des konkreten Subjekts.
1357 \footcite{wiki:beobachter}
1358 \end{description}
1359 }

```

\bEntwurfsBeobachterCode

```

1360 \def\bEntwurfsBeobachterCode{
1361   \li@EntwurfsCode{beobachter}{Gegenstand}
1362   \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterGegenstand}
1363   \li@EntwurfsCode{beobachter}{Beobachter}
1364   \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterA}
1365   \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterB}
1366   \li@EntwurfsCode{beobachter}{Klient}
1367 }

```

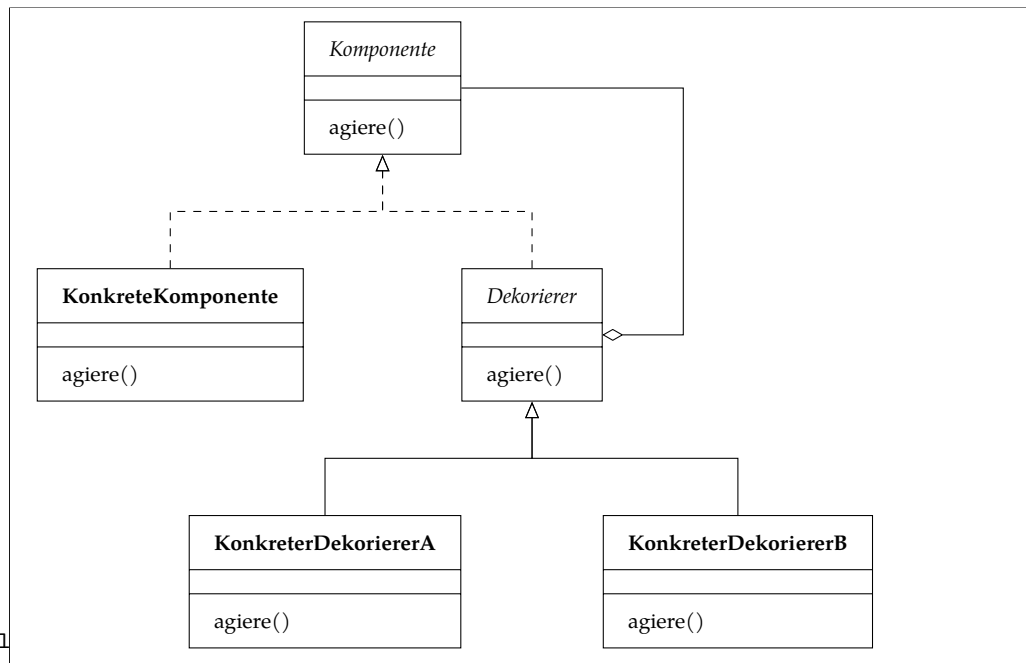
\bEntwurfsBeobachter

```

1368 \def\bEntwurfsBeobachter{
1369   \bEntwurfsBeobachterUml
1370   \bEntwurfsBeobachterAkteure
1371   \bEntwurfsBeobachterCode
1372 }

```

Dekorierer (Decorator)



\bEntwurfsDekoriererUml

```

1373 \def\bEntwurfsDekoriererUml{
1374   \begin{tikzpicture}
1375     \umlclass[type=abstract]{Komponente}{{}{agiere()}}
1376     \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Komponente]{KonkreteKomponente}{{}{agiere()}}

```

```

1377 \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Komponente,type=abstract]{Dekorierer}{-}{agiere()}
1378
1379 \umlVHVreal{KonkreteKomponente}{Komponente}
1380 \umlVHVreal{Dekorierer}{Komponente}
1381
1382 \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererA}{-}{agiere()}
1383 \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererB}{-}{agiere()}
1384
1385 \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererA}{Dekorierer}
1386 \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererB}{Dekorierer}
1387
1388 \umlHVHaggreg[arm1=2cm]{Dekorierer}{Komponente}
1389 \footcite{wiki:dekorierer}
1390 \end{tikzpicture}
1391 }

```

\bEntwurfsDekoriererCode

```

1392 \def\bEntwurfsDekoriererCode{
1393 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Komponente}
1394 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreteKomponente}
1395 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Dekorierer}
1396 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererA}
1397 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererB}
1398 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Klient}
1399 }

```

\bEntwurfsDekorierer

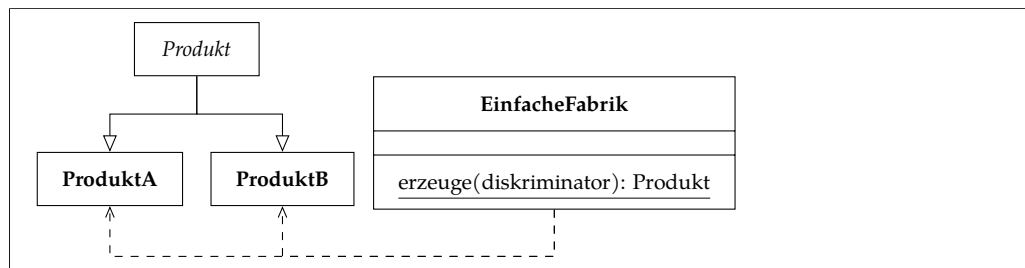
```

1400 \def\bEntwurfsDekorierer{
1401 \bEntwurfsDekoriererUml
1402 \bEntwurfsDekoriererAkteure
1403 \bEntwurfsDekoriererCode
1404 }

```

Einfache Fabrik (Simple Factory)

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



```

1405 \def\bEntwurfsEinfacheFabrikUml{
1406 \begin{tikzpicture}
1407 \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
1408 \umlsimpleclass[below left=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktA}
1409 \umlsimpleclass[below right=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktB}
1410 \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktA}
1411 \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktB}
1412 \umlclass[below right=0cm and 1.5cm of Produkt]{EinfacheFabrik}{
1413 }{
1414 \umlstatic{erzeuge(diskriminator): Produkt}\\
1415 }
1416 \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktA}
1417 \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktB}
1418 \end{tikzpicture}
1419 }

```

\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.

```

1420 \def\bEntwurfsEinfacheFabrikAkteure{
1421   \begin{description}
1422     \item[EinfacheFabrik]
1423
1424     Eine Klasse mit einer Erzeugungsmethode, die über eine größere
1425     Bedingung verschiedene Objekt instanziert.
1426
1427     \item[Produkt]
1428
1429     Eine abstrakte Klasse, die von den konkreten Produkten geerbt wird.
1430
1431     \item[KonkretesProdukt]
1432
1433     Ein konkretes Produkt, das von der einfachen Fabrik erzeugt wird.
1434   \end{description}
1435 }

```

\bEntwurfsEinfacheFabrik

```

1436 \def\bEntwurfsEinfacheFabrik{
1437   \bEntwurfsEinfacheFabrikUml
1438   \bEntwurfsEinfacheFabrikAkteure
1439 }

```

Einzelstück (Singleton)

urfsEinzelstueckBeschreibung

```

1440 \def\bEntwurfsEinzelstueckBeschreibung{
1441   Stellt sicher, dass nur \emph{genau eine Instanz einer Klasse} erzeugt
1442   wird.\footcite[Seite 38]{eilebrecht}
1443 }
1444

```

\bEntwurfsEinzelstueckUml Quelle nach der deutschen Wikipedia

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

```

1445 \def\bEntwurfsEinzelstueckUml{
1446   \begin{tikzpicture}
1447     \umlclass{Einzelstück}{
1448       \umlstatic{- instanz: Einzelstück}\\
1449     }{
1450       - Einzelstück()\\
1451       + gibInstanz(): Einzelstück
1452     }
1453   \end{tikzpicture}
1454 }

```

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.

```

1455 \def\bEntwurfsEinzelstueckAkteure{
1456   \begin{description}
1457     \item[Einzelstück (Singleton)]
1458
1459     stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten
1460     nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.
1461   \end{description}
1462 }

```

\bEntwurfsEinzelstueckCode

```

1463 \def\bEntwurfsEinzelstueckCode{
1464   \li@EntwurfsCode{einzelstueck}{Einzelstueck}
1465 }

```

\bEntwurfsEinzelstueck

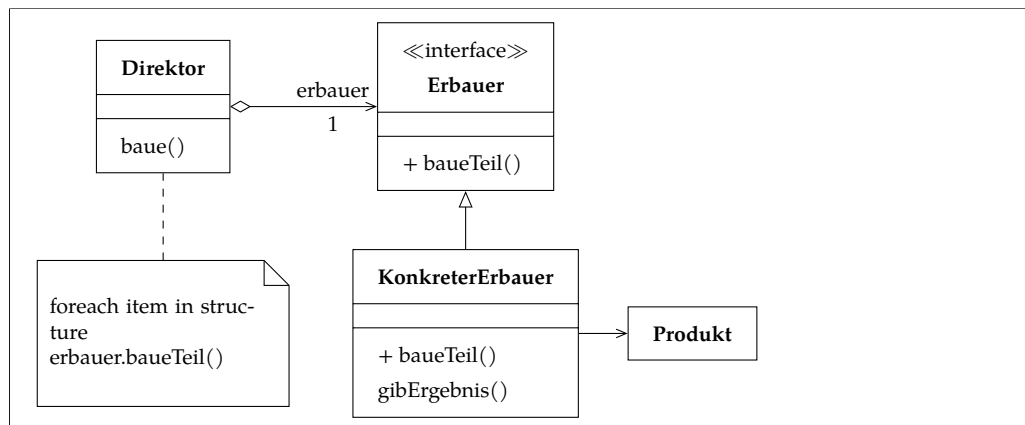
```

1466 \def\bEntwurfsEinzelstueck{
1467   \bEntwurfsEinzelstueckBeschreibung
1468
1469   \bEntwurfsEinzelstueckUml
1470
1471   \bEntwurfsEinzelstueckAkteure
1472
1473   \bEntwurfsEinzelstueckCode
1474 }

```

Erbauer (Builder)

\bEntwurfsErbauerUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

1475 \def\bEntwurfsErbauerUml{
1476   \begin{tikzpicture}
1477     \umlsimpleclass[x=7,y=0]{Produkt}{}{}
1478     \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Erbauer}{}{+ baueTeil()}
1479     \umlclass[x=4,y=0]{KonkreterErbauer}{}{
1480       + baueTeil()\n
1481       gibErgebnis()}
1482     \umlclass[x=0,y=3]{Direktor}{}{baue()}
1483
1484     \umluniagg[arg2=erbauer,pos2=0.7,mult2=1]{Direktor}{Erbauer}
1485     \umluniassoc{KonkreterErbauer}{Produkt}
1486     \umlinherit{KonkreterErbauer}{Erbauer}
1487
1488     \umlnote[x=0,y=0,width=3cm]{Direktor}{
1489       foreach item in structure\n
1490       erbauer.baueTeil()

```

```

1491 }
1492 \end{tikzpicture}
1493 \footcite{wiki:erbauer}
1494 }

```

\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.

```

1495 \def\bEntwurfsErbauerAkteure{
1496   \begin{description}
1497     \item[Erbauer]
1498
1499     Der Erbauer spezifiziert eine abstrakte Schnittstelle zur Erzeugung der
1500     Teile eines komplexen Objektes.
1501
1502     \item[KonkreterErbauer]
1503
1504     Der konkrete Erbauer erzeugt die Teile des komplexen Objekts durch
1505     Implementierung der Schnittstelle. Außerdem definiert und verwaltet er
1506     die von ihm erzeugte Repräsentation des Produkts. Er bietet auch eine
1507     Schnittstelle zum Auslesen des Produkts.
1508
1509     \item[Direktor]
1510
1511     Der Direktor konstruiert ein komplexes Objekt unter Verwendung der
1512     Schnittstelle des Erbauers. Der Direktor arbeitet eng mit dem Erbauer
1513     zusammen: Er weiß, welche Baureihenfolge der Erbauer verträgt oder
1514     benötigt. Der Direktor entkoppelt somit den Konstruktionsablauf vom
1515     Klienten.
1516
1517     \item[Produkt]
1518
1519     Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.
1520     \footcite{wiki:erbauer}
1521   \end{description}
1522 }

```

\bEntwurfsErbauer

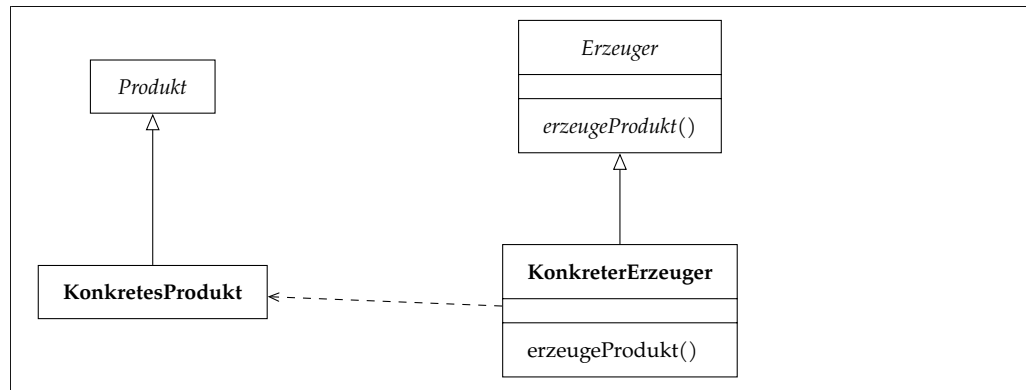
```

1523 \def\bEntwurfsErbauer{
1524   \bEntwurfsErbauerUml
1525   \bEntwurfsErbauerAkteure
1526 }

```

Fabrikmethode (Factory Method)

\bEntwurfsFabrikmethodeUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

1527 \def\bEntwurfsFabrikmethodeUml{
1528   \begin{tikzpicture}
1529     \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
1530     \umlsimpleclass[below=2cm of Produkt]{KonkretesProdukt}
1531     \umlinherit{KonkretesProdukt}{Produkt}
1532
1533     \umlclass[type=abstract,right=4cm of Produkt]{Erzeuger}{\{
1534       \textit{erzeugeProdukt()}\}
1535     }
1536     \umlclass[below=1.2cm of Erzeuger]{KonkreterErzeuger}{\{
1537       erzeugeProdukt()
1538     }
1539     \umlinherit{KonkreterErzeuger}{Erzeuger}
1540
1541     \umldep{KonkreterErzeuger}{KonkretesProdukt}
1542   \end{tikzpicture}
1543 }

```

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).

```

1544 \def\bEntwurfsFabrikmethodeAkteure{
1545   \begin{description}
1546     \item[Produkt]
1547
1548     Das Produkt ist der Basistyp (Klasse oder Schnittstelle) für das
1549     zu erzeugende Produkt.
1550
1551     \item[KonkretesProdukt]
1552
1553     KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.
1554
1555     \item[Erzeuger]
1556
1557     Der Erzeuger deklariert die Fabrikmethode, um ein solches Produkt
1558     zu erzeugen und kann eine Default-Implementierung beinhalten.
1559
1560     \item[KonkreterErzeuger]
1561

```

```

1562     KonkreterErzeuger überschreibt die Fabrikmethode, um die ihm
1563     entsprechenden konkreten Produkte zu erzeugen (z. B. indem er den
1564     Konstruktor einer konkreten Produkt-Klasse aufruft).
1565
1566     \footcite{wiki:fabrikmethode}
1567 \end{description}
1568 }

```

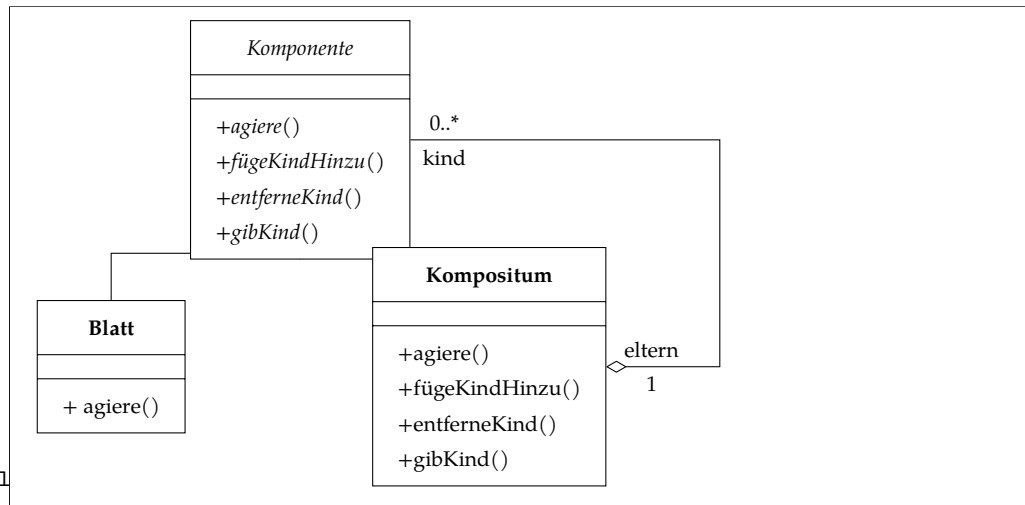
\bEntwurfsFabrikmethode

```

1569 \def\bEntwurfsFabrikmethode{
1570   \bEntwurfsFabrikmethodeUml
1571   \bEntwurfsFabrikmethodeAkteure
1572 }

```

Kompositum (Composite)



\bEntwurfsKompositumUml

```

1573 \def\bEntwurfsKompositumUml{
1574   \begin{tikzpicture}
1575     \umlclass[x=2.5,y=3,type=abstract]{Komponente}{}{
1576       \textit{+agiere()}\
1577       \textit{+fügeKindHinzu()}\
1578       \textit{+entferneKind()}\
1579       \textit{+gibKind()}
1580     }
1581     \umlclass[x=0]{Blatt}{}{+ agiere()}
1582     \umlclass[x=5]{Kompositum}{}{
1583       +agiere()\
1584       +fügeKindHinzu()\
1585       +entferneKind()\
1586       +gibKind()
1587     }
1588
1589     \umlVHVinherit{Kompositum}{Komponente}
1590     \umlVHVinherit{Blatt}{Komponente}
1591     \umlHVVHagg[anchor1=east,arm1=1.5cm,arg1=eltern,mult1=1,arg2=kind,mult2=0..*,pos2=2.9,p
1592   \end{tikzpicture}
1593 }

```

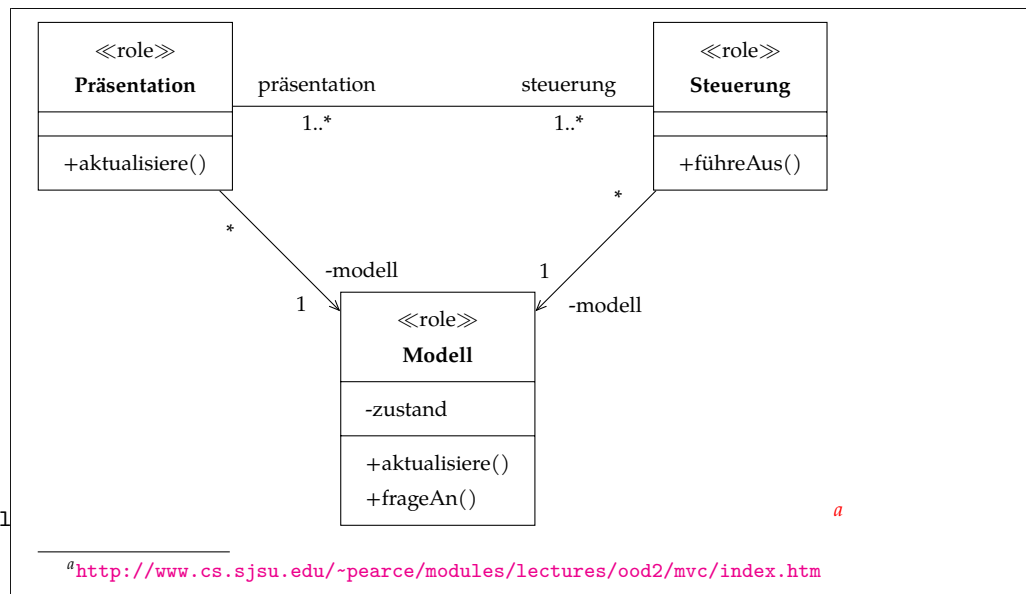
\bEntwurfsFabrikmethode

```

1594 \def\bEntwurfsKompositum{
1595   \bEntwurfsKompositumUml
1596   \bEntwurfsKompositumAkteure
1597 }

```

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



```

1598 \def\bEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml{
1599   \begin{tikzpicture}
1600     \umlclass[x=-4cm,type=role]{Präsentation}{{+aktualisiere()}}
1601     \umlclass[x=4cm,type=role]{Steuerung}{{+führeAus()}}
1602     \umlclass[y=-4cm,type=role]{Modell}{
1603       -zustand
1604     }{
1605       +aktualisiere()\\
1606       +frageAn()
1607     }
1608
1609     \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Präsentation}{Modell}
1610     \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Steuerung}{Modell}
1611     \umlassoc[arg1=präsentation,mult1=1..*,arg2=steuerung,mult2=1..*]{Präsentation}{Steuerung}
1612   \end{tikzpicture}
1613   \bFussnoteUrl{http://www.cs.sjsu.edu/~pearce/modules/lectures/ood2/mvc/index.htm}
1614 }

```

ModellPraesentationSteuerung

