

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	35
chomsky-normalform.sty	36
Faulenzer	36
TeX-Markup-Grundgerüst	36
Konkretes TeX-Markup-Beispiel	36
cpm.sty	39
Faulenzer	39
TeX-Markup-Beispiel: Graph	39
TeX-Markup-Beispiel: Ergebnistabelle	39
TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Frühester Zeitpunkt“	39
TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Spätester Zeitpunkt“	40
Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle	41
cyk-algorithmus.sty	43
Faulenzer	43
TeX-Markup-Beispiel	43
entwurfsmuster.sty	44
Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:	44
Reihenfolge	44

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

Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)	44
Adapter	46
Beobachter (Observer)	47
Dekorierer (Decorator)	49
Einfache Fabrik (Simple Factory)	50
Einzelstück (Singleton)	51
Erbauer (Builder)	52
Fabrikmethode (Factory Method)	53
Kompositum (Composite)	55
Modell-Präsentation-Steuerung (Model-View-Controller)	55
Stellvertreter (Proxy)	56
Zustand (State)	57
er.sty	59
Tex-Markup-Beispiel: Komplettes Diagramm	59
Tex-Markup-Beispiel: EER Enhanced Entity-Relation-Modell nach Elmasri/Navante	60
Faulenzer	60
formale-sprachen.sty	62
formatierung.sty	65
Schriftarten / Typographie	65
Farben	65
Überschriften	65
Listen	65
Kasten	65
Header	65
Zeilenabstände	65
gantt.sty	67
grafik.sty	68
graph.sty	69
hanoi.sty	71
komplexitaetstheorie.sty	72
Faulenzer	72
kontrollflussgraph.sty	74
Faulenzer	74
TeX-Markup-Beispiel	74
TikZ: pin	74
Umgebungen	75
Makros	76
kopf-fusszeilen.sty	77
literatur-dummy.sty	78
literatur.sty	79
makros.sty	80
Umgebungen, die Inhalte aus- und einblenden können	81
master-theorem.sty	85
Faulenzer	85
mathe.sty	89
meta.sty	90
Einfache Makros (Low level)	90
Zusammengesetzte Makros (High level)	91
minimierung.sty	93
normalformen.sty	96
Faulenzer	96
o-notation.sty	99
Faulenzer	99
TeX-Markup-Beispiel: Funktionsgraphen mit pgfplots	99
petri.sty	100
Faulenzer	100
potenzmengen-konstruktion.sty	102

pseudo.sty	104
pumping-lemma.sty	105
quicksort.sty	106
relationale-algebra.sty	109
rmodell.sty	110
Faulenzer	110
sortieren.sty	111
spalten.sty	113
sql.sty	114
Latex-Markup-Beispiel	114
struktogramm.sty	115
syntax.sty	116
Faulenzer	116
syntaxbaum.sty	119
synthese-algorithmus.sty	120
Faulenzer	120
TeX-Markup Grundgerüst	120
TeX-Markup Linksreduktion	120
TeX-Markup Rechtsreduktion	120
TeX-Markup Relationen formen	121
tabelle.sty	124
tex-dokumentation.sty	125
typographie.sty	126
uml.sty	128
vollstaendige-induktion.sty	130
Faulenzer	130
wasserfall.sty	132
wpkalkuel.sty	133
Faulenzer	133

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

Klassen

aufgabe.cls

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

   Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option clash
5 \liLadePakete{
6   formatierung,
7   abmessung,
8   literatur-dummy,
9   makros,
10  aufgaben-metadaten,
11  kopf-fusszeilen,
12  mathe,
13  grafik,
14  meta
15 }
```

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

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

   In Aufgaben wollen wir das Additum sehen.
17 \LiADDITUMtrue
18 \ExplSyntaxOn

19 \cs_gset:Npn \stichwoerter_formatiert: {
20   \tl_if_empty:NTF \g_auf_stichwoerter_tl {} {
21     \textbf{Stichwörter:} ~
22     \g_auf_stichwoerter_tl
23   \par
24   }
25 }

26 \cs_gset:Npn \horizontale_linie: {
27   \par
28   \noindent
29   \rule{\textwidth}{0.8pt}
30   \par
31 }

32 \cs_gset:Npn \thematik_formatiert: {
33   \tl_if_empty:NTF \g_auf_thematik_tl {} {
34     \textit{
35       ( \g_auf_thematik_tl )
36     }
37   }
38 }
```

\liAufgabenMetadaten

```
39 \def\liAufgabenMetadaten #1
40 {
41   \liMetaSetze{#1}
42
43   \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_nummer_tl {}
44   {
45     {
46       \noindent
47       \large
48       \_gib_einzelpruefung_trenner:
49       \par\medskip
50     }
51   }
52
53   {
54     \noindent
```

```

55 \bfseries
56 \Large
57 \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_nummer_tl
58 {
59   \g_auf_titel_tl
60 }
61 {
62   \_gib_aufgaben_pfad_trenner:
63 }
64 }
65 \hfill \thematik_formatiert:
66 \par
67
68 \medskip
69
70 \noindent
71 {\footnotesize\stichwoerter_formatiert:}
72
73 \horizontale_linie:
74
75 \setze_kopfzeile_oben_rechts:n { \gib_aufgaben_pfad_lang_sicher: }
76
77 \bigskip
78
79 \par
80 % Keine Einrückung
81 \@afterindentfalse
82 \@afterheading
83 }

84 \setze_kopf_fusszeilen:nn {} {}

85 \AddToHook { begindocument }
86 {
87   \repariere_kopfzeile_breite:
88 }

89 \AddToHook { enddocument }
90 {
91   \vfill
92   {
93     \liLogoTextProjekt
94     \bigskip
95
96     \liLogoTextCCLizenz
97     \bigskip
98
99     \begin{spacing}{1}
100       \tiny
101       \noindent
102       \liMetaHilfMit
103
104       \liMetaQuelltext
105       \_gib_github_url_href:
106     \end{spacing}
107   }
108 }

109 \ExplSyntaxOff
110

```

basis.cls

```
111 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
112 \ProvidesClass{bschlangaul-basis}[2021/09/12 Basis-Klasse, die nur als
113 Unterklasse benutzt werden soll.]
114 \LoadClass[a4paper,oneside,12pt]{book}
115 \RequirePackage{bschlangaul-basis}
116
```

examen-scans.cls

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

121 \LoadClass{bschlangaul-basis}

122 \RequirePackage{pdfpages}

    Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option clash
123 \liLadePakete{formatierung}

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

\liPruefungsNummer

126 \def\liPruefungsNummer#1{
127   \str_set:Nn \g_pruefungs_nummer {#1}
128 }

\liPruefungsTitel

129 \def\liPruefungsTitel#1{
130   \str_set:Nn \g_pruefungs_titel {#1}
131 }

132 \def\li@SansFett#1#2{
133   {
134     #1
135     \bfseries
136     \rmfamily
137     #2
138   }
139 }

\liTrennSeite

140 \def\liTrennSeite#1{
141   \clearpage
142   \strut
143   \vfill
144   \begin{center}
145     {
146       \li@SansFett{\LARGE}{\str_use:N \g_pruefungs_nummer} \\
147       \vspace{2cm}
148       \li@SansFett{\large}{\str_use:N \g_pruefungs_titel} \\
149       \vspace{5cm}
150       \li@SansFett{\Huge}{#1}
151     }
152   \end{center}
153   \vfill
154   \strut
155   \clearpage
156 }

\liTitelSeite

157 \def\liTitelSeite#1{
158   \clearpage
159   \strut
160   \vfill
161   \begin{center}
162     #1
163   \end{center}
164   \vfill
165   \strut
```



```

166 \clearpage
167 }

\liBindePdfEin
168 \def\liBindePdfEin#1{\includepdf [pages={1-}]{\LehramtInformatikRepository/#1}}

169 \AtBeginDocument{
170   \thispagestyle{empty}
171   \liTitelSeite{
172     \li@SansFett{\Large}{Sammlung~aller~Staatsexamensaufgaben~der~Prüfungsnummer} \\
173
174     \vspace{4cm}
175
176     \li@SansFett{\Huge}{\str_use:N \g_pruefungs_nummer} \\
177
178     \vspace{4cm}
179
180     \li@SansFett{\LARGE}{\str_use:N \g_pruefungs_titel} \\
181   }
182 }

183 \ExplSyntaxOff
184

```

examen.cls

```
185 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
186 \ProvidesClass{bschlangaul-examen}[2021/06/10 Zum Einbinden von
187 mehreren Aufgaben zu einem Examen.]
188 \LoadClass{bschlangaul-basis}
```

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

```
189 \liLadePakete{
190   formatierung,
191   literatur-dummy,
192   makros,
193   aufgaben-metadaten,
194   abmessung,
195   typographie,
196   grafik,
197   meta
198 }
```

Formatierung für die Überschriften setzen.

```
199 \RequirePackage{titlesec}
200 \titleformat{\section}{\huge\filcenter\bfseries}{\thesection}{1em}{}
201 \newcommand{\sectionbreak}{\clearpage}
202 \setcounter{secnumdepth}{0}
203 \liLadeAllePakete
```

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

```
204 \RequirePackage[ngerman]{babel}
205 \RequirePackage{standalone}
206 \ExplSyntaxOn
```

\liSetzeExamenThemaNr

```
207 \def\liSetzeExamenThemaNr#1{
208   \tl_gset:Nn \g_auf_examen_thema_nr_tl { #1 }
209   \section{Thema~Nr.~#1}
210 }
```

\liSetzeExamenTeilaufgabeNr

```
211 \def\liSetzeExamenTeilaufgabeNr#1{
212   \tl_gset:Nn \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl { #1 }
213   \subsection{Teilaufgabe~Nr.~#1}
214 }
```

\liBindeAufgabeEin

```
215 \def\liBindeAufgabeEin#1{
216   \tl_gset:Nn \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl { #1 }
217   \input{
218     \LehramtInformatikRepository /
219     Staatsexamen /
220     \g_auf_examen_nummer_tl /
221     \g_auf_examen_jahr_tl /
222     \g_auf_examen_monat_tl /
223     \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} {
224       Thema - \g_auf_examen_thema_nr_tl /
225     }
226     \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} {
227       Teilaufgabe - \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl /
228     }
229     Aufgabe - \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl .tex
230   }
231 }
```

`\liAufgabenMetadaten` Das Metadaten-Makro überschreiben

```
232 \def\liAufgabenMetadaten#1{
233   \liMetaSetze{#1}
234   \subsubsection{\_gib_aufgaben_titel:}
235 }

236 \cs_new:Npn \titel_seite:
237 {
238   \pagestyle{empty}
239   \begin{center}
240     \large
241     Erste-Staatsprüfung-für-ein-Lehramt-an-öffentlichen-Schulen \par
242
243     \vspace{0.5cm}
244
245     Fach-Informatik \par
246
247     \vfill
248
249     \liGrafikLogo[width=8cm]\par
250     \bigskip
251     Die-Bschlangaul-Sammlung \par
252     {\footnotesize \liMetaHermineFriends} \par
253
254     \vfill
255
256     {
257       \bfseries\Huge
258
259       \g_auf_examen_jahreszeit_tl \par
260
261       \g_auf_examen_jahr_tl \par
262     }
263
264     \vspace{2cm}
265
266     {\LARGE \g_auf_examen_nummer_tl \par}
267
268     \vspace{0.5cm}
269
270     \g_auf_examen_fach_tl \par
271
272     \vspace{3cm}
273
274     Aufgabenstellungen-mit-Lösungsvorschlägen \par
275
276     \end{center}
277
278     \vfill
279 }

280 \cs_new:Npn \inhalts_verzeichnis: {
281   % für den Abstand vor den section im Inhaltsverzeichnis
282   % https://tex.stackexchange.com/questions/241445/how-to-control-spacing-in-toc-
   for-different-sections
283   \setlength{\cftbeforesecskip}{1.5cm}
284   \setlength{\cftbeforesubsecskip}{0.5cm}
285   \renewcommand{\cftsubsecafterpnum}{\vspace{\cftbeforesubsecskip}}
286   \setlength{\cftbeforesubsubsecskip}{0.1cm}
287   \renewcommand{\contentsname}{Aufgabenübersicht}
288   \tableofcontents
289 }

290 \setcounter{tocdepth}{4}
291 \RequirePackage[titles]{tocloft}
```

```
292 \AddToHook{begindocument}{  
293   \titel_seite:  
294  
295   \clearpage  
296  
297   \inhalts_verzeichnis:  
298  
299   \vfill  
300  
301   \liLogoTextProjekt  
302   \bigskip  
303  
304   \liLogoTextCCLizenz  
305   \bigskip  
306  
307   \clearpage  
308 }  
309 \ExplSyntaxOff  
310
```

haupt.cls

```
311 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
312 \ProvidesClass{bschlangaul-haupt}[2019/10/27 Klasse zum
313 Setzen der Haupt-Datei, Bschlangaul-Sammlung.tex d.h. des wichtigsten
314 Dokuments, das alles zusammenfasst.]
315 \LoadClass{bschlangaul-basis}

    Paket „formatierung“ muss vor „literatur“ sein, sonst Option clash
316 \liLadePakete{
317   formatierung,
318   abmessung,
319   literatur-dummy,
320   makros,
321   aufgaben-metadaten,
322   kopf-fusszeilen
323 }

    Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
324 \RequirePackage[ngerman]{babel}
325 \ExplSyntaxOn
326 \setze_kopf_fusszeilen:nn {} {}
327 \AddToHook { begindocument }
328 {
329   \repariere_kopfzeile_breite:
330 }
331 \ExplSyntaxOff
332
```

theorie.cls

```
333 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
334 \ProvidesClass{bschlangaul-theorie}[2021/09/12 Klasse zum
335 Setzen von Theorie-Zusammenfassungen]

336 \LoadClass{bschlangaul-basis}

    Paket „formatierung“ muss vor „literatur“ sein, sonst Option clash
337 \liLadePakete{
338   formatierung,
339   literatur,
340   makros,
341   aufgaben-metadaten,
342   kopf-fusszeilen
343 }

344 \RequirePackage{standalone}

    Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
345 \RequirePackage[ngerman]{babel}
346
```

Pakete

abmessung.sty

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

350 \RequirePackage{geometry}

351 \geometry{
352   a4paper,
353   margin=2cm,
354   includeheadfoot,
355   % showframe,
356   % showcrop,
357   % verbose=true,
358 }

359
```


aufgaben-einbinden.sty

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

\liAufgabe Eine Aufgaben mit den Pfad relativ zu Wurzelverzeichnis dieses Repository einbinden.
362 \def\liAufgabe#1{
363   \input{\LehramtInformatikRepository/#1.tex}
364 }

\liExamensAufgabe Eine Examensaufgaben mit den Pfad relativ zu Staatsexamen einbinden, z. B. \liExamensAufgabe{46116
2/Teilaufgabe-1/Aufgabe-3}
365 \def\liExamensAufgabe#1{
366   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1.tex}
367 }

\liExamensAufgabeTTA
368 \def\liExamensAufgabeTTA #1 / #2 / #3 : Thema #4 Teilaufgabe #5 Aufgabe #6 {
369   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Thema-#4/Teilaufgabe-
#5/Aufgabe-#6.tex}
370 }

\liExamensAufgabeTA
371 \def\liExamensAufgabeTA #1 / #2 / #3 : Thema #4 Aufgabe #5 {
372   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Thema-#4/Aufgabe-#5.tex}
373 }

\liExamensAufgabeA
374 \def\liExamensAufgabeA #1 / #2 / #3 : Aufgabe #4 {
375   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Aufgabe-#4.tex}
376 }

377
```

aufgaben-metadaten.sty

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

```
381 \ExplSyntaxOn
```

`\liMetaSetze` Setze die Metadaten einer Aufgabe.

```
382 \def\liMetaSetze#1{
383   \_setze_variablen_zurueck:
384
385   \tl_clear:N \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl
386
387   \keys_set:nn { aufgabenmetadaten } {
388     #1
389   }
390
391   \_setze_relativen_pfad:
392 }
```

`\liAufgabenMetadaten` 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`.

```
\liAufgabenMetadaten{
  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,
}
```

```
393 \def\liAufgabenMetadaten#1{
394   \liMetaSetze{#1}
395
396   \_gib_examen_titel: {}
397
398   \section{\_gib_aufgaben_titel:}
399 }
```

```
400 \ExplSyntaxOff
```

`\liAufgabenTitel` Momentan eine dummy Makro das die Thematik enthält.

```
401 \def\liAufgabenTitel#1{}
```

```
402
```

automaten.sty

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

Endlicher Automat

```
405 \liLadePakete{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}
```



```
406 \RequirePackage{tikz}
407 \usetikzlibrary{arrows,automata,positioning}
408 \liLadePakete{mathe}
409 \directlua{
410   automaten = require('bschlangaul-automaten')
411 }
```

`\liAutomat` `\liAutomat[(automaten-name)]{(zustaende=Z,alphabet=Σ,delta=δ,ende=E,start=z0)}`

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

```
412 \ExplSyntaxOn
413 \NewDocumentCommand {\liAutomat} { O{A} m } {
414   \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
415   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
416   \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
417   \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
418   \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
419   \tl_set:Nn \l_typ_tl {}
420
421   \keys_define:nn { automat } {
422     zustaeende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},
423     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
424     delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
425     ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
```

```

426     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
427     dea .value_forbidden:n = true,
428     dea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{DEA}}}},
429     nea .value_forbidden:n = true,
430     nea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{NEA}}}},
431   }
432
433   \keys_set:nn { automat } { #2 }
434
435   $#1 \l_typ_tl = (
436     \l_zustaende_tl,
437     \l_alphabet_tl,
438     \l_delta_tl,
439     \l_ende_tl,
440     \l_start_tl
441   )$
442 }
443 \ExplSyntaxOff

```

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

```

444 \def\liAutomatenKante#1#2#3#4{
445   \path (#1) edge[#4] node{#3} (#2);
446 }

447 \tikzset{
448   li_automat/.style={
449     ->,
450     node distance=2cm
451   },
452 }

```

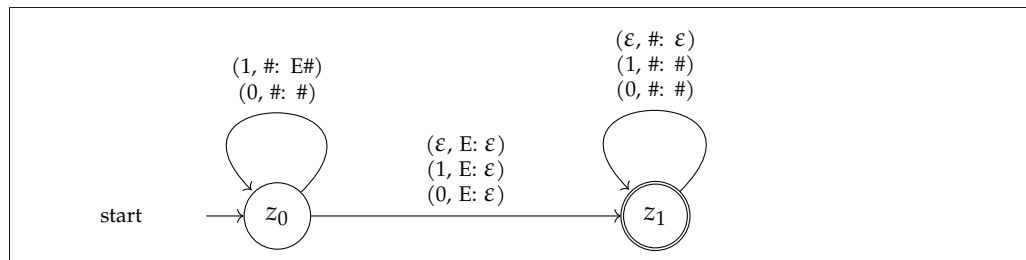
Kellerautomat

```
\begin{tikzpicture}[li kellerautomat,node distance=5cm]
\node[state,initial] (0) {$z_0$};
\node[state,right of=0,accepting] (1) {$z_1$};

\liKellerKante[above,loop]{0}{0}{
  1, KELLERBODEN, E KELLERBODEN;
  0, KELLERBODEN, KELLERBODEN;
}

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

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



```
\liKellerAutomat \liKellerAutomat[{automaten-name}]
{{zustaende=Z,alphabet=Σ,kelleralphabet=Γ,delta=δ,start=z0,kellerboden=#,ende=E}}

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

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

```
453 \ExplSyntaxOn
454 \NewDocumentCommand {\liKellerAutomat} { 0{K} m } {
455   \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
456   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
457   \tl_set:Nn \l_kelleralphabet_tl {\Gamma}
458   \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
459   \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
460   \tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {\#}
461   \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
462
463   \keys_define:nn { kellerautomat } {
464     zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},
465     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
466     kelleralphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_kelleralphabet_tl {\liMenge{##1}}},
467     delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
468     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
```

```

469   kellerboden .code:n = {\tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {##1}},
470   ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
471 }
472
473 \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
474
475 $#1 = (
476   \l_zustaende_tl,
477   \l_alphabet_tl,
478   \l_kelleralphabet_tl,
479   \l_delta_tl,
480   \l_start_tl,
481   \l_kellerboden_tl,
482   \l_ende_tl
483 )$
484 }
485 \ExplSyntaxOff

```

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

(a, #: A)
(b, #: ϵ)

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

```

486 \ExplSyntaxOn
487 \def\liKellerUebergang#1{
488   \directlua{automaten.drucke_keller_uebergaenge('#1')}
489 }
490 \ExplSyntaxOff

```

`\liKellerKante` `\liKellerKante[\tikz-optionen]{\langle von \rangle}{\langle zu \rangle}{\langle übergänge \rangle}`

Makro-Faulenzer: `\let\k=\liKellerKante`

```

491 \NewDocumentCommand{\liKellerKante} { 0 {above} m m m } {
492   \path (#2) edge[#1] node{\liKellerUebergang{#4}} (#3);
493 }

```

```

494 \tikzset{
495   li keller knoten/.style={
496     text width=2cm,
497     align=center,
498     font=\footnotesize,
499   },
500   li kellerautomat/.style={
501     li automat,
502     every edge/.append style={
503       every node/.style={
504         li keller knoten
505       }
506     }
507   }
508 }

```

Turingmaschine

```
509 \RequirePackage{amssymb}
```

`\liTuringLeerzeichen`

□

```
510 \def\liTuringLeerzeichen{\Box}
```

```

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

\liTuringMaschine{
  zustaende={ $z_0, z_1, z_2$ },
  alphabet={a, b, c},
  bandalphabet={\liTuringLeerzeichen, A},
  ende={ $z_2$ },
}

```

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

```

511 \ExplSyntaxOn
512 \NewDocumentCommand {\liTuringMaschine} { 0 {TM} m } {
513   \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
514   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
515   \tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\Gamma}
516   \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
517   \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
518   \tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {\liTuringLeerzeichen}
519   \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
520
521   \keys_define:nn { kellerautomat } {
522     zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},
523     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
524     bandalphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\liMenge{##1}}},
525     delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
526     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
527     leerzeichen .code:n = {\tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {##1}},
528     ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
529   }
530
531   \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
532
533   $\text{#1} = (
534     \l_zustaende_tl,
535     \l_alphabet_tl,
536     \l_bandalphabet_tl,
537     \l_delta_tl,
538     \l_start_tl,
539     \l_leerzeichen_tl,
540     \l_ende_tl
541   )$
542 }
543 \ExplSyntaxOff

```

\liTuringUebergangZelle Formatiert einen Zustandsübergang für eine Übergangstabelle.

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

`\liTuringUebergangZelle{z_1, LEER, R}:(z_1: \square , R)\liTuringUebergangZelle{z1, leer, l}:(z1: \square , L)`

```

544 \ExplSyntaxOn
545 \def\liTuringUebergangZelle#1{
546   \directlua{tex.print(automaten.gib_einen_turing_uebergang('#1'))}
547 }
548 \ExplSyntaxOff

```

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

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

`(z1: \square , L)`

`(\square : \square , R)`

```

549 \ExplSyntaxOn
550 \def\liTuringUebergaenge#1{
551   \directlua{automaten.drucke_turing_uebergaenge('#1')}
552 }
553 \ExplSyntaxOff

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

554 \NewDocumentCommand{\liTuringKante} { 0{above} m m m } {
555   \path (#2) edge[#1] node{\liTuringUebergaenge{#4}} (#3);
556 }

\liTuringUeberfuehrung

557 \def\liTuringUeberfuehrung{
558   $\delta : Z \times \Gamma \rightarrow Z \times \Gamma \times \{ L, R, N \}$
559 }

560 \tikzset{
561   li turingmaschine/.style={
562     li automat,
563     every edge/.append style={
564       every node/.style={
565         li keller knoten
566       }
567     }
568   }
569 }

570

```


basis.sty

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

573 \RequirePackage{xparse}

574 \ExplSyntaxOn
```

IFs

Wir weichen von dem üblichen Namensschema ab und beginnen das if mit einem Großbuchstaben und schreiben das letzte Worte komplett in Großbuchstaben, damit die if-Befehle schöner lesbar sind, z. B. `\ifLiADDITUM`, `\LiADDITUMtrue` und `\LiADDITUMfalse`.

```
\ifLiADDITUM
\LiADDITUMtrue 575 \newif\ifLiADDITUM
\LiADDITUMfalse 576 \LiADDITUMfalse

\ifLiEXKURS
\LiEXKURStrue 577 \newif\ifLiEXKURS
\LiEXKURStue 578 \LiEXKURStrue

\ifLiANTWORT
\LiANTWORTtrue 579 \newif\ifLiANTWORT
\LiANTWORTfalse 580 \LiANTWORTtrue

\liLadePakete

581 \NewDocumentCommand{\liLadePakete}{ m }
582 {
583   \clist_map_inline:nn { #1 } { \RequirePackage{bschlangaul-##1} }
584 }

\liLadeAllePakete

585 \def\liLadeAllePakete{
586   \liLadePakete{
587     aufgaben-einbinden,
588     automaten,
589     checkbox,
590     chomsky-normalform,
591     cpm,
592     cyk-algorithmus,
593     entwurfsmuster,
594     er,
595     formale-sprachen,
596     gantt,
597     grafik,
598     graph,
599     hanoi,
600     kontrollflussgraph,
601     komplexitaetstheorie,
602     makros,
603     master-theorem,
604     mathe,
605     minimierung,
606     normalformen,
607     petri,
608     potenzmengen-konstruktion,
609     pumping-lemma,
610     pseudo,
611     quicksort,
612     relationale-algebra,
613     rmodell,
614     sortieren,
615     spalten,
```

```

616     struktogramm,
617     sql,
618     syntax,
619     syntaxbaum,
620     synthese-algorithmus,
621     tabelle,
622     typographie,
623     uml,
624     vollstaendige-induktion,
625     wasserfall,
626     wpkalkuel,
627     %
628     baum, % am Schluss sonst Fehler: undefined command \edge
629 }
630 }

```

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.

```

631 \clist_new:N \g_auf_schluessel_clist
632 \clist_set:Nn \g_auf_schluessel_clist {
633   titel,
634   thematik,
635   stichwoerter,
636   zitat_schluessel,
637   zitat_beschreibung,
638   %
639   bearbeitungs_stand,
640   korrektheit,
641   %
642   relativer_pfad,
643   identische_aufgabe,
644   %
645   examen_nummer,
646   examen_fach,
647   examen_jahr,
648   examen_monat,
649   examen_jahreszeit,
650   examen_thema_nr,
651   examen_teilaufgabe_nr,
652   examen_aufgabe_nr,
653 }

```

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

```

654 \clist_map_inline:Nn \g_auf_schluessel_clist {
655   \tl_new:c {g_auf_#1_tl}
656 }

```

Funktion über alle globalen Token-List-Variablen zurückzusetzen.

```

657 \cs_new:Npn \setze_variablen_zurueck: {
658   \clist_map_inline:Nn \g_auf_schluessel_clist {
659     \tl_clear:c {g_auf_##1_tl}
660   }
661 }

```

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

```

662 \keys_define:nn { aufgabenmetadaten }
663 {
664   Titel .tl_gset:N = \g_auf_titel_tl,
665   Thematik .tl_gset:N = \g_auf_thematik_tl,
666   Stichwoerter .tl_gset:N = \g_auf_stichwoerter_tl,

```

```

667 ZitatSchluessel .tl_gset:N = \g_auf_zitat_beschreibung_tl,
668 ZitatBeschreibung .tl_gset:N = \g_auf_zitat_schluessel_tl,
669 %
670 BearbeitungsStand .tl_gset:N = \g_auf_bearbeitungs_stand_tl,
671 Korrektheit .tl_gset:N = \g_auf_korrekttheit_tl,
672 %
673 RelativerPfad .tl_gset:N = \g_auf_relativer_pfad_tl,
674 IdentischeAufgabe .tl_gset:N = \g_auf_identische_aufgabe_tl,
675 %
676 ExamenNummer .tl_gset:N = \g_auf_examen_nummer_tl,
677 ExamenFach .tl_gset:N = \g_auf_examen_fach_tl,
678 ExamenJahr .tl_gset:N = \g_auf_examen_jahr_tl,
679 ExamenMonat .tl_gset:N = \g_auf_examen_monat_tl,
680 ExamenJahreszeit .tl_gset:N = \g_auf_examen_jahreszeit_tl,
681 ExamenThemaNr .tl_gset:N = \g_auf_examen_thema_nr_tl,
682 ExamenTeilaufgabeNr .tl_gset:N = \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl,
683 ExamenAufgabeNr .tl_gset:N = \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl,
684 }

685 \cs_gset:Npn \_setze_relativen_pfad: {
686   \tl_if_empty:NTF \g_auf_relativer_pfad_tl
687   {
688     \bool_if:nTF
689     {
690       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_nummer_tl &&
691       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_jahr_tl &&
692       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_monat_tl
693     }
694     {
695       \tl_gset:Nn \g_auf_relativer_pfad_tl {
696         Staatsexamen /
697         \g_auf_examen_nummer_tl /
698         \g_auf_examen_jahr_tl /
699         \g_auf_examen_monat_tl /
700         \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} { Thema - \g_auf_examen_thema_nr_tl / }
701         \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} { Teilaufgabe - \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl / }
702         \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} { Aufgabe - \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl / }
703       }
704     }
705   } {}
706 }
707 {}
708 }

709 \cs_set:Nn \_trenner: {
710   \, / \,
711 }

712 \cs_gset:Npn \_gib_jahreszeit_durch_monat: #1 {
713   % \str_case funktioniert nicht mit den Tokenlist variablen.
714   \tl_case:Nn { #1 }
715   {
716     { 3 } { Frühjahr }
717     { 03 } { Frühjahr }
718     { 9 } { Herbst }
719     { 09 } { Herbst }
720   }
721 }

