

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
index.sty	73
komplexitaetstheorie.sty	74
Faulenzer	74
kontrollflussgraph.sty	76
Faulenzer	76
TeX-Markup-Beispiel	76
TikZ: pin	76
Umgebungen	77
Makros	78
kopfzeile.sty	79
literatur-dummy.sty	80
literatur.sty	81
makros.sty	82
Umgebungen, die Inhalte aus- und einblenden können	83
master-theorem.sty	87
Faulenzer	87
mathe.sty	91
meta.sty	92
Einfache Makros (Low level)	92
Zusammengesetzte Makros (High level)	93
minimierung.sty	95
normalformen.sty	98
Faulenzer	98
o-notation.sty	101
Faulenzer	101
TeX-Markup-Beispiel: Funktionsgraphen mit pgfplots	101
petri.sty	102
Faulenzer	102

potenzmengen-konstruktion.sty	104
pseudo.sty	106
pumping-lemma.sty	107
quicksort.sty	108
relationale-algebra.sty	111
rmodell.sty	112
Faulenzer	112
sortieren.sty	113
spalten.sty	115
sql.sty	116
Latex-Markup-Beispiel	116
struktogramm.sty	117
syntax.sty	118
Faulenzer	118
syntaxbaum.sty	121
synthese-algorithmus.sty	122
Faulenzer	122
TeX-Markup Grundgerüst	122
TeX-Markup Linksreduktion	122
TeX-Markup Rechtsreduktion	122
TeX-Markup Relationen formen	123
tabelle.sty	126
tex-dokumentation.sty	127
typographie.sty	128
uml.sty	130
vollstaendige-induktion.sty	132
Faulenzer	132
wasserfall.sty	134
wpkalkuel.sty	135
Faulenzer	135

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

Klassen

aufgabe.cls

```
1 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
2 \ProvidesClass{bschlangaul-aufgabe}[2019/10/27 Minimale Klasse zu
3 Setzen einer Aufgabe]
4 \LoadClass{bschlangaul-basis}

Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option clash
5 \bLadePakete{
6   formatierung,
7   abmessung,
8   literatur-dummy,
9   makros,
10  aufgaben-metadaten,
11  mathe,
12  grafik,
13  meta
14 }
```

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

```
15 \RequirePackage[ngerman]{babel}

In Aufgaben wollen wir das Additum sehen.
16 \ADDITUMtrue
17 \ExplSyntaxOn

18 \cs_gset:Npn \stichwoerter_formatiert: {
19   \tl_if_empty:NTF \g_stichwoerter_tl {} {
20     \textbf{Stichwörter:} ~
21     \g_stichwoerter_tl
22     \par
23   }
24 }

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

31 \cs_gset:Npn \thematik_formatiert: {
32   \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 \keine_einrueckung:
79 }

80 \setze_kopf_fusszeilen:nn {} {}

81 \AddToHook { begindocument }
82 {
83 \repariere_kopfzeile_breite:
84 }

85 \AddToHook { enddocument }
86 {
87 \vfill
88 {
89 \bLogoTextProjekt
90 \bigskip
91
92 \bLogoTextCCLizenz
93 \bigskip
94
95 \begin{spacing}{1}
96 \tiny
97 \noindent
98 \bMetaHilfMit
99
100 \bMetaQuelltext
101 \_gib_github_url_href:
102 \end{spacing}
103 }
104 }

105 \ExplSyntaxOff
106

```

basis.cls

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

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

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

```
111 \RequirePackage{l3keys2e}
```

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

Lade Pakete die von allen Unterklassen benötigt werden.

```
113 \bLadePakete{
```

```
114   kopfzeile
```

```
115 }
```

```
116 \ExplSyntaxOn
```

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

```
118 {
```

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

```
120     \bLadePakete{#1}
```

```
121   }
```

```
122 }
```

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

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

```
124 \ExplSyntaxOff
```

```
125
```

examen-scans.cls

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

130 \LoadClass{bschlangaul-basis}

131 \RequirePackage{pdfpages}

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

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

\bPruefungsNummer

135 \def\bPruefungsNummer#1{
136   \str_set:Nn \g_pruefungs_nummer {#1}
137 }

\bPruefungsTitel

138 \def\bPruefungsTitel#1{
139   \str_set:Nn \g_pruefungs_titel {#1}
140 }

141 \def\li@SansFett#1#2{
142   {
143     #1
144     \bfseries
145     \rmfamily
146     #2
147   }
148 }

\bTrennSeite

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

\bTitelSeite

166 \def\bTitelSeite#1{
167   \clearpage
168   \strut
169   \vfill
170   \begin{center}
171   #1
172   \end{center}
173   \vfill
174   \strut
```



```

175 \clearpage
176 }

\BindePdfEin

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

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

192 \ExplSyntaxOff
193

```

examen.cls

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

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

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

Formatierung für die Überschriften setzen.

```
208 \RequirePackage{titlesec}
209 \titleformat{\section}{\huge\filcenter\bfseries}{\thesection}{1em}{}
210 \newcommand{\sectionbreak}{\clearpage}
211 \setcounter{secnumdepth}{0}
212 \bLadeAllePakete
```

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

```
213 \RequirePackage[ngerman]{babel}
214 \ExplSyntaxOn
```

\bSetzeExamenThemaNr

```
215 \def\bSetzeExamenThemaNr#1{
216   \tl_gset:Nn \g_thema_nr_tl { #1 }
217   \section{Thema~Nr.~#1}
218 }
```

\bSetzeExamenTeilaufgabeNr

```
219 \def\bSetzeExamenTeilaufgabeNr#1{
220   \tl_gset:Nn \g_teilaufgabe_nr_tl { #1 }
221   \subsection{Teilaufgabe~Nr.~#1}
222 }
```

\bBindeAufgabeEin

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

\bAufgabenMetadaten Das Metadaten-Makro überschreiben

```
240 \def\bAufgabenMetadaten#1{
241   \bMetaSetze{#1}
```

```

242 \subsubsection{\_gib_aufgaben_titel:}
243 }

244 \cs_new:Npn \titel_seite:
245 {
246   \titel_seite:nn
247   {
248     {
249       \bfseries\Huge
250
251       \g_einzelpruefungs_nr_tl
252       \par
253
254       \g_jahreszeit_tl
255       \par
256
257       \g_jahr_tl
258       \par
259     }
260   }
261   {
262     \g_examen_fach_tl
263     \par
264
265     \vspace{0.5cm}
266
267     Aufgabenstellungen~mit~Lösungsvorschlägen
268     \par
269   }
270 }
271 }

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

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

302 \ExplSyntaxOff

```


haupt.cls

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

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

clash

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

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

```
321 \RequirePackage[ngerman]{babel}
322 \ExplSyntaxOn
323 \setze_kopf_fusszeilen:nn {} {}
324 \AddToHook { begindocument }
325 {
326   \repariere_kopfzeile_breite:
327   \titel_seite:nn
328   {
329     {
330       \Huge
331       Die~komplette~Sammlung
332     }
333
334   }
335   {
336     Alle~Aufgaben
337   }
338
339   \tableofcontents
340   \clearpage
341
342   \pagestyle{fancy}
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-
      #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=z₀⟩}

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

```
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 }

```

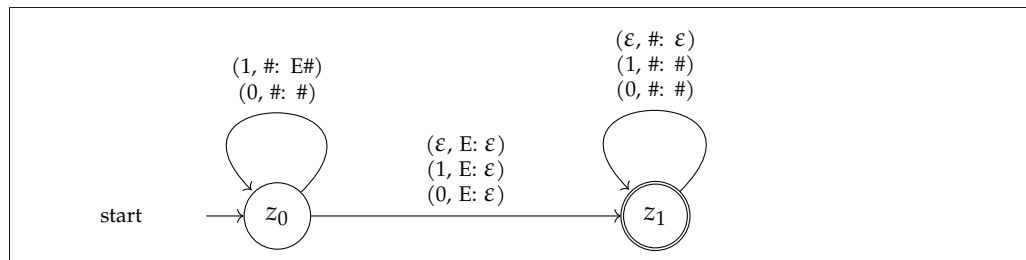
Kellerautomat

```
\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
\EXKURStue 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_telaufgabe_nr_tl {} {
824 Teilaufgabe ~ Nr. ~ \g_telaufgabe_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 \cs_new:Npn \keine_einrueckung: {
910     \par
911     \@afterindentfalse
912     \@afterheading
913 }
914 \msg_new:nnn { aufgabenmetadaten } { kein-titel }
915 { Der~Schlüssel~ist~zwingend~notwendig }
916 \def\LehramtInformatikRepository{/pfad/zum/repository}
917 % \RequirePackage{polyglossia}
918 % \setmainlanguage{german}
919

```

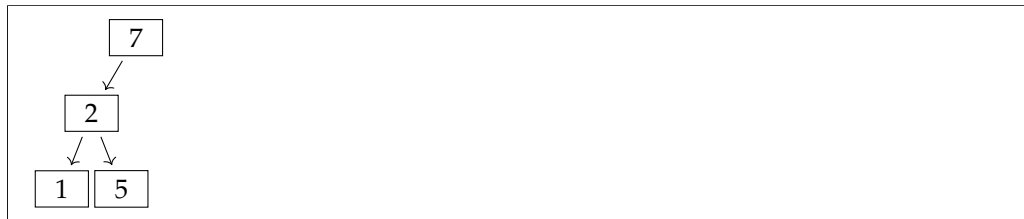
baum.sty

```
920 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
921 \ProvidesPackage{bschlangaul-baum}[2020/06/13 Zum Setzen von
922 Binär- und AVL-Bäumen. Hüll-Paket um TikZ and tikz-qtree.]
923 \RequirePackage{tikz}
    für li binaer baum
924 \RequirePackage{tikz-qtree}
    Für b baum
925 \usetikzlibrary{shapes.multipart}
```

Binärbaum

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

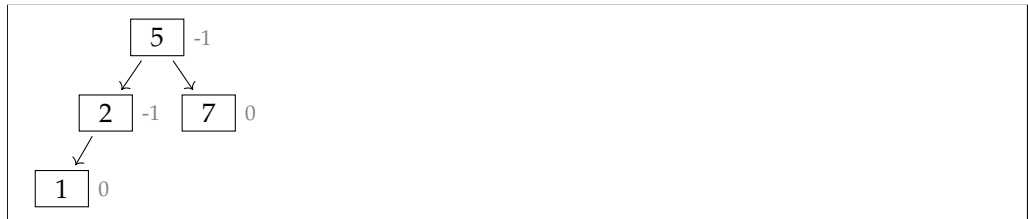
```
\begin{tikzpicture}[li binaer baum]
\Tree
[.7
  [.2
    [.1 ]
    [.5 ]
  ]
\edge[blank]; \node[blank]{};
]
\end{tikzpicture}
```



```
926 \tikzset{
927   li binaer baum/.style={
928     shorten <=2pt,
929     shorten >=2pt,
930     ->,
931     every tree node/.style={
932       minimum width=2em,
933       draw,
934       rectangle
935     },
936     blank/.style={
937       draw=none
938     },
939     edge from parent/.style={
940       draw,
941       edge from parent path={(\tikzparentnode) -- (\tikzchildnode)}
942     },
943     level distance=1cm,
944     every label/.style={
945       gray,
946       font=\footnotesize,
947       label position=0,
948       label distance=0cm,
949     }
950   },
951 }
```


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}
```

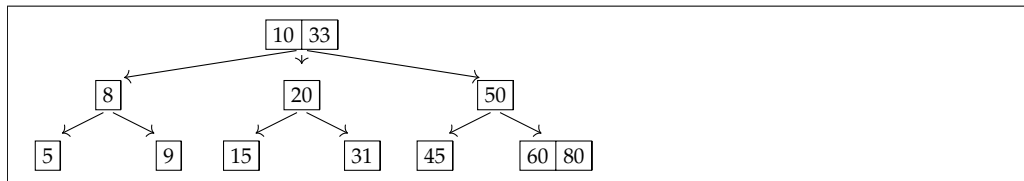


B-Baum

```

\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}

```



```

952 \tikzset{
953   li bbaum knoten/.style={
954     rectangle split parts=10,
955     rectangle split,
956     rectangle split horizontal,
957     rectangle split ignore empty parts,
958     draw,
959     fill=white
960   },
961   li bbaum/.style={
962     every node/.style={
963       li bbaum knoten
964     },
965     level 1/.style={
966       level distance=12mm,
967       sibling distance=25mm,
968     },
969     every child/.style={
970       shorten <= 2pt,
971       shorten >= 6pt,
972       ->,
973     },
974     level 2/.style={
975       level distance=9mm,
976       sibling distance=15mm,
977     },
978   }
979 }

```

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

```

980 \NewDocumentEnvironment { bBaum }{ m +b }
981 {
982   {
983     \small
984     \noindent
985     \textit{#1}:
986   }
987   \begin{center}
988     #2
989     \medskip
990     \end{center}
991 } {}

992

```

checkbox.sty

```
993 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
994 \ProvidesPackage{bschlangaul-checkbox}[2020/12/14 Zum Setzen von
995 Multiple-Choice-Fragen. Simulation von Kästchen zum ankreuzen]
996 \RequirePackage{amssymb}

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

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

999
```

chomsky-normalform.sty

```
1000 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1001 \ProvidesPackage{bschlangaul-chomsky-normalform}[2021/03/26
1002 Hilfsmakros zum Setzen des Algorithmus zum Erreichen der Chomsky-Normalform]

1003 \ExplSyntaxOn

1004 \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

```

1005 \def\bChomskyUeberschrift#1{
1006   {
1007     \bfseries
1008     \rmfamily
1009     \str_case:nn {#1} {
1010       {1} {Elimination~der~$\varepsilon$-Regeln}
1011       {2} {Elimination~von~Kettenregeln}
1012       {3} {Separation~von~Terminalzeichen}
1013       {4} {Elimination~von~mehrelementigen~Nonterminalketten}
1014     }
1015   }
1016 }

```

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

```

1017 \def\li@chomsky@erklaerung@texte#1{
1018   \str_case:nn {#1} {
1019     %
1020     {1} {
1021       Alle~Regeln~der~Form~$A\rightarrow\varepsilon$~werden~eliminiert.~
1022       Die~Ersetzung~von~$A$~wird~durch~$\varepsilon$~in~allen~anderen~
1023       Regeln~vorweggenommen.
1024     }
1025     {2} {
1026       Jede~Produktion~der~Form~$A\rightarrow B$~mit~$A, B$~in~$S$~wird~
1027       als~Kettenregel~bezeichnet.~Diese~tragen~nicht~zur~Produktion~
1028       von~Terminalzeichen~bei~und~lassen~sich~ebenfalls~eliminieren.
1029     }
1030     {3} {
1031       Jedes~Terminalzeichen~$\sigma$,~das~in~Kombination~mit~anderen~
1032       Symbolen~auftaucht,~wird~durch~ein~neues~Nonterminal~
1033       $S_{\sigma}$~ersetzt~und~die~Menge~der~Produktionen~durch~die~
1034       Regel~$S_{\sigma}\rightarrow\varepsilon$~ergänzt.
1035     }
1036     {4} {
1037       Alle~Produktionen~der~Form~
1038       $A\rightarrow B_{\{1\}}B_{\{2\}}\dots B_{\{n\}}$~
1039       werden~in~die~Produktionen~
1040       $A\rightarrow$
1041       $A_{\{n-1\}}B_{\{n\}}, A_{\{n-1\}}\rightarrow$
1042       $A_{\{n-2\}}B_{\{n-1\}}, \dots, $
1043       $A_{\{2\}}\rightarrow B_{\{1\}}B_{\{2\}}$~zerteilt.~
1044       Nach~der~Ersetzung~sind~alle~längeren~Nonterminalketten~
1045       vollständig~heruntergebrochen~und~die~Chomsky-Normalform~erreicht.
1046   }

```

```

1047 }
1048 }
1049 \def\bChomskyErklaerung#1{
1050 {
1051   \itshape
1052   \footnotesize
1053   \bParagraphMitLinien{\li@chomsky@erklaerung@texte{#1}}
1054 }
1055 }

```

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

```

1056 \def\bChomskyUeberErklaerung#1{
1057   \bChomskyUeberschrift{#1}\par
1058   \bChomskyErklaerung{#1}
1059 }

```

```

1060 \ExplSyntaxOff
1061

```

cpm.sty

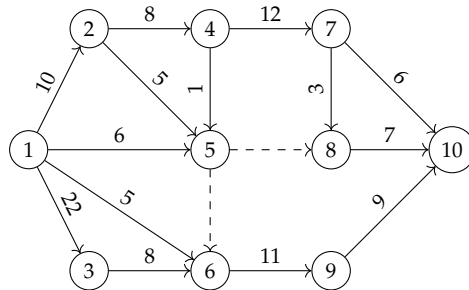
```
1062 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1063 \ProvidesPackage{bschlangaul-cpm}[2020/09/03]
1064 \RequirePackage{tikz}

1065 \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|l|}
\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
i & Nebenrechnung & & \FZ \\
\hline
1 & & & 0 \\
2 & & & 5
\end{tabular}
```



```

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

```

TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Spätester Zeitpunkt“

```

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

```

```

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

```

```

1066 \ExplSyntaxOn
1067 \NewDocumentCommand { \bCpmEreignis } { 0{} m m m } {
1068   \tl_set:Nn \l_name_tl {}
1069
1070   \keys_define:nn { cpmEreignis } {
1071     name .code:n = {\tl_set:Nn \l_name_tl {##1}},
1072   }
1073
1074   \keys_set:nn { cpmEreignis } { #1 }
1075
1076   \tl_if_empty:NT \l_name_tl {
1077     \tl_set:Nn \l_name_tl {#2}
1078   }
1079
1080   \node[circle,draw] (\l_name_tl) at (#3,#4) {#2};
1081 }
1082 \ExplSyntaxOff

```

```

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

```

```

1083 \ExplSyntaxOn
1084 \NewDocumentCommand { \bCpmVorgang } { 0{} m m m } {
1085   \tl_set:Nn \l_schein_tl {}
1086   \tl_set:Nn \l_kritisch_tl {}
1087
1088   \keys_define:nn { cpmVorgang } {
1089     schein .code:n = {\tl_set:Nn \l_schein_tl {dashed}},
1090     kritisch .code:n = {\tl_set:Nn \l_kritisch_tl {very-thick}},
1091   }
1092
1093   \keys_set:nn { cpmVorgang } { #1 }
1094
1095   \path[->,\l_schein_tl,\l_kritisch_tl] (#2) edge node[auto,sloped] {#4} (#3);
1096 }
1097 \ExplSyntaxOff

```

Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle

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

```
\bCpmVonZu Makro-Faulenzer: \let\vz=\liCpmVonZu
\bCpmVonZu{1}(2-3): 1(2→3)
1098 \def\bCpmVonZuOhneMathe#1(#2-#3){#1_\scriptscriptstyle(#2\rightarrow#3)}
1099 \def\bCpmVonZu#1(#2-#3){%
1100 \ifmmode%
1101 \bCpmVonZuOhneMathe{#1}(#2-#3)%
1102 \else%
1103 $\bCpmVonZuOhneMathe{#1}(#2-#3)$%
1104 \fi%
1105 }
```

```
\bCpmVon Makro-Faulenzer: \let\v=\liCpmVon
\bCpmVon{1}(2): 1(→2)
1106 \def\bCpmVonOhneMathe#1(#2){#1_\scriptscriptstyle(\rightarrow#2)}
1107 \def\bCpmVon#1(#2){%
1108 \ifmmode%
1109 \bCpmVonOhneMathe{#1}(#2)%
1110 \else%
1111 $\bCpmVonOhneMathe{#1}(#2)$%
1112 \fi%
1113 }
```

```
\bCpmZu Makro-Faulenzer: \let\z=\liCpmZu
\bCpmZu{1}(2): 1(←2)
1114 \def\bCpmZuOhneMathe#1(#2){#1_\scriptscriptstyle(\leftarrow#2)}
1115 \def\bCpmZu#1(#2){%
1116 \ifmmode%
1117 \bCpmZuOhneMathe{#1}(#2)%
1118 \else%
1119 $\bCpmZuOhneMathe{#1}(#2)$%
1120 \fi%
1121 }

1122 \ExplSyntaxOn
```

```
\bCpmSpaetI Spätester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann
Makro-Faulenzer: \let\SZ=\liCpmSpaetI
1123 \NewDocumentCommand{ \bCpmSpaetI } { 0{i} } {
1124 \ifmmode
1125 SZ\sb{#1}
1126 \else
1127 $SZ\sb{#1}$
1128 \fi
1129 }
```

```
\bCpmFruehI Frühester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann.
Makro-Faulenzer: \let\FZ=\liCpmFruehI
1130 \NewDocumentCommand{ \bCpmFruehI } { 0{i} } {
1131 \ifmmode
1132 FZ\sb{#1}
1133 \else
1134 $FZ\sb{#1}$
1135 }
```

```

1135 \fi
1136 }

```

\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. _____

```

1137 \def\bCpmFruehErklaerung{
1138   \bParagraphMitLinien{
1139     Wir~führen~eine~Vorwärtsterminierung~durch~
1140     und~addieren~die~Dauern.~
1141
1142     Kann~ein~Ereignis~über~mehrere~Vorgänge~erreicht~
1143     werden,~wählen~wir~das~Maximum~aus.~
1144
1145     \textbf{Erläuterungen:}~
1146
1147      $i$ :~
1148     Ereignis~ $i$ ;~\,
1149
1150     \bCpmFruehI{}:~
1151     Frühester~Zeitpunkt,~zu~dem~Ereignis~ $i$ ~eintreten~kann
1152     .
1153   }
1154 }

```

\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. _____

```

1155 \def\bCpmSpaetErklaerung{
1156   \bParagraphMitLinien{
1157     Wir~führen~eine~Rückwärtsterminierung~durch~
1158     und~subtrahieren~die~Dauern~vom~letzten~Ereignis~aus.~
1159
1160     Kann~ein~Ereignis~über~mehrere~Vorgänge~erreicht~
1161     werden,~wählen~wir~das~Minimum~aus.~
1162
1163     \textbf{Erläuterungen:}~
1164
1165      $i$ :~
1166     Ereignis~ $i$ ;~\,
1167
1168     \bCpmSpaetI{}:~
1169     Spätester~Zeitpunkt,~zu~dem~Ereignis~ $i$ ~eintreten~kann
1170     .
1171   }
1172 }

```

```

1173 \ExplSyntaxOff

```

```

1174

```

cyk-algorithmus.sty

```
1175 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1176 \ProvidesPackage{bschlangaul-cyk-algorithmus}[2021/06/18 Hilfsmakros
1177 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
```

```
1178 \def\bKurzeTabellenLinie#1{\\cline{1-#1}}
```

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

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

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

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

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

```
1184 \NewDocumentCommand{ \bWortNichtInSprache } { m O{L(G)} } {
1185   \bigskip
1186   \noindent
1187    $\Rightarrow$  #1 \notin #2$
1188 }
```

```
1189
```

entwurfsmuster.sty

```
1190 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1191 \ProvidesPackage{bschlangaul-entwurfsmuster}[2021/05/06]
1192 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

```
1193 \RequirePackage{bschlangaul-uml}
```

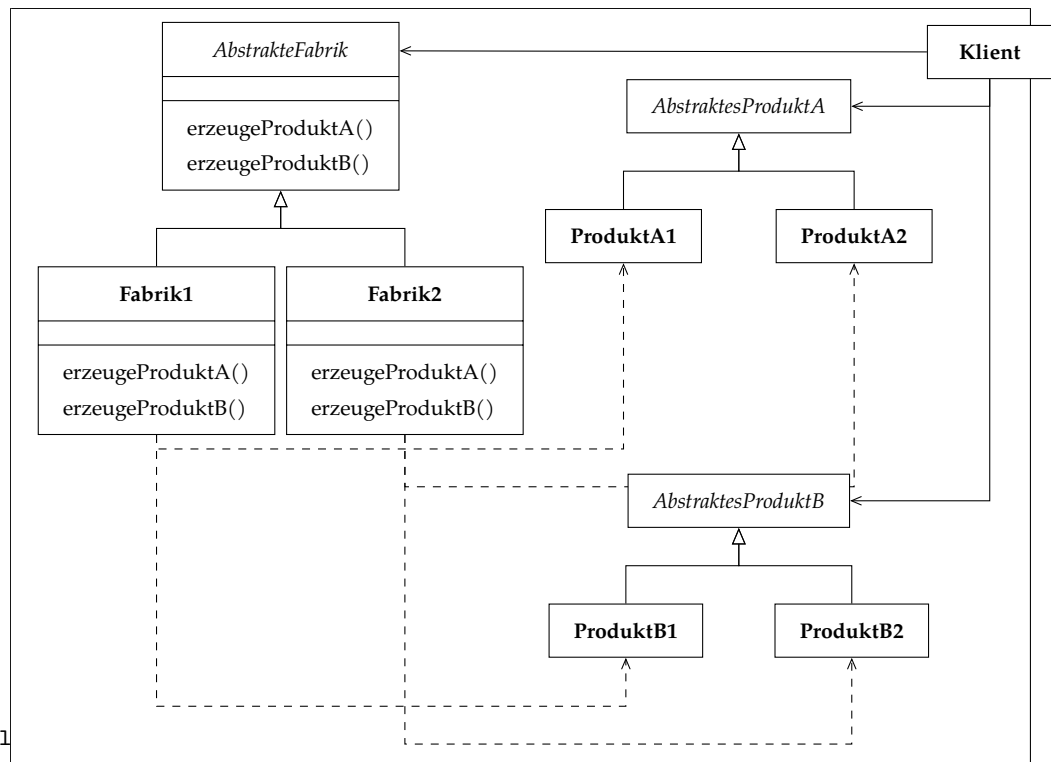
\li@EntwurfsCodeAllgemein Allgemeine Code-Beispiele zu den UML-Diagrammen und Stellvertretern