```

1615 \def\bEntwurfs{
1616   \bEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml
1617   \bEntwurfsModellPraesentationSteuerungAkteure
1618 }

```

Stellvertreter (Proxy)

\bEntwurfsStellvertreterUml

```

1619 \def\bEntwurfsStellvertreterUml{
1620   \begin{tikzpicture}
1621     \umlsimpleclass[x=-1,y=2]{Klient}
1622
1623     \umlclass[x=2,y=2]{Subjekt}{{+ agiere()}}
1624     \umlclass[x=0,y=-1]{KonkretesSubjekt}{{+ agiere()}}
1625     \umlclass[x=4,y=-1]{Stellvertreter}{{+ agiere()}}
1626
1627     \umlVHvinherit{KonkretesSubjekt}{Subjekt}
1628     \umlVHvinherit{Stellvertreter}{Subjekt}
1629     \umluniassoc{Stellvertreter}{KonkretesSubjekt}
1630     \umluniassoc{Klient}{Subjekt}
1631   \end{tikzpicture}
1632 }

```

\bEntwurfsStellvertreterCode

```

1633 \def\bEntwurfsStellvertreterCode{
1634   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Subjekt}
1635   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{KonkretesSubjekt}
1636   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Stellvertreter}
1637   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Klient}
1638 }

```

\bEntwurfsStellvertreter

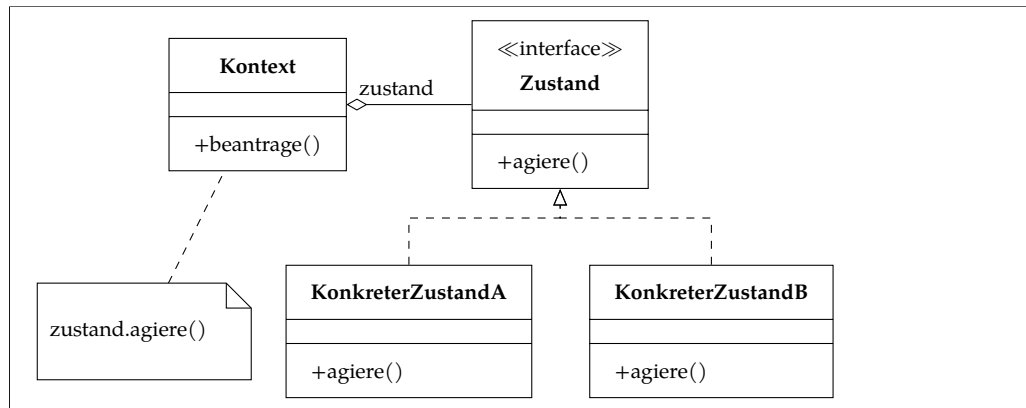
```

1639 \def\bEntwurfsStellvertreter{
1640   \bEntwurfsStellvertreterUml
1641   \bEntwurfsStellvertreterCode
1642 }

```

Zustand (State)

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



```

1643 \def\bEntwurfsZustandUml{
1644   \begin{tikzpicture}
1645     \umlclass[x=-1,y=3]{Kontext}{+beantrage()}
1646     \umlclass[x=3,y=3,type=interface]{Zustand}{+agiere()}
1647     \umlclass[x=1,y=0]{KonkreterZustandA}{+agiere()}
1648     \umlclass[x=5,y=0]{KonkreterZustandB}{+agiere()}
1649
1650     \umlVHVreal{KonkreterZustandA}{Zustand}
1651     \umlVHVreal{KonkreterZustandB}{Zustand}
1652
1653     \umlagg[arg=zustand,pos=0.4]{Kontext}{Zustand}
1654
1655     \umlnote[x=-2.5,y=0,width=2.5cm]{Kontext}{zustand.agiere()}
1656   \end{tikzpicture}
1657 }

```

\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.

```

1658 \def\bEntwurfsZustandAkteure{
1659   \begin{description}
1660     \item[Kontext (Context)]
1661
1662     definiert die clientseitige Schnittstelle und verwaltet die separaten

```

```

1663 Zustandsklassen.
1664
1665 \item[State (Zustand)]
1666
1667 definiert eine einheitliche Schnittstelle aller Zustandsobjekte und
1668 implementiert gegebenenfalls ein Standardverhalten.
1669
1670 \item[KontreterZustand (ConcreteState)]
1671
1672 implementiert das Verhalten, das mit dem Zustand des Kontextobjektes
1673 verbunden ist.
1674 \end{description}
1675 }

```

\bEntwurfsZustandCode

```

1676 \def\bEntwurfsZustandCode{
1677 \li@EntwurfsCode{zustand}-{Kontext}
1678 \li@EntwurfsCode{zustand}-{Zustand}
1679 }

```

\bEntwurfsZustand

```

1680 \def\bEntwurfsZustand{
1681 \bEntwurfsZustandUml
1682 \bEntwurfsZustandAkteure
1683 \bEntwurfsZustandCode
1684 }

```

1685

er.sty

```
1686 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1687 \ProvidesPackage{bschlangaul-er}[2020/06/13 Zum Setzen von
1688 ER-Diagrammen]
1689 \RequirePackage{tikz-er2}
1690 \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);
```

```

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

```

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

```

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

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

```

```
1691 \RequirePackage{soul}
```

```
1692 \RequirePackage{fontawesome}
```

Faulenzer

```

\let\l= \liErMpAttribute
\let\l= \liErDatenbankName
\let\l= \liErMpEntity
\let\l= \liErMpRelationship

```

```
1693 \ExplSyntaxOn
```

```
\bErEntity
```

```
1694 \def\bErEntity#1{\textbf{#1}}
```

```
\bErRelationship
```

```
1695 \def\bErRelationship#1{\ul{#1}}
```

```
\bErAttribute
```

```
1696 \def\bErAttribute#1{\emph{#1}}
```

```
\bErMpEntity
```

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

```

1697 \def\bErMpEntity#1{
1698   \bErEntity{#1}
1699   \marginpar{
1700     \bErEntity{\tiny\faSquareO{}}~E:~#1}
1701   }
1702 }

```

□

```
\bErMpRelationship
```

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

```

1703 \def\bErMpRelationship#1{
1704   \bErRelationship{#1}
1705   \marginpar{
1706     \bErRelationship{\tiny\faGg{}}~R:~#1}
1707   }
1708 }

```

```
\bErMpAttribute
```

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

```

1709 \def\bErMpAttribute#1{
1710   \bErAttribute{#1}
1711   \marginpar{
1712     \bErAttribute{\tiny\faCircleThin{}}~A:~#1}
1713   }
1714 }

```

```
\bErDatenbankName Makro-Faulenzer: \let\d=\liErDatenbankName
                  datenbank name
1715 \def\bErDatenbankName#1{
1716   {
1717     \footnotesize\texttt{(#1)}
1718   }
1719 }

1720 \ExplSyntaxOff
1721
```

formale-sprachen.sty

```
1722 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1723 \ProvidesPackage{bschlangaul-formale-sprachen}[2021/02/21 Hilfsmakros
1724 zum Setzen von mathematischen Formeln bei dem Thema Formale Sprachen]
```

```
1725 \directlua{
1726   formale_sprachen = require('bschlangaul-formale-sprachen')
1727 }
```

```
1728 \RequirePackage{hyperref}
```

```
1729 \bLadePakete{mathe,typographie}
```

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

```
1730 \def\bMengeOhneMathe#1{\{ #1 \}}
1731 \def\bMenge#1{%
1732   \ifmmode%
1733     \bMengeOhneMathe{#1}%
1734   \else%
1735     $\bMengeOhneMathe{#1}$%
1736   \fi%
1737 }
```

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

```
1738 \def\bEpsilon{$\varepsilon$}
```

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

```
1739 \def\erzeuge@tiefgestellt#1{\directlua{formale_sprachen.erzeuge_tiefgestellt('#1')}}
1740 \def\bPotenzmengeOhneMathe#1{\{ \erzeuge@tiefgestellt{#1} \}}
1741 \def\bPotenzmenge#1{$\bPotenzmengeOhneMathe{#1}$}
```

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

```
1742 \let\bZustandsmengeOhneMathe=\bPotenzmengeOhneMathe
1743 \let\bZustandsmenge=\bPotenzmenge
```

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

```
1744 \def\bUeberfuehrungsFunktionOhneMathe#1{\delta(\erzeuge@tiefgestellt{#1})}
1745 \def\bUeberfuehrungsFunktion#1{
1746   \ifmmode
1747     \bUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}
1748   \else
1749     $\bUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}$
1750   \fi
1751 }
```

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

```
1752 \def\bAlphabet#1{$\Sigma = \{ #1 \}$}
```

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

```
1753 \def\bBandAlphabet#1{$\Gamma = \Sigma \cup \{ #1 \}$}
```

```
\bZustandsBuchstabe
```

```
1754 \def\bZustandsBuchstabe{z}
```

```
\bZustandsBuchstabeGross
```

```
1755 \def\bZustandsBuchstabeGross{Z}
```

```

\bZustandsmengeNr
1756 \def\zustandsnamens@liste#1#2{
1757   $
1758   \{
1759       \directlua{formale_sprachen.erzeuge_zustandsnamens_liste('#1', '#2')}
1760   \}
1761   $
1762 }
1763 \def\bZustandsmengeNr#1{\zustandsnamens@liste{\bZustandsBuchstabe}{#1}}

\bZustandsmengeNrGross
1764 \def\bZustandsmengeNrGross#1{\zustandsnamens@liste{\bZustandsBuchstabeGross}{#1}}

\bZustandsname \bZustandsname{1}: $z_1$
1765 \def\bZustandsname#1{\$ \bZustandsBuchstabe_#1$}

\bZustandsnameGross \bZustandsnameGross{1}: $Z_1$
1766 \def\bZustandsnameGross#1{\$ \bZustandsBuchstabeGross_#1$}

\bAbleitung \bAbleitung{S -> aB -> ab}:  $S \vdash aB \vdash ab$ 
1767 \def\bAbleitung#1{\$ \directlua{formale_sprachen.formatiere_ableitung('#1')}$}

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

1768 \NewDocumentEnvironment { liProduktionsRegeln }
1769 { 0{P} +b }
1770 {
1771     \bGeschweifteKlammern{#1}
1772     {
1773         \begin{align*}
1774             \directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#2')}
1775         \end{align*}
1776     }{-0.2cm}{-1.5cm}
1777 } {}

\bProduktionen \bProduktionen{S -> A, A -> a}:  $\{S \rightarrow A, A \rightarrow a\}$ 
1778 \def\bProduktionen#1{
1779     \bMenge{\directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#1', true)}}
1780 }

\bZustandsnameTiefgestellt Automatisch tiefgestellte Nummerierung \z1
Makro-Faulenzer: \let\z=\liZustandsnameTiefgestellt
1781 \def\bZustandsnameTiefgestellt#1{
1782     \ifmmode
1783         \bZustandsBuchstabe\sb{#1}
1784     \else
1785         \$\bZustandsBuchstabe\sb{#1}$
1786     \fi
1787 }

1788 \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}

```



```

1789 \NewDocumentCommand{ \bAusdruck } { 0{L} m m } {
1790   $
1791   \tl_if_empty:nTF {#1} {} {#1 =}
1792   \{
1793     \, #2 \,
1794     |
1795     \, #3 \,
1796   \}$
1797 }
1798 \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

1799 \def\bFlaci#1{%
1800   \par
1801   {%
1802     \scriptsize
1803     Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte
1804     Automaten, Compiler und Interpreter) Ein Projekt der Hochschule
1805     Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz:
1806     \href{https://flaci.com/#1}{flaci.com/#1}%
1807   }%
1808   \par
1809 }

\bGrammatik \bGrammatik[<grammtik-name>]{<variablen=V,alphabet=\Sigma,produktionen=P,start=S>}
          \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}:  $G = (V, \Sigma, P, X)$ 

1810 \ExplSyntaxOn
1811 \NewDocumentCommand {\bGrammatik} { 0{G} m } {
1812   \tl_set:Nn \l_variablen_tl {V}
1813   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
1814   \tl_set:Nn \l_produktionen_tl {P}
1815   \tl_set:Nn \l_start_tl {S}
1816
1817   \keys_define:nn { grammatik } {
1818     variablen .code:n = {\tl_set:Nn \l_variablen_tl {\bMenge{##1}}},
1819     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\bMenge{##1}}},
1820     produktionen .code:n = {\tl_set:Nn \l_produktionen_tl {\bProduktionen{##1}}},
1821     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
1822   }
1823
1824   \keys_set:nn { grammatik } { #2 }
1825
1826   $#1 = (
1827     \l_variablen_tl,
1828     \l_alphabet_tl,
1829     \l_produktionen_tl,
1830     \l_start_tl
1831   )$
1832 }
1833 \ExplSyntaxOff
1834

```

formatierung.sty

```
1835 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1836 \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.

```
1837 \RequirePackage{mathpazo}
1838 \RequirePackage[no-math]{fontspec}
1839 \setmainfont{texgyrepagella}
```

Farben

```
1840 \RequirePackage{xcolor}
1841 \definecolor{infogray}{rgb}{0.97,0.97,0.97}
```

Überschriften

```
1842 \RequirePackage{titlesec}
1843 \titleformat{\chapter}[display]{\bfseries}{-}{0pt}{\LARGE}
1844 \titlespacing{\chapter}{0pt}{0pt}{*1}
1845 \titleformat{\paragraph}[hang]{\normalsize\bfseries}{\theparagraph}{1em}{-}
1846 \setcounter{secnumdepth}{0}
```

Listen

```
1847 \RequirePackage{paralist}
1848 \renewcommand\labelitemi{-}
1849 \renewcommand\labelitemii{-}
1850 \renewcommand\labelitemiii{-}
1851 \renewcommand\labelitemiv{-}
1852 % Counter: enumi enumii enumiii enumiv
1853 % Styles: \arabic{counter} \alph{counter} \Alph{counter} \roman{counter} \Roman{counter}
1854 \renewcommand{\labelenumi}{(\alph{enumi})}
1855 \renewcommand{\labelenumii}{(\roman{enumii})}
```

Kasten

```
1856 \RequirePackage{mdframed}
```

liKasten

```
1857 \NewDocumentEnvironment { liKasten }{ } {
1858   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
1859 } {
1860   \end{mdframed}
1861 }
```

Header

```
1862 \RequirePackage{fancyhdr}
1863 \fancyhead[L,C,R]{}
1864 \fancyfoot[L]{}
1865 \fancyfoot[C]{}
1866 \fancyfoot[R]{\thepage}
1867 \pagestyle{fancy}
1868 \renewcommand{\headrulewidth}{0pt}
1869 \renewcommand{\footrulewidth}{0pt}
```

Zeilenabstände

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

```
1870 \RequirePackage{setspace}
```


gantt.sty

```

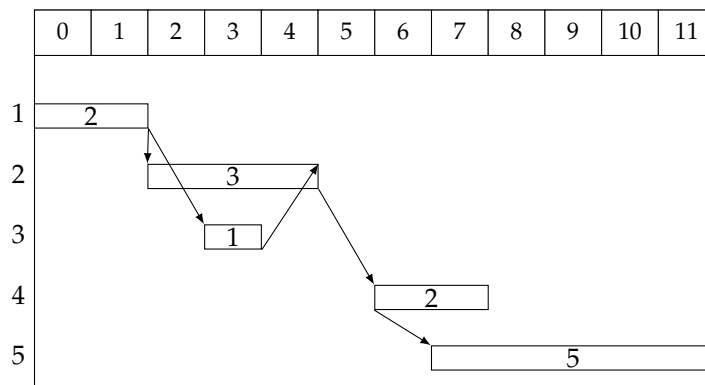
1872 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1873 \ProvidesPackage{bschlangaul-gantt}[2020/09/05]

\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}

```



```

1874 \RequirePackage{tikz-uml}
1875 \RequirePackage{pgfgantt}
1876 \setganttlinklabel{f-s}{}
1877 \setganttlinklabel{s-s}{}
1878 \setganttlinklabel{f-f}{}
1879 \setganttlinklabel{s-f}{}

1880

```

grafik.sty

```
1881 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1882 \ProvidesPackage{bschlangaul-grafik}[2020/12/27 Lädt das Paket
1883 TikZ, um Grafiken zeichnen zu können und graphicx um Bilder laden zu können.]

1884 \ExplSyntaxOn

1885 \RequirePackage{tikz}

1886 \RequirePackage{graphicx}

\bGrafikLogoPfad

1887 \def\bGrafikLogoPfad#1{
1888   \LehramtInformatikRepository / .tex / Logo / #1
1889 }

\bGrafikCCLizenz

1890 \NewDocumentCommand{ \bGrafikCCLizenz } { 0{} } {
1891   \includegraphics[#1]{
1892     \bGrafikLogoPfad{CC-by-nc-sa.eps}
1893   }
1894 }

\bGrafikLogo

1895 \NewDocumentCommand{ \bGrafikLogo } { 0{} } {
1896   \includegraphics[#1]{
1897     \bGrafikLogoPfad{Logo_nur-Pfade.eps}
1898   }
1899 }

1900 \ExplSyntaxOff

1901
```

graph.sty

```
1902 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1903 \ProvidesPackage{bschlangaul-graph}[2020/06/09]
1904 \RequirePackage{tikz}
```

Für die die Adjazenzliste (xrightarrow)

```
1905 \RequirePackage{amsmath}
```

Für Adjazenz-Matrix

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

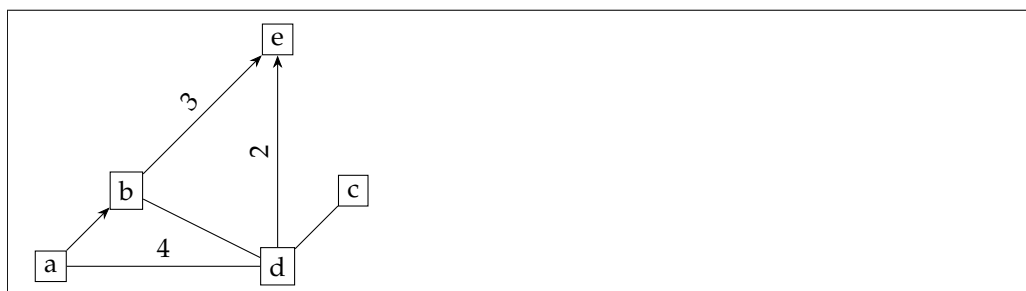
$$\begin{array}{c}
 a \quad b \quad c \quad d \quad e \\
 \begin{array}{c}
 a \\ b \\ c \\ d \\ e
 \end{array}
 \begin{pmatrix}
 0 & 1 & 0 & 4 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 3 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 4 & 1 & 1 & 0 & 2 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0
 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

```
1906 \RequirePackage{blkarray}
```

```
1907 \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}
```



```

1908 \tikzset{
1909   li graph/.style={
1910     every node/.style={
1911       rectangle,
1912       draw,
1913     },
1914     every edge/.style={
1915       >={Stealth[black]},
1916       draw,
1917     },
1918     every edge/.append style={
1919       every node/.style={
1920         sloped,
1921         auto,
1922       }
1923     }
1924   },
1925   li markierung/.style={
1926     ultra thick,
1927   }
1928 }

```

liGraphenFormat Dummy-Umgebung, zum Parsen durch Java gedacht.

```

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