```

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

```

722 \cs_gset:Npn \_gib_examen_fach_durch_nummer: #1 {
723   \tl_case:Nn { #1 }
724   {
725     { 46110 } { Grundlagen der Informatik (nicht vertieft) }
726     { 46111 } { Programmentwicklung / Systemprogrammierung / Datenbanksysteme (nicht vertieft) }
727     { 46112 } { Grundlagen der Informatik (nicht vertieft) }

```

```

728 { 46113 } { Theoretische Informatik (nicht vertieft) }
729 { 46114 } { Algorithmen / Datenstrukturen / Programmiermethoden (nicht vertieft) }
730 { 46115 } { Theoretische Informatik / Algorithmen / Datenstrukturen (nicht vertieft) }
731 { 46116 } { Softwaretechnologie / Datenbanksysteme (nicht vertieft) }
732 { 46118 } { Fachdidaktik (Mittelschulen) }
733 { 46119 } { Fachdidaktik (Realschulen) }
734 { 46121 } { Fachdidaktik (berufliche Schulen) }
735 { 66110 } { Automatentheorie, Algorithmische Sprache (vertieft) }
736 { 66111 } { Betriebssysteme / Datenbanksysteme / Rechnerarchitektur (vertieft) }
737 { 66112 } { Automatentheorie / Komplexität / Algorithmen (vertieft) }
738 { 66113 } { Rechnerarchitektur / Datenbanken / Betriebssysteme (vertieft) }
739 { 66114 } { Datenbank- und Betriebssysteme (vertieft) }
740 { 66115 } { Theoretische Informatik / Algorithmen (vertieft) }
741 { 66116 } { Datenbanksysteme / Softwaretechnologie (vertieft) }
742 { 66118 } { Fachdidaktik (Gymnasium) }
743 }
744 }

```

„Einzelprüfungsnummer / Jahr / Jahreszeit“ mit Trennzeichen

```

745 \cs_gset:Npn \gib_einzelpruefung_trenner: {
746   \g_auf_examen_nummer_tl
747
748   \_trenner:
749
750   \g_auf_examen_jahr_tl
751
752   \_trenner:
753
754   \gib_jahreszeit_durch_monat: \g_auf_examen_monat_tl
755 }

```

Thema 1 / Teilaufgabe 2 / Aufgabe 3

```

756 \cs_gset:Npn \gib_aufgaben_pfad_trenner: {
757   \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} {
758     Thema ~ \g_auf_examen_thema_nr_tl \_trenner:
759   }
760   \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} {
761     Teilaufgabe ~ \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl \_trenner:
762   }
763   \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} {
764     Aufgabe ~ \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
765   }
766 }

```

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

```

767 \cs_new:Npn \gib_aufgaben_pfad_lang_sicher: {
768   \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_nummer_tl
769   {
770     \g_auf_titel_tl
771   }
772   {
773     \gib_einzelpruefung_trenner:
774     \_trenner:
775     \gib_aufgaben_pfad_trenner:
776   }
777 }

778 \cs_gset:Npn \gib_examen_titel:
779 {
780   \cs_set:Nn \_trenner: { \, / \, }
781   \bool_if:nTF
782   {
783     ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_nummer_tl &&
784     ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_jahr_tl &&

```

```

785 ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_monat_tl &&
786 ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
787 }
788 {
789   {
790     \footnotesize
791     \par
792     \noindent
793     Staatsexamen ~
794     \g_auf_examen_nummer_tl \_trenner:
795     \g_auf_examen_jahr_tl \_trenner:
796
797     \tl_case:Nn \g_auf_examen_monat_tl
798     {
799       { 03 } { Frühjahr }
800       { 09 } { Herbst }
801     } \_trenner:
802
803     \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} {
804       Thema ~ Nr. ~ \g_auf_examen_thema_nr_tl \_trenner:
805     }
806     \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} {
807       Teilaufgabe ~ Nr. ~ \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl \_trenner:
808     }
809     \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} {
810       Aufgabe ~ Nr. ~ \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
811     }
812     \par
813     \bigskip
814   }
815 }
816 }

817 \cs_new:Npn \_gib_github_url: {
818   \LehramtInformatikGithubDomain /
819   \LehramtInformatikGithubTexRepo /
820   blob /
821   \LehramtInformatikGitBranch /
822   \g_auf_relativer_pfad_tl
823 }

824 \cs_new:Npn \_gib_github_url_href: {
825   \tl_if_empty:NTF \g_auf_relativer_pfad_tl {} {
826     \url{ \_gib_github_url: }
827   }
828 }

829 \cs_new:Npn \_gib_aufgaben_titel: {
830   \g_auf_titel_tl
831
832   \tl_if_empty:NTF \g_auf_thematik_tl
833   {}
834   {
835     \, ~ [
836       \g_auf_thematik_tl
837     ]
838   }
839 }

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

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

biblatex not working with lualatex and babel
843 % \RequirePackage{polyglossia}

```

844% \setmainlanguage{german}

845

baum.sty

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

849 \RequirePackage{tikz}

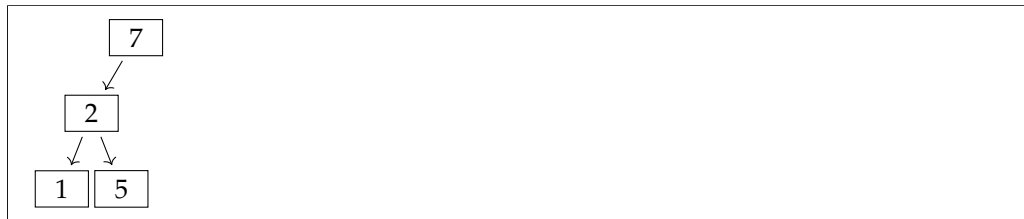
    für li binaer baum
850 \RequirePackage{tikz-qtree}

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

Binärbaum

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

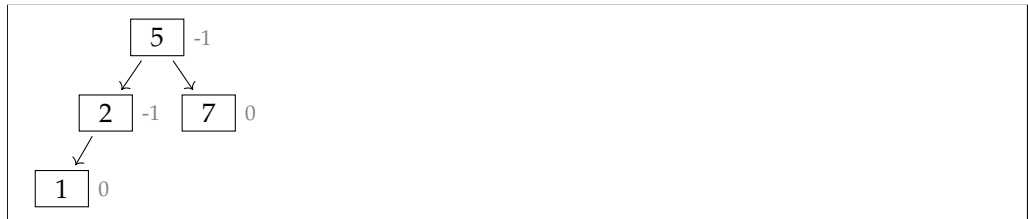
```
\begin{tikzpicture}[li binaer baum]
\Tree
[.7
  [.2
    [.1 ]
    [.5 ]
  ]
\edge[blank]; \node[blank]{};
]
\end{tikzpicture}
```



```
852\tikzset{
853  li binaer baum/.style={
854    shorten <=2pt,
855    shorten >=2pt,
856    ->,
857    every tree node/.style={
858      minimum width=2em,
859      draw,
860      rectangle
861    },
862    blank/.style={
863      draw=none
864    },
865    edge from parent/.style={
866      draw,
867      edge from parent path={(\tikzparentnode) -- (\tikzchildnode)}
868    },
869    level distance=1cm,
870    every label/.style={
871      gray,
872      font=\footnotesize,
873      label position=0,
874      label distance=0cm,
875    }
876  },
877 }
```


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}
```

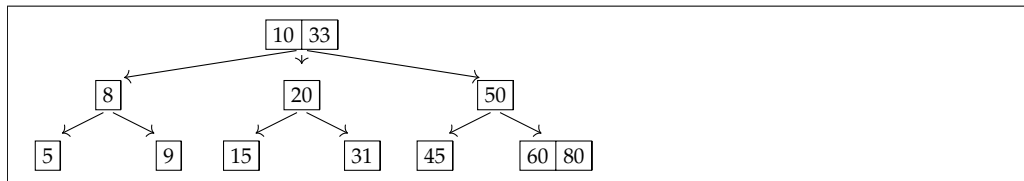


B-Baum

```

\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}

```



```

878 \tikzset{
879   li bbaum knoten/.style={
880     rectangle split parts=10,
881     rectangle split,
882     rectangle split horizontal,
883     rectangle split ignore empty parts,
884     draw,
885     fill=white
886   },
887   li bbaum/.style={
888     every node/.style={
889       li bbaum knoten
890     },
891     level 1/.style={
892       level distance=12mm,
893       sibling distance=25mm,
894     },
895     every child/.style={
896       shorten <= 2pt,
897       shorten >= 6pt,
898       ->,
899     },
900     level 2/.style={
901       level distance=9mm,
902       sibling distance=15mm,
903     },
904   }
905 }
906

```

checkbox.sty

```
907 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
908 \ProvidesPackage{bschlangaul-checkbox}[2020/12/14 Zum Setzen von
909 Multiple-Choice-Fragen. Simulation von Kästchen zum ankreuzen]
910 \RequirePackage{amssymb}

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

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

913
```

chomsky-normalform.sty

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

917 \ExplSyntaxOn

918 \liLadePakete{typographie}
```

Faulenzer

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

TeX-Markup-Grundgerüst

```
\let\schrittE=\liChomskyUeberErklaerung
\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}

\liNichtsZuTun

\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,
\end{liProduktionsRegeln}

\item \schrittE{3}

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

```

% S.3 -> T4 T

\begin{liProduktionsRegeln}
S -> 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}

```

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

```

919 \def\liChomskyUeberschrift#1{
920   {
921     \bfseries
922     \rmfamily
923     \str_case:nn {#1} {
924       {1} {Elimination~der~$\varepsilon$-Regeln}
925       {2} {Elimination~von~Kettenregeln}
926       {3} {Separation~von~Terminalzeichen}
927       {4} {Elimination~von~mehrelementigen~Nonterminalketten}
928     }
929   }
930 }

```

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

```

931 \def\li@chomsky@erklaerung@texte#1{
932   \str_case:nn {#1} {
933     %
934     {1} {
935       Alle~Regeln~der~Form~$A\rightarrow\varepsilon$~werden~eliminiert.~
936       Die~Ersetzung~von~$A$~wird~durch~$\varepsilon$~in~allen~anderen~
937       Regeln~vorweggenommen.
938     }
939     {2} {
940       Jede~Produktion~der~Form~$A\rightarrow B$~mit~$A, B$~in~$S$~wird~
941       als~Kettenregel~bezeichnet.~Diese~tragen~nicht~zur~Produktion~
942       von~Terminalzeichen~bei~und~lassen~sich~ebenfalls~eliminieren.
943     }
944     {3} {
945       Jedes~Terminalzeichen~$\sigma$,~das~in~Kombination~mit~anderen~
946       Symbolen~auftaucht,~wird~durch~ein~neues~Nonterminal~
947       $S\sb{\sigma}$~ersetzt~und~die~Menge~der~Produktionen~durch~die~
948       Regel~$S\sb{\sigma}\rightarrow\varepsilon$~ergänzt.
949     }
950     {4} {
951       Alle~Produktionen~der~Form~
952       $A\rightarrow B\sb{1}B\sb{2}\dots B\sb{n}$~
953       werden~in~die~Produktionen~
954       $A\rightarrow$
955       $A\sb{n-1}B\sb{n}, A\sb{n-1}\rightarrow$
956       $A\sb{n-2}B\sb{n-1}, \dots, $
957       $A\sb{2}\rightarrow B\sb{1}B\sb{2}$~zerteilt.~
958       Nach~der~Ersetzung~sind~alle~längeren~Nonterminalketten~
959       vollständig~heruntergebrochen~und~die~Chomsky-Normalform~erreicht.
960     }

```

```

961 }
962 }
963 \def\liChomskyErklaerung#1{
964 {
965     \itshape
966     \footnotesize
967     \liParagraphMitLinien{\li@chomsky@erklaerung@texte{#1}}
968 }
969 }

```

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

```

970 \def\liChomskyUeberErklaerung#1{
971     \liChomskyUeberschrift{#1}\par
972     \liChomskyErklaerung{#1}
973 }

974 \ExplSyntaxOff
975

```

cpm.sty

```

976 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
977 \ProvidesPackage{bschlangaul-cpm}[2020/09/03]
978 \RequirePackage{tikz}

979 \liLadePakete{mathe,typographie}

```

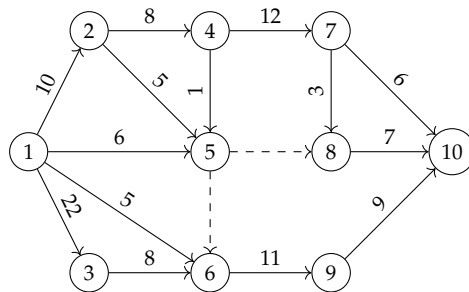
Faulenzer

```

\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]
\liCpmEreignis{1}{0}{2}
\liCpmEreignis{2}{1}{4}
\liCpmEreignis{3}{1}{0}

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

\liCpmVorgang[schein]{5}{6}{}
\liCpmVorgang[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“

```

\liCpmFruehErklaerung
\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“

```

\liCpmSpaetErklaerung
% 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}

```

```

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

```

```

980 \ExplSyntaxOn
981 \NewDocumentCommand { \liCpmEreignis } { 0 } m m m } {
982   \tl_set:Nn \l_name_tl {}
983
984   \keys_define:nn { cpmEreignis } {
985     name .code:n = {\tl_set:Nn \l_name_tl {##1}},
986   }
987
988   \keys_set:nn { cpmEreignis } { #1 }
989
990   \tl_if_empty:NT \l_name_tl {
991     \tl_set:Nn \l_name_tl {#2}
992   }
993
994   \node[circle,draw] (\l_name_tl) at (#3,#4) {#2};
995 }
996 \ExplSyntaxOff

```

```

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

```

```

997 \ExplSyntaxOn
998 \NewDocumentCommand { \liCpmVorgang } { 0 } m m m } {
999   \tl_set:Nn \l_schein_tl {}
1000   \tl_set:Nn \l_kritisch_tl {}
1001
1002   \keys_define:nn { cpmVorgang } {
1003     schein .code:n = {\tl_set:Nn \l_schein_tl {dashed}},
1004     kritisch .code:n = {\tl_set:Nn \l_kritisch_tl {very~thick}},
1005   }
1006
1007   \keys_set:nn { cpmVorgang } { #1 }
1008
1009   \path[->,\l_schein_tl,\l_kritisch_tl] (#2) edge node[auto,sloped] {#4} (#3);
1010 }
1011 \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}
```

```
\liCpmVonZu Makro-Faulenzer: \let\vz=\liCpmVonZu
\liCpmVonZu{1}(2-3): 1(2→3)
1012 \def\liCpmVonZuOhneMathe#1(#2-#3){#1_{\scriptscriptstyle(#2\rightarrow#3)}}
1013 \def\liCpmVonZu#1(#2-#3){%
1014 \ifmmode%
1015 \liCpmVonZuOhneMathe{#1}(#2-#3)%
1016 \else%
1017 $\liCpmVonZuOhneMathe{#1}(#2-#3)$%
1018 \fi%
1019 }
```

```
\liCpmVon Makro-Faulenzer: \let\v=\liCpmVon
\liCpmVon{1}(2): 1(→2)
1020 \def\liCpmVonOhneMathe#1(#2){#1_{\scriptscriptstyle(\rightarrow#2)}}
1021 \def\liCpmVon#1(#2){%
1022 \ifmmode%
1023 \liCpmVonOhneMathe{#1}(#2)%
1024 \else%
1025 $\liCpmVonOhneMathe{#1}(#2)$%
1026 \fi%
1027 }
```

```
\liCpmZu Makro-Faulenzer: \let\z=\liCpmZu
\liCpmZu{1}(2): 1(←2)
1028 \def\liCpmZuOhneMathe#1(#2){#1_{\scriptscriptstyle(\leftarrow#2)}}
1029 \def\liCpmZu#1(#2){%
1030 \ifmmode%
1031 \liCpmZuOhneMathe{#1}(#2)%
1032 \else%
1033 $\liCpmZuOhneMathe{#1}(#2)$%
1034 \fi%
1035 }

1036 \ExplSyntaxOn
```

```
\liCpmSpaetI Spätester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann
Makro-Faulenzer: \let\SZ=\liCpmSpaetI
1037 \NewDocumentCommand{ \liCpmSpaetI } { 0{i} } {
1038 \ifmmode
1039 SZ\sb{#1}
1040 \else
1041 $\SZ\sb{#1}$
1042 \fi
1043 }
```

```
\liCpmFruehI Frühester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann.
Makro-Faulenzer: \let\FZ=\liCpmFruehI
1044 \NewDocumentCommand{ \liCpmFruehI } { 0{i} } {
1045 \ifmmode
1046 FZ\sb{#1}
1047 \else
1048 $\FZ\sb{#1}$
```

```

1049 \fi
1050 }

```

\liCpmFruehErklaerung

— 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. _____

```

1051 \def\liCpmFruehErklaerung{
1052   \liParagraphMitLinien{
1053     Wir~führen~eine~Vorwärtsterminierung~durch~
1054     und~addieren~die~Dauern.~
1055
1056     Kann~ein~Ereignis~über~mehrere~Vorgänge~erreicht~
1057     werden,~wählen~wir~das~Maximum~aus.~
1058
1059     \textbf{Erläuterungen:}~
1060
1061      $i$ :~
1062     Ereignis~ $i$ ;~\,
1063
1064     \liCpmFruehI{}:~
1065     Frühester~Zeitpunkt,~zu~dem~Ereignis~ $i$ ~eintreten~kann
1066     .
1067   }
1068 }

```

\liCpmSpaetErklaerung

— 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. _____

```

1069 \def\liCpmSpaetErklaerung{
1070   \liParagraphMitLinien{
1071     Wir~führen~eine~Rückwärtsterminierung~durch~
1072     und~subtrahieren~die~Dauern~vom~letzten~Ereignis~aus.~
1073
1074     Kann~ein~Ereignis~über~mehrere~Vorgänge~erreicht~
1075     werden,~wählen~wir~das~Minimum~aus.~
1076
1077     \textbf{Erläuterungen:}~
1078
1079      $i$ :~
1080     Ereignis~ $i$ ;~\,
1081
1082     \liCpmSpaetI{}:~
1083     Spätester~Zeitpunkt,~zu~dem~Ereignis~ $i$ ~eintreten~kann
1084     .
1085   }
1086 }

```

```

1087 \ExplSyntaxOff
1088

```

cyk-algorithmus.sty

```
1089 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1090 \ProvidesPackage{bschlangaul-cyk-algorithmus}[2021/06/18 Hilfsmakros
1091 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}
\liWortInSprache{acbcab}
```

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

```
1092 \def\liKurzeTabellenLinie#1{\ccline{1-#1}}
```

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

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

```
1093 \NewDocumentCommand{ \liWortInSprache } { m O{L(G)} } {
1094   \bigskip
1095   \noindent
1096   $\Rrightarrow$ #1 \in #2$
1097 }
```

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

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

```
1098 \NewDocumentCommand{ \liWortNichtInSprache } { m O{L(G)} } {
1099   \bigskip
1100   \noindent
1101   $\Rrightarrow$ #1 \notin #2$
1102 }
```

```
1103
```

entwurfsmuster.sty

```
1104 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1105 \ProvidesPackage{bschlangaul-entwurfsmuster}[2021/05/06]
1106 \Hilfsmakros zum Setzen von Entwurfsmustern / Design Patterns]
```

Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:

Präfix: \liEntwurfs + Name des Entwurfsmuster DeutscherName + Suffix: (Uml, Akteure, Code, ohne)

Reihenfolge

- (a) Beschreibung Kurze Beschreibung des Entwurfsmusters, z. B \liEntwurfsEinzelstueckBeschreibung
- (b) Uml: Uml-Klassendiagramm, z. B \liEntwurfsEinzelstueckUml
- (c) Akteure: Akteure, beteiligte Klassen, z. B \liEntwurfsEinzelstueckAkteure
- (d) Code: Allgemeines Code-Beispiel, z. B \liEntwurfsEinzelstueckCode
- (e) ohne: Ohne Suffix, Bündelung der einzelnen Makros eines Entwurfsmusters
 \liEntwurfsEinzelstueckAkteure

```
1107 \RequirePackage{bschlangaul-uml}
```

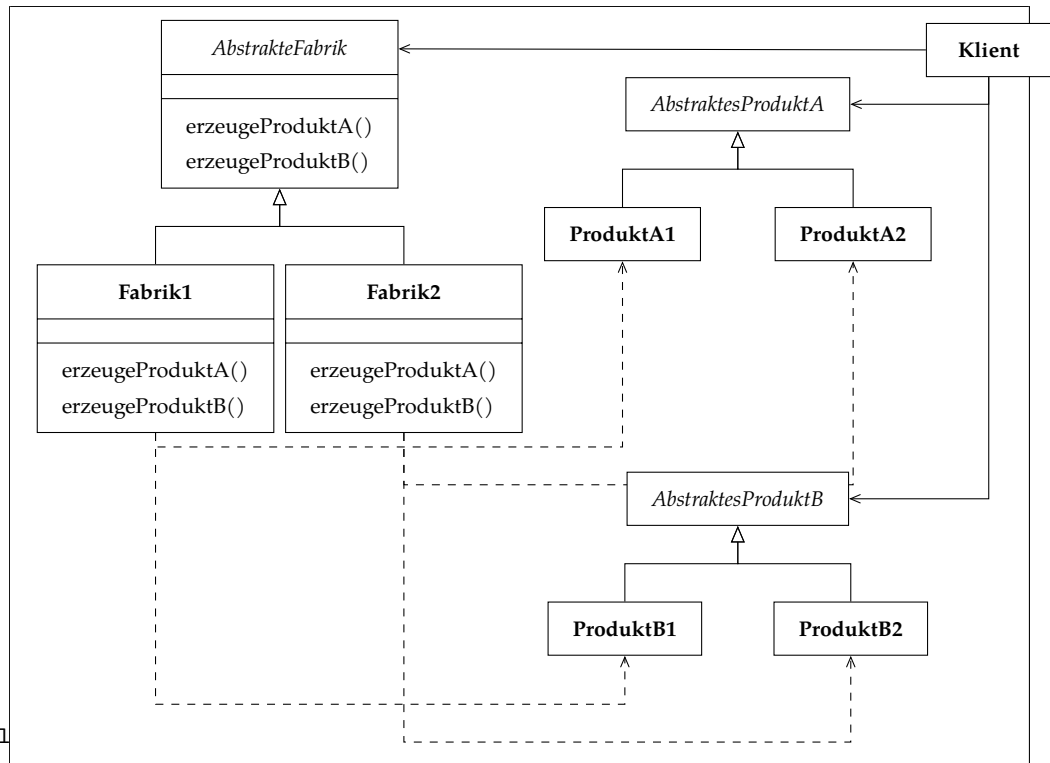
\li@EntwurfsCodeAllgemein Allgemeine Code-Beispiele zu den UML-Diagrammen und Stellvertretern

```
1108 \RequirePackage{bschlangaul-syntax}
1109 \def\li@EntwurfsCode#1#2{
1110   \liJavaDatei{entwurfsmuster/#1/allgemein/#2}
1111 }
```

Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)

sAbstrakteFabrikBeschreibung

```
1112 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung{
1113   Es wird eine Schnittstelle bereitgestellt, um \emph{Familien
1114   verbundener oder abhängiger Objekte} zu erstellen, ohne die konkreten
1115   Klassen zu spezifizieren.\footcite[Seite 25]{eilebrecht}
1116 }
```



```

1117 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrikUml{
1118   \begin{tikzpicture}
1119     \umlclass[type=abstract]{AbstrakteFabrik}{-}{
1120       erzeugeProduktA()\
1121       erzeugeProduktB()\
1122     }
1123     \umlclass[below left=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik1}{-}{
1124       erzeugeProduktA()\
1125       erzeugeProduktB()\
1126     }
1127     \umlclass[below right=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik2}{-}{
1128       erzeugeProduktA()\
1129       erzeugeProduktB()\
1130     }
1131     \umlVHVinherit{Fabrik1}{AbstrakteFabrik}
1132     \umlVHVinherit{Fabrik2}{AbstrakteFabrik}
1133
1134     \umlsimpleclass[right=3cm of AbstrakteFabrik,type=abstract]{AbstraktesProduktA}
1135     \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA1}
1136     \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA2}
1137     \umlVHVinherit{ProduktA1}{AbstraktesProduktA}
1138     \umlVHVinherit{ProduktA2}{AbstraktesProduktA}
1139
1140     \umlsimpleclass[above right=0cm and 1cm of AbstraktesProduktA]{Klient}
1141
1142     \umlsimpleclass[below=4.5cm of AbstraktesProduktA,type=abstract]{AbstraktesProduktB}
1143     \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB1}
1144     \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB2}
1145     \umlVHVinherit{ProduktB1}{AbstraktesProduktB}
1146     \umlVHVinherit{ProduktB2}{AbstraktesProduktB}
1147
1148     \umlVHVdep[arm1=-1.3cm,arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktA1}
1149     \umlVHVdep[arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktB1}
1150
1151     \umlVHVdep[arm1=-1.8cm,arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktA2}
1152     \umlVHVdep[arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktB2}
1153

```

```

1154 \umluniassoc[anchor2=25]{Klient}{AbstrakteFabrik}
1155 \umlVHuniassoc[arm1=-1cm]{Klient}{AbstraktesProduktA}
1156 \umlVHuniassoc{Klient}{AbstraktesProduktB}
1157 \end{tikzpicture}
1158 }

```

iEntwurfsAbstrakteFabrikCode

```

1159 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrikCode{
1160 \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Produkte}
1161 \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{AbstrakteFabrik}
1162 \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Klient}
1163 }

```

\liEntwurfsAbstrakteFabrik

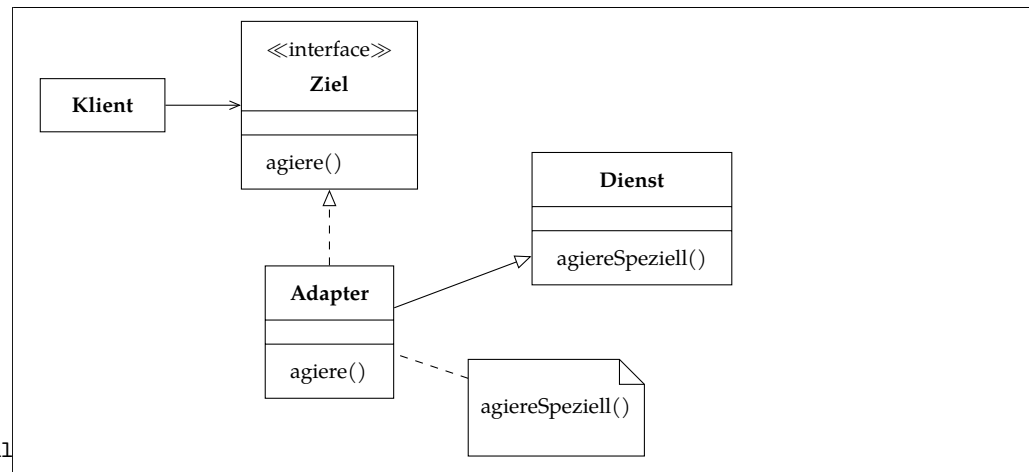
```

1164 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrik{
1165 \liEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung
1166
1167 \liEntwurfsAbstrakteFabrikUml
1168
1169 \liEntwurfsAbstrakteFabrikCode
1170 }

```

Adapter

\liEntwurfsAdapterUml



```

1171 \def\liEntwurfsAdapterUml{
1172 \begin{tikzpicture}
1173 \umlsimpleclass[x=1,y=3]{Klient}{}{}
1174 \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Ziel}{}{agiere()}
1175 \umlclass[x=4,y=0]{Adapter}{}{agiere()}
1176 \umlclass[x=8,y=1.5]{Dienst}{}{agiereSpeziell()}
1177
1178 \umlreal{Adapter}{Ziel}
1179 \umluniassoc{Klient}{Ziel}
1180 \umlinherit{Adapter}{Dienst}
1181
1182 \umlnote[x=7,y=-1,width=2cm]{Adapter}{agiereSpeziell()}
1183 \end{tikzpicture}
1184 \footcite[so ähnlich wie GoF]{wiki:adapter}
1185 }

```

\liEntwurfsAdapterAkteure

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.