```
1194 \RequirePackage{bschlangaul-syntax}
1195 \def\li@EntwurfsCode#1#2{
1196   \bJavaDatei{entwurfsmuster/#1/allgemein/#2}
1197 }
```

Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)

sAbstrakteFabrikBeschreibung

```
1198 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung{
1199   Es wird eine Schnittstelle bereitgestellt, um \emph{Familien
1200   verbundener oder abhängiger Objekte} zu erstellen, ohne die konkreten
1201   Klassen zu spezifizieren.\footcite[Seite 25]{eilebrecht}
1202 }
```



```

1203 \def\entwurfsAbstrakteFabrikUml{
1204   \begin{tikzpicture}
1205     \umlclass[type=abstract]{AbstrakteFabrik}{}{
1206       erzeugeProduktA()\n\n
1207       erzeugeProduktB()\n\n
1208     }
1209     \umlclass[below left=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik1}{}{
1210       erzeugeProduktA()\n\n
1211       erzeugeProduktB()\n\n
1212     }
1213     \umlclass[below right=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik2}{}{
1214       erzeugeProduktA()\n\n
1215       erzeugeProduktB()\n\n
1216     }
1217     \umlVHVinherit{Fabrik1}{AbstrakteFabrik}
1218     \umlVHVinherit{Fabrik2}{AbstrakteFabrik}
1219
1220     \umlsimpleclass[right=3cm of AbstrakteFabrik,type=abstract]{AbstraktesProduktA}
1221     \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA1}
1222     \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA2}
1223     \umlVHVinherit{ProduktA1}{AbstraktesProduktA}
1224     \umlVHVinherit{ProduktA2}{AbstraktesProduktA}
1225
1226     \umlsimpleclass[above right=0cm and 1cm of AbstraktesProduktA]{Klient}
1227
1228     \umlsimpleclass[below=4.5cm of AbstraktesProduktA,type=abstract]{AbstraktesProduktB}
1229     \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB1}
1230     \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB2}
1231     \umlVHVinherit{ProduktB1}{AbstraktesProduktB}
1232     \umlVHVinherit{ProduktB2}{AbstraktesProduktB}
1233
1234     \umlVHVdep[arm1=-1.3cm,arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktA1}
1235     \umlVHVdep[arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktB1}
1236
1237     \umlVHVdep[arm1=-1.8cm,arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktA2}
1238     \umlVHVdep[arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktB2}
1239

```

```

1240 \umluniassoc[anchor2=25]{Klient}{AbstrakteFabrik}
1241 \umlVHuniassoc[arm1=-1cm]{Klient}{AbstraktesProduktA}
1242 \umlVHuniassoc{Klient}{AbstraktesProduktB}
1243 \end{tikzpicture}
1244 }

```

bEntwurfsAbstrakteFabrikCode

```

1245 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrikCode{
1246 \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Produkte}
1247 \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{AbstrakteFabrik}
1248 \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Klient}
1249 }

```

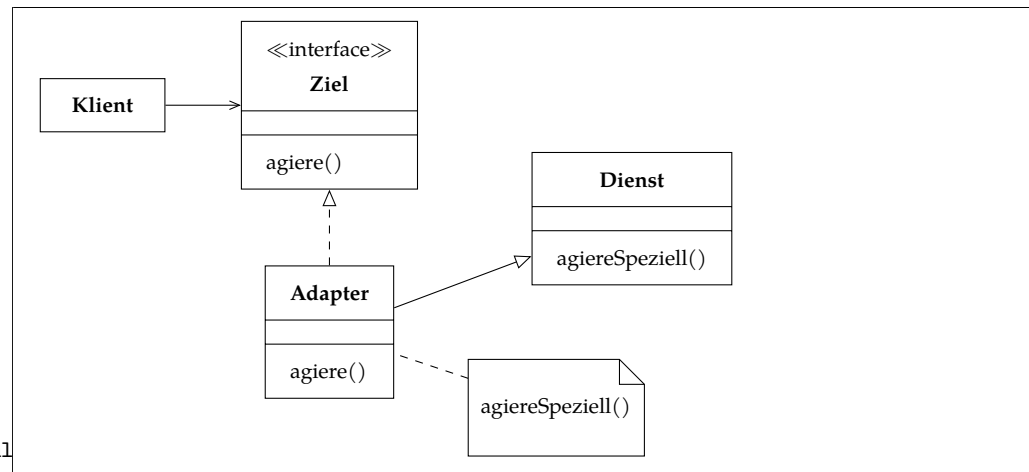
\bEntwurfsAbstrakteFabrik

```

1250 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrik{
1251 \bEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung
1252
1253 \bEntwurfsAbstrakteFabrikUml
1254
1255 \bEntwurfsAbstrakteFabrikCode
1256 }

```

Adapter



\bEntwurfsAdapterUml

```

1257 \def\bEntwurfsAdapterUml{
1258 \begin{tikzpicture}
1259 \umlsimpleclass[x=1,y=3]{Klient}{}{}
1260 \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Ziel}{}{agiere()}
1261 \umlclass[x=4,y=0]{Adapter}{}{agiere()}
1262 \umlclass[x=8,y=1.5]{Dienst}{}{agiereSpeziell()}
1263
1264 \umlreal{Adapter}{Ziel}
1265 \umluniassoc{Klient}{Ziel}
1266 \umlinherit{Adapter}{Dienst}
1267
1268 \umlnote[x=7,y=-1,width=2cm]{Adapter}{agiereSpeziell()}
1269 \end{tikzpicture}
1270 \footcite[so ähnlich wie GoF]{wiki:adapter}
1271 }

```

\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.

```

1272 \def\bEntwurfsAdapterAkteure{
1273   \begin{description}
1274
1275     \item[Ziel (Target)]
1276
1277     Das Ziel definiert die Schnittstelle, die der Klient nutzen kann.
1278
1279     \item[Klient (Client)]
1280
1281     Der Klient nutzt Dienste über inkompatible Schnittstellen und greift
1282     dabei auf adaptierte Schnittstellen zurück.
1283
1284     \item[Dienst (Adaptee)]
1285
1286     Der Dienst bietet wiederzuverwendende Dienstleistungen mit fest
1287     definierter Schnittstelle an.
1288
1289     \item[Adapter]
1290
1291     Der Adapter adaptiert die Schnittstelle des Dienstes auf die
1292     Schnittstelle zum Klienten.\footcite{wiki:adapter}
1293
1294   \end{description}
1295 }
```

\bEntwurfsAdapterCode

```

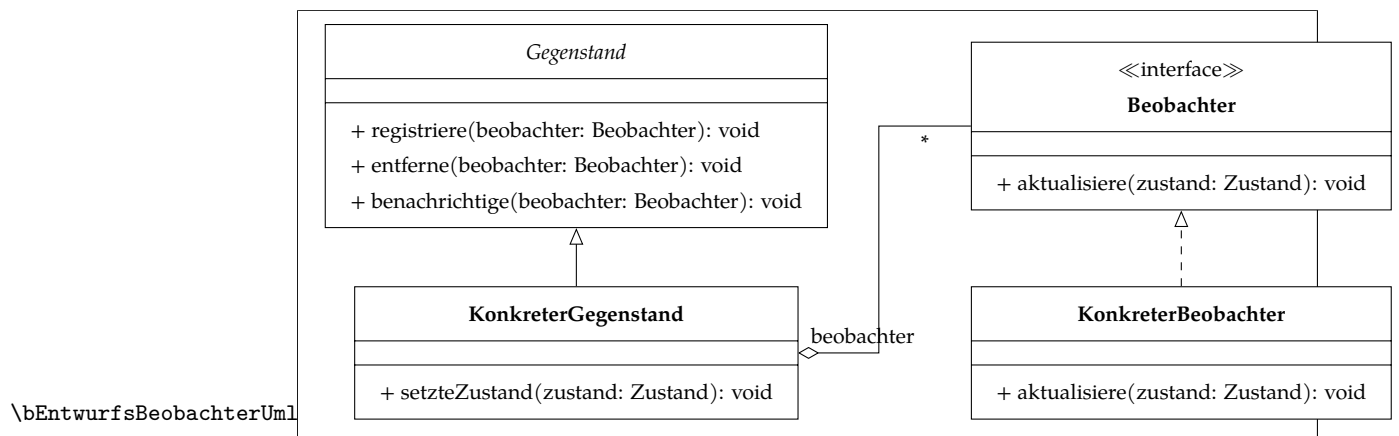
1296 \def\bEntwurfsAdapterCode{
1297   \li@EntwurfsCode{adapter}{Dienst}
1298   \li@EntwurfsCode{adapter}{Ziel}
1299   \li@EntwurfsCode{adapter}{Adapter}
1300   \li@EntwurfsCode{adapter}{Klient}
1301 }
```

\bEntwurfsAdapter

```

1302 \def\bEntwurfsAdapter{
1303   \bEntwurfsAdapterUml
1304   \bEntwurfsAdapterAkteure
1305   \bEntwurfsAdapterCode
1306 }
```

Beobachter (Observer)



```

1307 \def\bEntwurfsBeobachterUml{
```



```

1308 \begin{tikzpicture}
1309   \umlclass[x=0,y=0,type=abstract]{Gegenstand}{-}{-}{
1310     + registriere(beobachter: Beobachter): void\\
1311     + entferne(beobachter: Beobachter): void\\
1312     + benachrichtige(beobachter: Beobachter): void\\
1313   }
1314   \umlclass[x=0,y=-3]{KonkreterGegenstand}{-}{-}{
1315     + setzeZustand(zustand: Zustand): void
1316   }
1317   \umlinherit{KonkreterGegenstand}{Gegenstand}
1318
1319   \umlclass[x=8,y=0,type=interface]{Beobachter}{-}{-}{
1320     + aktualisiere(zustand: Zustand): void
1321   }
1322   \umlclass[x=8,y=-3]{KonkreterBeobachter}{-}{-}{
1323     + aktualisiere(zustand: Zustand): void
1324   }
1325   \umlreal{KonkreterBeobachter}{Beobachter}
1326
1327   \umlHVHaggreg[arg1=beobachter,pos1=0.8,mult2=*,pos2=2.5]
1328   {KonkreterGegenstand}{Beobachter}
1329 \end{tikzpicture}
1330 }

```

\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.

```

1331 \def\bEntwurfsBeobachterAkteure{
1332   \begin{description}
1333     \item[Gegenstand / Subjekt (Subject / Observable)]
1334
1335     Ein Subjekt (beobachtbares Objekt, auf Englisch publisher, also
1336     „Veröffentlicher“, genannt) hat eine Liste von Beobachtern, ohne
1337     deren konkrete Typen zu kennen. Es bietet eine Schnittstelle zur An-
1338     und Abmeldung von Beobachtern und eine Schnittstelle zur
1339     Benachrichtigung von Beobachtern über Änderungen an.\footcite[Seite
1340     251]{gof}
1341
1342     \item[Beobachter (Observer)]
1343
1344     Die Beobachter (auf Englisch auch subscriber, also „Abonnent“,
1345     genannt) definieren eine Aktualisierungsschnittstelle.
1346
1347     \item[konkreter/s Gegenstand / Subjekt (ConcreteSubject / ConcreteObservable)]
1348

```

```

1349 Ein konkretes Subjekt (konkretes, beobachtbares Objekt) speichert
1350 den relevanten Zustand und benachrichtigt alle Beobachter bei
1351 Zustandsänderungen über deren Aktualisierungsschnittstelle. Es
1352 verfügt über eine Schnittstelle zur Erfragung des aktuellen
1353 Zustands.
1354
1355 \item[Konkrete Beobachter (ConcreteObserver)]
1356
1357 Konkrete Beobachter verwalten die Referenz auf ein konkretes
1358 Subjekt, dessen Zustand sie beobachten und speichern und dessen
1359 Zustand konsistent ist. Sie implementieren eine
1360 Aktualisierungsschnittstelle unter Verwendung der
1361 Abfrageschnittstelle des konkreten Subjekts.
1362 \footcite{wiki:beobachter}
1363 \end{description}
1364 }

```

\bEntwurfsBeobachterCode

```

1365 \def\bEntwurfsBeobachterCode{
1366   \li@EntwurfsCode{beobachter}{Gegenstand}
1367   \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterGegenstand}
1368   \li@EntwurfsCode{beobachter}{Beobachter}
1369   \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterA}
1370   \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterB}
1371   \li@EntwurfsCode{beobachter}{Klient}
1372 }

```

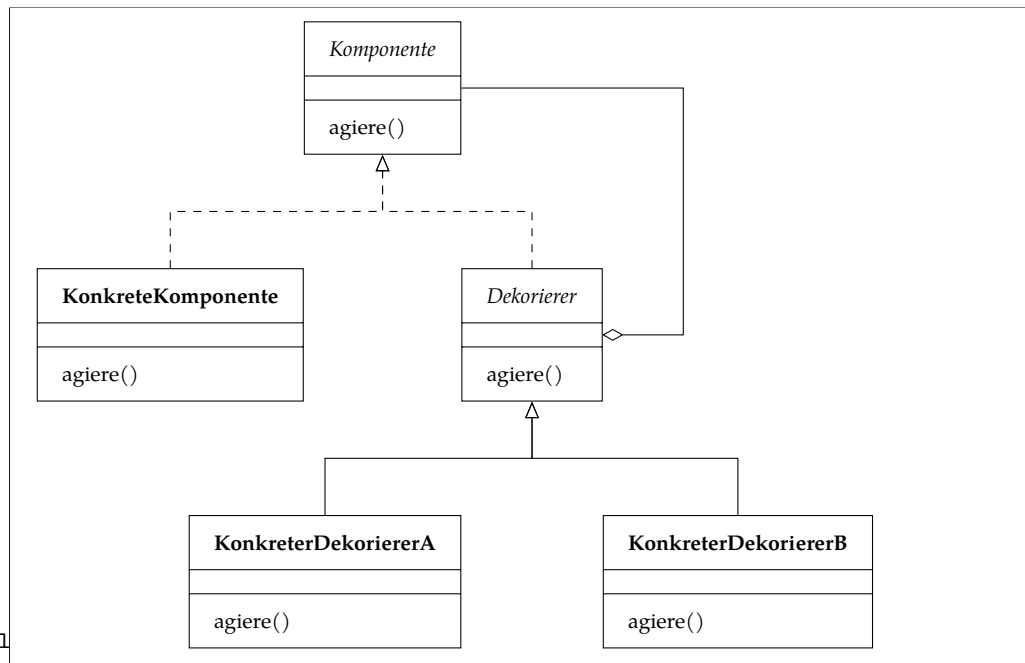
\bEntwurfsBeobachter

```

1373 \def\bEntwurfsBeobachter{
1374   \bEntwurfsBeobachterUml
1375   \bEntwurfsBeobachterAkteure
1376   \bEntwurfsBeobachterCode
1377 }

```

Dekorierer (Decorator)



\bEntwurfsDekoriererUml

```

1378 \def\bEntwurfsDekoriererUml{
1379   \begin{tikzpicture}
1380     \umlclass[type=abstract]{Komponente}{{}{agiere()}}
1381     \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Komponente]{KonkreteKomponente}{{}{agiere()}}

```

```

1382 \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Komponente,type=abstract]{Dekorierer}{-}{agiere()}
1383
1384 \umlVHVreal{KonkreteKomponente}{Komponente}
1385 \umlVHVreal{Dekorierer}{Komponente}
1386
1387 \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererA}{-}{agiere()}
1388 \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererB}{-}{agiere()}
1389
1390 \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererA}{Dekorierer}
1391 \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererB}{Dekorierer}
1392
1393 \umlHVHaggreg[arm1=2cm]{Dekorierer}{Komponente}
1394 \footcite{wiki:dekorierer}
1395 \end{tikzpicture}
1396 }

```

\bEntwurfsDekoriererCode

```

1397 \def\bEntwurfsDekoriererCode{
1398 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Komponente}
1399 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreteKomponente}
1400 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Dekorierer}
1401 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererA}
1402 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererB}
1403 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Klient}
1404 }

```

\bEntwurfsDekorierer

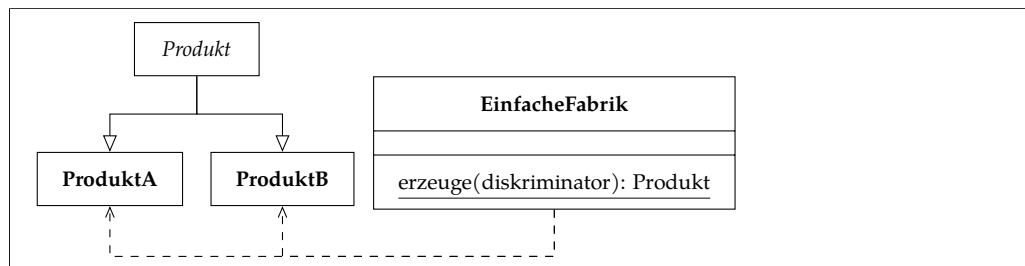
```

1405 \def\bEntwurfsDekorierer{
1406 \bEntwurfsDekoriererUml
1407 \bEntwurfsDekoriererAkteure
1408 \bEntwurfsDekoriererCode
1409 }

```

Einfache Fabrik (Simple Factory)

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



```

1410 \def\bEntwurfsEinfacheFabrikUml{
1411 \begin{tikzpicture}
1412 \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
1413 \umlsimpleclass[below left=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktA}
1414 \umlsimpleclass[below right=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktB}
1415 \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktA}
1416 \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktB}
1417 \umlclass[below right=0cm and 1.5cm of Produkt]{EinfacheFabrik}{
1418 }{
1419 \umlstatic{erzeuge(diskriminator): Produkt}\\
1420 }
1421 \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktA}
1422 \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktB}
1423 \end{tikzpicture}
1424 }

```

\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.

```

1425 \def\bEntwurfsEinfacheFabrikAkteure{
1426   \begin{description}
1427     \item[EinfacheFabrik]
1428
1429     Eine Klasse mit einer Erzeugungsmethode, die über eine größere
1430     Bedingung verschiedene Objekt instanziert.
1431
1432     \item[Produkt]
1433
1434     Eine abstrakte Klasse, die von den konkreten Produkten geerbt wird.
1435
1436     \item[KonkretesProdukt]
1437
1438     Ein konkretes Produkt, das von der einfachen Fabrik erzeugt wird.
1439   \end{description}
1440 }
```

\bEntwurfsEinfacheFabrik

```

1441 \def\bEntwurfsEinfacheFabrik{
1442   \bEntwurfsEinfacheFabrikUml
1443   \bEntwurfsEinfacheFabrikAkteure
1444 }
```

Einzelstück (Singleton)

urfsEinzelstueckBeschreibung

```

1445 \def\bEntwurfsEinzelstueckBeschreibung{
1446   Stellt sicher, dass nur \emph{genau eine Instanz einer Klasse} erzeugt
1447   wird.\footcite[Seite 38]{eilebrecht}
1448 }
1449
```

\bEntwurfsEinzelstueckUml Quelle nach der deutschen Wikipedia

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

```

1450 \def\bEntwurfsEinzelstueckUml{
1451   \begin{tikzpicture}
1452     \umlclass{Einzelstück}{
1453       \umlstatic{- instanz: Einzelstück}\\
1454     }{
1455       - Einzelstück()\\
1456       + gibInstanz(): Einzelstück
1457     }
1458   \end{tikzpicture}
1459 }
```

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.

```

1460 \def\bEntwurfsEinzelstueckAkteure{
1461   \begin{description}
1462     \item[Einzelstück (Singleton)]
1463
1464     stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten
1465     nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.
1466   \end{description}
1467 }

```

\bEntwurfsEinzelstueckCode

```

1468 \def\bEntwurfsEinzelstueckCode{
1469   \li@EntwurfsCode{einzelstueck}{Einzelstueck}
1470 }

```

\bEntwurfsEinzelstueck

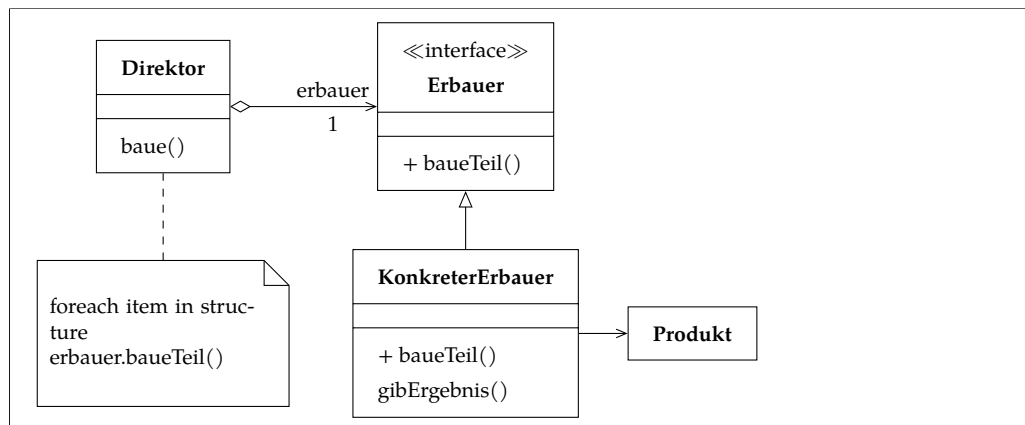
```

1471 \def\bEntwurfsEinzelstueck{
1472   \bEntwurfsEinzelstueckBeschreibung
1473
1474   \bEntwurfsEinzelstueckUml
1475
1476   \bEntwurfsEinzelstueckAkteure
1477
1478   \bEntwurfsEinzelstueckCode
1479 }

```

Erbauer (Builder)

\bEntwurfsErbauerUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

1480 \def\bEntwurfsErbauerUml{
1481   \begin{tikzpicture}
1482     \umlsimpleclass[x=7,y=0]{Produkt}{}{}
1483     \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Erbauer}{}{+ baueTeil()}
1484     \umlclass[x=4,y=0]{KonkreterErbauer}{}{
1485       + baueTeil()\n
1486       gibErgebnis()}
1487     \umlclass[x=0,y=3]{Direktor}{}{baue()}
1488
1489     \umluniaggred[arg2=erbauer,pos2=0.7,mult2=1]{Direktor}{Erbauer}
1490     \umluniassoc{KonkreterErbauer}{Produkt}
1491     \umlinherit{KonkreterErbauer}{Erbauer}
1492
1493     \umlnote[x=0,y=0,width=3cm]{Direktor}{
1494       foreach item in structure\n
1495       erbauer.baueTeil()

```

```

1496 }
1497 \end{tikzpicture}
1498 \footcite{wiki:erbauer}
1499 }

```

\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.

```

1500 \def\bEntwurfsErbauerAkteure{
1501   \begin{description}
1502     \item[Erbauer]
1503
1504     Der Erbauer spezifiziert eine abstrakte Schnittstelle zur Erzeugung der
1505     Teile eines komplexen Objektes.
1506
1507     \item[KonkreterErbauer]
1508
1509     Der konkrete Erbauer erzeugt die Teile des komplexen Objekts durch
1510     Implementierung der Schnittstelle. Außerdem definiert und verwaltet er
1511     die von ihm erzeugte Repräsentation des Produkts. Er bietet auch eine
1512     Schnittstelle zum Auslesen des Produkts.
1513
1514     \item[Direktor]
1515
1516     Der Direktor konstruiert ein komplexes Objekt unter Verwendung der
1517     Schnittstelle des Erbauers. Der Direktor arbeitet eng mit dem Erbauer
1518     zusammen: Er weiß, welche Baureihenfolge der Erbauer verträgt oder
1519     benötigt. Der Direktor entkoppelt somit den Konstruktionsablauf vom
1520     Klienten.
1521
1522     \item[Produkt]
1523
1524     Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.
1525     \footcite{wiki:erbauer}
1526   \end{description}
1527 }

```

\bEntwurfsErbauer

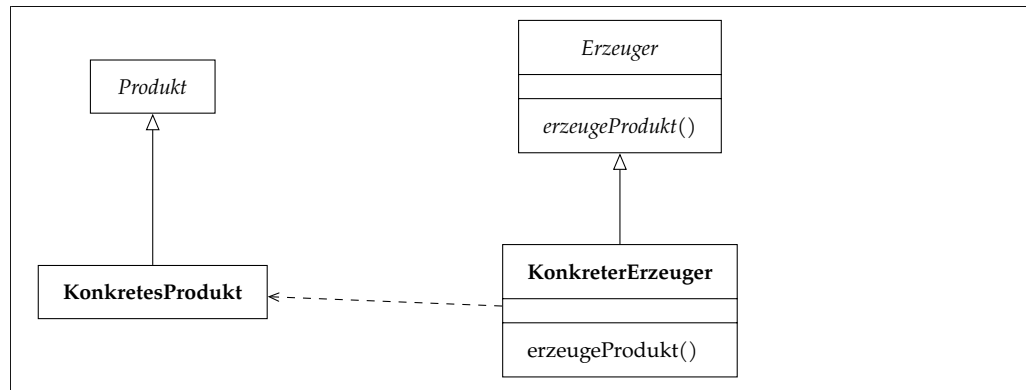
```

1528 \def\bEntwurfsErbauer{
1529   \bEntwurfsErbauerUml
1530   \bEntwurfsErbauerAkteure
1531 }

```

Fabrikmethode (Factory Method)

\bEntwurfsFabrikmethodeUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

1532 \def\bEntwurfsFabrikmethodeUml{
1533   \begin{tikzpicture}
1534     \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
1535     \umlsimpleclass[below=2cm of Produkt]{KonkretesProdukt}
1536     \umlinherit{KonkretesProdukt}{Produkt}
1537
1538     \umlclass[type=abstract,right=4cm of Produkt]{Erzeuger}{\{
1539       \textit{erzeugeProdukt()}\}
1540   }
1541     \umlclass[below=1.2cm of Erzeuger]{KonkreterErzeuger}{\{
1542       erzeugeProdukt()
1543     \}
1544     \umlinherit{KonkreterErzeuger}{Erzeuger}
1545
1546     \umldep{KonkreterErzeuger}{KonkretesProdukt}
1547   \end{tikzpicture}
1548 }

```

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).

