

Die Bschlangaul-Sammlung

Hermine Bschlangaul and Friends*

September 12, 2021

Contents

1	Klassen	2
1.1	aufgabe.cls	3
1.2	examen-scans.cls	5
1.3	examen.cls	7
1.4	haupt.cls	10
1.5	theorie.cls	11
2	Pakete	12
2.1	aufgabe.cls	13
2.2	examen-scans.cls	15
2.3	examen.cls	17
2.4	haupt.cls	20
2.5	theorie.cls	21
2.6	abmessung.sty	22
2.7	aufgaben-einbinden.sty	23
2.8	aufgaben-metadaten.sty	24
2.9	automaten.sty	25
	2.9.1 Endlicher Automat	25
	2.9.2 Kellerautomat	27
	2.9.3 Turingmaschine	28
2.10	basis.sty	31
	2.10.1 IFs	31
2.11	baum.sty	36
	2.11.1 Binärbaum	37
	2.11.2 AVL-Baum	38
	2.11.3 B-Baum	39
2.12	checkbox.sty	40
2.13	chomsky-normalform.sty	41
	2.13.1 Makro-Kürzel	41
	2.13.2 TeX-Markup-Grundgerüst	41
	2.13.3 Konkretes TeX-Markup-Beispiel	41
2.14	cpm.sty	44
	2.14.1 Makro-Kürzel	44
	2.14.2 TeX-Markup-Beispiel: Graph	44
	2.14.3 TeX-Markup-Beispiel: Ergebnistabelle	44
	2.14.4 TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Frühester Zeitpunkt“	44
	2.14.5 TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Spätester Zeitpunkt“	45
	2.14.6 Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle	46
2.15	cyk-algorithmus.sty	48
	2.15.1 Makro-Kürzel	48
	2.15.2 TeX-Markup-Beispiel	48

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

2.16	entwurfsmuster.sty	49
2.16.1	Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:	49
2.16.2	Reihenfolge	49
2.16.3	Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)	49
2.16.4	Adapter	51
2.16.5	Beobachter (Observer)	52
2.16.6	Dekorierer (Decorator)	54
2.16.7	Einfache Fabrik (Simple Factory)	55
2.16.8	Einzelstück (Singleton)	56
2.16.9	Erbauer (Builder)	57
2.16.10	Fabrikmethode (Factory Method)	58
2.16.11	Kompositum (Composite)	60
2.16.12	Modell-Präsentation-Steuerung (Model-View-Controller)	60
2.16.13	Stellvertreter (Proxy)	61
2.16.14	Zustand (State)	62
2.17	er.sty	64
2.17.1	Tex-Markup-Beispiel: Komplettes Diagramm	64
2.17.2	Tex-Markup-Beispiel: EER Enhanced Entity-Relation-Modell nach Elmasri/Navante	65
2.17.3	Makro-Kürzel	65
2.18	formale-sprachen.sty	67
2.19	formatierung.sty	70
2.19.1	Schriftarten / Typographie	70
2.19.2	Farben	70
2.19.3	Überschriften	70
2.19.4	Listen	70
2.19.5	Kasten	70
2.19.6	Header	70
2.19.7	Zeilenabstände	70
2.20	gantt.sty	72
2.21	grafik.sty	73
2.22	graph.sty	74
2.23	hanoi.sty	76
2.24	komplexitaetstheorie.sty	77
2.24.1	Makro-Kürzel	77
2.25	kontrollflussgraph.sty	79
2.25.1	Makro-Kürzel	79
2.25.2	TeX-Markup-Beispiel	79
2.25.3	TikZ: pin	79
2.25.4	Umgebungen	80
2.25.5	Makros	81
2.26	kopf-fusszeilen.sty	82
2.27	literatur-dummy.sty	83
2.28	literatur.sty	84
2.29	makros.sty	85
2.29.1	Umgebungen, die Inhalte aus- und einblenden können	86
2.30	master-theorem.sty	90
2.30.1	Makro-Kürzel	90
2.31	mathe.sty	94
2.32	meta.sty	95
2.32.1	Einfache Makros (Low level)	95
2.32.2	Zusammengesetzte Makros (High level)	96
2.33	minimierung.sty	98
2.34	normalformen.sty	101
2.34.1	Makro-Kürzel	101
2.35	o-notation.sty	104
2.35.1	Makro-Kürzel	104
2.35.2	TeX-Markup-Beispiel: Funktionsgraphen mit pgfplots	104

2.36	petri.sty	105
2.36.1	Makro-Kürzel	105
2.37	potenzmengen-konstruktion.sty	107
2.38	pseudo.sty	109
2.39	pumping-lemma.sty	110
2.40	quicksort.sty	111
2.41	relationale-algebra.sty	114
2.42	rmodell.sty	115
2.42.1	Makro-Kürzel	115
2.43	sortieren.sty	116
2.44	spalten.sty	118
2.45	sql.sty	119
2.45.1	Latex-Markup-Beispiel	119
2.46	struktogramm.sty	120
2.47	syntax.sty	121
2.47.1	Makro-Kürzel	121
2.48	syntaxbaum.sty	124
2.49	synthese-algorithmus.sty	125
2.49.1	Makro-Kürzel	125
2.49.2	TeX-Markup Grundgerüst	125
2.49.3	TeX-Markup Linksreduktion	125
2.49.4	TeX-Markup Rechtsreduktion	125
2.49.5	TeX-Markup Relationen formen	126
2.50	tabelle.sty	129
2.51	typographie.sty	130
2.52	uml.sty	132
2.53	vollstaendige-induktion.sty	134
2.53.1	Makro-Kürzel	134
2.54	wasserfall.sty	136
2.55	wpkalkuel.sty	137
2.55.1	Makro-Kürzel	137

3 Index 138

1 Klassen

1.1 aufgabe.cls

```

1 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
2 \ProvidesClass{bschlangaul-aufgabe}[2019/10/27 Minimale Klasse zu
3 Setzen einer Aufgabe]
4 \LoadClass[oneside,12pt]{book}
5 \RequirePackage{bschlangaul-basis}

   Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option clash
6 \liLadePakete{
7   formatierung,
8   abmessung,
9   literatur-dummy,
10  makros,
11  aufgaben-metadaten,
12  kopf-fusszeilen,
13  mathe,
14  grafik,
15  meta
16 }

```

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

```

17 \RequirePackage[ngerman]{babel}

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

20 \cs_gset:Npn \stichwoerter_formatiert: {
21   \tl_if_empty:NTF \g_auf_stichwoerter_tl {} {
22     \textbf{Stichwörter:} ~
23     \g_auf_stichwoerter_tl
24   \par
25   }
26 }

27 \cs_gset:Npn \horizontale_linie: {
28   \par
29   \noindent
30   \rule{\textwidth}{0.8pt}
31   \par
32 }

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

```

\liAufgabenMetadaten

```

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

```

```

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

79 \AddToHook{enddocument}{
80     \vfill
81     {
82
83         \liLogoTextProjekt
84         \bigskip
85
86         \liLogoTextCCLizenz
87         \bigskip
88
89         \begin{spacing}{1}
90             \tiny
91             \noindent
92             \liMetaHilfMit
93
94             \liMetaQuelltext
95             \_gib_github_url_href:
96         \end{spacing}
97     }
98 }

99 \ExplSyntaxOff
100

```

1.2 examen-scans.cls

```
101 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
102 \ProvidesClass{bschlangaul-examen-scans}[2021/01/08 Zum
103 Zusammenfügen mehrerer Staatsexamen-Scans zu einer PDF-Datei.]
104 \LoadClass[a4paper,oneside]{book}
105 \RequirePackage{bschlangaul-basis}
106 \RequirePackage{pdfpages}
107 \author{Hermine Bsclangaul}
108 \date{}

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

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

\liPruefungsNummer

112 \def\liPruefungsNummer#1{
113   \str_set:Nn \g_pruefungs_nummer {#1}
114 }

\liPruefungsTitel

115 \def\liPruefungsTitel#1{
116   \str_set:Nn \g_pruefungs_titel {#1}
117 }

118 \def\li@SansFett#1#2{
119   {
120     #1
121     \bfseries
122     \rmfamily
123     #2
124   }
125 }

\liTrennSeite

126 \def\liTrennSeite#1{
127   \clearpage
128   \strut
129   \vfill
130   \begin{center}
131     {
132       \li@SansFett{\LARGE}{\str_use:N \g_pruefungs_nummer} \\
133       \vspace{2cm}
134       \li@SansFett{\large}{\str_use:N \g_pruefungs_titel} \\
135       \vspace{5cm}
136       \li@SansFett{\Huge}{#1}
137     }
138   \end{center}
139   \vfill
140   \strut
141   \clearpage
142 }

\liTitelSeite

143 \def\liTitelSeite#1{
144   \clearpage
145   \strut
146   \vfill
147   \begin{center}
148     #1
149   \end{center}
```

```

150 \vfill
151 \strut
152 \clearpage
153 }

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

155 \AtBeginDocument{
156 \thispagestyle{empty}
157 \liTitelSeite{
158 \li@SansFett{\Large}{Sammlung~aller~Staatsexamensaufgaben~der~Prüfungsnummer} \\
159
160 \vspace{4cm}
161
162 \li@SansFett{\Huge}{\str_use:N \g_pruefungs_nummer} \\
163
164 \vspace{4cm}
165
166 \li@SansFett{\LARGE}{\str_use:N \g_pruefungs_titel} \\
167 }
168 }

169 \ExplSyntaxOff
170

```


1.3 examen.cls

```

171 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
172 \ProvidesClass{bschlangaul-examen}[2021/06/10 Zum Einbinden von
173 mehreren Aufgaben zu einem Examen.]

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

175 \RequirePackage{bschlangaul-basis}

    Lade die wichtigsten Pakete. Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option clash
176 \liLadePakete{
177   formatierung,
178   literatur-dummy,
179   makros,
180   aufgaben-metadaten,
181   abmessung,
182   typographie,
183   grafik,
184   meta
185 }

    Formatierung für die Überschriften setzen.
186 \RequirePackage{titlesec}
187 \titleformat{\section}{\huge\filcenter\bfseries}{\thesection}{1em}{}
188 \newcommand{\sectionbreak}{\clearpage}
189 \setcounter{secnumdepth}{0}
190 \liLadeAllePakete

    Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
191 \RequirePackage[ngerman]{babel}
192 \RequirePackage{standalone}
193 \ExplSyntaxOn

\liSetzeExamenThemaNr

194 \def\liSetzeExamenThemaNr#1{
195   \tl_gset:Nn \g_auf_examen_thema_nr_tl { #1 }
196   \section{Thema-Nr.~#1}
197 }

\liSetzeExamenTeilaufgabeNr

198 \def\liSetzeExamenTeilaufgabeNr#1{
199   \tl_gset:Nn \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl { #1 }
200   \subsection{Teilaufgabe-Nr.~#1}
201 }

\liBindeAufgabeEin

202 \def\liBindeAufgabeEin#1{
203   \tl_gset:Nn \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl { #1 }
204   \input{
205     \LehramtInformatikRepository /
206     Staatsexamen /
207     \g_auf_examen_nummer_tl /
208     \g_auf_examen_jahr_tl /
209     \g_auf_examen_monat_tl /
210     \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} {
211       Thema - \g_auf_examen_thema_nr_tl /
212     }
213     \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} {
214       Teilaufgabe - \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl /
215     }
216     Aufgabe - \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl .tex
217   }
218 }