```

1186 \def\liEntwurfsAdapterAkteure{
1187   \begin{description}
1188
1189     \item[Ziel (Target)]
1190
1191     Das Ziel definiert die Schnittstelle, die der Klient nutzen kann.
1192
1193     \item[Klient (Client)]
1194
1195     Der Klient nutzt Dienste über inkompatible Schnittstellen und greift
1196     dabei auf adaptierte Schnittstellen zurück.
1197
1198     \item[Dienst (Adaptee)]
1199
1200     Der Dienst bietet wiederzuverwendende Dienstleistungen mit fest
1201     definierter Schnittstelle an.
1202
1203     \item[Adapter]
1204
1205     Der Adapter adaptiert die Schnittstelle des Dienstes auf die
1206     Schnittstelle zum Klienten.\footcite{wiki:adapter}
1207
1208   \end{description}
1209 }

```

\liEntwurfsAdapterCode

```

1210 \def\liEntwurfsAdapterCode{
1211   \li@EntwurfsCode{adapter}{Dienst}
1212   \li@EntwurfsCode{adapter}{Ziel}
1213   \li@EntwurfsCode{adapter}{Adapter}
1214   \li@EntwurfsCode{adapter}{Klient}
1215 }

```

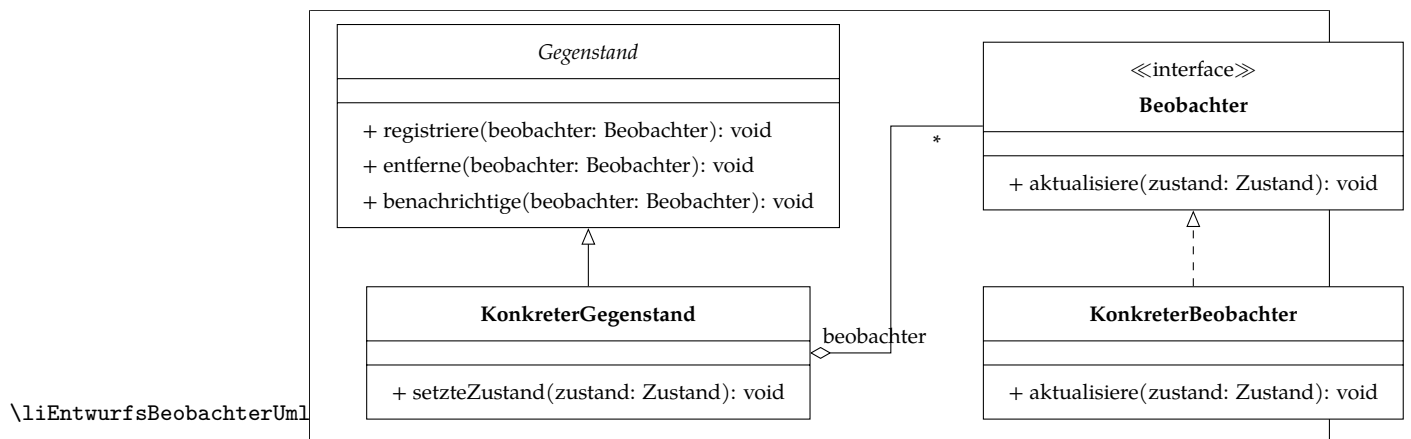
\liEntwurfsAdapter

```

1216 \def\liEntwurfsAdapter{
1217   \liEntwurfsAdapterUml
1218   \liEntwurfsAdapterAkteure
1219   \liEntwurfsAdapterCode
1220 }

```

Beobachter (Observer)



```

1221 \def\liEntwurfsBeobachterUml{

```

```

1222 \begin{tikzpicture}
1223   \umlclass[x=0,y=0,type=abstract]{Gegenstand}{-}{
1224     + registriere(beobachter: Beobachter): void\\
1225     + entferne(beobachter: Beobachter): void\\
1226     + benachrichtige(beobachter: Beobachter): void\\
1227   }
1228   \umlclass[x=0,y=-3]{KonkreterGegenstand}{-}{
1229     + setzeZustand(zustand: Zustand): void
1230   }
1231   \umlinherit{KonkreterGegenstand}{Gegenstand}
1232
1233   \umlclass[x=8,y=0,type=interface]{Beobachter}{-}{
1234     + aktualisiere(zustand: Zustand): void
1235   }
1236   \umlclass[x=8,y=-3]{KonkreterBeobachter}{-}{
1237     + aktualisiere(zustand: Zustand): void
1238   }
1239   \umlreal{KonkreterBeobachter}{Beobachter}
1240
1241   \umlHVHaggreg[arg1=beobachter,pos1=0.8,mult2=*,pos2=2.5]
1242     {KonkreterGegenstand}{Beobachter}
1243 \end{tikzpicture}
1244 }

```

\liEntwurfsBeobachterAkteure

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.

```

1245 \def\liEntwurfsBeobachterAkteure{
1246   \begin{description}
1247     \item[Gegenstand / Subjekt (Subject / Observable)]
1248
1249     Ein Subjekt (beobachtbares Objekt, auf Englisch publisher, also
1250     „Veröffentlicher“, genannt) hat eine Liste von Beobachtern, ohne
1251     deren konkrete Typen zu kennen. Es bietet eine Schnittstelle zur An-
1252     und Abmeldung von Beobachtern und eine Schnittstelle zur
1253     Benachrichtigung von Beobachtern über Änderungen an.\footcite[Seite
1254     251]{gof}
1255
1256     \item[Beobachter (Observer)]
1257
1258     Die Beobachter (auf Englisch auch subscriber, also „Abonnent“,
1259     genannt) definieren eine Aktualisierungsschnittstelle.
1260
1261     \item[konkreter/s Gegenstand / Subjekt (ConcreteSubject / ConcreteObservable)]
1262

```



```

1263 Ein konkretes Subjekt (konkretes, beobachtbares Objekt) speichert
1264 den relevanten Zustand und benachrichtigt alle Beobachter bei
1265 Zustandsänderungen über deren Aktualisierungsschnittstelle. Es
1266 verfügt über eine Schnittstelle zur Erfragung des aktuellen
1267 Zustands.
1268
1269 \item[Konkrete Beobachter (ConcreteObserver)]
1270
1271 Konkrete Beobachter verwalten die Referenz auf ein konkretes
1272 Subjekt, dessen Zustand sie beobachten und speichern und dessen
1273 Zustand konsistent ist. Sie implementieren eine
1274 Aktualisierungsschnittstelle unter Verwendung der
1275 Abfrageschnittstelle des konkreten Subjekts.
1276 \footcite{wiki:beobachter}
1277 \end{description}
1278 }

```

\liEntwurfsBeobachterCode

```

1279 \def\liEntwurfsBeobachterCode{
1280 \li@EntwurfsCode{beobachter}{Gegenstand}
1281 \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterGegenstand}
1282 \li@EntwurfsCode{beobachter}{Beobachter}
1283 \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterA}
1284 \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterB}
1285 \li@EntwurfsCode{beobachter}{Klient}
1286 }

```

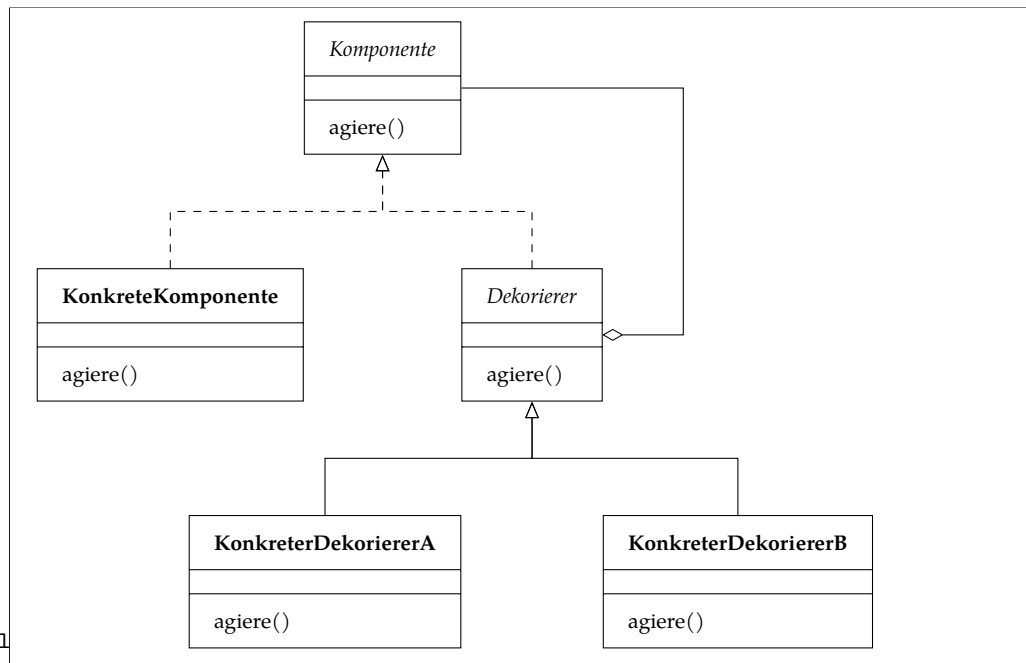
\liEntwurfsBeobachter

```

1287 \def\liEntwurfsBeobachter{
1288 \liEntwurfsBeobachterUml
1289 \liEntwurfsBeobachterAkteure
1290 \liEntwurfsBeobachterCode
1291 }

```

Dekorierer (Decorator)



\liEntwurfsDekoriererUml

```

1292 \def\liEntwurfsDekoriererUml{
1293 \begin{tikzpicture}
1294 \umlclass[type=abstract]{Komponente}{{}{agiere()}}
1295 \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Komponente]{KonkreteKomponente}{{}{agiere()}}

```

```

1296 \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Komponente,type=abstract]{Dekorierer}{-}{agiere()}
1297
1298 \umlVHVreal{KonkreteKomponente}{Komponente}
1299 \umlVHVreal{Dekorierer}{Komponente}
1300
1301 \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererA}{-}{agiere()}
1302 \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererB}{-}{agiere()}
1303
1304 \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererA}{Dekorierer}
1305 \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererB}{Dekorierer}
1306
1307 \umlHVHaggreg[arm1=2cm]{Dekorierer}{Komponente}
1308 \footcite{wiki:dekorierer}
1309 \end{tikzpicture}
1310 }

```

\liEntwurfsDekoriererCode

```

1311 \def\liEntwurfsDekoriererCode{
1312 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Komponente}
1313 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreteKomponente}
1314 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Dekorierer}
1315 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererA}
1316 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererB}
1317 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Klient}
1318 }

```

\liEntwurfsDekorierer

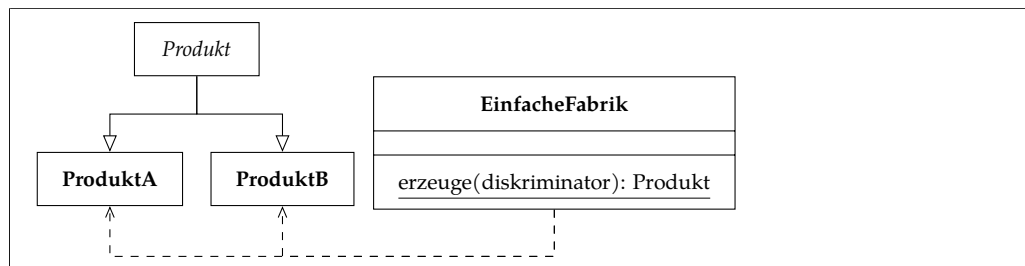
```

1319 \def\liEntwurfsDekorierer{
1320 \liEntwurfsDekoriererUml
1321 \liEntwurfsDekoriererAkteure
1322 \liEntwurfsDekoriererCode
1323 }

```

Einfache Fabrik (Simple Factory)

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



```

1324 \def\liEntwurfsEinfacheFabrikUml{
1325 \begin{tikzpicture}
1326 \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
1327 \umlsimpleclass[below left=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktA}
1328 \umlsimpleclass[below right=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktB}
1329 \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktA}
1330 \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktB}
1331 \umlclass[below right=0cm and 1.5cm of Produkt]{EinfacheFabrik}{
1332 }{
1333 \umlstatic{erzeuge(diskriminator): Produkt}\\
1334 }
1335 \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktA}
1336 \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktB}
1337 \end{tikzpicture}
1338 }

```

\liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure 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.

```

1339 \def\liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure{
1340   \begin{description}
1341     \item[EinfacheFabrik]
1342
1343     Eine Klasse mit einer Erzeugungsmethode, die über eine größere
1344     Bedingung verschiedene Objekt instanziert.
1345
1346     \item[Produkt]
1347
1348     Eine abstrakte Klasse, die von den konkreten Produkten geerbt wird.
1349
1350     \item[KonkretesProdukt]
1351
1352     Ein konkretes Produkt, das von der einfachen Fabrik erzeugt wird.
1353   \end{description}
1354 }
```

\liEntwurfsEinfacheFabrik

```

1355 \def\liEntwurfsEinfacheFabrik{
1356   \liEntwurfsEinfacheFabrikUml
1357   \liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure
1358 }
```

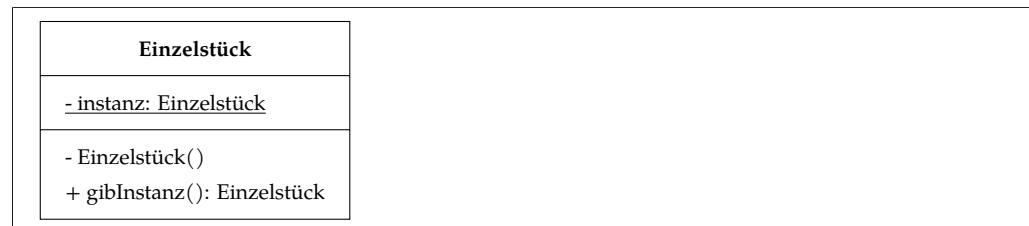
Einzelstück (Singleton)

urfsEinzelstueckBeschreibung

```

1359 \def\liEntwurfsEinzelstueckBeschreibung{
1360   Stellt sicher, dass nur \emph{genau eine Instanz einer Klasse} erzeugt
1361   wird.\footcite[Seite 38]{eilebrecht}
1362 }
1363
```

\liEntwurfsEinzelstueckUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

1364 \def\liEntwurfsEinzelstueckUml{
1365   \begin{tikzpicture}
1366     \umlclass{Einzelstück}{
1367       \umlstatic{- instanz: Einzelstück}\\
1368     }{
1369       - Einzelstück()\\
1370       + gibInstanz(): Einzelstück
1371     }
1372   \end{tikzpicture}
1373 }
```

iEntwurfsEinzelstueckAkteure 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.

```

1374 \def\liEntwurfsEinzelstueckAkteure{
1375   \begin{description}
1376     \item[Einzelstück (Singleton)]
1377
1378     stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten
1379     nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.
1380   \end{description}
1381 }

```

\liEntwurfsEinzelstueckCode

```

1382 \def\liEntwurfsEinzelstueckCode{
1383   \li@EntwurfsCode{einzelstueck}{Einzelstueck}
1384 }

```

\liEntwurfsEinzelstueck

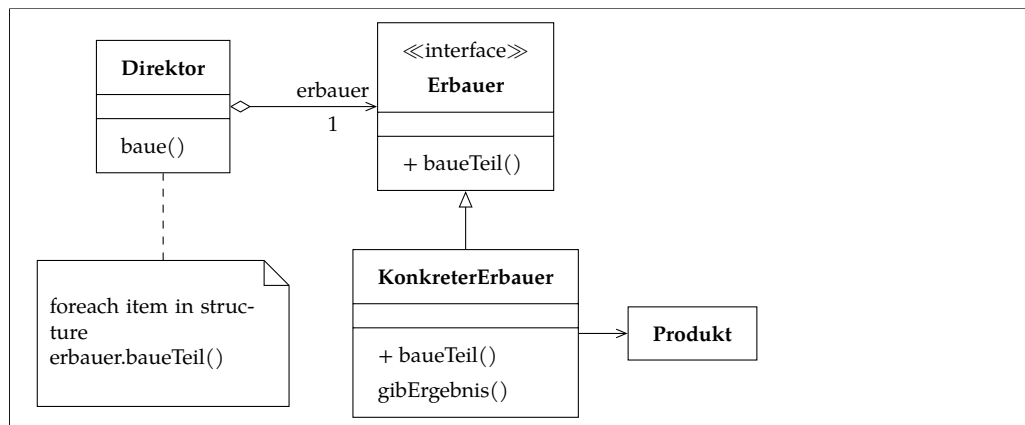
```

1385 \def\liEntwurfsEinzelstueck{
1386   \liEntwurfsEinzelstueckBeschreibung
1387
1388   \liEntwurfsEinzelstueckUml
1389
1390   \liEntwurfsEinzelstueckAkteure
1391
1392   \liEntwurfsEinzelstueckCode
1393 }

```

Erbauer (Builder)

\liEntwurfsErbauerUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

1394 \def\liEntwurfsErbauerUml{
1395   \begin{tikzpicture}
1396     \umlsimpleclass[x=7,y=0]{Produkt}{}{}
1397     \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Erbauer}{}{+ baueTeil()}
1398     \umlclass[x=4,y=0]{KonkreterErbauer}{}{
1399       + baueTeil()\n
1400       gibErgebnis()}
1401     \umlclass[x=0,y=3]{Direktor}{}{baue()}
1402
1403     \umluniagg[arg2=erbauer,pos2=0.7,mult2=1]{Direktor}{Erbauer}
1404     \umluniassoc{KonkreterErbauer}{Produkt}
1405     \umlinherit{KonkreterErbauer}{Erbauer}
1406
1407     \umlnote[x=0,y=0,width=3cm]{Direktor}{
1408       foreach item in structure\n
1409       erbauer.baueTeil()

```

```

1410 }
1411 \end{tikzpicture}
1412 \footcite{wiki:erbauer}
1413 }

```

\liEntwurfsErbauerAkteure 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.

```

1414 \def\liEntwurfsErbauerAkteure{
1415   \begin{description}
1416     \item[Erbauer]
1417
1418     Der Erbauer spezifiziert eine abstrakte Schnittstelle zur Erzeugung der
1419     Teile eines komplexen Objektes.
1420
1421     \item[KonkreterErbauer]
1422
1423     Der konkrete Erbauer erzeugt die Teile des komplexen Objekts durch
1424     Implementierung der Schnittstelle. Außerdem definiert und verwaltet er
1425     die von ihm erzeugte Repräsentation des Produkts. Er bietet auch eine
1426     Schnittstelle zum Auslesen des Produkts.
1427
1428     \item[Direktor]
1429
1430     Der Direktor konstruiert ein komplexes Objekt unter Verwendung der
1431     Schnittstelle des Erbauers. Der Direktor arbeitet eng mit dem Erbauer
1432     zusammen: Er weiß, welche Baureihenfolge der Erbauer verträgt oder
1433     benötigt. Der Direktor entkoppelt somit den Konstruktionsablauf vom
1434     Klienten.
1435
1436     \item[Produkt]
1437
1438     Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.
1439     \footcite{wiki:erbauer}
1440   \end{description}
1441 }

```

\liEntwurfsErbauer

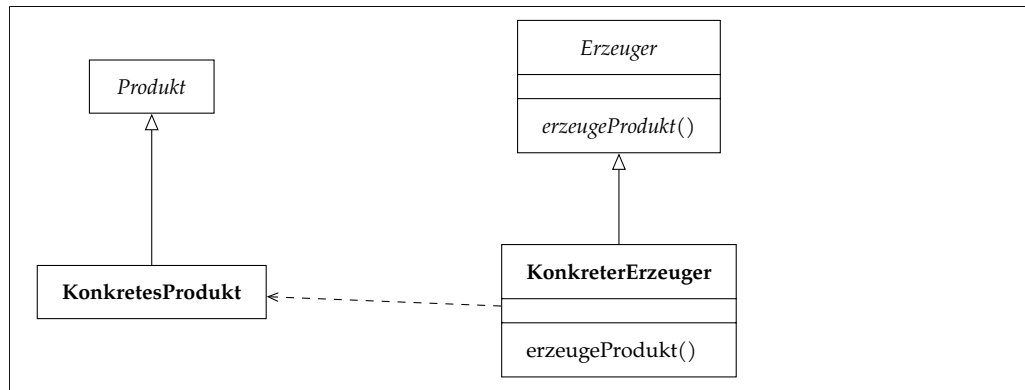
```

1442 \def\liEntwurfsErbauer{
1443   \liEntwurfsErbauerUml
1444   \liEntwurfsErbauerAkteure
1445 }

```

Fabrikmethode (Factory Method)

\liEntwurfsFabrikmethodeUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

1446 \def\liEntwurfsFabrikmethodeUml{
1447   \begin{tikzpicture}
1448     \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
1449     \umlsimpleclass[below=2cm of Produkt]{KonkretesProdukt}
1450     \umlinherit{KonkretesProdukt}{Produkt}
1451
1452     \umlclass[type=abstract,right=4cm of Produkt]{Erzeuger}{}{
1453       \textit{erzeugeProdukt()}\
1454     }
1455     \umlclass[below=1.2cm of Erzeuger]{KonkreterErzeuger}{}{
1456       erzeugeProdukt()
1457     }
1458     \umlinherit{KonkreterErzeuger}{Erzeuger}
1459
1460     \umldep{KonkreterErzeuger}{KonkretesProdukt}
1461   \end{tikzpicture}
1462 }

```

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).

```

1463 \def\liEntwurfsFabrikmethodeAkteure{
1464   \begin{description}
1465     \item[Produkt]
1466
1467     Das Produkt ist der Basistyp (Klasse oder Schnittstelle) für das
1468     zu erzeugende Produkt.
1469
1470     \item[KonkretesProdukt]
1471
1472     KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.
1473
1474     \item[Erzeuger]
1475
1476     Der Erzeuger deklariert die Fabrikmethode, um ein solches Produkt
1477     zu erzeugen und kann eine Default-Implementierung beinhalten.
1478
1479     \item[KonkreterErzeuger]
1480

```

```

1481     KonkreterErzeuger überschreibt die Fabrikmethode, um die ihm
1482     entsprechenden konkreten Produkte zu erzeugen (z. B. indem er den
1483     Konstruktor einer konkreten Produkt-Klasse aufruft).
1484
1485     \footcite{wiki:fabrikmethode}
1486 \end{description}
1487 }

```

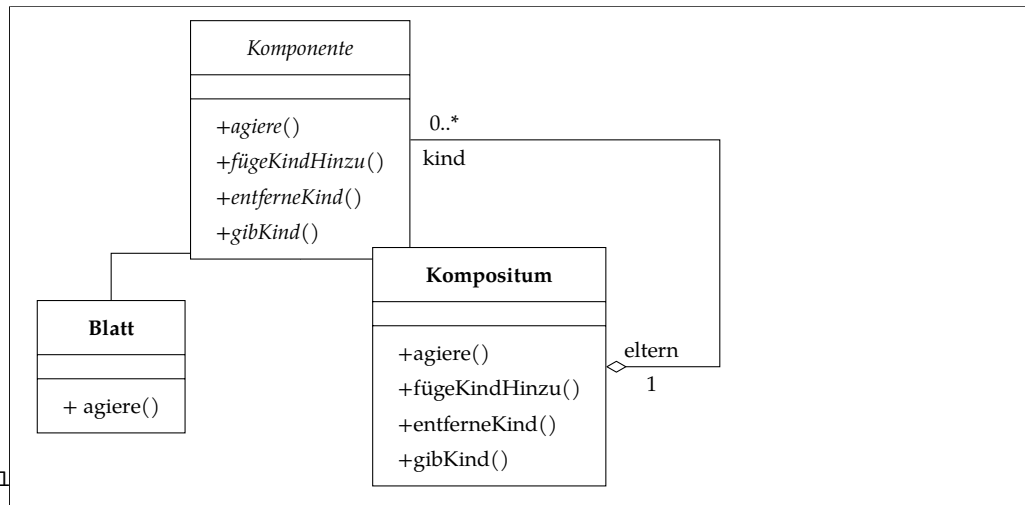
\liEntwurfsFabrikmethode

```

1488 \def\liEntwurfsFabrikmethode{
1489   \liEntwurfsFabrikmethodeUml
1490   \liEntwurfsFabrikmethodeAkteure
1491 }

```

Kompositum (Composite)



\liEntwurfsKompositumUml

```

1492 \def\liEntwurfsKompositumUml{
1493   \begin{tikzpicture}
1494     \umlclass[x=2.5,y=3,type=abstract]{Komponente}{}{
1495       \textit{+agiere()}\
1496       \textit{+fügeKindHinzu()}\
1497       \textit{+entferneKind()}\
1498       \textit{+gibKind()}
1499     }
1500     \umlclass[x=0]{Blatt}{}{+ agiere()}
1501     \umlclass[x=5]{Kompositum}{}{
1502       +agiere()\
1503       +fügeKindHinzu()\
1504       +entferneKind()\
1505       +gibKind()
1506     }
1507
1508     \umlVHVinherit{Kompositum}{Komponente}
1509     \umlVHVinherit{Blatt}{Komponente}
1510     \umlHVHaggreg[anchor1=east,arm1=1.5cm,arg1=eltern,mult1=1,arg2=kind,mult2=0..*,pos2=2.9,p
1511   \end{tikzpicture}
1512 }

```

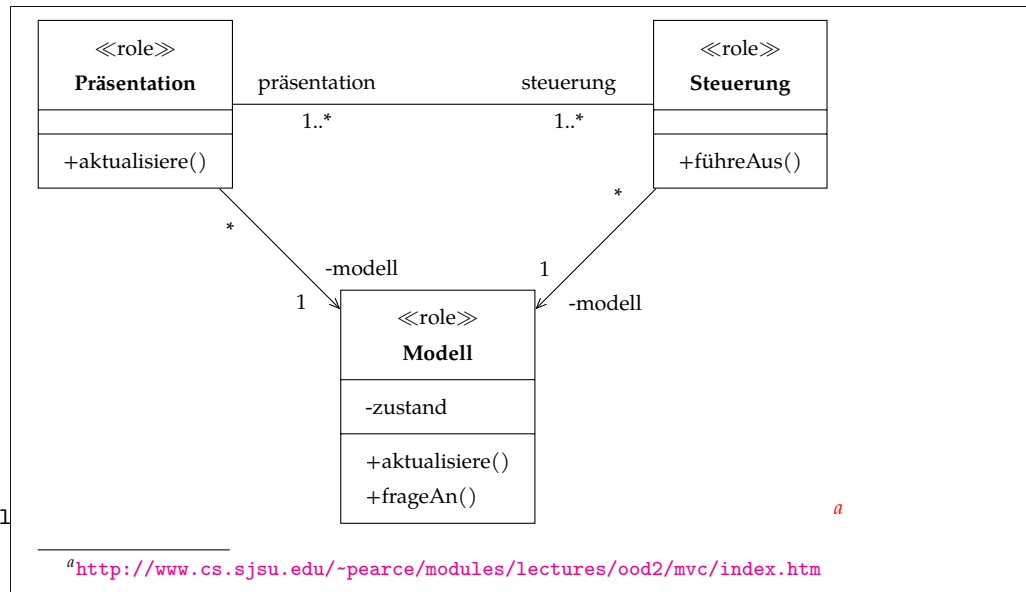
\liEntwurfsFabrikmethode

```

1513 \def\liEntwurfsKompositum{
1514   \liEntwurfsKompositumUml
1515   \liEntwurfsKompositumAkteure
1516 }

```

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



```

1517 \def\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml{
1518   \begin{tikzpicture}
1519     \umlclass[x=-4cm,type=role]{Präsentation}{+aktualisiere()}
1520     \umlclass[x=4cm,type=role]{Steuerung}{+führeAus()}
1521     \umlclass[y=-4cm,type=role]{Modell}{
1522       -zustand
1523     }{
1524       +aktualisiere()\\
1525       +frageAn()
1526     }
1527
1528     \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Präsentation}{Modell}
1529     \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Steuerung}{Modell}
1530     \umlassoc[arg1=präsentation,mult1=1..*,arg2=steuerung,mult2=1..*]{Präsentation}{Steuerung}
1531   \end{tikzpicture}
1532   \liFussnoteUrl{http://www.cs.sjsu.edu/~pearce/modules/lectures/ood2/mvc/index.htm}
1533 }