```

1549 \def\bEntwurfsFabrikmethodeAkteure{
1550   \begin{description}
1551     \item[Produkt]
1552
1553     Das Produkt ist der Basistyp (Klasse oder Schnittstelle) für das
1554     zu erzeugende Produkt.
1555
1556     \item[KonkretesProdukt]
1557
1558     KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.
1559
1560     \item[Erzeuger]
1561
1562     Der Erzeuger deklariert die Fabrikmethode, um ein solches Produkt
1563     zu erzeugen und kann eine Default-Implementierung beinhalten.
1564
1565     \item[KonkreterErzeuger]
1566

```

```

1567     KonkreterErzeuger überschreibt die Fabrikmethode, um die ihm
1568     entsprechenden konkreten Produkte zu erzeugen (z. B. indem er den
1569     Konstruktor einer konkreten Produkt-Klasse aufruft).
1570
1571     \footcite{wiki:fabrikmethode}
1572 \end{description}
1573 }

```

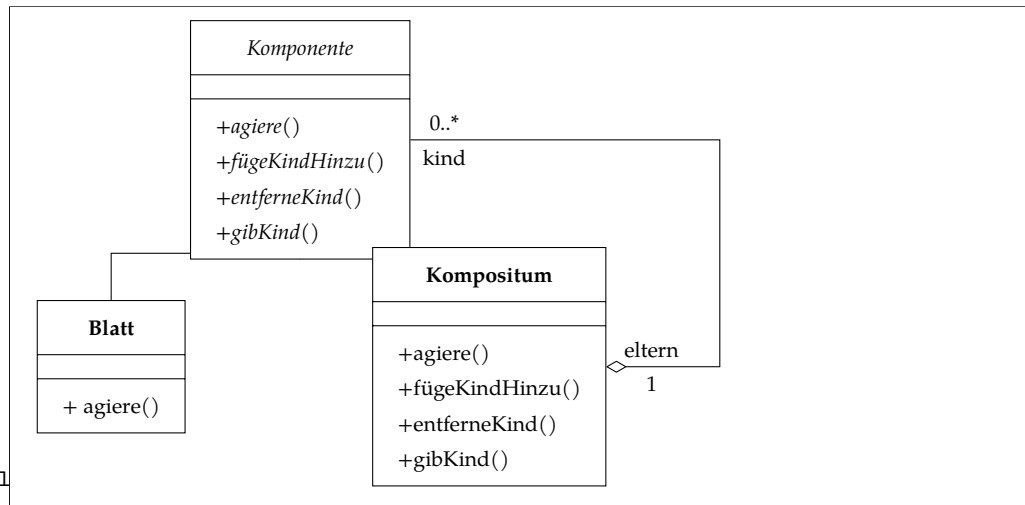
\bEntwurfsFabrikmethode

```

1574 \def\bEntwurfsFabrikmethode{
1575   \bEntwurfsFabrikmethodeUml
1576   \bEntwurfsFabrikmethodeAkteure
1577 }

```

Kompositum (Composite)



\bEntwurfsKompositumUml

```

1578 \def\bEntwurfsKompositumUml{
1579   \begin{tikzpicture}
1580     \umlclass[x=2.5,y=3,type=abstract]{Komponente}{}{
1581       \textit{+agiere()}\
1582       \textit{+fügeKindHinzu()}\
1583       \textit{+entferneKind()}\
1584       \textit{+gibKind()}
1585     }
1586     \umlclass[x=0]{Blatt}{}{+ agiere()}
1587     \umlclass[x=5]{Kompositum}{}{
1588       +agiere()\
1589       +fügeKindHinzu()\
1590       +entferneKind()\
1591       +gibKind()
1592     }
1593
1594     \umlVHVinherit{Kompositum}{Komponente}
1595     \umlVHVinherit{Blatt}{Komponente}
1596     \umlHVHaggreg[anchor1=east,arm1=1.5cm,arg1=eltern,mult1=1,arg2=kind,mult2=0..*,pos2=2.9,p
1597   \end{tikzpicture}
1598 }

```

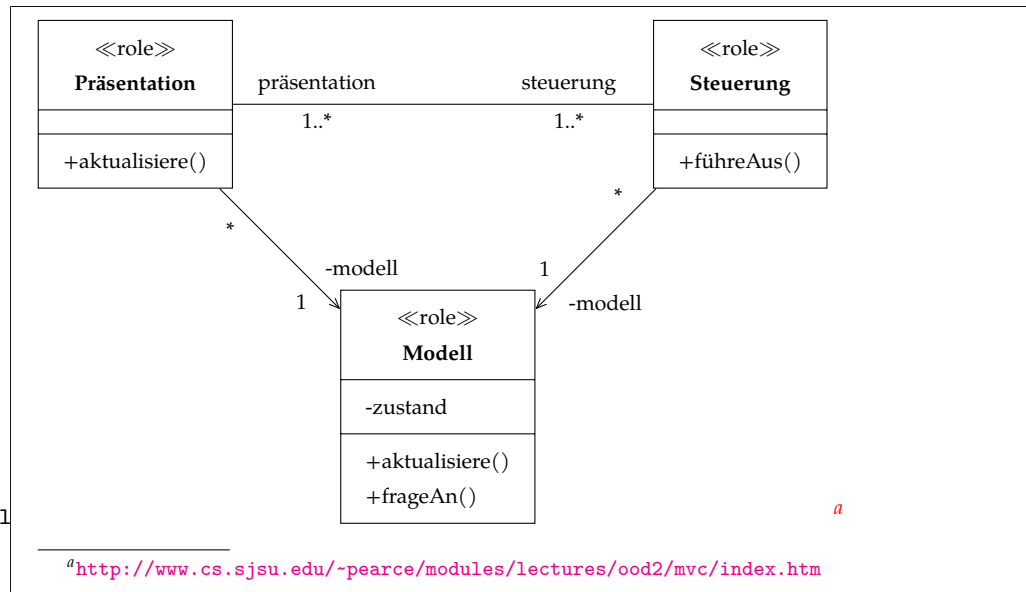
\bEntwurfsFabrikmethode

```

1599 \def\bEntwurfsKompositum{
1600   \bEntwurfsKompositumUml
1601   \bEntwurfsKompositumAkteure
1602 }

```

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



```

1603 \def\bEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml{
1604   \begin{tikzpicture}
1605     \umlclass[x=-4cm,type=role]{Präsentation}{{+aktualisiere()}}
1606     \umlclass[x=4cm,type=role]{Steuerung}{{+führeAus()}}
1607     \umlclass[y=-4cm,type=role]{Modell}{
1608       -zustand
1609     }{
1610       +aktualisiere()\\
1611       +frageAn()
1612     }
1613
1614     \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Präsentation}{Modell}
1615     \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Steuerung}{Modell}
1616     \umlassoc[arg1=präsentation,mult1=1..*,arg2=steuerung,mult2=1..*]{Präsentation}{Steuerung}
1617   \end{tikzpicture}
1618   \bFussnoteUrl{http://www.cs.sjsu.edu/~pearce/modules/lectures/ood2/mvc/index.htm}
1619 }

```

ModellPraesentationSteuerung

```

1620 \def\bEntwurfs{
1621   \bEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml
1622   \bEntwurfsModellPraesentationSteuerungAkteure
1623 }

```

Stellvertreter (Proxy)

\bEntwurfsStellvertreterUml

```

1624 \def\bEntwurfsStellvertreterUml{
1625   \begin{tikzpicture}
1626     \umlsimpleclass[x=-1,y=2]{Klient}
1627
1628     \umlclass[x=2,y=2]{Subjekt}{{+ agiere()}}
1629     \umlclass[x=0,y=-1]{KonkretesSubjekt}{{+ agiere()}}
1630     \umlclass[x=4,y=-1]{Stellvertreter}{{+ agiere()}}
1631
1632     \umlVHvinherit{KonkretesSubjekt}{Subjekt}
1633     \umlVHvinherit{Stellvertreter}{Subjekt}
1634     \umluniassoc{Stellvertreter}{KonkretesSubjekt}
1635     \umluniassoc{Klient}{Subjekt}
1636   \end{tikzpicture}
1637 }

```

\bEntwurfsStellvertreterCode

```

1638 \def\bEntwurfsStellvertreterCode{
1639   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Subjekt}
1640   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{KonkretesSubjekt}
1641   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Stellvertreter}
1642   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Klient}
1643 }

```

\bEntwurfsStellvertreter

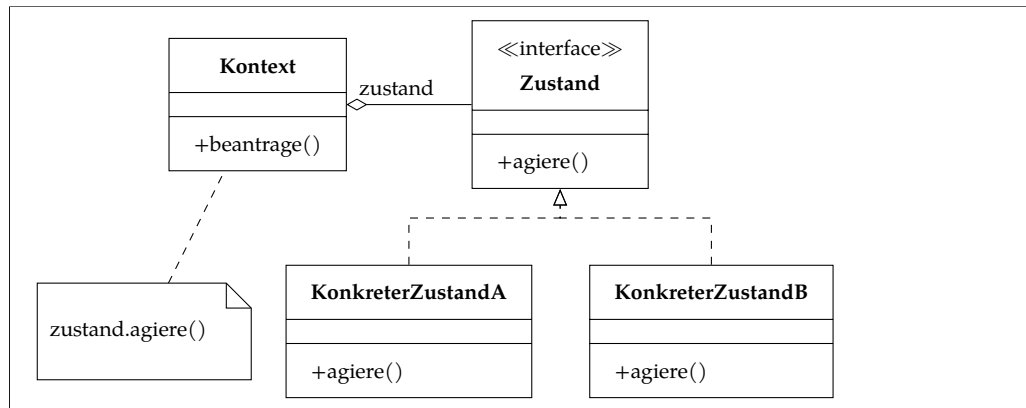
```

1644 \def\bEntwurfsStellvertreter{
1645   \bEntwurfsStellvertreterUml
1646   \bEntwurfsStellvertreterCode
1647 }

```

Zustand (State)

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



```

1648 \def\bEntwurfsZustandUml{
1649   \begin{tikzpicture}
1650     \umlclass[x=-1,y=3]{Kontext}{+beantrage()}
1651     \umlclass[x=3,y=3,type=interface]{Zustand}{+agiere()}
1652     \umlclass[x=1,y=0]{KonkreterZustandA}{+agiere()}
1653     \umlclass[x=5,y=0]{KonkreterZustandB}{+agiere()}
1654
1655     \umlVHVreal{KonkreterZustandA}{Zustand}
1656     \umlVHVreal{KonkreterZustandB}{Zustand}
1657
1658     \umlagg[arg=zustand,pos=0.4]{Kontext}{Zustand}
1659
1660     \umlnote[x=-2.5,y=0,width=2.5cm]{Kontext}{zustand.agiere()}
1661   \end{tikzpicture}
1662 }

```

\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.

```

1663 \def\bEntwurfsZustandAkteure{
1664   \begin{description}
1665     \item[Kontext (Context)]
1666
1667     definiert die clientseitige Schnittstelle und verwaltet die separaten

```

```

1668 Zustandsklassen.
1669
1670 \item[State (Zustand)]
1671
1672 definiert eine einheitliche Schnittstelle aller Zustandsobjekte und
1673 implementiert gegebenenfalls ein Standardverhalten.
1674
1675 \item[KonkreterZustand (ConcreteState)]
1676
1677 implementiert das Verhalten, das mit dem Zustand des Kontextobjektes
1678 verbunden ist.
1679 \end{description}
1680 }

```

\bEntwurfsZustandCode

```

1681 \def\bEntwurfsZustandCode{
1682   \li@EntwurfsCode{zustand}-{Kontext}
1683   \li@EntwurfsCode{zustand}-{Zustand}
1684 }

```

\bEntwurfsZustand

```

1685 \def\bEntwurfsZustand{
1686   \bEntwurfsZustandUml
1687   \bEntwurfsZustandAkteure
1688   \bEntwurfsZustandCode
1689 }

```

1690

er.sty

```
1691 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1692 \ProvidesPackage{bschlangaul-er}[2020/06/13 Zum Setzen von
1693 ER-Diagrammen]
1694 \RequirePackage{tikz-er2}
1695 \usetikzlibrary{positioning}
```

Tex-Markup-Beispiel: Komplettes Diagramm

```
\begin{tikzpicture}[er2,scale=0.7,transform shape]
% Person
\node[entity] (Person) {Person};
\node[attribute,right=1cm of Person] {\key{E-Mail}} edge (Person);
\node[multi attribute,above left=1cm of Person] {Vornamen} edge (Person);
\node[attribute,left=1cm of Person] {Nachnamen} edge (Person);
\node[attribute,above right=1cm of Person] {Geburtsdatum} edge (Person);

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

```
1696 \RequirePackage{soul}
```

```
1697 \RequirePackage{fontawesome}
```

Faulenzer

```
\let\a=\liErMpAttribute
\let\d=\liErDatenbankName
\let\e=\liErMpEntity
\let\r=\liErMpRelationship
```

```
1698 \ExplSyntaxOn
```

```
\bErEntity
```

```
1699 \def\bErEntity#1{\textbf{#1}}
```

```
\bErRelationship
```

```
1700 \def\bErRelationship#1{\ul{#1}}
```

```
\bErAttribute
```

```
1701 \def\bErAttribute#1{\emph{#1}}
```

```
\bErMpEntity
```

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

```
1702 \def\bErMpEntity#1{
1703   \bErEntity{#1}
1704   \marginpar{
1705     \bErEntity{\tiny\faSquareO{}}~E:~#1}
1706   }
1707 }
```

```
□
```

```
\bErMpRelationship
```

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

```
1708 \def\bErMpRelationship#1{
1709   \bErRelationship{#1}
1710   \marginpar{
1711     \bErRelationship{\tiny\faGg{}}~R:~#1}
1712   }
1713 }
```

```
\bErMpAttribute
```

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

```
1714 \def\bErMpAttribute#1{
1715   \bErAttribute{#1}
1716   \marginpar{
1717     \bErAttribute{\tiny\faCircleThin{}}~A:~#1}
1718   }
1719 }
```

```
\bErDatenbankName Makro-Faulenzer: \let\d=\liErDatenbankName
                  datenbank name
1720 \def\bErDatenbankName#1{
1721   {
1722     \footnotesize\texttt{(#1)}
1723   }
1724 }

1725 \ExplSyntaxOff
1726
```

formale-sprachen.sty

```
1727 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1728 \ProvidesPackage{bschlangaul-formale-sprachen}[2021/02/21 Hilfsmakros
1729 zum Setzen von mathematischen Formeln bei dem Thema Formale Sprachen]
```

```
1730 \directlua{
1731   formale_sprachen = require('bschlangaul-formale-sprachen')
1732 }
```

```
1733 \RequirePackage{hyperref}
```

```
1734 \bLadePakete{mathe,typographie}
```

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

```
1735 \def\bMengeOhneMathe#1{\{ #1 \}}
1736 \def\bMenge#1{%
1737   \ifmmode%
1738     \bMengeOhneMathe{#1}%
1739   \else%
1740     $\bMengeOhneMathe{#1}$%
1741   \fi%
1742 }
```

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

```
1743 \def\bEpsilon{$\varepsilon$}
```

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

```
1744 \def\erzeuge@tiefgestellt#1{\directlua{formale_sprachen.erzeuge_tiefgestellt('#1')}}
1745 \def\bPotenzmengeOhneMathe#1{\{ \erzeuge@tiefgestellt{#1} \}}
1746 \def\bPotenzmenge#1{$\bPotenzmengeOhneMathe{#1}$}
```

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

```
1747 \let\bZustandsmengeOhneMathe=\bPotenzmengeOhneMathe
1748 \let\bZustandsmenge=\bPotenzmenge
```

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

```
1749 \def\bUeberfuehrungsFunktionOhneMathe#1{\delta(\erzeuge@tiefgestellt{#1})}
1750 \def\bUeberfuehrungsFunktion#1{
1751   \ifmmode
1752     \bUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}
1753   \else
1754     $\bUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}$
1755   \fi
1756 }
```

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

```
1757 \def\bAlphabet#1{$\Sigma = \{ #1 \}$}
```

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

```
1758 \def\bBandAlphabet#1{$\Gamma = \Sigma \cup \{ #1 \}$}
```

```
\bZustandsBuchstabe
```

```
1759 \def\bZustandsBuchstabe{z}
```

```
\bZustandsBuchstabeGross
```

```
1760 \def\bZustandsBuchstabeGross{Z}
```

```

\zustandsmengeNr
1761 \def\zustandsnamens@liste#1#2{
1762   $
1763   \{
1764     \directlua{formale_sprachen.erzeuge_zustandsnamens_liste('#1', '#2')}
1765   \}
1766   $
1767 }
1768 \def\bZustandsmengeNr#1{\zustandsnamens@liste{\bZustandsBuchstabe}{#1}}

\bZustandsmengeNrGross
1769 \def\bZustandsmengeNrGross#1{\zustandsnamens@liste{\bZustandsBuchstabeGross}{#1}}

\bZustandsname \bZustandsname{1}: $z_1$
1770 \def\bZustandsname#1{\$ \bZustandsBuchstabe_#1$}

\bZustandsnameGross \bZustandsnameGross{1}: $Z_1$
1771 \def\bZustandsnameGross#1{\$ \bZustandsBuchstabeGross_#1$}

\bAbleitung \bAbleitung{S -> aB -> ab}:  $S \vdash aB \vdash ab$ 
1772 \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}

1773 \NewDocumentEnvironment { liProduktionsRegeln }
1774 { 0{P} +b }
1775 {
1776   \bGeschweifteKlammern{#1}
1777   {
1778     \begin{align*}
1779       \directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#2')}
1780     \end{align*}
1781   }{-0.2cm}{-1.5cm}
1782 } {}

\bProduktionen \bProduktionen{S -> A, A -> a}:  $\{S \rightarrow A, A \rightarrow a\}$ 
1783 \def\bProduktionen#1{
1784   \bMenge{\directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#1', true)}}
1785 }

\bZustandsnameTiefgestellt Automatisch tiefgestellte Nummerierung \z1
Makro-Faulenzer: \let\z=\liZustandsnameTiefgestellt
1786 \def\bZustandsnameTiefgestellt#1{
1787   \ifmmode
1788     \bZustandsBuchstabe\sb{#1}
1789   \else
1790     \$\bZustandsBuchstabe\sb{#1}$
1791   \fi
1792 }

1793 \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}

```



```

1794 \NewDocumentCommand{ \bAusdruck } { O{L} m m } {
1795   $
1796   \tl_if_empty:nTF {#1} {} {#1 =}
1797   \{
1798     \, #2 \,
1799     |
1800     \, #3 \,
1801   \}$
1802 }
1803 \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

1804 \def\bFlaci#1{%
1805   \par
1806   {%
1807     \scriptsize
1808     Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte
1809     Automaten, Compiler und Interpreter) Ein Projekt der Hochschule
1810     Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz:
1811     \href{https://flaci.com/#1}{flaci.com/#1}%
1812   }%
1813   \par
1814 }

\bGrammatik \bGrammatik[\langle grammatik-name \rangle]{\langle variablen=V,alphabet=\Sigma,produktionen=P,start=S \rangle}
    \bGrammatik{variablen={}, alphabet={}}

    - \bGrammatik{}:  $G = (V, \Sigma, P, S)$ 
    - \bGrammatik[G_1]{}:  $G_1 = (V, \Sigma, P, S)$ 
    - \bGrammatik{variablen={S,A,B}}:  $G = (\{S, A, B\}, \Sigma, P, S)$ 
    - \bGrammatik{alphabet={a,b}}:  $G = (V, \{a, b\}, P, S)$ 
    - \bGrammatik{start=X}:  $G = (V, \Sigma, P, X)$ 

1815 \ExplSyntaxOn
1816 \NewDocumentCommand {\bGrammatik} { O{G} m } {
1817   \tl_set:Nn \l_variablen_tl {V}
1818   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
1819   \tl_set:Nn \l_produktionen_tl {P}
1820   \tl_set:Nn \l_start_tl {S}
1821
1822   \keys_define:nn { grammatik } {
1823     variablen .code:n = {\tl_set:Nn \l_variablen_tl {\bMenge{##1}}},
1824     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\bMenge{##1}}},
1825     produktionen .code:n = {\tl_set:Nn \l_produktionen_tl {\bProduktionen{##1}}},
1826     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
1827   }
1828
1829   \keys_set:nn { grammatik } { #2 }
1830
1831   $#1 = (
1832     \l_variablen_tl,
1833     \l_alphabet_tl,
1834     \l_produktionen_tl,
1835     \l_start_tl
1836   )$
1837 }
1838 \ExplSyntaxOff
1839

```

formatierung.sty

```
1840 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1841 \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.

```
1842 \RequirePackage{mathpazo}
1843 \RequirePackage[no-math]{fontspec}
1844 \setmainfont{texgyrepagella}
```

Farben

```
1845 \RequirePackage{xcolor}
1846 \definecolor{infogray}{rgb}{0.97,0.97,0.97}
```

Überschriften

```
1847 \RequirePackage{titlesec}
1848 \titleformat{\chapter}[display]{\bfseries}{0pt}{\LARGE}
1849 \titlespacing{\chapter}{0pt}{0pt}{*1}
1850 \titleformat{\paragraph}[hang]{\normalsize\bfseries}{\theparagraph}{1em}{}
1851 \setcounter{secnumdepth}{0}
```

Listen

```
1852 \RequirePackage{paralist}
1853 \renewcommand\labelitemi{-}
1854 \renewcommand\labelitemii{-}
1855 \renewcommand\labelitemiii{-}
1856 \renewcommand\labelitemiv{-}
1857 % Counter: enumi enumii enumiii enumiv
1858 % Styles: \arabic{counter} \alph{counter} \Alph{counter} \roman{counter} \Roman{counter}
1859 \renewcommand{\labelenumi}{(\alph{enumi})}
1860 \renewcommand{\labelenumii}{(\roman{enumii})}
```

Kasten

```
1861 \RequirePackage{mdframed}
```

liKasten

```
1862 \NewDocumentEnvironment { liKasten }{ } {
1863   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
1864 } {
1865   \end{mdframed}
1866 }
```

Header

```
1867 \RequirePackage{fancyhdr}
1868 \fancyhead[L,C,R]{}
1869 \fancyfoot[L]{}
1870 \fancyfoot[C]{}
1871 \fancyfoot[R]{\thepage}
1872 \pagestyle{fancy}
1873 \renewcommand{\headrulewidth}{0pt}
1874 \renewcommand{\footrulewidth}{0pt}
```

Zeilenabstände

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

```
1875 \RequirePackage{setspace}
```


gantt.sty

```

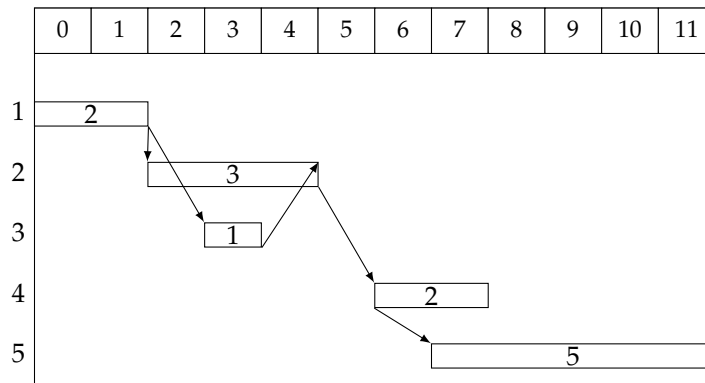
1877 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1878 \ProvidesPackage{bschlangaul-gantt}[2020/09/05]

\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}

```



```

1879 \RequirePackage{tikz-uml}
1880 \RequirePackage{pgfgantt}
1881 \setganttlinklabel{f-s}{}
1882 \setganttlinklabel{s-s}{}
1883 \setganttlinklabel{f-f}{}
1884 \setganttlinklabel{s-f}{}
1885

```

grafik.sty

```
1886 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1887 \ProvidesPackage{bschlangaul-grafik}[2020/12/27 Lädt das Paket
1888 TikZ, um Grafiken zeichnen zu können und graphicx um Bilder laden zu können.]