```

`\liAufgabenMetadaten` Das Metadaten-Makro überschreiben

```
219 \def\liAufgabenMetadaten#1{
220   \liMetaSetze{#1}
221   \subsubsection{\_gib_aufgaben_titel:}
222 }

223 \cs_new:Npn \titel_seite:
224 {
225   \pagestyle{empty}
226   \begin{center}
227     \large
228     Erste-Staatsprüfung-für-ein-Lehramt-an-öffentlichen-Schulen \par
229
230     \vspace{0.5cm}
231
232     Fach-Informatik \par
233
234     \vfill
235
236     \liGrafikLogo[width=8cm]\par
237     \bigskip
238     Die-Bschlangaul-Sammlung \par
239     {\footnotesize \liMetaHermineBschlangaulAndFriends} \par
240
241     \vfill
242
243     {
244       \bfseries\Huge
245
246       \g_auf_examen_jahreszeit_tl \par
247
248       \g_auf_examen_jahr_tl \par
249     }
250
251     \vspace{2cm}
252
253     {\LARGE \g_auf_examen_nummer_tl \par}
254
255     \vspace{0.5cm}
256
257     \g_auf_examen_fach_tl \par
258
259     \vspace{3cm}
260
261     Aufgabenstellungen-mit-Lösungsvorschlägen \par
262
263   \end{center}
264
265   \vfill
266 }

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

277 \setcounter{tocdepth}{4}
278 \RequirePackage[titles]{tocloft}
```

```
279 \AddToHook{begindocument}{  
280   \titel_seite:  
281  
282   \clearpage  
283  
284   \inhalts_verzeichnis:  
285  
286   \vfill  
287  
288   \liLogoTextProjekt  
289   \bigskip  
290  
291   \liLogoTextCCLizenz  
292   \bigskip  
293  
294   \clearpage  
295 }  
296 \ExplSyntaxOff  
297
```

1.4 haupt.cls

```
298 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
299 \ProvidesClass{bschlangaul-haupt}[2019/10/27 Klasse zum
300 Setzen der Haupt-Datei, Bschlangaul-Sammlung.tex d.h. des wichtigsten
301 Dokuments, das alles zusammenfasst.]
302 \LoadClass[a4paper]{book}
303
304 \RequirePackage{bschlangaul-basis}
305
306 % Paket „formatierung“ muss vor „literatur“ sein, sonst Option clash
307 \liLadePakete{formatierung,literatur,makros,aufgaben-metadaten,kopf-fusszeilen}
308 \RequirePackage{standalone}
309
310 % Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
311 \RequirePackage[ngerman]{babel}
312
```

1.5 theorie.cls

```
313 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
314 \ProvidesClass{bschlangaul-theorie}[2021/09/12 Klasse zum
315 Setzen von Theorie-Zusammenfassungen]
316 \LoadClass[a4paper]{book}
317
318 \RequirePackage{bschlangaul-basis}
319
320 % Paket „formatierung“ muss vor „literatur“ sein, sonst Option clash
321 \liLadePakete{formatierung,literatur,makros,aufgaben-metadaten,kopf-fusszeilen}
322 \RequirePackage{standalone}
323
324 % Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
325 \RequirePackage[ngerman]{babel}
326
```

2 Pakete

2.1 aufgabe.cls

```

327 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
328 \ProvidesClass{bschlangaul-aufgabe}[2019/10/27 Minimale Klasse zu
329 Setzen einer Aufgabe]

330 \LoadClass[oneside,12pt]{book}
331 \RequirePackage{bschlangaul-basis}

```

Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option clash

```

332 \liLadePakete{
333   formatierung,
334   abmessung,
335   literatur-dummy,
336   makros,
337   aufgaben-metadaten,
338   kopf-fusszeilen,
339   mathe,
340   grafik,
341   meta
342 }

```

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

```

343 \RequirePackage[ngerman]{babel}

```

In Aufgaben wollen wir das Additum sehen.

```

344 \LiADDITUMtrue
345 \ExplSyntaxOn

346 \cs_gset:Npn \stichwoerter_formatiert: {
347   \tl_if_empty:NTF \g_auf_stichwoerter_tl {} {
348     \textbf{Stichwörter:} ~
349     \g_auf_stichwoerter_tl
350   \par
351   }
352 }

353 \cs_gset:Npn \horizontale_linie: {
354   \par
355   \noindent
356   \rule{\textwidth}{0.8pt}
357   \par
358 }

359 \cs_gset:Npn \thematik_formatiert: {
360   \tl_if_empty:NTF \g_auf_thematik_tl {} {
361     \textit{
362       ( \g_auf_thematik_tl )
363     }
364   }
365 }

```

\liAufgabenMetadaten

```

366 \def\liAufgabenMetadaten#1{
367   \liMetaSetze{#1}
368
369   \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_nummer_tl {} {
370     {
371       \noindent
372       \large
373       \_gib_einzelpruefung_trenner:
374       \par\medskip
375     }
376   }
377
378   {
379     \noindent
380     \bfseries

```

```

381     \Large
382     \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_nummer_tl {
383         \g_auf_titel_tl
384     } {
385         \_gib_aufgaben_pfad_trenner:
386     }
387 }
388 \hfill \thematik_formatiert:
389 \par
390
391 \medskip
392
393 \noindent
394 {\footnotesize\stichwoerter_formatiert:}
395
396 \horizontale_linie:
397
398 \bigskip
399
400 \par
401 % Keine Einrückung
402 \@afterindentfalse
403 \@afterheading
404 }

405 \AddToHook{enddocument}{
406     \vfill
407     {
408
409         \liLogoTextProjekt
410         \bigskip
411
412         \liLogoTextCCLizenz
413         \bigskip
414
415         \begin{spacing}{1}
416             \tiny
417             \noindent
418             \liMetaHilfMit
419
420             \liMetaQuelltext
421             \_gib_github_url_href:
422             \end{spacing}
423         }
424     }

425 \ExplSyntaxOff
426

```


2.2 examen-scans.cls

```
427 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
428 \ProvidesClass{bschlangaul-examen-scans}[2021/01/08 Zum
429 Zusammenfügen mehrerer Staatsexamen-Scans zu einer PDF-Datei.]
430 \LoadClass[a4paper,oneside]{book}
431 \RequirePackage{bschlangaul-basis}
432 \RequirePackage{pdfpages}
433 \author{Hermine Bsclangaul}
434 \date{}
```

Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option clash

```
435 \liLadePakete{formatierung}
```

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

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

```
437 \ExplSyntaxOn
```

\liPruefungsNummer

```
438 \def\liPruefungsNummer#1{
439   \str_set:Nn \g_pruefungs_nummer {#1}
440 }
```

\liPruefungsTitel

```
441 \def\liPruefungsTitel#1{
442   \str_set:Nn \g_pruefungs_titel {#1}
443 }
```

```
444 \def\li@SansFett#1#2{
445   {
446     #1
447     \bfseries
448     \rmfamily
449     #2
450   }
451 }
```

\liTrennSeite

```
452 \def\liTrennSeite#1{
453   \clearpage
454   \strut
455   \vfill
456   \begin{center}
457     {
458       \li@SansFett{\LARGE}{\str_use:N \g_pruefungs_nummer} \\
459       \vspace{2cm}
460       \li@SansFett{\large}{\str_use:N \g_pruefungs_titel} \\
461       \vspace{5cm}
462       \li@SansFett{\Huge}{#1}
463     }
464   \end{center}
465   \vfill
466   \strut
467   \clearpage
468 }
```

\liTitelSeite

```
469 \def\liTitelSeite#1{
470   \clearpage
471   \strut
472   \vfill
473   \begin{center}
474     #1
475   \end{center}
```

```

476 \vfill
477 \strut
478 \clearpage
479 }

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

481 \AtBeginDocument{
482   \thispagestyle{empty}
483   \liTitelSeite{
484     \li@SansFett{\Large}{Sammlung~aller~Staatsexamensaufgaben~der~Prüfungsnummer} \\
485
486     \vspace{4cm}
487
488     \li@SansFett{\Huge}{\str_use:N \g_pruefungs_nummer} \\
489
490     \vspace{4cm}
491
492     \li@SansFett{\LARGE}{\str_use:N \g_pruefungs_titel} \\
493   }
494 }

495 \ExplSyntaxOff
496

```

2.3 examen.cls

```

497 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
498 \ProvidesClass{bschlangaul-examen}[2021/06/10 Zum Einbinden von
499 mehreren Aufgaben zu einem Examen.]

500 \LoadClass[a4paper,oneside,12pt]{book}
501 \RequirePackage{bschlangaul-basis}

    Lade die wichtigsten Pakete. Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option clash
502 \liLadePakete{
503   formatierung,
504   literatur-dummy,
505   makros,
506   aufgaben-metadaten,
507   abmessung,
508   typographie,
509   grafik,
510   meta
511 }

    Formatierung für die Überschriften setzen.
512 \RequirePackage{titlesec}
513 \titleformat{\section}{\huge\filcenter\bfseries}{\thesection}{1em}{}
514 \newcommand{\sectionbreak}{\clearpage}
515 \setcounter{secnumdepth}{0}
516 \liLadeAllePakete

    Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
517 \RequirePackage[ngerman]{babel}
518 \RequirePackage{standalone}
519 \ExplSyntaxOn

\liSetzeExamenThemaNr

520 \def\liSetzeExamenThemaNr#1{
521   \tl_gset:Nn \g_auf_examen_thema_nr_tl { #1 }
522   \section{Thema-Nr.~#1}
523 }

\liSetzeExamenTeilaufgabeNr

524 \def\liSetzeExamenTeilaufgabeNr#1{
525   \tl_gset:Nn \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl { #1 }
526   \subsection{Teilaufgabe-Nr.~#1}
527 }

\liBindeAufgabeEin

528 \def\liBindeAufgabeEin#1{
529   \tl_gset:Nn \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl { #1 }
530   \input{
531     \LehramtInformatikRepository /
532     Staatsexamen /
533     \g_auf_examen_nummer_tl /
534     \g_auf_examen_jahr_tl /
535     \g_auf_examen_monat_tl /
536     \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} {
537       Thema - \g_auf_examen_thema_nr_tl /
538     }
539     \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} {
540       Teilaufgabe - \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl /
541     }
542     Aufgabe - \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl .tex
543   }
544 }