```

```

1929 \NewDocumentEnvironment { liGraphenFormat }{ +b } {} {}

```

```

1930

```

hanoi.sty

```
1931 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1932 \ProvidesPackage{bschlangaul-hanoi}[2020/12/19 Paket zum Setzen
1933 von Hanoi-Grafiken]

    Quelle: https://kleinco.de/latex-snippets/7/tikz-towers-of-hanoi-illustration-for-lat
1934 \RequirePackage{tikz}
1935 \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}

1936 \def\li@mset #1[#2]=#3{%
1937 \expandafter\xdef\csname #1#2\endcsname{#3}
1938 }
1939 \def\li@mget #1[#2]{%
1940 \csname #1#2\endcsname
1941 }
1942 \def\li@minc #1[#2] += #3{%
1943 \pgfmathparse{\li@mget #1[#2] + #3}%
1944 \li@mset #1[#2] = \pgfmathresult
1945 }
1946
1947 \def\bHanoi#1#2{
1948   \edef\li@numdiscs{#1}
1949   \def\li@sequence{#2}
1950   \begin{tikzpicture}[line width=4mm,brown!40,line cap=round,xscale=3]
1951     % init colors
1952     \foreach[count=\j] \c in {red,green!80!black,blue,orange,violet,gray,yellow!80!black,purp
1953     \li@mset col[\j]={\c};
1954     % draw poles and init pole counters
1955     \foreach \j in {1,2,3}{
1956       \li@mset pos[\j]=0
1957       \draw (\j,-.5) -- +(0, .5 + .5*\li@numdiscs);
1958     }
1959     % draw base
1960     \draw (.5,-.5) -- +(3,0);
1961     % draw discs
1962     \foreach[count=\k] \i/\j in \li@sequence{
1963       \draw[draw={\li@mget col[\i]}] (\j,\li@mget pos[\j]) +(-.4*\i/\li@numdiscs,0) -- +(.4*
1964       \li@minc pos[\j] += {.5}
1965     }
1966   \end{tikzpicture}
1967 }

1968
```



```

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

1993\NewDocumentCommand{ \bPolynomiellReduzierbar } { m O{p} m } {
1994\begin{displaymath}
1995 \bProblemName{#1}
1996 \preceq_{#2}
1997 \bProblemName{#3}
1998\end{displaymath}
1999}

\bProblemVertexCover

2000\def\bProblemClique{%
2001Das \textbf{Cliquesproblem} fragt nach der Existenz einer Clique der
2002Mindestgröße  $n$  in einem gegebenen Graphen.
2003\footcite[Seite 76]{theo:fs:4}
2004Eine Clique ist eine Teilmenge von Knoten in einem ungerichteten
2005Graphen, bei der \emph{jedes Knotenpaar durch eine Kante} verbunden ist.
2006\footcite{wiki:cliquesproblem}
2007}

\bProblemVertexCover

2008\def\bProblemVertexCover{%
2009%
2010Das \textbf{Knotenüberdeckungsproblem} (\bProblemName{Vertex Cover})
2011fragt, ob zu einem gegebenen einfachen Graphen und einer natürlichen
2012Zahl  $k$  eine Knotenüberdeckung der Größe von höchstens  $k$  existiert.
2013\footcite{wiki:knotenueberdeckung}
2014
2015Das heißt, ob es eine aus maximal  $k$  Knoten bestehende Teilmenge  $U$ 
2016der Knotenmenge gibt, so dass jede Kante des Graphen mit
2017mindestens einem Knoten aus  $U$  verbunden ist.
2018\footcite[Seite 78]{theo:fs:4}%
2019}

\bProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

2020\def\bProblemSubsetSum{%
2021Das \textbf{Teilsommenproblem} (\bProblemName{Subset Sum} oder
2022\bProblemName{SSP}) ist ein spezielles Rucksackproblem.
2023\footcite{wiki:teilsommenproblem}
2024Gegeben sei eine Menge von ganzen Zahlen  $I = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ .
2025Gesucht ist eine Untermenge, deren Elementsumme maximal, aber nicht
2026größer als eine gegebene obere Schranke  $c$  ist.
2027\footcite[Seite 74]{theo:fs:4}
2028}

\bProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

2029\def\bProblemSat{%
2030Das \textbf{Erfüllbarkeitsproblem der Aussagenlogik} \bProblemName{Sat}
2031und \bProblemName{k-SAT} mit  $k \geq 3$ ,  $k \in \mathbb{N}$  (Satz von
2032Cook) fragt, ob eine aussagenlogische Formel erfüllbar
2033ist.\footcite{wiki:sat} Das Erfüllbarkeitsproblem der
2034\emph{Aussagenlogik} ist in exponentieller Zeit in Abhängigkeit der
2035Anzahl der Variablen mit Hilfe einer Wahrheitstabelle entscheidbar.
2036Diese \emph{Wahrheitstabelle} kann nicht in polynomieller Zeit
2037aufgestellt werden.
2038\footcite[Seite 71]{theo:fs:4}
2039}

2040

```

kontrollflussgraph.sty

2041 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2042 \ProvidesPackage{bschlangaul-kontrollflussgraph}[2020/11/07]

Faulenzer

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

TeX-Markup-Beispiel

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

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

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

TikZ: pin

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

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

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

```

2043 \RequirePackage{tikz}
2044 \usetikzlibrary{positioning}
2045 \tikzset{
2046   li kontrollfluss/.style={
2047     knoten/.style={
2048       circle,
2049       draw
2050     },
2051     usebox/.style={
2052       draw,
2053       rectangle,
2054       font=\scriptsize,
2055       anchor=west,
2056       align=left,
2057     },
2058     bedingung/.style={
2059       midway,
2060       draw=none,
2061       font=\scriptsize
2062     },
2063     knotenbeschriftung/.style={
2064       draw,
2065       rectangle,
2066       midway,
2067       font=\scriptsize
2068     },
2069     wahr/.style={
2070       thick
2071     },
2072     falsch/.style={
2073       dashed
2074     },
2075     every node/.style={
2076       circle,
2077       draw,
2078     },
2079     every edge/.append style={
2080       every node/.style={
2081         draw=none,
2082         bedingung,
2083       }
2084     },
2085     every path/.style={
2086       draw,
2087       ->,
2088     },
2089     every pin/.style={
2090       draw,
2091       dotted,
2092       rectangle,
2093       pin position=right
2094     },
2095     every pin edge/.style={
2096       dotted,
2097       arrows=-,
2098     }
2099   }
2100 }

```

Umgebungen

liKontrollflussgraph

```

2101 \NewDocumentEnvironment { liKontrollflussgraph } { 0{ } } {

```

```

2102 \begin{tikzpicture}[
2103     li kontrollfluss,
2104     #1
2105 ]
2106 } {
2107 \end{tikzpicture}
2108 }

```

Makros

\bAnweisung

```
2109 \def\bAnweisung#1(#2,#3){\node[knoten] at (#2,#3) (#1) {#1};}
```

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

```
2110 \def\bBedingung#1#2{node[bedingung,#1]{\texttt{#2}}}
```

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

```
2111 \def\bBedingungWahr#1{node[bedingung,#1]{\texttt{[true]}}}
```

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

```
2112 \def\bBedingungFalsch#1{node[bedingung,#1]{\texttt{[false]}}}
```

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

```
2113 \def\bKontrollCode#1{{\tiny\texttt{\textcolor{gray}{#1}}}}
```

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

```
2114 \def\bKontrollTextzeileKnoten#1{\raisebox{-2pt}{\tikz[scale=0.5,transform shape] \node[draw,c
```

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

```
2115 \ExplSyntaxOn
```

```
2116 \NewDocumentCommand { \bKontrollKnotenPfad } { m }
```

```
2117 {
```

```
2118   \seq_set_split:Nnn \l_tmpa_seq { - } { #1 }
```

```
2119   \seq_set_map:Nnn \l_tmpa_seq \l_tmpa_seq {\bKontrollTextzeileKnoten{##1}}
```

```
2120   \seq_use:Nn \l_tmpa_seq { ~~~~ }
```

```
2121 }
```

```
2122 \ExplSyntaxOff
```

```
2123
```

kopfzeile.sty

```
2124 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2125 \ProvidesPackage{bschlangaul-kopfzeile}[2021/08/20 Kopf-
2126 und Fußzeilen mit Hilfe des Pakets fancyhdr.]

2127 \ExplSyntaxOn

2128 \RequirePackage{bschlangaul-meta}

2129 \cs_new:Npn \kopfzeile_schrift:n #1
2130 {
2131   {
2132     \scriptsize
2133     #1
2134   }
2135 }

2136 \cs_new:Npn \setze_kopf_fusszeilen:nn #1 #2
2137 {
2138   \fancyhead{}
2139   \fancyhead[L]{\kopfzeile_schrift:n{\bMetaBschlangaulSammlung}}
2140   \fancyhead[C]{\kopfzeile_schrift:n{#1}}
2141   \fancyhead[R]{\kopfzeile_schrift:n{#2}}
2142
2143   \fancyfoot{}
2144   \fancyfoot[L]{\kopfzeile_schrift:n{\bMetaHermineFriends}}
2145   \fancyfoot[C]{\kopfzeile_schrift:n{\bMetaEmail}}
2146   \fancyfoot[R]{\kopfzeile_schrift:n{\thepage}}
2147
2148   \renewcommand{\headrulewidth}{0.4pt}
2149   \renewcommand{\footrulewidth}{0.4pt}
2150 }

2151 \cs_new:Npn \setze_kopfzeile_oben_rechts:n #1
2152 {
2153   \fancyhead[R] {
2154     \kopfzeile_schrift:n { #1 }
2155   }
2156 }

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

2157 \cs_new:Npn \repariere_kopfzeile_breite:
2158 {
2159   \setlength{\headwidth}{\textwidth}
2160 }

2161 \ExplSyntaxOff

2162
```

literatur-dummy.sty

2163 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2164 \ProvidesPackage{bschlangaul-literatur-dummy}[2020/11/27]

\literatur

2165 \def\literatur{}

\footcite

2166 % \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}

2167 \NewDocumentCommand{ \footcite } { o m }{}

2168

literatur.sty

```
2169 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2170 \ProvidesPackage{bschlangaul-literatur}[2020/11/27]

2171 \RequirePackage{csquotes}
2172 \RequirePackage[
2173   bibencoding=utf8,
2174   citestyle=authortitle,
2175   backend=biber,
2176 ]{biblatex}
2177 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/10_DB.bib}
2178 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/20_OOMUP.bib}
2179 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/30_AUD.bib}
2180 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/40_SOSY.bib}
2181 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/60_FUMUP.bib}
2182 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/70_THEO.bib}
2183 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/80_DDI.bib}
2184 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Allgemein.bib}
2185 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Examen.bib}
2186 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Wikipedia.bib}
2187 % To allow footnotes in the heading
2188 \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}

\literatur

2189 \def\literatur{\printbibliography[heading=subbibliography]}

2190
```


makros.sty

```
2191 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2192 \ProvidesPackage{bschlangaul-makros}[2020/11/27 Eine Sammlung von
2193 häufig verwendeten Makros und Umgebungen, die thematisch zu keinem
2194 anderen Paket passen]
2195 \RequirePackage{hyperref}
2196 \RequirePackage{graphicx}
    Für die Umgebung liQuellen benötigt.
2197 \RequirePackage{paralist}
2198 \ExplSyntaxOn

\inhaltsverzeichnis
2199 \def\inhaltsverzeichnis {
2200   \begin{mdframed}
2201     \begin{group}
2202       \let\clearpage\relax
2203       \tableofcontents
2204     \end{group}
2205   \end{mdframed}
2206 }

\memph \mephm (\marginpar and \emph)
2207 \newcommand{\memph}[1]{\emph{#1}\marginpar{\tiny#1}}

\SLASH
2208 \newcommand\SLASH{\char`\}

\bPseudoUeberschrift Text, der sich wie eine Überschrift verhält.
2209 \newcommand{\bPseudoUeberschrift}[1]{
2210   \bigskip
2211
2212   \par
2213   \noindent
2214   \textbf{#1}
2215
2216   \medskip
2217
2218   \par
2219   % Keine Einrückung
2220   \@afterindentfalse
2221   \@afterheading
2222 }

\bBeschriftung Ähnlich dem Makro \bPseudoUeberschrift{}. Am Ende des Textes wird ein Doppelpunktzeichen angehängt.
2223 \newcommand{\bBeschriftung}[1]{
2224   \par
2225   \noindent
2226   \medskip
2227   \textbf{#1}:
2228   \medskip
2229   \noindent
2230 }

\hinweis
2231 \def\hinweis#1{{\footnotesize[#1]}}

liProjektSprache \begin{liProjektSprache}{NameProjektSprache} \end{liProjektSprache}: 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.
2232 \NewDocumentEnvironment { liProjektSprache }{ o +b } {} {}
```

liEinbettung

```
2233 \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{ liAdditum } { o }
{
  \ifADDITUM
  \else
    % Alles in eine Box verschieben und die dann ignorieren.
    \setbox 0 \vbox
    \bgroup
    \fi

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

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

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

```
2234 \NewDocumentEnvironment{ bAntwort } { O{standard} }
2235 {
2236   \ifANTWORT
2237   \else
2238     \setbox 0 \vbox
2239     \bgroup
2240     \fi
2241
2242   \str_case:nn {#1} {
2243     {standard} {
2244       \def\beschriftung{}
2245       \mdfsetup{backgroundcolor=gray!1}
2246     }
2247     {richtig} {
2248       \def\beschriftung{richtig}
2249       \mdfsetup{backgroundcolor=green!5,linecolor=green}
2250     }
2251     {falsch} {
2252       \def\beschriftung{falsch}
2253       \mdfsetup{backgroundcolor=red!3,linecolor=red}
2254     }
2255     {muster} {
2256       \def\beschriftung{Musterlösung}
2257       \mdfsetup{backgroundcolor=green!12,linecolor=green}
2258     }
2259   }
2260   \ifx\beschriftung\empty\else
2261     \noindent
2262     \textbf{\beschriftung{}}:}
```

```

2263 \fi
2264 \begin{mdframed}[
2265   frametitle={\scriptsize\mdseries Lösungsvorschlag},
2266   innertopmargin=6pt,
2267   frametitleaboveskip=-10pt,
2268   frametitlealignment=\raggedleft
2269 ]
2270 }
2271 {
2272   \end{mdframed}
2273   \ifANTWORT
2274   \else
2275     \egroup
2276   \fi
2277 }

```

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

```

2278 \NewDocumentEnvironment{ liAdditum }{ o }
2279 {
2280   \ifADDITUM
2281   \else
2282     \setbox 0 \vbox
2283     \bgroup
2284   \fi
2285
2286   \begin{mdframed}[backgroundcolor=yellow!5]
2287     \IfNoValueTF {#1}
2288     {
2289       \bPseudoUeberschrift{Additum}
2290     }
2291     {
2292       \bPseudoUeberschrift{Additum:~#1}
2293     }
2294   }
2295 }
2296 \end{mdframed}
2297
2298 \ifADDITUM
2299 \else
2300   \egroup
2301 \fi
2302 }

```

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

Exkurs: Linear rekursiv

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

```

2303 \NewDocumentEnvironment{ liExkurs }{ o +b }{
2304   \ifEXKURS
2305     \vspace{0.2cm}%
2306     \begin{mdframed}[
2307       backgroundcolor=white,
2308       bottomline=false,
2309       innermargin=1cm,
2310       leftline=true,

```

```

2311     linecolor=black,
2312     linewidth=0.1cm,
2313     outermargin=1cm,
2314     rightline=false,
2315     topline=false,
2316   ]
2317   \footnotesize
2318   \noindent%
2319   \textbf{Exkurs:~#1}\par%
2320   \noindent%
2321   #2
2322   \end{mdframed}
2323   \vspace{0.2cm}
2324 \else
2325 \fi
2326 }{}

```

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

```

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

```

Weiterführende Literatur:

- Quelle 1
- Quelle 2

```

2327 \cs_new:Npn \listen@punkt #1 {\item #1}
2328 \NewDocumentEnvironment { liQuellen }{ +b }
2329 {
2330   \seq_clear_new:N \l_quellen
2331   \seq_set_split:Nnn \l_quellen {\item} {#1}
2332   \seq_remove_all:Nn \l_quellen {}
2333   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
2334   \footnotesize
2335   \noindent
2336   \textsf{\textbf{Weiterführende-Literatur:}}
2337   \medskip
2338   \begin{compactitem}
2339   \seq_map_function:NN \l_quellen {\listen@punkt}
2340   \end{compactitem}
2341   \end{mdframed}
2342   %
2343   \par
2344   \@afterindentfalse
2345   \@afterheading
2346 } {}

```

liLernkartei

```

2347 \NewDocumentEnvironment { liLernkartei }{ m +b }
2348 {
2349   \begin{mdframed}
2350   \footnotesize
2351   \noindent%
2352   \textbf{Lernkarteikarte:~#1}\par%
2353   \noindent%
2354   #2
2355   \end{mdframed}
2356 } {}

```

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

```

2357 \NewDocumentCommand{\bFussnoteUrl} { o m } {
2358   \footnote{\url{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ ( #1)}}
2359 }
2360

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

2361 \NewDocumentCommand{\bFussnoteLink} { o m m } {
2362   \footnote{\href{#3}{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ ( #1)}}
2363 }

\zB
2364 \def\zB{z.\,B. }

\ZB
2365 \def\ZB{Z.\,B. }

\dh
2366 \def\dh{d.\,h. }

2367 \ExplSyntaxOff
2368

```

master-theorem.sty

2369 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2370 \ProvidesPackage{bschlangaul-master-theorem}[2021/04/13]

Faulenzer

\let\O=\liO

\let\o=\liOmega

\let\T=\liT

\let\t=\liTheta

\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}

2371 \ExplSyntaxOn

2372 \RequirePackage{amsmath}

\bRundeKlammer

2373 \def\bRundeKlammer#1{

2374 \negthinspace \left(#1 \right)

2375 }

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

2376 \def\bThetaOhneMathe#1{

2377 \Theta \bRundeKlammer{#1}

2378 }

2379 \def\bTheta#1{

2380 \ifmmode

2381 \bThetaOhneMathe{#1}

2382 \else

2383 $\bThetaOhneMathe{#1}$

2384 \fi

2385 }

```

\Omega \Omega{n^2}: \Omega(n^2)
2386 \def\OmegaOhneMathe#1{
2387 \Omega \RundeKlammer{#1}
2388 }
2389 \def\Omega#1{
2390 \ifmmode
2391 \OmegaOhneMathe{#1}
2392 \else
2393 $\OmegaOhneMathe{#1}$
2394 \fi
2395 }

\O \O{n^2}: \mathcal{O}(n^2)
2396 \def\OOhneMathe#1{
2397 \mathcal{O} \RundeKlammer{#1}
2398 }
2399 \def\O#1{
2400 \ifmmode
2401 \OOhneMathe{#1}
2402 \else
2403 $\OOhneMathe{#1}$
2404 \fi
2405 }

\T Makro-Faulenzer: \let\T=\liT
\T{16}{2}: 16 \cdot T(\frac{n}{2}) \T{}{2}: T(\frac{n}{2})
2406 \def\TOhneMathe#1#2{
2407 \tl_if_blank:nTF {#1}
2408 {}
2409 {#1 \cdot }
2410 T
2411 \RundeKlammer{\frac{n}{#2}}
2412 }
2413 \def\T#1#2{
2414 \ifmmode
2415 \TOhneMathe{#1}{#2}
2416 \else
2417 $\TOhneMathe{#1}{#2}$
2418 \fi
2419 }

\RekursionsGleichung \RekursionsGleichung: T(n) = a \cdot T(\frac{n}{b}) + f(n)
2420 \def\RekursionsGleichung{
2421 $T(n) = \T{a}{b} + f(n)$
2422 }

\BedingungEins \BedingungEins: f(n) \in \mathcal{O}(n^{\log_b a - \varepsilon})
2423 \def\BedingungEins{
2424 $f(n) \in \O{n^{\log\sb{b}a - \varepsilon}}$
2425 }

\BedingungZwei \BedingungZwei: f(n) \in \Theta(n^{\log_b a})
2426 \def\BedingungZwei{
2427 $f(n) \in \Theta{n^{\log\sb{b}a}}$
2428 }

\BedingungDrei \BedingungDrei: f(n) \in \Omega(n^{\log_b a + \varepsilon})
2429 \def\BedingungDrei{
2430 $f(n) \in \Omega{n^{\log\sb{b}a + \varepsilon}}$
2431 }

2432 \ExplSyntaxOff

```

\bMasterVariablen

```

2433 \def\bMasterVariablen{
2434   \begin{displaymath}
2435     T(n) = \bT{a}{b} + f(n)
2436   \end{displaymath}
2437
2438   \begin{itemize}
2439     \item[$a = $]
2440       Anzahl der rekursiven Aufrufe, Anzahl der Unterprobleme in der
2441       Rekursion
2442       ($a \geq 1$).
2443
2444     \item[$\textstyle{\frac{1}{b}} = $]
2445       Teil des Originalproblems, welches wiederum durch alle Unterprobleme
2446       repräsentiert wird, Anteil an der Verkleinerung des Problems ($b > 1$).
2447
2448     \item[$f(n) = $]
2449       Kosten (Aufwand, Nebenkosten), die durch die Division des Problems und
2450       die Kombination der Teillösungen entstehen. Eine von $T(n)$
2451       unabhängige und nicht negative Funktion.
2452   \end{itemize}
2453   \footcite{wiki:master-theorem}
2454   \footcite[Seite 19-35]{aud:fs:2}
2455 }
```

\bMasterFaelle

```

2456 \def\bMasterFaelle{
2457   \begin{description}
2458     \item[1. Fall:]
2459       $T(n) \in \bTheta{n^{\log\sb{b}a}}$
2460
2461       \hfill falls \bBedingungEins
2462       für $\varepsilon > 0$
2463
2464     \item[2. Fall:]
2465       $T(n) \in \bTheta{n^{\log\sb{b}a} \cdot \log n}$
2466
2467       \hfill falls \bBedingungZwei
2468
2469     \item[3. Fall:]
2470       $T(n) \in \bTheta{f(n)}$
2471
2472       \hfill falls \bBedingungDrei
2473       für $\varepsilon > 0$
2474       und ebenfalls für ein $c$ mit $0 < c < 1$ und alle hinreichend großen $n$
2475       gilt:
2476       $a \cdot f(\textstyle{\frac{n}{b}}) \leq c \cdot f(n)$
2477   \end{description}
2478 }
```

\bMasterVariablenDeklaration