1889 \ExplSyntaxOn

1890 \RequirePackage{tikz}

1891 \RequirePackage{graphicx}

\bGrafikLogoPfad

1892 \def\bGrafikLogoPfad#1{
1893   \LehramtInformatikRepository / .tex / Logo / #1
1894 }

\bGrafikCCLizenz

1895 \NewDocumentCommand{ \bGrafikCCLizenz } { 0{} } {
1896   \includegraphics[#1]{
1897     \bGrafikLogoPfad{CC-by-nc-sa.eps}
1898   }
1899 }

\bGrafikLogo

1900 \NewDocumentCommand{ \bGrafikLogo } { 0{} } {
1901   \includegraphics[#1]{
1902     \bGrafikLogoPfad{Logo_nur-Pfade.eps}
1903   }
1904 }

1905 \ExplSyntaxOff

1906
```

graph.sty

```
1907 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1908 \ProvidesPackage{bschlangaul-graph}[2020/06/09]
1909 \RequirePackage{tikz}
```

Für die die Adjazenzliste (xrightarrow)

```
1910 \RequirePackage{amsmath}
```

Für Adjazenz-Matrix

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

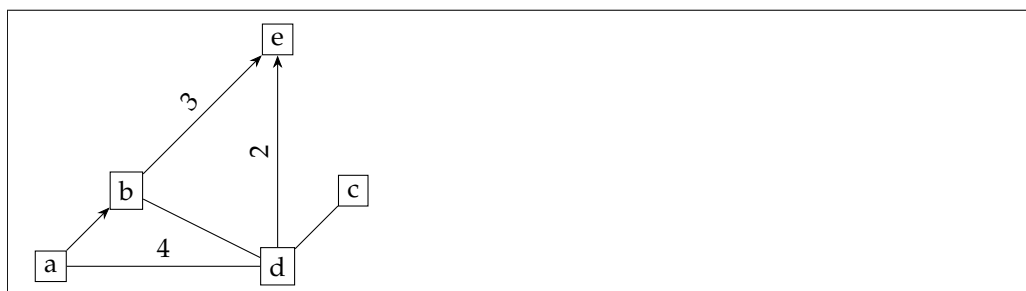
$$\begin{array}{c}
 a \quad b \quad c \quad d \quad e \\
 \begin{array}{c}
 a \\ b \\ c \\ d \\ e
 \end{array}
 \begin{pmatrix}
 0 & 1 & 0 & 4 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 3 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 4 & 1 & 1 & 0 & 2 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0
 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

```
1911 \RequirePackage{blkarray}
```

```
1912 \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}
```



```

1913 \tikzset{
1914   li graph/.style={
1915     every node/.style={
1916       rectangle,
1917       draw,
1918     },
1919     every edge/.style={
1920       >={Stealth[black]},
1921       draw,
1922     },
1923     every edge/.append style={
1924       every node/.style={
1925         sloped,
1926         auto,
1927       }
1928     }
1929   },
1930   li markierung/.style={
1931     ultra thick,
1932   }
1933 }

```

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}

```

```

1934 \NewDocumentEnvironment { liGraphenFormat }{ +b } {} {}

```

```

1935

```

hanoi.sty

```
1936 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1937 \ProvidesPackage{bschlangaul-hanoi}[2020/12/19 Paket zum Setzen
1938 von Hanoi-Grafiken]

    Quelle: https://kleinco.de/latex-snippets/7/tikz-towers-of-hanoi-illustration-for-lat
1939 \RequirePackage{tikz}
1940 \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}

1941 \def\li@mset #1[#2]=#3{%
1942 \expandafter\xdef\csname #1#2\endcsname{#3}
1943 }
1944 \def\li@mget #1[#2]{%
1945 \csname #1#2\endcsname
1946 }
1947 \def\li@minc #1[#2]+=#3{%
1948 \pgfmathparse{\li@mget #1[#2]+#3}%
1949 \li@mset #1[#2]=\pgfmathresult
1950 }
1951
1952 \def\bHanoi#1#2{
1953   \edef\li@numdiscs{#1}
1954   \def\li@sequence{#2}
1955   \begin{tikzpicture}[line width=4mm,brown!40,line cap=round,xscale=3]
1956     % init colors
1957     \foreach[count=\j] \c in {red,green!80!black,blue,orange,violet,gray,yellow!80!black,purp
1958     \li@mset col[\j]={\c};
1959     % draw poles and init pole counters
1960     \foreach \j in {1,2,3}{
1961       \li@mset pos[\j]=0
1962       \draw (\j,-.5) -- +(0, .5 + .5*\li@numdiscs);
1963     }
1964     % draw base
1965     \draw (.5,-.5) -- +(3,0);
1966     % draw discs
1967     \foreach[count=\k] \i/\j in \li@sequence{
1968       \draw[draw={\li@mget col[\i]}] (\j,\li@mget pos[\j]) +(-.4*\i/\li@numdiscs,0) -- +(.4*
1969       \li@minc pos[\j]+=.5}
1970     }
1971   \end{tikzpicture}
1972 }

1973
```


index.sty

1974 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

1975 \ProvidesPackage{bschlangaul-index}[2021/09/12 Den Index anzeigen
1976 lassen]

1977 \ExplSyntaxOn

1978 \RequirePackage{makeidx}

1979 \makeindex

1980 \ExplSyntaxOff

1981


```

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

2006 \NewDocumentCommand{ \bPolynomiellReduzierbar } { m O{p} m } {
2007 \begin{displaymath}
2008   \bProblemName{#1}
2009   \preceq_{#2}
2010   \bProblemName{#3}
2011 \end{displaymath}
2012 }

\bProblemVertexCover

2013 \def\bProblemClique{%
2014 Das \textbf{Cliquesproblem} fragt nach der Existenz einer Clique der
2015 Mindestgröße  $n$  in einem gegebenen Graphen.
2016 \footcite[Seite 76]{theo:fs:4}
2017 Eine Clique ist eine Teilmenge von Knoten in einem ungerichteten
2018 Graphen, bei der \emph{jedes Knotenpaar durch eine Kante} verbunden ist.
2019 \footcite{wiki:cliquesproblem}
2020 }

\bProblemVertexCover

2021 \def\bProblemVertexCover{%
2022 %
2023 Das \textbf{Knotenüberdeckungsproblem} (\bProblemName{Vertex Cover})
2024 fragt, ob zu einem gegebenen einfachen Graphen und einer natürlichen
2025 Zahl  $k$  eine Knotenüberdeckung der Größe von höchstens  $k$  existiert.
2026 \footcite{wiki:knotenueberdeckung}
2027
2028 Das heißt, ob es eine aus maximal  $k$  Knoten bestehende Teilmenge  $U$ 
2029 der Knotenmenge gibt, so dass jede Kante des Graphen mit
2030 mindestens einem Knoten aus  $U$  verbunden ist.
2031 \footcite[Seite 78]{theo:fs:4}%
2032 }

\bProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

2033 \def\bProblemSubsetSum{%
2034 Das \textbf{Teilsommenproblem} (\bProblemName{Subset Sum} oder
2035 \bProblemName{SSP}) ist ein spezielles Rucksackproblem.
2036 \footcite{wiki:teilsommenproblem}
2037 Gegeben sei eine Menge von ganzen Zahlen  $I = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ .
2038 Gesucht ist eine Untermenge, deren Elementsumme maximal, aber nicht
2039 größer als eine gegebene obere Schranke  $c$  ist.
2040 \footcite[Seite 74]{theo:fs:4}
2041 }

\bProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

2042 \def\bProblemSat{%
2043 Das \textbf{Erfüllbarkeitsproblem der Aussagenlogik} \bProblemName{Sat}
2044 und \bProblemName{k-SAT} mit  $k \geq 3$ ,  $k \in \mathbb{N}$  (Satz von
2045 Cook) fragt, ob eine aussagenlogische Formel erfüllbar
2046 ist. \footcite{wiki:sat} Das Erfüllbarkeitsproblem der
2047 \emph{Aussagenlogik} ist in exponentieller Zeit in Abhängigkeit der
2048 Anzahl der Variablen mit Hilfe einer Wahrheitstabelle entscheidbar.
2049 Diese \emph{Wahrheitstabelle} kann nicht in polynomieller Zeit
2050 aufgestellt werden.
2051 \footcite[Seite 71]{theo:fs:4}
2052 }

2053

```

kontrollflussgraph.sty

2054 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2055 \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 = ...}]
```

```

2056 \RequirePackage{tikz}
2057 \usetikzlibrary{positioning}
2058 \tikzset{
2059   li kontrollfluss/.style={
2060     knoten/.style={
2061       circle,
2062       draw
2063     },
2064     usebox/.style={
2065       draw,
2066       rectangle,
2067       font=\scriptsize,
2068       anchor=west,
2069       align=left,
2070     },
2071     bedingung/.style={
2072       midway,
2073       draw=none,
2074       font=\scriptsize
2075     },
2076     knotenbeschriftung/.style={
2077       draw,
2078       rectangle,
2079       midway,
2080       font=\scriptsize
2081     },
2082     wahr/.style={
2083       thick
2084     },
2085     falsch/.style={
2086       dashed
2087     },
2088     every node/.style={
2089       circle,
2090       draw,
2091     },
2092     every edge/.append style={
2093       every node/.style={
2094         draw=none,
2095         bedingung,
2096       }
2097     },
2098     every path/.style={
2099       draw,
2100       ->,
2101     },
2102     every pin/.style={
2103       draw,
2104       dotted,
2105       rectangle,
2106       pin position=right
2107     },
2108     every pin edge/.style={
2109       dotted,
2110       arrows=-,
2111     }
2112   }
2113 }

```

Umgebungen

liKontrollflussgraph

```

2114 \NewDocumentEnvironment { liKontrollflussgraph } { 0{ } } {

```

```

2115 \begin{tikzpicture}[
2116   li kontrollfluss,
2117   #1
2118 ]
2119 } {
2120 \end{tikzpicture}
2121 }

```

Makros

\bAnweisung

```
2122 \def\bAnweisung#1(#2,#3){\node[knoten] at (#2,#3) (#1) {#1};}
```

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

```
2123 \def\bBedingung#1#2{node[bedingung,#1]{\texttt{#2}}}
```

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

```
2124 \def\bBedingungWahr#1{node[bedingung,#1]{\texttt{[true]}}}
```

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

```
2125 \def\bBedingungFalsch#1{node[bedingung,#1]{\texttt{[false]}}}
```

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

```
2126 \def\bKontrollCode#1{{\tiny\texttt{\textcolor{gray}{#1}}}}
```

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

```
2127 \def\bKontrollTextzeileKnoten#1{\raisebox{-2pt}{\tikz[scale=0.5,transform shape] \node[draw,c
```

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

```
2128 \ExplSyntaxOn
```

```
2129 \NewDocumentCommand { \bKontrollKnotenPfad } { m }
```

```
2130 {
```

```
2131   \seq_set_split:Nnn \l_tmpa_seq { - } { #1 }
```

```
2132   \seq_set_map:Nnn \l_tmpa_seq \l_tmpa_seq {\bKontrollTextzeileKnoten{##1}}
```

```
2133   \seq_use:Nn \l_tmpa_seq { ~~~~ }
```

```
2134 }
```

```
2135 \ExplSyntaxOff
```

```
2136
```

kopfzeile.sty

```
2137 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2138 \ProvidesPackage{bschlangaul-kopfzeile}[2021/08/20 Kopf-
2139 und Fußzeilen mit Hilfe des Pakets fancyhdr.]

2140 \ExplSyntaxOn

2141 \RequirePackage{bschlangaul-meta}

2142 \cs_new:Npn \kopfzeile_schrift:n #1
2143 {
2144   {
2145     \scriptsize
2146     #1
2147   }
2148 }

2149 \cs_new:Npn \setze_kopf_fusszeilen:nn #1 #2
2150 {
2151   \fancyhead{}
2152   \fancyhead[L]{\kopfzeile_schrift:n{\bMetaBschlangaulSammlung}}
2153   \fancyhead[C]{\kopfzeile_schrift:n{#1}}
2154   \fancyhead[R]{\kopfzeile_schrift:n{#2}}
2155
2156   \fancyfoot{}
2157   \fancyfoot[L]{\kopfzeile_schrift:n{\bMetaHermineFriends}}
2158   \fancyfoot[C]{\kopfzeile_schrift:n{\bMetaEmail}}
2159   \fancyfoot[R]{\kopfzeile_schrift:n{\thepage}}
2160
2161   \renewcommand{\headrulewidth}{0.4pt}
2162   \renewcommand{\footrulewidth}{0.4pt}
2163 }

2164 \cs_new:Npn \setze_kopfzeile_oben_rechts:n #1
2165 {
2166   \fancyhead[R] {
2167     \kopfzeile_schrift:n { #1 }
2168   }
2169 }

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

2170 \cs_new:Npn \repariere_kopfzeile_breite:
2171 {
2172   \setlength{\headwidth}{\textwidth}
2173 }

2174 \ExplSyntaxOff

2175
```

literatur-dummy.sty

2176 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2177 \ProvidesPackage{bschlangaul-literatur-dummy}[2020/11/27]

\literatur

2178 \def\literatur{}

\footcite

2179 % \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}

2180 \NewDocumentCommand{ \footcite } { o m }{}

2181

literatur.sty

```
2182 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2183 \ProvidesPackage{bschlangaul-literatur}[2020/11/27]

2184 \RequirePackage{csquotes}
2185 \RequirePackage[
2186   bibencoding=utf8,
2187   citestyle=authortitle,
2188   backend=biber,
2189 ]{biblatex}
2190 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/10_DB.bib}
2191 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/20_OOMUP.bib}
2192 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/30_AUD.bib}
2193 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/40_SOSY.bib}
2194 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/60_FUMUP.bib}
2195 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/70_THEO.bib}
2196 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/80_DDI.bib}
2197 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Allgemein.bib}
2198 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Examen.bib}
2199 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Wikipedia.bib}
2200 % To allow footnotes in the heading
2201 \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}

\literatur

2202 \def\literatur{\printbibliography[heading=subbibliography]}

2203
```

makros.sty

```
2204 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2205 \ProvidesPackage{bschlangaul-makros}[2020/11/27 Eine Sammlung von
2206 häufig verwendeten Makros und Umgebungen, die thematisch zu keinem
2207 anderen Paket passen]
```

```
2208 \RequirePackage{hyperref}
```

```
2209 \RequirePackage{graphicx}
```

Für die Umgebung bQuellen benötigt.

```
2210 \RequirePackage{paralist}
```

```
2211 \ExplSyntaxOn
```

\inhaltsverzeichnis

```
2212 \def\inhaltsverzeichnis {
2213   \begin{mdframed}
2214     \begin{group}
2215       \let\clearpage\relax
2216       \tableofcontents
2217     \end{group}
2218   \end{mdframed}
2219 }
```

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

```
2220 \def\bEmph#1
2221 {
2222   \emph{#1}
2223   \marginpar{
2224     \tiny#1
2225   }
2226 }
```

\SLASH

```
2227 \newcommand\SLASH{\char`\\}
```

\bPseudoUeberschrift Text, der sich wie eine Überschrift verhält.

```
2228 \newcommand{\bPseudoUeberschrift}[1]{
2229   \bigskip
2230
2231   \par
2232   \noindent
2233   \textbf{#1}
2234
2235   \medskip
2236
2237   \keine_einrueckung:
2238 }
```

\bBeschriftung Ähnlich dem Makro **\bPseudoUeberschrift**{}. Am Ende des Textes wird ein Doppelpunktzeichen angehängt.

```
2239 \newcommand{\bBeschriftung}[1]{
2240   \par
2241   \noindent
2242   \medskip
2243   \textbf{#1}:
2244   \medskip
2245   \noindent
2246 }
```

\hinweis

```
2247 \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.

```
2248 \NewDocumentEnvironment { liProjektSprache }{ o +b } {} {}
```

`liEinbettung`

```
2249 \NewDocumentEnvironment { liEinbettung }{ o +b } {#2} {}
```

Umgebungen, die Inhalte aus- und einblenden können

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

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

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

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

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

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

```
2250 \NewDocumentEnvironment{ bAntwort }{ 0{standard} }
2251 {
2252   \ifANTWORT
2253   \else
2254     \setbox 0 \vbox
2255     \bgroup
2256     \fi
2257
2258   \str_case:nn {#1} {
2259     {standard} {
2260       \def\beschriftung{}
2261       \mdfsetup{backgroundcolor=gray!1}
2262     }
2263     {richtig} {
2264       \def\beschriftung{richtig}
2265       \mdfsetup{backgroundcolor=green!5,linecolor=green}
2266     }
2267     {falsch} {
2268       \def\beschriftung{falsch}
2269       \mdfsetup{backgroundcolor=red!3,linecolor=red}
2270     }
2271     {muster} {
```

```

2272     \def\beschriftung{Musterlösung}
2273     \mdfsetup{backgroundcolor=green!12,linecolor=green}
2274   }
2275 }
2276 \ifx\beschriftung\empty\else
2277   \noindent
2278   \textbf{\beschriftung{}}:}
2279 \fi
2280 \begin{mdframed}[
2281   frametitle={\scriptsize\mdseries Lösungsvorschlag},
2282   innertopmargin=6pt,
2283   frametitleaboveskip=-10pt,
2284   frametitlealignment=\raggedleft
2285 ]
2286 }
2287 {
2288   \end{mdframed}
2289   \ifANTWORT
2290   \else
2291     \egroup
2292   \fi
2293 }

```

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

```

2294 \NewDocumentEnvironment{ bAdditum }{ o }
2295 {
2296   \ifADDITUM
2297   \else
2298     \setbox 0 \vbox
2299     \bgroup
2300   \fi
2301
2302   \begin{mdframed}[backgroundcolor=yellow!5]
2303     \IfNoValueTF {#1}
2304     {
2305       \bPseudoUeberschrift{Additum}
2306     }
2307     {
2308       \bPseudoUeberschrift{Additum:~#1}
2309     }
2310   }
2311 {
2312   \end{mdframed}
2313
2314   \ifADDITUM
2315   \else
2316     \egroup
2317   \fi
2318 }

```

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

Exkurs: Linear rekursiv

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

```

2319 \NewDocumentEnvironment{ bExkurs }{ o +b }

```

```

2320 {
2321   \ifEXKURS
2322     \vspace{0.2cm}%
2323     \begin{mdframed}[
2324       backgroundcolor=white,
2325       bottomline=false,
2326       innermargin=1cm,
2327       leftline=true,
2328       linecolor=black,
2329       linewidth=0.1cm,
2330       outermargin=1cm,
2331       rightline=false,
2332       topline=false,
2333     ]
2334       \footnotesize
2335       \noindent%
2336       \textbf{Exkurs:~\#1}\par%
2337       \noindent%
2338       \#2
2339     \end{mdframed}
2340     \vspace{0.2cm}
2341   \else
2342   \fi
2343 }
2344 {}

```

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

```

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

```

Weiterführende Literatur:

- Quelle 1
- Quelle 2

```

2345 \cs_new:Npn \listen_punkt:n #1
2346 {
2347   \item #1
2348 }
2349 \NewDocumentEnvironment { bQuellen }{ +b }
2350 {
2351   \seq_clear_new:N \l_quellen
2352   \seq_set_split:Nnn \l_quellen {\item} {\#1}
2353   \seq_remove_all:Nn \l_quellen {}
2354   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
2355     \footnotesize
2356     \noindent
2357     \textsf{\textbf{Weiterführende Literatur:}}
2358     \medskip
2359     \begin{compactitem}
2360       \seq_map_function:NN \l_quellen {\listen_punkt:n}
2361     \end{compactitem}
2362   \end{mdframed}
2363
2364   \keine_einrueckung:
2365 } {}

```

\bFussnoteUrl [\langle zusätzliche-text \rangle]{\langle url \rangle} \bFussnoteUrl [zusätzlicher Text]{url}:

Eine HTTP-URL als Fußnote setzen.

```

2366 \NewDocumentCommand { \bFussnoteUrl } { o m }

```

```

2367 {
2368   \footnote{
2369     \url{#2}
2370     \IfNoValueTF{#1}
2371     {}
2372     {
2373       ~(#1)
2374     }
2375   }
2376 }
2377

\bFussnoteLink \bFussnoteLink[⟨zusätzlicher-text⟩]{⟨link-text⟩}{⟨url⟩} \bFussnoteLink[zusätzlicher Text]{text}{text}
Einen Link, d. h. einen Link-Text und eine URL als Fußnote setzen.
2378 \NewDocumentCommand{ \bFussnoteLink } { o m m }
2379 {
2380   \footnote{
2381     \href{#3}{#2}
2382     \IfNoValueTF{#1}
2383     {}
2384     {
2385       ~(#1)
2386     }
2387   }
2388 }

\zB
2389 \def\zB{z.\,B. }

\ZB
2390 \def\ZB{Z.\,B. }

\dh
2391 \def\dh{d.\,h. }

2392 \ExplSyntaxOff
2393

```

master-theorem.sty

2394 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2395 \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}

2396 \ExplSyntaxOn

2397 \RequirePackage{amsmath}

\bRundeKlammer

2398 \def\bRundeKlammer#1{

2399 \negthinspace \left(#1 \right)

2400 }

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

2401 \def\bThetaOhneMathe#1{

2402 \Theta \bRundeKlammer{#1}

2403 }

2404 \def\bTheta#1{

2405 \ifmmode

2406 \bThetaOhneMathe{#1}

2407 \else

2408 $\bThetaOhneMathe{#1}$

2409 \fi

2410 }

```

\Omega \Omega{n^2}: \Omega(n^2)
2411 \def\OmegaOhneMathe#1{
2412 \Omega \RundeKlammer{#1}
2413 }
2414 \def\Omega#1{
2415 \ifmmode
2416 \OmegaOhneMathe{#1}
2417 \else
2418 $\OmegaOhneMathe{#1}$
2419 \fi
2420 }

\O \O{n^2}: \mathcal{O}(n^2)
2421 \def\OOhneMathe#1{
2422 \mathcal{O} \RundeKlammer{#1}
2423 }
2424 \def\O#1{
2425 \ifmmode
2426 \OOhneMathe{#1}
2427 \else
2428 $\OOhneMathe{#1}$
2429 \fi
2430 }

\T Makro-Faulenzer: \let\T=\liT
\T{16}{2}: 16 \cdot T(\frac{n}{2}) \T{}{2}: T(\frac{n}{2})
2431 \def\TOhneMathe#1#2{
2432 \tl_if_blank:nTF {#1}
2433 {}
2434 {#1 \cdot }
2435 T
2436 \RundeKlammer{\frac{n}{#2}}
2437 }
2438 \def\T#1#2{
2439 \ifmmode
2440 \TOhneMathe{#1}{#2}
2441 \else
2442 $\TOhneMathe{#1}{#2}$
2443 \fi
2444 }

\RekursionsGleichung \RekursionsGleichung: T(n) = a \cdot T(\frac{n}{b}) + f(n)
2445 \def\RekursionsGleichung{
2446 $T(n) = \T{a}{b} + f(n)$
2447 }

\BedingungEins \BedingungEins: f(n) \in \mathcal{O}(n^{\log_b a - \varepsilon})
2448 \def\BedingungEins{
2449 $f(n) \in \O{n^{\log\sb{b}a - \varepsilon}}$
2450 }

\BedingungZwei \BedingungZwei: f(n) \in \mathcal{\Theta}(n^{\log_b a})
2451 \def\BedingungZwei{
2452 $f(n) \in \Theta{n^{\log\sb{b}a}}$
2453 }

\BedingungDrei \BedingungDrei: f(n) \in \mathcal{\Omega}(n^{\log_b a + \varepsilon})
2454 \def\BedingungDrei{
2455 $f(n) \in \Omega{n^{\log\sb{b}a + \varepsilon}}$
2456 }

2457 \ExplSyntaxOff

```


\bMasterVariablen

```

2458 \def\bMasterVariablen{
2459   \begin{displaymath}
2460     T(n) = \bT{a}{b} + f(n)
2461   \end{displaymath}
2462
2463   \begin{itemize}
2464     \item[$a = $]
2465       Anzahl der rekursiven Aufrufe, Anzahl der Unterprobleme in der
2466       Rekursion
2467       ($a \geq 1$).
2468
2469     \item[$\textstyle{\frac{1}{b}} = $]
2470       Teil des Originalproblems, welches wiederum durch alle Unterprobleme
2471       repräsentiert wird, Anteil an der Verkleinerung des Problems ($b > 1$).
2472
2473     \item[$f(n) = $]
2474       Kosten (Aufwand, Nebenkosten), die durch die Division des Problems und
2475       die Kombination der Teillösungen entstehen. Eine von $T(n)$
2476       unabhängige und nicht negative Funktion.
2477   \end{itemize}
2478   \footcite{wiki:master-theorem}
2479   \footcite[Seite 19-35]{aud:fs:2}
2480 }
```

\bMasterFaelle

```

2481 \def\bMasterFaelle{
2482   \begin{description}
2483     \item[1. Fall:]
2484       $T(n) \in \bTheta{n^{\log\sb{b}a}}$
2485
2486       \hfill falls \bBedingungEins
2487       für $\varepsilon > 0$
2488
2489     \item[2. Fall:]
2490       $T(n) \in \bTheta{n^{\log\sb{b}a} \cdot \log n}$
2491
2492       \hfill falls \bBedingungZwei
2493
2494     \item[3. Fall:]
2495       $T(n) \in \bTheta{f(n)}$
2496
2497       \hfill falls \bBedingungDrei
2498       für $\varepsilon > 0$
2499       und ebenfalls für ein $c$ mit $0 < c < 1$ und alle hinreichend großen $n$
2500       gilt:
2501       $a \cdot f(\textstyle{\frac{n}{b}}) \leq c \cdot f(n)$
2502   \end{description}
2503 }
```