```

`\liAufgabenMetadaten` Das Metadaten-Makro überschreiben

```
545 \def\liAufgabenMetadaten#1{
546   \liMetaSetze{#1}
547   \subsubsection{\_gib_aufgaben_titel:}
548 }

549 \cs_new:Npn \titel_seite:
550 {
551   \pagestyle{empty}
552   \begin{center}
553     \large
554     Erste-Staatsprüfung-für-ein-Lehramt-an-öffentlichen-Schulen \par
555
556     \vspace{0.5cm}
557
558     Fach-Informatik \par
559
560     \vfill
561
562     \liGrafikLogo[width=8cm]\par
563     \bigskip
564     Die-Bschlangaul-Sammlung \par
565     {\footnotesize \liMetaHermineBschlangaulAndFriends} \par
566
567     \vfill
568
569     {
570       \bfseries\Huge
571
572       \g_auf_examen_jahreszeit_tl \par
573
574       \g_auf_examen_jahr_tl \par
575     }
576
577     \vspace{2cm}
578
579     {\LARGE \g_auf_examen_nummer_tl \par}
580
581     \vspace{0.5cm}
582
583     \g_auf_examen_fach_tl \par
584
585     \vspace{3cm}
586
587     Aufgabenstellungen-mit-Lösungsvorschlägen \par
588
589   \end{center}
590
591   \vfill
592 }

593 \cs_new:Npn \inhalts_verzeichnis: {
594   % für den Abstand vor den section im Inhaltsverzeichnis
595   % https://tex.stackexchange.com/questions/241445/how-to-control-spacing-in-toc-for-different-sections
596   \setlength{\cftbeforesecskip}{1.5cm}
597   \setlength{\cftbeforesubsecskip}{0.5cm}
598   \renewcommand{\cftsubsecafterpnum}{\vspace{\cftbeforesubsecskip}}
599   \setlength{\cftbeforesubsubsecskip}{0.1cm}
600   \renewcommand{\contentsname}{Aufgabenübersicht}
601   \tableofcontents
602 }

603 \setcounter{tocdepth}{4}
604 \RequirePackage[titles]{tocloft}
```

```
605 \AddToHook{begindocument}{  
606   \titel_seite:  
607  
608   \clearpage  
609  
610   \inhalts_verzeichnis:  
611  
612   \vfill  
613  
614   \liLogoTextProjekt  
615   \bigskip  
616  
617   \liLogoTextCCLizenz  
618   \bigskip  
619  
620   \clearpage  
621 }  
622 \ExplSyntaxOff  
623
```

2.4 haupt.cls

```
624 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
625 \ProvidesClass{bschlangaul-haupt}[2019/10/27 Klasse zum
626 Setzen der Haupt-Datei, Bschlangaul-Sammlung.tex d.h. des wichtigsten
627 Dokuments, das alles zusammenfasst.]
628 \LoadClass[a4paper]{book}
629
630 \RequirePackage{bschlangaul-basis}
631
632 % Paket „formatierung“ muss vor „literatur“ sein, sonst Option clash
633 \liLadePakete{formatierung,literatur,makros,aufgaben-metadaten,kopf-fusszeilen}
634 \RequirePackage{standalone}
635
636 % Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
637 \RequirePackage[ngerman]{babel}
638
```

2.5 theorie.cls

```
639 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
640 \ProvidesClass{bschlangaul-theorie}[2021/09/12 Klasse zum
641 Setzen von Theorie-Zusammenfassungen]
642 \LoadClass[a4paper]{book}
643
644 \RequirePackage{bschlangaul-basis}
645
646 % Paket „formatierung“ muss vor „literatur“ sein, sonst Option clash
647 \liLadePakete{formatierung,literatur,makros,aufgaben-metadaten,kopf-fusszeilen}
648 \RequirePackage{standalone}
649
650 % Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
651 \RequirePackage[ngerman]{babel}
652
```

2.6 abmessung.sty

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

656 \RequirePackage{geometry}

657 \geometry{
658   a4paper,
659   margin=2cm,
660   includeheadfoot,
661   %showframe,
662   %showcrop,
663   %verbose=true,
664 }

665
```


2.7 aufgaben-einbinden.sty

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

\liAufgabe Eine Aufgaben mit den Pfad relativ zu Wurzelverzeichnis dieses Repository einbinden.
668 \def\liAufgabe#1{
669   \input{\LehramtInformatikRepository/#1.tex}
670 }

\liExamensAufgabe Eine Examensaufgaben mit den Pfad relativ zu Staatsexamen einbinden, z. B.
\liExamensAufgabe{46116/2015/09/Thema-2/Teilaufgabe-1/Aufgabe-3}
671 \def\liExamensAufgabe#1{
672   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1.tex}
673 }

\liExamensAufgabeTTA
674 \def\liExamensAufgabeTTA #1 / #2 / #3 : Thema #4 Teilaufgabe #5 Aufgabe #6 {
675   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Thema-#4/Teilaufgabe-
        #5/Aufgabe-#6.tex}
676 }

\liExamensAufgabeTA
677 \def\liExamensAufgabeTA #1 / #2 / #3 : Thema #4 Aufgabe #5 {
678   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Thema-#4/Aufgabe-#5.tex}
679 }

\liExamensAufgabeA
680 \def\liExamensAufgabeA #1 / #2 / #3 : Aufgabe #4 {
681   \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1/#2/#3/Aufgabe-#4.tex}
682 }

683
```

2.8 aufgaben-metadaten.sty

```

684 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
685 \ProvidesPackage{bschlangaul-aufgaben-metadaten}[2020/07/07 Makros zum
686 Setzen der Aufgaben-Metadaten.]

687 \ExplSyntaxOn

\liMetaSetze Setze die Metadaten einer Aufgabe.

688 \def\liMetaSetze#1{
689   \_setze_variablen_zurueck:
690
691   \tl_clear:N \g_auf_examen_telaufgabe_nr_tl
692
693   \keys_set:nn { aufgabenmetadaten } {
694     #1
695   }
696
697   \_setze_relativen_pfad:
698 }

\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,
}

699 \def\liAufgabenMetadaten#1{
700   \liMetaSetze{#1}
701
702   \_gib_examen_titel: {}
703
704   \section{\_gib_aufgaben_titel:}
705 }

706 \ExplSyntaxOff

\liAufgabenTitel Momentan eine dummy Makro das die Thematik enthält.

707 \def\liAufgabenTitel#1{}

708

```

2.9 automaten.sty

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

2.9.1 Endlicher Automat

```
711 \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}
```



```
712 \RequirePackage{tikz}
713 \usetikzlibrary{arrows,automata,positioning}
714 \liLadePakete{mathe}
715 \directlua{
716   automaten = require('bschlangaul-automaten')
717 }
```

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

```
718 \ExplSyntaxOn
719 \NewDocumentCommand {\liAutomat} { O{A} m } {
720   \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
721   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
722   \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
723   \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
724   \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
725   \tl_set:Nn \l_typ_tl {}
726
727   \keys_define:nn { automat } {
728     zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},
729     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
730     delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
731     ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
```

```

732     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
733     dea .value_forbidden:n = true,
734     dea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{DEA}}}},
735     nea .value_forbidden:n = true,
736     nea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{NEA}}}},
737   }
738
739   \keys_set:nn { automat } { #2 }
740
741   $#1 \l_typ_tl = (
742     \l_zustaende_tl,
743     \l_alphabet_tl,
744     \l_delta_tl,
745     \l_ende_tl,
746     \l_start_tl
747   )$
748 }
749 \ExplSyntaxOff

```

`\liAutomatenKante` **Let-Abkürzung:** `\let\k=\liAutomatenKante`

```

750 \def\liAutomatenKante#1#2#3#4{
751   \path (#1) edge[#4] node{#3} (#2);
752 }

753 \tikzset{
754   li automat/.style={
755     ->,
756     node distance=2cm
757   },
758 }

```

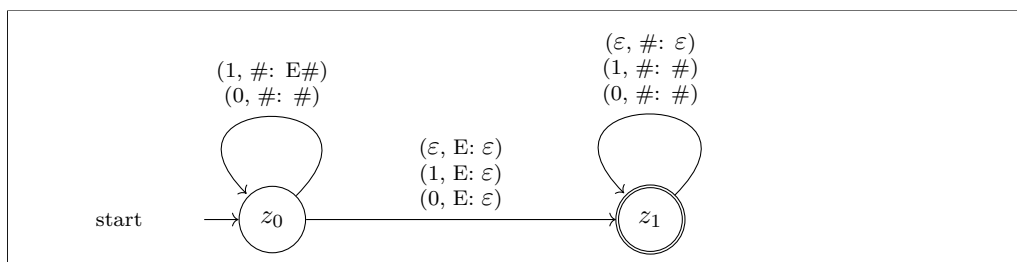
2.9.2 Kellerautomat

```
\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}{2}{
  EPSILON, KELLERBODEN, EPSILON;
  1, KELLERBODEN, KELLERBODEN;
  0, KELLERBODEN, KELLERBODEN;
}
\end{tikzpicture}
```



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

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

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

```
759 \ExplSyntaxOn
760 \NewDocumentCommand {\liKellerAutomat} { O{K} m } {
761   \tl_set:Nn \l_zustaeende_tl {Z}
762   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
763   \tl_set:Nn \l_kelleralphabet_tl {\Gamma}
764   \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
765   \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
766   \tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {\#}
767   \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
768
769   \keys_define:nn { kellerautomat } {
770     zustaeende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaeende_tl {\liMenge{##1}}},
771     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
772     kelleralphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_kelleralphabet_tl {\liMenge{##1}}},
773     delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
774     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
```

```

775     kellerboden .code:n = {\tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {##1}},
776     ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
777 }
778
779 \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
780
781 $#1 = (
782     \l_zustaende_tl,
783     \l_alphabet_tl,
784     \l_kelleralphabet_tl,
785     \l_delta_tl,
786     \l_start_tl,
787     \l_kellerboden_tl,
788     \l_ende_tl
789 )$
790 }
791 \ExplSyntaxOff

```

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

(a, #: A)
(b, #: ε)

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

```

792 \ExplSyntaxOn
793 \def\liKellerUebergang#1{
794     \directlua{automaten.drucke_keller_uebergaenge('#1')}
795 }
796 \ExplSyntaxOff

```

\liKellerKante `\liKellerKante[\tikz-optionen]{\von}{\zu}{\übergange}`
Let-Abkürzung: `\let\k=\liKellerKante`

```

797 \NewDocumentCommand{\liKellerKante} { 0{above} m m m } {
798     \path (#2) edge[#1] node{\liKellerUebergang{#4}} (#3);
799 }

```

```

800 \tikzset{
801     li keller knoten/.style={
802         text width=2cm,
803         align=center,
804         font=\footnotesize,
805     },
806     li kellerautomat/.style={
807         li automat,
808         every edge/.append style={
809             every node/.style={
810                 li keller knoten
811             }
812         }
813     }
814 }

```

2.9.3 Turingmaschine

```
815 \RequirePackage{amssymb}
```

\liTuringLeerzeichen \square

```
816 \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},
}

```

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

```

817 \ExplSyntaxOn
818 \NewDocumentCommand {\liTuringMaschine} { O{TM} m } {
819   \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
820   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
821   \tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\Gamma}
822   \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
823   \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
824   \tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {\liTuringLeerzeichen}
825   \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
826
827   \keys_define:nn { kellerautomat } {
828     zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},
829     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
830     bandalphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\liMenge{##1}}},
831     delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
832     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
833     leerzeichen .code:n = {\tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {##1}},
834     ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
835   }
836
837   \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
838
839   $\text{#1} = (
840     \l_zustaende_tl,
841     \l_alphabet_tl,
842     \l_bandalphabet_tl,
843     \l_delta_tl,
844     \l_start_tl,
845     \l_leerzeichen_tl,
846     \l_ende_tl
847   )$
848 }
849 \ExplSyntaxOff

```

\liTuringUebergangZelle Formatiert einen Zustandsübergang für eine Übergangstabelle.