```

ModellPraesentationSteuerungUml

```

1534 \def\liEntwurfs{
1535   \liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml
1536   \liEntwurfsModellPraesentationSteuerungAkteure
1537 }

```

Stellvertreter (Proxy)

\liEntwurfsStellvertreterUml

```

1538 \def\liEntwurfsStellvertreterUml{
1539   \begin{tikzpicture}
1540     \umlsimpleclass[x=-1,y=2]{Klient}
1541
1542     \umlclass[x=2,y=2]{Subjekt}{+ agiere()}
1543     \umlclass[x=0,y=-1]{KonkretesSubjekt}{+ agiere()}
1544     \umlclass[x=4,y=-1]{Stellvertreter}{+ agiere()}
1545
1546     \umlVHinherit{KonkretesSubjekt}{Subjekt}
1547     \umlVHinherit{Stellvertreter}{Subjekt}
1548     \umluniassoc{Stellvertreter}{KonkretesSubjekt}
1549     \umluniassoc{Klient}{Subjekt}
1550   \end{tikzpicture}
1551 }

```

\liEntwurfsStellvertreterCode


```

1552 \def\liEntwurfsStellvertreterCode{
1553   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Subjekt}
1554   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{KonkretesSubjekt}
1555   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Stellvertreter}
1556   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Klient}
1557 }

```

\liEntwurfsStellvertreter

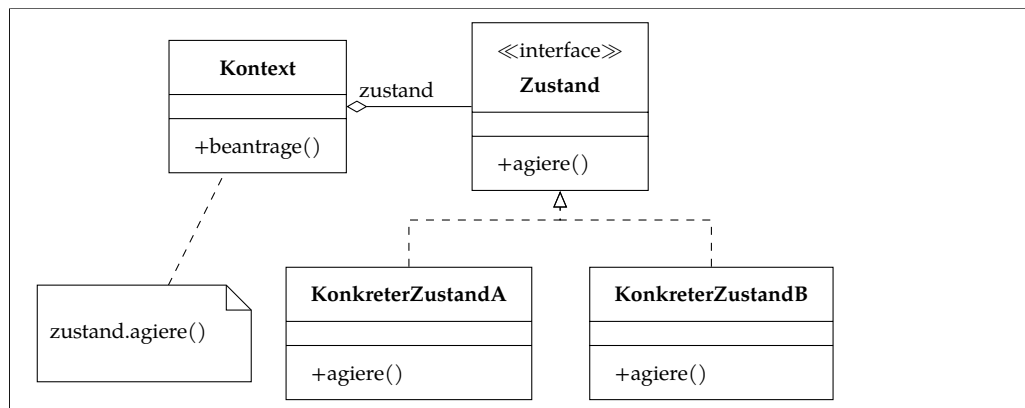
```

1558 \def\liEntwurfsStellvertreter{
1559   \liEntwurfsStellvertreterUml
1560   \liEntwurfsStellvertreterCode
1561 }

```

Zustand (State)

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



```

1562 \def\liEntwurfsZustandUml{
1563   \begin{tikzpicture}
1564     \umlclass[x=-1,y=3]{Kontext}{+beantrage()}
1565     \umlclass[x=3,y=3,type=interface]{Zustand}{+agiere()}
1566     \umlclass[x=1,y=0]{KonkreterZustandA}{+agiere()}
1567     \umlclass[x=5,y=0]{KonkreterZustandB}{+agiere()}
1568
1569     \umlVHVreal{KonkreterZustandA}{Zustand}
1570     \umlVHVreal{KonkreterZustandB}{Zustand}
1571
1572     \umlagg[arg=zustand,pos=0.4]{Kontext}{Zustand}
1573
1574     \umlnote[x=-2.5,y=0,width=2.5cm]{Kontext}{zustand.agiere()}
1575   \end{tikzpicture}
1576 }

```

\liEntwurfsZustandAkteure 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.

```

1577 \def\liEntwurfsZustandAkteure{
1578   \begin{description}
1579     \item[Kontext (Context)]
1580
1581     definiert die clientseitige Schnittstelle und verwaltet die separaten

```

```

1582 Zustandsklassen.
1583
1584 \item[State (Zustand)]
1585
1586 definiert eine einheitliche Schnittstelle aller Zustandsobjekte und
1587 implementiert gegebenenfalls ein Standardverhalten.
1588
1589 \item[KontreterZustand (ConcreteState)]
1590
1591 implementiert das Verhalten, das mit dem Zustand des Kontextobjektes
1592 verbunden ist.
1593 \end{description}
1594 }

```

\liEntwurfsZustandCode

```

1595 \def\liEntwurfsZustandCode{
1596   \li@EntwurfsCode{zustand}-{Kontext}
1597   \li@EntwurfsCode{zustand}-{Zustand}
1598 }

```

\liEntwurfsZustand

```

1599 \def\liEntwurfsZustand{
1600   \liEntwurfsZustandUml
1601   \liEntwurfsZustandAkteure
1602   \liEntwurfsZustandCode
1603 }

```

1604

er.sty

```
1605 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1606 \ProvidesPackage{bschlangaul-er}[2020/06/13 Zum Setzen von
1607 ER-Diagrammen]
1608 \RequirePackage{tikz-er2}
1609 \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);

```

```
1610 \RequirePackage{soul}
```

```
1611 \RequirePackage{fontawesome}
```

Faulenzer

```

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

```

```
1612 \ExplSyntaxOn
```

```
\liErEntity
```

```
1613 \def\liErEntity#1{\textbf{#1}}
```

```
\liErRelationship
```

```
1614 \def\liErRelationship#1{\ul{#1}}
```

```
\liErAttribute
```

```
1615 \def\liErAttribute#1{\emph{#1}}
```

```
\liErMpEntity
```

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

```

1616 \def\liErMpEntity#1{
1617   \liErEntity{#1}
1618   \marginpar{
1619     \liErEntity{\tiny\faSquareO{}}~E:~#1}
1620   }
1621 }

```

□

```
\liErMpRelationship
```

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

```

1622 \def\liErMpRelationship#1{
1623   \liErRelationship{#1}
1624   \marginpar{
1625     \liErRelationship{\tiny\faGg{}}~R:~#1}
1626   }
1627 }

```

```
\liErMpAttribute
```

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

```

1628 \def\liErMpAttribute#1{
1629   \liErAttribute{#1}
1630   \marginpar{
1631     \liErAttribute{\tiny\faCircleThin{}}~A:~#1}
1632   }
1633 }

```

```
\liErDatenbankName Makro-Faulenzer: \let\d=\liErDatenbankName
                    datenbank name
1634 \def\liErDatenbankName#1{
1635   {
1636     \footnotesize\texttt{(#1)}
1637   }
1638 }

1639 \ExplSyntaxOff
1640
```

formale-sprachen.sty

```

1641 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1642 \ProvidesPackage{bschlangaul-formale-sprachen}[2021/02/21 Hilfsmakros
1643 zum Setzen von mathematischen Formeln bei dem Thema Formale Sprachen]

1644 \directlua{
1645   formale_sprachen = require('bschlangaul-formale-sprachen')
1646 }

1647 \RequirePackage{hyperref}

1648 \liLadePakete{mathe,typographie}

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

1649 \def\liMengeOhneMathe#1{\{ #1 \}}
1650 \def\liMenge#1{%
1651 \ifmmode%
1652 \liMengeOhneMathe{#1}%
1653 \else%
1654 $\liMengeOhneMathe{#1}$%
1655 \fi%
1656 }

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

1657 \def\liEpsilon{\$\varepsilon$}

\liPotenzmenge  Umgeben mit geschweiften Klammern in einer Mathematik-Umgebung

1658 \def\erzeuge@tiefgestellt#1{\directlua{formale_sprachen.erzeuge_tiefgestellt('#1')}}
1659 \def\liPotenzmengeOhneMathe#1{\{ \erzeuge@tiefgestellt{#1} \}}
1660 \def\liPotenzmenge#1{\$\liPotenzmengeOhneMathe{#1}$}

\liZustandsmenge  \liZustandsmenge{z1, z2}:  $\{z_1, z_2\}$ 

1661 \let\liZustandsmengeOhneMathe=\liPotenzmengeOhneMathe
1662 \let\liZustandsmenge=\liPotenzmenge

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

1663 \def\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe#1{\delta(\erzeuge@tiefgestellt{#1})}
1664 \def\liUeberfuehrungsFunktion#1{
1665 \ifmmode
1666   \liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}
1667 \else
1668   $\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}$
1669 \fi
1670 }

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

1671 \def\liAlphabet#1{\$\Sigma = \{ #1 \}$}

\liBandAlphabet  \liBandAlphabet{\liTuringLeerzeichen}:  $\Gamma = \Sigma \cup \{\square\}$ 

1672 \def\liBandAlphabet#1{\$\Gamma = \Sigma \cup \{ #1 \}$}

\liZustandsBuchstabe

1673 \def\liZustandsBuchstabe{z}

\liZustandsBuchstabeGross

1674 \def\liZustandsBuchstabeGross{Z}

```

```

\liZustandsmengeNr
1675 \def\zustandsnamens@liste#1#2{
1676   $
1677   \{
1678     \directlua{formale_sprachen.erzeuge_zustandsnamens_liste('#1', '#2')}
1679   \}
1680   $
1681 }
1682 \def\liZustandsmengeNr#1{\zustandsnamens@liste{\liZustandsBuchstabe}{#1}}

\liZustandsmengeNrGross
1683 \def\liZustandsmengeNrGross#1{\zustandsnamens@liste{\liZustandsBuchstabeGross}{#1}}

\liZustandsname \liZustandsname{1}: $z_1$
1684 \def\liZustandsname#1{\liZustandsBuchstabe_#1$}

\liZustandsnameGross \liZustandsnameGross{1}: $Z_1$
1685 \def\liZustandsnameGross#1{\liZustandsBuchstabeGross_#1$}

\liAbleitung \liAbleitung{S -> aB -> ab}:  $S \vdash aB \vdash ab$ 
1686 \def\liAbleitung#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}

1687 \NewDocumentEnvironment { liProduktionsRegeln }
1688 { 0{P} +b }
1689 {
1690   \liGeschweifteKlammern{#1}
1691   {
1692     \begin{align*}
1693       \directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#2')}
1694     \end{align*}
1695   }{-0.2cm}{-1.5cm}
1696 } {}

\liProduktionen \liProduktionen{S -> A, A -> a}:  $\{S \rightarrow A, A \rightarrow a\}$ 
1697 \def\liProduktionen#1{
1698   \liMenge{\directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#1', true)}}
1699 }

\liZustandsnameTiefgestellt Automatisch tiefgestellte Nummerierung \z1
Makro-Faulenzer: \let\z=\liZustandsnameTiefgestellt
1700 \def\liZustandsnameTiefgestellt#1{
1701   \ifmmode
1702     \liZustandsBuchstabe\sb{#1}
1703   \else
1704     $\liZustandsBuchstabe\sb{#1}$
1705   \fi
1706 }

1707 \ExplSyntaxOn

\liAusdruck \liAusdruck[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 „=:“: \liAusdruck[] {x}{y}:  $\{x \mid y\}$ 
    Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
    \$(.*) += +\\{ *(.*) ( *\\, *)?\\ ( *\\, *)?(.*) *\\}\\$
    \liAusdruck[$1]{$2}{$5}

```

```

1708 \NewDocumentCommand{ \liAusdruck } { O{L} m m } {
1709   $
1710   \tl_if_empty:nTF {#1} {} {#1 =}
1711   \{
1712     \, #2 \,
1713     |
1714     \, #3 \,
1715   \}$
1716 }
1717 \ExplSyntaxOff

\liFlaci   Link zur flaci.com Website: \liFlaci{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

1718 \def\liFlaci#1{%
1719   \par
1720   {%
1721     \scriptsize
1722     Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte
1723     Automaten, Compiler und Interpreter) Ein Projekt der Hochschule
1724     Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz:
1725     \href{https://flaci.com/#1}{flaci.com/#1}%
1726   }%
1727   \par
1728 }

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

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

1729 \ExplSyntaxOn
1730 \NewDocumentCommand {\liGrammatik} { O{G} m m } {
1731   \tl_set:Nn \l_variablen_tl {V}
1732   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
1733   \tl_set:Nn \l_produktionen_tl {P}
1734   \tl_set:Nn \l_start_tl {S}
1735
1736   \keys_define:nn { grammatik } {
1737     variablen .code:n = {\tl_set:Nn \l_variablen_tl {\liMenge{##1}}},
1738     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
1739     produktionen .code:n = {\tl_set:Nn \l_produktionen_tl {\liProduktionen{##1}}},
1740     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
1741   }
1742
1743   \keys_set:nn { grammatik } { #2 }
1744
1745   $#1 = (
1746     \l_variablen_tl,
1747     \l_alphabet_tl,
1748     \l_produktionen_tl,
1749     \l_start_tl
1750   )$
1751 }
1752 \ExplSyntaxOff

1753

```


formatierung.sty

```
1754 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1755 \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.

```
1756 \RequirePackage{mathpazo}
1757 \RequirePackage[no-math]{fontspec}
1758 \setmainfont{texgyrepagella}
```

Farben

```
1759 \RequirePackage{xcolor}
1760 \definecolor{infogray}{rgb}{0.97,0.97,0.97}
```

Überschriften

```
1761 \RequirePackage{titlesec}
1762 \titleformat{\chapter}[display]{\bfseries}{0pt}{\LARGE}
1763 \titlespacing{\chapter}{0pt}{0pt}{*1}
1764 \titleformat{\paragraph}[hang]{\normalsize\bfseries}{\theparagraph}{1em}{}
1765 \setcounter{secnumdepth}{0}
```

Listen

```
1766 \RequirePackage{paralist}
1767 \renewcommand\labelitemi{-}
1768 \renewcommand\labelitemii{-}
1769 \renewcommand\labelitemiii{-}
1770 \renewcommand\labelitemiv{-}
1771 % Counter: enumi enumii enumiii enumiv
1772 % Styles: \arabic{counter} \alph{counter} \Alph{counter} \roman{counter} \Roman{counter}
1773 \renewcommand{\labelenumi}{(\alph{enumi})}
1774 \renewcommand{\labelenumii}{(\roman{enumii})}
```

Kasten

```
1775 \RequirePackage{mdframed}
```

liKasten

```
1776 \NewDocumentEnvironment { liKasten }{ } {
1777   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
1778 } {
1779   \end{mdframed}
1780 }
```

Header

```
1781 \RequirePackage{fancyhdr}
1782 \fancyhead[L,C,R]{}
1783 \fancyfoot[L]{}
1784 \fancyfoot[C]{}
1785 \fancyfoot[R]{\thepage}
1786 \pagestyle{fancy}
1787 \renewcommand{\headrulewidth}{0pt}
1788 \renewcommand{\footrulewidth}{0pt}
```

Zeilenabstände

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

```
1789 \RequirePackage{setspace}
```


gantt.sty

```

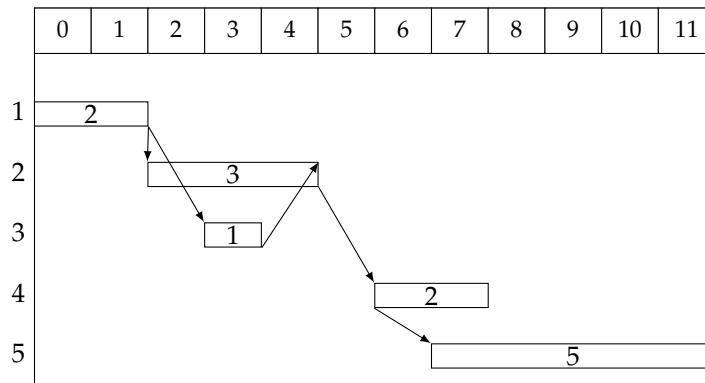
1791 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1792 \ProvidesPackage{bschlangaul-gantt}[2020/09/05]

\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}

```



```

1793 \RequirePackage{tikz-uml}
1794 \RequirePackage{pgfgantt}
1795 \setganttlinklabel{f-s}{}
1796 \setganttlinklabel{s-s}{}
1797 \setganttlinklabel{f-f}{}
1798 \setganttlinklabel{s-f}{}

1799

```

grafik.sty

```
1800 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1801 \ProvidesPackage{bschlangaul-grafik}[2020/12/27 Lädt das Paket
1802 TikZ, um Grafiken zeichnen zu können und graphicx um Bilder laden zu können.]

1803 \ExplSyntaxOn

1804 \RequirePackage{tikz}

1805 \RequirePackage{graphicx}

\liGrafikLogoPfad

1806 \def\liGrafikLogoPfad#1{
1807   \LehramtInformatikRepository / .tex / Logo / #1
1808 }

\liGrafikCCLizenz

1809 \NewDocumentCommand{ \liGrafikCCLizenz } { 0{} } {
1810   \includegraphics[#1]{
1811     \liGrafikLogoPfad{CC-by-nc-sa.eps}
1812   }
1813 }

\liGrafikLogo

1814 \NewDocumentCommand{ \liGrafikLogo } { 0{} } {
1815   \includegraphics[#1]{
1816     \liGrafikLogoPfad{Logo_nur-Pfade.eps}
1817   }
1818 }

1819 \ExplSyntaxOff

1820
```

graph.sty

```
1821 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1822 \ProvidesPackage{bschlangaul-graph}[2020/06/09]
1823 \RequirePackage{tikz}
```

Für die die Adjazenzliste (xrightarrow)

```
1824 \RequirePackage{amsmath}
```

Für Adjazenz-Matrix

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

$$\begin{array}{c}
a \\ b \\ c \\ d \\ e
\end{array}
\begin{array}{ccccc}
a & b & c & d & e \\
\left(\begin{array}{ccccc}
0 & 1 & 0 & 4 & 0 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 3 \\
0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
4 & 1 & 1 & 0 & 2 \\
0 & 0 & 0 & 0 & 0
\end{array} \right)
\end{array}$$

```
1825 \RequirePackage{blkarray}
```

```
1826 \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}
```



```

1827 \tikzset{
1828   li graph/.style={
1829     every node/.style={
1830       rectangle,
1831       draw,
1832     },
1833     every edge/.style={
1834       >={Stealth[black]},
1835       draw,
1836     },
1837     every edge/.append style={
1838       every node/.style={
1839         sloped,
1840         auto,
1841       }
1842     }
1843   },
1844   li markierung/.style={
1845     ultra thick,
1846   }
1847 }

```

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}

```

```

1848 \NewDocumentEnvironment { liGraphenFormat }{ +b } {} {}

```

```

1849

```

hanoi.sty

```
1850 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1851 \ProvidesPackage{bschlangaul-hanoi}[2020/12/19 Paket zum Setzen
1852 von Hanoi-Grafiken]

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

1853 \RequirePackage{tikz}
1854 \RequirePackage{xcolor}

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

1855 \def\li@mset #1[#2]=#3{%
1856 \expandafter\xdef\csname #1#2\endcsname{#3}
1857 }
1858 \def\li@mget #1[#2]{%
1859 \csname #1#2\endcsname
1860 }
1861 \def\li@minc #1[#2] += #3{%
1862 \pgfmathparse{\li@mget #1[#2] + #3}%
1863 \li@mset #1[#2] = \pgfmathresult
1864 }
1865
1866 \def\liHanoi#1#2{
1867   \edef\li@numdiscs{#1}
1868   \def\li@sequence{#2}
1869   \begin{tikzpicture}[line width=4mm,brown!40,line cap=round,xscale=3]
1870     % init colors
1871     \foreach[count=\j] \c in {red,green!80!black,blue,orange,violet,gray,yellow!80!black,purp
1872     \li@mset col[\j]={\c};
1873     % draw poles and init pole counters
1874     \foreach \j in {1,2,3}{
1875       \li@mset pos[\j]=0
1876       \draw (\j,-.5) -- +(0, .5 + .5*\li@numdiscs);
1877     }
1878     % draw base
1879     \draw (.5,-.5) -- +(3,0);
1880     % draw discs
1881     \foreach[count=\k] \i/\j in \li@sequence{
1882       \draw[draw={\li@mget col[\i]}] (\j,\li@mget pos[\j]) +(-.4*\i/\li@numdiscs,0) -- +(.4*
1883       \li@minc pos[\j] += {.5}
1884     }
1885   \end{tikzpicture}
1886 }

1887
```



```

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

1912\NewDocumentCommand{ \liPolynomiellReduzierbar } { m O{p} m } {
1913\begin{displaymath}
1914 \liProblemName{#1}
1915 \preceq_{#2}
1916 \liProblemName{#3}
1917\end{displaymath}
1918}

\liProblemVertexCover

1919\def\liProblemClique{%
1920Das \textbf{Cliquesproblem} fragt nach der Existenz einer Clique der
1921Mindestgröße  $n$  in einem gegebenen Graphen.
1922\footcite[Seite 76]{theo:fs:4}
1923Eine Clique ist eine Teilmenge von Knoten in einem ungerichteten
1924Graphen, bei der \emph{jedes Knotenpaar durch eine Kante} verbunden ist.
1925\footcite{wiki:cliquesproblem}
1926}

\liProblemVertexCover

1927\def\liProblemVertexCover{%
1928%
1929Das \textbf{Knotenüberdeckungsproblem} (\liProblemName{Vertex Cover})
1930fragt, ob zu einem gegebenen einfachen Graphen und einer natürlichen
1931Zahl  $k$  eine Knotenüberdeckung der Größe von höchstens  $k$  existiert.
1932\footcite{wiki:knotenueberdeckung}
1933
1934Das heißt, ob es eine aus maximal  $k$  Knoten bestehende Teilmenge  $U$ 
1935der Knotenmenge gibt, so dass jede Kante des Graphen mit
1936mindestens einem Knoten aus  $U$  verbunden ist.
1937\footcite[Seite 78]{theo:fs:4}%
1938}

\liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

1939\def\liProblemSubsetSum{%
1940Das \textbf{Teilsommenproblem} (\liProblemName{Subset Sum} oder
1941\liProblemName{SSP}) ist ein spezielles Rucksackproblem.
1942\footcite{wiki:teilsommenproblem}
1943Gegeben sei eine Menge von ganzen Zahlen  $I = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ .
1944Gesucht ist eine Untermenge, deren Elementsumme maximal, aber nicht
1945größer als eine gegebene obere Schranke  $c$  ist.
1946\footcite[Seite 74]{theo:fs:4}
1947}

\liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

1948\def\liProblemSat{%
1949Das \textbf{Erfüllbarkeitsproblem der Aussagenlogik} \liProblemName{Sat}
1950und \liProblemName{k-SAT} mit  $k \geq 3$ ,  $k \in \mathbb{N}$  (Satz von
1951Cook) fragt, ob eine aussagenlogische Formel erfüllbar
1952ist.\footcite{wiki:sat} Das Erfüllbarkeitsproblem der
1953\emph{Aussagenlogik} ist in exponentieller Zeit in Abhängigkeit der
1954Anzahl der Variablen mit Hilfe einer Wahrheitstabelle entscheidbar.
1955Diese \emph{Wahrheitstabelle} kann nicht in polynomieller Zeit
1956aufgestellt werden.
1957\footcite[Seite 71]{theo:fs:4}
1958}

1959

```

kontrollflussgraph.sty

1960 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

1961 \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 = ...}]
```

```

1962 \RequirePackage{tikz}
1963 \usetikzlibrary{positioning}
1964 \tikzset{
1965   li kontrollfluss/.style={
1966     knoten/.style={
1967       circle,
1968       draw
1969     },
1970     usebox/.style={
1971       draw,
1972       rectangle,
1973       font=\scriptsize,
1974       anchor=west,
1975       align=left,
1976     },
1977     bedingung/.style={
1978       midway,
1979       draw=none,
1980       font=\scriptsize
1981     },
1982     knotenbeschriftung/.style={
1983       draw,
1984       rectangle,
1985       midway,
1986       font=\scriptsize
1987     },
1988     wahr/.style={
1989       thick
1990     },
1991     falsch/.style={
1992       dashed
1993     },
1994     every node/.style={
1995       circle,
1996       draw,
1997     },
1998     every edge/.append style={
1999       every node/.style={
2000         draw=none,
2001         bedingung,
2002       }
2003     },
2004     every path/.style={
2005       draw,
2006       ->,
2007     },
2008     every pin/.style={
2009       draw,
2010       dotted,
2011       rectangle,
2012       pin position=right
2013     },
2014     every pin edge/.style={
2015       dotted,
2016       arrows=-,
2017     }
2018   }
2019 }

```

Umgebungen

liKontrollflussgraph

```

2020 \NewDocumentEnvironment { liKontrollflussgraph } { 0{ } } {

```

```

2021 \begin{tikzpicture}[
2022   li kontrollfluss,
2023   #1
2024 ]
2025 } {
2026 \end{tikzpicture}
2027 }

```

Makros

\liAnweisung

```
2028 \def\liAnweisung#1(#2,#3){\node[knoten] at (#2,#3) (#1) {#1};}
```

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

```
2029 \def\liBedingung#1#2{node[bedingung,#1]{\texttt{#2}}}
```

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

```
2030 \def\liBedingungWahr#1{node[bedingung,#1]{\texttt{[true]}}}
```

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

```
2031 \def\liBedingungFalsch#1{node[bedingung,#1]{\texttt{[false]}}}
```

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

```
2032 \def\liKontrollCode#1{\tiny\texttt{\textcolor{gray}{#1}}}
```

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

```
2033 \def\liKontrollTextzeileKnoten#1{\raisebox{-2pt}{\tikz[scale=0.5,transform shape] \node[draw,
```

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

```
2034 \ExplSyntaxOn
```

```
2035 \NewDocumentCommand { \liKontrollKnotenPfad } { m }
```

```
2036 {
```

```
2037   \seq_set_split:Nnn \l_tmpa_seq { - } { #1 }
```

```
2038   \seq_set_map:NNn \l_tmpa_seq \l_tmpa_seq {\liKontrollTextzeileKnoten{##1}}
```

```
2039   \seq_use:Nn \l_tmpa_seq { ~~~~ }
```

```
2040 }
```

```
2041 \ExplSyntaxOff
```

```
2042
```

kopf-fusszeilen.sty

```
2043 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2044 \ProvidesPackage{bschlangaul-kopf-fusszeilen}[2021/08/20 Kopf-
2045 und Fußzeilen mit Hilfe des Pakets fancyhdr.]