\bMasterVariablenDeklaration

```

2504 \def\bMasterVariablenDeklaration#1#2#3{
2505   \begin{description}
2506     \item[Allgemeine Rekursionsgleichung:] \strut
2507
2508     \bRekursionsGleichung
2509
2510     \item[Anzahl der rekursiven Aufrufe ($a$):] \strut
2511
2512     #1
2513
2514     \item[Anteil Verkleinerung des Problems ($b$):] \strut
2515   \end{description}
}
```

```

2516   um  $\frac{1}{\#2}$  also  $b = \#2$ 
2517
2518   \item[Laufzeit der rekursiven Funktion ( $f(n)$ ):] \strut
2519
2520    $\#3$ 
2521
2522   \item[Ergibt folgende Rekursionsgleichung:] \strut
2523
2524    $T(n) = T(\#1\{\#2\} + \#3$ 
2525 \end{description}
2526 }

```

\bMasterFallRechnung

```

2527 \def\bMasterFallRechnung#1#2#3{
2528   \begin{description}
2529     \item[1. Fall:] \bBedingungEins:
2530
2531      $\#1$ 
2532
2533     \item[2. Fall:] \bBedingungZwei:
2534
2535      $\#2$ 
2536
2537     \item[3. Fall:] \bBedingungDrei:
2538
2539      $\#3$ 
2540   \end{description}
2541 }

```

\bMasterExkurs

```

2542 \def\bMasterExkurs{
2543   \begin{bExkurs}[Master-Theorem]
2544     \bMasterVariablen
2545
2546     \noindent
2547     Dann gilt:
2548
2549     \bMasterFaelle
2550   \end{bExkurs}
2551 }

```

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

```

2552 \def\bMasterWolframLink#1{
2553   Berechne die Rekursionsgleichung auf WolframAlpha:
2554   \href{https://www.wolframalpha.com/input/?i=\#1\{WolframAlpha\}}
2555 }

```

2556

mathe.sty

```
2557 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2558 \ProvidesPackage{bschlangaul-mathe}[2020/06/10]
2559
2560 % for example \ltimes \rtimes
2561 %\RequirePackage{amssymb}
2562 \RequirePackage{amsmath}
2563
2564 %%
2565 % \mlq \mrq
2566 %%
2567 \DeclareMathSymbol{\mlq}{\mathord}{operators}{`}`}
2568 \DeclareMathSymbol{\mrq}{\mathord}{operators}{`'}`}
2569
```

meta.sty

```
2570 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2571 \ProvidesPackage{bschlangaul-klassen-meta}[2021/09/10 Sammlung
2572 von Textschnipseln, die das Projekt beschreiben]
```

```
2573 \ExplSyntaxOn
```

```
2574 \bLadePakete{grafik}
```

Einfache Makros (Low level)

\bMetaBschlangaulSammlung

```
2575 \def\bMetaBschlangaulSammlung{
2576   Die-Bschlangaul-Sammlung
2577 }
```

\bMetaHermineFriends

```
2578 \def\bMetaHermineFriends{
2579   Hermine-Bschlangaul-and-Friends
2580 }
```

\bMetaUeberDasProjekt

```
2581 \def\bMetaUeberDasProjekt{
2582   Eine~freie~Aufgabensammlung~mit~Lösungen~
2583   von~Studierenden~für~Studierende~
2584   zur~Vorbereitung~auf~die~1.~Staatsexamensprüfungen~
2585   des~Lehramts~Informatik~in~Bayern.
2586 }
```

\bMetaCCLink

```
2587 \def\bMetaCCLink{
2588   Diese-Materialsammlung-unterliegt-den-Bestimmungen-der~
2589   \href{
2590     https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.de
2591   }
2592   {
2593     Creative-Commons-Namensnennung-Nicht-kommerziell-Share-Alike-4.0~
2594     International-Lizenz
2595   }.
2596 }
```

\bMetaEmail

```
2597 \def\bMetaEmail{
2598   hermine.bschlangaul@gmx.net
2599 }
```

\bMetaEmailLink

```
2600 \def\bMetaEmailLink{
2601   \href{
2602     mailto:\bMetaEmail
2603   }{
2604     \bMetaEmail
2605   }
2606 }
```

\bMetaHilfMit

```
2607 \def\bMetaHilfMit{
2608   Hilf~mit!~
2609
2610   Die~Hermine~schafft~das~nicht~alleine!~
2611
2612   Das~ist~ein~Community-Projekt.~
2613
2614   Verbesserungsvorschläge,~Fehlerkorrekturen,~weitere~Lösungen~sind~
```

```

2615 herzlich-willkommen---egal-wie---per-Pull-Request-oder-per-E-Mail-an-
2616 \bMetaEmailLink.
2617 }

```

\bMetaHilfMit

```

2618 \def\bMetaQuelltext{
2619   Der~\TeX-Quelltext~dieses~Dokuments~kann~unter~folgender~
2620   URL~aufgerufen~werden:~
2621 }

```

Zusammengesetzte Makros (High level)

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

```

2622 \cs_new:Npn \logo_dann_text:nn #1 #2 {
2623   \begin{center}
2624     \begin{minipage}[c]{5.5cm}
2625       #1
2626     \end{minipage}
2627
2628     \begin{minipage}[c]{10cm}
2629       #2
2630     \end{minipage}
2631   \end{center}
2632 }

```

\bLogoTextProjekt

```

2633 \def\bLogoTextProjekt
2634 {
2635   \logo_dann_text:nn
2636   {
2637     \bGrafikLogo[width=5cm]
2638   }
2639   {
2640     {
2641       \bfseries
2642       \bMetaBschlangaulSammlung
2643     }
2644     \par
2645
2646     \bMetaHermineFriends
2647     \par
2648
2649     \medskip
2650
2651     \begin{spacing}{1}
2652       \footnotesize
2653       \bMetaUeberDasProjekt
2654     \end{spacing}
2655   }
2656 }

```

\bLogoTextCCLizenz

```

2657 \def\bLogoTextCCLizenz
2658 {
2659   \logo_dann_text:nn
2660   {
2661     \centerline{\bGrafikCCLizenz[width=3cm]}
2662   }
2663   {
2664     \begin{spacing}{1}
2665       \scriptsize
2666       \bMetaCCLink

```

```
2667 \end{spacing}  
2668 }  
2669 }  
  
2670 \ExplSyntaxOff  
2671
```

minimierung.sty

```
2672 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2673 \ProvidesPackage{bschlangaul-minimierung}[2021/03/13 Für den
2674 Minimierungsalgorithmus von einem NEA zu einem DEA]

2675 \bLadePakete{typographie}

\let\z=\bZustandsnameTiefgestellt
\let\f=\bFussnote
\let\l=\bLeereZelle
\let\Z=\bZustandsPaar
\let\erklaerung=\bMinimierungErklaerung

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

\end{tabular}

\bFussnoten

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

\bFussnote

2676 \def\bFussnote#1{\$x_{#1}\$}

2677 \def\li@fussnote@text#1#2{
2678 \bFussnote{#1}
2679 \quad
2680 {\footnotesize #2}
2681 }

\bFussnoteEinsText
2682 \def\bFussnoteEinsText{
2683 \li@fussnote@text{1}
2684 {Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.}
2685 }

\bFussnoteZweiText
2686 \def\bFussnoteZweiText{
2687 \li@fussnote@text{2}
2688 {Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.}
2689 }

\bFussnoteDreiText
2690 \def\bFussnoteDreiText{
2691 \li@fussnote@text{3}
```

```

2692 {In weiteren Iterationen markierte Zustände.}
2693 }

\bFussnoteVierText
2694 \def\bFussnoteVierText{
2695   \li@fussnote@text{4}
2696   {...}
2697 }

\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.
 $x_4$    ...

2698 \def\bFussnoten{
2699   \bigskip
2700
2701   \noindent
2702   \bFussnoteEinsText
2703
2704   \noindent
2705   \bFussnoteZweiText
2706
2707   \noindent
2708   \bFussnoteDreiText
2709
2710   \noindent
2711   \bFussnoteVierText
2712 }

\bLeereZelle \bLeereZelle:  $\emptyset$ 
Makro-Faulenzer: \let\l=\liLeereZelle
2713 \def\bLeereZelle{\$\emptyset\$}

\bZustandsPaarVariablenName
2714 \def\bZustandsPaarVariablenName{z}

\bZustandsPaar
2715 \def\bZustandsPaar#1#2{
2716   $(
2717     \bZustandsPaarVariablenName_#1,
2718     \bZustandsPaarVariablenName_#2
2719   )$
2720 }

liUebergangsTabelle
2721 \renewcommand{\arraystretch}{1.4}
2722 \NewDocumentEnvironment{ liUebergangsTabelle } { m m } {
2723   \bPseudoUeberschrift{Übergangstabelle}
2724   \begin{center}
2725     \begin{tabular}{r|l|l}
2726       \textbf{Zustandspaar} & \textbf{#1} & \textbf{#2} \\ \hline
2727     \end{tabular}
2728   \end{center}
2729 }
2730 }

bUeberschriftDreiecksTabelle \bUeberschriftDreiecksTabelle:

Minimierungstabelle (Table filling)
2731 \ExplSyntaxOn

```



```

2732 \def\bUeberschriftDreiecksTabelle{
2733   \bPseudoUeberschrift{Minimierungstabelle~(Table~filling)}
2734 }

```

\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. —

```

2735 \def\bMinimierungErklaerung{
2736   %\footcite[Seite-19]{koenig}
2737   \bParagraphMitLinien{
2738     Der~Minimierungs-Algorithmus~(auch~Table-Filling-Algorithmus~genannt)~
2739     trägt~in~seinem~Verlauf~eine~Markierung~in~alle~
2740     diejenigen~Zellen~der~Tabelle~ein,~die~zueinander~nicht~äquivalente~
2741     Zustände~bezeichnen.~Die~Markierung~„ $x_{\sb{n}}$ “~in~einer~Tabellenzelle~( $i$ ,~
2742      $j$ )~bedeutet~dabei,~dass~das~Zustandspaar~( $i$ ,~ $j$ )~in~der~ $k$ -ten~
2743     Iteration~des~Algorithmus~markiert~wurde~und~die~Zustände~ $i$ ~und~ $j$ ~
2744     somit~zueinander~( $k-1$ )~äquivalent,~aber~nicht~ $k$ -äquivalent~und~
2745     somit~insbesondere~nicht~äquivalent~sind.~Bleibt~eine~Zelle~bis~zum~Ende~
2746     unmarkiert,~sind~die~entsprechenden~Zustände~zueinander~äquivalent.
2747   }
2748 }
2749 \ExplSyntaxOff

```

2750

normalformen.sty

```
2751 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2752 \ProvidesPackage{bschlangaul-normalformen}[2020/12/10]
2753 \Hilfsmakros zum Setzen von Normalformen, Funktionalen Abhängigkeiten,
2754 \AttributHülle]
```

Mathe für textit tex etc, typographie für geschweifte Klammer

```
2755 \bLadePakete{mathe,typographie}
2756 \directlua{
2757   helfer = require('bschlangaul-helfer')
2758   normalformen = require('bschlangaul-normalformen')
2759 }
```

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
```

```
2760 \def\bTeilen#1{
2761   \directlua{tex.print(normalformen.teilen('#1'))}
2762 }
```

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

```
2763 \def\bAttributHuelleOhneMathe#1{\text{AttrHülle}(#1)}
2764 \def\bAttributHuelle#1{
2765   \ifmmode
2766     \bAttributHuelleOhneMathe{#1}
2767   \else
2768     $ \bAttributHuelleOhneMathe{#1} $
2769   \fi
2770 }
```

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

```
2771 \def\bAttributMenge#1{\{ \textit{#1} \}}
```

liAHuelle

```
2772 \NewDocumentEnvironment{ liAHuelle } { +b } {
2773   \begingroup
2774   \footnotesize
2775   \begin{multline*}
2776     #1
2777   \end{multline*}
2778   \endgroup
2779 } { }
```

\bLinksReduktion Nur innerhalb von liAHuelle zu verwenden bzw. multline

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

```
2780 \def\bLinksReduktion#1#2#3{
2781   \shoveleft{
2782     \bAttributHuelleOhneMathe{FA,
2783     \bAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
2784   } \}
```

```

2785 \shoveright{
2786 \bAttributMenge{#3}
2787 } \
2788 }

```

```

\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( $F, \{A, E \setminus E\} = \{A, E, F, B, D\}$ )
2789 \def\bLinksReduktionInline#1#2#3{%
2790 {%
2791 \footnotesize%
2792 $\bAttributHuelleOhneMathe{F,
2793 \bAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
2794 \bAttributMenge{#3}$
2795 }
2796 }

```

```

\bLinksReduktionInline Makro-Faulenzer: \let\ahr=\liLinksReduktionInline
\ahr{gelöschte FA}{neue FA ohne rechts Attribut}{gegebene Attribute}{Ergebnis}
2797 \def\bRechtsReduktionInline#1#2#3#4{%
2798 {%
2799 \footnotesize%
2800 $\bAttributHuelleOhneMathe{
2801 F \setminus
2802 \bFunktionaleAbhaengigkeit{#1}
2803 \def\tmp{#2}\ifx\tmp\empty
2804 \else
2805 \cup \bFunktionaleAbhaengigkeit{#2}
2806 \fi
2807 ,
2808 \bAttributMenge{#3}
2809 } =
2810 \bAttributMenge{#4}$
2811 }
2812 }

```

```

\bFunktionaleAbhaengigkeit Makro-Faulenzer: \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
\fa{A, B -> C, D}:  $\{A, B\} \rightarrow \{C, D\}$  Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:  $\$(.*) \rightarrow$ 
\\fa{$1 -> $2}
2813 \def\bFunktionaleAbhaengigkeit#1{%
2814 \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeit('#1', false)}%
2815 }

```

```

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

```

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

```

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

```

```

2816 \NewDocumentCommand {\bFunktionaleAbhaengigkeiten} { O{FA} m } {
2817   \bGeschweifteKlammern
2818   {#1}
2819   {
2820     \begin{align*}
2821       \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeiten('#2')}
2822     \end{align*}
2823   }
2824   {-0.5cm}
2825   {-1.7cm}
2826 }

\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}

2827 \NewDocumentCommand {\bRelation} { O{R} m } {
2828   $\directlua{
2829     local name = helper.konvertiere_tiefgestellt('#1')
2830     tex.print(name)
2831   }$(\textit{\,,#2\,,})
2832 }

2833

```

o-notation.sty

2834 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2835 \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}
```

2836 \ExplSyntaxOn

2837 \RequirePackage{amssymb}

2838 \RequirePackage{pgfplots}

Für echte Teilmenge \subsetneq: \subsetneq

2839 \RequirePackage{amssymb}

\bRundeKlammer

```
2840 \def\bRundeKlammer#1{
2841   \negthinspace \left( #1 \right)
2842 }
```

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

```
2843 \cs_new:Npn \o_notation_O:n #1 {
2844   \mathcal{O} \bRundeKlammer{#1}
2845 }
2846 \def\bONotationO#1{
2847   \ifmmode
2848     \o_notation_O:n { #1 }
2849   \else
2850     $ \o_notation_O:n { #1 } $
2851   \fi
2852 }
```

2853

petri.sty

```
2854 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2855 \ProvidesPackage{bschlangaul-petri}[2020/12/03]
```

Faulenzer

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

```
2856 \RequirePackage{tikz}
2857 \usetikzlibrary{petri,arrows.meta}
```

Für die Darstellungsmatrix

```
2858 \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

```
2859 \def\bPetriSetzeSchluessel{%
2860   \def\TmpTransitionOne{}%
2861   \def\TmpTransitionTwo{}%
2862   \def\TmpTransitionThree{}%
2863   \def\TmpTransitionFour{}%
2864   \def\TmpTransitionFive{}%
2865   \def\TmpTransitionSix{}%
2866   \def\TmpTransitionSeven{}%
2867   \def\TmpTransitionEight{}%
2868   \def\TmpTransitionNine{}%
2869   \def\TmpTransitionTen{}%
2870   \pgfkeys{/petri/.cd,
2871     p1/.store in=\TmpPlaceOne,p1/.default=0,p1,
2872     p2/.store in=\TmpPlaceTwo,p2/.default=0,p2,
2873     p3/.store in=\TmpPlaceThree,p3/.default=0,p3,
2874     p4/.store in=\TmpPlaceFour,p4/.default=0,p4,
```

```

2875 p5/.store in=\TmpPlaceFive,p5/.default=0,p5,
2876 p6/.store in=\TmpPlaceSix,p6/.default=0,p6,
2877 p7/.store in=\TmpPlaceSeven,p7/.default=0,p7,
2878 p8/.store in=\TmpPlaceEight,p8/.default=0,p8,
2879 p9/.store in=\TmpPlaceNine,p9/.default=0,p9,
2880 p10/.store in=\TmpPlaceTen,p10/.default=0,p10,
2881 t1/.store in=\TmpTransitionOne,t1/.default=activated,
2882 t2/.store in=\TmpTransitionTwo,t2/.default=activated,
2883 t3/.store in=\TmpTransitionThree,t3/.default=activated,
2884 t4/.store in=\TmpTransitionFour,t4/.default=activated,
2885 t5/.store in=\TmpTransitionFive,t5/.default=activated,
2886 t6/.store in=\TmpTransitionSix,t6/.default=activated,
2887 t7/.store in=\TmpTransitionSeven,t7/.default=activated,
2888 t8/.store in=\TmpTransitionEight,t8/.default=activated,
2889 t9/.store in=\TmpTransitionNine,t9/.default=activated,
2890 t10/.store in=\TmpTransitionTen,t10/.default=activated,
2891 scale/.store in=\TmpScale,scale/.default=0.5,
2892 x/.store in=\TmpX,x/.default=5,
2893 y/.store in=\TmpY,y/.default=5,
2894 }%
2895 }

```

```

2896 \tikzset{
2897   li petri/.style={
2898     activated/.style={
2899       very thick
2900     },
2901     inhibitor/.style={
2902       {Circle[open,length=2mm,fill=white]}-
2903     }
2904   }
2905 }

```

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

```

2906 \def\bPetriTransitionsNameOhneMathe#1{t\sb{#1}}
2907 \def\bPetriTransitionsName#1{
2908   \ifmmode
2909     \bPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}
2910   \else
2911     $\bPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}$
2912   \fi
2913 }

```

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

```

2914 \NewDocumentCommand{ \bPetriErreichTransition } { m m m O{} O{} } {
2915   \draw[->] (#1) edge[#4] node[pos=0.5,auto,sloped,#5]{$t\sb{#3}$} (#2);
2916 }

```

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

```

2917 \def\bPetriErreichKnotenDrei#1#2#3{(#1,#2,#3)}

```

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

```

2918 \def\bPetriTransPfeile#1{$\rightarrow \hspace{0.4cm} \bPetriTransitionsName{#1} \hspace{0.35cm}
2919

```

potenzmengen-konstruktion.sty

```
2920 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2921 \ProvidesPackage{bschlangaul-potenzmengen-konstruktion}[2021/02/21 Hilfsmakros
2922 einzusetzen bei der Potenzmengen-Konstruktion (Potenzmengen-Algorithmus)]
```

```
2923 \bLadePakete{formale-sprachen}
```

```
2924 \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}
    }
  }
}
```

```
2925 \def\bZustandsMengenSammlung#1#2{
2926   \bZustandsnameGross{#1}
2927   {
2928     \footnotesize
2929     \bPotenzmenge{
2930       \str_case:nn {#1} {#2
2931       }
2932     }
2933 }
```

```
\bZustandsMengenSammlungNr
```

```
2934 \def\bZustandsMengenSammlungNr#1#2{
2935   \bZustandsnameGross{#1}
2936   {
```



```
2937     \footnotesize
2938     \bZustandsmengeNr{
2939         \str_case:nn {#1} #2
2940     }
2941 }
2942 }

2943 \ExplSyntaxOff
2944
```

pseudo.sty

```

2945 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2946 \ProvidesPackage{bschlangaul-pseudo}[2020/12/30 Paket zum Setzen
2947 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 .

```

2948 \RequirePackage[german,boxruled]{algorithm2e}

```

```

2949

```

pumping-lemma.sty

2950 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2951 \ProvidesPackage{bschlangaul-pumping-lemma}[2021/08/11 Enthält die
2952 Definitionen für das Pumping-Lemma in der Regulären Sprache und
2953 in der Kontextfreien Sprache]

\bPumpingRegulaer

```
2954 \def\bPumpingRegulaer{%
2955   Es sei  $L$  eine reguläre Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass für
2956   alle Wörter  $\omega$  in  $L$  mit  $|\omega| \geq j$  (jedes Wort  $\omega$  in
2957    $L$  mit Mindestlänge  $j$ ) jeweils eine Zerlegung  $\omega = uvw$ 
2958   existiert, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
2959
2960   \begin{enumerate}
2961     \item  $|v| \geq 1$ 
2962     (Das Wort  $v$  ist nicht leer.)
2963
2964     \item  $|uv| \leq j$ 
2965     (Die beiden Wörter  $u$  und  $v$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
2966
2967     \item Für alle  $i = 0, 1, 2, \dots$  gilt  $uv^i w$  in  $L$ 
2968     (Für jede natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^i w$  in der
2969     Sprache  $L$ )
2970   \end{enumerate}
2971
2972   Die kleinste Zahl  $j$ , die diese Eigenschaften erfüllt, wird
2973   Pumping-Zahl der Sprache  $L$  genannt.\footcite{wiki:pumping-lemma}
2974 }
```

\bPumpingKontextfrei

```
2975 \def\bPumpingKontextfrei{%
2976   Es sei  $L$  eine kontextfreie Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass
2977   sich alle Wörter  $\omega$  in  $L$  mit  $|\omega| \geq j$  zerlegen lassen in
2978    $\omega = uvwxy$ , sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
2979
2980   \begin{enumerate}
2981     \item  $|vx| \geq 1$ 
2982     (Die Wörter  $v$  und  $x$  sind nicht leer.)
2983
2984     \item  $|vwx| \leq j$ 
2985     (Die Wörter  $v$ ,  $w$  und  $x$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
2986
2987     \item Für alle  $i$  in  $\mathbb{N}_0$  gilt  $uv^iwx^iy$  in  $L$  (Für jede
2988     natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^iwx^iy$  in der
2989     Sprache  $L$ )
2990   \end{enumerate}
2991 }
2992
```

quicksort.sty

```
2993% https://tex.stackexchange.com/a/142634
2994\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2995\ProvidesPackage{bschlangaul-quicksort}[2020/06/12]
2996
2997%-----
2998% USAGE:
2999% \Qsinitialize{comma, separated, numerical, values}
3000% \loop
3001% \QSpivotStep
3002% \ifnum\value{pivotcount}>0
3003%   \QSSortStep
3004% \repeat
3005%-----
3006
3007% xintfrac does not load xinttools, this must be done explicitly if needed as here.
3008\RequirePackage{xintfrac, xinttools}
3009
3010\RequirePackage{tikz}
3011
3012%-----
3013% FIRST PART: TikZ styles and macros for the actual drawing
3014\newcounter{cellcount}% used for coordinates of the node
3015\newcounter{pivotcount}% when it will remain at zero, will signal the sort is finished.
3016
3017% Styles defined by Tom Bombaldi. (modified: all share the same size)
3018% (re-modified \bf -> \bfseries due to extremely annoying warnings from
3019% KOMA-script which are truly a pain and do not make any sense regarding \bf:
3020% if I want to use \bf, and know what I am doing, why should I get HARASSED
3021% by police of LaTeX good conduct ? )
3022\tikzset{l/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=lime!70!gray},
3023         o/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=olive!50},
3024         r/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black, t
3025% this is the "b" style as used in the image below
3026%         b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black,
3027% nicer:
3028%         b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=white, text=magenta
3029%         g/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=gray, text=white, f
3030
3031% NOTE the b style was originally the same as the r(aised) style apart from
3032% not being raised, but I find it nicer with a somewhat different
3033% specification. I have not updated the images though.
3034
3035% How the nodes are drawn depending on whether on the left of the pivot value
3036% or on the right, or is a pivot value, or a raised pivot during selection phase.
3037
3038\def\DecoLEFT #1{%
3039    \xintFor* ##1 in {#1} \do
3040    {\stepcounter{cellcount}\node[o] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
3041}
3042
3043\def\DecoINERT #1{%
3044    \xintFor* ##1 in {#1} \do
3045    {\stepcounter{cellcount}\node[g] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
3046}
3047
3048\def\DecoRIGHT #1{%
3049    \xintFor* ##1 in {#1} \do
3050    {\stepcounter{cellcount}\node[l] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
3051}
3052
3053\def\DecoLEFTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
3054    \xintFor* ##1 in {#1} \do
```

```

3055     {\stepcounter{cellcount}%
3056     \xintifForLast {\node[r]}\{node[o]} at (\arabic{cellcount},0) {\##1};}%
3057 }
3058
3059 \def\DecoINERTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
3060     \xintFor* ##1 in {#1} \do
3061     {\stepcounter{cellcount}%
3062     \xintifForLast {\node[b]}\{node[g]} at (\arabic{cellcount},0) {\##1};}%
3063 }
3064
3065 \def\DecoRIGHTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
3066     \xintFor* ##1 in {#1} \do
3067     {\stepcounter{cellcount}%
3068     \xintifForLast {\node[r]}\{node[l]} at (\arabic{cellcount},0) {\##1};}%
3069 }
3070
3071 %-----
3072 % SECOND PART: the actual sorting routines.
3073
3074 \def\QS@sort@a #1{\expandafter \QS@sort@b \expandafter {\xintLength {#1}}{#1}}
3075 \def\QS@sort@b #1{\ifcase #1
3076     \expandafter\QS@sort@empty
3077     \or\expandafter\QS@sort@single
3078     \else\expandafter\QS@sort@c
3079     \fi
3080 }%
3081 \def\QS@sort@empty #1{}
3082 \def\QS@sort@single #1{\QSIr {#1}}
3083
3084 % This step is to pick the last as pivot.
3085 \def\QS@sort@c #1%
3086     {\expandafter\QS@sort@d\expandafter {\romannumeral0\xintntthelt {-1}{#1}}{#1}}%
3087
3088 % Here \QSLr, \QSIr, \QSR have been let to \relax.
3089 % The trick with \xintApplyUnbraced is that for example when selecting
3090 % the elements smaller than pivot, if we had been using \xintApply we
3091 % would have had at the minimum an empty brace pair. Thus we use the
3092 % "unbraced" variant, but then the \QS@select@smaller has added in
3093 % anticipation a level of braces.
3094 \def\QS@sort@d #1#2{%
3095     \QSLr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@smaller {#1}}{#2}}%
3096     \QSIr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@equal {#1}}{#2}}%
3097     \QSRr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@greater {#1}}{#2}}%
3098 }%
3099 \def\QS@select@smaller #1#2{\xintifLt {#2}{#1}}{#2}}{ }% space will stop a f-
    expansion
3100 \def\QS@select@equal #1#2{\xintifEq {#2}{#1}}{#2}}{ }% space will stop a f-
    expansion
3101 \def\QS@select@greater #1#2{\xintifGt {#2}{#1}}{#2}}{ }% space will stop a f-
    expansion
3102
3103 %
3104 % NOTE 1: thus, each comparison with the pivot is done three (!) times.
3105 %
3106 % NOTE 2: we may well end up with \QSLr {<empty>} situations. THis is handled
3107 % silently by the \xintFor loops, and also when \QSLr becomes \QS@sort@a, the
3108 % latter must handle correctly an empty argument.
3109
3110 %-----
3111 % THIRD PART: the main macros \QSpivotStep, \QSsortStep and \QSinitialize.
3112
3113 % This draws all with suitable highlighting for the newly chosen pivots
3114 % (which will be shown raised)