Let-Abkürzung: `\let\t=\liTuringUebergangZelle`

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

```

850 \ExplSyntaxOn
851 \def\liTuringUebergangZelle#1{
852   \directlua{tex.print(automaten.gib_einen_turing_uebergang('#1'))}
853 }
854 \ExplSyntaxOff

```

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

Let-Abkürzung: `\let\t=\liTuringUebergaenge`

`(z1: \square , L)`

`(\square : \square , R)`

```

855 \ExplSyntaxOn
856 \def\liTuringUebergaenge#1{
857   \directlua{automaten.drucke_turing_uebergaenge('#1')}
858 }
859 \ExplSyntaxOff

\liTuringKante \liTuringKante[\tikz-optionen]{\langle zustand-oder-lese \rangle}{\langle schreibe \rangle}{\langle richtung \rangle}
Let-Abkürzung: \let\t=\liTuringKante

860 \NewDocumentCommand{\liTuringKante} { 0{above} m m m } {
861   \path (#2) edge[#1] node{\liTuringUebergaenge{#4}} (#3);
862 }

\liTuringUeberfuehrung

863 \def\liTuringUeberfuehrung{
864    $\delta : Z \times \Gamma \rightarrow Z \times \Gamma \times \{ L, R, N \}$ 
865 }

866 \tikzset{
867   li turingmaschine/.style={
868     li automat,
869     every edge/.append style={
870       every node/.style={
871         li keller knoten
872       }
873     }
874   }
875 }
876

```


2.10 basis.sty

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

879 \RequirePackage{xparse}

880 \ExplSyntaxOn
```

2.10.1 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 881 \newif\ifLiADDITUM
\LiADDITUMfalse 882 \LiADDITUMfalse

\ifLiEXKURS
\LiEXKURStrue 883 \newif\ifLiEXKURS
\LiEXKURfalse 884 \LiEXKURStrue

\ifLiANTWORT
\LiANTWORTtrue 885 \newif\ifLiANTWORT
\LiANTWORTfalse 886 \LiANTWORTtrue

\liLadePakete

887 \NewDocumentCommand{\liLadePakete}{ m }
888 {
889   \clist_map_inline:nn { #1 } { \RequirePackage{bschlangaul-##1} }
890 }

\liLadeAllePakete

891 \def\liLadeAllePakete{
892   \liLadePakete{
893     aufgaben-einbinden,
894     automaten,
895     checkbox,
896     chomsky-normalform,
897     cpm,
898     cyk-algorithmus,
899     entwurfsmuster,
900     er,
901     formale-sprachen,
902     gantt,
903     grafik,
904     graph,
905     hanoi,
906     kontrollflussgraph,
907     komplexitaetstheorie,
908     makros,
909     master-theorem,
910     mathe,
911     minimierung,
912     normalformen,
913     petri,
914     potenzmengen-konstruktion,
915     pumping-lemma,
916     pseudo,
917     quicksort,
918     relationale-algebra,
919     rmodell,
920     sortieren,
921     spalten,
```

```

922     struktogramm,
923     sql,
924     syntax,
925     syntaxbaum,
926     synthese-algorithmus,
927     tabelle,
928     typographie,
929     uml,
930     vollstaendige-induktion,
931     wasserfall,
932     wpkalkuel,
933     %
934     baum, % am Schluss sonst Fehler: undefined command \edge
935 }
936 }

```

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.

```

937 \clist_new:N \g_auf_schluessel_clist
938 \clist_set:Nn \g_auf_schluessel_clist {
939     titel,
940     thematik,
941     stichwoerter,
942     zitat_schluessel,
943     zitat_beschreibung,
944     %
945     bearbeitungs_stand,
946     korrektheit,
947     %
948     relativer_pfad,
949     identische_aufgabe,
950     %
951     examen_nummer,
952     examen_fach,
953     examen_jahr,
954     examen_monat,
955     examen_jahreszeit,
956     examen_thema_nr,
957     examen_teilaufgabe_nr,
958     examen_aufgabe_nr,
959 }

```

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

```

960 \clist_map_inline:Nn \g_auf_schluessel_clist {
961     \tl_new:c {g_auf_#1_tl}
962 }

```

Funktion über alle globalen Token-List-Variablen zurückzusetzen.

```

963 \cs_new:Npn \setze_variablen_zurueck: {
964     \clist_map_inline:Nn \g_auf_schluessel_clist {
965         \tl_clear:c {g_auf_##1_tl}
966     }
967 }

```

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

```

968 \keys_define:nn { aufgabenmetadaten }
969 {
970     Titel .tl_gset:N = \g_auf_titel_tl,
971     Thematik .tl_gset:N = \g_auf_thematik_tl,
972     Stichwoerter .tl_gset:N = \g_auf_stichwoerter_tl,

```

```

973 ZitatSchluessel .tl_gset:N = \g_auf_zitat_beschreibung_tl,
974 ZitatBeschreibung .tl_gset:N = \g_auf_zitat_schluessel_tl,
975 %
976 BearbeitungsStand .tl_gset:N = \g_auf_bearbeitungs_stand_tl,
977 Korrektheit .tl_gset:N = \g_auf_korrekttheit_tl,
978 %
979 RelativerPfad .tl_gset:N = \g_auf_relativer_pfad_tl,
980 IdentischeAufgabe .tl_gset:N = \g_auf_identische_aufgabe_tl,
981 %
982 ExamenNummer .tl_gset:N = \g_auf_examen_nummer_tl,
983 ExamenFach .tl_gset:N = \g_auf_examen_fach_tl,
984 ExamenJahr .tl_gset:N = \g_auf_examen_jahr_tl,
985 ExamenMonat .tl_gset:N = \g_auf_examen_monat_tl,
986 ExamenJahreszeit .tl_gset:N = \g_auf_examen_jahreszeit_tl,
987 ExamenThemaNr .tl_gset:N = \g_auf_examen_thema_nr_tl,
988 ExamenTeilaufgabeNr .tl_gset:N = \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl,
989 ExamenAufgabeNr .tl_gset:N = \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl,
990 }

991 \cs_gset:Npn \_setze_relativen_pfad: {
992   \tl_if_empty:NTF \g_auf_relativer_pfad_tl
993   {
994     \bool_if:nTF
995     {
996       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_nummer_tl &&
997       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_jahr_tl &&
998       ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_monat_tl
999     }
1000    {
1001      \tl_gset:Nn \g_auf_relativer_pfad_tl {
1002        Staatsexamen /
1003        \g_auf_examen_nummer_tl /
1004        \g_auf_examen_jahr_tl /
1005        \g_auf_examen_monat_tl /
1006        \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} { Thema - \g_auf_examen_thema_nr_tl / }
1007        \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} { Teilaufgabe - \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl / }
1008        \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} { Aufgabe - \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl / }
1009      }
1010    }
1011    {}
1012  }
1013  {}
1014 }

1015 \cs_set:Nn \_trenner: {
1016   \, / \,
1017 }

1018 \cs_gset:Npn \_gib_jahreszeit_durch_monat: #1 {
1019   % \str_case funktioniert nicht mit den Tokenlist variablen.
1020   \tl_case:Nn { #1 }
1021   {
1022     { 3 } { Frühjahr }
1023     { 03 } { Frühjahr }
1024     { 9 } { Herbst }
1025     { 09 } { Herbst }
1026   }
1027 }

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

1028 \cs_gset:Npn \_gib_examen_fach_durch_nummer: #1 {
1029   \tl_case:Nn { #1 }
1030   {
1031     { 46110 } { Grundlagen der Informatik (nicht vertieft) }
1032     { 46111 } { Programmentwicklung / Systemprogrammierung / Datenbanksysteme (nicht vertieft) }
1033     { 46112 } { Grundlagen der Informatik (nicht vertieft) }

```

```

1034 { 46113 } { Theoretische Informatik (nicht vertieft) }
1035 { 46114 } { Algorithmen / Datenstrukturen / Programmiermethoden (nicht vertieft) }
1036 { 46115 } { Theoretische Informatik / Algorithmen / Datenstrukturen (nicht vertieft) }
1037 { 46116 } { Softwaretechnologie / Datenbanksysteme (nicht vertieft) }
1038 { 46118 } { Fachdidaktik (Mittelschulen) }
1039 { 46119 } { Fachdidaktik (Realschulen) }
1040 { 46121 } { Fachdidaktik (berufliche Schulen) }
1041 { 66110 } { Automatentheorie, Algorithmische Sprache (vertieft) }
1042 { 66111 } { Betriebssysteme / Datenbanksysteme / Rechnerarchitektur (vertieft) }
1043 { 66112 } { Automatentheorie / Komplexität / Algorithmen (vertieft) }
1044 { 66113 } { Rechnerarchitektur / Datenbanken / Betriebssysteme (vertieft) }
1045 { 66114 } { Datenbank- und Betriebssysteme (vertieft) }
1046 { 66115 } { Theoretische Informatik / Algorithmen (vertieft) }
1047 { 66116 } { Datenbanksysteme / Softwaretechnologie (vertieft) }
1048 { 66118 } { Fachdidaktik (Gymnasium) }
1049 }
1050 }

```

Einzelpfungsnummer / Jahr / Jahreszeit mit Trennzeichen

```

1051 \cs_gset:Npn \_gib_einzelpfung_trenner: {
1052   Staatsexamen ~
1053   \g_auf_examen_nummer_tl
1054
1055   \_trenner:
1056
1057   \g_auf_examen_jahr_tl
1058
1059   \_trenner:
1060
1061   \_gib_jahreszeit_durch_monat: \g_auf_examen_monat_tl
1062 }

```

Thema Nr.1 / Teilaufgabe Nr. 2 / Aufgabe 3

```

1063 \cs_gset:Npn \_gib_aufgaben_pfad_trenner: {
1064   \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} {
1065     Thema ~ \g_auf_examen_thema_nr_tl \_trenner:
1066   }
1067   \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} {
1068     Teilaufgabe ~ \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl \_trenner:
1069   }
1070   \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} {
1071     Aufgabe ~ \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
1072   }
1073 }

1074 \cs_gset:Npn \_gib_examen_titel: {
1075   \cs_set:Nn \_trenner: { \, / \, }
1076   \bool_if:nTF
1077   {
1078     ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_nummer_tl &&
1079     ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_jahr_tl &&
1080     ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_monat_tl &&
1081     ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
1082   }
1083   {
1084     {
1085       \footnotesize
1086       \par
1087       \noindent
1088       Staatsexamen ~
1089       \g_auf_examen_nummer_tl \_trenner:
1090       \g_auf_examen_jahr_tl \_trenner:
1091
1092       \tl_case:Nn \g_auf_examen_monat_tl
1093       {