2046 \ExplSyntaxOn

2047 \RequirePackage{bschlangaul-meta}

2048 \cs_new:Npn \kopfzeile_schrift:n #1
2049 {
2050   {
2051     \scriptsize
2052     #1
2053   }
2054 }

2055 \cs_new:Npn \setze_kopf_fusszeilen:nn #1 #2
2056 {
2057   \fancyhead{}
2058   \fancyhead[L]{\kopfzeile_schrift:n{\liMetaBschlangaulSammlung}}
2059   \fancyhead[C]{\kopfzeile_schrift:n{#1}}
2060   \fancyhead[R]{\kopfzeile_schrift:n{#2}}
2061
2062   \fancyfoot{}
2063   \fancyfoot[L]{\kopfzeile_schrift:n{\liMetaHermineFriends}}
2064   \fancyfoot[C]{\kopfzeile_schrift:n{\liMetaEmail}}
2065   \fancyfoot[R]{\kopfzeile_schrift:n{\thepage}}
2066
2067   \renewcommand{\headrulewidth}{0.4pt}
2068   \renewcommand{\footrulewidth}{0.4pt}
2069 }

2070 \cs_new:Npn \setze_kopfzeile_oben_rechts:n #1
2071 {
2072   \fancyhead[R] {
2073     \kopfzeile_schrift:n { #1 }
2074   }
2075 }

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

2076 \cs_new:Npn \repariere_kopfzeile_breite:
2077 {
2078   \setlength{\headwidth}{\textwidth}
2079 }

2080 \ExplSyntaxOff

2081
```

literatur-dummy.sty

2082 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2083 \ProvidesPackage{bschlangaul-literatur-dummy}[2020/11/27]

\literatur

2084 \def\literatur{}

\footcite

2085 % \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}

2086 \NewDocumentCommand{ \footcite } { o m }{}

2087

literatur.sty

```
2088 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2089 \ProvidesPackage{bschlangaul-literatur}[2020/11/27]

2090 \RequirePackage{csquotes}
2091 \RequirePackage[
2092   bibencoding=utf8,
2093   citestyle=authortitle,
2094   backend=biber,
2095 ]{biblatex}
2096 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/10_DB.bib}
2097 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/20_OOMUP.bib}
2098 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/30_AUD.bib}
2099 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/40_SOSY.bib}
2100 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/60_FUMUP.bib}
2101 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/70_THEO.bib}
2102 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/80_DDI.bib}
2103 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Allgemein.bib}
2104 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Examen.bib}
2105 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Wikipedia.bib}
2106 % To allow footnotes in the heading
2107 \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}

\literatur

2108 \def\literatur{\printbibliography[heading=subbibliography]}

2109
```

makros.sty

```
2110 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2111 \ProvidesPackage{bschlangaul-makros}[2020/11/27 Eine Sammlung von
2112 häufig verwendeten Makros und Umgebungen, die thematisch zu keinem
2113 anderen Paket passen]
2114 \RequirePackage{hyperref}
2115 \RequirePackage{graphicx}
    Für die Umgebung liQuellen benötigt.
2116 \RequirePackage{paralist}
2117 \ExplSyntaxOn

\inhaltsverzeichnis
2118 \def\inhaltsverzeichnis {
2119   \begin{mdframed}
2120     \begin{group}
2121       \let\clearpage\relax
2122       \tableofcontents
2123     \end{group}
2124   \end{mdframed}
2125 }

\memph \mephm (\marginpar and \emph)
2126 \newcommand{\memph}[1]{\emph{#1}\marginpar{\tiny#1}}

\SLASH
2127 \newcommand\SLASH{\char`\}

\liPseudoUeberschrift Text, der sich wie eine Überschrift verhält.
2128 \newcommand{\liPseudoUeberschrift}[1]{
2129   \bigskip
2130
2131   \par
2132   \noindent
2133   \textbf{#1}
2134
2135   \medskip
2136
2137   \par
2138   % Keine Einrückung
2139   \@afterindentfalse
2140   \@afterheading
2141 }

\liBeschriftung Ähnlich dem Makro \liPseudoUeberschrift{}. Am Ende des Textes wird ein Doppelpunktzeichen angehängt.
2142 \newcommand{\liBeschriftung}[1]{
2143   \par
2144   \noindent
2145   \medskip
2146   \textbf{#1}:
2147   \medskip
2148   \noindent
2149 }

\hinweis
2150 \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.
2151 \NewDocumentEnvironment { liProjektSprache }{ o +b } {} {}
```


liEinbettung

```
2152 \NewDocumentEnvironment { liEinbettung }{ o +b } {#2} {}
```

Umgebungen, die Inhalte aus- und einblenden können

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

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

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

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

    \ifLiADDITUM
    \else
      \egroup
    \fi
}
```

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

```
2153 \NewDocumentEnvironment{ liAntwort } { O{standard} }
2154 {
2155   \ifLiANTWORT
2156   \else
2157     \setbox 0 \vbox
2158     \bgroup
2159     \fi
2160
2161   \str_case:nn {#1} {
2162     {standard} {
2163       \def\beschriftung{}
2164       \mdfsetup{backgroundcolor=gray!1}
2165     }
2166     {richtig} {
2167       \def\beschriftung{richtig}
2168       \mdfsetup{backgroundcolor=green!5,linecolor=green}
2169     }
2170     {falsch} {
2171       \def\beschriftung{falsch}
2172       \mdfsetup{backgroundcolor=red!3,linecolor=red}
2173     }
2174     {muster} {
2175       \def\beschriftung{Musterlösung}
2176       \mdfsetup{backgroundcolor=green!12,linecolor=green}
2177     }
2178   }
2179   \ifx\beschriftung\empty\else
2180     \noindent
2181     \textbf{\beschriftung{}}:}
```

```

2182 \fi
2183 \begin{mdframed}[
2184   frametitle={\scriptsize\mdseries Lösungshinweise},
2185   innertopmargin=6pt,
2186   frametitleaboveskip=-12pt,
2187   frametitlealignment=\raggedright
2188 ]
2189 }
2190 {
2191   \end{mdframed}
2192   \ifLiANTWORT
2193   \else
2194     \egroup
2195   \fi
2196 }

```

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

```

2197 \NewDocumentEnvironment{ liAdditum } { o }
2198 {
2199   \ifLiADDITUM
2200   \else
2201     \setbox 0 \vbox
2202     \bgroup
2203   \fi
2204
2205   \begin{mdframed}[backgroundcolor=yellow!5]
2206     \IfNoValueTF {#1}
2207     {
2208       \liPseudoUeberschrift{Additum}
2209     }
2210     {
2211       \liPseudoUeberschrift{Additum:~#1}
2212     }
2213   }
2214 {
2215   \end{mdframed}
2216
2217   \ifLiADDITUM
2218   \else
2219     \egroup
2220   \fi
2221 }

```

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

Exkurs: Linear rekursiv

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

```

2222 \NewDocumentEnvironment{ liExkurs } { o +b } {
2223   \ifLiEXKURS
2224     \vspace{0.2cm}%
2225     \begin{mdframed}[
2226       backgroundcolor=white,
2227       bottomline=false,
2228       innermargin=1cm,
2229       leftline=true,

```

```

2230     linecolor=black,
2231     linewidth=0.1cm,
2232     outermargin=1cm,
2233     rightline=false,
2234     topline=false,
2235 ]
2236 \footnotesize
2237 \noindent%
2238 \textbf{Exkurs:~#1}\par%
2239 \noindent%
2240 #2
2241 \end{mdframed}
2242 \vspace{0.2cm}
2243 \else
2244 \fi
2245 }{}

```

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

```

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

```

Weiterführende Literatur:

- Quelle 1
- Quelle 2

```

2246 \cs_new:Npn \listen@punkt #1 {\item #1}
2247 \NewDocumentEnvironment { liQuellen }{ +b }
2248 {
2249   \seq_clear_new:N \l_quellen
2250   \seq_set_split:Nnn \l_quellen {\item} {#1}
2251   \seq_remove_all:Nn \l_quellen {}
2252   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
2253     \footnotesize
2254     \noindent
2255     \textsf{\textbf{Weiterführende-Literatur:}}
2256     \medskip
2257     \begin{compactitem}
2258       \seq_map_function:NN \l_quellen {\listen@punkt}
2259     \end{compactitem}
2260   \end{mdframed}
2261   %
2262   \par
2263   \@afterindentfalse
2264   \@afterheading
2265 } {}

```

liLernkartei

```

2266 \NewDocumentEnvironment { liLernkartei }{ m +b }
2267 {
2268   \begin{mdframed}
2269     \footnotesize
2270     \noindent%
2271     \textbf{Lernkarteikarte:~#1}\par%
2272     \noindent%
2273     #2
2274   \end{mdframed}
2275 } {}

```

liDiagramm `\begin{liDiagramm}{beschriftung}\end{liDiagramm}`: Zu setzen einer Graphik bzw eines Diagramms.

```

2276 \NewDocumentEnvironment { liDiagramm }{ m +b }
2277 {
2278   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
2279   \small
2280   \noindent%
2281   \textit{#1}:
2282   \begin{center}
2283     #2
2284   \medskip
2285   \end{center}
2286   \end{mdframed}
2287 } {}

\liFussnoteUrl \liFussnoteUrl[zusätzlicher-text]{url}\liFussnoteUrl[zusätzlicher Text]{url}:
Eine HTTP-URL als Fußnote setzen.
2288 \NewDocumentCommand{\liFussnoteUrl} { o m } {
2289   \footnote{\url{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ ( #1 )}}
2290 }
2291

\liFussnoteLink \liFussnoteLink[zusätzlicher-text]{link-text}{url}\liFussnoteLink[zusätzlicher Text]{text}
Einen Link, d. h. einen Link-Text und eine URL als Fußnote setzen.
2292 \NewDocumentCommand{\liFussnoteLink} { o m m } {
2293   \footnote{\href{#3}{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ ( #1 )}}
2294 }

\zB
2295 \def\zB{z.\,B. }

\ZB
2296 \def\ZB{Z.\,B. }

\dh
2297 \def\dh{d.\,h. }

2298 \ExplSyntaxOff
2299

```

master-theorem.sty

2300 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2301 \ProvidesPackage{bschlangaul-master-theorem}[2021/04/13]

Faulenzer

\let\O=\liO

\let\o=\liOmega

\let\T=\liT

\let\t=\liTheta

\liMasterVariablenDeklaration

{3} % a

{3} % b

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

\liMasterFallRechnung

% 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

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

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

\liMasterVariablenDeklaration

{ } % a

{ } % b

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

\liMasterFallRechnung

% 1. Fall

{ }

% 2. Fall

{ }

% 3. Fall

{ }

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

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

2302 \ExplSyntaxOn

2303 \RequirePackage{amsmath}

\liRundeKlammer

2304 \def\liRundeKlammer#1{

2305 \negthinspace \left(#1 \right)

2306 }

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

2307 \def\liThetaOhneMathe#1{

2308 \Theta \liRundeKlammer{#1}

2309 }

2310 \def\liTheta#1{

2311 \ifmmode

2312 \liThetaOhneMathe{#1}

2313 \else

2314 \$\liThetaOhneMathe{#1}\$

2315 \fi

2316 }

```

\liOmega \liOmega{n^2}:  $\Omega(n^2)$ 
2317 \def\liOmegaOhneMathe#1{
2318   \Omega \liRundeKlammer{#1}
2319 }
2320 \def\liOmega#1{
2321   \ifmmode
2322     \liOmegaOhneMathe{#1}
2323   \else
2324     $\liOmegaOhneMathe{#1}$
2325   \fi
2326 }

\liO \liO{n^2}:  $\mathcal{O}(n^2)$ 
2327 \def\liOOhneMathe#1{
2328   \mathcal{O} \liRundeKlammer{#1}
2329 }
2330 \def\liO#1{
2331   \ifmmode
2332     \liOOhneMathe{#1}
2333   \else
2334     $\liOOhneMathe{#1}$
2335   \fi
2336 }

\liT Makro-Faulenzer: \let\T=\liT
      \liT{16}{2}:  $16 \cdot T\left(\frac{n}{2}\right)$  \liT{}{2}:  $T\left(\frac{n}{2}\right)$ 
2337 \def\liTOhneMathe#1#2{
2338   \tl_if_blank:nTF {#1}
2339   {}
2340   {#1 \cdot }
2341   T
2342   \liRundeKlammer{\frac{n}{#2}}
2343 }
2344 \def\liT#1#2{
2345   \ifmmode
2346     \liTOhneMathe{#1}{#2}
2347   \else
2348     $\liTOhneMathe{#1}{#2}$
2349   \fi
2350 }

\liRekursionsGleichung \liRekursionsGleichung:  $T(n) = a \cdot T\left(\frac{n}{b}\right) + f(n)$ 
2351 \def\liRekursionsGleichung{
2352   $T(n) = \liT{a}{b} + f(n)$
2353 }

\liBedingungEins \liBedingungEins:  $f(n) \in \mathcal{O}\left(n^{\log_b a - \varepsilon}\right)$ 
2354 \def\liBedingungEins{
2355   $f(n) \in \liO{n^{\log\sb{b}a - \varepsilon}}$
2356 }

\liBedingungZwei \liBedingungZwei:  $f(n) \in \Theta\left(n^{\log_b a}\right)$ 
2357 \def\liBedingungZwei{
2358   $f(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a}}$
2359 }

\liBedingungDrei \liBedingungDrei:  $f(n) \in \Omega\left(n^{\log_b a + \varepsilon}\right)$ 
2360 \def\liBedingungDrei{
2361   $f(n) \in \liOmega{n^{\log\sb{b}a + \varepsilon}}$
2362 }

2363 \ExplSyntaxOff

```

\liMasterVariablen

```

2364 \def\liMasterVariablen{
2365   \begin{displaymath}
2366     T(n) = \liT{a}{b} + f(n)
2367   \end{displaymath}
2368
2369   \begin{itemize}
2370     \item[$a = $]
2371     Anzahl der rekursiven Aufrufe, Anzahl der Unterprobleme in der
2372     Rekursion
2373     ($a \geq 1$).
2374
2375     \item[$\textstyle{\frac{1}{b}} = $]
2376     Teil des Originalproblems, welches wiederum durch alle Unterprobleme
2377     repräsentiert wird, Anteil an der Verkleinerung des Problems ($b > 1$).
2378
2379     \item[$f(n) = $]
2380     Kosten (Aufwand, Nebenkosten), die durch die Division des Problems und
2381     die Kombination der Teillösungen entstehen. Eine von $T(n)$
2382     unabhängige und nicht negative Funktion.
2383   \end{itemize}
2384   \footcite{wiki:master-theorem}
2385   \footcite[Seite 19-35]{aud:fs:2}
2386 }
```

\liMasterFaelle

```

2387 \def\liMasterFaelle{
2388   \begin{description}
2389     \item[1. Fall:]
2390     $T(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a}}$
2391
2392     \hfill falls \liBedingungEins
2393     für $\varepsilon > 0$
2394
2395     \item[2. Fall:]
2396     $T(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a} \cdot \log n}$
2397
2398     \hfill falls \liBedingungZwei
2399
2400     \item[3. Fall:]
2401     $T(n) \in \liTheta{f(n)}$
2402
2403     \hfill falls \liBedingungDrei
2404     für $\varepsilon > 0$
2405     und ebenfalls für ein $c$ mit $0 < c < 1$ und alle hinreichend großen $n$
2406     gilt:
2407     $a \cdot f(\textstyle{\frac{n}{b}}) \leq c \cdot f(n)$
2408   \end{description}
2409 }
```

\liMasterVariablenDeklaration

```

2410 \def\liMasterVariablenDeklaration#1#2#3{
2411   \begin{description}
2412     \item[Allgemeine Rekursionsgleichung:] \strut
2413
2414     \liRekursionsGleichung
2415
2416     \item[Anzahl der rekursiven Aufrufe ($a$):] \strut
2417
2418     #1
2419
2420     \item[Anteil Verkleinerung des Problems ($b$):] \strut
2421
2422     #2
2423
2424     \item[Kosten ($f(n)$):] \strut
2425
2426     #3
2427   \end{description}
2428 }
```

```

2422   um  $\frac{1}{\#2}$  also  $b = \#2$ 
2423
2424   \item[Laufzeit der rekursiven Funktion ( $f(n)$ ):] \strut
2425
2426    $\#3$ 
2427
2428   \item[Ergibt folgende Rekursionsgleichung:] \strut
2429
2430    $T(n) = \text{\liT{\#1}{\#2}} + \#3$ 
2431 \end{description}
2432 }

```

\liMasterFallRechnung

```

2433 \def\liMasterFallRechnung#1#2#3{
2434   \begin{description}
2435     \item[1. Fall:] \liBedingungEins:
2436
2437     \#1
2438
2439     \item[2. Fall:] \liBedingungZwei:
2440
2441     \#2
2442
2443     \item[3. Fall:] \liBedingungDrei:
2444
2445     \#3
2446   \end{description}
2447 }

```

\liMasterExkurs

```

2448 \def\liMasterExkurs{
2449   \begin{liExkurs}[Master-Theorem]
2450     \liMasterVariablen
2451
2452     \noindent
2453     Dann gilt:
2454
2455     \liMasterFaelle
2456   \end{liExkurs}
2457 }

```

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

```

2458 \def\liMasterWolframLink#1{
2459   Berechne die Rekursionsgleichung auf WolframAlpha:
2460   \href{https://www.wolframalpha.com/input/?i=\#1}{WolframAlpha}
2461 }

```

```

2462

```


mathe.sty

```
2463 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2464 \ProvidesPackage{bschlangaul-mathe}[2020/06/10]
2465
2466 % for example \ltimes \rtimes
2467 \RequirePackage{amssymb}
2468 \RequirePackage{amsmath}
2469
2470 %%
2471 % \mlq \mrq
2472 %%
2473 \DeclareMathSymbol{\mlq}{\mathord}{operators}{`}`}
2474 \DeclareMathSymbol{\mrq}{\mathord}{operators}{`'}`}
2475
```

meta.sty

```
2476 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2477 \ProvidesPackage{bschlangaul-klassen-meta}[2021/09/10 Sammlung
2478 von Textschnipseln, die das Projekt beschreiben]
```

```
2479 \ExplSyntaxOn
```

```
2480 \liLadePakete{grafik}
```

Einfache Makros (Low level)

```
\liMetaBschlangaulSammlung
```

```
2481 \def\liMetaBschlangaulSammlung{
2482   Die~Bschlangaul~Sammlung
2483 }
```

```
\liMetaHermineFriends
```

```
2484 \def\liMetaHermineFriends{
2485   Hermine~Bschlangaul~and~Friends
2486 }
```

```
\liMetaUeberDasProjekt
```

```
2487 \def\liMetaUeberDasProjekt{
2488   Eine~freie~Aufgabensammlung~mit~Lösungen~
2489   von~Studierenden~für~Studierende~
2490   zur~Vorbereitung~auf~die~1.~Staatsexamensprüfungen~
2491   des~Lehramts~Informatik~in~Bayern.
2492 }
```

```
\liMetaCCLink
```

```
2493 \def\liMetaCCLink{
2494   Diese~Materialsammlung~unterliegt~den~Bestimmungen~der~
2495   \href{
2496     https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.de
2497   }
2498   {
2499     Creative~Commons~Namensnennung~Nicht~kommerziell~Share~Alike~4.0~
2500     International~Lizenz
2501   }.
2502 }
```

```
\liMetaEmail
```

```
2503 \def\liMetaEmail{
2504   hermine.bschlangaul@gmx.net
2505 }
```

```
\liMetaEmailLink
```

```
2506 \def\liMetaEmailLink{
2507   \href{
2508     mailto:\liMetaEmail
2509   }{
2510     \liMetaEmail
2511   }
2512 }
```

```
\liMetaHilfMit
```

```
2513 \def\liMetaHilfMit{
2514   Hilf~mit!~
2515
2516   Die~Hermine~schafft~das~nicht~alleine!~
2517
2518   Das~ist~ein~Community~Projekt.~
2519
2520   Verbesserungsvorschläge,~Fehlerkorrekturen,~weitere~Lösungen~sind~
```

```

2521 herzlich-willkommen---egal-wie---per~Pull-Request-oder~per~E-Mail-an~
2522 \liMetaEmailLink.
2523 }

```

\liMetaHilfMit

```

2524 \def\liMetaQuelltext{
2525   Der~\TeX-Quelltext~dieses~Dokuments~kann~unter~folgender~
2526   URL~aufgerufen~werden:~
2527 }

```

Zusammengesetzte Makros (High level)

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

```

2528 \cs_new:Npn \logo_dann_text:nn #1 #2 {
2529   \begin{center}
2530     \begin{minipage}[c]{5.5cm}
2531       #1
2532     \end{minipage}
2533
2534     \begin{minipage}[c]{10cm}
2535       #2
2536     \end{minipage}
2537   \end{center}
2538 }

```

\liLogoTextProjekt

```

2539 \def\liLogoTextProjekt
2540 {
2541   \logo_dann_text:nn
2542   {
2543     \liGrafikLogo[width=5cm]
2544   }
2545   {
2546     {
2547       \bfseries
2548       \liMetaBschlangaulSammlung
2549     }
2550     \par
2551
2552     \liMetaHermineFriends
2553     \par
2554
2555     \medskip
2556
2557     \begin{spacing}{1}
2558       \footnotesize
2559       \liMetaUeberDasProjekt
2560     \end{spacing}
2561   }
2562 }

```

\liLogoTextCCLizenz

```

2563 \def\liLogoTextCCLizenz
2564 {
2565   \logo_dann_text:nn
2566   {
2567     \centerline{\liGrafikCCLizenz[width=3cm]}
2568   }
2569   {
2570     \begin{spacing}{1}
2571       \scriptsize
2572       \liMetaCCLink

```

```
2573     \end{spacing}  
2574   }  
2575 }  
  
2576 \ExplSyntaxOff  
2577
```

minimierung.sty

```

2578 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2579 \ProvidesPackage{bschlangaul-minimierung}[2021/03/13 Für den
2580 Minimierungsalgorithmus von einem NEA zu einem DEA]

2581 \liLadePakete{typographie}

\let\z=\liZustandsnameTiefgestellt
\let\f=\liFussnote
\let\l=\liLeereZelle
\let\Z=\liZustandsPaar
\let\erklaerung=\liMinimierungErklaerung

\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 \\
\hline
\end{tabular}

\liFussnoten

\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}

\liFussnote

2582 \def\liFussnote#1{\$x_{#1}\$}

2583 \def\li@fussnote@text#1#2{
2584 \liFussnote{#1}
2585 \quad
2586 {\footnotesize #2}
2587 }

\liFussnoteEinsText
2588 \def\liFussnoteEinsText{
2589 \li@fussnote@text{1}
2590 {Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.}
2591 }

\liFussnoteZweiText
2592 \def\liFussnoteZweiText{
2593 \li@fussnote@text{2}
2594 {Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.}
2595 }

\liFussnoteDreiText
2596 \def\liFussnoteDreiText{
2597 \li@fussnote@text{3}

```

```

2598 {In weiteren Iterationen markierte Zustände.}
2599 }

\liFussnoteVierText

2600 \def\liFussnoteVierText{
2601   \li@fussnote@text{4}
2602   {...}
2603 }

\liFussnoten
 $x_1$    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.
 $x_4$    ...

2604 \def\liFussnoten{
2605   \bigskip
2606
2607   \noindent
2608   \liFussnoteEinsText
2609
2610   \noindent
2611   \liFussnoteZweiText
2612
2613   \noindent
2614   \liFussnoteDreiText
2615
2616   \noindent
2617   \liFussnoteVierText
2618 }

\liLeereZelle \liLeereZelle:  $\emptyset$ 
Makro-Faulenzer: \let\l=\liLeereZelle
2619 \def\liLeereZelle{\emptyset}

\liZustandsPaarVariablenName

2620 \def\liZustandsPaarVariablenName{z}

\liZustandsPaar

2621 \def\liZustandsPaar#1#2{
2622   $(
2623     \liZustandsPaarVariablenName_#1,
2624     \liZustandsPaarVariablenName_#2
2625   )$
2626 }

liUebergangsTabelle

2627 \renewcommand{\arraystretch}{1.4}
2628 \NewDocumentEnvironment{ liUebergangsTabelle } { m m } {
2629   \liPseudoUeberschrift{Übergangstabelle}
2630   \begin{center}
2631     \begin{tabular}{r|l|l}
2632       \textbf{Zustandspaar} & \textbf{#1} & \textbf{#2} \\ \hline
2633     \end{tabular}
2634   \end{center}
2635 }
2636 }

liUeberschriftDreiecksTabelle \liUeberschriftDreiecksTabelle:

Minimierungstabelle (Table filling)

2637 \ExplSyntaxOn

```

```

2638 \def\liUeberschriftDreiecksTabelle{
2639   \liPseudoUeberschrift{Minimierungstabelle~(Table~filling)}
2640 }

```

\liMinimierungErklaerung **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. —

```

2641 \def\liMinimierungErklaerung{
2642   %\footcite[Seite-19]{koenig}
2643   \liParagraphMitLinien{
2644     Der~Minimierungs-Algorithmus~(auch~Table-Filling-Algorithmus~genannt)~
2645     trägt~in~seinem~Verlauf~eine~Markierung~in~alle~
2646     diejenigen~Zellen~der~Tabelle~ein,~die~zueinander~nicht~äquivalente~
2647     Zustände~bezeichnen.~Die~Markierung~„ $x_{\sb{n}}$ “~in~einer~Tabellenzelle~( $i$ ,~
2648      $j$ )~bedeutet~dabei,~dass~das~Zustandspaar~( $i$ ,~ $j$ )~in~der~ $k$ -ten~
2649     Iteration~des~Algorithmus~markiert~wurde~und~die~Zustände~ $i$ ~und~ $j$ ~
2650     somit~zueinander~( $k-1$ )~äquivalent,~aber~nicht~ $k$ -äquivalent~und~
2651     somit~insbesondere~nicht~äquivalent~sind.~Bleibt~eine~Zelle~bis~zum~Ende~
2652     unmarkiert,~sind~die~entsprechenden~Zustände~zueinander~äquivalent.
2653   }
2654 }
2655 \ExplSyntaxOff

```

2656

normalformen.sty

```

2657 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2658 \ProvidesPackage{bschlangaul-normalformen}[2020/12/10
2659 Hilfsmakros zum Setzen von Normalformen, Funktionalen Abhängigkeiten,
2660 Attributhülle]

```

Mathe für textit tex etc, typographie für geschweifte Klammer

```

2661 \liLadePakete{mathe,typographie}
2662 \directlua{
2663   helper = require('bschlangaul-helfer')
2664   normalformen = require('bschlangaul-normalformen')
2665 }

```

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
```

```

2666 \def\liTeilen#1{
2667   \directlua{tex.print(normalformen.teilen('#1'))}
2668 }

```

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

```

2669 \def\liAttributHuelleOhneMathe#1{\text{AttrHülle}(\#1)}
2670 \def\liAttributHuelle#1{
2671 \ifmmode
2672   \liAttributHuelleOhneMathe{\#1}
2673 \else
2674   $\liAttributHuelleOhneMathe{\#1}$
2675 \fi
2676 }

```

`\liAttributMenge` **Makro-Faulenzer:** `\let\m=\liAttributMenge`

```
2677 \def\liAttributMenge#1{\{ \textit{#1} \}}
```

liAHuelle

```

2678 \NewDocumentEnvironment{ liAHuelle } { +b } {
2679   \begingroup
2680   \footnotesize
2681   \begin{multline*}
2682     \#1
2683   \end{multline*}
2684   \endgroup
2685 } { }

```

`\liLinksReduktion` Nur innerhalb von `liAHuelle` zu verwenden bzw. `multiline`

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

```

2686 \def\liLinksReduktion#1#2#3{
2687   \shoveleft{
2688     \liAttributHuelleOhneMathe{FA,
2689       \liAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
2690     } \\\

```



```

2691 \shoveright{
2692   \liAttributMenge{#3}
2693 } \\\
2694 }

```

```

\liLinksReduktionInline Makro-Faulenzer: \let\ahL=\liLinksReduktionInline
    \ahl{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
\ahl{A, E}{E}{A, E, F, B, \textbf{D}}: AttrHülle( $F, \{A, E \setminus E\}$ ) =  $\{A, E, F, B, D\}$ 
2695 \def\liLinksReduktionInline#1#2#3{%
2696   {%
2697     \footnotesize%
2698     $\liAttributHuelleOhneMathe{F,
2699       \liAttributMenge{#1} \string\ #2}} =
2700     \liAttributMenge{#3}$
2701   }
2702 }

```

```

\liLinksReduktionInline Makro-Faulenzer: \let\ahr=\liLinksReduktionInline
    \ahr{gelöschte FA}{neue FA ohne rechts Attribut}{gegebene Attribute}{Ergebnis}
2703 \def\liRechtsReduktionInline#1#2#3#4{%
2704   {%
2705     \footnotesize%
2706     $\liAttributHuelleOhneMathe{
2707       F \setminus
2708       \liFunktionaleAbhaengigkeit{#1}
2709       \def\tmp{#2}\ifx\tmp\empty
2710       \else
2711         \cup \liFunktionaleAbhaengigkeit{#2}
2712       \fi
2713       ,
2714       \liAttributMenge{#3}
2715     } =
2716     \liAttributMenge{#4}$
2717   }
2718 }

```

```

\liFunktionaleAbhaengigkeit Makro-Faulenzer: \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
    \fa{A, B -> C, D}:  $\{A, B\} \rightarrow \{C, D\}$  Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:  $\$(.*) \\\rightarrow$ 
\\fa{$1 -> $2}
2719 \def\liFunktionaleAbhaengigkeit#1{%
2720   \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeit('#1', false)}%
2721 }

```

```

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

```

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

```

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

```

```

2722 \NewDocumentCommand {\liFunktionaleAbhaengigkeiten} { O{FA} m } {
2723   \liGeschweifteKlammern
2724   {#1}
2725   {
2726     \begin{align*}
2727       \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeiten('#2')}
2728     \end{align*}
2729   }
2730   {-0.5cm}
2731   {-1.7cm}
2732 }

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

2733 \NewDocumentCommand {\liRelation} { O{R} m } {
2734   $\directlua{
2735     local name = helper.konvertiere_tiefgestellt('#1')
2736     tex.print(name)
2737   }$(\textit{\, #2\,})
2738 }

2739

```

o-notation.sty

2740 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2741 \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}
```

2742 \ExplSyntaxOn

2743 \RequirePackage{amssymb}

2744 \RequirePackage{pgfplots}

Für echte Teilmenge \subsetneq: \subsetneq

2745 \RequirePackage{amssymb}

\liRundeKlammer

```
2746 \def\liRundeKlammer#1{
2747   \negthinspace \left( #1 \right)
2748 }
```

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

```
2749 \cs_new:Npn \o_notation_O:n #1 {
2750   \mathcal{O} \liRundeKlammer{#1}
2751 }
2752 \def\liONotationO#1{
2753   \ifmmode
2754     \o_notation_O:n { #1 }
2755   \else
2756     $ \o_notation_O:n { #1 } $
2757   \fi
2758 }
```

2759

petri.sty

```
2760 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2761 \ProvidesPackage{bschlangaul-petri}[2020/12/03]
```

Faulenzer

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

```
2762 \RequirePackage{tikz}
2763 \usetikzlibrary{petri,arrows.meta}
```