```

2479 \def\bMasterVariablenDeklaration#1#2#3{
2480   \begin{description}
2481     \item[Allgemeine Rekursionsgleichung:] \strut
2482
2483     \bRekursionsGleichung
2484
2485     \item[Anzahl der rekursiven Aufrufe ($a$):] \strut
2486
2487     #1
2488
2489     \item[Anteil Verkleinerung des Problems ($b$):] \strut
2490   \end{description}

```



```

2491   um  $\frac{1}{\#2}$  also  $b = \#2$ 
2492
2493   \item[Laufzeit der rekursiven Funktion ( $f(n)$ ):] \strut
2494
2495    $\#3$ 
2496
2497   \item[Ergibt folgende Rekursionsgleichung:] \strut
2498
2499    $T(n) = T(\#1\{\#2\} + \#3$ 
2500 \end{description}
2501 }

```

\bMasterFallRechnung

```

2502 \def\bMasterFallRechnung#1#2#3{
2503   \begin{description}
2504     \item[1. Fall:] \bBedingungEins:
2505
2506      $\#1$ 
2507
2508     \item[2. Fall:] \bBedingungZwei:
2509
2510      $\#2$ 
2511
2512     \item[3. Fall:] \bBedingungDrei:
2513
2514      $\#3$ 
2515   \end{description}
2516 }

```

\bMasterExkurs

```

2517 \def\bMasterExkurs{
2518   \begin{liExkurs}[Master-Theorem]
2519     \bMasterVariablen
2520
2521     \noindent
2522     Dann gilt:
2523
2524     \bMasterFaelle
2525   \end{liExkurs}
2526 }

```

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

```

2527 \def\bMasterWolframLink#1{
2528   Berechne die Rekursionsgleichung auf WolframAlpha:
2529   \href{https://www.wolframalpha.com/input/?i=\#1\{WolframAlpha\}}
2530 }

```

2531

mathe.sty

```
2532 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2533 \ProvidesPackage{bschlangaul-mathe}[2020/06/10]
2534
2535 % for example \ltimes \rtimes
2536 %\RequirePackage{amssymb}
2537 \RequirePackage{amsmath}
2538
2539 %%
2540 % \mlq \mrq
2541 %%
2542 \DeclareMathSymbol{\mlq}{\mathord}{operators}{`}`}
2543 \DeclareMathSymbol{\mrq}{\mathord}{operators}{`'}
2544
```

meta.sty

```
2545 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2546 \ProvidesPackage{bschlangaul-klassen-meta}[2021/09/10 Sammlung
2547 von Textschnipseln, die das Projekt beschreiben]
```

```
2548 \ExplSyntaxOn
```

```
2549 \bLadePakete{grafik}
```

Einfache Makros (Low level)

\bMetaBschlangaulSammlung

```
2550 \def\bMetaBschlangaulSammlung{
2551   Die-Bschlangaul-Sammlung
2552 }
```

\bMetaHermineFriends

```
2553 \def\bMetaHermineFriends{
2554   Hermine-Bschlangaul-and-Friends
2555 }
```

\bMetaUeberDasProjekt

```
2556 \def\bMetaUeberDasProjekt{
2557   Eine~freie~Aufgabensammlung~mit~Lösungen~
2558   von~Studierenden~für~Studierende~
2559   zur~Vorbereitung~auf~die~1.~Staatsexamensprüfungen~
2560   des~Lehramts~Informatik~in~Bayern.
2561 }
```

\bMetaCCLink

```
2562 \def\bMetaCCLink{
2563   Diese~Materialsammlung~unterliegt~den~Bestimmungen~der~
2564   \href{
2565     https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.de
2566   }
2567   {
2568     Creative~Commons~Namensnennung~Nicht~kommerziell~Share~Alike~4.0~
2569     International~Lizenz
2570   }.
2571 }
```

\bMetaEmail

```
2572 \def\bMetaEmail{
2573   hermine.bschlangaul@gmx.net
2574 }
```

\bMetaEmailLink

```
2575 \def\bMetaEmailLink{
2576   \href{
2577     mailto:\bMetaEmail
2578   }{
2579     \bMetaEmail
2580   }
2581 }
```

\bMetaHilfMit

```
2582 \def\bMetaHilfMit{
2583   Hilf~mit!~
2584
2585   Die~Hermine~schafft~das~nicht~alleine!~
2586
2587   Das~ist~ein~Community~Projekt.~
2588
2589   Verbesserungsvorschläge,~Fehlerkorrekturen,~weitere~Lösungen~sind~
```

```

2590 herzlich-willkommen---egal-wie---per~Pull-Request-oder~per~E-Mail-an~
2591 \bMetaEmailLink.
2592 }

```

\bMetaHilfMit

```

2593 \def\bMetaQuelltext{
2594   Der~\TeX-Quelltext~dieses~Dokuments~kann~unter~folgender~
2595   URL~aufgerufen~werden:~
2596 }

```

Zusammengesetzte Makros (High level)

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

```

2597 \cs_new:Npn \logo_dann_text:nn #1 #2 {
2598   \begin{center}
2599     \begin{minipage}[c]{5.5cm}
2600       #1
2601     \end{minipage}
2602
2603     \begin{minipage}[c]{10cm}
2604       #2
2605     \end{minipage}
2606   \end{center}
2607 }

```

\bLogoTextProjekt

```

2608 \def\bLogoTextProjekt
2609 {
2610   \logo_dann_text:nn
2611   {
2612     \bGrafikLogo[width=5cm]
2613   }
2614   {
2615     {
2616       \bfseries
2617       \bMetaBschlangaulSammlung
2618     }
2619     \par
2620
2621     \bMetaHermineFriends
2622     \par
2623
2624     \medskip
2625
2626     \begin{spacing}{1}
2627       \footnotesize
2628       \bMetaUeberDasProjekt
2629     \end{spacing}
2630   }
2631 }

```

\bLogoTextCCLizenz

```

2632 \def\bLogoTextCCLizenz
2633 {
2634   \logo_dann_text:nn
2635   {
2636     \centerline{\bGrafikCCLizenz[width=3cm]}
2637   }
2638   {
2639     \begin{spacing}{1}
2640       \scriptsize
2641       \bMetaCCLink

```

```
2642     \end{spacing}  
2643   }  
2644 }  
  
2645 \ExplSyntaxOff  
2646
```

minimierung.sty

```

2647 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2648 \ProvidesPackage{bschlangaul-minimierung}[2021/03/13 Für den
2649 Minimierungsalgorithmus von einem NEA zu einem DEA]

2650 \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 & \hline
\z1 & & & \l & & \l & & \l & & \l & & \l & \hline
\z2 & & & & & \l & & \l & & \l & & \l & \hline
\z3 & & & & & & & \l & & \l & & \l & \hline
\z4 & & & & & & & & & \l & & \l & \hline
\z5 & & & & & & & & & & & \l & \hline
\z6 & & & & & & & & & & & & \l & \hline
\z7 & & & & & & & & & & & & & \l & \hline
\z8 & & & & & & & & & & & & & & \l & \hline
& \z0 & & \z1 & & \z2 & & \z3 & & \z4 & & \z5 & & \z6 & & \z7 & & \z8 & \hline
\end{tabular}

\bFussnoten

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

\bFussnote

2651 \def\bFussnote#1{\$x_{#1}\$}

2652 \def\li@fussnote@text#1#2{
2653   \bFussnote{#1}
2654   \quad
2655   {\footnotesize #2}
2656 }

\bFussnoteEinsText
2657 \def\bFussnoteEinsText{
2658   \li@fussnote@text{1}
2659   {Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.}
2660 }

\bFussnoteZweiText
2661 \def\bFussnoteZweiText{
2662   \li@fussnote@text{2}
2663   {Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.}
2664 }

\bFussnoteDreiText
2665 \def\bFussnoteDreiText{
2666   \li@fussnote@text{3}

```

```

2667 {In weiteren Iterationen markierte Zustände.}
2668 }

\bFussnoteVierText
2669 \def\bFussnoteVierText{
2670   \li@fussnote@text{4}
2671   {...}
2672 }

\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.
 $x_4$    ...

2673 \def\bFussnoten{
2674   \bigskip
2675
2676   \noindent
2677   \bFussnoteEinsText
2678
2679   \noindent
2680   \bFussnoteZweiText
2681
2682   \noindent
2683   \bFussnoteDreiText
2684
2685   \noindent
2686   \bFussnoteVierText
2687 }

\bLeereZelle \bLeereZelle:  $\emptyset$ 
Makro-Faulenzer: \let\l=\liLeereZelle
2688 \def\bLeereZelle{\$\emptyset\$}

\bZustandsPaarVariablenName
2689 \def\bZustandsPaarVariablenName{z}

\bZustandsPaar
2690 \def\bZustandsPaar#1#2{
2691   $(
2692     \bZustandsPaarVariablenName_#1,
2693     \bZustandsPaarVariablenName_#2
2694   )$
2695 }

liUebergangsTabelle
2696 \renewcommand{\arraystretch}{1.4}
2697 \NewDocumentEnvironment{ liUebergangsTabelle } { m m } {
2698   \bPseudoUeberschrift{Übergangstabelle}
2699   \begin{center}
2700     \begin{tabular}{r|l|l}
2701       \textbf{Zustandspaar} & \textbf{#1} & \textbf{#2} \\ \hline
2702     \end{tabular}
2703   \end{center}
2704 }

bUeberschriftDreiecksTabelle \bUeberschriftDreiecksTabelle:

Minimierungstabelle (Table filling)
2706 \ExplSyntaxOn

```

```

2707 \def\bUeberschriftDreiecksTabelle{
2708   \bPseudoUeberschrift{Minimierungstabelle~(Table~filling)}
2709 }

```

\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. —

```

2710 \def\bMinimierungErklaerung{
2711   %\footcite[Seite-19]{koenig}
2712   \bParagraphMitLinien{
2713     Der~Minimierungs-Algorithmus~(auch~Table-Filling-Algorithmus~genannt)~
2714     trägt~in~seinem~Verlauf~eine~Markierung~in~alle~
2715     diejenigen~Zellen~der~Tabelle~ein,~die~zueinander~nicht~äquivalente~
2716     Zustände~bezeichnen.~Die~Markierung~„ $x_{\sb{n}}$ “~in~einer~Tabellenzelle~( $i$ ,~
2717      $j$ )~bedeutet~dabei,~dass~das~Zustandspaar~( $i$ ,~ $j$ )~in~der~ $k$ -ten~
2718     Iteration~des~Algorithmus~markiert~wurde~und~die~Zustände~ $i$ ~und~ $j$ ~
2719     somit~zueinander~( $k-1$ )~äquivalent,~aber~nicht~ $k$ -äquivalent~und~
2720     somit~insbesondere~nicht~äquivalent~sind.~Bleibt~eine~Zelle~bis~zum~Ende~
2721     unmarkiert,~sind~die~entsprechenden~Zustände~zueinander~äquivalent.
2722   }
2723 }
2724 \ExplSyntaxOff

```

2725

normalformen.sty

```
2726 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2727 \ProvidesPackage{bschlangaul-normalformen}[2020/12/10]
2728 Hilfsmakros zum Setzen von Normalformen, Funktionalen Abhängigkeiten,
2729 Attributhülle]
```

Mathe für textit tex etc, typographie für geschweifte Klammer

```
2730 \bLadePakete{mathe,typographie}
2731 \directlua{
2732   helfer = require('bschlangaul-helfer')
2733   normalformen = require('bschlangaul-normalformen')
2734 }
```

Faulenzer

```
\let\ah=\liAttributHuelle
\let\ahL=\liLinksReduktion
\let\ahl=\liLinksReduktionInline
\let\ahr=\liRechtsReduktionInline
\let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
\let\FA=\liFunktionaleAbhaengigkeiten
\let\m=\liAttributMenge
\let\r=\liRelation
\let\u=\underline
```

```
2735 \def\bTeilen#1{
2736   \directlua{tex.print(normalformen.teilen('#1'))}
2737 }
```

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

```
2738 \def\bAttributHuelleOhneMathe#1{\text{AttrHülle}(\#1)}
2739 \def\bAttributHuelle#1{
2740   \ifmmode
2741     \bAttributHuelleOhneMathe{\#1}
2742   \else
2743     $\bAttributHuelleOhneMathe{\#1}$
2744   \fi
2745 }
```

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

```
2746 \def\bAttributMenge#1{\{ \textit{\#1} \}}
```

liAHuelle

```
2747 \NewDocumentEnvironment{ liAHuelle } { +b } {
2748   \begingroup
2749   \footnotesize
2750   \begin{multline*}
2751     \#1
2752   \end{multline*}
2753   \endgroup
2754 } { }
```

\bLinksReduktion Nur innerhalb von liAHuelle zu verwenden bzw. multline

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

```
2755 \def\bLinksReduktion#1#2#3{
2756   \shoveleft{
2757     \bAttributHuelleOhneMathe{FA,
2758       \bAttributMenge{\#1 \string\ #2}} =
2759   } \}
```

```

2760 \shoveright{
2761 \bAttributMenge{#3}
2762 } \
2763 }

```

```

\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( $F, \{A, E \setminus E\} = \{A, E, F, B, D\}$ )
2764 \def\bLinksReduktionInline#1#2#3{%
2765   {%
2766     \footnotesize%
2767     $\bAttributHuelleOhneMathe{F,
2768     \bAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
2769     \bAttributMenge{#3}$
2770   }
2771 }

```

```

\bLinksReduktionInline Makro-Faulenzer: \let\ahr=\liLinksReduktionInline
\ahr{gelöschte FA}{neue FA ohne rechts Attribut}{gegebene Attribute}{Ergebnis}
2772 \def\bRechtsReduktionInline#1#2#3#4{%
2773   {%
2774     \footnotesize%
2775     $\bAttributHuelleOhneMathe{
2776       F \setminus
2777       \bFunktionaleAbhaengigkeit{#1}
2778       \def\tmp{#2}\ifx\tmp\empty
2779       \else
2780         \cup \bFunktionaleAbhaengigkeit{#2}
2781       \fi
2782       ,
2783       \bAttributMenge{#3}
2784     } =
2785     \bAttributMenge{#4}$
2786   }
2787 }

```

```

\bFunktionaleAbhaengigkeit Makro-Faulenzer: \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
\fa{A, B -> C, D}:  $\{A, B\} \rightarrow \{C, D\}$  Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:  $\$(.*) \rightarrow$ 
\\fa{$1 -> $2}
2788 \def\bFunktionaleAbhaengigkeit#1{%
2789   \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeit('#1', false)}%
2790 }

```

```

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

```

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

```

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

```

```

2791 \NewDocumentCommand {\bFunktionaleAbhaengigkeiten} { O{FA} m } {
2792   \bGeschweifteKlammern
2793   {#1}
2794   {
2795     \begin{align*}
2796       \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeiten('#2')}
2797     \end{align*}
2798   }
2799   {-0.5cm}
2800   {-1.7cm}
2801 }

\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}

2802 \NewDocumentCommand {\bRelation} { O{R} m } {
2803   $\directlua{
2804     local name = helper.konvertiere_tiefgestellt('#1')
2805     tex.print(name)
2806   }$(\textit{\,,#2\,,})
2807 }

2808

```

o-notation.sty

2809 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2810 \ProvidesPackage{bschlangaul-o-notation}[2021/09/08]

Faulenzer

\let\O=\liONotationO

TeX-Markup-Beispiel: Funktionsgraphen mit pgfplots

```
\begin{tikzpicture}
  \begin{axis}[
    xlabel=$n$,
    legend entries={\f a, \f b, \f c, \f d, \f e},
    ymax=500,
    xmin=0,
    xmax=7,
    legend pos=north west,
    domain=0:7
  ]
    \addplot{sqrt(x^5) + (4 * x) - 5};
    \addplot{log2(log2(x))};
    \addplot{2^x};
    \addplot{x^2 * log10(x) + (2 * x)};
    \addplot{4^x / (log2(x))};
  \end{axis}
\end{tikzpicture}
```

2811 \ExplSyntaxOn

2812 \RequirePackage{amssymb}

2813 \RequirePackage{pgfplots}

Für echte Teilmenge \subsetneq: \subsetneq

2814 \RequirePackage{amssymb}

\bRundeKlammer

```
2815 \def\bRundeKlammer#1{
2816   \negthinspace \left( #1 \right)
2817 }
```

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

```
2818 \cs_new:Npn \o_notation_O:n #1 {
2819   \mathcal{O} \bRundeKlammer{#1}
2820 }
2821 \def\bONotationO#1{
2822   \ifmmode
2823     \o_notation_O:n { #1 }
2824   \else
2825     $ \o_notation_O:n { #1 } $
2826   \fi
2827 }
```

2828

petri.sty

```
2829 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2830 \ProvidesPackage{bschlangaul-petri}[2020/12/03]
```

Faulenzer

```
\let\t=\liPetriTransitionsName
\let\tp=\liPetriTransPfeile
\let\k=\liPetriErreichKnotenDrei
```

```
2831 \RequirePackage{tikz}
2832 \usetikzlibrary{petri,arrows.meta}
```

Für die Darstellungsmatrix

```
2833 \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

```
2834 \def\bPetriSetzeSchluessel{%
2835   \def\TmpTransitionOne{}%
2836   \def\TmpTransitionTwo{}%
2837   \def\TmpTransitionThree{}%
2838   \def\TmpTransitionFour{}%
2839   \def\TmpTransitionFive{}%
2840   \def\TmpTransitionSix{}%
2841   \def\TmpTransitionSeven{}%
2842   \def\TmpTransitionEight{}%
2843   \def\TmpTransitionNine{}%
2844   \def\TmpTransitionTen{}%
2845   \pgfkeys{/petri/.cd,
2846     p1/.store in=\TmpPlaceOne,p1/.default=0,p1,
2847     p2/.store in=\TmpPlaceTwo,p2/.default=0,p2,
2848     p3/.store in=\TmpPlaceThree,p3/.default=0,p3,
2849     p4/.store in=\TmpPlaceFour,p4/.default=0,p4,
```

```

2850 p5/.store in=\TmpPlaceFive,p5/.default=0,p5,
2851 p6/.store in=\TmpPlaceSix,p6/.default=0,p6,
2852 p7/.store in=\TmpPlaceSeven,p7/.default=0,p7,
2853 p8/.store in=\TmpPlaceEight,p8/.default=0,p8,
2854 p9/.store in=\TmpPlaceNine,p9/.default=0,p9,
2855 p10/.store in=\TmpPlaceTen,p10/.default=0,p10,
2856 t1/.store in=\TmpTransitionOne,t1/.default=activated,
2857 t2/.store in=\TmpTransitionTwo,t2/.default=activated,
2858 t3/.store in=\TmpTransitionThree,t3/.default=activated,
2859 t4/.store in=\TmpTransitionFour,t4/.default=activated,
2860 t5/.store in=\TmpTransitionFive,t5/.default=activated,
2861 t6/.store in=\TmpTransitionSix,t6/.default=activated,
2862 t7/.store in=\TmpTransitionSeven,t7/.default=activated,
2863 t8/.store in=\TmpTransitionEight,t8/.default=activated,
2864 t9/.store in=\TmpTransitionNine,t9/.default=activated,
2865 t10/.store in=\TmpTransitionTen,t10/.default=activated,
2866 scale/.store in=\TmpScale,scale/.default=0.5,
2867 x/.store in=\TmpX,x/.default=5,
2868 y/.store in=\TmpY,y/.default=5,
2869 }%
2870 }

```

```

2871 \tikzset{
2872   li petri/.style={
2873     activated/.style={
2874       very thick
2875     },
2876     inhibitor/.style={
2877       {Circle[open,length=2mm,fill=white]}-
2878     }
2879   }
2880 }

```

```

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

```

```

2881 \def\bPetriTransitionsNameOhneMathe#1{t\sb{#1}}
2882 \def\bPetriTransitionsName#1{
2883   \ifmmode
2884     \bPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}
2885   \else
2886     $\bPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}$
2887   \fi
2888 }

```

```

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

```

```

2889 \NewDocumentCommand{ \bPetriErreichTransition } { m m m 0{ } 0{ } } {
2890   \draw[->] (#1) edge[#4] node[pos=0.5,auto,sloped,#5]{$t\sb{#3}$} (#2);
2891 }

```

```

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

```

```

2892 \def\bPetriErreichKnotenDrei#1#2#3{(#1,#2,#3)}

```

```

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

```

```

2893 \def\bPetriTransPfeile#1{$\rightarrow \hspace{0.4cm} \bPetriTransitionsName{#1} \hspace{0.35cm}
2894

```

potenzmengen-konstruktion.sty

```
2895 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2896 \ProvidesPackage{bschlangaul-potenzmengen-konstruktion}[2021/02/21 Hilfsmakros
2897 einzusetzen bei der Potenzmengen-Konstruktion (Potenzmengen-Algorithmus)]
```

```
2898 \bLadePakete{formale-sprachen}
```

```
2899 \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}
    }
  }
}
```

```
2900 \def\bZustandsMengenSammlung#1#2{
2901   \bZustandsnameGross{#1}
2902   {
2903     \footnotesize
2904     \bPotenzmenge{
2905       \str_case:nn {#1} {#2
2906       }
2907     }
2908 }
```

```
\bZustandsMengenSammlungNr
```

```
2909 \def\bZustandsMengenSammlungNr#1#2{
2910   \bZustandsnameGross{#1}
2911   {
```

```
2912     \footnotesize
2913     \bZustandsmengeNr{
2914         \str_case:nn {#1} #2
2915     }
2916 }
2917 }

2918 \ExplSyntaxOff
2919
```


pseudo.sty

```

2920 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2921 \ProvidesPackage{bschlangaul-pseudo}[2020/12/30 Paket zum Setzen
2922 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 .