```

```

1094      { 03 } { Frühjahr }
1095      { 09 } { Herbst }
1096    } \_trenner:
1097
1098    \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} {
1099      Thema ~ Nr. ~ \g_auf_examen_thema_nr_tl \_trenner:
1100    }
1101    \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} {
1102      Teilaufgabe ~ Nr. ~ \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl \_trenner:
1103    }
1104    \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} {
1105      Aufgabe ~ Nr. ~ \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
1106    }
1107    \par
1108    \bigskip
1109  }
1110 }
1111 }
1112 \cs_new:Npn \_gib_github_url: {
1113   \LehramtInformatikGithubDomain /
1114   \LehramtInformatikGithubTexRepo /
1115   blob /
1116   \LehramtInformatikGitBranch /
1117   \g_auf_relativer_pfad_tl
1118 }
1119 \cs_new:Npn \_gib_github_url_href: {
1120   \tl_if_empty:NTF \g_auf_relativer_pfad_tl {} {
1121     \url{ \_gib_github_url: }
1122   }
1123 }
1124 \cs_new:Npn \_gib_aufgaben_titel: {
1125   \g_auf_titel_tl
1126
1127   \tl_if_empty:NTF \g_auf_thematik_tl
1128   {}
1129   {
1130     \, ~ [
1131       \g_auf_thematik_tl
1132     ]
1133   }
1134 }
1135 \msg_new:nnn { aufgabenmetadaten } { kein-titel }
1136 { Der~Schlüssel~ist~zwingend~notwendig }
1137 \def\LehramtInformatikRepository{/pfad/zum/repository}
1137 \input /etc/lehramt-informatik.config.tex
1138 biblatex not working with lualatex and babel
1138 % \RequirePackage{polyglossia}
1139 % \setmainlanguage{german}
1140

```

2.11 baum.sty

```
1141 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1142 \ProvidesPackage{bschlangaul-baum}[2020/06/13 Zum Setzen von
1143 Binär- und AVL-Bäumen. Hüll-Paket um TikZ and tikz-qtrees.]
1144 \RequirePackage{tikz}

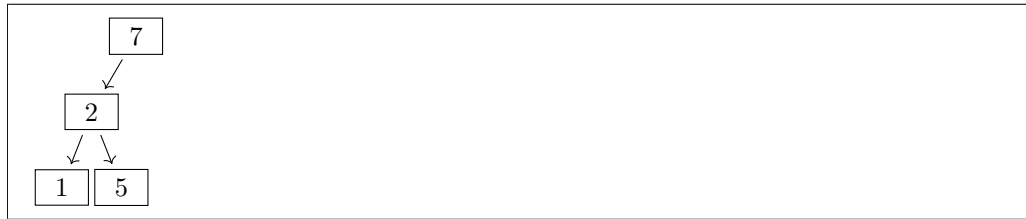
    für li binaer baum
1145 \RequirePackage{tikz-qtrees}

    Für b baum
1146 \usetikzlibrary{shapes.multipart}
```

2.11.1 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}
```



```
1147 \tikzset{
1148   li binaer baum/.style={
1149     shorten <=2pt,
1150     shorten >=2pt,
1151     ->,
1152     every tree node/.style={
1153       minimum width=2em,
1154       draw,
1155       rectangle
1156     },
1157     blank/.style={
1158       draw=none
1159     },
1160     edge from parent/.style={
1161       draw,
1162       edge from parent path={(\tikzparentnode) -- (\tikzchildnode)}
1163     },
1164     level distance=1cm,
1165     every label/.style={
1166       gray,
1167       font=\footnotesize,
1168       label position=0,
1169       label distance=0cm,
1170     }
1171   },
1172 }
```

2.11.2 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}
```

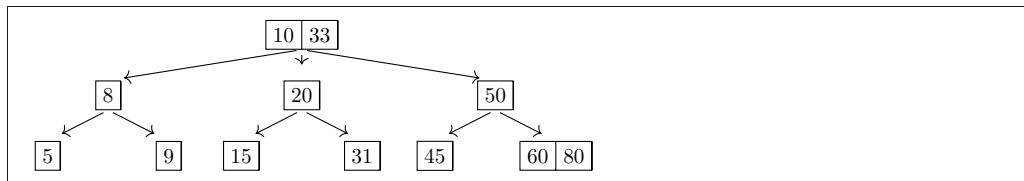


2.11.3 B-Baum

```

\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}

```



```

1173 \tikzset{
1174   li bbaum knoten/.style={
1175     rectangle split parts=10,
1176     rectangle split,
1177     rectangle split horizontal,
1178     rectangle split ignore empty parts,
1179     draw,
1180     fill=white
1181   },
1182   li bbaum/.style={
1183     every node/.style={
1184       li bbaum knoten
1185     },
1186     level 1/.style={
1187       level distance=12mm,
1188       sibling distance=25mm,
1189     },
1190     every child/.style={
1191       shorten <= 2pt,
1192       shorten >= 6pt,
1193       ->,
1194     },
1195     level 2/.style={
1196       level distance=9mm,
1197       sibling distance=15mm,
1198     },
1199   }
1200 }
1201

```

2.12 checkbox.sty

```
1202 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1203 \ProvidesPackage{bschlangaul-checkbox}[2020/12/14 Zum Setzen von
1204 Multiple-Choice-Fragen. Simulation von Kästchen zum ankreuzen]
1205 \RequirePackage{amssymb}

\liRichtig Angekreuztes Kästchen (nur innerhalb der itemize-Umgebung zu verwenden.
1206 \def\liRichtig{\item[$\boxtimes$]}

\liFalsch Nicht angekreuztes Kästchen (nur innerhalb der itemize-Umgebung zu verwenden.
1207 \def\liFalsch{\item[$\square$]}

1208
```

2.13 chomsky-normalform.sty

```
1209 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1210 \ProvidesPackage{bschlangaul-chomsky-normalform}[2021/03/26
1211 Hilfsmakros zum Setzen des Algorithmus zum Erreichen der Chomsky-Normalform]
1212 \ExplSyntaxOn
1213 \liLadePakete{typographie}
```

2.13.1 Makro-Kürzel

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

2.13.2 TeX-Markup-Grundgerüst

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

2.13.3 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 **Let-Abkürzung:** `\let\schritt=\liChomskyUeberschrift`

```

1214 \def\liChomskyUeberschrift#1{
1215   {
1216     \bfseries
1217     \rmfamily
1218     \str_case:nn {#1} {
1219       {1} {Elimination-der- $\varepsilon$ -Regeln}
1220       {2} {Elimination-von-Kettenregeln}
1221       {3} {Separation-von-Terminalzeichen}
1222       {4} {Elimination-von-mehrelementigen-Nonterminalketten}
1223     }
1224   }
1225 }

```

\liChomskyErklaerung **Let-Abkürzung:** `\let\erklaerung=\liChomskyErklaerung`
Hoffmann Seite 180

```

1226 \def\liChomsky@erklaerung@texte#1{
1227   \str_case:nn {#1} {
1228     %
1229     {1} {
1230       Alle-Regeln-der-Form- $A \rightarrow \varepsilon$ -werden-eliminiert.~
1231       Die-Ersetzung-von- $A$ -wird-durch- $\varepsilon$ -in-allen-anderen-
1232       Regeln-vorweggenommen.
1233     }
1234     {2} {
1235       Jede-Produktion-der-Form- $A \rightarrow B$ -mit- $A, B$ -in- $S$ -wird-
1236       als-Kettenregel-bezeichnet.~Diese-tragen-nicht-zur-Produktion-
1237       von-Terminalzeichen-bei-und-lassen-sich-ebenfalls-eliminieren.
1238     }
1239     {3} {
1240       Jedes-Terminalzeichen- $\sigma$ ,~das-in-Kombination-mit-anderen-
1241       Symbolen-auftaucht,~wird-durch-ein-neues-Nonterminal-
1242        $S_{\sigma}$ -ersetzt-und-die-Menge-der-Produktionen-durch-die-
1243       Regel- $S_{\sigma} \rightarrow \sigma$ -ergänzt.
1244     }
1245     {4} {
1246       Alle-Produktionen-der-Form-
1247        $A \rightarrow B_1 B_2 \dots B_n$ -
1248       werden-in-die-Produktionen-
1249        $A \rightarrow$ 
1250        $A_{n-1} B_n, A_{n-1} \rightarrow$ 
1251        $A_{n-2} B_{n-1}, \dots,$ 
1252        $A_2 \rightarrow B_1 B_2$ -zerteilt.~
1253       Nach-der-Ersetzung-sind-alle-längeren-Nonterminalketten-
1254       vollständig-heruntergebrochen-und-die-Chomsky-Normalform-erreicht.
1255     }
1256   }

```

```

1257 }
1258 \def\liChomskyErklaerung#1{
1259   {
1260     \itshape
1261     \footnotesize
1262     \liParagraphMitLinien{\li@chomsky@erklaerung@texte{#1}}
1263   }
1264 }

```

\liChomskyUeberErklaerung **Let-Abkürzung:** \let\schrittE=\liChomskyUeberErklaerung

```

1265 \def\liChomskyUeberErklaerung#1{
1266   \liChomskyUeberschrift{#1}\par
1267   \liChomskyErklaerung{#1}
1268 }

```

```

1269 \ExplSyntaxOff
1270

```

2.14 cpm.sty

```

1271 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1272 \ProvidesPackage{bschlangaul-cpm}[2020/09/03]
1273 \RequirePackage{tikz}
1274 \liLadePakete{mathe,typographie}

```

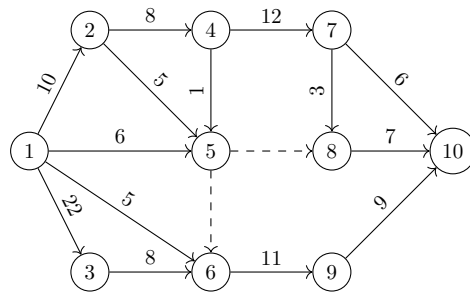
2.14.1 Makro-Kürzel

```

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

```

2.14.2 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}{5}
\liCpmVorgang[schein]{5}{8}{5}
\end{tikzpicture}

```

2.14.3 TeX-Markup-Beispiel: Ergebnistabelle

```

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

```

2.14.4 TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Frühester Zeitpunkt“

```

\liCpmFruehErklaerung
\begin{tabular}{|l|l|r|}
\hline
\hline
i & Nebenrechnung & \FZ \\ \hline
1 & & 0 \\
2 & & 5 \\
3 & & 18
\end{tabular}

```

```

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}

```

2.14.5 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}

```

```

1275 \ExplSyntaxOn
1276 \NewDocumentCommand { \liCpmEreignis } { 0{} m m m } {
1277   \tl_set:Nn \l_name_tl {}
1278
1279   \keys_define:nn { cpmEreignis } {
1280     name .code:n = {\tl_set:Nn \l_name_tl {##1}},
1281   }
1282
1283   \keys_set:nn { cpmEreignis } { #1 }
1284
1285   \tl_if_empty:NT \l_name_tl {
1286     \tl_set:Nn \l_name_tl {#2}
1287   }
1288
1289   \node[circle,draw] (\l_name_tl) at (#3,#4) {#2};
1290 }
1291 \ExplSyntaxOff