Für die Darstellungsmatrix

```
2764 \RequirePackage{blkarray}
```

```
\def\TmpA#1{
  \liPetriSetzeSchluessel%
  \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}
}
```

\liPetriSetzeSchluessel

```
2765 \def\liPetriSetzeSchluessel{%
2766   \def\TmpTransitionOne{}%
2767   \def\TmpTransitionTwo{}%
2768   \def\TmpTransitionThree{}%
2769   \def\TmpTransitionFour{}%
2770   \def\TmpTransitionFive{}%
2771   \def\TmpTransitionSix{}%
2772   \def\TmpTransitionSeven{}%
2773   \def\TmpTransitionEight{}%
2774   \def\TmpTransitionNine{}%
2775   \def\TmpTransitionTen{}%
2776   \pgfkeys{/petri/.cd,
2777     p1/.store in=\TmpPlaceOne,p1/.default=0,p1,
2778     p2/.store in=\TmpPlaceTwo,p2/.default=0,p2,
2779     p3/.store in=\TmpPlaceThree,p3/.default=0,p3,
2780     p4/.store in=\TmpPlaceFour,p4/.default=0,p4,
```

```

2781 p5/.store in=\TmpPlaceFive,p5/.default=0,p5,
2782 p6/.store in=\TmpPlaceSix,p6/.default=0,p6,
2783 p7/.store in=\TmpPlaceSeven,p7/.default=0,p7,
2784 p8/.store in=\TmpPlaceEight,p8/.default=0,p8,
2785 p9/.store in=\TmpPlaceNine,p9/.default=0,p9,
2786 p10/.store in=\TmpPlaceTen,p10/.default=0,p10,
2787 t1/.store in=\TmpTransitionOne,t1/.default=activated,
2788 t2/.store in=\TmpTransitionTwo,t2/.default=activated,
2789 t3/.store in=\TmpTransitionThree,t3/.default=activated,
2790 t4/.store in=\TmpTransitionFour,t4/.default=activated,
2791 t5/.store in=\TmpTransitionFive,t5/.default=activated,
2792 t6/.store in=\TmpTransitionSix,t6/.default=activated,
2793 t7/.store in=\TmpTransitionSeven,t7/.default=activated,
2794 t8/.store in=\TmpTransitionEight,t8/.default=activated,
2795 t9/.store in=\TmpTransitionNine,t9/.default=activated,
2796 t10/.store in=\TmpTransitionTen,t10/.default=activated,
2797 scale/.store in=\TmpScale,scale/.default=0.5,
2798 x/.store in=\TmpX,x/.default=5,
2799 y/.store in=\TmpY,y/.default=5,
2800 }%
2801 }

2802 \tikzset{
2803   li petri/.style={
2804     activated/.style={
2805       very thick
2806     },
2807     inhibitor/.style={
2808       {Circle[open,length=2mm,fill=white]}-
2809     }
2810   }
2811 }

```

```

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

```

```

2812 \def\liPetriTransitionsNameOhneMathe#1{t\sb{#1}}
2813 \def\liPetriTransitionsName#1{
2814   \ifmmode
2815     \liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}
2816   \else
2817     $\liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}$
2818   \fi
2819 }

```

```

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

```

```

2820 \NewDocumentCommand{ \liPetriErreichTransition } { m m m O{} O{} } {
2821   \draw[->] (#1) edge[#4] node[pos=0.5,auto,sloped,#5]{$t\sb{#3}$} (#2);
2822 }

```

```

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

```

```

2823 \def\liPetriErreichKnotenDrei#1#2#3{(#1,#2,#3)}

```

```

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

```

```

2824 \def\liPetriTransPfeile#1{ $\rightarrow \hspace{0.4cm} \liPetriTransitionsName{#1} \hspace{0.3cm}
2825 }

```

potenzmengen-konstruktion.sty

```
2826 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2827 \ProvidesPackage{bschlangaul-potenzmengen-konstruktion}[2021/02/21 Hilfsmakros
2828 einzusetzen bei der Potenzmengen-Konstruktion (Potenzmengen-Algorithmus)]
```

```
2829 \liLadePakete{formale-sprachen}
```

```
2830 \ExplSyntaxOn
```

```
\def\z#1{
  \liZustandsMengenSammlungNr{#1}{
    {
      {0} {0}
      {1} {0,1}
      {2} {0,2}
      {3} {0,1,3}
      {4} {0,2,3}
      {5} {0,3}
    }
  }
}

\let\s=\liZustandsnameGross

\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}
```

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

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

```
2831 \def\liZustandsMengenSammlung#1#2{
2832   \liZustandsnameGross{#1}
2833   {
2834     \footnotesize
2835     \liPotenzmenge{
2836       \str_case:nn {#1} {#2
2837       }
2838     }
2839 }
```

```
\liZustandsMengenSammlungNr
```

```
2840 \def\liZustandsMengenSammlungNr#1#2{
2841   \liZustandsnameGross{#1}
2842   {
```

```
2843     \footnotesize
2844     \liZustandsmengeNr{
2845         \str_case:nn {#1} {#2
2846     }
2847 }
2848 }

2849 \ExplSyntaxOff
2850
```

pseudo.sty

```

2851 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2852 \ProvidesPackage{bschlangaul-pseudo}[2020/12/30 Paket zum Setzen
2853 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 .

```

2854 \RequirePackage[german,boxruled]{algorithm2e}

```

```

2855

```


pumping-lemma.sty

2856 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2857 \ProvidesPackage{bschlangaul-pumping-lemma}[2021/08/11 Enthält die
2858 Definitionen für das Pumping-Lemma in der Regulären Sprache und
2859 in der Kontextfreien Sprache]

\liPumpingRegulaer

```
2860 \def\liPumpingRegulaer{%
2861   Es sei  $L$  eine reguläre Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass für
2862   alle Wörter  $\omega$  in  $L$  mit  $|\omega| \geq j$  (jedes Wort  $\omega$  in
2863    $L$  mit Mindestlänge  $j$ ) jeweils eine Zerlegung  $\omega = uvw$ 
2864   existiert, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
2865
2866   \begin{enumerate}
2867     \item  $|v| \geq 1$ 
2868     (Das Wort  $v$  ist nicht leer.)
2869
2870     \item  $|uv| \leq j$ 
2871     (Die beiden Wörter  $u$  und  $v$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
2872
2873     \item Für alle  $i = 0, 1, 2, \dots$  gilt  $uv^i w$  in  $L$ 
2874     (Für jede natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^i w$  in der
2875     Sprache  $L$ )
2876   \end{enumerate}
2877
2878   Die kleinste Zahl  $j$ , die diese Eigenschaften erfüllt, wird
2879   Pumping-Zahl der Sprache  $L$  genannt.\footcite{wiki:pumping-lemma}
2880 }
```

\liPumpingKontextfrei

```
2881 \def\liPumpingKontextfrei{%
2882   Es sei  $L$  eine kontextfreie Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass
2883   sich alle Wörter  $\omega$  in  $L$  mit  $|\omega| \geq j$  zerlegen lassen in
2884    $\omega = uvwxy$ , sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
2885
2886   \begin{enumerate}
2887     \item  $|vx| \geq 1$ 
2888     (Die Wörter  $v$  und  $x$  sind nicht leer.)
2889
2890     \item  $|vwx| \leq j$ 
2891     (Die Wörter  $v$ ,  $w$  und  $x$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
2892
2893     \item Für alle  $i \in \mathbb{N}_0$  gilt  $uv^iwx^iy$  in  $L$  (Für jede
2894     natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^iwx^iy$  in der
2895     Sprache  $L$ )
2896   \end{enumerate}
2897 }
2898
```

quicksort.sty

```
2899% https://tex.stackexchange.com/a/142634
2900\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2901\ProvidesPackage{bschlangaul-quicksort}[2020/06/12]
2902
2903%-----
2904% USAGE:
2905% \Q$initialize{comma, separated, numerical, values}
2906% \loop
2907% \Q$pivotStep
2908% \ifnum\value{pivotcount}>0
2909%   \Q$sortStep
2910% \repeat
2911%-----
2912
2913% xintfrac does not load xinttools, this must be done explicitly if needed as here.
2914\RequirePackage{xintfrac, xinttools}
2915
2916\RequirePackage{tikz}
2917
2918%-----
2919% FIRST PART: TikZ styles and macros for the actual drawing
2920\newcounter{cellcount}% used for coordinates of the node
2921\newcounter{pivotcount}% when it will remain at zero, will signal the sort is finished.
2922
2923% Styles defined by Tom Bombaldi. (modified: all share the same size)
2924% (re-modified \bf -> \bfseries due to extremely annoying warnings from
2925% KOMA-script which are truly a pain and do not make any sense regarding \bf:
2926% if I want to use \bf, and know what I am doing, why should I get HARASSED
2927% by police of LaTeX good conduct ? )
2928\tikzset{l/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=lime!70!gray},
2929         o/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=olive!50},
2930         r/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black, t
2931% this is the "b" style as used in the image below
2932%         b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black,
2933% nicer:
2934%         b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=white, text=magenta
2935%         g/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=gray, text=white, f
2936
2937% NOTE the b style was originally the same as the r(aised) style apart from
2938% not being raised, but I find it nicer with a somewhat different
2939% specification. I have not updated the images though.
2940
2941% How the nodes are drawn depending on whether on the left of the pivot value
2942% or on the right, or is a pivot value, or a raised pivot during selection phase.
2943
2944\def\DecoLEFT #1{%
2945    \xintFor* ##1 in {#1} \do
2946    {\stepcounter{cellcount}\node[o] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2947}
2948
2949\def\DecoINERT #1{%
2950    \xintFor* ##1 in {#1} \do
2951    {\stepcounter{cellcount}\node[g] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2952}
2953
2954\def\DecoRIGHT #1{%
2955    \xintFor* ##1 in {#1} \do
2956    {\stepcounter{cellcount}\node[l] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2957}
2958
2959\def\DecoLEFTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
2960    \xintFor* ##1 in {#1} \do
```

```

2961     {\stepcounter{cellcount}%
2962     \xintifForLast {\node[r]}\node[o]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2963 }
2964
2965 \def\DecoINERTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
2966     \xintFor* ##1 in {#1} \do
2967     {\stepcounter{cellcount}%
2968     \xintifForLast {\node[b]}\node[g]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2969 }
2970
2971 \def\DecoRIGHTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
2972     \xintFor* ##1 in {#1} \do
2973     {\stepcounter{cellcount}%
2974     \xintifForLast {\node[r]}\node[l]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
2975 }
2976
2977 %-----
2978 % SECOND PART: the actual sorting routines.
2979
2980 \def\QS@sort@a #1{\expandafter \QS@sort@b \expandafter {\xintLength {#1}}{#1}}
2981 \def\QS@sort@b #1{\ifcase #1
2982     \expandafter\QS@sort@empty
2983     \or\expandafter\QS@sort@single
2984     \else\expandafter\QS@sort@c
2985     \fi
2986 }%
2987 \def\QS@sort@empty #1{}
2988 \def\QS@sort@single #1{\QSIr {#1}}
2989
2990 % This step is to pick the last as pivot.
2991 \def\QS@sort@c #1%
2992     {\expandafter\QS@sort@d\expandafter {\romannumeral0\xintntheft {-1}{#1}}{#1}}%
2993
2994 % Here \QSLr, \QSIr, \QSR have been let to \relax.
2995 % The trick with \xintApplyUnbraced is that for example when selecting
2996 % the elements smaller than pivot, if we had been using \xintApply we
2997 % would have had at the minimum an empty brace pair. Thus we use the
2998 % "unbraced" variant, but then the \QS@select@smaller has added in
2999 % anticipation a level of braces.
3000 \def\QS@sort@d #1#2{%
3001     \QSLr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@smaller {#1}}{#2}}%
3002     \QSIr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@equal {#1}}{#2}}%
3003     \QSRr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@greater {#1}}{#2}}%
3004 }%
3005 \def\QS@select@smaller #1#2{\xintifLt {#2}{#1}}{#2}}{ }% space will stop a f-
    expansion
3006 \def\QS@select@equal #1#2{\xintifEq {#2}{#1}}{#2}}{ }% space will stop a f-
    expansion
3007 \def\QS@select@greater #1#2{\xintifGt {#2}{#1}}{#2}}{ }% space will stop a f-
    expansion
3008
3009 %
3010 % NOTE 1: thus, each comparison with the pivot is done three (!) times.
3011 %
3012 % NOTE 2: we may well end up with \QSLr {<empty>} situations. THis is handled
3013 % silently by the \xintFor loops, and also when \QSLr becomes \QS@sort@a, the
3014 % latter must handle correctly an empty argument.
3015
3016 %-----
3017 % THIRD PART: the main macros \QSpivotStep, \QSsortStep and \QSinitialize.
3018
3019 % This draws all with suitable highlighting for the newly chosen pivots
3020 % (which will be shown raised)

```

```

3021 \def\QSpivotStep {\let\QSLr\DecoLEFTwithPivot
3022             \let\QSIr\DecoINERT
3023             \let\QSIrr\DecoINERT
3024             \let\QSRr\DecoRIGHTwithPivot
3025 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}%
3026             \setcounter{cellcount}{0}\setcounter{pivotcount}{0}%
3027             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
3028 }
3029
3030 % This sorts and then draws, showing where the pivot chosen in the previous
3031 % step go. Next time they will have become "inert". If pivotcount is still at
3032 % zero on exit from \QSpivotStep, then this is the signal to stop before
3033 % executing \QSSortStep.
3034 \def\QSSortStep {\def\QSLr {\noexpand\QS@sort@a}%
3035             \def\QSRr {\noexpand\QS@sort@a}%
3036             \def\QSIr {\noexpand\QSIrr}%
3037             \let\QSIrr\relax
3038             \edef\QS@list{\QS@list}%
3039             \let\QSLr\relax
3040             \let\QSRr\relax
3041             \let\QSIr\relax
3042             \edef\QS@list{\QS@list}%
3043             \let\QSLr\DecoLEFT
3044             \let\QSIr\DecoINERTwithPivot
3045             \let\QSIrr\DecoINERT
3046             \let\QSRr\DecoRIGHT
3047 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}%
3048             \setcounter{cellcount}{0}%
3049             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
3050 }
3051
3052 \def\QSinitialize #1{%
3053     % first, we convert the comma separated values into a list of braced items
3054     % we use an \edef, and anyhow many \edef's will be used later
3055     \edef\QS@list {\noexpand\QSRr {\xintCSVtoList {#1}}}%
3056     \let\QSRr\DecoRIGHT
3057     % The \QSRr marker mutated to draw the last element as
3058     % pivot and the earlier ones with the suitable style.
3059     %
3060     % The list of marked braced items \QS@list is used both for drawing
3061     % (as here) and for doing the exchange of elements during sort.
3062     \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}\setcounter{cellcount}{0}%
3063             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
3064 }
3065

```

relationale-algebra.sty

```

3066 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3067 \ProvidesPackage{bschlangaul-relationale-algebra}[2020/12/11]
3068 \RequirePackage{amsmath}
3069 \RequirePackage{amssymb}

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

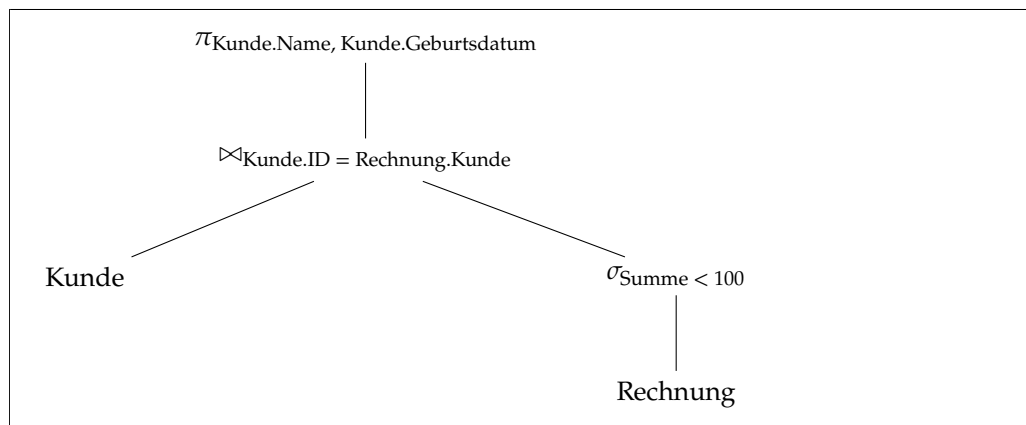
  \node[below=of pi]
    (theta join) {\bowtie_{\text{Kunde.ID = Rechnung.Kunde}}};
    edge (pi);

  \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}

```



```

3070 \RequirePackage{tikz}
3071 \usetikzlibrary{positioning}

    Privates Makros, das zwei Querstriche erzeugt.
3072 \def\o@join{\setbox0=\hbox{\bowtie}}%
3073 \rule[-.02ex]{.25em}{.4pt}\llap{\rule[\ht0]{.25em}{.4pt}}%
3074 }

```

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

```

3075 \def\leftouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie}}

```

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

```

3076 \def\rightouterjoin{\mathbin{\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}

```

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

```

3077 \def\fullouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}

```

```

3078

```

rmodell.sty

```
3079 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3080 \ProvidesPackage{bschlangaul-rmodell}[2020/09/01
3081 Makros und Umgebungen zum Setzen des Relationenmodells beim Thema
3082 Datenbanken.]
3083 \RequirePackage{soul}
```

Faulenzer

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

```
\liPrimaer \liPrimaer{text}: Unterstreichung für den Primärschlüssel
3084 \def\liPrimaer#1{\ul{#1}}
```

```
\liFremd \liFremd{text}: Überstreichung für den Fremdschlüssel
3085 \def\liFremd#1{{\setul{-0.9em}}\ul{#1}}
```

```
liRmodell \begin{liRmodell} \end{liRmodell}: Kleinere Schrift und Schreibmaschinenschrift.
3086 \def\li@Rmodell@Schrift{\footnotesize\ttfamily}
3087 \ExplSyntaxOn
3088 \NewDocumentEnvironment { liRmodell }
3089 { +b }
3090 {
3091 \medskip
3092 {
3093 \linespread{2}
3094 \setlength{\parindent}{0pt}
3095 \li@Rmodell@Schrift#1
3096 }
3097 \medskip
3098 } {}
3099 \ExplSyntaxOff
```

```
\liRelationMenge Makro-Faulenzer: \let\r=\liRelationMenge
\liRelationMenge{name}{attribut, attribut}: Umhüllen der Attribute mit geschweiften
und dann eckigen Klammern.
3100 \def\liRelationMenge#1#2{
3101 \noindent
3102 #1 : \{ [ #2 ] \}
3103 \par
3104 }
```

```
\liAttribut Makro-Faulenzer: \let\a=\liAttribut
\liAttribut{text}: Gleiche Schrift wie Umgebung liRmodell
3105 \def\liAttribut#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}
```

```
3106 \NewDocumentEnvironment { liRelationenSchemaFormat }{ +b } {} {}
```

```
3107
```

sortieren.sty

```
3108 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3109 \ProvidesPackage{bschlangaul-sortieren}[2020/06/10 Schaubilder
3110 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} }
  \liSortierPfeil{one}{two}
  \liSortierPfeil{two}{three}
  \liSortierMarkierung{two split south}{three split north}
  \liSortierPfeilUnten{three}{one}
}
```



```
3111 \RequirePackage{tikz}
3112 \usetikzlibrary{shapes.multipart,positioning}
```

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

```
3113 \def\liVertauschen#1{
3114   \directlua{
3115     local sortieren = require('bschlangaul-sortieren')
3116     sortieren('#1')
3117   }
3118 }
```

`\liSortierPfeil`

```
3119 \def\liSortierPfeil#1#2{
3120   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 north) -- ++(0,0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 north);
3121 }
```

`\liSortierPfeilUnten`

```
3122 \def\liSortierPfeilUnten#1#2{
3123   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 south) -- ++(0,-0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 south);
3124 }
```

`\liSortierMarkierung`

```
3125 \def\liSortierMarkierung#1#2{\node[
3126   draw,
3127   very thick,
3128   fit=(reihe.#1) (reihe.#2),
3129   inner sep=0pt
3130 ] {}
3131 }

3132 \tikzset{
3133   li sortierung zahlenreihe/.style={
3134     draw,
3135     thin,
3136     font=\large,
3137     rectangle split horizontal,
3138     rectangle split,
3139   }
3140 }
```

```

3141 % https://tex.stackexchange.com/a/140895
3142 \RequirePackage{forest,xstring}
3143 \usetikzlibrary{calc}
3144
3145 \makeatletter
3146 \pgfmathdeclarefunction{strrepeat}{2}{%
3147   \begingroup\pgfmathint{#2}\pgfmathcount\pgfmathresult
3148   \let\pgfmathresult\pgfutil@empty
3149   \pgfutil@loop\ifnum\pgfmathcount>0\relax
3150     \expandafter\def\expandafter\pgfmathresult\expandafter{\pgfmathresult#1}%
3151     \advance\pgfmathcount-1\relax
3152   \pgfutil@repeat\pgfmath@smuggleone\pgfmathresult\endgroup}
3153 \makeatother
3154
3155 \def\myNodes{}
3156
3157 \ExplSyntaxOn
3158 \newcommand*{\sortList[1]}{%
3159   \clist_sort:Nn#1{\int_compare:nNnTF{##1}>{##2}\sort_return_swapped:\sort_return_same:}}
3160 \ExplSyntaxOff
3161
3162 \forestset{
3163   sort/.code={%
3164     \pgfmathparse{level()>\forestSortLevel}%
3165     \ifnum\pgfmathresult=0
3166       \StrSubstitute{\forestov{content}}{ }{ },{ }\myList%
3167       \sortList\myList
3168       \StrSubstitute{\myList}{ },{ }{ }\myList%
3169       \pgfmathparse{strrepeat("1",level())}%
3170       \xappto\myNodes{\noexpand\node at ($(\forestov{name})|-m)!-1!(\forestov{name}))$}
3171       (m\forestov{name}) {\myList}}%
3172     \pgfmathparse{level()=\forestSortLevel}%
3173     \ifnum\pgfmathresult=1
3174       \forestOget{\forestov{@first}}{name}\forestFirst
3175       \forestOget{\forestov{@last}}{name}\forestLast
3176       \xappto\myNodes{[<-]edge (\forestOv{\forestov{@first}}{name})
3177         \ifx\forestFirst\forestLast\else edge (\forestOv{\forestov{@last}}{name})\fi}}%
3178     \fi
3179     \ifnum\forestov{@parent}=0\else
3180       \xappto\myNodes{edge (m\forestOv{\forestov{@parent}}{name})}%
3181     \fi
3182     \gappto\myNodes{;}%
3183   \fi}}
3184
3185 \forestset{sort level/.code=%
3186   \pgfmathparse{#1}\let\forestSortLevel\pgfmathresult
3187   \pgfmathparse{strrepeat("1",\forestSortLevel+1)}\let\forestOnes\pgfmathresult}
3188

```


spalten.sty

```
3189 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3190 \ProvidesPackage{bschlangaul-spalten}[2020/12/07 Lädt das Paket
3191 „multicol“, damit mehrspaltiger Satz mit Hilfe der Umgebung „multicols“
3192 realisiert werden kann.]
3193 \RequirePackage{multicol}
```

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

```
3194 \def\liSpaltenUmbruch{\vfill\strut\columnbreak}
```

```
3195
```

sql.sty

3196 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

3197 \ProvidesPackage{bschlangaul-tabelle}[2021/09/02 Zu Setzen von SQL]

Latex-Markup-Beispiel

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

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

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

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

3198 \liLadePakete{syntax}

3199 \RequirePackage{fancyvrb}

3200 \DefineVerbatimEnvironment{liSqlErgebnis}{Verbatim}

3201 {fontsize=\footnotesize}

3202

struktogramm.sty

3203 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

3204 \ProvidesPackage{bschlangaul-struktogramm}[2021/01/31 Lädt das

3205 Paket struktex zum Setzen von Struktogrammen]

3206 \RequirePackage{struktex}

3207

syntax.sty

```
3208 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3209 \ProvidesPackage{bschlangaul-syntax}[2020/06/10 Ein Hüll-Paket um
3210 `minted`, das sich um die Syntax-Hervorhebung des Java-Codes kümmert.]
3211 \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
```

```
3212 \ExplSyntaxOn
3213 \directlua{
3214   syntax = require('bschlangaul-syntax')
3215   syntax.importiere_konfiguration('tex_repo_lokaler_pfad', '\LehramtInformatikRepository')
3216   syntax.importiere_konfiguration('github_domain', '\LehramtInformatikGithubDomain')
3217   syntax.importiere_konfiguration('github_raw_domain', '\LehramtInformatikGithubRawDomain')
3218   syntax.importiere_konfiguration('github_tex_repo', '\LehramtInformatikGithubTexRepo')
3219   syntax.importiere_konfiguration('github_code_repo', '\LehramtInformatikGithubCodeRepo')
3220   syntax.importiere_konfiguration('git_branch', '\LehramtInformatikGitBranch')
3221 }
3222 \RequirePackage{hyperref}
3223 \RequirePackage{minted}
3224 % pygmentize -L styles
3225 \usemintedstyle{colorful}
3226 %\BeforeBeginEnvironment{minted}{\begin{mdframed}}
3227 %\AfterEndEnvironment{minted}{\end{mdframed}}
3228 %\setminted{breaklines=true,linenos}
3229 \setminted{
3230   breaklines=true,
3231   linenos=false,
3232   fontsize=\footnotesize,
3233 }
```

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

```
3234 \newminted[liJavaAngabe]{java}{
3235   xleftmargin=1cm
3236 }
```

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

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

```
3237 \def\liJavaCode#1{
3238   \,
3239   \textcolor{blue}{
3240     \mintinline[
3241       fontsize=\normalsize,
3242       breakanywhere % https://github.com/gpoore/minted/issues/31#issuecomment-
3243       458640242
3244     ]{java}|#1|
3245   \,
3246 }
```

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

```
3247 \def\liLatexCode#1{\mintinline{latex}|#1|}
```

```

3248 \def\li@GithubLink#1#2{
3249   \begin{flushright}
3250     \tiny
3251     Code-Beispiel~auf~Github~ansehen:~
3252     \href{#1}{\nolinkurl{#2}}
3253   \end{flushright}
3254 }

\liJavaDatei Eine komplette Java-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/main/java/org/bschlangaul
liegt.
3255 \NewDocumentCommand{\liJavaDatei}{ O{firstline=3} m }{
3256   \inputminted[#1]{java}{
3257     \directlua{
3258       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', false)
3259     }
3260   }
3261   \li@GithubLink
3262   {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', false)}}
3263   {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', false)}}
3264 }

\liJavaTestDatei Eine komplette Java-Test-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/test/java/org/bschlangaul
liegt.
3265 \NewDocumentCommand{\liJavaTestDatei}{ O{firstline=3} m }{
3266   \inputminted[#1]{java}{
3267     \directlua{
3268       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', true)
3269     }
3270   }
3271   \li@GithubLink
3272   {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', true)}}
3273   {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', true)}}
3274 }

\liJavaExamen \liJavaExamen{66116}{2015}{03}{Kunde} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \liJavaDatei([
\liJavaExamen$1{$2}{$3}{$4}{$5}
3275 \NewDocumentCommand{\liJavaExamen}{ O{firstline=3} m m m m }{
3276   \inputminted[#1]{java}{
3277     \directlua{
3278       syntax.drucke_absoluten_examens_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')
3279     }
3280   }
3281   \li@GithubLink
3282   {\directlua{syntax.drucke_github_examens_url('#2', '#3', '#4', '#5')}}
3283   {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
3284 }

\liAssemblerCode
3286 \def\liAssemblerCode#1{\mintinline{asm}|#1|}

\liAssemblerDatei \liAssemblerDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Assembler-Datei.
3287 \NewDocumentCommand{\liAssemblerDatei}{ m }{
3288   \inputminted{asm}{#1}
3289 }

\liMinispracheDatei \liMinispracheDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Minisprachen-Datei
(Hochsprache für die Minimaschine von Albert Wiedemann).
3290 \NewDocumentCommand{\liMinispracheDatei}{ m }{
3291   \inputminted{componentpascal}{#1}
3292 }

```

```

\liHaskellCode \liHaskellCode{haskell}: Zum Setzen von Haskell-Code.
3293 \def\liHaskellCode#1{\mintinline{haskell}|#1|}

\liHaskellDatei \liHaskellDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Haskell-Datei.
3294 \NewDocumentCommand{\liHaskellDatei}{ m }{
3295   \inputminted{haskell}{#1}
3296 }

3297 \ExplSyntaxOff

\liSqlCode \liHaskellCode{sql}: Zum Setzen von SQL-Code.
Makro-Faulenzer: \let\s=\liSqlCode
3298 \def\liSqlCode#1{\mintinline{sql}|#1|}