```

2923 \RequirePackage[german,boxruled]{algorithm2e}

```

```

2924

```

pumping-lemma.sty

2925 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2926 \ProvidesPackage{bschlangaul-pumping-lemma}[2021/08/11 Enthält die
2927 Definitionen für das Pumping-Lemma in der Regulären Sprache und
2928 in der Kontextfreien Sprache]

\bPumpingRegulaer

```
2929 \def\bPumpingRegulaer{%
2930   Es sei  $L$  eine reguläre Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass für
2931   alle Wörter  $\omega$  in  $L$  mit  $|\omega| \geq j$  (jedes Wort  $\omega$  in
2932    $L$  mit Mindestlänge  $j$ ) jeweils eine Zerlegung  $\omega = uvw$ 
2933   existiert, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
2934
2935   \begin{enumerate}
2936     \item  $|v| \geq 1$ 
2937     (Das Wort  $v$  ist nicht leer.)
2938
2939     \item  $|uv| \leq j$ 
2940     (Die beiden Wörter  $u$  und  $v$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
2941
2942     \item Für alle  $i = 0, 1, 2, \dots$  gilt  $uv^i w$  in  $L$ 
2943     (Für jede natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^i w$  in der
2944     Sprache  $L$ )
2945   \end{enumerate}
2946
2947   Die kleinste Zahl  $j$ , die diese Eigenschaften erfüllt, wird
2948   Pumping-Zahl der Sprache  $L$  genannt.\footcite{wiki:pumping-lemma}
2949 }
```

\bPumpingKontextfrei

```
2950 \def\bPumpingKontextfrei{%
2951   Es sei  $L$  eine kontextfreie Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass
2952   sich alle Wörter  $\omega$  in  $L$  mit  $|\omega| \geq j$  zerlegen lassen in
2953    $\omega = uvwxy$ , sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
2954
2955   \begin{enumerate}
2956     \item  $|vx| \geq 1$ 
2957     (Die Wörter  $v$  und  $x$  sind nicht leer.)
2958
2959     \item  $|vwx| \leq j$ 
2960     (Die Wörter  $v$ ,  $w$  und  $x$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
2961
2962     \item Für alle  $i \in \mathbb{N}_0$  gilt  $uv^iwx^iy$  in  $L$  (Für jede
2963     natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^iwx^iy$  in der
2964     Sprache  $L$ )
2965   \end{enumerate}
2966 }
2967
```

quicksort.sty

```
2968 % https://tex.stackexchange.com/a/142634
2969 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2970 \ProvidesPackage{bschlangaul-quicksort}[2020/06/12]
2971
2972 %-----
2973 % USAGE:
2974 % \Qsinitialize{comma, separated, numerical, values}
2975 % \loop
2976 % \QSpivotStep
2977 % \ifnum\value{pivotcount}>0
2978 %   \QSSortStep
2979 % \repeat
2980 %-----
2981
2982 % xintfrac does not load xinttools, this must be done explicitly if needed as here.
2983 \RequirePackage{xintfrac, xinttools}
2984
2985 \RequirePackage{tikz}
2986
2987 %-----
2988 % FIRST PART: TikZ styles and macros for the actual drawing
2989 \newcounter{cellcount}% used for coordinates of the node
2990 \newcounter{pivotcount}% when it will remain at zero, will signal the sort is finished.
2991
2992 % Styles defined by Tom Bombaldi. (modified: all share the same size)
2993 % (re-modified \bf -> \bfseries due to extremely annoying warnings from
2994 % KOMA-script which are truly a pain and do not make any sense regarding \bf:
2995 % if I want to use \bf, and know what I am doing, why should I get HARASSED
2996 % by police of LaTeX good conduct ? )
2997 \tikzset{l/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=lime!70!gray},
2998          o/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=olive!50},
2999          r/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black, t
3000 % this is the "b" style as used in the image below
3001          b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black,
3002 % nicer:
3003          b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=white, text=magenta
3004          g/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=gray, text=white, f
3005
3006 % NOTE the b style was originally the same as the r(aised) style apart from
3007 % not being raised, but I find it nicer with a somewhat different
3008 % specification. I have not updated the images though.
3009
3010 % How the nodes are drawn depending on whether on the left of the pivot value
3011 % or on the right, or is a pivot value, or a raised pivot during selection phase.
3012
3013 \def\DecoLEFT #1{%
3014   \xintFor* ##1 in {#1} \do
3015   {\stepcounter{cellcount}\node[o] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
3016 }
3017
3018 \def\DecoINERT #1{%
3019   \xintFor* ##1 in {#1} \do
3020   {\stepcounter{cellcount}\node[g] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
3021 }
3022
3023 \def\DecoRIGHT #1{%
3024   \xintFor* ##1 in {#1} \do
3025   {\stepcounter{cellcount}\node[l] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
3026 }
3027
3028 \def\DecoLEFTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
3029   \xintFor* ##1 in {#1} \do
```

```

3030     {\stepcounter{cellcount}%
3031     \xintifForLast {\node[r]}\node[o]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
3032 }
3033
3034 \def\DecoINERTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
3035     \xintFor* ##1 in {#1} \do
3036     {\stepcounter{cellcount}%
3037     \xintifForLast {\node[b]}\node[g]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
3038 }
3039
3040 \def\DecoRIGHTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
3041     \xintFor* ##1 in {#1} \do
3042     {\stepcounter{cellcount}%
3043     \xintifForLast {\node[r]}\node[l]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
3044 }
3045
3046 %-----
3047 % SECOND PART: the actual sorting routines.
3048
3049 \def\QS@sort@a #1{\expandafter \QS@sort@b \expandafter {\xintLength {#1}}{#1}}
3050 \def\QS@sort@b #1{\ifcase #1
3051     \expandafter\QS@sort@empty
3052     \or\expandafter\QS@sort@single
3053     \else\expandafter\QS@sort@c
3054     \fi
3055 }%
3056 \def\QS@sort@empty #1{}
3057 \def\QS@sort@single #1{\QSIr {#1}}
3058
3059 % This step is to pick the last as pivot.
3060 \def\QS@sort@c #1%
3061     {\expandafter\QS@sort@d\expandafter {\romannumeral0\xintntthelt {-1}}{#1}}{#1}}%
3062
3063 % Here \QSLr, \QSIr, \QSR have been let to \relax.
3064 % The trick with \xintApplyUnbraced is that for example when selecting
3065 % the elements smaller than pivot, if we had been using \xintApply we
3066 % would have had at the minimum an empty brace pair. Thus we use the
3067 % "unbraced" variant, but then the \QS@select@smaller has added in
3068 % anticipation a level of braces.
3069 \def\QS@sort@d #1#2{%
3070     \QSLr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@smaller {#1}}{#2}}%
3071     \QSIr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@equal {#1}}{#2}}%
3072     \QSRr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@greater {#1}}{#2}}%
3073 }%
3074 \def\QS@select@smaller #1#2{\xintifLt {#2}{#1}}{#2}}{ }% space will stop a f-
    expansion
3075 \def\QS@select@equal #1#2{\xintifEq {#2}{#1}}{#2}}{ }% space will stop a f-
    expansion
3076 \def\QS@select@greater #1#2{\xintifGt {#2}{#1}}{#2}}{ }% space will stop a f-
    expansion
3077
3078 %
3079 % NOTE 1: thus, each comparison with the pivot is done three (!) times.
3080 %
3081 % NOTE 2: we may well end up with \QSLr {<empty>} situations. THis is handled
3082 % silently by the \xintFor loops, and also when \QSLr becomes \QS@sort@a, the
3083 % latter must handle correctly an empty argument.
3084
3085 %-----
3086 % THIRD PART: the main macros \QSpivotStep, \QSsortStep and \QSinitialize.
3087
3088 % This draws all with suitable highlighting for the newly chosen pivots
3089 % (which will be shown raised)

```

```

3090 \def\QSpivotStep {\let\QSLr\DecoLEFTwithPivot
3091             \let\QSIr\DecoINERT
3092             \let\QSIrr\DecoINERT
3093             \let\QSRr\DecoRIGHTwithPivot
3094 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}%
3095             \setcounter{cellcount}{0}\setcounter{pivotcount}{0}%
3096             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
3097 }
3098
3099 % This sorts and then draws, showing where the pivot chosen in the previous
3100 % step go. Next time they will have become "inert". If pivotcount is still at
3101 % zero on exit from \QSpivotStep, then this is the signal to stop before
3102 % executing \QSSortStep.
3103 \def\QSSortStep {\def\QSLr {\noexpand\QS@sort@a}%
3104             \def\QSRr {\noexpand\QS@sort@a}%
3105             \def\QSIr {\noexpand\QSIrr}%
3106             \let\QSIrr\relax
3107             \edef\QS@list{\QS@list}%
3108             \let\QSLr\relax
3109             \let\QSRr\relax
3110             \let\QSIr\relax
3111             \edef\QS@list{\QS@list}%
3112             \let\QSLr\DecoLEFT
3113             \let\QSIr\DecoINERTwithPivot
3114             \let\QSIrr\DecoINERT
3115             \let\QSRr\DecoRIGHT
3116 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}%
3117             \setcounter{cellcount}{0}%
3118             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
3119 }
3120
3121 \def\QSinitialize #1{%
3122     % first, we convert the comma separated values into a list of braced items
3123     % we use an \edef, and anyhow many \edef's will be used later
3124     \edef\QS@list {\noexpand\QSRr {\xintCSVtoList {#1}}}%
3125     \let\QSRr\DecoRIGHT
3126     % The \QSRr marker mutated to draw the last element as
3127     % pivot and the earlier ones with the suitable style.
3128     %
3129     % The list of marked braced items \QS@list is used both for drawing
3130     % (as here) and for doing the exchange of elements during sort.
3131     \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}\setcounter{cellcount}{0}%
3132             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
3133 }
3134

```

relationale-algebra.sty

```

3135 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3136 \ProvidesPackage{bschlangaul-relationale-algebra}[2020/12/11]
3137 \RequirePackage{amsmath}
3138 \RequirePackage{amssymb}

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

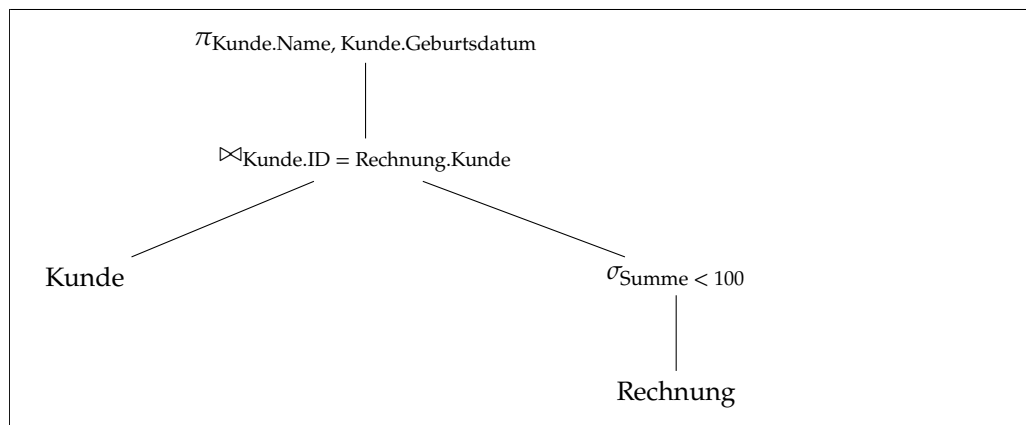
  \node[below=of pi]
    (theta join) {\bowtie_{\text{Kunde.ID = Rechnung.Kunde}}};
    edge (pi);

  \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}

```



```

3139 \RequirePackage{tikz}
3140 \usetikzlibrary{positioning}

    Privates Makros, das zwei Querstriche erzeugt.
3141 \def\o@join{\setbox0=\hbox{\bowtie}}%
3142 \rule[-.02ex]{.25em}{.4pt}\llap{\rule[\ht0]{.25em}{.4pt}}%
3143 }

```

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

```

3144 \def\leftouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie}}

```

\rightouterjoin A \rightouterjoin B: $A \ltimes B$

```

3145 \def\rightouterjoin{\mathbin{\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}

```

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

```

3146 \def\fullouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}

```

```

3147

```

rmodell.sty

```
3148 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3149 \ProvidesPackage{bschlangaul-rmodell}[2020/09/01
3150 Makros und Umgebungen zum Setzen des Relationenmodells beim Thema
3151 Datenbanken.]
3152 \RequirePackage{soul}
```

Faulenzer

```
\let\a=\liAttribut
\let\f=\liFremd
\let\p=\liPrimaer
\let\r=\liRelationMenge
```

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

```
3153 \def\bPrimaer#1{\ul{#1}}
```

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

```
3154 \def\bFremd#1{{\setul{-0.9em}{}}\ul{#1}}
```

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

```
3155 \def\li@Rmodell@Schrift{\footnotesize\ttfamily}
3156 \ExplSyntaxOn
3157 \NewDocumentEnvironment { liRmodell }
3158 { +b }
3159 {
3160   \medskip
3161   {
3162     \linespread{2}
3163     \setlength{\parindent}{0pt}
3164     \li@Rmodell@Schrift#1
3165   }
3166   \medskip
3167 } {}
3168 \ExplSyntaxOff
```

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

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

```
3169 \def\bRelationMenge#1#2{
3170 \noindent
3171 #1 : \{ [ #2 ] \}
3172 \par
3173 }
```

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

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

```
3174 \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}
```

```
3175 \NewDocumentEnvironment { liRelationenSchemaFormat }{ +b } {} {}
```

```
3176
```

sortieren.sty

```
3177 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3178 \ProvidesPackage{bschlangaul-sortieren}[2020/06/10 Schaubilder
3179 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}
}
```



```
3180 \RequirePackage{tikz}
3181 \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.

```
3182 \def\bVertauschen#1{
3183   \directlua{
3184     local sortieren = require('bschlangaul-sortieren')
3185     sortieren('#1')
3186   }
3187 }
```

`\bSortierPfeil`

```
3188 \def\bSortierPfeil#1#2{
3189   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 north) -- ++(0,0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 north);
3190 }
```

`\bSortierPfeilUnten`

```
3191 \def\bSortierPfeilUnten#1#2{
3192   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 south) -- ++(0,-0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 south);
3193 }
```

`\bSortierMarkierung`

```
3194 \def\bSortierMarkierung#1#2{\node[
3195   draw,
3196   very thick,
3197   fit=(reihe.#1) (reihe.#2),
3198   inner sep=0pt
3199 ] {}
3200 }

3201 \tikzset{
3202   li sortierung zahlenreihe/.style={
3203     draw,
3204     thin,
3205     font=\large,
3206     rectangle split horizontal,
3207     rectangle split,
3208   }
3209 }
```



```

3210% https://tex.stackexchange.com/a/140895
3211\RequirePackage{forest,xstring}
3212\usetikzlibrary{calc}
3213
3214\makeatletter
3215\pgfmathdeclarefunction{strrepeat}{2}{%
3216  \begingroup\pgfmathint{#2}\pgfmathcount\pgfmathresult
3217  \let\pgfmathresult\pgfutil@empty
3218  \pgfutil@loop\ifnum\pgfmathcount>0\relax
3219    \expandafter\def\expandafter\pgfmathresult\expandafter{\pgfmathresult#1}%
3220    \advance\pgfmathcount-1\relax
3221    \pgfutil@repeat\pgfmath@smuggleone\pgfmathresult\endgroup}
3222\makeatother
3223
3224\def\myNodes{}
3225
3226\ExplSyntaxOn
3227\newcommand*\sortList[1]{%
3228  \clist_sort:Nn#1{\int_compare:nNnTF{##1}>{##2}\sort_return_swapped:\sort_return_same:}}
3229\ExplSyntaxOff
3230
3231\forestset{
3232  sort/.code={%
3233    \pgfmathparse{level()>\forestSortLevel}%
3234    \ifnum\pgfmathresult=0
3235      \StrSubstitute{\forestov{content}}{ }{ },{ }\myList%
3236      \sortList\myList
3237      \StrSubstitute{\myList}{ },{ }{ }\myList%
3238      \pgfmathparse{strrepeat("1",level())}%
3239      \xappto\myNodes{\noexpand\node at ($(\forestov{name})|-m)!-1!(\forestov{name}))$}
3240      (m\forestov{name}) { \myList }%
3241      \pgfmathparse{level()=\forestSortLevel}%
3242      \ifnum\pgfmathresult=1
3243        \forestOget{\forestov{@first}}{name}\forestFirst
3244        \forestOget{\forestov{@last}}{name}\forestLast
3245        \xappto\myNodes{[<-]edge (\forestOv{\forestov{@first}}{name})
3246          \ifx\forestFirst\forestLast\else edge (\forestOv{\forestov{@last}}{name})\fi}%
3247      \fi
3248      \ifnum\forestov{@parent}=0\else
3249        \xappto\myNodes{edge (m\forestOv{\forestov{@parent}}{name})}%
3250      \fi
3251      \gappto\myNodes{;}%
3252    \fi}}
3253
3254\forestset{sort level/.code=%
3255  \pgfmathparse{#1}\let\forestSortLevel\pgfmathresult
3256  \pgfmathparse{strrepeat("1",\forestSortLevel+1)}\let\forestOnes\pgfmathresult}
3257

```

spalten.sty

3258 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

3259 \ProvidesPackage{bschlangaul-spalten}[2020/12/07 Lädt das Paket

3260 „multicol“, damit mehrspaltiger Satz mit Hilfe der Umgebung „multicols“

3261 realisiert werden kann.]