```

```

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

```

```

1292 \ExplSyntaxOn
1293 \NewDocumentCommand { \liCpmVorgang } { 0{} m m m } {
1294   \tl_set:Nn \l_schein_tl {}
1295   \tl_set:Nn \l_kritisch_tl {}
1296
1297   \keys_define:nn { cpmVorgang } {
1298     schein .code:n = {\tl_set:Nn \l_schein_tl {dashed}},
1299     kritisch .code:n = {\tl_set:Nn \l_kritisch_tl {very~thick}},
1300   }
1301
1302   \keys_set:nn { cpmVorgang } { #1 }
1303
1304   \path[->,\l_schein_tl,\l_kritisch_tl] (#2) edge node[auto,sloped] {#4} (#3);
1305 }
1306 \ExplSyntaxOff

```

2.14.6 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 & 0 & 2 & 0 & 0 & 2 & 0 \\ \hline
\end{tabular}

\liCpmVonZu Let-Abkürzung: \let\vz=\liCpmVonZu
\liCpmVonZu{1}(2-3):  $1_{(2 \rightarrow 3)}$ 
1307 \def\liCpmVonZuOhneMathe#1(#2-#3){#1_{\scriptscriptstyle(#2\rightarrow#3)}}
1308 \def\liCpmVonZu#1(#2-#3){%
1309 \ifmmode%
1310 \liCpmVonZuOhneMathe{#1}(\#2-\#3)%
1311 \else%
1312 $\liCpmVonZuOhneMathe{#1}(\#2-\#3)$%
1313 \fi%
1314 }

\liCpmVon Let-Abkürzung: \let\v=\liCpmVon
\liCpmVon{1}(2):  $1_{(\rightarrow 2)}$ 
1315 \def\liCpmVonOhneMathe#1(#2){#1_{\scriptscriptstyle(\rightarrow#2)}}
1316 \def\liCpmVon#1(#2){%
1317 \ifmmode%
1318 \liCpmVonOhneMathe{#1}(\#2)%
1319 \else%
1320 $\liCpmVonOhneMathe{#1}(\#2)$%
1321 \fi%
1322 }

\liCpmZu Let-Abkürzung: \let\z=\liCpmZu
\liCpmZu{1}(2):  $1_{(\leftarrow 2)}$ 
1323 \def\liCpmZuOhneMathe#1(#2){#1_{\scriptscriptstyle(\leftarrow#2)}}
1324 \def\liCpmZu#1(#2){%
1325 \ifmmode%
1326 \liCpmZuOhneMathe{#1}(\#2)%
1327 \else%
1328 $\liCpmZuOhneMathe{#1}(\#2)$%
1329 \fi%
1330 }

1331 \ExplSyntaxOn

\liCpmSpaetI Spätester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann
Let-Abkürzung: \let\SZ=\liCpmSpaetI
1332 \NewDocumentCommand{ \liCpmSpaetI } { 0{i} } {
1333 \ifmmode
1334 SZ\sb{#1}
1335 \else
1336 $\SZ\sb{#1}$
1337 \fi
1338 }

\liCpmFruehI Frühester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann.
Let-Abkürzung: \let\FZ=\liCpmFruehI
1339 \NewDocumentCommand{ \liCpmFruehI } { 0{i} } {
1340 \ifmmode
1341 FZ\sb{#1}
1342 \else
1343 $\FZ\sb{#1}$

```



```

1344 \fi
1345 }

```

\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. —

```

1346 \def\liCpmFruehErklaerung{
1347   \liParagraphMitLinien{
1348     Wir~führen~eine~Vorwärtsterminierung~durch~
1349     und~addieren~die~Dauern.~
1350
1351     Kann~ein~Ereignis~über~mehrere~Vorgänge~erreicht~
1352     werden,~wählen~wir~das~Maximum~aus.~
1353
1354     \textbf{Erläuterungen:}~
1355
1356     $i$:~
1357     Ereignis~$i$;~,
1358
1359     \liCpmFruehI{}:~
1360     Frühester~Zeitpunkt,~zu~dem~Ereignis~$i$~eintreten~kann
1361     .
1362   }
1363 }

```

\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. —

```

1364 \def\liCpmSpaetErklaerung{
1365   \liParagraphMitLinien{
1366     Wir~führen~eine~Rückwärtsterminierung~durch~
1367     und~subtrahieren~die~Dauern~vom~letzten~Ereignis~aus.~
1368
1369     Kann~ein~Ereignis~über~mehrere~Vorgänge~erreicht~
1370     werden,~wählen~wir~das~Minimum~aus.~
1371
1372     \textbf{Erläuterungen:}~
1373
1374     $i$:~
1375     Ereignis~$i$;~,
1376
1377     \liCpmSpaetI{}:~
1378     Spätester~Zeitpunkt,~zu~dem~Ereignis~$i$~eintreten~kann
1379     .
1380   }
1381 }

```

```

1382 \ExplSyntaxOff

```

```

1383

```

2.15 cyk-algorithmus.sty

```
1384 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1385 \ProvidesPackage{bschlangaul-cyk-algorithmus}[2021/06/18 Hilfsmakros
1386 zum Setzen des CYK-Algorithmus]
```

2.15.1 Makro-Kürzel

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

2.15.2 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 Let-Abkürzung: \let\l=\liKurzeTabellenLinie
```

```
1387 \def\liKurzeTabellenLinie#1{\ccline{1-#1}}
```

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

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

```
1388 \NewDocumentCommand{ \liWortInSprache } { m O{L(G)} } {
1389   \bigskip
1390   \noindent
1391   $\Rrightarrow$ #1 \in #2$
1392 }
```

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

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

```
1393 \NewDocumentCommand{ \liWortNichtInSprache } { m O{L(G)} } {
1394   \bigskip
1395   \noindent
1396   $\Rrightarrow$ #1 \notin #2$
1397 }
```

```
1398
```

2.16 entwurfsmuster.sty

```
1399 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1400 \ProvidesPackage{bschlangaul-entwurfsmuster}[2021/05/06]
1401 Hilfsmakros zum Setzen von Entwurfsmustern / Design Patterns]
```

2.16.1 Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:

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

2.16.2 Reihenfolge

1. Beschreibung Kurze Beschreibung des Entwurfsmusters, z. B \liEntwurfsEinzelstueckBeschreibung
2. Uml: Uml-Klassendiagramm, z. B \liEntwurfsEinzelstueckUml
3. Akteure: Akteure, beteiligte Klassen, z. B \liEntwurfsEinzelstueckAkteure
4. Code: Allgemeines Code-Beispiel, z. B \liEntwurfsEinzelstueckCode
5. ohne: Ohne Suffix, Bündelung der einzelnen Makros eines Entwurfsmusters
\liEntwurfsEinzelstueckAkteure

```
1402 \RequirePackage{bschlangaul-uml}
```

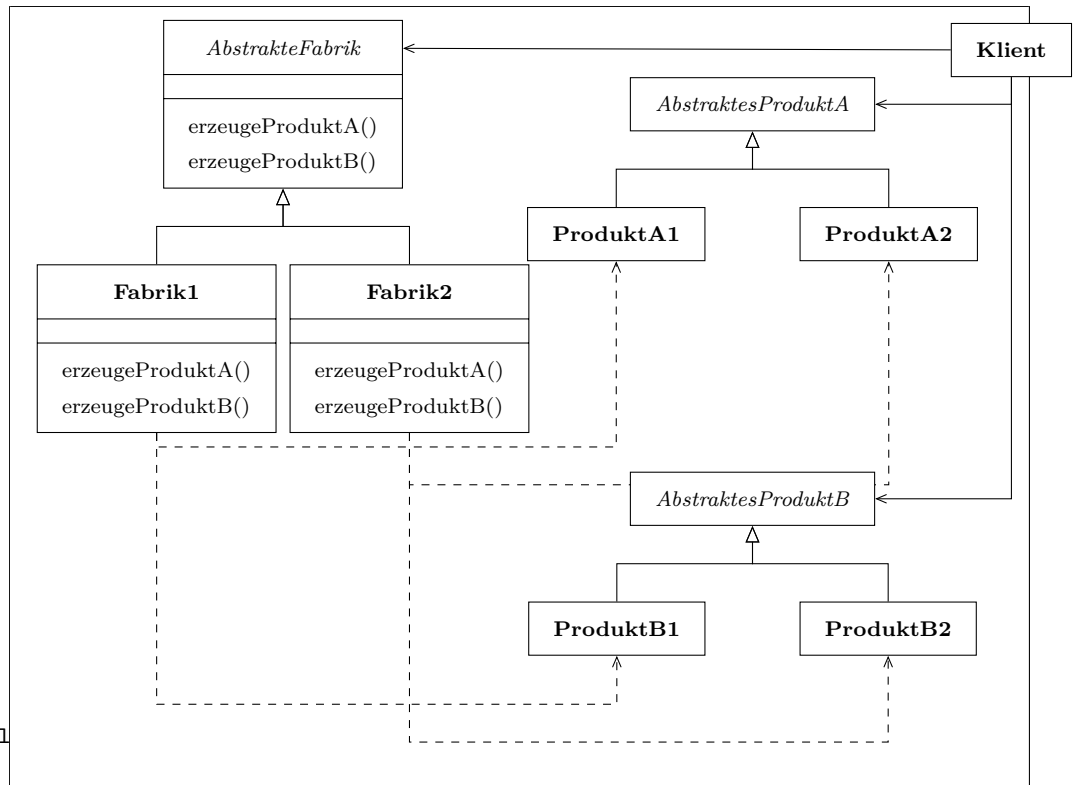
\li@EntwurfsCodeAllgemein Allgemeine Code-Beispiele zu den UML-Diagrammen und Stellvertretern

```
1403 \RequirePackage{bschlangaul-syntax}
1404 \def\li@EntwurfsCode#1#2{
1405   \liJavaDatei{entwurfsmuster/#1/allgemein/#2}
1406 }
```

2.16.3 Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)

sAbstrakteFabrikBeschreibung

```
1407 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung{
1408   Es wird eine Schnittstelle bereitgestellt, um \emph{Familien
1409   verbundener oder abhängiger Objekte} zu erstellen, ohne die konkreten
1410   Klassen zu spezifizieren.\footcite[Seite 25]{eilebrecht}
1411 }
```



```

1412 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrikUml{
1413   \begin{tikzpicture}
1414     \umlclass[type=abstract]{AbstrakteFabrik}{-}{-}{
1415       erzeugeProduktA()\n
1416       erzeugeProduktB()\n
1417     }
1418     \umlclass[below left=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik1}{-}{-}{
1419       erzeugeProduktA()\n
1420       erzeugeProduktB()\n
1421     }
1422     \umlclass[below right=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik2}{-}{-}{
1423       erzeugeProduktA()\n
1424       erzeugeProduktB()\n
1425     }
1426     \umlVHVinherit{Fabrik1}{AbstrakteFabrik}
1427     \umlVHVinherit{Fabrik2}{AbstrakteFabrik}
1428
1429     \umlsimpleclass[right=3cm of AbstrakteFabrik,type=abstract]{AbstraktesProduktA}
1430     \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA1}
1431     \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA2}
1432     \umlVHVinherit{ProduktA1}{AbstraktesProduktA}
1433     \umlVHVinherit{ProduktA2}{AbstraktesProduktA}
1434
1435     \umlsimpleclass[above right=0cm and 1cm of AbstraktesProduktA]{Klient}
1436
1437     \umlsimpleclass[below=4.5cm of AbstraktesProduktA,type=abstract]{AbstraktesProduktB}
1438     \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB1}
1439     \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB2}
1440     \umlVHVinherit{ProduktB1}{AbstraktesProduktB}
1441     \umlVHVinherit{ProduktB2}{AbstraktesProduktB}
1442
1443     \umlVHVdep[arm1=-1.3cm,arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktA1}
1444     \umlVHVdep[arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktB1}
1445
1446     \umlVHVdep[arm1=-1.8cm,arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktA2}
1447     \umlVHVdep[arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktB2}
1448
  