```

```

3115 \def\QSpivotStep {\let\QSLr\DecoLEFTwithPivot
3116             \let\QSIr\DecoINERT
3117             \let\QSIrr\DecoINERT
3118             \let\QSRr\DecoRIGHTwithPivot
3119 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}%
3120             \setcounter{cellcount}{0}\setcounter{pivotcount}{0}%
3121             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
3122 }
3123
3124 % This sorts and then draws, showing where the pivot chosen in the previous
3125 % step go. Next time they will have become "inert". If pivotcount is still at
3126 % zero on exit from \QSpivotStep, then this is the signal to stop before
3127 % executing \QSSortStep.
3128 \def\QSSortStep {\def\QSLr {\noexpand\QS@sort@a}%
3129             \def\QSRr {\noexpand\QS@sort@a}%
3130             \def\QSIr {\noexpand\QSIrr}%
3131             \let\QSIrr\relax
3132             \edef\QS@list{\QS@list}%
3133             \let\QSLr\relax
3134             \let\QSRr\relax
3135             \let\QSIr\relax
3136             \edef\QS@list{\QS@list}%
3137             \let\QSLr\DecoLEFT
3138             \let\QSIr\DecoINERTwithPivot
3139             \let\QSIrr\DecoINERT
3140             \let\QSRr\DecoRIGHT
3141 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}%
3142             \setcounter{cellcount}{0}%
3143             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
3144 }
3145
3146 \def\QSinitialize #1{%
3147     % first, we convert the comma separated values into a list of braced items
3148     % we use an \edef, and anyhow many \edef's will be used later
3149     \edef\QS@list {\noexpand\QSRr {\xintCSVtoList {#1}}}%
3150     \let\QSRr\DecoRIGHT
3151     % The \QSRr marker mutated to draw the last element as
3152     % pivot and the earlier ones with the suitable style.
3153     %
3154     % The list of marked braced items \QS@list is used both for drawing
3155     % (as here) and for doing the exchange of elements during sort.
3156     \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}\setcounter{cellcount}{0}%
3157             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
3158 }
3159

```

relationale-algebra.sty

```

3160 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3161 \ProvidesPackage{bschlangaul-relationale-algebra}[2020/12/11]
3162 \RequirePackage{amsmath}
3163 \RequirePackage{amssymb}

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

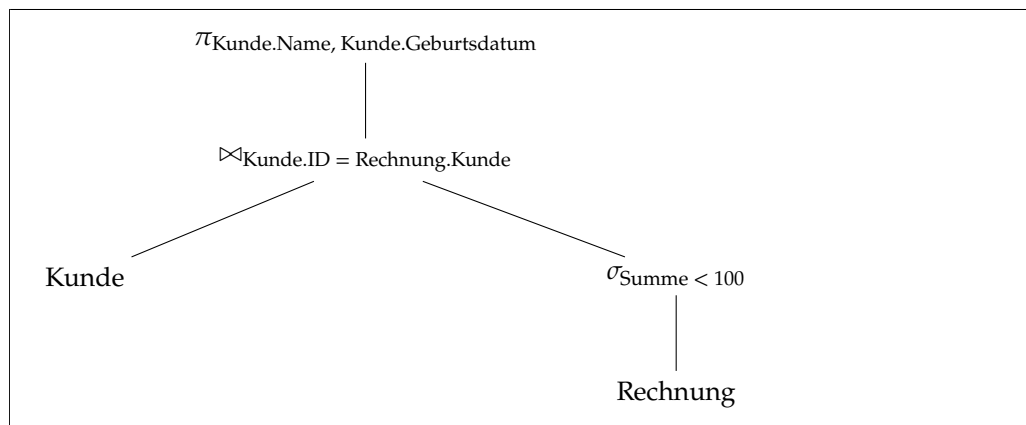
  \node[below=of pi]
    (theta join) {\bowtie_{\text{Kunde.ID = Rechnung.Kunde}}};
    edge (pi);

  \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}

```



```

3164 \RequirePackage{tikz}
3165 \usetikzlibrary{positioning}

    Privates Makros, das zwei Querstriche erzeugt.
3166 \def\o@join{\setbox0=\hbox{\bowtie}}%
3167   \rule[-.02ex]{.25em}{.4pt}\llap{\rule[\ht0]{.25em}{.4pt}}%
3168 }

```

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

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

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

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

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

```
3171 \def\fullouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}
```

```
3172
```

rmodell.sty

```
3173 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3174 \ProvidesPackage{bschlangaul-rmodell}[2020/09/01
3175 Makros und Umgebungen zum Setzen des Relationenmodells beim Thema
3176 Datenbanken.]
3177 \RequirePackage{soul}
```

Faulenzer

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

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

```
3178 \def\bPrimaer#1{\ul{#1}}
```

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

```
3179 \def\bFremd#1{{\setul{-0.9em}{}}\ul{#1}}
```

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

```
3180 \def\li@Rmodell@Schrift{\footnotesize\ttfamily}
3181 \ExplSyntaxOn
3182 \NewDocumentEnvironment { liRmodell }
3183 { +b }
3184 {
3185   \medskip
3186   {
3187     \linespread{2}
3188     \setlength{\parindent}{0pt}
3189     \li@Rmodell@Schrift#1
3190   }
3191   \medskip
3192 } {}
3193 \ExplSyntaxOff
```

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

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

```
3194 \def\bRelationMenge#1#2{
3195 \noindent
3196 #1 : \[ #2 ]\}
3197 \par
3198 }
```

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

\bAttribut{text}: Gleiche Schrift wie Umgebung liRmodell

```
3199 \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}
```

```
3200 \NewDocumentEnvironment { liRelationenSchemaFormat }{ +b } {} {}
```

```
3201
```


sortieren.sty

```
3202 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3203 \ProvidesPackage{bschlangaul-sortieren}[2020/06/10 Schaubilder
3204 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}
}
```



```
3205 \RequirePackage{tikz}
3206 \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.

```
3207 \def\bVertauschen#1{
3208   \directlua{
3209     local sortieren = require('bschlangaul-sortieren')
3210     sortieren('#1')
3211   }
3212 }
```

`\bSortierPfeil`

```
3213 \def\bSortierPfeil#1#2{
3214   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 north) -- ++(0,0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 north);
3215 }
```

`\bSortierPfeilUnten`

```
3216 \def\bSortierPfeilUnten#1#2{
3217   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 south) -- ++(0,-0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 south);
3218 }
```

`\bSortierMarkierung`

```
3219 \def\bSortierMarkierung#1#2{\node[
3220   draw,
3221   very thick,
3222   fit=(reihe.#1) (reihe.#2),
3223   inner sep=0pt
3224 ] {}
3225 }

3226 \tikzset{
3227   li sortierung zahlenreihe/.style={
3228     draw,
3229     thin,
3230     font=\large,
3231     rectangle split horizontal,
3232     rectangle split,
3233   }
3234 }
```

```

3235% https://tex.stackexchange.com/a/140895
3236\RequirePackage{forest,xstring}
3237\usetikzlibrary{calc}
3238
3239\makeatletter
3240\pgfmathdeclarefunction{strrepeat}{2}{%
3241  \begingroup\pgfmathint{#2}\pgfmathcount\pgfmathresult
3242  \let\pgfmathresult\pgfutil@empty
3243  \pgfutil@loop\ifnum\pgfmathcount>0\relax
3244    \expandafter\def\expandafter\pgfmathresult\expandafter{\pgfmathresult#1}%
3245    \advance\pgfmathcount-1\relax
3246    \pgfutil@repeat\pgfmath@smuggleone\pgfmathresult\endgroup}
3247\makeatother
3248
3249\def\myNodes{}
3250
3251\ExplSyntaxOn
3252\newcommand*\sortList[1]{%
3253  \clist_sort:Nn#1{\int_compare:nNnTF{##1}>{##2}\sort_return_swapped:\sort_return_same:}}
3254\ExplSyntaxOff
3255
3256\forestset{
3257  sort/.code={%
3258    \pgfmathparse{level()>\forestSortLevel}%
3259    \ifnum\pgfmathresult=0
3260      \StrSubstitute{\forestov{content}}{ }{ },{ }\myList%
3261      \sortList\myList
3262      \StrSubstitute{\myList}{ },{ }{ }\myList%
3263      \pgfmathparse{strrepeat("1",level())}%
3264      \xappto\myNodes{\noexpand\node at ($(\forestov{name})|-m)!-1!(\forestov{name}))$}
3265      (m\forestov{name}) { \myList }%
3266      \pgfmathparse{level() == \forestSortLevel}%
3267      \ifnum\pgfmathresult=1
3268        \forestOget{\forestov{@first}}{name}\forestFirst
3269        \forestOget{\forestov{@last}}{name}\forestLast
3270        \xappto\myNodes{[<-]edge (\forestOv{\forestov{@first}}{name})
3271          \ifx\forestFirst\forestLast\else edge (\forestOv{\forestov{@last}}{name})\fi}%
3272      \fi
3273      \ifnum\forestov{@parent}=0\else
3274        \xappto\myNodes{edge (m\forestOv{\forestov{@parent}}{name})}%
3275      \fi
3276      \gappto\myNodes{;}%
3277    \fi}}
3278
3279\forestset{sort level/.code=%
3280  \pgfmathparse{#1}\let\forestSortLevel\pgfmathresult
3281  \pgfmathparse{strrepeat("1",\forestSortLevel+1)}\let\forestOnes\pgfmathresult}
3282

```

spalten.sty

3283 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

3284 \ProvidesPackage{bschlangaul-spalten}[2020/12/07 Lädt das Paket

3285 „multicol“, damit mehrspaltiger Satz mit Hilfe der Umgebung „multicols“
3286 realisiert werden kann.]

3287 \RequirePackage{multicol}

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

3288 \def\bSpaltenUmbruch{\vfill\strut\columnbreak}

3289

sql.sty

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

3291 \ProvidesPackage{bschlangaul-tabelle}[2021/09/02 Zu Setzen von SQL]

Latex-Markup-Beispiel

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

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

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

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

3292 \bLadePakete{syntax}

3293 \RequirePackage{fancyvrb}

3294 \DefineVerbatimEnvironment{liSqlErgebnis}{Verbatim}

3295 {fontsize=\footnotesize}

3296

struktogramm.sty

3297 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

3298 \ProvidesPackage{bschlangaul-struktogramm}[2021/01/31 Lädt das
3299 Paket struktex zum Setzen von Struktogrammen]

3300 \RequirePackage{struktex}

3301

syntax.sty

```
3302 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3303 \ProvidesPackage{bschlangaul-syntax}[2020/06/10 Ein Hüll-Paket um
3304 `minted`, das sich um die Syntax-Hervorhebung des Java-Codes kümmert.]
3305 \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
```

```
3306 \ExplSyntaxOn
3307 \directlua{
3308   syntax = require('bschlangaul-syntax')
3309   syntax.importiere_konfiguration('tex_repo_lokaler_pfad', '\LehramtInformatikRepository')
3310   syntax.importiere_konfiguration('github_domain', '\LehramtInformatikGithubDomain')
3311   syntax.importiere_konfiguration('github_raw_domain', '\LehramtInformatikGithubRawDomain')
3312   syntax.importiere_konfiguration('github_tex_repo', '\LehramtInformatikGithubTexRepo')
3313   syntax.importiere_konfiguration('github_code_repo', '\LehramtInformatikGithubCodeRepo')
3314   syntax.importiere_konfiguration('git_branch', '\LehramtInformatikGitBranch')
3315 }
3316 \RequirePackage{hyperref}
3317 \RequirePackage{minted}
3318 % pygmentize -L styles
3319 \usemintedstyle{colorful}
3320 %\BeforeBeginEnvironment{minted}{\begin{mdframed}}
3321 %\AfterEndEnvironment{minted}{\end{mdframed}}
3322 %\setminted{breaklines=true,linenos}
3323 \setminted{
3324   breaklines=true,
3325   linenos=false,
3326   fontsize=\footnotesize,
3327 }
```

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

```
3328 \newminted[liJavaAngabe]{java}{
3329   xleftmargin=1cm
3330 }
```

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

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

```
3331 \def\bJavaCode#1{
3332   \,
3333   \textcolor{blue}{
3334     \mintinline[
3335       fontsize=\normalsize,
3336       breakanywhere % https://github.com/gpoore/minted/issues/31#issuecomment-
3337         458640242
3337     ]{java}|#1|
3338   }
3339   \,
3340 }
```

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

```
3341 \def\bLatexCode#1{\mintinline{latex}|#1|}
```

```

3342 \def\li@GithubLink#1#2{
3343   \begin{flushright}
3344     \tiny
3345     Code-Beispiel~auf~Github~ansehen:~
3346     \href{#1}{\nolinkurl{#2}}
3347   \end{flushright}
3348 }

```

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

```

3349 \NewDocumentCommand{\bJavaDatei}{ 0{firstline=3} m }{
3350   \inputminted[#1]{java}{
3351     \directlua{
3352       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', false)
3353     }
3354   }
3355   \li@GithubLink
3356   {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', false)}}
3357   {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', false)}}
3358 }

```

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

```

3359 \NewDocumentCommand{\bJavaTestDatei}{ 0{firstline=3} m }{
3360   \inputminted[#1]{java}{
3361     \directlua{
3362       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', true)
3363     }
3364   }
3365   \li@GithubLink
3366   {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', true)}}
3367   {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', true)}}
3368 }

```

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

```

3369 \NewDocumentCommand{\bJavaExamen}{ 0{firstline=3} m m m m }{
3370   \inputminted[#1]{java}{
3371     \directlua{
3372       syntax.drucke_absoluten_examens_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')
3373     }
3374   }
3375   \li@GithubLink
3376   {\directlua{syntax.drucke_github_examens_url('#2', '#3', '#4', '#5')}}
3377   {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
3378 }
3379 }

```

\bAssemblerCode

```

3380 \def\bAssemblerCode#1{\mintinline{asm}|#1|}

```

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

```

3381 \NewDocumentCommand{\bAssemblerDatei}{ m }{
3382   \inputminted{asm}{#1}
3383 }

```

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

```

3384 \NewDocumentCommand{\bMinispracheDatei}{ m }{
3385   \inputminted{componentpascal}{#1}
3386 }

```

```

\bHaskellCode \bHaskellCode{haskell}: Zum Setzen von Haskell-Code.
3387 \def\bHaskellCode#1{\mintinline{haskell}|#1|}

\bHaskellDatei \bHaskellDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Haskell-Datei.
3388 \NewDocumentCommand{\bHaskellDatei}{ m }{
3389   \inputminted{haskell}{#1}
3390 }

3391 \ExplSyntaxOff

\bSqlCode \bHaskellCode{sql}: Zum Setzen von SQL-Code.
Makro-Faulenzer: \let\s=\liSqlCode
3392 \def\bSqlCode#1{\mintinline{sql}|#1|}

3393

```


syntaxbaum.sty

```
3394 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3395 \ProvidesPackage{bschlangaul-syntaxbaum}[2021/02/14 Zum Setzen von
3396 Syntaxbäumen mit Hilfe des Pakets tikz-qtree]
3397 \RequirePackage{tikz-qtree}
3398
3399 \tikzset{li parsetree/.style={
3400     every internal node/.style={
3401         draw,circle
3402     },
3403     every leaf node/.style={
3404         draw,rectangle
3405     },
3406 }
3407 }
3408
```

synthese-algorithmus.sty

```
3409 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3410 \ProvidesPackage{bschlangaul-synthese-algorithmus}[2021/03/19
3411 Hilfsmakros zum Setzen des Synthese-Algorithmus zur Umformung einer
3412 Relation in die 3. Normalform]
3413 \bLadePakete{normalformen,mathe,typographie}
3414 \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}

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

\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

```
3415 \def\bSyntheseUeberschrift#1{
3416   {
3417     \bfseries
3418     \rmfamily
3419     \str_case:nn {#1} {
3420       {1} {Kanonische~Überdeckung}
3421       {1-1} {Linksreduktion}
3422       {1-2} {Rechtsreduktion}
3423       {1-3} {Löschen-leerer-Klauseln}
3424       {1-4} {Vereinigung}
3425       {2} {Relationsschemata-formen}
3426       {3} {Schlüssel-hinzufügen}
3427       {4} {Entfernung-überflüssiger-Teilschemata}
3428     }
3429   }
3430 }
```

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

```

3431 \def\li@synthese@erklaerung@texte#1{
3432   \str_case:nn {#1} {
3433     {1} {
3434       Die-kanonische-Überdeckung---also-die-kleinst-mögliche-noch-
3435       äquivalente-Menge-von-funktionalen-Abhängigkeiten-kann-in-vier-
3436       Schritten-erreicht-werden.
3437     }
3438     {1-1} {
3439       Führe-für-jede-funktionale-Anhängigkeit~
3440        $\alpha \rightarrow \beta$  in  $F$  die-Linksreduktion-durch,~
3441       überprüfe-also-für-alle~
3442        $A \in \alpha$ , ~ob- $A$  überflüssig-ist, ~d.h.~ob~
3443        $\beta \subseteq \text{AttributHuelle}\{F, \alpha \cup A\}$ .
3444     }
3445     {1-2} {
3446       Führe-für-jede-(verbliebene)-funktionale-Abhängigkeit- $\alpha \rightarrow \beta$  die-Rechtsreduktion-durch,~überprüfe-also-für-
3447       alle- $B \in \beta$ , ~ob- $B \in \text{AttributHuelle}\{F, \alpha \cup B\}$ ,~
3448        $\alpha \rightarrow \beta \cup (\alpha \rightarrow B)$ ,~
3449        $\alpha$  gilt.~In-diesem-Fall-ist- $B$  auf-der-rechten-Seite-
3450       überflüssig-und-kann-eliminiert-werden,~dh- $\alpha \rightarrow \beta$  wird-durch- $\alpha \rightarrow B$ 
3451       ersetzt.
3452     }
3453     {1-3} {
3454       Entferne-die-funktionalen-Abhängigkeiten-der-Form- $\alpha \rightarrow \emptyset$ ,~die-im-2.-Schritt-möglicherweise-
3455       entstanden-sind.
3456     }
3457     {1-4} {
3458       Fasse-mittels-der-Vereinigungsregel-funktionale-Abhängigkeiten-
3459       der-Form- $\alpha \rightarrow \beta_{\{1\}}, \dots, \alpha \rightarrow \beta_{\{n\}}$ ,~so-dass- $\alpha \rightarrow \beta_{\{1\}} \cup \dots \cup \beta_{\{n\}}$ 
3460       verbleibt.
3461     }
3462     % Kemper Seite 197
3463     {2} {
3464       Erzeuge-für-jede-funktionale-Abhängigkeit- $\alpha \rightarrow \beta$  ein-Relationenschema- $\mathcal{R} \subseteq \mathcal{F}$ 
3465        $:= \alpha \cup \beta$ .
3466     }
3467     {3} {
3468       Falls-eines-der-in-Schritt-2.-erzeugten-Schemata- $\mathcal{R} \subseteq \mathcal{F}$  einen-Schlüsselkandidaten-von- $\mathcal{R}$  bezüglich- $\mathcal{F}$ 
3469       enthält,~sind-wir-fertig,~sonst-wähle-einen-Schlüsselkandidaten-
3470        $\mathcal{K} \subseteq \mathcal{R}$  aus-und-definiere-folgendes-
3471       zusätzliche-Schema:~ $\mathcal{R} \subseteq \mathcal{K} \cup \mathcal{F}$ 
3472       und- $\mathcal{F} \subseteq \mathcal{K} \cup \mathcal{R}$ 
3473     }
3474     {4} {
3475       Eliminiere-diejenigen-Schemata- $\mathcal{R} \subseteq \mathcal{F}$ ,~die-in-einem-
3476       anderen-Relationenschema- $\mathcal{R}' \subseteq \mathcal{F}$  enthalten-sind,~d.h.~
3477        $\mathcal{R} \subseteq \mathcal{R}'$ .
3478     }
3479   }
3480 }
3481 \def\bSyntheseErklaerung#1{
3482   {
3483     \itshape
3484     \footnotesize
3485     \bParagraphMitLinien{\li@synthese@erklaerung@texte{#1}}
3486   }

```

3493 }

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

3494 \def\bSyntheseUeberErklaerung#1{

3495 \bSyntheseUeberschrift{#1}\par

3496 \bSyntheseErklaerung{#1}

3497 }

3498 \ExplSyntaxOff

3499

tabelle.sty

```
3500 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3501 \ProvidesPackage{bschlangaul-tabelle}[2020/12/05 Lädt das Paket tabluarx]
3502 \RequirePackage{tabularx}
3503
```

tex-dokumentation.sty

```
3504 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3505 \ProvidesPackage{bschlangaul-tex-dokumentation}[2021/09/12 Hilfsmakros
3506 für die DTX-Dokumentation]

3507 \ExplSyntaxOn

3508 \RequirePackage{mdframed}

3509 \newenvironment{liBeispiel}
3510 {
3511   \begin{mdframed}
3512 }
3513 {
3514   \end{mdframed}
3515 }

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

3516 \cs_new:Npn \let_abkuerzung:nn #1 #2
3517 {
3518   \texttt{
3519     {
3520       \textbackslash let
3521       \textbackslash #1
3522       =
3523       \textbackslash #2
3524     }
3525 }
3526 \def\bmakrofaulenzern #1 #2
3527 {
3528   \par
3529   \noindent
3530   \textbf{Makro-Faulenzern:~}
3531   \let_abkuerzung:nn {#1}{#2}
3532   \par
3533 }

3534 \prop_new:N \l_faulenzern_prop

\bfaulenzern

3535 \def\bfaulenzern#1
3536 {
3537   \prop_clear:N \l_faulenzern_prop
3538   \prop_put_from_keyval:Nn \l_faulenzern_prop {#1}
3539   \subsubsection{Faulenzern}
3540   \prop_map_inline:Nn \l_faulenzern_prop
3541   {
3542     \noindent
3543     \let_abkuerzung:nn {##1} {##2}
3544     \par
3545   }
3546   \bigskip
3547 }

3548 \ExplSyntaxOff

3549
```

typographie.sty

```
3550 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3551 \ProvidesPackage{bschlangaul-typographie}[2021/03/20 Typographische Makros,
3552 die das Erscheinungsbild verändern. Die Schriftdefinition sind in
3553 formatierung.sty definiert.]
```

```
3554 \ExplSyntaxOn
```

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

```
3555 \RequirePackage{fontawesome}
```

`\bErledigt` `\bErledigt:` ☑

```
3556 \let\bErledigt=\faCheckSquareO
```

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

```
3557 \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 —