3262 \RequirePackage{multicol}

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

3263 \def\bSpaltenUmbruch{\vfill\strut\columnbreak}

3264

sql.sty

3265 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

3266 \ProvidesPackage{bschlangaul-tabelle}[2021/09/02 Zu Setzen von SQL]

Latex-Markup-Beispiel

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

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

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

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

3267 \bLadePakete{syntax}

3268 \RequirePackage{fancyvrb}

3269 \DefineVerbatimEnvironment{liSqlErgebnis}{Verbatim}

3270 {fontsize=\footnotesize}

3271

struktogramm.sty

```
3272 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3273 \ProvidesPackage{bschlangaul-struktogramm}[2021/01/31 Lädt das
3274 Paket struktex zum Setzen von Struktogrammen]
3275 \RequirePackage{struktex}
3276
```

syntax.sty

```
3277 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3278 \ProvidesPackage{bschlangaul-syntax}[2020/06/10 Ein Hüll-Paket um
3279 `minted`, das sich um die Syntax-Hervorhebung des Java-Codes kümmert.]
3280 \RequirePackage{xparse}
```

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

Faulenzer

```
\let\j=\liJavaCode
\let\s=\liSqlCode
```

```
3281 \ExplSyntaxOn
3282 \directlua{
3283   syntax = require('bschlangaul-syntax')
3284   syntax.importiere_konfiguration('tex_repo_lokaler_pfad', '\LehramtInformatikRepository')
3285   syntax.importiere_konfiguration('github_domain', '\LehramtInformatikGithubDomain')
3286   syntax.importiere_konfiguration('github_raw_domain', '\LehramtInformatikGithubRawDomain')
3287   syntax.importiere_konfiguration('github_tex_repo', '\LehramtInformatikGithubTexRepo')
3288   syntax.importiere_konfiguration('github_code_repo', '\LehramtInformatikGithubCodeRepo')
3289   syntax.importiere_konfiguration('git_branch', '\LehramtInformatikGitBranch')
3290 }
3291 \RequirePackage{hyperref}
3292 \RequirePackage{minted}
3293 % pygmentize -L styles
3294 \usemintedstyle{colorful}
3295 %\BeforeBeginEnvironment{minted}{\begin{mdframed}}
3296 %\AfterEndEnvironment{minted}{\end{mdframed}}
3297 %\setminted{breaklines=true,linenos}
3298 \setminted{
3299   breaklines=true,
3300   linenos=false,
3301   fontsize=\footnotesize,
3302 }
```

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

```
3303 \newminted[liJavaAngabe]{java}{
3304   xleftmargin=1cm
3305 }
```

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

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

```
3306 \def\bJavaCode#1{
3307   \,
3308   \textcolor{blue}{
3309     \mintinline[
3310       fontsize=\normalsize,
3311       breakanywhere % https://github.com/gpoore/minted/issues/31#issuecomment-
3312         458640242
3312     ]{java}|#1|
3313   }
3314   \,
3315 }
```

\bLatexCode Im Zeilenfluss einen kurzen L^AT_EX-Code-Ausschnitt setzen.

```
3316 \def\bLatexCode#1{\mintinline{latex}|#1|}
```

```

3317 \def\li@GithubLink#1#2{
3318   \begin{flushright}
3319     \tiny
3320     Code-Beispiel~auf~Github~ansehen:~
3321     \href{#1}{\nolinkurl{#2}}
3322   \end{flushright}
3323 }

```

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

```

3324 \NewDocumentCommand{\bJavaDatei}{ 0{firstline=3} m }{
3325   \inputminted[#1]{java}{
3326     \directlua{
3327       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', false)
3328     }
3329   }
3330   \li@GithubLink
3331   {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', false)}}
3332   {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', false)}}
3333 }

```

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

```

3334 \NewDocumentCommand{\bJavaTestDatei}{ 0{firstline=3} m }{
3335   \inputminted[#1]{java}{
3336     \directlua{
3337       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', true)
3338     }
3339   }
3340   \li@GithubLink
3341   {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', true)}}
3342   {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', true)}}
3343 }

```

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

```

3344 \NewDocumentCommand{\bJavaExamen}{ 0{firstline=3} m m m m }{
3345   \inputminted[#1]{java}{
3346     \directlua{
3347       syntax.drucke_absoluten_examens_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')
3348     }
3349   }
3350
3351   \li@GithubLink
3352   {\directlua{syntax.drucke_github_examens_url('#2', '#3', '#4', '#5')}}
3353   {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
3354 }

```

`\bAssemblerCode`

```

3355 \def\bAssemblerCode#1{\mintinline{asm}|#1|}

```

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

```

3356 \NewDocumentCommand{\bAssemblerDatei}{ m }{
3357   \inputminted{asm}{#1}
3358 }

```

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

```

3359 \NewDocumentCommand{\bMinispracheDatei}{ m }{
3360   \inputminted{componentpascal}{#1}
3361 }

```

```

\bHaskellCode \bHaskellCode{haskell}: Zum Setzen von Haskell-Code.
3362 \def\bHaskellCode#1{\mintinline{haskell}|#1|}

\bHaskellDatei \bHaskellDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Haskell-Datei.
3363 \NewDocumentCommand{\bHaskellDatei}{ m }{
3364   \inputminted{haskell}{#1}
3365 }

3366 \ExplSyntaxOff

\bSqlCode \bHaskellCode{sql}: Zum Setzen von SQL-Code.
Makro-Faulenzer: \let\s=\liSqlCode
3367 \def\bSqlCode#1{\mintinline{sql}|#1|}

3368

```

syntaxbaum.sty

```
3369 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3370 \ProvidesPackage{bschlangaul-syntaxbaum}[2021/02/14 Zum Setzen von
3371 Syntaxbäumen mit Hilfe des Pakets tikz-qtree]
3372 \RequirePackage{tikz-qtree}
3373
3374 \tikzset{li parsetree/.style={
3375     every internal node/.style={
3376         draw,circle
3377     },
3378     every leaf node/.style={
3379         draw,rectangle
3380     },
3381 }
3382 }
3383
```


synthese-algorithmus.sty

```
3384 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3385 \ProvidesPackage{bschlangaul-synthese-algorithmus}[2021/03/19
3386 Hilfsmakros zum Setzen des Synthese-Algorithmuses zur Umformung einer
3387 Relation in die 3. Normalform]
3388 \bLadePakete{normalformen,mathe,typographie}
3389 \ExplSyntaxOn
```

Faulenzer

```
\let\schrittE=\liSyntheseUeberErklaerung
```

TeX-Markup Grundgerüst

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

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

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

TeX-Markup Linksreduktion

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

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

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

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

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

TeX-Markup Rechtsreduktion

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

\bPseudoUeberschrift{F}

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

\bPseudoUeberschrift{A}

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

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

```
3390 \def\bSyntheseUeberschrift#1{
3391   {
3392     \bfseries
3393     \rmfamily
3394     \str_case:nn {#1} {
3395       {1} {Kanonische~Überdeckung}
3396       {1-1} {Linksreduktion}
3397       {1-2} {Rechtsreduktion}
3398       {1-3} {Löschen-leerer-Klauseln}
3399       {1-4} {Vereinigung}
3400       {2} {Relationsschemata-formen}
3401       {3} {Schlüssel-hinzufügen}
3402       {4} {Entfernung-überflüssiger-Teilschemata}
3403     }
3404   }
3405 }
```

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

```

3406 \def\li@synthese@erklaerung@texte#1{
3407   \str_case:nn {#1} {
3408     {1} {
3409       Die-kanonische-Überdeckung---also-die-kleinst-mögliche-noch-
3410       äquivalente-Menge-von-funktionalen-Abhängigkeiten-kann-in-vier-
3411       Schritten-erreicht-werden.
3412     }
3413     {1-1} {
3414       Führe-für-jede-funktionale-Anhängigkeit~
3415        $\alpha \rightarrow \beta$ ~in- $F$ ~die-Linksreduktion-durch,~
3416       überprüfe-also-für-alle~
3417        $A \in \alpha$ ,~ob- $A$ ~überflüssig-ist,~d.h.~ob~
3418        $\beta \subseteq \text{AttributHuelle}\{F, \alpha \cup A\}$ .
3419     }
3420     {1-2} {
3421       Führe-für-jede-(verbliebene)-funktionale-Abhängigkeit- $\alpha \rightarrow \beta$ ~die-Rechtsreduktion-durch,~überprüfe-also-für-
3422       alle- $B \in \beta$ ,~ob- $B \in \text{AttributHuelle}\{F, (\alpha \rightarrow \beta) \cup (\alpha \rightarrow B)\}$ ,~
3423        $\alpha$ ~gilt.~In-diesem-Fall-ist- $B$ -auf-der-rechten-Seite-
3424       überflüssig-und-kann-eliminiert-werden,~d.h.~ $\alpha \rightarrow \beta$ ~wird-durch- $\alpha \rightarrow B$ ~
3425       ersetzt.
3426     }
3427     {1-3} {
3428       Entferne-die-funktionalen-Abhängigkeiten-der-Form- $\alpha \rightarrow \emptyset$ ,~die-im-2.-Schritt-möglicherweise-
3429       entstanden-sind.
3430     }
3431     {1-4} {
3432       Fasse-mittels-der-Vereinigungsregel-funktionale-Abhängigkeiten-
3433       der-Form- $\alpha \rightarrow \beta_1, \dots, \alpha \rightarrow \beta_n$ ~so-dass- $\alpha \rightarrow \beta_1 \cup \dots \cup \beta_n$ ~
3434       verbleibt.
3435     }
3436     % Kemper Seite 197
3437     {2} {
3438       Erzeuge-für-jede-funktionale-Abhängigkeit- $\alpha \rightarrow \beta \in F$ ~ein-Relationenschema- $\mathcal{R} \subseteq \mathcal{A}$ ~
3439        $:= \alpha \cup \beta$ .
3440     }
3441     {3} {
3442       Falls-eines-der-in-Schritt-2.-erzeugten-Schemata- $\mathcal{R} \subseteq \mathcal{A}$ ~
3443       einen-Schlüsselkandidaten-von- $\mathcal{R}$ ~bezüglich- $F$ ~
3444       enthält,~sind-wir-fertig,~sonst-wähle-einen-Schlüsselkandidaten-
3445        $\mathcal{K} \subseteq \mathcal{R}$ ~aus-und-definiere-folgendes-
3446       zusätzliche-Schema:~ $\mathcal{R} \subseteq \mathcal{K} \cup \mathcal{F}$ ~
3447       und- $\mathcal{F} \subseteq \mathcal{K} \cup \mathcal{F} \cup \emptyset$ 
3448     }
3449     {4} {
3450       Eliminiere-diejenigen-Schemata- $\mathcal{R} \subseteq \mathcal{A}$ ,~die-in-einem-
3451       anderen-Relationenschema- $\mathcal{R}' \subseteq \mathcal{A}$ ~enthalten-sind,~d.h.~
3452        $\mathcal{R} \subseteq \mathcal{R}'$ .
3453     }
3454   }
3455 }
3456 \def\bSyntheseErklaerung#1{
3457   {
3458     \itshape
3459     \footnotesize
3460     \bParagraphMitLinien{\li@synthese@erklaerung@texte{#1}}
3461   }

```

3468 }

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

3469 \def\bSyntheseUeberErklaerung#1{

3470 \bSyntheseUeberschrift{#1}\par

3471 \bSyntheseErklaerung{#1}

3472 }

3473 \ExplSyntaxOff

3474

tabelle.sty

```
3475 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]  
3476 \ProvidesPackage{bschlangaul-tabelle}[2020/12/05 Lädt das Paket tabluarx]  
3477 \RequirePackage{tabularx}  
3478
```

tex-dokumentation.sty

```
3479 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3480 \ProvidesPackage{bschlangaul-tex-dokumentation}[2021/09/12 Hilfsmakros
3481 für die DTX-Dokumentation]

3482 \ExplSyntaxOn

3483 \RequirePackage{mdframed}

3484 \newenvironment{liBeispiel}
3485 {
3486   \begin{mdframed}
3487 }
3488 {
3489   \end{mdframed}
3490 }

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

3491 \cs_new:Npn \let_abkuerzung:nn #1 #2
3492 {
3493   \texttt{
3494     {
3495       \textbackslash let
3496       \textbackslash #1
3497       =
3498       \textbackslash #2
3499     }
3500 }
3501 \def\bMakroFaulenzer #1 #2
3502 {
3503   \par
3504   \noindent
3505   \textbf{Makro-Faulenzer:~}
3506   \let_abkuerzung:nn {#1}{#2}
3507   \par
3508 }

3509 \prop_new:N \l_faulenzer_prop

\bFaulenzer

3510 \def\bFaulenzer#1
3511 {
3512   \prop_clear:N \l_faulenzer_prop
3513   \prop_put_from_keyval:Nn \l_faulenzer_prop {#1}
3514   \subsubsection{Faulenzer}
3515   \prop_map_inline:Nn \l_faulenzer_prop
3516   {
3517     \noindent
3518     \let_abkuerzung:nn {##1} {##2}
3519     \par
3520   }
3521   \bigskip
3522 }

3523 \ExplSyntaxOff

3524
```

typographie.sty

```
3525 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3526 \ProvidesPackage{bschlangaul-typographie}[2021/03/20 Typographische Makros,
3527 die das Erscheinungsbild verändern. Die Schriftdefinition sind in
3528 formatierung.sty definiert.]
```

```
3529 \ExplSyntaxOn
```

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

```
3530 \RequirePackage{fontawesome}
```

`\bErledigt` `\bErledigt:` ☑

```
3531 \let\bErledigt=\faCheckSquareO
```

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

```
3532 \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 —

```
3533 \def\bParagraphMitLinien#1{
3534   \noindent
3535   \vrule height 2pt depth -1.6pt width 0.4cm
3536   \enspace
3537   #1
3538   \enspace
3539   \leaders\vrule height 2pt depth -1.6pt \hfill \null
3540   \par
3541   \medskip
3542 }
```

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

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

```
3543 \def\bGeschweifteKlammern#1#2#3#4{
3544   \par
3545   \medskip
3546   \noindent
3547   #1 \, $= \Bigl\{ \$
3548   \vspace{#3}
3549   #2
3550   \vspace{#4}
3551   \begin{flushright} \$\Bigr\} \$\end{flushright}
3552   \par
3553 }
```

`\bTypoUeberschrift`

```
3554 \def\bTypoUeberschrift#1{
3555   {
3556     \bfseries\rmfamily
3557     #1
3558   }
3559 }
```

\bTypoUeberGross

```
3560 \def\bTypoUeberGross#1{
3561   {
3562     \huge
3563     \bTypoUeberschrift{#1}
3564   }
3565 }
```

\bTypoUeberGross

```
3566 \def\bTypoUeberGROSS#1{
3567   {
3568     \Huge
3569     \bTypoUeberschrift{#1}
3570   }
3571 }
```

3572 \ExplSyntaxOff

3573

uml.sty

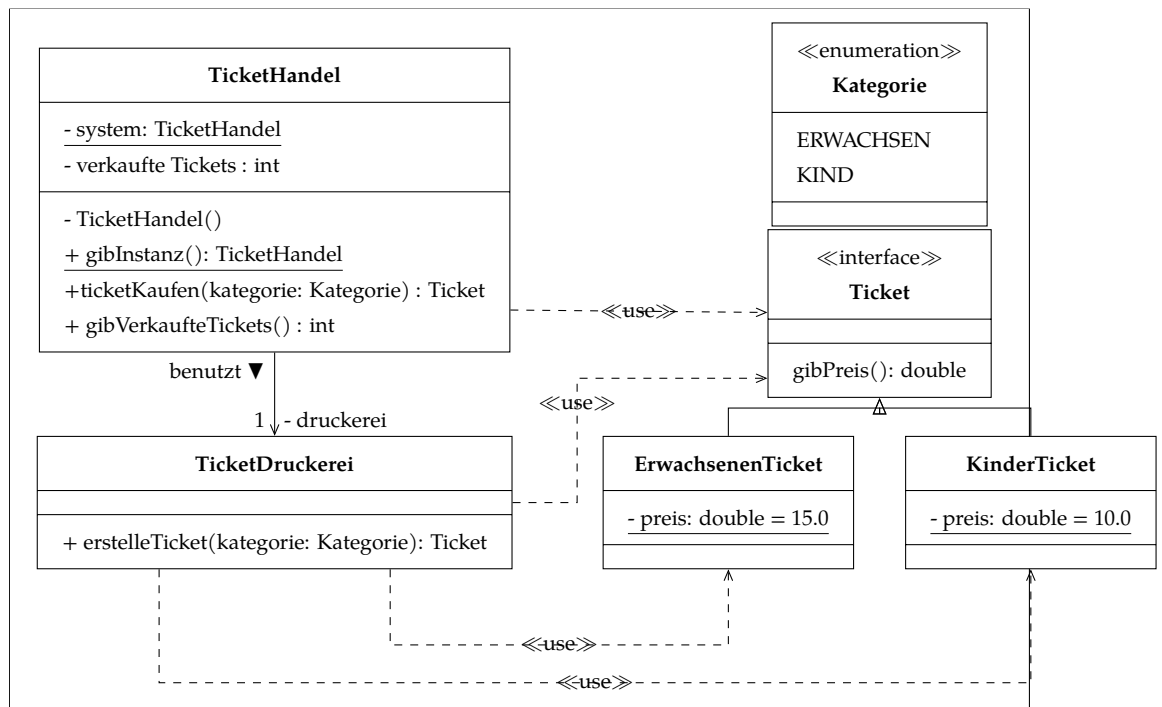
```

3574 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3575 \ProvidesPackage{bschlangaul-uml}[2020/06/13 Ein Hüll-Paket um
3576 `tikz-uml', das einige Design-Einstellungen vornimmt und manche
3577 Erweiterung bereitstellt]

3578 \RequirePackage{tikz-uml}
3579 \RequirePackage{tikz-uml-activity}
3580 % Not compatible with wasysym
3581 \RequirePackage{mathabx}
3582 \RequirePackage{wasysym}
3583 \usetikzlibrary{positioning}

3584 \tikzumlset{
3585   fill class=white!0,
3586   font=\footnotesize,
3587   fill object=white!0,
3588   fill note=white!0,
3589   fill state=white!0,
3590   % Use case
3591   fill usecase=white!0,
3592   fill system=white!0,
3593 }

```



```

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

```

```

3594 \NewDocumentCommand{ \bUmlLeserichtung } { 0{dir=right} m } {
3595   \def\@liDirLeft{}
3596   \def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}
3597   \pgfkeys{/lese/dir/.is choice}
3598   \pgfkeys{/lese/dir/up/.code={\def\@liDirRight{ \UParrow}}}
3599   \pgfkeys{/lese/dir/down/.code={\def\@liDirRight{ \DOWNarrow}}}
3600   \pgfkeys{/lese/dir/left/.code={\def\@liDirRight{}\def\@liDirLeft{\LEFTarrow }}}
3601   \pgfkeys{/lese/dir/right/.code={\def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}}}
3602
3603   \def\@liPos{above}
3604   \pgfkeys{/lese/pos/.code={\def\@liPos{##1}}}
3605
3606   \def\@liDistance{0cm}

```

```

3607 \pgfkeys{/lese/distance/.code={\def\@liDistance{##1}}}
3608
3609 \pgfkeys{/lese/.cd,#1}
3610
3611 \node[\@liPos = \@liDistance of #2-middle] {
3612   \@liDirLeft{\footnotesize#2}\@liDirRight
3613 };
3614 }
3615

```

vollstaendige-induktion.sty

```
3616 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3617 \ProvidesPackage{bschlangaul-vollstaendige-induktion}[2021/07/01
3618 Hilfsmakros zum Setzen der Vollständigen Induktion, vor allem die
3619 Überschriften für die einzelnen Schritte]
```

Faulenzer

```
\let\m=\liInduktionMarkierung
\let\e=\liInduktionErklaerung
```

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

Lade häufig benötigte Pakete

```
3620 \RequirePackage{bschlangaul-typographie}
3621 \RequirePackage{bschlangaul-mathe}
3622 \RequirePackage{bschlangaul-syntax}
3623 \ExplSyntaxOn
```

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

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

```
3624 \def\bInduktionMarkierung#1{\textcolor{violet}{#1}}
```

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

Makro-Faulenzer: \let\e=\liInduktionErklaerung

3625 \def\bInduktionErklaerung#1{\scriptsize\text{#1}}

\bInduktionAnfang

3626 \def\bInduktionAnfang{

3627 \bPseudoUeberschrift{Induktionsanfang}

3628

3629 % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion

3630 \bParagraphMitLinien{

3631 Beweise,~dass~ $A(1)$ ~eine~wahre~Aussage~ist.

3632 }

3633 }

\bInduktionVoraussetzung

3634 \def\bInduktionVoraussetzung{

3635 \bPseudoUeberschrift{Induktionsvoraussetzung}

3636

3637 % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion

3638 \bParagraphMitLinien{

3639 Die~Aussage~ $A(k)$ ~ist~wahr~für~ein~beliebiges~ $k \in \mathbb{N}$.

3640 }

3641 }

\bInduktionSchritt

3642 \def\bInduktionSchritt{

3643 \bPseudoUeberschrift{Induktionsschritt}

3644

3645 % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion

3646 \bParagraphMitLinien{

3647 Beweise,~dass~wenn~ $A(n=k)$ ~wahr~ist,~

3648 auch~ $A(n=k+1)$ ~wahr~sein~muss.

3649 }

3650 }

3651 \ExplSyntaxOff

3652

wasserfall.sty

```
3653 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3654 \ProvidesPackage{bschlangaul-wasserfall}[2020/06/10]
3655 \RequirePackage{tikz}
3656 \tikzset{wasserfall/.style={
3657   >=stealth,
3658   node distance = 2mm and -8mm,
3659   start chain = A going below right,
3660   every node/.style = {
3661     draw,
3662     text width=24mm,
3663     minimum height=12mm,
3664     align=center,
3665     inner sep=1mm,
3666     fill=white,
3667     drop shadow={fill=black},
3668     on chain=A
3669   },
3670 }}
3671 \usetikzlibrary{chains,positioning,shadows}
3672
```

wpkalkuel.sty

```
3673 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3674 \ProvidesPackage{bschlangaul-wpkalkuel}[2020/06/13]
```

Faulenzer

```
\let\wp=\liWpKalkuel
\let\equivalent=\liWpEquivalent
\let\erklaerung=\liWpErklaerung
```

```
3675 \RequirePackage{amsmath}
3676 \ExplSyntaxOn
```

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

```
3677 \def\bWpKalkuelOhneMathe#1#2{
3678   \text{\wp}(\texttt{\scriptsize"#1"},\thinspace #2)
3679 }
3680 \def\bWpKalkuel#1#2{
3681   \ifmmode
3682     \bWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}
3683   \else
3684     $\bWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}$
3685   \fi
3686 }
```

\MatheEnv

```
3687 \def\MatheEnv#1{
3688   \medskip
3689
3690   \hspace{1em}#1
3691
3692   \medskip
3693 }
```

\Mathe

```
3694 \def\Mathe#1{
3695   \MatheEnv{${#1}$}
3696 }
```

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

```
3697 \def\bWpEquivalent#1{
3698   \MatheEnv{$\equiv$\hspace{1em}${#1}$}
3699 }
```

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

```
3700 \newlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}
3701 \def\bWpErklaerung#1{
3702   \setlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}{\leftskip}
3703   \setlength{\leftskip}{0.5cm}
3704
3705   \par
3706   \noindent
3707   {
3708     \scriptsize
3709     #1
3710   }
3711   \par
3712
3713   \setlength{\leftskip}{\@Skip@Erklaerung@Reset}
3714 }
```

\bWpErklaerungVerzweigung