3299

```

syntaxbaum.sty

```
3300 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3301 \ProvidesPackage{bschlangaul-syntaxbaum}[2021/02/14 Zum Setzen von
3302 Syntaxbäumen mit Hilfe des Pakets tikz-qtree]
3303 \RequirePackage{tikz-qtree}
3304
3305 \tikzset{li parsetree/.style={
3306     every internal node/.style={
3307         draw,circle
3308     },
3309     every leaf node/.style={
3310         draw,rectangle
3311     },
3312 }
3313 }
3314
```

synthese-algorithmus.sty

```
3315 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3316 \ProvidesPackage{bschlangaul-synthese-algorithmus}[2021/03/19
3317 Hilfsmakros zum Setzen des Synthese-Algorithmuses zur Umformung einer
3318 Relation in die 3. Normalform]
3319 \liLadePakete{normalformen,mathe,typographie}
3320 \ExplSyntaxOn
```

Faulenzer

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

TeX-Markup Grundgerüst

```
\let\schrittE=\liSyntheseUeberErklaerung
\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=\liLinksReduktionInline
\let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
\let\m=\liAttributMenge
\let\b=\textbf

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

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

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

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

TeX-Markup Rechtsreduktion

```
\let\ahr=\liRechtsReduktionInline
\let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit

\liPseudoUeberschrift{F}

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

\liPseudoUeberschrift{A}

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


TeX-Markup Relationen formen

```
\let\r=\liRelation
\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. $\mathcal{R}_\alpha \subseteq \mathcal{R}_{\alpha'}$. —

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

```
3321 \def\liSyntheseUeberschrift#1{
3322   {
3323     \bfseries
3324     \rmfamily
3325     \str_case:nn {#1} {
3326       {1} {Kanonische~Überdeckung}
3327       {1-1} {Linksreduktion}
3328       {1-2} {Rechtsreduktion}
3329       {1-3} {Löschen-leerer-Klauseln}
3330       {1-4} {Vereinigung}
3331       {2} {Relationsschemata-formen}
3332       {3} {Schlüssel-hinzufügen}
3333       {4} {Entfernung-überflüssiger-Teilschemata}
3334     }
3335   }
3336 }
```

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

```

3337 \def\li@synthese@erklaerung@texte#1{
3338   \str_case:nn {#1} {
3339     {1} {
3340       Die-kanonische-Überdeckung---also-die-kleinst-mögliche-noch-
3341       äquivalente-Menge-von-funktionalen-Abhängigkeiten-kann-in-vier-
3342       Schritten-erreicht-werden.
3343     }
3344     {1-1} {
3345       Führe-für-jede-funktionale-Anhängigkeit~
3346       $\alpha\rightarrow\beta$~in- $F$ -die-Linksreduktion-durch,~
3347       überprüfe-also-für-alle~
3348       $A\in\alpha$,~ob- $A$ -überflüssig-ist,~d.h.~ob~
3349       $\beta\subseteq\liAttributHuelle\{F,\sim\alpha\sim A\}$.
3350     }
3351     {1-2} {
3352       Führe-für-jede-(verbliebene)-funktionale-Abhängigkeit~$\alpha\rightarrow\beta$~die-Rechtsreduktion-durch,~überprüfe-also-für-
3353       alle- $B\in\beta$ ,~ob- $B\in\liAttributHuelle\{F\sim(\alpha\rightarrow\beta)\sim\cup(\alpha\rightarrow\beta)\}$ -gilt.~In-diesem-Fall-ist- $B$ -auf-der-rechten-Seite-
3354       überflüssig-und-kann-eliminiert-werden,~dh- $\alpha\rightarrow\beta$ -wird-durch- $\alpha\rightarrow\beta$ -ersetzt.
3355     }
3356     {1-3} {
3357       Entferne-die-funktionalen-Abhängigkeiten-der-Form- $\alpha\rightarrow\emptyset$ ,~die-im-2.-Schritt-möglicherweise-
3358       entstanden-sind.
3359     }
3360     {1-4} {
3361       Fasse-mittels-der-Vereinigungsregel-funktionale-Abhängigkeiten-
3362       der-Form- $\alpha\rightarrow\beta_{\{1\}},\dots,\alpha\rightarrow\beta_{\{n\}}$ ,~so-dass- $\alpha\rightarrow\beta_{\{1\}}\cup\dots\cup\beta_{\{n\}}$ -verbleibt.
3363     }
3364     % Kemper Seite 197
3365     {2} {
3366       Erzeuge-für-jede-funktionale-Abhängigkeit~$\alpha\rightarrow\beta$~ein-Relationenschema- $\mathcal{R}\subseteq\alpha$ -
3367       := $\alpha\cup\beta$ .
3368     }
3369     {3} {
3370       Falls-eines-der-in-Schritt-2.-erzeugten-Schemata- $\mathcal{R}\subseteq\alpha$ -einen-Schlüsselkandidaten-von- $\mathcal{R}$ -bezüglich- $F\subseteq\beta$ -enthält,~sind-wir-fertig,~sonst-wähle-einen-Schlüsselkandidaten- $\mathcal{K}\subseteq\mathcal{R}$ -aus-und-definiere-folgendes-zusätzliche-Schema:~ $\mathcal{R}\subseteq\mathcal{K}$ :~ $\mathcal{K}\subseteq\mathcal{F}$ -und- $\mathcal{K}\subseteq\mathcal{K}$ :~ $\mathcal{K}\subseteq\emptyset$ 
3371     }
3372     {4} {
3373       Eliminiere-diejenigen-Schemata- $\mathcal{R}\subseteq\alpha$ ,~die-in-einem-anderen-Relationenschema- $\mathcal{R}\subseteq\alpha'$ -enthalten-sind,~d.h.~ $\mathcal{R}\subseteq\mathcal{R}\subseteq\alpha'$ .
3374     }
3375   }
3376 }
3377 \def\liSyntheseErklaerung#1{
3378   {
3379     \itshape
3380     \footnotesize
3381     \liParagraphMitLinien{\li@synthese@erklaerung@texte{#1}}
3382   }

```

3399 }

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

3400 \def\liSyntheseUeberErklaerung#1{

3401 \liSyntheseUeberschrift{#1}\par

3402 \liSyntheseErklaerung{#1}

3403 }

3404 \ExplSyntaxOff

3405

tabelle.sty

```
3406 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]  
3407 \ProvidesPackage{bschlangaul-tabelle}[2020/12/05 Lädt das Paket tabluarx]  
3408 \RequirePackage{tabularx}  
3409
```

tex-dokumentation.sty

```
3410 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3411 \ProvidesPackage{bschlangaul-tex-dokumentation}[2021/09/12 Hilfsmakros
3412 für die DTX-Dokumentation]

3413 \ExplSyntaxOn

3414 \RequirePackage{mdframed}

3415 \newenvironment{liBeispiel}
3416 {
3417   \begin{mdframed}
3418 }
3419 {
3420   \end{mdframed}
3421 }

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

3422 \cs_new:Npn \let_abkuerzung:nn #1 #2
3423 {
3424   \texttt{
3425     {
3426       \textbackslash let
3427       \textbackslash #1
3428       =
3429       \textbackslash #2
3430     }
3431   }
3432 \def\bMakroFaulenzer #1 #2
3433 {
3434   \par
3435   \noindent
3436   \textbf{Makro-Faulenzer:~}
3437   \let_abkuerzung:nn {#1}{#2}
3438   \par
3439 }

3440 \prop_new:N \l_faulenzer_prop

\bFaulenzer

3441 \def\bFaulenzer#1
3442 {
3443   \prop_clear:N \l_faulenzer_prop
3444   \prop_put_from_keyval:Nn \l_faulenzer_prop {#1}
3445   \subsubsection{Faulenzer}
3446   \prop_map_inline:Nn \l_faulenzer_prop
3447   {
3448     \noindent
3449     \let_abkuerzung:nn {##1} {##2}
3450     \par
3451   }
3452   \bigskip
3453 }

3454 \ExplSyntaxOff

3455
```

typographie.sty

```
3456 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3457 \ProvidesPackage{bschlangaul-typographie}[2021/03/20 Typographische Makros,
3458 die das Erscheinungsbild verändern. Die Schriftdefinition sind in
3459 formatierung.sty definiert.]
```

```
3460 \ExplSyntaxOn
```

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

```
3461 \RequirePackage{fontawesome}
```

`\liErledigt` `\liErledigt:` ☑

```
3462 \let\liErledigt=\faCheckSquareO
```

`\liNichtsZuTun` `\liNichtsZuTun:` ∅ Nichts zu tun

```
3463 \def\liNichtsZuTun{$\emptyset$~Nichts-zu-tun}
```

`\liParagraphMitLinien` `\liParagraphMitLinien{Lorem ipsum...}:`

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

```
3464 \def\liParagraphMitLinien#1{
3465   \noindent
3466   \vrule height 2pt depth -1.6pt width 0.4cm
3467   \enspace
3468   #1
3469   \enspace
3470   \leaders\vrule height 2pt depth -1.6pt \hfill \null
3471   \par
3472   \medskip
3473 }
```

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

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

```
3474 \def\liGeschweifteKlammern#1#2#3#4{
3475   \par
3476   \medskip
3477   \noindent
3478   #1 \, $= \Bigl\{ \$
3479   \vspace{#3}
3480   #2
3481   \vspace{#4}
3482   \begin{flushright} \$\Bigr\} \$\end{flushright}
3483   \par
3484 }
```

`\liTypoUeberschrift`

```
3485 \def\liTypoUeberschrift#1{
3486   {
3487     \bfseries\rmfamily
3488     #1
3489   }
3490 }
```

\liTypoUeberGross

```
3491 \def\liTypoUeberGross#1{
3492   {
3493     \huge
3494     \liTypoUeberschrift{#1}
3495   }
3496 }
```

\liTypoUeberGross

```
3497 \def\liTypoUeberGROSS#1{
3498   {
3499     \Huge
3500     \liTypoUeberschrift{#1}
3501   }
3502 }
```

3503 \ExplSyntaxOff

3504

uml.sty

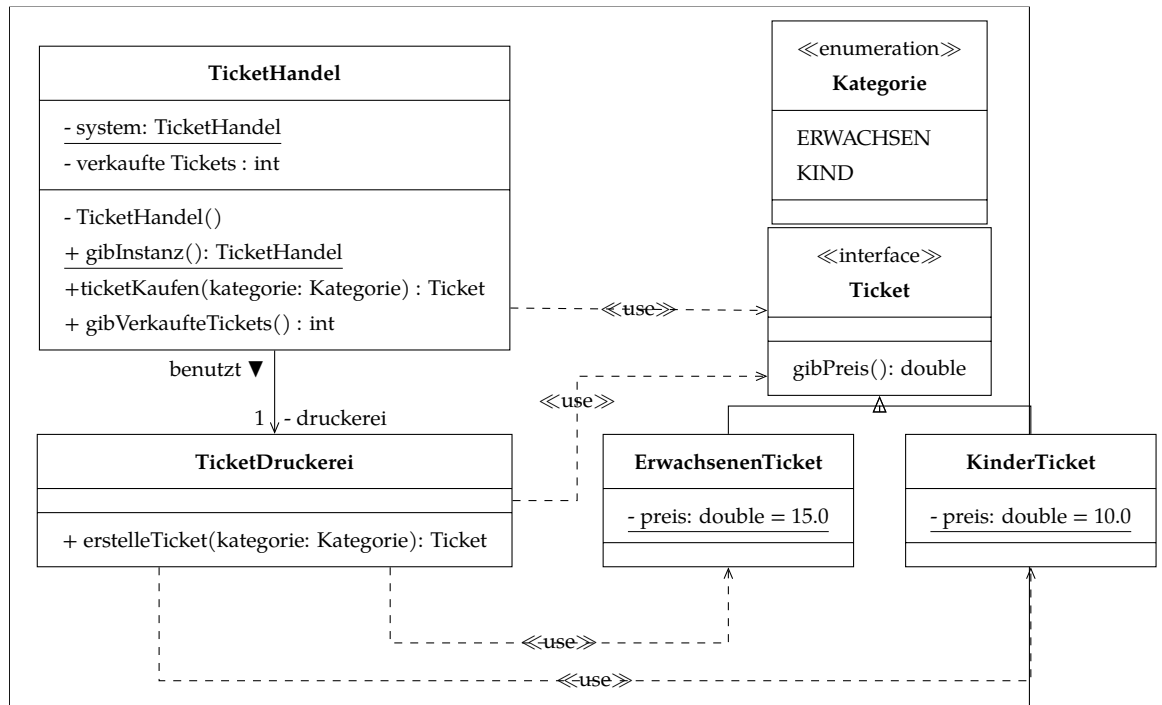
```

3505 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3506 \ProvidesPackage{bschlangaul-uml}[2020/06/13 Ein Hüll-Paket um
3507 `tikz-uml', das einige Design-Einstellungen vornimmt und manche
3508 Erweiterung bereitstellt]

3509 \RequirePackage{tikz-uml}
3510 \RequirePackage{tikz-uml-activity}
3511 % Not compatible with wasysym
3512 \RequirePackage{mathabx}
3513 \RequirePackage{wasysym}
3514 \usetikzlibrary{positioning}

3515 \tikzumlset{
3516   fill class=white!0,
3517   font=\footnotesize,
3518   fill object=white!0,
3519   fill note=white!0,
3520   fill state=white!0,
3521   % Use case
3522   fill usecase=white!0,
3523   fill system=white!0,
3524 }

```



```

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

```

```

3525 \NewDocumentCommand{ \liUmlLeserichtung } { 0{dir=right} m } {
3526   \def\@liDirLeft{}
3527   \def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}
3528   \pgfkeys{/lese/dir/.is choice}
3529   \pgfkeys{/lese/dir/up/.code={\def\@liDirRight{ \UParrow}}}
3530   \pgfkeys{/lese/dir/down/.code={\def\@liDirRight{ \DOWNarrow}}}
3531   \pgfkeys{/lese/dir/left/.code={\def\@liDirRight{}\def\@liDirLeft{\LEFTarrow }}}
3532   \pgfkeys{/lese/dir/right/.code={\def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}}}
3533
3534   \def\@liPos{above}
3535   \pgfkeys{/lese/pos/.code={\def\@liPos{##1}}}
3536
3537   \def\@liDistance{0cm}

```



```

3538 \pgfkeys{/lese/distance/.code={\def\@liDistance{##1}}}
3539
3540 \pgfkeys{/lese/.cd,#1}
3541
3542 \node[\@liPos = \@liDistance of #2-middle] {
3543   \@liDirLeft{\footnotesize#2}\@liDirRight
3544 };
3545 }
3546

```

vollstaendige-induktion.sty

```
3547 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3548 \ProvidesPackage{bschlangaul-vollstaendige-induktion}[2021/07/01
3549 Hilfsmakros zum Setzen der Vollständigen Induktion, vor allem die
3550 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}_{(\cdot (n+1))}}{
(n + 2) \cdot (n + 1)! \cdot n! \cdot \mathfrak{m}_{(\cdot (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

```
3551 \RequirePackage{bschlangaul-typographie}
3552 \RequirePackage{bschlangaul-mathe}
3553 \RequirePackage{bschlangaul-syntax}
3554 \ExplSyntaxOn
```

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

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

```
3555 \def\liInduktionMarkierung#1{\textcolor{violet}{#1}}
```

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

Makro-Faulenzer: \let\e=\liInduktionErklaerung

3556 \def\liInduktionErklaerung#1{\scriptsize\text{#1}}

\liInduktionAnfang

3557 \def\liInduktionAnfang{

3558 \liPseudoUeberschrift{Induktionsanfang}

3559

3560 % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion

3561 \liParagraphMitLinien{

3562 Beweise,~dass~ $A(1)$ ~eine~wahre~Aussage~ist.

3563 }

3564 }

\liInduktionVoraussetzung

3565 \def\liInduktionVoraussetzung{

3566 \liPseudoUeberschrift{Induktionsvoraussetzung}

3567

3568 % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion

3569 \liParagraphMitLinien{

3570 Die~Aussage~ $A(k)$ ~ist~wahr~für~ein~beliebiges~ $k \in \mathbb{N}$.

3571 }

3572 }

\liInduktionSchritt

3573 \def\liInduktionSchritt{

3574 \liPseudoUeberschrift{Induktionsschritt}

3575

3576 % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion

3577 \liParagraphMitLinien{

3578 Beweise,~dass~wenn~ $A(n=k)$ ~wahr~ist,~

3579 auch~ $A(n=k+1)$ ~wahr~sein~muss.

3580 }

3581 }

3582 \ExplSyntaxOff

3583

wasserfall.sty

```
3584 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3585 \ProvidesPackage{bschlangaul-wasserfall}[2020/06/10]
3586 \RequirePackage{tikz}
3587 \tikzset{wasserfall/.style={
3588   >=stealth,
3589   node distance = 2mm and -8mm,
3590   start chain = A going below right,
3591   every node/.style = {
3592     draw,
3593     text width=24mm,
3594     minimum height=12mm,
3595     align=center,
3596     inner sep=1mm,
3597     fill=white,
3598     drop shadow={fill=black},
3599     on chain=A
3600   },
3601 }}
3602 \usetikzlibrary{chains,positioning,shadows}
3603
```

wpkalkuel.sty

```
3604 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3605 \ProvidesPackage{bschlangaul-wpkalkuel}[2020/06/13]
```

Faulenzer

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

```
3606 \RequirePackage{amsmath}
3607 \ExplSyntaxOn
```

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

```
3608 \def\liWpKalkuelOhneMathe#1#2{
3609   \text{\wp}(\texttt{\scriptsize"#1"},\thinspace #2)
3610 }
3611 \def\liWpKalkuel#1#2{
3612   \ifmmode
3613     \liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}
3614   \else
3615     $\liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}$
3616   \fi
3617 }
```

\MatheEnv

```
3618 \def\MatheEnv#1{
3619   \medskip
3620
3621   \hspace{1em}#1
3622
3623   \medskip
3624 }
```

\Mathe

```
3625 \def\Mathe#1{
3626   \MatheEnv{${#1}$}
3627 }
```

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

```
3628 \def\liWpEquivalent#1{
3629   \MatheEnv{$\equiv$\hspace{1em}${#1}$}
3630 }
```

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

```
3631 \newlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}
3632 \def\liWpErklaerung#1{
3633   \setlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}{\leftskip}
3634   \setlength{\leftskip}{0.5cm}
3635
3636   \par
3637   \noindent
3638   {
3639     \scriptsize
3640     #1
3641   }
3642   \par
3643
3644   \setlength{\leftskip}{\@Skip@Erklaerung@Reset}
3645 }
```

\liWpErklaerungVerzweigung

```

3646 \def\liWpErklaerungVerzweigung{
3647   $\liWpKalkuelOhneMathe{if~\{-b~\}~then~\{-a1~\}~else~\{-a2~\}}{Q}
3648   \equiv
3649   (b \land \liWpKalkuelOhneMathe{a1}{Q})
3650   \lor
3651   (\neg b \land \liWpKalkuelOhneMathe{a2}{Q})$
3652 }