```

```

1449 \umluniassoc[anchor2=25]{Klient}{AbstrakteFabrik}
1450 \umlVHuniassoc[arm1=-1cm]{Klient}{AbstraktesProduktA}
1451 \umlVHuniassoc{Klient}{AbstraktesProduktB}
1452 \end{tikzpicture}
1453 }

```

iEntwurfsAbstrakteFabrikCode

```

1454 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrikCode{
1455 \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Produkte}
1456 \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{AbstrakteFabrik}
1457 \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Klient}
1458 }

```

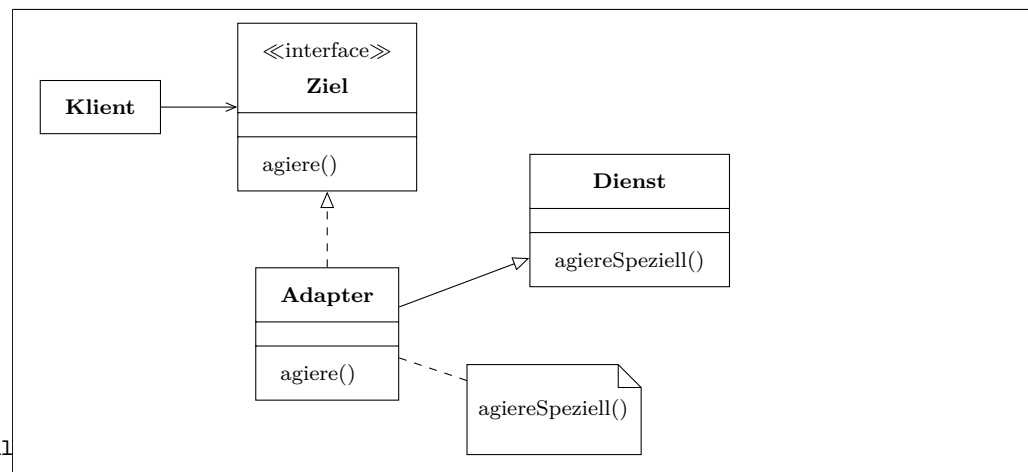
\liEntwurfsAbstrakteFabrik

```

1459 \def\liEntwurfsAbstrakteFabrik{
1460 \liEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung
1461
1462 \liEntwurfsAbstrakteFabrikUml
1463
1464 \liEntwurfsAbstrakteFabrikCode
1465 }

```

2.16.4 Adapter



\liEntwurfsAdapterUml

```

1466 \def\liEntwurfsAdapterUml{
1467 \begin{tikzpicture}
1468 \umlsimpleclass[x=1,y=3]{Klient}{}{}
1469 \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Ziel}{}{agiere()}
1470 \umlclass[x=4,y=0]{Adapter}{}{agiere()}
1471 \umlclass[x=8,y=1.5]{Dienst}{}{agiereSpeziell()}
1472
1473 \umlreal{Adapter}{Ziel}
1474 \umluniassoc{Klient}{Ziel}
1475 \umlinherit{Adapter}{Dienst}
1476
1477 \umlnote[x=7,y=-1,width=2cm]{Adapter}{agiereSpeziell()}
1478 \end{tikzpicture}
1479 \footcite[so ähnlich wie GoF]{wiki:adapter}
1480 }

```

\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.

```

1481 \def\liEntwurfsAdapterAkteure{
1482   \begin{description}
1483
1484     \item[Ziel (Target)]
1485
1486     Das Ziel definiert die Schnittstelle, die der Klient nutzen kann.
1487
1488     \item[Klient (Client)]
1489
1490     Der Klient nutzt Dienste über inkompatible Schnittstellen und greift
1491     dabei auf adaptierte Schnittstellen zurück.
1492
1493     \item[Dienst (Adaptee)]
1494
1495     Der Dienst bietet wiederzuverwendende Dienstleistungen mit fest
1496     definierter Schnittstelle an.
1497
1498     \item[Adapter]
1499
1500     Der Adapter adaptiert die Schnittstelle des Dienstes auf die
1501     Schnittstelle zum Klienten.\footcite{wiki:adapter}
1502
1503   \end{description}
1504 }

```

\liEntwurfsAdapterCode

```

1505 \def\liEntwurfsAdapterCode{
1506   \li@EntwurfsCode{adapter}{Dienst}
1507   \li@EntwurfsCode{adapter}{Ziel}
1508   \li@EntwurfsCode{adapter}{Adapter}
1509   \li@EntwurfsCode{adapter}{Klient}
1510 }

```

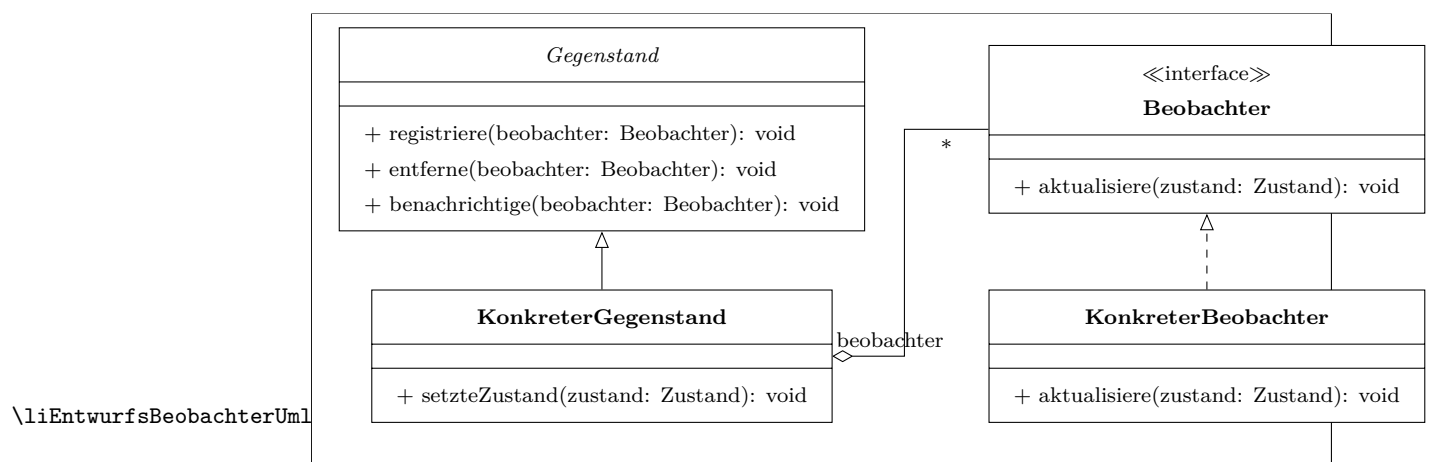
\liEntwurfsAdapter

```

1511 \def\liEntwurfsAdapter{
1512   \liEntwurfsAdapterUml
1513   \liEntwurfsAdapterAkteure
1514   \liEntwurfsAdapterCode
1515 }

```

2.16.5 Beobachter (Observer)



```

1516 \def\liEntwurfsBeobachterUml{
1517   \begin{tikzpicture}
1518     \umlclass[x=0,y=0,type=abstract]{Gegenstand}{}{

```

```

1519     + registriere(beobachter: Beobachter): void\\
1520     + entferne(beobachter: Beobachter): void\\
1521     + benachrichtige(beobachter: Beobachter): void\\
1522 }
1523 \umlclass[x=0,y=-3]{KonkreterGegenstand}{-}{-}{
1524     + setzeZustand(zustand: Zustand): void
1525 }
1526 \umlinherit{KonkreterGegenstand}{Gegenstand}
1527
1528 \umlclass[x=8,y=0,type=interface]{Beobachter}{-}{-}{
1529     + aktualisiere(zustand: Zustand): void
1530 }
1531 \umlclass[x=8,y=-3]{KonkreterBeobachter}{-}{-}{
1532     + aktualisiere(zustand: Zustand): void
1533 }
1534 \umlreal{KonkreterBeobachter}{Beobachter}
1535
1536 \umlHVHaggreg[arg1=beobachter,pos1=0.8,mult2=*,pos2=2.5]
1537 {KonkreterGegenstand}{Beobachter}
1538 \end{tikzpicture}
1539 }

```

\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.

```

1540 \def\liEntwurfsBeobachterAkteure{
1541   \begin{description}
1542     \item[Gegenstand / Subjekt (Subject / Observable)]
1543
1544     Ein Subjekt (beobachtbares Objekt, auf Englisch publisher, also
1545     „Veröffentlicher“, genannt) hat eine Liste von Beobachtern, ohne
1546     deren konkrete Typen zu kennen. Es bietet eine Schnittstelle zur An-
1547     und Abmeldung von Beobachtern und eine Schnittstelle zur
1548     Benachrichtigung von Beobachtern über Änderungen an.\footcite[Seite
1549     251]{gof}
1550
1551     \item[Beobachter (Observer)]
1552
1553     Die Beobachter (auf Englisch auch subscriber, also „Abonnent“,
1554     genannt) definieren eine Aktualisierungsschnittstelle.
1555
1556     \item[konkreter/s Gegenstand / Subjekt (ConcreteSubject / ConcreteObservable)]
1557
1558     Ein konkretes Subjekt (konkretes, beobachtbares Objekt) speichert
1559     den relevanten Zustand und benachrichtigt alle Beobachter bei

```

```

1560 Zustandsänderungen über deren Aktualisierungsschnittstelle. Es
1561 verfügt über eine Schnittstelle zur Erfragung des aktuellen
1562 Zustands.
1563
1564 \item[Konkrete Beobachter (ConcreteObserver)]
1565
1566 Konkrete Beobachter verwalten die Referenz auf ein konkretes
1567 Subjekt, dessen Zustand sie beobachten und speichern und dessen
1568 Zustand konsistent ist. Sie implementieren eine
1569 Aktualisierungsschnittstelle unter Verwendung der
1570 Abfrageschnittstelle des konkreten Subjekts.
1571 \footcite{wiki:beobachter}
1572 \end{description}
1573 }

```

\liEntwurfsBeobachterCode

```

1574 \def\liEntwurfsBeobachterCode{
1575 \li@EntwurfsCode{beobachter}{Gegenstand}
1576 \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterGegenstand}
1577 \li@EntwurfsCode{beobachter}{Beobachter}
1578 \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterA}
1579 \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterB}
1580 \li@EntwurfsCode{beobachter}{Klient}
1581 }