```

3715 \def\bWpErklaerungVerzweigung{
3716   $\bWpKalkuelOhneMathe{if~\{~b~\}~then~\{-a1~\}~else~\{-a2~\}}{Q}
3717   \equiv
3718   (b \land \bWpKalkuelOhneMathe{a1}{Q})
3719   \lor
3720   (\neg b \land \bWpKalkuelOhneMathe{a2}{Q})$
3721 }

3722 \ExplSyntaxOff

3723

```

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	824, 834, 841, 843, 846	
\# 477		\bAttributMenge 2746, 2758, 2761, 2768, 2769, 2783, 2785
\, .. 727, 797, 852, 1143, 1161, 1793, 1795, 2364, 2365, 2366, 2806, 3307, 3314, 3547	_ 2758, 2768	\bAufgabe 379 \bAufgabenMetadaten 38, 243, 344, 410
\@Skip@Erklaerung@Reset 3700, 3702, 3713	A \addbibresource 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186	\bAufgabenTitel 418 \bAusdruck 1789 \bAutomat 429 \bAutomatenKante 461
\@afterheading 81, 2221, 2345	\ADDITUMfalse 591 \ADDITUMtrue 16, 591	\bBandAlphabet 1753 bBaum (environment) .. 975 \bBedingung 2110 \bBedingungDrei 2429, 2472, 2512
\@afterindentfalse 80, 2220, 2344	\advance 3220 \AfterEndEnvironment 3296	\bBedingungEins 2423, 2461, 2504 \bBedingungFalsch .. 2112 \bBedingungWahr 2111 \bBedingungZwei 2426, 2467, 2508
\@liDirLeft 3595, 3600, 3612	\Alpha 1853 \alpha 1853, 1854	\bBeschiftung 2223 \bBindeAufgabeEin ... 226 \bBindePdfEin 180 \bChomskyErklaerung 1012, 1053
\@liDirRight 3596, 3598, 3599, 3600, 3601, 3612	\alpha . 3415, 3417, 3418, 3421, 3423, 3424, 3425, 3426, 3427, 3431, 3437, 3438, 3443, 3444, 3445, 3448, 3456, 3457, 3458	\bChomskyUeberErklaerung 1051 \bChomskyUeberschrift 1000, 1052
\@liDistance 3606, 3607, 3611	\ANTWORTfalse 595 \ANTWORTtrue 595	\bCpmEreignis 1061 \bCpmFruehErklaerung 1132 \bCpmFruehI ... 1125, 1145 \bCpmSpaetErklaerung 1150 \bCpmSpaetI ... 1118, 1163 \bCpmVon 1101 \bCpmVonOhneMathe 1101, 1104, 1106 \bCpmVonZu 1093 \bCpmVonZuOhneMathe 1093, 1096, 1098 \bCpmVorgang 1078 \bCpmZu 1109
\@liPos ... 3603, 3604, 3611	\arabic 1853, 3015, 3020, 3025, 3031, 3037, 3043	
\ \ ... 158, 160, 184, 188, 192, 1173, 1201, 1202, 1205, 1206, 1209, 1210, 1305, 1306, 1307, 1414, 1448, 1450, 1480, 1489, 1534, 1576, 1577, 1578, 1583, 1584, 1585, 1605, 2208, 2701, 2759, 2762	\arraystretch 2696 \AtBeginDocument 181	
\{ 575, 1730, 1740, 1752, 1753, 1758, 1792, 2024, 2746, 3171, 3547, 3716	B \bAbleitung 1767 \bAlphabet 1752 bAntwort (environment) 2234 \bAnweisung 2109 \bAssemblerCode 3355 \bAssemblerDatei ... 3356 \bAttribut 3174 \bAttributHuelle 2738, 3418, 3423 \bAttributHuelleOhneMathe 2738, 2741, 2743, 2757, 2767, 2775	
\} 575, 1730, 1740, 1752, 1753, 1760, 1796, 2025, 2746, 3171, 3551, 3716		
_ . 47, 61, 104, 245, 400, 408, 413, 415, 673, 702, 726, 729, 739, 762, 765, 769, 771, 773, 775, 778, 790, 791, 792, 795, 797, 811, 812, 818, 821,		

\bCpmZuOhneMathe	\bEntwurfsEinzelstueck	\bExamensAufgabe
. . . . 1109, 1112, 1114	. . . . . 1466	\bExamensAufgabeA . . . 391
\BeforeBeginEnvironment	\bEntwurfsEinzelstueckAkteure	\bExamensAufgabeTA . . 388
. 3295	. . . . . 1455, 1471	\bExamensAufgabeTTA . . 385
\begin 98, 156,	\bEntwurfsEinzelstueckBeschreibung	\bErbaue 2993, 2994, 2995
173, 864, 873, 881,	. . . . . 1440, 1467	\bFalsch 993
982, 1199, 1253,	\bEntwurfsEinzelstueckCode	\bFaulenzer 3510
1268, 1303, 1327,	. . . . . 1463, 1473	\bFlaci 1799
1374, 1406, 1421,	\bEntwurfsEinzelstueckUml	\bFremd 3154
1446, 1456, 1476,	. . . . . 1445, 1469	\bfseries 54, 147, 212,
1496, 1528, 1545,	\bEntwurfsErbauer	252, 865, 888, 1002,
1574, 1599, 1620,	\bEntwurfsErbauerAkteure	1843, 1845, 2616,
1644, 1659, 1773,	. . . . . 1495, 1525	2993, 2999, 3001,
1858, 1950, 1978,	\bEntwurfsErbauerUml	3003, 3004, 3392, 3556
1987, 1994, 2102,	. . . . . 1475, 1524	\bFunktionaleAbhaengigkeit
2200, 2264, 2286,	\bEntwurfsFabrikmethode . . . . .	. . . . 2777, 2780, 2788
2306, 2333, 2338,	. . . . . 1569, 1594	\bFunktionaleAbhaengigkeiten
2349, 2434, 2438,	\bEntwurfsFabrikmethodeAkteure . . . . .	. . . . . 2791
2457, 2480, 2503,	. . . . . 1544, 1571	\bFussnote 2651, 2653
2518, 2598, 2599,	\bEntwurfsFabrikmethodeUml	\bFussnoteDreiText . .
2603, 2626, 2639,	. . . . . 1527, 1570	. . . . . 2665, 2683
2699, 2700, 2750,	\bEntwurfsKompositum	\bFussnoteEinsText . .
2795, 2935, 2955,	\bEntwurfsKompositumAkteure . . . . .	. . . . . 2657, 2677
3096, 3118, 3132,	. . . . . 1596	\bFussnoteLink 2361
3295, 3318, 3486, 3551	\bEntwurfsKompositumUml	\bFussnoten 2673
\begingroup 2201, 2748, 3216	. . . . . 1573, 1595	\bFussnoteUrl . . 1613, 2357
\bEntwurfs 1615	\bEntwurfsModellPraesentation	\bFussnoteVierText . .
\bEntwurfsAbstrakteFabrik . . . . .	. . . . . 1615	. . . . . 2669, 2686
. 1245	\bEntwurfsModellPraesentationAkteure	\bFussnoteZweiText . .
\bEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung . . . . .	. . . . . 1617	. . . . . 2661, 2680
. 1193, 1246	\bEntwurfsModellPraesentationBeschreibung	\bFussnoteZweiText . .
\bEntwurfsAbstrakteFabrikCode . . . . .	. . . . . 1598, 1616	. . . . . 1771, 2792, 3543
. 1240, 1250	\bEntwurfsModellPraesentationUml	\bGrafikCCLizenz 1890, 2636
\bEntwurfsAbstrakteFabrikUml . . . . .	. . . . . 1639	\bGrafikLogo 882, 1895, 2612
. 1198, 1248	\bEntwurfsModellPraesentationUmlKlammern	\bGrafikLogoPfad
\bEntwurfsAdapter . . . 1297	. . . . . 1633, 1641	. . . . . 1887, 1892, 1897
\bEntwurfsAdapterAkteure	\bEntwurfsModellPraesentationUml	\bGrammatik 1810
. 1267, 1299	. . . . . 1619, 1640	\bgroup 2239, 2283
\bEntwurfsAdapterCode	\bEntwurfsZustand . . . 1680	\bHanoi 1936
. 1291, 1300	\bEntwurfsZustandAkteure	\bHaskellCode 3362
\bEntwurfsAdapterUml . . . . .	. . . . . 1658, 1682	\bHaskellDatei 3363
. 1252, 1298	\bEntwurfsZustandCode	\bIgl 3547
\bEntwurfsBeobachter 1368	. . . . . 1676, 1683	\bIgr 3551
\bEntwurfsBeobachterAkteure	\bEntwurfsZustandUml	\bigskip 76, 93, 96,
. 1326, 1370	. . . . . 1643, 1681	298, 301, 830, 1175,
\bEntwurfsBeobachterCode	\bEpsilon 1738	1180, 2210, 2674, 3521
. 1360, 1371	\bErAttribute	\bInduktionAnfang . . 3626
\bEntwurfsBeobachterUml . . . . .	. . . . . 1696, 1710, 1712	\bInduktionErklaerung 3625
. 1302, 1369	\bErDatenbankName . . . 1715	\bInduktionMarkierung 3624
\bEntwurfsDekorierer 1400	\bErEntity 1694, 1698, 1700	\bInduktionSchritt . . 3642
\bEntwurfsDekoriererAkteure	\bErledigt 3531	\bInduktionVoraussetzung
. 1402	\bErMpAttribute 1709	. . . . . 3634
\bEntwurfsDekoriererCode	\bErMpEntity 1697	\bJavaCode 3306
. 1392, 1403	\bErMpRelationship . . 1703	\bJavaDatei . . . 1191, 3324
\bEntwurfsDekoriererUml	\bErRelationship	\bJavaExamen 3344
. 1373, 1401	. . . . . 1695, 1704, 1706	\bJavaTestDatei 3334
\bEntwurfsEinfacheFabrik	\beschriftung	\bKellerAutomat 470
. 1436	. . . . . 2244, 2248,	\bKellerKante 508
\bEntwurfsEinfacheFabrikAkteure	2252, 2256, 2260, 2262	\bKellerUebergang 503, 509
. 1420, 1438	\bErEntity 3415,	\bKontrollCode 2113
\bEntwurfsEinfacheFabrikUml . . . . .	. . . . . 3418, 3422, 3423,	\bKontrollKnotenPfad 2115
. 1405, 1437	. . . . . 3424, 3427, 3437,	\bKontrollTextzeileKnoten
	. . . . . 3438, 3439, 3444, 3445	. . . . . 2114, 2119

<code>\bKurzeTabellenLinie</code> 1173	<code>\bParagraphMitLinien</code> 1048, 1133, 1151, 2712, 3466, 3533, 3630, 3638, 3646	<code>\bSyntheseUeberErklaerung</code> 3469
<code>\bLadeAllePakete</code> 215, 322, 601	<code>\bPetriErreichKnotenDrei</code> 2892	<code>\bSyntheseUeberschrift</code> 3390, 3470
<code>\bLadePakete</code> 5, 116, 123, 135, 354, 422, 425, 597, 602, 999, 1060, 1729, 1973, 2549, 2650, 2730, 2898, 3267, 3388	<code>\bPetriErreichTransition</code> 2889	<code>\bT</code> .. 2406, 2421, 2435, 2499
<code>\bLatexCode</code> 3316	<code>\bPetriSetzeSchluessel</code> 2834	<code>\bTeilen</code> 2735
<code>\bLeereZelle</code> 2688	<code>\bPetriTransitionsName</code> 2881, 2893	<code>\bTheta</code> 2376, 2427, 2459, 2465, 2470
<code>\bLinksReduktion</code> ... 2755	<code>\bPetriTransitionsNameOhneMathe</code> 2406, 2415, 2417 2881, 2884, 2886	<code>\bThetaOhneMathe</code> 2376, 2381, 2383
<code>\bLinksReduktionInline</code> 2764, 2772	<code>\bPetriTransPfeile</code> . 2893	<code>\bTitelSeite</code> 169, 183
<code>\bLogoTextCCLizenz</code> 95, 300, 2632	<code>\bPolynomiellReduzierbar</code> 1993	<code>\bTOhneMathe</code>
<code>\bLogoTextProjekt</code> 92, 297, 2608	<code>\bPotenzmenge</code> 1739, 1743, 2904	<code>\bTrennSeite</code> 152
<code>\bMakroFaulenzer</code> ... 3491	<code>\bPotenzmengeOhneMathe</code> 1740, 1741, 1742	<code>\bTuringKante</code> 571
<code>\bMasterExkurs</code> 2517	<code>\bPrimaer</code> 3153	<code>\bTuringLeerzeichen</code> 527, 535
<code>\bMasterFaelle</code> . 2456, 2524	<code>\bProblemBeschreibung</code> 1977	<code>\bTuringMaschine</code> 528
<code>\bMasterFallRechnung</code> 2502	<code>\bProblemClique</code> 2000	<code>\bTuringUeberfuehrung</code> 574
<code>\bMasterVariablen</code> 2433, 2519	<code>\bProblemName</code> 1976, 1983, 1995, 1997, 2010, 2021, 2022, 2030, 2031	<code>\bTuringUebergaenge</code> 566, 572
<code>\bMasterVariablenDeklaration</code> 2479	<code>\bProblemSat</code> 2029	<code>\bTuringUebergangZelle</code> 561
<code>\bMasterWolframLink</code> 2527	<code>\bProblemSubsetSum</code> 2020, 2029	<code>\bTypoUeberGROSS</code> ... 3566
<code>\bMenge</code> .. 439, 440, 442, 481, 482, 483, 487, 539, 540, 541, 545, 1730, 1779, 1818, 1819	<code>\bProblemVertexCover</code> 2000, 2008	<code>\bTypoUeberGross</code> 3560, 3566
<code>\bMengeOhneMathe</code> 1730, 1733, 1735	<code>\bProduktionen</code> . 1778, 1820	<code>\bTypoUeberschrift</code> 3554, 3563, 3569
<code>\bMetaBsChlangaulSammlung</code> .. 890, 2139, 2550, 2617	<code>\bPruefungsNummer</code> ... 138	<code>\bUeberfuehrungsFunktion</code> 1744
<code>\bMetaCCLink</code> ... 2562, 2641	<code>\bPruefungsTitel</code> 141	<code>\bUeberfuehrungsFunktionOhneMathe</code> 1744, 1747, 1749
<code>\bMetaEmail</code> 2145, 2572, 2577, 2579	<code>\bPseudoUeberschrift</code> 2209, 2289, 2292, 2698, 2708, 3627, 3635, 3643	<code>\bUeberschriftDreiecksTabelle</code> 2706
<code>\bMetaEmailLink</code> 2575, 2591	<code>\bPumpingKontextfrei</code> 2950	<code>\bUmlLeserichtung</code> .. 3594
<code>\bMetaHermineFriends</code> . .. 898, 2144, 2553, 2621	<code>\bPumpingRegulaer</code> .. 2929	<code>\bVertauschen</code> 3182
<code>\bMetaHilfMit</code> 101, 2582, 2593	<code>\bRechtsReduktionInline</code> 2772	<code>\bWortInSprache</code> 1174
<code>\bMetaQuelltext</code> . 103, 2593	<code>\bRekursionsGleichung</code> 2420, 2483	<code>\bWortNichtInSprache</code> 1179
<code>\bMetaSetze</code> 40, 244, 345, 399, 411	<code>\bRelation</code> 2802	<code>\bWpEquivalent</code> 3697
<code>\bMetaUeberDasProjekt</code> 2556, 2628	<code>\bRelationMenge</code> 3169	<code>\bWpErklaerung</code> 3700
<code>\bMinimierungErklaerung</code> 2710	<code>\bRichtig</code> 992	<code>\bWpErklaerungVerzweigung</code> 3715
<code>\bMinispracheDatei</code> . 3359	<code>\bRundeKlammer</code> 2373, 2377, 2387, 2397, 2411, 2815, 2819	<code>\bWpKalkuel</code> 3677
<code>\bNichtsZuTun</code> 3532	<code>\bSetzeExamenTeilaufgabeNr</code> 222	<code>\bWpKalkuelOhneMathe</code> 3677, 3682, 3684, 3716, 3718, 3720
<code>\bO</code> 2396, 2424	<code>\bSetzeExamenThemaNr</code> . 218	<code>\bZustandsBuchstabe</code> 1754, 1763, 1765, 1783, 1785
<code>\bOmega</code> 2386, 2430	<code>\bSortierMarkierung</code> 3194	<code>\bZustandsBuchstabeGross</code> 1755, 1764, 1766
<code>\bOmegaOhneMathe</code> 2386, 2391, 2393	<code>\bSortierPfeil</code> 3188	<code>\bZustandsmenge</code> 1742
<code>\bONotationO</code> 2818	<code>\bSortierPfeilUnten</code> 3191	<code>\bZustandsmengeNr</code> 1756, 2913
<code>\bOOhneMathe</code> 2396, 2401, 2403	<code>\bSpaltenUmbruch</code> ... 3263	<code>\bZustandsmengeNrGross</code> 1764
<code>\bool</code> 705, 798	<code>\bSqlCode</code> 3367	<code>\bZustandsMengenSammlung</code> 2900
<code>\bowtie</code> 3141, 3144, 3145, 3146	<code>\bStrich</code> 1975	<code>\bZustandsMengenSammlungNr</code> 2909
<code>\Box</code> 527	<code>\bSyntheseErklaerung</code> 3406, 3471	<code>\bZustandsmengeOhneMathe</code> 1742
<code>\boxtimes</code> 992		<code>\bZustandsname</code> 1765
		<code>\bZustandsnameGross</code> 1766, 2901, 2910

<code>\bZustandsnameTiefgestellt</code>	3332, 3336, 3341, 1781	<code>liKontrollflussgraph</code>	..... 2101
<code>\bZustandsPaar</code>	2690	<code>liLernkartei</code>	2347
<code>\bZustandsPaarVariablenName</code>	3024, 3029, 3035, 3041	<code>liProduktionsRegeln</code>	..... 1768
.....	2689, 2692, 2693	<code>liProjektSprache</code>	2232
C		<code>liQuellen</code>	2327
<code>\c</code>	1952, 1953	<code>liRelationenSchemaFormat</code>	..... 3175
<code>\cdot</code>	2409, 2465, 2476	<code>liRmodell</code>	3155
<code>\centerline</code>	1983, 2636, 3094, 3116, 3131	<code>liUebergangsTabelle</code>	..... 2696
<code>\cftbeforesecskip</code> ...	278	<code>\equiv</code>	3698, 3717
<code>\cftbeforesubsecskip</code> .	..... 279, 280	<code>\erzeuge@tiefgestellt</code>	..... 1739, 1740, 1744
<code>\cftbeforesubsubsecskip</code>	..... 281	<code>\EXKURfalse</code>	593
<code>\cftsubsecafterpnum</code> .	280	<code>\EXKURtrue</code>	593
<code>\chapter</code>	1843, 1844	<code>\expandafter</code> .....	. 1937, 3049, 3051, 3052, 3053, 3061, 3219
<code>\char</code>	2208	<code>\ExplSyntaxOff</code> ...	108, 127, 195, 305, 348, 417, 460, 502, 507, 560, 565, 570, 1055, 1077, 1092, 1168, 1720, 1798, 1833, 1900, 2122, 2161, 2367, 2432, 2645, 2724, 2918, 3168, 3229, 3366, 3473, 3523, 3572, 3651, 3722
<code>\clearpage</code>	153, 167, 170, 178, 213, 291, 303, 342, 907, 2202	<code>\ExplSyntaxOn</code> .....	..... 17, 119, 137, 217, 324, 398, 429, 470, 503, 528, 561, 566, 590, 998, 1061, 1078, 1117, 1693, 1788, 1810, 1884, 2115, 2127, 2198, 2371, 2548, 2706, 2811, 2899, 3156, 3226, 3281, 3389, 3482, 3529, 3623, 3676
<code>\cline</code>	1173	F	
<code>\clist</code>	599, 647, 648, 670, 674, 3228	<code>\faCheckSquare0</code>	3531
<code>\columnbreak</code>	3263	<code>\faCircleThin</code>	1712
<code>\contentsname</code>	282	<code>\faGg</code>	1706
<code>\cs</code>	18, 25, 31, 247, 275, 673, 702, 726, 729, 739, 762, 773, 784, 795, 797, 834, 841, 846, 857, 2129, 2136, 2151, 2157, 2327, 2597, 2818, 3491	<code>\fancyfoot</code> .....	. 1864, 1865, 1866, 2143, 2144, 2145, 2146
<code>\csname</code>	1937, 1940	<code>\fancyhead</code> .	1863, 2138, 2139, 2140, 2141, 2153
<code>\cup</code>	1753, 2780, 3424, 3438, 3445	<code>\faSquare0</code>	1700
D		<code>\fi</code> ...	1099, 1107, 1115, 1123, 1130, 1736, 1750, 1786, 2240, 2263, 2276, 2284, 2301, 2325, 2384, 2394, 2404, 2418, 2744, 2781, 2826, 2887, 3054, 3246, 3247, 3250, 3252, 3685