3653 \ExplSyntaxOff

3654

```

Index

Numbers written in *italic* refer to the page where the corresponding entry is described; numbers underlined refer to the code line of the definition; numbers in *roman* refer to the code lines where the entry is used.

Symbols	807, 817, 824, 826, 829	2449, 2529, 2530,
\# 460		2534, 2557, 2570,
\, .. 710, 780, 835, 1062,		2630, 2631, 2681,
1080, 1712, 1714,	\sq 2689, 2699	2726, 2866, 2886,
2295, 2296, 2297,		3027, 3049, 3063,
2737, 3238, 3245, 3478		3226, 3249, 3417, 3482
\@Skip@Erklaerung@Reset	\addbibresource	\begingroup 2120, 2679, 3147
..... 3631, 3633, 3644	. 2096, 2097, 2098,	\beschriftung
\@afterheading	2099, 2100, 2101,	..... 2163, 2167,
..... 82, 2140, 2264	2102, 2103, 2104, 2105	2171, 2175, 2179, 2181
\@afterindentfalse ..	\AddToHook . 85, 89, 292, 327	\beta 3346,
..... 81, 2139, 2263	\advance 3151	3349, 3353, 3354,
\@liDirLeft 3526, 3531, 3543	\AfterEndEnvironment 3227	3355, 3358, 3368,
\@liDirRight 3527, 3529,	\Alph 1772	3369, 3370, 3375, 3376
3530, 3531, 3532, 3543	\alph 1772, 1773	\bf 2924, 2925, 2926
\@liDistance	\alpha . 3346, 3348, 3349,	\bFaulenzer 3441
..... 3537, 3538, 3542	3352, 3354, 3355,	\bfseries 55,
\@liPos ... 3534, 3535, 3542	3356, 3357, 3358,	135, 200, 257, 921,
\\ ... 146, 148, 172, 176,	3362, 3368, 3369,	1762, 1764, 2547,
180, 1092, 1120,	3374, 3375, 3376,	2924, 2930, 2932,
1121, 1124, 1125,	3379, 3387, 3388, 3389	2934, 2935, 3323, 3487
1128, 1129, 1224,	\arabic 1772, 2946, 2951,	\bgroup 2158, 2202
1225, 1226, 1333,	2956, 2962, 2968, 2974	\Bigl 3478
1367, 1369, 1399,	\arraystretch 2627	\Bigr 3482
1408, 1453, 1495,	\AtBeginDocument 169	\bigskip 77, 94, 97, 250,
1496, 1497, 1502,		302, 305, 813, 1094,
1503, 1504, 1524,		1099, 2129, 2605, 3452
2127, 2632, 2690, 2693	B	\bMakroFaulenzer ... 3422
\{ 558, 1649,	\BeforeBeginEnvironment	\bool 688, 781
1659, 1671, 1672,	..... 3226	\bowtie 3072, 3075, 3076, 3077
1677, 1711, 1943,	\begin 99,	\Box 510
2677, 3102, 3478, 3647	144, 161, 239, 1118,	\boxtimes 911
\} 558, 1649,	1172, 1187, 1222,	
1659, 1671, 1672,	1246, 1293, 1325,	
1679, 1715, 1944,	1340, 1365, 1375,	
2677, 3102, 3482, 3647	1395, 1415, 1447,	
_ . 48, 62, 105, 234, 383,	1464, 1493, 1518,	
391, 396, 398, 657,	1539, 1563, 1578,	
685, 709, 712, 722,	1692, 1777, 1869,	
745, 748, 752, 754,	1897, 1906, 1913,	
756, 758, 761, 773,	2021, 2119, 2183,	
774, 775, 778, 780,	2205, 2225, 2252,	
794, 795, 801, 804,	2257, 2268, 2278,	
	2282, 2365, 2369,	
	2388, 2411, 2434,	
		C
		\c 1871, 1872
		\cdot 2340, 2396, 2407
		\centerline 1902,
		2567, 3025, 3047, 3062
		\cftbeforesecskip ... 283
		\cftbeforesubsecskip .
		..... 284, 285
		\cftbeforesubsubsecskip
		..... 286

<code>\cftsubsecafterpnum</code> . 285	1703, 2156, 2179,	<code>\ExplSyntaxOff</code> ... 109,
<code>\chapter</code> 1762, 1763	2193, 2200, 2218,	183, 309, 331, 400,
<code>\char</code> 2127	2243, 2313, 2323,	443, 485, 490, 543,
<code>\clearpage</code> 141, 155, 158,	2333, 2347, 2673,	548, 553, 974,
166, 201, 295, 307, 2121	2710, 2755, 2816,	996, 1011, 1087,
<code>\cline</code> 1092	2984, 3177, 3179, 3614	1639, 1717, 1752,
<code>\clist</code> 583,	<code>\emph</code> .. 1113, 1360, 1615,	1819, 2041, 2080,
631, 632, 654, 658, 3159	1924, 1953, 1955, 2126	2298, 2363, 2576,
<code>\columnbreak</code> 3194	<code>\empty</code> 2179, 2709	2655, 2849, 3099,
<code>\contentsname</code> 287	<code>\emptyset</code>	3160, 3297, 3404,
<code>\cs</code> 19, 26, 32,	2619, 3363, 3384, 3463	3454, 3503, 3582, 3653
236, 280, 657, 685,	<code>\end</code> 106,	<code>\ExplSyntaxOn</code> . 18, 125,
709, 712, 722, 745,	152, 163, 276, 1157,	206, 325, 381, 412,
756, 767, 778, 780,	1183, 1208, 1243,	453, 486, 511, 544,
817, 824, 829, 2048,	1277, 1309, 1337,	549, 574, 917, 980,
2055, 2070, 2076,	1353, 1372, 1380,	997, 1036, 1612,
2246, 2528, 2749, 3422	1411, 1440, 1461,	1707, 1729, 1803,
<code>\csname</code> 1856, 1859	1486, 1511, 1531,	2034, 2046, 2117,
<code>\cup</code> 1672,	1550, 1575, 1593,	2302, 2479, 2637,
2711, 3355, 3369, 3376	1694, 1779, 1885,	2742, 2830, 3087,
	1909, 1910, 1917,	3157, 3212, 3320,
	2026, 2124, 2191,	3413, 3460, 3554, 3607
	2215, 2241, 2259,	
D	2260, 2274, 2285,	F
<code>\DeclareMathSymbol</code> ..	2286, 2367, 2383,	<code>\faCheckSquare0</code> 3462
..... 2473, 2474	2408, 2431, 2446,	<code>\faCircleThin</code> 1631
<code>\DecoINERT</code>	2456, 2532, 2536,	<code>\faGg</code> 1625
2949, 3022, 3023, 3045	2537, 2560, 2573,	<code>\fancyfoot</code>
<code>\DecoINERTwithPivot</code> .	2634, 2635, 2683,	. 1783, 1784, 1785,
..... 2965, 3044	2728, 2876, 2896,	2062, 2063, 2064, 2065
<code>\DecoLEFT</code> 2944, 3043	3027, 3049, 3063,	<code>\fancyhead</code> . 1782, 2057,
<code>\DecoLEFTwithPivot</code> ..	3227, 3253, 3420, 3482	2058, 2059, 2060, 2072
..... 2959, 3021	<code>\endcsname</code> 1856, 1859	<code>\faSquare0</code> 1619
<code>\DecoRIGHT</code> 2954, 3046, 3056	<code>\endgroup</code> . 2123, 2684, 3152	<code>\fi</code> ... 1018, 1026, 1034,
<code>\DecoRIGHTwithPivot</code> .	<code>\enspace</code> 3467, 3469	1042, 1049, 1655,
..... 2971, 3024	environments:	1669, 1705, 2159,
<code>\definecolor</code> 1760	<code>liAdditum</code> 2197	2182, 2195, 2203,
<code>\DefineVerbatimEnvironment</code>	<code>liAHuelle</code> 2678	2220, 2244, 2315,
..... 3200	<code>liAntwort</code> 2153	2325, 2335, 2349,
<code>\delta</code> 416, 458, 516, 558, 1663	<code>liDiagramm</code> 2276	2675, 2712, 2757,
<code>\dh</code> 2297, 3357	<code>liEinbettung</code> 2152	2818, 2985, 3177,
<code>\directlua</code>	<code>liExkurs</code> 2222	3178, 3181, 3183, 3616
409, 488, 546, 551,	<code>liGraphenFormat</code> . 1848	<code>\filcenter</code> 200
1644, 1658, 1678,	<code>liJavaAngabe</code> 3234	<code>\footcite</code> 1115,
1686, 1693, 1698,	<code>liKasten</code> 1776	1184, 1206, 1253,
2662, 2667, 2720,	<code>liKontrollflussgraph</code>	1276, 1308, 1361,
2727, 2734, 3114,	..... 2020	1412, 1439, 1485,
3213, 3257, 3262,	<code>liLernkartei</code> 2266	1922, 1925, 1932,
3263, 3267, 3272,	<code>liProduktionsRegeln</code>	1937, 1942, 1946,
3273, 3277, 3283, 3284	..... 1687	1952, 1957, 2085,
<code>\do</code> 2945, 2950,	<code>liProjektSprache</code> 2151	2384, 2385, 2642, 2879
2955, 2960, 2966, 2972	<code>liQuellen</code> 2246	<code>\footnote</code> 2289, 2293
<code>\dots</code> 952, 956,	<code>liRelationenSchemaFormat</code>	<code>\footnotesize</code> 71,
1943, 2873, 3368, 3369	..... 3106	252, 498, 790, 872,
<code>\DOWNarrow</code> 3530	<code>liRmodell</code> 3086	966, 1636, 2150,
<code>\draw</code> 1876, 1879,	<code>liUebergangsTabelle</code>	2236, 2253, 2269,
1882, 2821, 3120, 3123	..... 2627	2558, 2586, 2680,
	<code>\equiv</code> 3629, 3648	2697, 2705, 2834,
E	<code>\erzeuge@tiefgestellt</code>	2843, 3086, 3201,
<code>\edef</code> 1867,	..... 1658, 1659, 1663	3232, 3396, 3517, 3543
3038, 3042, 3054, 3055	<code>\expandafter</code>	<code>\footrulewidth</code> . 1788, 2068
<code>\edge</code> 628	. 1856, 2980, 2982,	<code>\foreach</code> .. 1871, 1874, 1881
<code>\egroup</code> 2194, 2219	2983, 2984, 2992, 3150	<code>\forestFirst</code> ... 3174, 3177
<code>\else</code> 1016,		<code>\forestLast</code> ... 3175, 3177
1024, 1032, 1040,		
1047, 1653, 1667,		

\li@chomsky@erklaerung@texte	\liBedingung	2029	\liEntwurfsDekoriererCode	. . . . .	1311, 1322
.	931, 967		\liEntwurfsDekoriererUml	. . . . .	1292, 1320
\li@EntwurfsCode . . . .	. . . .	2360, 2403, 2443	\liEntwurfsEinfacheFabrik	. . . . .	1355
. . . .	1109, 1160,		\liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure	. . . . .	1339, 1357
1161, 1162, 1211,			\liEntwurfsEinfacheFabrikUml	. . . . .	1324, 1356
1212, 1213, 1214,			\liEntwurfsEinzelstueck	. . . . .	1385
1280, 1281, 1282,			\liEntwurfsEinzelstueckAkteure	. . . . .	1374, 1390
1283, 1284, 1285,			\liEntwurfsEinzelstueckBeschreibung	. . . . .	1359, 1386
1312, 1313, 1314,			\liEntwurfsEinzelstueckCode	. . . . .	1382, 1392
1315, 1316, 1317,			\liEntwurfsEinzelstueckUml	. . . . .	1364, 1388
1383, 1553, 1554,			\liEntwurfsErbauer .		1442
1555, 1556, 1596, 1597			\liEntwurfsErbauerAkteure	. . . . .	1414, 1444
\li@EntwurfsCodeAllgemein	\liBedingungDrei	2354, 2392, 2435	\liEntwurfsErbauerUml	. . . . .	1394, 1443
.	\liBedingungEins	2031	\liEntwurfsFabrikmethode	. . . . .	1488, 1513
\li@fussnote@text	2583,		\liEntwurfsFabrikmethodeAkteure	. . . . .	1463, 1490
2589, 2593, 2597, 2601			\liEntwurfsFabrikmethodeUml	. . . . .	1446, 1489
\li@GithubLink	\liBedingungFalsch .	2030	\liEntwurfsKompositum		1513
.	\liBedingungWahr . . .	2030	\liEntwurfsKompositumAkteure	. . . . .	1515
\li@mget . .	\liBedingungZwei	2357, 2398, 2439	\liEntwurfsKompositumUml	. . . . .	1492, 1514
\li@minc	\liBeschriftung	2142	\liEntwurfsModellPraesentationSteuerung	. . . . .	1534
\li@mset	\liBindeAufgabeEin . .	215	\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungAk	. . . . .	1536
.	\liBindePdfEin	168	\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUm	. . . . .	1517, 1535
\li@numdiscs	\liChomskyErklaerung .	931, 972	\liEntwurfsStellvertreter	. . . . .	1558
. . . .	\liChomskyUeberErklaerung	970	\liEntwurfsStellvertreterCode	. . . . .	1552, 1560
\li@Rmodell@Schrift .	\liChomskyUeberschrift	919, 971	\liEntwurfsStellvertreterUml	. . . . .	1538, 1559
. . . .	\liCpmEreignis	980	\liEntwurfsZustand	. . . . .	1599
\li@SansFett . .	\liCpmFruehErklaerung	1051	\liEntwurfsZustandAkteure	. . . . .	1577, 1601
132, 146,	\liCpmFruehI . . .	1044, 1064	\liEntwurfsZustandCode	. . . . .	1595, 1602
148, 150, 172, 176, 180	\liCpmSpaetErklaerung	1069	\liEntwurfsZustandUml	. . . . .	1562, 1600
\li@sequence . . .	\liCpmSpaetI . . .	1037, 1082	\liEpsilon		1657
1868, 1881	\liCpmUml	1020	\liErAttribute		1615, 1629, 1631
\li@synthese@erklaerung@texte	\liCpmVonOhneMathe . .	1020, 1023, 1025	\liErDatenbankName .		1634
.	\liCpmVonZu	1012, 1015, 1017	\liErEntity	1613, 1617, 1619	
\li@synthese@erklaerung@texte	\liCpmVorgang	997	\liErledigt		3462
.	\liCpmZu	1028	\liErMpAttribute . . .		1628
\li@synthese@erklaerung@texte	\liCpmZuOhneMathe . . .	1028, 1031, 1033	\liErMpEntity		1616
.	liDiagramm (environ-	2276			
\liAbleitung	ment)				
1686	liEinbettung (environ-	2152			
liAdditum (environment)	ment)	1534			
.	\liEntwurfs	1164			
2197	\liEntwurfsAbstrakteFabrik	1112, 1165			
\LiADDITUMfalse . . . .	. . . . .	1159, 1169			
575	\liEntwurfsAbstrakteFabrikCode	1117, 1167			
\LiADDITUMtrue . . . .	. . . . .	1216			
17, 575	\liEntwurfsAdapter .	1186, 1218			
liAHuelle (environment)	\liEntwurfsAdapterAkteure	1210, 1219			
. . . . .	. . . . .	1171, 1217			
2678	\liEntwurfsAdapterCode	1287			
\liAlphabet . . . . .	. . . . .	1245, 1289			
1671	\liEntwurfsAdapterUml	1279, 1290			
liAntwort (environment)	. . . . .	1221, 1288			
.	\liEntwurfsBeobachter	1319			
2153	. . . . .	1321			
\LiANTWORTfalse	\liEntwurfsBeobachterUml				
579	. . . . .			
\LiANTWORTtrue	\liEntwurfsBeobachterAkteure				
579	. . . . .			
\liAnweisung	\liEntwurfsBeobachterCode				
2028	. . . . .			
\liAnweisung	\liEntwurfsBeobachterUml				
2028	. . . . .			
\liAssemblerCode . . .	\liEntwurfsBeobachterUml				
3286	. . . . .			
\liAssemblerDatei . .	\liEntwurfsBeobachterUml				
3287	. . . . .			
\liAttribut	\liEntwurfsBeobachterUml				
3105	. . . . .			
\liAttributHuelle . . .	\liEntwurfsBeobachterUml				
.				
2669, 3349, 3354	\liEntwurfsBeobachterUml				
\liAttributHuelleOhneMathe				
.	\liEntwurfsBeobachterUml				
2669, 2672,	. . . . .			
2674, 2688, 2698, 2706	\liEntwurfsBeobachterUml				
\liAttributMenge				
. . . .	\liEntwurfsBeobachterUml				
2677, 2689, 2692,	. . . . .			
2699, 2700, 2714, 2716	\liEntwurfsBeobachterUml				
\liAufgabe				
362	\liEntwurfsBeobachterUml				
\liAufgabenMetadaten				
.	\liEntwurfsBeobachterUml				
39, 232, 393	. . . . .			
\liAufgabenTitel	\liEntwurfsBeobachterUml				
401	. . . . .			
\liAusdruck	\liEntwurfsBeobachterUml				
1708	. . . . .			
\liAutomat	\liEntwurfsBeobachterUml				
412	. . . . .			
\liAutomatenKante . . .	\liEntwurfsBeobachterUml				
444	. . . . .			
\liBandAlphabet	\liEntwurfsBeobachterUml				
1672	. . . . .			

<code>\liErMpRelationship</code>	1622	<code>liKontrollflussgraph</code>	2020	<code>\liOOhneMathe</code>	2327, 2332, 2334
<code>\liErRelationship</code>	1614, 1623, 1625	<code>(environment)</code>	2020	<code>\liParagraphMitLinien</code>	967, 1052, 1070, 2643, 3397, 3464, 3561, 3569, 3577
<code>\liExamensAufgabe</code>	365	<code>\liKontrollKnotenPfad</code>	2034	<code>\liPetriErreichKnotenDrei</code>	2823
<code>\liExamensAufgabeA</code>	374	<code>\liKontrollTextzeileKnoten</code>	2033, 2038	<code>\liPetriErreichTransition</code>	2820
<code>\liExamensAufgabeTA</code>	371	<code>\liKurzeTabellenLinie</code>	1092	<code>\liPetriSetzeSchluessel</code>	2765
<code>\liExamensAufgabeTTA</code>	368	<code>\liLadeAllePakete</code>	203, 585	<code>\liPetriTransitionsName</code>	2812, 2824
<code>liExkurs (environment)</code>	2222	<code>\liLadePakete</code>	5, 123, 189, 316, 337, 405, 408, 581, 586, 918, 979, 1648, 1892, 2480, 2581, 2661, 2829, 3198, 3319	<code>\liPetriTransitionsNameOhneMathe</code>	2812, 2815, 2817
<code>\liEXKURStue</code>	577	<code>\liLatexCode</code>	3247	<code>\liPetriTransPfeile</code>	2824
<code>\liEXKURStrue</code>	577	<code>\liLeereZelle</code>	2619	<code>\liPolynomiellReduzierbar</code>	1912
<code>\liFalsch</code>	912	<code>hiLernkartei (environment)</code>	2266	<code>\liPotenzmenge</code>	1658, 1662, 2835
<code>\liFlaci</code>	1718	<code>\liLinksReduktion</code>	2686	<code>\liPotenzmengeOhneMathe</code>	1659, 1660, 1661
<code>\liFremd</code>	3085	<code>\liLinksReduktionInline</code>	2695, 2703	<code>\liPrimaer</code>	3084
<code>\liFunktionaleAbhaengigkeit</code>	2708, 2711, 2719	<code>\liLogoTextCCLizenz</code>	96, 304, 2563	<code>\liProblemBeschreibung</code>	1896
<code>\liFunktionaleAbhaengigkeit</code>	2722	<code>\liLogoTextProjekt</code>	93, 301, 2539	<code>\liProblemClique</code>	1919
<code>\liFussnote</code>	2582, 2584	<code>\liMasterExkurs</code>	2448	<code>\liProblemName</code>	1895, 1902, 1914, 1916, 1929, 1940, 1941, 1949, 1950
<code>\liFussnoteDreiText</code>	2596, 2614	<code>\liMasterFaelle</code>	2387, 2455	<code>\liProblemSat</code>	1948
<code>\liFussnoteEinsText</code>	2588, 2608	<code>\liMasterFallRechnung</code>	2433	<code>\liProblemSubsetSum</code>	1939, 1948
<code>\liFussnoteLink</code>	2292	<code>\liMasterVariablen</code>	2364, 2450	<code>\liProblemVertexCover</code>	1919, 1927
<code>\liFussnoten</code>	2604	<code>\liMasterVariablenDeklaration</code>	2410	<code>\liProduktionen</code>	1697, 1739
<code>\liFussnoteUrl</code>	1532, 2288	<code>\liMasterWolframLink</code>	2458	<code>liProduktionsRegeln</code>	1687
<code>\liFussnoteVierText</code>	2600, 2617	<code>\liMenge</code>	422, 423, 425, 464, 465, 466, 470, 522, 523, 524, 528, 1649, 1698, 1737, 1738	<code>(environment)</code>	1687
<code>\liFussnoteZweiText</code>	2592, 2611	<code>\liMengeOhneMathe</code>	1649, 1652, 1654	<code>liProjektSprache</code>	2151
<code>\liGeschweifteKlammern</code>	1690, 2723, 3474	<code>\liMetaBschlangaulSammlung</code>	2058, 2481, 2548	<code>(environment)</code>	2151
<code>\liGrafikCCLizenz</code>	1809, 2567	<code>\liMetaCCLink</code>	2493, 2572	<code>\liPruefungsNummer</code>	126
<code>\liGrafikLogo</code>	249, 1814, 2543	<code>\liMetaEmail</code>	2064, 2503, 2508, 2510	<code>\liPruefungsTitel</code>	129
<code>\liGrafikLogoPfad</code>	1806, 1811, 1816	<code>\liMetaEmailLink</code>	2506, 2522	<code>\liPseudoUeberschrift</code>	2128, 2208, 2211, 2629, 2639, 3558, 3566, 3574
<code>\liGrammatik</code>	1729	<code>\liMetaHermineFriends</code>	252, 2063, 2484, 2552	<code>\liPumpingKontextfrei</code>	2881
<code>liGraphenFormat (environment)</code>	1848	<code>\liMetaHilfMit</code>	102, 2513, 2524	<code>\liPumpingRegulaer</code>	2860
<code>\liHanoi</code>	1855	<code>\liMetaQuelltext</code>	104, 2524	<code>liQuellen (environment)</code>	2246
<code>\liHaskellCode</code>	3293	<code>\liMetaSetze</code>	41, 233, 382, 394	<code>\liRechtsReduktionInline</code>	2703
<code>\liHaskellDatei</code>	3294	<code>\liMetaUeberDasProjekt</code>	2487, 2559	<code>\liRekursionsGleichung</code>	2351, 2414
<code>\liInduktionAnfang</code>	3557	<code>\liMinimierungErklaerung</code>	2641	<code>\liRelation</code>	2733
<code>\liInduktionErklaerung</code>	3556	<code>\liMinispracheDatei</code>	3290	<code>liRelationenSchemaFormat</code>	3106
<code>\liInduktionMarkierung</code>	3555	<code>\liLinespread</code>	3093	<code>(environment)</code>	3100
<code>\liInduktionSchritt</code>	3573	<code>\liNichtsZuTun</code>	3463	<code>\liRelationMenge</code>	3100
<code>\liInduktionVoraussetzung</code>	3565	<code>\liO</code>	2327, 2355	<code>\liRichtig</code>	911
<code>liJavaAngabe (environment)</code>	3234	<code>\liOmega</code>	2317, 2361	<code>liRmodell (environment)</code>	3086
<code>\liJavaCode</code>	3237	<code>\liOmegaOhneMathe</code>	2317, 2322, 2324		
<code>\liJavaDatei</code>	1110, 3255	<code>\liONotationO</code>	2749		
<code>\liJavaExamen</code>	3275				
<code>\liJavaTestDatei</code>	3265				
<code>liKasten (environment)</code>	1776				
<code>\liKellerAutomat</code>	453				
<code>\liKellerKante</code>	491				
<code>\liKellerUebergang</code>	486, 492				
<code>\liKontrollCode</code>	2032				

<code>\liRundeKlammer</code>	<code>\liWpKalkuelOhneMathe</code>	<code>\myList</code> 3166, 3167, 3168, 3171
. 2304, 2308, 2318,	. . . . . 3608, 3613,	<code>\myNodes</code> 3155,
2328, 2342, 2746, 2750	3615, 3647, 3649, 3651	3170, 3176, 3180, 3182
<code>\liSetzeExamenTeilaufgabeNr</code>	<code>\liZustandsBuchstabe</code>	N
. 211	. . . . . 1673,	<code>\NeedsTeXFormat</code> 1, 111,
<code>\liSetzeExamenThemaNr</code> 207	1682, 1684, 1702, 1704	117, 185, 311, 333,
<code>\liSortierMarkierung</code> 3125	<code>\liZustandsBuchstabeGross</code>	347, 360, 378, 403,
<code>\liSortierPfeil</code> 3119	. . . . 1674, 1683, 1685	571, 846, 907, 914,
<code>\liSortierPfeilUnten</code> 3122	<code>\liZustandsmenge</code> . . . 1661	976, 1089, 1104,
<code>\liSpaltenUmbruch</code> . . 3194	<code>\liZustandsmengeNr</code>	1605, 1641, 1754,
<code>\liSqlCode</code> 3298	. . . . . 1675, 2844	1791, 1800, 1821,
<code>\listen@punkt</code> . . 2246, 2258	<code>\liZustandsmengeNrGross</code>	1850, 1888, 1960,
<code>\liStrich</code> 1894	. . . . . 1683	2043, 2082, 2088,
<code>\liSyntheseErklaerung</code>	<code>\liZustandsMengenSammlung</code>	2110, 2300, 2463,
. 3337, 3402	. . . . . 2831	2476, 2578, 2657,
<code>\liSyntheseUeberErklaerung</code>	<code>\liZustandsMengenSammlungNr</code>	2740, 2760, 2826,
. 3400	. . . . . 2840	2851, 2856, 2900,
<code>\liSyntheseUeberschrift</code>	<code>\liZustandsmengeOhneMathe</code>	3066, 3079, 3108,
. 3321, 3401	. . . . . 1661	3189, 3196, 3203,
<code>\liT</code> . . 2337, 2352, 2366, 2430	<code>\liZustandsname</code> 1684	3208, 3300, 3315,
<code>\liTeilen</code> 2666	<code>\liZustandsnameGross</code>	3406, 3410, 3456,
<code>\literatur</code> 2084, 2108	. . . . 1685, 2832, 2841	3505, 3547, 3584, 3604
<code>\liTheta</code> 2307,	<code>\liZustandsnameTiefgestellt</code>	<code>\neg</code> 3651
2358, 2390, 2396, 2401	. . . . . 1700	<code>\negthinspace</code> . . 2305, 2747
<code>\liThetaOhneMathe</code>	<code>\liZustandsPaar</code> 2621	<code>\newcounter</code> . . . 2920, 2921
. . . . 2307, 2312, 2314	<code>\liZustandsPaarVariablenName</code>	<code>\NewDocumentCommand</code>
<code>\liTitelSeite</code> 157, 171	. . . . 2620, 2623, 2624	. . . . . 413,
<code>\liTOhneMathe</code>	<code>\llap</code> 3073	454, 491, 512, 554,
. . . . 2337, 2346, 2348	<code>\LoadClass</code> 4, 114,	581, 981, 998, 1037,
<code>\liTrennSeite</code> 140	. . . . 120, 121, 188, 315, 336	1044, 1093, 1098,
<code>\liTuringKante</code> 554	<code>\log</code> 2355,	1708, 1730, 1809,
<code>\liTuringLeerzeichen</code>	2358, 2361, 2390, 2396	1814, 1912, 2035,
. 510, 518	<code>\logo</code> 2528, 2541, 2565	2086, 2288, 2292,
<code>\liTuringMaschine</code> . . . 511	<code>\loop</code> 2906	2722, 2733, 2820,
<code>\liTuringUeberfuehrung</code> 557	<code>\lor</code> 3650	3255, 3265, 3275,
<code>\liTuringUebergaenge</code>	<code>\ltimes</code> 2466	3287, 3290, 3294, 3525
. 549, 555	M	<code>\NewDocumentEnvironment</code>
<code>\liTuringUebergangZelle</code>	<code>\makeatletter</code> 3145	. 1687, 1776, 1848,
. 544	<code>\makeatother</code> 3153	2020, 2151, 2152,
<code>\liTypoUeberGROSS</code> . . 3497	<code>\marginpar</code>	2153, 2197, 2222,
<code>\liTypoUeberGross</code> . . . . .	. 1618, 1624, 1630, 2126	2247, 2266, 2276,
. 3491, 3497	<code>\mathbb</code> . . . 1950, 2893, 3570	2628, 2678, 3088, 3106
<code>\liTypoUeberschrift</code>	<code>\mathbin</code> . . 3075, 3076, 3077	<code>\newif</code> 575, 577, 579
. . . . 3485, 3494, 3500	<code>\mathcal</code> 2328, 2750, 3375,	<code>\newlength</code> 3631
<code>\liUeberfuehrungsFunktion</code>	3380, 3382, 3383, 3384	<code>\newminted</code> 3234
. 1663	<code>\Mathe</code> 3625	<code>\node</code> 994, 2028,
<code>\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe</code>	<code>\MatheEnv</code> . 3618, 3626, 3629	2033, 2946, 2951,
. . . . 1663, 1666, 1668	<code>\mathord</code> 2473, 2474	2956, 2962, 2968,
<code>liUebergangsTabelle</code>	<code>\mdfsetup</code>	2974, 3125, 3170, 3542
(environment) . 2627	. 2164, 2168, 2172, 2176	<code>\noexpand</code> 3034,
<code>\liUeberschriftDreiecksTabelle</code>	<code>\mdseries</code> 2184	3035, 3036, 3055, 3170
. 2637	<code>\medskip</code> 49, 68,	<code>\noindent</code> . . . 28, 46, 54,
<code>\liUmlLeserichtung</code> . 3525	. 1904, 2135, 2145,	70, 101, 792, 1095,
<code>\liVertauschen</code> 3113	. 2147, 2256, 2284,	1100, 2132, 2144,
<code>\liWortInSprache</code> . . . 1093	. 2555, 3091, 3097,	2148, 2180, 2237,
<code>\liWortNichtInSprache</code> 1098	. 3472, 3476, 3619, 3623	2239, 2254, 2270,
<code>\liWpEquivalent</code> 3628	<code>\memph</code> 2126	2272, 2280, 2452,
<code>\liWpErklaerung</code> 3631	<code>\mintinline</code> 3240,	2607, 2610, 2613,
<code>\liWpErklaerungVerzweigung</code> . . . . .	. 3247, 3286, 3293, 3298	2616, 3101, 3435,
. 3646	<code>\mkern</code> 3075, 3076, 3077	3448, 3465, 3477, 3637
<code>\liWpKalkuel</code> 3608	<code>\mlq</code> 2471, 2473	<code>\nolinkurl</code> 3252
	<code>\mrq</code> 2471, 2474	<code>\normalsize</code> . . . 1764, 3241
	<code>\msg</code> 840	<code>\notin</code> 1101

<code>\null</code>	3470	3190, 3197, 3204, 3209, 3301, 3316, 3407, 3411, 3457, 3506, 3548, 3585, 3605	1825, 1853, 1854, 1893, 1962, 2047, 2085, 2090, 2091, 2107, 2114, 2115, 2116, 2303, 2467, 2468, 2743, 2744, 2745, 2762, 2764, 2854, 2914, 2916, 3068, 3069, 3070, 3083, 3111, 3142, 3193, 3199, 3206, 3211, 3222, 3223, 3303, 3408, 3414, 3461, 3509, 3510, 3512, 3513, 3551, 3552, 3553, 3586, 3606
O			
<code>\o</code>	2749, 2754, 2756		
<code>\o@join</code>	3072, 3075, 3076, 3077		
<code>\Omega</code>	2318		
<code>\omega</code>	2862, 2863, 2883, 2884		
<code>\or</code>	2983		
P			
<code>\pagestyle</code>	238, 1786		
<code>\par</code>	23, 27, 30, 49, 66, 79, 241, 245, 249, 251, 252, 259, 261, 266, 270, 274, 791, 812, 971, 1719, 1727, 2131, 2137, 2143, 2238, 2262, 2271, 2550, 2553, 3025, 3047, 3062, 3103, 3401, 3434, 3438, 3450, 3471, 3475, 3483, 3636, 3642		
<code>\paragraph</code>	1764		
<code>\parindent</code>	3094		
<code>\path</code>	445, 492, 555, 1009		
<code>\pgfkeys</code>	2776, 3528, 3529, 3530, 3531, 3532, 3535, 3538, 3540		
<code>\pgfmath@count</code>			
	3147, 3149, 3151		
<code>\pgfmath@smuggleone</code>	3152		
<code>\pgfmathdeclarefunction</code>	3146		
<code>\pgfmathhint</code>	3147		
<code>\pgfmathparse</code>	1862, 3164, 3169, 3172, 3186, 3187		
<code>\pgfmathresult</code>	1863, 3147, 3148, 3150, 3152, 3165, 3173, 3186, 3187		
<code>\pgfutil@empty</code>	3148		
<code>\pgfutil@loop</code>	3149		
<code>\pgfutil@repeat</code>	3152		
<code>\preceq</code>	1915		
<code>\prime</code>	1894		
<code>\printbibliography</code>	2108		
<code>\prop</code>	3440, 3443, 3444, 3446		
<code>\ProvidesClass</code>	2, 112, 118, 186, 312, 334		
<code>\ProvidesPackage</code>	348, 361, 379, 404, 572, 847, 908, 915, 977, 1090, 1105, 1606, 1642, 1755, 1792, 1801, 1822, 1851, 1889, 1961, 2044, 2083, 2089, 2111, 2301, 2464, 2477, 2579, 2658, 2741, 2761, 2827, 2852, 2857, 2901, 3067, 3080, 3109,		
Q			
<code>\QS@list</code>	3027, 3038, 3042, 3049, 3055, 3060, 3063		
<code>\QS@select@equal</code>	3002, 3006		
<code>\QS@select@greater</code>	3003, 3007		
<code>\QS@select@smaller</code>	2998, 3001, 3005		
<code>\QS@sort@a</code>	2980, 3013, 3034, 3035		
<code>\QS@sort@b</code>	2980, 2981		
<code>\QS@sort@c</code>	2984, 2991		
<code>\QS@sort@d</code>	2992, 3000		
<code>\QS@sort@empty</code>	2982, 2987		
<code>\QS@sort@single</code>	2983, 2988		
<code>\QS@initialize</code>	2905, 3017, 3052		
<code>\QS@Ir</code>	2988, 2994, 3002, 3022, 3036, 3041, 3044		
<code>\QS@Irr</code>	3023, 3036, 3037, 3045		
<code>\QS@Lr</code>	2994, 3001, 3012, 3013, 3021, 3034, 3039, 3043		
<code>\QS@pivotStep</code>	2907, 3017, 3021, 3032		
<code>\QS@r</code>	2994		
<code>\QS@Rr</code>	3003, 3024, 3035, 3040, 3046, 3055, 3056, 3057		
<code>\QS@sortStep</code>	2909, 3017, 3033, 3034		
<code>\quad</code>	2585		
R			
<code>\raggedright</code>	2187		
<code>\raisebox</code>	2033		
<code>\relax</code>	2121, 2994, 3037, 3039, 3040, 3041, 3149, 3151		
<code>\renewcommand</code>	285, 287, 1767, 1768, 1769, 1770, 1773, 1774, 1787, 1788, 2067, 2068, 2627		
<code>\repariere</code>	87, 329, 2076		
<code>\repeat</code>	2910		
<code>\RequirePackage</code>	16, 115, 122, 124, 199, 204, 205, 291, 324, 344, 345, 350, 406, 509, 573, 583, 843, 849, 850, 910, 978, 1107, 1108, 1608, 1610, 1611, 1647, 1756, 1757, 1759, 1761, 1766, 1775, 1781, 1789, 1793, 1794, 1804, 1805, 1823, 1824,		
S			
<code>\sb</code>	418, 428, 430, 459, 517, 947, 948, 952, 955, 956, 957, 1039, 1041, 1046, 1048, 1702, 1704, 2355, 2358, 2361, 2390, 2396, 2647, 2812, 2821, 3368, 3369, 3370, 3375, 3379, 3380, 3383, 3384, 3387, 3388, 3389		
<code>\scriptscriptstyle</code>	1012, 1020, 1028		
<code>\scriptsize</code>	1721, 1973, 1980, 1986, 2051, 2184, 2571, 3556, 3609, 3639		
<code>\section</code>	200, 209, 398		
<code>\sectionbreak</code>	201		
<code>\seq</code>	2037, 2038, 2039, 2249, 2250, 2251, 2258		
<code>\setbox</code>	2157, 2201, 3072		
<code>\setcounter</code>	202, 290, 1765, 3026, 3048, 3062		
<code>\setganttlinklabel</code>	1795, 1796, 1797, 1798		

[illegible]

<code>\usetikzlibrary</code> .. 407, 851, 1609, 1826, 1963, 2763, 3071, 3112, 3143, 3514, 3602	<code>\vrule</code> 3466, 3470 <code>\vspace</code> 147, 149, 174, 178, 243, 264, 268, 272, 285, 2224, 2242, 3479, 3481	2960, 2966, 2972, 3013 <code>\xintifEq</code> 3006 <code>\xintifForLast</code> 2962, 2968, 2974 <code>\xintifGt</code> 3007 <code>\xintifLt</code> 3005 <code>\xintLength</code> 2980 <code>\xintnthelt</code> 2992
V		
<code>\value</code> 2908	X	
<code>\varepsilon</code> 924, 935, 936, 1657, 2355, 2361, 2393, 2404	<code>\xappto</code> ... 3170, 3176, 3180 <code>\xdef</code> 1856 <code>\xintApply</code> 2996	Z
<code>\vbox</code> 2157, 2201	<code>\xintApplyUnbraced</code> .. 2995, 3001, 3002, 3003	<code>\ZB</code> <u>2296</u> <code>\zB</code> <u>2295</u>
<code>\vfill</code> 91, 143, 153, 160, 164, 247, 254, 278, 299, 3194	<code>\xintCSVtoList</code> 3055 <code>\xintFor</code> 2945, 2950, 2955,	<code>\zustandsnamens@liste</code> 1675, 1682, 1683