```
3558 \def\bParagraphMitLinien#1{
3559   \noindent
3560   \vrule height 2pt depth -1.6pt width 0.4cm
3561   \enspace
3562   #1
3563   \enspace
3564   \leaders\vrule height 2pt depth -1.6pt \hfill \null
3565   \par
3566   \medskip
3567 }
```

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

<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: space-between;"> <div style="flex: 1;">Variable = {</div> <div style="flex: 2; text-align: center; padding: 20px 0;">Inhalt</div> <div style="flex: 0 0 20px; text-align: right;">}</div> </div>

```
3568 \def\bGeschweifteKlammern#1#2#3#4{
3569   \par
3570   \medskip
3571   \noindent
3572   #1 \, $= \Bigl\{ $
3573   \vspace{#3}
3574   #2
3575   \vspace{#4}
3576   \begin{flushright} $ \Bigr\} $ \end{flushright}
3577   \par
3578 }
```

`\bTypoUeberschrift`

```
3579 \def\bTypoUeberschrift#1{
3580   {
3581     \bfseries\rmfamily
3582     #1
3583   }
3584 }
```


\bTypoUeberGross

```
3585 \def\bTypoUeberGross#1{
3586   {
3587     \huge
3588     \bTypoUeberschrift{#1}
3589   }
3590 }
```

\bTypoUeberGross

```
3591 \def\bTypoUeberGROSS#1{
3592   {
3593     \Huge
3594     \bTypoUeberschrift{#1}
3595   }
3596 }
```

3597 \ExplSyntaxOff

3598

uml.sty

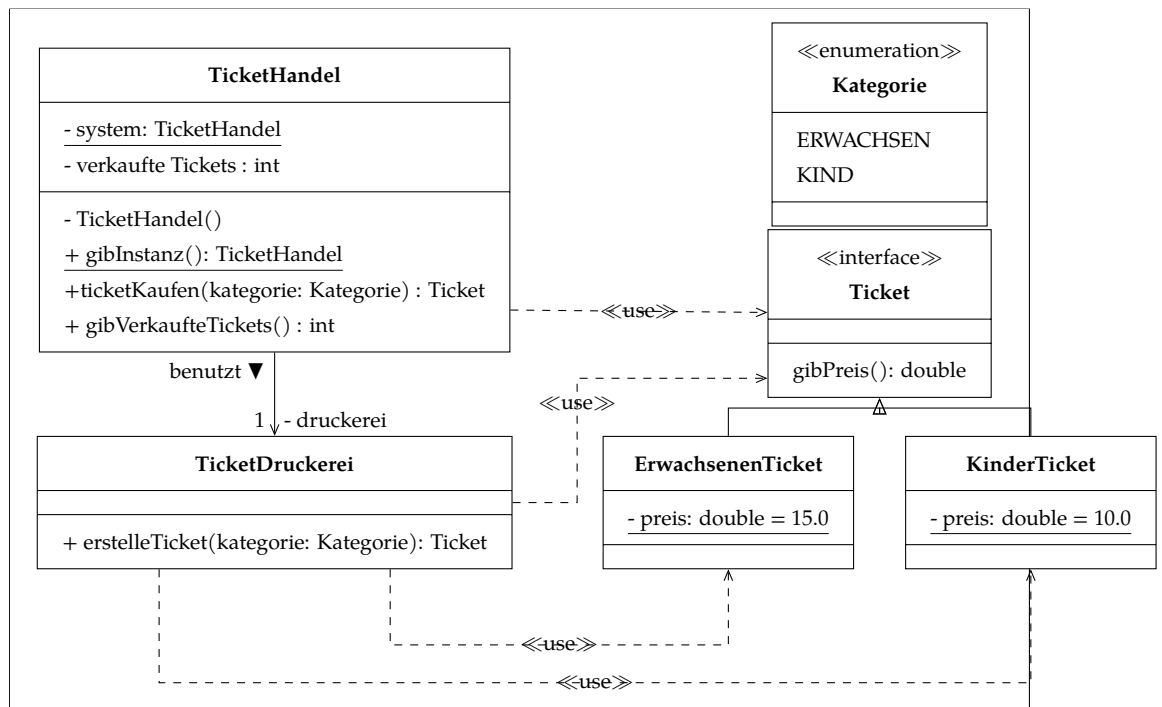
```

3599 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3600 \ProvidesPackage{bschlangaul-uml}[2020/06/13 Ein Hüll-Paket um
3601 `tikz-uml', das einige Design-Einstellungen vornimmt und manche
3602 Erweiterung bereitstellt]

3603 \RequirePackage{tikz-uml}
3604 \RequirePackage{tikz-uml-activity}
3605 % Not compatible with wasysym
3606 \RequirePackage{mathabx}
3607 \RequirePackage{wasysym}
3608 \usetikzlibrary{positioning}

3609 \tikzumlset{
3610   fill class=white!0,
3611   font=\footnotesize,
3612   fill object=white!0,
3613   fill note=white!0,
3614   fill state=white!0,
3615   % Use case
3616   fill usecase=white!0,
3617   fill system=white!0,
3618 }

```



```

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

```

```

3619 \NewDocumentCommand{ \bUmlLeserichtung } { 0{dir=right} m } {
3620   \def\@liDirLeft{}
3621   \def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}
3622   \pgfkeys{/lese/dir/.is choice}
3623   \pgfkeys{/lese/dir/up/.code={\def\@liDirRight{ \UParrow}}}
3624   \pgfkeys{/lese/dir/down/.code={\def\@liDirRight{ \DOWNarrow}}}
3625   \pgfkeys{/lese/dir/left/.code={\def\@liDirRight{}\def\@liDirLeft{\LEFTarrow }}}
3626   \pgfkeys{/lese/dir/right/.code={\def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}}}
3627
3628   \def\@liPos{above}
3629   \pgfkeys{/lese/pos/.code={\def\@liPos{##1}}}
3630
3631   \def\@liDistance{0cm}

```

```

3632 \pgfkeys{/lese/distance/.code={\def\@liDistance{##1}}}
3633
3634 \pgfkeys{/lese/.cd,#1}
3635
3636 \node[\@liPos = \@liDistance of #2-middle] {
3637   \@liDirLeft{\footnotesize#2}\@liDirRight
3638 };
3639 }
3640

```

vollstaendige-induktion.sty

```
3641 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3642 \ProvidesPackage{bschlangaul-vollstaendige-induktion}[2021/07/01
3643 Hilfsmakros zum Setzen der Vollständigen Induktion, vor allem die
3644 Überschriften für die einzelnen Schritte]
```

Faulenzer

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

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

Lade häufig benötigte Pakete

```
3645 \RequirePackage{bschlangaul-typographie}
3646 \RequirePackage{bschlangaul-mathe}
3647 \RequirePackage{bschlangaul-syntax}
3648 \ExplSyntaxOn
```

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

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

```
3649 \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

3650 \def\bInduktionErklaerung#1{\scriptsize\text{#1}}

\bInduktionAnfang

3651 \def\bInduktionAnfang{

3652 \bPseudoUeberschrift{Induktionsanfang}

3653

3654 % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion

3655 \bParagraphMitLinien{

3656 Beweise,~dass~ $A(1)$ ~eine~wahre~Aussage~ist.

3657 }

3658 }

\bInduktionVoraussetzung

3659 \def\bInduktionVoraussetzung{

3660 \bPseudoUeberschrift{Induktionsvoraussetzung}

3661

3662 % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion

3663 \bParagraphMitLinien{

3664 Die~Aussage~ $A(k)$ ~ist~wahr~für~ein~beliebiges~ $k \in \mathbb{N}$.

3665 }

3666 }

\bInduktionSchritt

3667 \def\bInduktionSchritt{

3668 \bPseudoUeberschrift{Induktionsschritt}

3669

3670 % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion

3671 \bParagraphMitLinien{

3672 Beweise,~dass~wenn~ $A(n=k)$ ~wahr~ist,~

3673 auch~ $A(n=k+1)$ ~wahr~sein~muss.

3674 }

3675 }

3676 \ExplSyntaxOff

3677

wasserfall.sty

```
3678 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3679 \ProvidesPackage{bschlangaul-wasserfall}[2020/06/10]
3680 \RequirePackage{tikz}
3681 \tikzset{wasserfall/.style={
3682   >=stealth,
3683   node distance = 2mm and -8mm,
3684   start chain = A going below right,
3685   every node/.style = {
3686     draw,
3687     text width=24mm,
3688     minimum height=12mm,
3689     align=center,
3690     inner sep=1mm,
3691     fill=white,
3692     drop shadow={fill=black},
3693     on chain=A
3694   },
3695 }}
3696 \usetikzlibrary{chains,positioning,shadows}
3697
```

wpkalkuel.sty

```
3698 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3699 \ProvidesPackage{bschlangaul-wpkalkuel}[2020/06/13]
```

Faulenzer

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

```
3700 \RequirePackage{amsmath}
3701 \ExplSyntaxOn
```

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

```
3702 \def\bWpKalkuelOhneMathe#1#2{
3703   \text{\wp}(\texttt{\scriptsize"#1"},\thinspace #2)
3704 }
3705 \def\bWpKalkuel#1#2{
3706   \ifmmode
3707     \bWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}
3708   \else
3709     $\bWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}$
3710   \fi
3711 }
```

\MatheEnv

```
3712 \def\MatheEnv#1{
3713   \medskip
3714
3715   \hspace{1em}#1
3716
3717   \medskip
3718 }
```

\Mathe

```
3719 \def\Mathe#1{
3720   \MatheEnv{${#1}$}
3721 }
```

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

```
3722 \def\bWpEquivalent#1{
3723   \MatheEnv{$\equiv$\hspace{1em}${#1}$}
3724 }
```

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

```
3725 \newlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}
3726 \def\bWpErklaerung#1{
3727   \setlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}{\leftskip}
3728   \setlength{\leftskip}{0.5cm}
3729
3730   \par
3731   \noindent
3732   {
3733     \scriptsize
3734     #1
3735   }
3736   \par
3737
3738   \setlength{\leftskip}{\@Skip@Erklaerung@Reset}
3739 }
```


\bCpmZuOhneMathe	\bEntwurfsEinzelstueck	\bExamensAufgabe	382
. . . . 1114, 1117, 1119	. . . . . 1471	\bExamensAufgabeA . . .	391
\BeforeBeginEnvironment	\bEntwurfsEinzelstueckAkteure	\bExamensAufgabeTA . .	388
. 3320	. . . . . 1460, 1476	\bExamensAufgabeTTA .	385
\begin . 95, 153, 170, 864,	\bEntwurfsEinzelstueckBeschreibung	\begin (environment)	2319
873, 881, 987, 1204,	. . . . . 1445, 1472	\bf	3018, 3019, 3020
1258, 1273, 1308,	\bEntwurfsEinzelstueckCode	\bFalsch	998
1332, 1379, 1411,	. . . . . 1468, 1478	\bFaulenzer	3535
1426, 1451, 1461,	\bEntwurfsEinzelstueckUml	\bFlaci	1804
1481, 1501, 1533,	. . . . . 1450, 1474	\bFremd	3179
1550, 1579, 1604,	\bEntwurfsErbauer	\bfseries . 54, 144, 209,	
1625, 1649, 1664,	\bEntwurfsErbauerAkteure	249, 865, 888, 1007,	
1778, 1863, 1955,	. . . . . 1500, 1530	1848, 1850, 2641,	
1991, 2000, 2007,	\bEntwurfsErbauerUml	3018, 3024, 3026,	
2115, 2213, 2280,	. . . . . 1480, 1529	3028, 3029, 3417, 3581	
2302, 2323, 2354,	\bEntwurfsFabrikmethode	\bFunktionaleAbhaengigkeit	2802, 2805, 2813
2359, 2459, 2463,	. . . . . 1574, 1599	\bFunktionaleAbhaengigkeiten	2816
2482, 2505, 2528,	\bEntwurfsFabrikmethodeAkteure . . . . .	. . . . . 2676, 2678	
2543, 2623, 2624,	. . . . . 1549, 1576	\bFussnote	2678
2628, 2651, 2664,	\bEntwurfsFabrikmethodeUml	\bFussnoteDreiText	2690, 2708
2724, 2725, 2775,	. . . . . 1532, 1575	. . . . . 2682, 2702	
2820, 2960, 2980,	\bEntwurfsKompositum	\bFussnoteLink	2378
3121, 3143, 3157,	\bEntwurfsKompositumAkteure	\bFussnoten	2698
3320, 3343, 3511, 3576	. . . . . 1601	\bFussnoteUrl	1618, 2366
\begingroup 2214, 2773, 3241	\bEntwurfsKompositumUml	\bFussnoteVierText	2694, 2711
\bEmph . . . . .	. . . . . 1578, 1600	\bFussnoteZweiText	2686, 2705
\bEntwurfs	\bEntwurfsModellPraesentation	\bGeschweifteKlammern	1776, 2817, 3568
\bEntwurfsAbstrakteFabrik . . . . .	. . . . . 1620	\bGrafikCCLizenz 1895, 2661	
. 1250	\bEntwurfsModellPraesentationAkteure	\bGrafikLogo 882, 1900, 2637	
\bEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung . . . . .	. . . . . 1622	\bGrafikLogoPfad	1892, 1897, 1902
. 1198, 1251	\bEntwurfsModellPraesentationSteuerung	\bGrammatik	1815
\bEntwurfsAbstrakteFabrikCode . . . . .	. . . . . 1603, 1621	\bgroup	2255, 2299
. 1245, 1255	\bEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml	\bHanoi	1941
\bEntwurfsAbstrakteFabrikUml . . . . .	. . . . . 1644	\bHaskellCode	3387
. 1203, 1253	\bEntwurfsStellvertreter	\bHaskellDatei	3388
\bEntwurfsAdapter . . . . .	. . . . . 1638, 1646	\bHaskell	3572
\bEntwurfsAdapterAkteure	\bEntwurfsStellvertreterCode	\bigr	3576
. 1272, 1304	. . . . . 1624, 1645	\bigskip	76, 90, 93,
\bEntwurfsAdapterCode	\bEntwurfsZustand	295, 298, 830, 1180,	
. 1296, 1305	\bEntwurfsZustandAkteure	1185, 2229, 2699, 3546	
\bEntwurfsAdapterUml . . . . .	. . . . . 1663, 1687	\bInduktionAnfang	3651
. 1257, 1303	\bEntwurfsZustandCode	\bInduktionErklaerung 3650	
\bEntwurfsBeobachter 1373	. . . . . 1681, 1688	\bInduktionMarkierung 3649	
\bEntwurfsBeobachterAkteure	\bEntwurfsZustandUml	\bInduktionSchritt	3667
. 1331, 1375	. . . . . 1648, 1686	\bInduktionVoraussetzung	3659
\bEntwurfsBeobachterCode	\bEpsilon	\bJavaCode	3331
. 1365, 1376	. . . . . 1743	\bJavaDatei	1196, 3349
\bEntwurfsBeobachterUml	\bErAttribute	\bJavaExamen	3369
. 1307, 1374	. . . . . 1701, 1715, 1717	\bJavaTestDatei	3359
\bEntwurfsDekorierer 1405	\bErDatenbankName	\bKellerAutomat	470
\bEntwurfsDekoriererAkteure	\bErEntity 1699, 1703, 1705	\bKellerKante	508
. 1407	\bErledigt	\bKellerUebergang 503, 509	
\bEntwurfsDekoriererCode	\bErMpAttribute	\bKontrollCode	2126
. 1397, 1408	\bErMpEntity	\bKontrollKnotenPfad 2128	
\bEntwurfsDekoriererUml	\bErMpRelationship		
. 1378, 1406	\bErRelationship		
\bEntwurfsEinfacheFabrik . . . . .	. . . . . 1700, 1709, 1711		
. 1441	\beschriftung		
\bEntwurfsEinfacheFabrikAkteure . . . . .	. . . . . 2260, 2264,		
. 1425, 1443	2268, 2272, 2276, 2278		
\bEntwurfsEinfacheFabrikUml	\bEta		
. 1410, 1442	. . . . . 3440,		
	. . . . . 3443, 3447, 3448,		
	. . . . . 3449, 3452, 3462,		
	. . . . . 3463, 3464, 3469, 3470		

<code>\bKontrollTextzeileKnoten</code>	<code>\boxtimes</code>	<code>\bSyntheseErklaerung</code> .
. 2127 , 2132	<code>\bParagraphMitLinien</code> 3431 , 3496
<code>\bKurzeTabellenLinie</code> 1178	. . . . . 1053 , 1138 ,	<code>\bSyntheseUeberErklaerung</code>
<code>\bLadeAllePakete</code>	1156 , 2737 , 3491,	. . . . . 3494
. 212 , 320 , 601	3558 , 3655 , 3663 , 3671	<code>\bSyntheseUeberschrift</code>
<code>\bLadePakete</code> 5 ,	<code>\bPetriErreichKnotenDrei</code> 3415 , 3495
113 , 120 , 132 , 354,	. . . . . 2917	<code>\bT</code> 2431 , 2446 , 2460 , 2524
422 , 425 , 597 , 602 ,	<code>\bPetriErreichTransition</code>	<code>\bTeilen</code> 2760
1004 , 1065 , 1734,	. . . . . 2914	<code>\bTheta</code> 2401 ,
1986 , 2574 , 2675 ,	<code>\bPetriSetzeSchluessel</code>	2452 , 2484 , 2490 , 2495
2755 , 2923 , 3292 , 3413	. . . . . 2859	<code>\bThetaOhneMathe</code>
<code>\bLatexCode</code> 3341	<code>\bPetriTransitionsName</code> 2401 , 2406 , 2408
<code>\bLeereZelle</code> 2713	. . . . . 2906 , 2918	<code>\bTitelSeite</code> 166 , 180
<code>\bLinksReduktion</code> 2780	<code>\bPetriTransitionsNameOhneMathe</code>	<code>\bUeberfuehrung</code>
<code>\bLinksReduktionInline</code>	. . . . . 2906 , 2909 , 2911	. . . . . 2431 , 2440 , 2442
. 2789 , 2797	<code>\bPetriTransPfeile</code> 2918	<code>\bTrennSeite</code> 149
<code>\bLogoTextCCLizenz</code> . .	<code>\bPolynomiellReduzierbar</code>	<code>\bTuringKante</code> 571
. 92 , 297 , 2657	. . . . . 2006	<code>\bTuringLeerzeichen</code> .
<code>\bLogoTextProjekt</code> . . .	<code>\bPotenzmenge</code> . . . . .	. . . . . 527 , 535
. 89 , 294 , 2633	. . . . . 1744 , 1748 , 2929	<code>\bTuringMaschine</code> 528
<code>\bMakroFaulenzer</code> 3516	<code>\bPotenzmengeOhneMathe</code>	<code>\bTuringUeberfuehrung</code> . . 574
<code>\bMasterExkurs</code> 2542	. . . . . 1745 , 1746 , 1747	<code>\bTuringUebergaenge</code> .
<code>\bMasterFaelle</code> 2481 , 2549	<code>\bPrimaer</code> 3178	. . . . . 566 , 572
<code>\bMasterFallRechnung</code> 2527	<code>\bProblemBeschreibung</code> 1990	<code>\bTuringUebergangZelle</code> 561
<code>\bMasterVariablen</code> . . .	<code>\bProblemClique</code> 2013	<code>\bTypoUeberGROSS</code> 3591
. 2458 , 2544	<code>\bProblemName</code>	<code>\bTypoUeberGross</code> 3585 , 3591
<code>\bMasterVariablenDeklaration</code>	. . . . . 1989 , 1996 ,	<code>\bTypoUeberschrift</code> . .
. 2504	2008 , 2010 , 2023,	. . . . . 3579 , 3588 , 3594
<code>\bMasterWolframLink</code> 2552	2034 , 2035 , 2043 , 2044	<code>\bUeberfuehrungsFunktion</code>
<code>\bMenge</code> 439 , 440 , 442 ,	<code>\bProblemSat</code> 2042	. . . . . 1749
481 , 482 , 483 , 487 ,	<code>\bProblemSubsetSum</code> . .	<code>\bUeberfuehrungsFunktionOhneMathe</code>
539 , 540 , 541 , 545,	. . . . . 2033 , 2042	. . . . . 1749 , 1752 , 1754
1735 , 1784 , 1823 , 1824	<code>\bProblemVertexCover</code> .	<code>\bUeberschriftDreiecksTabelle</code>
<code>\bMengeOhneMathe</code> . . . .	. . . . . 2013 , 2021	. . . . . 2731
. 1735 , 1738 , 1740	<code>\bProduktionen</code> 1783 , 1825	<code>\bUmlLeserichtung</code> 3619
<code>\bMetaBschlangaulSammlung</code>	<code>\bPruefungsNummer</code> 135	<code>\bVertauschen</code> 3207
. 890 , 2152 , 2575 , 2642	<code>\bPruefungstitel</code> 138	<code>\bWortInSprache</code> 1179
<code>\bMetaCCLink</code> 2587 , 2666	<code>\bPseudoUeberschrift</code> .	<code>\bWortNichtInSprache</code> 1184
<code>\bMetaEmail</code> . . . . .	. . . . . 2228 ,	<code>\bWpEquivalent</code> 3722
2158 , 2597 , 2602 , 2604	2305 , 2308 , 2723 ,	<code>\bWpErklaerung</code> 3725
<code>\bMetaEmailLink</code> 2600 , 2616	2733 , 3652 , 3660 , 3668	<code>\bWpErklaerungVerzweigung</code>
<code>\bMetaHermineFriends</code> .	<code>\bPumpingKontextfrei</code> 2975	. . . . . 3740
. 898 , 2157 , 2578 , 2646	<code>\bPumpingRegulaer</code> . . . 2954	<code>\bWpKalkuel</code> 3702
<code>\bMetaHilfMit</code> 98 , 2607 , 2618	<code>bQuellen (environment)</code> 2345	<code>\bWpKalkuelOhneMathe</code> .
<code>\bMetaQuelltext</code> 100 , 2618	<code>\bRechtsReduktionInline</code> 3702 , 3707 ,
<code>\bMetaSetze</code> . . . . .	. . . . . 2797	3709 , 3741 , 3743 , 3745
. 40 , 241 , 345 , 399 , 411	<code>\bRekursionsGleichung</code>	<code>\bZustandsBuchstabe</code> .
<code>\bMetaUeberDasProjekt</code>	. . . . . 2445 , 2508	. . . . . 1759 ,
. 2581 , 2653	<code>\bRelation</code> 2827	1768 , 1770 , 1788 , 1790
<code>\bMinimierungErklaerung</code>	<code>\bRelationMenge</code> 3194	<code>\bZustandsBuchstabeGross</code>
. 2735	<code>\bRichtig</code> 997	. . . . . 1760 , 1769 , 1771
<code>\bMinispracheDatei</code> . . 3384	<code>\bRundeKlammer</code>	<code>\bZustandsmenge</code> 1747
<code>\bNichtsZuTun</code> 3557	. . . . . 2398 , 2402 , 2412 ,	<code>\bZustandsmengeNr</code> . . .
<code>\b0</code> 2421 , 2449	2422 , 2436 , 2840 , 2844	. . . . . 1761 , 2938
<code>\bOmega</code> 2411 , 2455	<code>\bSetzeExamenTeilaufgabeNr</code>	<code>\bZustandsmengeNrGross</code>
<code>\bOmegaOhneMathe</code> . . . .	. . . . . 219	. . . . . 1769
. 2411 , 2416 , 2418	<code>\bSetzeExamenThemaNr</code> . . 215	<code>\bZustandsMengenSammlung</code>
<code>\b0Notation0</code> 2843	<code>\bSortierMarkierung</code> 3219	. . . . . 2925
<code>\b0OhneMathe</code>	<code>\bSortierPfeil</code> 3213	<code>\bZustandsMengenSammlungNr</code>
. 2421 , 2426 , 2428	<code>\bSortierPfeilUnten</code> 3216	. . . . . 2934
<code>\bool</code> 705 , 798	<code>\bSpaltenUmbruch</code> 3288	<code>\bZustandsmengeOhneMathe</code>
<code>\bowtie</code> 3166 , 3169 , 3170 , 3171	<code>\bSqlCode</code> 3392	. . . . . 1747
<code>\Box</code> 527	<code>\bStrich</code> 1988	<code>\bZustandsname</code> 1770