<code>\DeclareMathSymbol</code> ..	..... 2542, 2543	<code>\filcenter</code>	212
<code>\DecoINERT</code>	3018, 3091, 3092, 3114		
<code>\DecoINERTwithPivot</code> .	..... 3034, 3113		
<code>\DecoLEFT</code>	3013, 3112		
<code>\DecoLEFTwithPivot</code> ..	..... 3028, 3090		
<code>\DecoRIGHT</code> 3023, 3115, 3125			
<code>\DecoRIGHTwithPivot</code> .	..... 3040, 3093		
<code>\definecolor</code>	1841		
<code>\DefineVerbatimEnvironment</code>	..... 3269		
<code>\delta</code> 433, 475, 533, 575, 1744			
<code>\dh</code>	2366, 3426		
<code>\directlua</code>	426, 505, 563, 568, 1725, 1739, 1759, 1767, 1774, 1779, 2731, 2736, 2789, 2796, 2803, 3183, 3282, 3326, 3331,		
		<code>bAntwort</code>	2234
		<code>bBaum</code>	975
		<code>liAdditum</code>	2278
		<code>liAHuelle</code>	2747
		<code>liEinbettung</code>	2233
		<code>liExkurs</code>	2303
		<code>liGraphenFormat</code> .	1929
		<code>liJavaAngabe</code>	3303
		<code>liKasten</code>	1857
		<code>\endcsname</code>	1937, 1940
		<code>\endgroup</code> .	2204, 2753, 3221
		<code>\enspace</code>	3536, 3538
		environments:	
		<code>\draw</code>	1957, 1960, 1963, 2890, 3189, 3192
		<code>\dots</code>	1033, 1037, 2024, 2942, 3437, 3438
		<code>\DOWNarrow</code>	3599
		<code>\edef</code>	1948, 3107, 3111, 3123, 3124
		<code>\edge</code>	644
		<code>\egroup</code>	2275, 2300
		<code>\else</code>	1097, 1105, 1113, 1121, 1128, 1734, 1748, 1784, 2237, 2260, 2274, 2281, 2299, 2324, 2382, 2392, 2402, 2416, 2742, 2779, 2824, 2885, 3053, 3246, 3248, 3683
		<code>\emph</code> ..	1194, 1441, 1696, 2005, 2034, 2036, 2207
		<code>\empty</code>	2260, 2778
		<code>\emptyset</code>	2688, 3432, 3453, 3532
		<code>\end</code>	105, 164, 175, 869, 877, 901, 985, 1238, 1264, 1289, 1324, 1358, 1390, 1418, 1434, 1453, 1461, 1492, 1521, 1542, 1567, 1592, 1612, 1631, 1656, 1674, 1775, 1860, 1966, 1990, 1991, 1998, 2107, 2205, 2272, 2296, 2322, 2340, 2341, 2355, 2436, 2452, 2477, 2500, 2515, 2525, 2601, 2605, 2606, 2629, 2642, 2703, 2704, 2752, 2797, 2945, 2965, 3096, 3118, 3132, 3296, 3322, 3489, 3551
		<code>\endcsname</code>	1937, 1940
		<code>\endgroup</code> .	2204, 2753, 3221
		<code>\enspace</code>	3536, 3538
		environments:	
		<code>bAntwort</code>	2234
		<code>bBaum</code>	975
		<code>liAdditum</code>	2278
		<code>liAHuelle</code>	2747
		<code>liEinbettung</code>	2233
		<code>liExkurs</code>	2303
		<code>liGraphenFormat</code> .	1929
		<code>liJavaAngabe</code>	3303
		<code>liKasten</code>	1857

\footcite	1196	H	J
1265, 1287, 1334,		\hbox	3141
1357, 1389, 1442,		\headrulewidth .	1868, 2148
1493, 1520, 1566,		\headwidth	2159
2003, 2006, 2013,		\hfill	64,
2018, 2023, 2027,			2461, 2467, 2472, 3539
2033, 2038, 2166,		\hinweis	<u>2231</u>
2453, 2454, 2711, 2948		\hline	2701
\footnote	2358, 2362	\horizontale	25, 72
\footnotesize		\href	1806, 2362,
. 70, 515, 807, 941,			2529, 2564, 2576, 3321
1047, 1717, 2231,		\hspace . . .	2893, 3690, 3698
2317, 2334, 2350,		\ht	3142
2627, 2655, 2749,		\Huge 162, 188, 252, 332, 3568	
2766, 2774, 2903,		\huge	212, 3562
2912, 3155, 3270,			
3301, 3465, 3586, 3612		I	
\footrulewidth .	1869, 2149	\i	1962, 1963
\foreach . .	1952, 1955, 1962	\ifADDITUM .	<u>591</u> , 2280, 2298
\forestFirst . . .	3243, 3246	\ifANTWORT .	<u>595</u> , 2236, 2273
\forestLast . . .	3244, 3246	\ifcase	3050
\forestOget . . .	3243, 3244	\ifEXKURS	<u>593</u> , 2304
\forestOnes	3256	\ifmmode 1095, 1103, 1111,	
\forestOv .	3245, 3246, 3249		1119, 1126, 1732,
\forestov . .	3235, 3239,		1746, 1782, 2380,
3240, 3243, 3244,			2390, 2400, 2414,
3245, 3246, 3248, 3249			2740, 2822, 2883, 3681
\forestset	3231, 3254	\IfNoValueTF	
\forestSortLevel . . . .			. . . . 2287, 2358, 2362
3233, 3241, 3255, 3256		\ifnum	2977,
\frac .	2411, 2444, 2476, 2491		3218, 3234, 3242, 3248
\fullouterjoin	<u>3146</u>	\ifx	2260, 2778, 3246
		\in	1021, 1177,
			2031, 2424, 2427,
			2430, 2459, 2465,
			2470, 2931, 2942,
			2952, 2962, 3415,
			3417, 3423, 3444, 3639
		\includegraphics 1891, 1896	
		\includepdf	180
		\inhalts	275, 293
		\inhaltsverzeichnis <u>2199</u>	
		\input	228, 380,
			383, 386, 389, 392, 911
		\inputminted 3325, 3335,	
			3345, 3357, 3360, 3364
		\int	3228
		\item	992, 993, 1270,
			1274, 1279, 1284,
			1328, 1337, 1342,
			1350, 1422, 1427,
			1431, 1457, 1497,
			1502, 1509, 1517,
			1546, 1551, 1555,
			1560, 1660, 1665,
			1670, 1988, 1989,
			2327, 2331, 2439,
			2444, 2448, 2458,
			2464, 2469, 2481,
			2485, 2489, 2493,
			2497, 2504, 2508,
			2512, 2936, 2939,
			2942, 2956, 2959, 2962
		\itshape	1046, 3464
\g	19, 21, 32, 34, 42,		
56, 58, 139, 142, 158,			
160, 188, 192, 219,			
223, 227, 231, 232,			
233, 234, 235, 237,			
238, 240, 254, 257,			
260, 265, 402, 647,			
648, 670, 674, 680,			
681, 682, 683, 684,			
686, 687, 688, 690,			
691, 693, 694, 695,			
696, 697, 698, 699,			
700, 703, 707, 708,			

P		
<code>\pagestyle</code>	859, 1867	
<code>\par</code>	22, 26, 29, 48, 65, 78, 255, 258, 261, 266, 271, 808, 829, 868, 876, 883, 892, 900, 1052, 1800, 1808, 2212, 2218, 2224, 2319, 2343, 2352, 2619, 2622, 3094, 3116, 3131, 3172, 3470, 3503, 3507, 3519, 3540, 3544, 3552, 3705, 3711	
<code>\paragraph</code>	1845	
<code>\parindent</code>	3163	
<code>\path</code>	462, 509, 572, 1090	
<code>\pgfkeys</code>	2845, 3597, 3598, 3599, 3600, 3601, 3604, 3607, 3609	
<code>\pgfmath@count</code>	3216, 3218, 3220	
<code>\pgfmath@smuggleone</code>	3221	
<code>\pgfmathdeclarefunction</code>	3215	
<code>\pgfmathhint</code>	3216	
<code>\pgfmathparse</code>	1943, 3233, 3238, 3241, 3255, 3256	
<code>\pgfmathresult</code>	1944, 3216, 3217, 3219, 3221, 3234, 3242, 3255, 3256	
<code>\pgfutil@empty</code>	3217	
<code>\pgfutil@loop</code>	3218	
<code>\pgfutil@repeat</code>	3221	
<code>\preceq</code>	1996	
<code>\prime</code>	1975	
<code>\printbibliography</code>	2189	
<code>\ProcessKeysOptions</code>	126	
<code>\prop</code>	3509, 3512, 3513, 3515	
<code>\ProvidesClass</code>	2, 111, 130, 198, 308, 351	
<code>\ProvidesPackage</code>	363, 376, 396, 421, 589, 916, 989, 996, 1058, 1171, 1186, 1687, 1723, 1836, 1873, 1882, 1903, 1932, 1970, 2042, 2125, 2164, 2170, 2192, 2370, 2533, 2546, 2648, 2727, 2810, 2830, 2896, 2921, 2926, 2970, 3136, 3149, 3178, 3259, 3266, 3273, 3278, 3370, 3385, 3476, 3480, 3526, 3575, 3617, 3654, 3674	
Q		
<code>\QS@list</code>	3096, 3107, 3111, 3118, 3124, 3129, 3132	
<code>\QS@select@equal</code>	3071, 3075	3137, 3138, 3139,
<code>\QS@select@greater</code>	3072, 3076	3152, 3180, 3211,
<code>\QS@select@smaller</code>	3067, 3070, 3074	3262, 3268, 3275,
<code>\QS@sort@a</code>	3049, 3082, 3103, 3104	3280, 3291, 3292,
<code>\QS@sort@b</code>	3049, 3050	3372, 3477, 3483,
<code>\QS@sort@c</code>	3053, 3060	3530, 3578, 3579,
<code>\QS@sort@d</code>	3061, 3069	3581, 3582, 3620,
<code>\QS@sort@empty</code>	3051, 3056	3621, 3622, 3655, 3675
<code>\QS@sort@single</code>	3052, 3057	<code>\right</code> 2374, 2816
<code>\QS@initialize</code>	2974, 3086, 3121	<code>\RIGHTarrow</code> 3596, 3601
<code>\QS@Ir</code>	3057, 3063, 3071, 3091, 3105, 3110, 3113	<code>\Rrightarrow</code> 1177, 1182
<code>\QS@Irr</code>	3092, 3105, 3106, 3114	<code>\rightharpoonup</code>
<code>\QS@Lr</code>	3063, 3070, 3081, 3082, 3090, 3103, 3108, 3112	.. 575, 1016, 1021, 1029, 1033, 1035, 1036, 1038, 1093, 1101, 2893, 3415, 3422, 3424, 3427, 3432, 3437, 3438, 3443
<code>\QS@pivotStep</code>	2976, 3086, 3090, 3101	<code>\rightouterjoin</code> 3145
<code>\QS@r</code>	3063	<code>\rmfamily</code> 148,
<code>\QS@Rr</code>	3072, 3093, 3104, 3109, 3115, 3124, 3125, 3126	1003, 1963, 3393, 3556
<code>\QS@sortStep</code>	2978, 3086, 3102, 3103	<code>\Roman</code> 1853
<code>\quad</code>	2654	<code>\roman</code> 1853, 1855
R		
<code>\raggedleft</code>	2268	<code>\romannumeral</code> 3061
<code>\raisebox</code>	2114	<code>\rtimes</code> 2535
<code>\relax</code>	2202, 3063, 3106, 3108, 3109, 3110, 3218, 3220	<code>\rule</code> 28, 3094, 3116, 3131, 3142
<code>\renewcommand</code>	280, 282, 1848, 1849, 1850, 1851, 1854, 1855, 1868, 1869, 2148, 2149, 2696	S
<code>\repariere</code>	86, 328, 2157	<code>\sb</code> 435, 445, 447, 476, 534, 1028, 1029, 1033, 1036, 1037, 1038, 1120, 1122, 1127, 1129, 1783, 1785, 2424, 2427, 2430, 2459, 2465, 2716, 2881, 2890, 3437, 3438, 3439, 3444, 3448, 3449, 3452, 3453, 3456, 3457, 3458
<code>\repeat</code>	2979	<code>\scriptscriptstyle</code> 1093, 1101, 1109
<code>\RequirePackage</code>	15, 114, 115, 134, 136, 211, 216, 286, 323, 360, 365, 378, 423, 526, 599, 912, 918, 919, 991, 1059, 1188, 1189, 1689, 1691, 1692, 1728, 1837, 1838, 1840, 1842, 1847, 1856, 1862, 1870, 1874, 1875, 1885, 1886, 1904, 1905, 1906, 1934, 1935, 1974, 2043, 2128, 2166, 2171, 2172, 2188, 2195, 2196, 2197, 2372, 2536, 2537, 2812, 2813, 2814, 2831, 2833, 2923, 2983, 2985,	<code>\scriptsize</code> 1802, 2054, 2061, 2067, 2132, 2265, 2640, 3625, 3678, 3708
S		
<code>\section</code>	212, 220, 415	<code>\sectionbreak</code> 213
<code>\sectionbreak</code>	213	<code>\seq</code> 2118, 2119, 2120, 2330, 2331, 2332, 2339
<code>\setbox</code>	2238, 2282, 3141	<code>\setbox</code> 214, 285, 1846, 3095, 3117, 3131
<code>\setcounter</code>	214, 285, 1846, 3095, 3117, 3131	<code>\setganttlinklabel</code> 1876, 1877, 1878, 1879
<code>\setganttlinklabel</code>	1876, 1877, 1878, 1879	<code>\setlength</code> 278, 279, 281, 2159, 3163, 3702, 3703, 3713
<code>\setlength</code>	278, 279, 281, 2159, 3163, 3702, 3703, 3713	<code>\setmainfont</code> 1839
<code>\setmainfont</code>	1839	<code>\setmainlanguage</code> 913
<code>\setmainlanguage</code>	913	<code>\setminted</code> 3297, 3298
<code>\setminted</code>	3297, 3298	<code>\setminus</code> 2776
<code>\setminus</code>	2776	<code>\setul</code> 3154
<code>\setul</code>	3154	<code>\setze</code> 74, 83, 325, 2136, 2151
<code>\setze</code>	74, 83, 325, 2136, 2151	

<code>\shoveleft</code>	2756	<code>\tikzset</code>	464,	<code>\TmpTransitionTen</code> ...	
<code>\shoveright</code>	2760		511, 577, 921, 947,		2844, 2865
<code>\Sigma</code>	432, 473,		1908, 2045, 2871,	<code>\TmpTransitionThree</code> .	
	531, 1752, 1753, 1813		2997, 3201, 3374, 3656		2837, 2858
<code>\sigma</code>	1026, 1028, 1029	<code>\tikzumlset</code>	3584	<code>\TmpTransitionTwo</code> ...	
<code>\SLASH</code>	2208	<code>\times</code>	575		2836, 2857
<code>\small</code>	978	<code>\tiny</code> ...	99, 1700, 1706,	<code>\TmpX</code>	2867
<code>\sort</code>	3228		1712, 2113, 2207, 3319	<code>\TmpY</code>	2868
<code>\sortList</code>	3227, 3236	<code>\titel</code> 247, 249, 289, 329, 857		<code>\ttfamily</code>	3155
<code>\square</code>	993	<code>\titleformat</code> 212, 1843, 1845			
<code>\stepcounter</code> 3015, 3020,		<code>\titlespacing</code>	1844		
	3025, 3028, 3030,	<code>\tl</code>	19, 32, 42, 56,		
	3034, 3036, 3040, 3042		219, 223, 227, 234,	<code>\ul</code>	1695, 3153, 3154
<code>\stichwoerter</code>	18, 70		237, 402, 431, 432,	<code>\umlaggreg</code>	1653
<code>\str</code>	139, 142, 158,		433, 434, 435, 436,	<code>\umlassoc</code>	1611
	160, 188, 192, 730,		439, 440, 441, 442,	<code>\umlclass</code>	1200,
	1004, 1013, 2242,		443, 445, 447, 472,		1204, 1208, 1255,
	2905, 2914, 3394, 3407		473, 474, 475, 476,		1256, 1257, 1304,
<code>\string</code>	2758, 2768		477, 478, 481, 482,		1309, 1314, 1317,
<code>\StrSubstitute</code> .	3235, 3237		483, 484, 485, 486,		1375, 1376, 1377,
<code>\strut</code>	154,		487, 530, 531, 532,		1382, 1383, 1412,
	166, 171, 177, 861,		533, 534, 535, 536,		1447, 1478, 1479,
	905, 2481, 2485,		539, 540, 541, 542,		1482, 1533, 1536,
	2489, 2493, 2497, 3263		543, 544, 545, 671,		1575, 1581, 1582,
<code>\subsection</code>	224, 346		675, 703, 707, 708,		1600, 1601, 1602,
<code>\subseteq</code> .	3418, 3451, 3458		709, 712, 717, 718,		1623, 1624, 1625,
<code>\subsubsection</code> ..	245, 3514		719, 731, 740, 774,		1645, 1646, 1647, 1648
			777, 780, 785, 800,	<code>\umldep</code>	1541
			801, 802, 803, 814,	<code>\umlHVVHagggreg</code>	
			820, 823, 826, 842,		1322, 1388, 1591
			849, 1063, 1066,	<code>\umlinherit</code>	1261,
			1071, 1072, 1080,		1312, 1486, 1531, 1539
			1081, 1084, 1085,	<code>\umlnote</code> ..	1263, 1488, 1655
			1791, 1812, 1813,	<code>\umlreal</code>	1259, 1320
			1814, 1815, 1818,	<code>\umlsimpleclass</code>	
			1819, 1820, 1821, 2407		1215, 1216,
<code>\textbf</code> .	20, 1140, 1158,	<code>\tmp</code>	2778		1217, 1221, 1223,
	1694, 2001, 2010,	<code>\TmpPlaceEight</code>	2853		1224, 1225, 1254,
	2021, 2030, 2214,	<code>\TmpPlaceFive</code>	2850		1407, 1408, 1409,
	2227, 2262, 2319,	<code>\TmpPlaceFour</code>	2849		1477, 1529, 1530, 1621
	2336, 2352, 2701, 3505	<code>\TmpPlaceNine</code>	2854	<code>\umlstatic</code>	1414, 1448
<code>\textcolor</code> 2113, 3308, 3624		<code>\TmpPlaceOne</code>	2846	<code>\umluniagggreg</code>	1484
<code>\textit</code>	33, 980,	<code>\TmpPlaceSeven</code>	2852	<code>\umluniassoc</code>	
	1534, 1576, 1577,	<code>\TmpPlaceSix</code>	2851		1235, 1260, 1485,
	1578, 1579, 2746, 2806	<code>\TmpPlaceTen</code>	2855		1609, 1610, 1629, 1630
<code>\textsc</code>	1976	<code>\TmpPlaceThree</code>	2848	<code>\umlVHuniassoc</code> .	1236, 1237
<code>\textsf</code>	2336	<code>\TmpPlaceTwo</code>	2847	<code>\umlVHVdep</code> .	1229, 1230,
<code>\textstyle</code>	2444, 2476	<code>\TmpScale</code>	2866		1232, 1233, 1416, 1417
<code>\texttt</code>	1717,	<code>\TmpTransitionEight</code> .		<code>\umlVHVinherit</code> ..	1212,
	1976, 2110, 2111,		2842, 2863		1213, 1218, 1219,
	2112, 2113, 3493, 3678		2839, 2860		1226, 1227, 1385,
<code>\textwidth</code>	28, 2159		2838, 2859		1386, 141

<code>\varepsilon</code>	1005,	X	. . . .	3031, 3037, 3043	
	1016, 1017, 1738,	<code>\xappto</code> . . .	3239, 3245, 3249	<code>\xintifGt</code>	3076
	2424, 2430, 2462, 2473	<code>\xdef</code>	1937	<code>\xintifLt</code>	3074
<code>\vbox</code>	2238, 2282	<code>\xintApply</code>	3065	<code>\xintLength</code>	3049
<code>\vfill</code> .	90, 155, 165, 172,	<code>\xintApplyUnbraced</code> . .		<code>\xintntheft</code>	3061
	176, 295, 871, 879, 3263		3064, 3070, 3071, 3072		
<code>\vrule</code>	3535, 3539	<code>\xintCSVtoList</code>	3124	Z	
<code>\vspace</code>	159,	<code>\xintFor</code> 3014, 3019, 3024,		<code>\ZB</code>	<u>2365</u>
	161, 186, 190, 268,		3029, 3035, 3041, 3082	<code>\zB</code>	<u>2364</u>
	280, 862, 885, 903,	<code>\xintifEq</code>	3075	<code>\zustandsnamens@liste</code>	
	2305, 2323, 3548, 3550	<code>\xintifForLast</code> . . . . .		. . . .	1756, 1763, 1764