<code>\bZustandsnameGross</code> .	3307, 3351, 3356,	<code>liKontrollflussgraph</code>
.... 1771 , 2926 , 2935	3357 , 3361 , 3366,	..... 2114
<code>\bZustandsnameTiefgestellt</code>	3367 , 3371 , 3377 , 3378	<code>liProduktionsRegeln</code>
..... 1786	<code>\do</code> 3039 , 3044,	..... 1773
<code>\bZustandsPaar</code> 2715	3049 , 3054 , 3060 , 3066	<code>liProjektSprache</code> 2248
<code>\bZustandsPaarVariablenName</code>	<code>\dots</code> 1038 , 1042 ,	<code>liRelationenSchemaFormat</code>
.... 2714 , 2717 , 2718	2037 , 2967 , 3462 , 3463	..... 3200
	<code>\DOWNarrow</code> 3624	<code>liRmodell</code> 3180
C	<code>\draw</code> 1962 , 1965 ,	<code>liUebergangsTabelle</code>
<code>\c</code> 1957 , 1958	1968 , 2915 , 3214 , 3217	..... 2721
<code>\cdot</code> 2434 , 2490 , 2501		<code>\equiv</code> 3723 , 3742
<code>\centerline</code> 1996 ,	E	<code>\erzeuge@tiefgestellt</code>
2661 , 3119 , 3141 , 3156	<code>\edef</code> 1953,	.... 1744 , 1745 , 1749
<code>\cftbeforesecskip</code> ... 275	3132 , 3136 , 3148 , 3149	<code>\EXKURStue</code> 593
<code>\cftbeforesubsecskip</code> .	<code>\edge</code> 644	<code>\EXKURStrue</code> 593
..... 276 , 277	<code>\egroup</code> 2291 , 2316	<code>\expandafter</code>
<code>\cftbeforesubsubsecskip</code>	<code>\else</code> 1102 ,	. 1942 , 3074 , 3076 ,
..... 278	1110 , 1118 , 1126 ,	3077 , 3078 , 3086 , 3244
<code>\cftsubsecafterpnum</code> . 277	1133 , 1739 , 1753 ,	<code>\ExplSyntaxOff</code>
<code>\chapter</code> 1848 , 1849	1789 , 2253 , 2276,	.... 105 , 124 , 192 ,
<code>\char</code> 2227	2290 , 2297 , 2315 ,	302 , 348 , 417 , 460 ,
<code>\clearpage</code> 150 ,	2341 , 2407 , 2417 ,	502 , 507 , 560 , 565 ,
164 , 167 , 175 , 210 ,	2427 , 2441 , 2767 ,	570 , 1060 , 1082 ,
288 , 300 , 340 , 907 , 2215	2804 , 2849 , 2910 ,	1097 , 1173 , 1725 ,
<code>\cline</code> 1178	3078 , 3271 , 3273 , 3708	1803 , 1838 , 1905 ,
<code>\clist</code> 599 ,	<code>\emph</code> .. 1199 , 1446 , 1701 ,	1980 , 2135 , 2174 ,
647 , 648 , 670 , 674 , 3253	2018 , 2047 , 2049 , 2222	2392 , 2457 , 2670 ,
<code>\columnbreak</code> 3288	<code>\empty</code> 2276 , 2803	2749 , 2943 , 3193 ,
<code>\contentsname</code> 279	<code>\emptyset</code>	3254 , 3391 , 3498 ,
<code>\cs</code> . 18 , 25 , 31 , 244 , 272 ,	2713 , 3457 , 3478 , 3557	3548 , 3597 , 3676 , 3747
673 , 702 , 726 , 729 ,	<code>\end</code> .. 102 , 161 , 172 , 869 ,	<code>\ExplSyntaxOn</code> 17 ,
739 , 762 , 773 , 784 ,	877 , 901 , 990 , 1243 ,	116 , 134 , 214 , 322 ,
795 , 797 , 834 , 841 ,	1269 , 1294 , 1329 ,	398 , 429 , 470 , 503 ,
846 , 857 , 909 , 2142 ,	1363 , 1395 , 1423 ,	528 , 561 , 566 , 590 ,
2149 , 2164 , 2170 ,	1439 , 1458 , 1466 ,	1003 , 1066 , 1083 ,
2345 , 2622 , 2843 , 3516	1497 , 1526 , 1547 ,	1122 , 1698 , 1793 ,
<code>\csname</code> 1942 , 1945	1572 , 1597 , 1617 ,	1815 , 1889 , 1977 ,
<code>\cup</code> 1758 ,	1636 , 1661 , 1679 ,	2128 , 2140 , 2211 ,
2805 , 3449 , 3463 , 3470	1780 , 1865 , 1971 ,	2396 , 2573 , 2731 ,
	2003 , 2004 , 2011 ,	2836 , 2924 , 3181 ,
D	2120 , 2218 , 2288 ,	3251 , 3306 , 3414 ,
<code>\DeclareMathSymbol</code> ..	2312 , 2339 , 2361 ,	3507 , 3554 , 3648 , 3701
..... 2567 , 2568	2362 , 2461 , 2477 ,	
<code>\DecoINERT</code>	2502 , 2525 , 2540 ,	F
3043 , 3116 , 3117 , 3139	2550 , 2626 , 2630 ,	<code>\faCheckSquare0</code> 3556
<code>\DecoINERTwithPivot</code> .	2631 , 2654 , 2667 ,	<code>\faCircleThin</code> 1717
..... 3059 , 3138	2728 , 2729 , 2777 ,	<code>\faGg</code> 1711
<code>\DecoLEFT</code> 3038 , 3137	2822 , 2970 , 2990 ,	<code>\fancyfoot</code>
<code>\DecoLEFTwithPivot</code> ..	3121 , 3143 , 3157 ,	. 1869 , 1870 , 1871 ,
..... 3053 , 3115	3321 , 3347 , 3514 , 3576	2156 , 2157 , 2158 , 2159
<code>\DecoRIGHT</code> 3048 , 3140 , 3150	<code>\endcsname</code> 1942 , 1945	<code>\fancyhead</code> . 1868 , 2151 ,
<code>\DecoRIGHTwithPivot</code> .	<code>\endgroup</code> . 2217 , 2778 , 3246	2152 , 2153 , 2154 , 2166
..... 3065 , 3118	<code>\enspace</code> 3561 , 3563	<code>\faSquare0</code> 1705
<code>\definecolor</code> 1846	environments:	<code>\fi</code> ... 1104 , 1112 , 1120 ,
<code>\DefineVerbatimEnvironment</code>	<code>bAdditum</code> 2294	1128 , 1135 , 1741 ,
..... 3294	<code>bAntwort</code> 2250	1755 , 1791 , 2256 ,
<code>\delta</code> 433 , 475 , 533 , 575 , 1749	<code>bBaum</code> 980	2279 , 2292 , 2300 ,
<code>\dh</code> 2391 , 3451	<code>bExkurs</code> 2319	2317 , 2342 , 2409 ,
<code>\directlua</code>	<code>bQuellen</code> 2345	2419 , 2429 , 2443 ,
426 , 505 , 563 , 568 ,	<code>liAHuelle</code> 2772	2769 , 2806 , 2851 ,
1730 , 1744 , 1764 ,	<code>liEinbettung</code> 2249	2912 , 3079 , 3271 ,
1772 , 1779 , 1784 ,	<code>liGraphenFormat</code> . 1934	3272 , 3275 , 3277 , 3710
2756 , 2761 , 2814 ,	<code>liJavaAngabe</code> 3328	<code>\filcenter</code> 209
2821 , 2828 , 3208 ,	<code>liKasten</code> 1862	

<code>\footcite</code>	1201	H	J
1270, 1292, 1339,		<code>\hbox</code>	3166
1362, 1394, 1447,		<code>\headrulewidth</code> .	1873, 2161
1498, 1525, 1571,		<code>\headwidth</code>	2172
2016, 2019, 2026,		<code>\hfill</code>	64,
2031, 2036, 2040,			2486, 2492, 2497, 3564
2046, 2051, 2179,		<code>\hinweis</code>	2247
2478, 2479, 2736, 2973		<code>\hline</code>	2726
<code>\footnote</code>	2368, 2380	<code>\horizontale</code>	25, 72
<code>\footnotesize</code>		<code>\href</code>	1811, 2381,
.	70, 515, 807,		2554, 2589, 2601, 3346
946, 1052, 1722,		<code>\hspace</code> . . .	2918, 3715, 3723
2247, 2334, 2355,		<code>\ht</code>	3167
2652, 2680, 2774,		<code>\Huge</code> 159, 185, 249, 330, 3593	
2791, 2799, 2928,		<code>\huge</code>	209, 3587
2937, 3180, 3295,			
3326, 3490, 3611, 3637		I	L
<code>\footrulewidth</code> .	1874, 2162	<code>\i</code>	1967, 1968
<code>\foreach</code> . .	1957, 1960, 1967	<code>\ifADDITUM</code> .	591, 2296, 2314
<code>\forestFirst</code> . . .	3268, 3271	<code>\ifANTWORT</code> .	595, 2252, 2289
<code>\forestLast</code> . . .	3269, 3271	<code>\ifcase</code>	3075
<code>\forestOget</code> . . .	3268, 3269	<code>\ifEXKURS</code>	593, 2321
<code>\forestOnes</code>	3281	<code>\ifmmode</code> 1100, 1108, 1116,	
<code>\forestOv</code> .	3270, 3271, 3274		1124, 1131, 1737,
<code>\forestov</code> . .	3260, 3264,		1751, 1787, 2405,
3265, 3268, 3269,			2415, 2425, 2439,
3270, 3271, 3273, 3274			2765, 2847, 2908, 3706
<code>\forestset</code>	3256, 3279	<code>\IfNoValueTF</code>	
<code>\forestSortLevel</code> . . . .		. . . .	2303, 2370, 2382
3258, 3266, 3280, 3281		<code>\ifnum</code>	3002,
<code>\frac</code> .	2436, 2469, 2501, 2516		3243, 3259, 3267, 3273
<code>\fullouterjoin</code>	3171	<code>\ifx</code>	2276, 2803, 3271
		<code>\in</code>	1026, 1182,
G			2044, 2449, 2452,
<code>\g</code>	19, 21, 32, 34, 42,		2455, 2484, 2490,
56, 58, 136, 139, 155,			2495, 2956, 2967,
157, 185, 189, 216,			2977, 2987, 3440,
220, 224, 228, 229,			3442, 3448, 3469, 3664
230, 231, 232, 234,		<code>\includegraphics</code>	1896, 1901
235, 237, 251, 254,		<code>\includepdf</code>	177
257, 262, 402, 647,		<code>\inhalts</code>	272, 290
648, 670, 674, 680,		<code>\inhaltsverzeichnis</code>	2212
681, 682, 683, 684,		<code>\input</code>	225, 380,
686, 687, 688, 690,			383, 386, 389, 392, 916
691, 693, 694, 695,		<code>\inputminted</code>	3350, 3360,
696, 697, 698, 699,			3370, 3382, 3385, 3389
700, 703, 707, 708,		<code>\int</code>	3253
709, 712, 714, 715,		<code>\item</code>	997, 998, 1275,
716, 717, 718, 719,			1279, 1284, 1289,
763, 767, 771, 774,			1333, 1342, 1347,
775, 777, 778, 780,			1355, 1427, 1432,
781, 785, 787, 800,			1436, 1462, 1502,
801, 802, 803, 811,			1507, 1514, 1522,
812, 814, 820, 821,			1551, 1556, 1560,
823, 824, 826, 827,			1565, 1665, 1670,
839, 842, 847, 849, 853			1675, 2001, 2002,
<code>\Gamma</code> . .	474, 532, 575, 1758		2347, 2352, 2464,
<code>\gappto</code>	3276		2469, 2473, 2483,
<code>\geometry</code>	366		2489, 2494, 2506,
<code>\geq</code>	2044, 2467,		2510, 2514, 2518,
2956, 2961, 2977, 2981			2522, 2529, 2533,
			2537, 2961, 2964,
<code>\gib</code>	74, 346, 784		2967, 2981, 2984, 2987
		<code>\itshape</code>	1051, 3489

\LehramtInformatikGithubDomain	1886, 1907, 1936, 1974, 1982, 2054,
..... 835, 3310	(environment) . 2114
\LehramtInformatikGithubRawDomain	2137, 2176, 2182,
..... 3311	liProduktionsRegeln
\LehramtInformatikGithubTexRepo	(environment) . 1773
..... 836, 3312	liProjektSprache (environment) 2248
\LehramtInformatikRepository	liRelationenSchemaFormat
..... 177, 226,	(environment) . 3200
380, 383, 386, 389,	liRmodell (environment)
392, 1893, 2190,	..... 3180
2191, 2192, 2193,	\listen 2345, 2360
2194, 2195, 2196,	\literatur 2178, 2202
2197, 2198, 2199, 3309	liUebergangsTabelle
\leq 2501, 2964, 2984	(environment) . 2721
\let 1747,	\llap 3167
1748, 2215, 3115,	\LoadClass 4, 110,
3116, 3117, 3118,	129, 130, 197, 308, 353
3131, 3133, 3134,	\log 2449,
3135, 3137, 3138,	2452, 2455, 2484, 2490
3139, 3140, 3150,	\logo 2622, 2635, 2659
3242, 3280, 3281,	\loop 3000
3516, 3531, 3543, 3556	\lor 3744
\li@chomsky@erklaerung@texte	\ltimes 2560
..... 1017, 1053	
\li@EntwurfsCode	M
..... 1195, 1246,	\makeatletter 3239
1247, 1248, 1297,	\makeatother 3247
1298, 1299, 1300,	\makeindex 1979
1366, 1367, 1368,	\marginpar
1369, 1370, 1371,	1704, 1710, 1716, 2223
1398, 1399, 1400,	\mathbb ... 2044, 2987, 3664
1401, 1402, 1403,	\mathbin .. 3169, 3170, 3171
1469, 1639, 1640,	\mathcal 2422, 2844, 3469,
1641, 1642, 1682, 1683	3474, 3476, 3477, 3478
\li@EntwurfsCodeAllgemein	\Mathe 3719
..... 1194	\MatheEnv . 3712, 3720, 3723
\li@fussnote@text 2677,	\mathord 2567, 2568
2683, 2687, 2691, 2695	\mdfsetup
\li@GithubLink 2261, 2265, 2269, 2273	\mdseries 2281
3342, 3355, 3365, 3376	\medskip ... 48, 67, 894,
\li@mget .. 1944, 1948, 1968	989, 1998, 2235,
\li@minc 1947, 1969	2242, 2244, 2358,
\li@mset	2649, 3185, 3191,
1941, 1949, 1958, 1961	3566, 3570, 3713, 3717
\li@numdiscs	\mintinline 3334,
.... 1953, 1962, 1968	3341, 3380, 3387, 3392
\li@Rmodell@Schrift .	\mkern 3169, 3170, 3171
.... 3180, 3189, 3199	\mlq 2565, 2567
\li@SansFett .. 141, 155,	\mrq 2565, 2568
157, 159, 181, 185, 189	\msg 914
\li@sequence ... 1954, 1967	\myList 3260, 3261, 3262, 3265
\li@synthese@erklaerung@texte	\myNodes 3249,
..... 3431, 3491	3264, 3270, 3274, 3276
liAHuelle (environment)	
..... 2772	O
liEinbettung (environment) 2249	\o 2843, 2848, 2850
liGraphenFormat (environment) 1934	\o@join 3166, 3169, 3170, 3171
liJavaAngabe (environment) 3328	\Omega 2412
liKasten (environment) 1862	\omega 2956, 2957, 2977, 2978
	\or 3077
	P
	\pagestyle .. 342, 859, 1872

<code>\par</code> ... 22, 26, 29, 48, 65, 252, 255, 258, 263, 268, 808, 829, 868, 876, 883, 892, 900, 910, 1057, 1805, 1813, 2231, 2240, 2336, 2644, 2647, 3119, 3141, 3156, 3197, 3495, 3528, 3532, 3544, 3565, 3569, 3577, 3730, 3736	<code>\QS@select@greater</code> 3097, 3101	3177, 3205, 3236, 3287, 3293, 3300, 3305, 3316, 3317, 3397, 3502, 3508, 3555, 3603, 3604, 3606, 3607, 3645, 3646, 3647, 3680, 3700
<code>\paragraph</code> 1850	<code>\QS@select@smaller</code> 3092, 3095, 3099	<code>\right</code> 2399, 2841
<code>\parindent</code> 3188	<code>\QS@sort@a</code> 3074, 3107, 3128, 3129	<code>\RIGHTarrow</code> ... 3621, 3626
<code>\path</code> ... 462, 509, 572, 1095	<code>\QS@sort@b</code> 3074, 3075	<code>\Rrightarrow</code> ... 1182, 1187
<code>\pgfkeys</code> ... 2870, 3622, 3623, 3624, 3625, 3626, 3629, 3632, 3634	<code>\QS@sort@c</code> 3078, 3085	<code>\rightharpoonup</code> 575, 1021, 1026, 1034, 1038, 1040, 1041, 1043, 1098, 1106, 2918, 3440, 3447, 3449, 3452, 3457, 3462, 3463, 3468
<code>\pgfmath@count</code> 3241, 3243, 3245	<code>\QS@sort@d</code> 3086, 3094	<code>\rightouterjoin</code> 3170
<code>\pgfmath@smuggleone</code> 3246	<code>\QS@sort@empty</code> . 3076, 3081	<code>\rmfamily</code> 145, 1008, 1968, 3418, 3581
<code>\pgfmathdeclarefunction</code> 3240	<code>\QS@sort@single</code> 3077, 3082	<code>\Roman</code> 1858
<code>\pgfmathhint</code> 3241	<code>\QSinitialize</code> 2999, 3111, 3146	<code>\roman</code> 1858, 1860
<code>\pgfmathparse</code> 1948, 3258, 3263, 3266, 3280, 3281	<code>\QSIr</code> .. 3082, 3088, 3096, 3116, 3130, 3135, 3138	<code>\romannumeral</code> 3086
<code>\pgfmathresult</code> 1949, 3241, 3242, 3244, 3246, 3259, 3267, 3280, 3281	<code>\QSIrr</code> 3117, 3130, 3131, 3139	<code>\rtimes</code> 2560
<code>\pgfutil@empty</code> 3242	<code>\QSLr</code> 3088, 3095, 3106, 3107, 3115, 3128, 3133, 3137	<code>\rule</code> 28, 3119, 3141, 3156, 3167
<code>\pgfutil@loop</code> 3243	<code>\QSpivotStep</code> 3001, 3111, 3115, 3126	
<code>\pgfutil@repeat</code> 3246	<code>\QSR</code> 3088	
<code>\preceq</code> 2009	<code>\QSRr</code> 3097, 3118, 3129, 3134, 3140, 3149, 3150, 3151	
<code>\prime</code> 1988	<code>\QSSortStep</code> 3003, 3111, 3127, 3128	
<code>\printbibliography</code> . 2202	<code>\quad</code> 2679	
<code>\ProcessKeysOptions</code> . 123		S
<code>\prop</code> . 3534, 3537, 3538, 3540		<code>\sb</code> 435, 445, 447, 476, 534, 1033, 1034, 1038, 1041, 1042, 1043, 1125, 1127, 1132, 1134, 1788, 1790, 2449, 2452, 2455, 2484, 2490, 2741, 2906, 2915, 3462, 3463, 3464, 3469, 3473, 3474, 3477, 3478, 3481, 3482, 3483
<code>\ProvidesClass</code> 2, 108, 127, 195, 305, 351		<code>\scriptscriptstyle</code> 1098, 1106, 1114
<code>\ProvidesPackage</code> 363, 376, 396, 421, 589, 921, 994, 1001, 1063, 1176, 1191, 1692, 1728, 1841, 1878, 1887, 1908, 1937, 1975, 1983, 2055, 2138, 2177, 2183, 2205, 2395, 2558, 2571, 2673, 2752, 2835, 2855, 2921, 2946, 2951, 2995, 3161, 3174, 3203, 3284, 3291, 3298, 3303, 3395, 3410, 3501, 3505, 3551, 3600, 3642, 3679, 3699	R	<code>\scriptsize</code> 1807, 2067, 2074, 2080, 2145, 2281, 2665, 3650, 3703, 3733
	<code>\raggedleft</code> 2284	<code>\section</code> 209, 217, 415
	<code>\raisebox</code> 2127	<code>\sectionbreak</code> 210
	<code>\relax</code> 2215, 3088, 3131, 3133, 3134, 3135, 3243, 3245	<code>\seq</code> ... 2131, 2132, 2133, 2351, 2352, 2353, 2360
	<code>\renewcommand</code> 277, 279, 1853, 1854, 1855, 1856, 1859, 1860, 1873, 1874, 2161, 2162, 2721	<code>\setbox</code> ... 2254, 2298, 3166
	<code>\repariere</code> .. 83, 326, 2170	<code>\setcounter</code> .. 211, 282, 1851, 3120, 3142, 3156
	<code>\repeat</code> 3004	<code>\setganttlinklabel</code> .. 1881, 1882, 1883, 1884
	<code>\RequirePackage</code> 15, 111, 112, 131, 133, 208, 213, 283, 321, 360, 365, 378, 423, 526, 599, 917, 923, 924, 996, 1064, 1193, 1194, 1694, 1696, 1697, 1733, 1842, 1843, 1845, 1847, 1852, 1861, 1867, 1875, 1879, 1880, 1890, 1891, 1909, 1910, 1911, 1939, 1940, 1978, 1987, 2056, 2141, 2179, 2184, 2185, 2201, 2208, 2209, 2210, 2397, 2561, 2562, 2837, 2838, 2839, 2856, 2858, 2948, 3008, 3010, 3162, 3163, 3164,	<code>\setlength</code> 275, 276, 278, 2172, 3188, 3727, 3728, 3738
		<code>\setmainfont</code> 1844
		<code>\setmainlanguage</code> 918
		<code>\setminted</code> 3322, 3323
		<code>\setminus</code> 2801
		<code>\setul</code> 3179
		<code>\setze</code> 74, 80, 323, 2149, 2164
		<code>\shoveleft</code> 2781
Q		
<code>\QS@list</code> 3121, 3132, 3136, 3143, 3149, 3154, 3157		
<code>\QS@select@equal</code> 3096, 3100		

\shoveright	2785	\tikzset	464,	\TmpTransitionTen ...	
\Sigma	432, 473,		511, 577, 926, 952,		2869, 2890
	531, 1757, 1758, 1818		1913, 2058, 2896,	\TmpTransitionThree .	
\sigma	1031, 1033, 1034		3022, 3226, 3399, 3681		2862, 2883
\SLASH	2227	\tikzumlset	3609	\TmpTransitionTwo ...	
\small	983	\times	575		2861, 2882
\sort	3253	\tiny ...	96, 1705, 1711,	\TmpX	2892
\sortList	3252, 3261		1717, 2126, 2224, 3344	\TmpY	2893
\square	998	\titel	244, 246, 286, 327, 857	\ttfamily	3180
\stepcounter	3040, 3045,	\titleformat	209, 1848, 1850		
	3050, 3053, 3055,	\titlespacing	1849		
	3059, 3061, 3065, 3067	\tl	19, 32, 42, 56,		
\stichwoerter	18, 70		216, 220, 224, 231,		
\str	136, 139, 155,		234, 402, 431, 432,		
	157, 185, 189, 730,		433, 434, 435, 436,		
	1009, 1018, 2258,		439, 440, 441, 442,		
	2930, 2939, 3419, 3432		443, 445, 447, 472,		
\string	2783, 2793		473, 474, 475, 476,		
\StrSubstitute .	3260, 3262		477, 478, 481, 482,		
\strut	151,		483, 484, 485, 486,		
	163, 168, 174, 861,		487, 530, 531, 532,		
	905, 2506, 2510,		533, 534, 535, 536,		
	2514, 2518, 2522, 3288		539, 540, 541, 542,		
\subsection	221, 346		543, 544, 545, 671,		
\subsetq .	3443, 3476, 3483		675, 703, 707, 708,		
\subsubsection ..	242, 3539		709, 712, 717, 718,		
			719, 731, 740, 774,		
			777, 780, 785, 800,		
			801, 802, 803, 814,		
			820, 823, 826, 842,		
			849, 1068, 1071,		
			1076, 1077, 1085,		
			1086, 1089, 1090,		
			1796, 1817, 1818,		
			1819, 1820, 1823,		
			1824, 1825, 1826, 2432		
		\tmp	2803		
		\TmpPlaceEight	2878		
		\TmpPlaceFive	2875		
		\TmpPlaceFour	2874		
		\TmpPlaceNine	2879		
		\TmpPlaceOne	2871		
		\TmpPlaceSeven	2877		
		\TmpPlaceSix	2876		
		\TmpPlaceTen	2880		
		\TmpPlaceThree	2873		
		\TmpPlaceTwo	2872		
		\TmpScale	2891		
		\TmpTransitionEight .			
			2867, 2888		
		\TmpTransitionFive ..			
			2864, 2885		
		\TmpTransitionFour ..			
			2863, 2884		
		\TmpTransitionNine ..			
			2868, 2889		
		\TmpTransitionOne ...			
			2860, 2881		
tikz: bbaum	34	\TmpTransitionSeven .			
tikz: li binaer baum	32		2866, 2887		
\tikzchildnode	941	\TmpTransitionSix ...			
\tikzparentnode	941		2865, 2886		

<code>\varepsilon</code>	1010,	X	. . . .	3056, 3062, 3068
	1021, 1022, 1743,	<code>\xappto</code> . . .	3264, 3270, 3274	<code>\xintifGt</code>
	2449, 2455, 2487, 2498	<code>\xdef</code>	1942	<code>\xintifLt</code>
<code>\vbox</code>	2254, 2298	<code>\xintApply</code>	3090	<code>\xintLength</code>
<code>\vfill</code>	87, 152, 162, 169,	<code>\xintApplyUnbraced</code> . .	3089, 3095, 3096, 3097	<code>\xintntheft</code>
	173, 292, 871, 879, 3288	<code>\xintCSVtoList</code>	3149	Z
<code>\vrule</code>	3560, 3564	<code>\xintFor</code> 3039, 3044, 3049,		<code>\ZB</code>
<code>\vspace</code>	156,	3054, 3060, 3066, 3107		<code>\zB</code>
	158, 183, 187, 265,	<code>\xintifEq</code>	3100	<code>\zustandsnamens@liste</code>
	277, 862, 885, 903,	<code>\xintifForLast</code> . . . . .		. . . .
	2322, 2340, 3573, 3575			1761, 1768, 1769