```

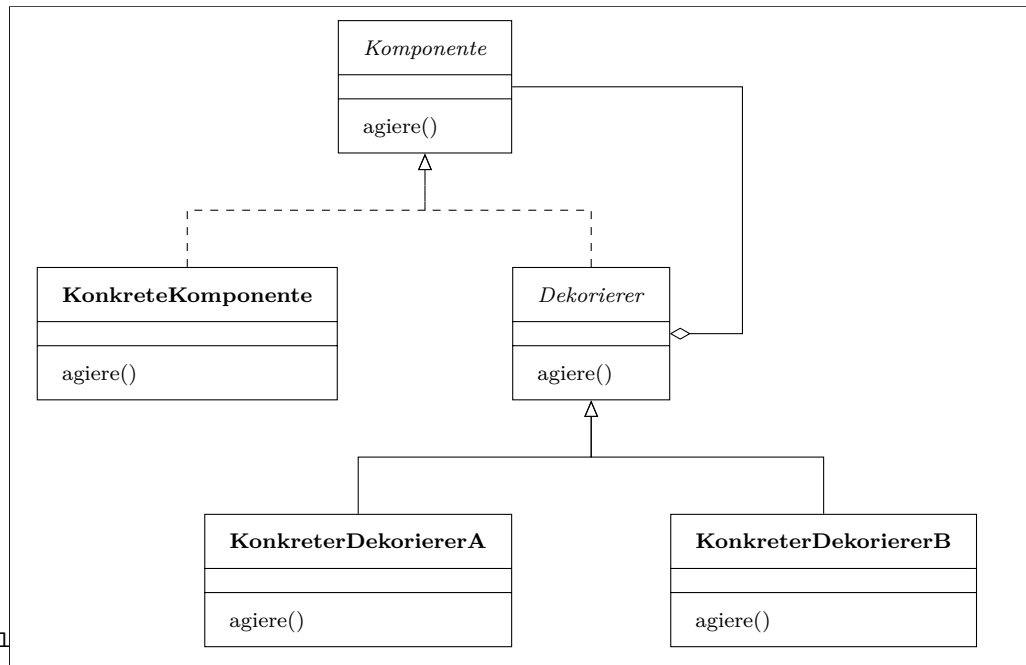
\liEntwurfsBeobachter

```

1582 \def\liEntwurfsBeobachter{
1583 \liEntwurfsBeobachterUml
1584 \liEntwurfsBeobachterAkteure
1585 \liEntwurfsBeobachterCode
1586 }

```

2.16.6 Dekorierer (Decorator)



\liEntwurfsDekoriererUml

```

1587 \def\liEntwurfsDekoriererUml{
1588 \begin{tikzpicture}
1589 \umlclass[type=abstract]{Komponente}{}{agiere()}
1590 \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Komponente]{KonkreteKomponente}{}{agiere()}
1591 \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Komponente,type=abstract]{Dekorierer}{}{agiere()}
1592

```



```

1593 \umlVHVreal{KonkreteKomponente}{Komponente}
1594 \umlVHVreal{Dekorierer}{Komponente}
1595
1596 \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererA}{\{agiere()\}}
1597 \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererB}{\{agiere()\}}
1598
1599 \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererA}{Dekorierer}
1600 \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererB}{Dekorierer}
1601
1602 \umlHVHaggreg[arm1=2cm]{Dekorierer}{Komponente}
1603 \footcite{wiki:dekorierer}
1604 \end{tikzpicture}
1605 }

```

\liEntwurfsDekoriererCode

```

1606 \def\liEntwurfsDekoriererCode{
1607 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Komponente}
1608 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreteKomponente}
1609 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Dekorierer}
1610 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererA}
1611 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererB}
1612 \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Klient}
1613 }

```

\liEntwurfsDekorierer

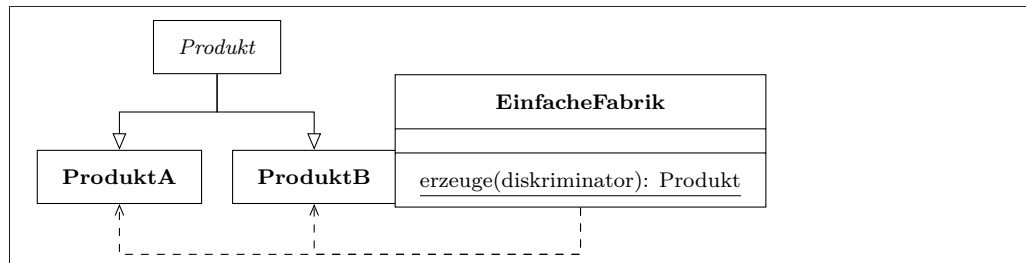
```

1614 \def\liEntwurfsDekorierer{
1615 \liEntwurfsDekoriererUml
1616 \liEntwurfsDekoriererAkteure
1617 \liEntwurfsDekoriererCode
1618 }

```

2.16.7 Einfache Fabrik (Simple Factory)

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



```

1619 \def\liEntwurfsEinfacheFabrikUml{
1620 \begin{tikzpicture}
1621 \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
1622 \umlsimpleclass[below left=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktA}
1623 \umlsimpleclass[below right=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktB}
1624 \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktA}
1625 \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktB}
1626 \umlclass[below right=0cm and 1.5cm of Produkt]{EinfacheFabrik}{
1627 }{
1628 \umlstatic{erzeuge(diskriminator): Produkt}\}
1629 }
1630 \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktA}
1631 \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktB}
1632 \end{tikzpicture}
1633 }

```

ntwurfsEinfacheFabrikAkteure 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.

```

1634 \def\liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure{
1635   \begin{description}
1636     \item[EinfacheFabrik]
1637
1638     Eine Klasse mit einer Erzeugungsmethode, die über eine größere
1639     Bedingung verschiedene Objekt instanziert.
1640
1641     \item[Produkt]
1642
1643     Eine abstrakte Klasse, die von den konkreten Produkten geerbt wird.
1644
1645     \item[KonkretesProdukt]
1646
1647     Ein konkretes Produkt, das von der einfachen Fabrik erzeugt wird.
1648   \end{description}
1649 }

```

\liEntwurfsEinfacheFabrik

```

1650 \def\liEntwurfsEinfacheFabrik{
1651   \liEntwurfsEinfacheFabrikUml
1652   \liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure
1653 }

```

2.16.8 Einzelstück (Singleton)

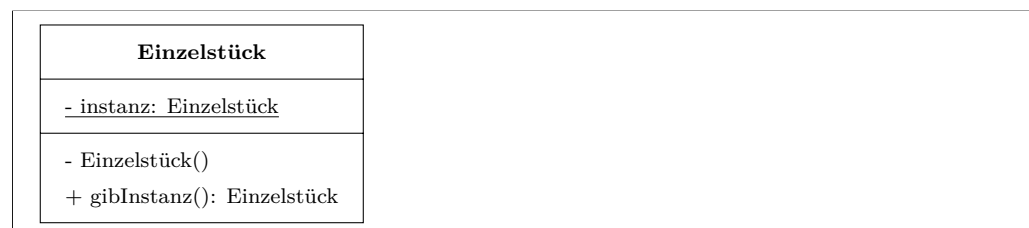
urfsEinzelstueckBeschreibung

```

1654 \def\liEntwurfsEinzelstueckBeschreibung{
1655   Stellt sicher, dass nur \emph{genau eine Instanz einer Klasse} erzeugt
1656   wird.\footcite[Seite 38]{eilebrecht}
1657 }
1658

```

\liEntwurfsEinzelstueckUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

1659 \def\liEntwurfsEinzelstueckUml{
1660   \begin{tikzpicture}
1661     \umlclass{Einzelstück}{
1662       \umlstatic{- instanz: Einzelstück}\\
1663     }{
1664       - Einzelstück()\\
1665       + gibInstanz(): Einzelstück
1666     }
1667   \end{tikzpicture}
1668 }

```

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.

```

1669 \def\liEntwurfsEinzelstueckAkteure{
1670   \begin{description}
1671     \item[Einzelstück (Singleton)]
1672
1673     stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten
1674     nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.
1675   \end{description}
1676 }

```

\liEntwurfsEinzelstueckCode

```

1677 \def\liEntwurfsEinzelstueckCode{
1678   \li@EntwurfsCode{einzelstueck}{Einzelstueck}
1679 }

```

\liEntwurfsEinzelstueck

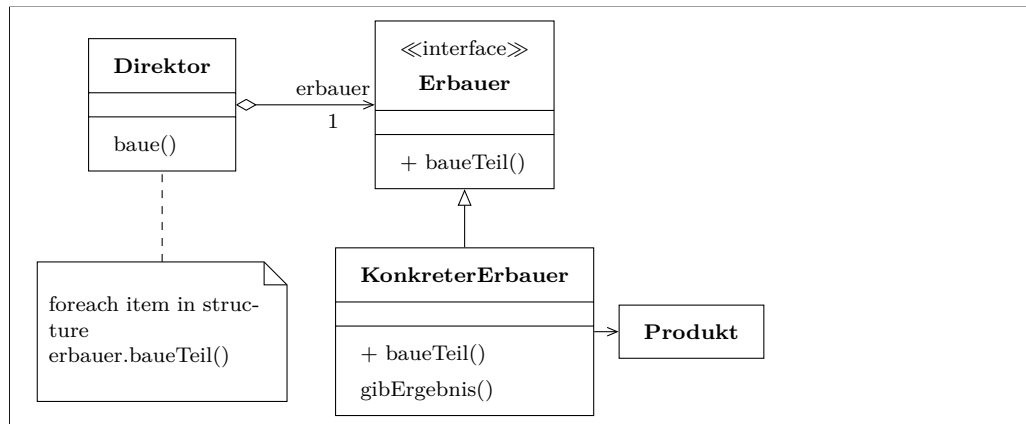
```

1680 \def\liEntwurfsEinzelstueck{
1681   \liEntwurfsEinzelstueckBeschreibung
1682
1683   \liEntwurfsEinzelstueckUml
1684
1685   \liEntwurfsEinzelstueckAkteure
1686
1687   \liEntwurfsEinzelstueckCode
1688 }

```

2.16.9 Erbauer (Builder)

\liEntwurfsErbauerUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

1689 \def\liEntwurfsErbauerUml{
1690   \begin{tikzpicture}
1691     \umlsimpleclass[x=7,y=0]{Produkt}{}{}
1692     \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Erbauer}{}{+ baueTeil()}
1693     \umlclass[x=4,y=0]{KonkreterErbauer}{}{
1694       + baueTeil()\n
1695       gibErgebnis()}
1696     \umlclass[x=0,y=3]{Direktor}{}{baue()}
1697
1698     \umluniagg[arg2=erbauer,pos2=0.7,mult2=1]{Direktor}{Erbauer}
1699     \umluniassoc{KonkreterErbauer}{Produkt}
1700     \umlinherit{KonkreterErbauer}{Erbauer}
1701
1702     \umlnote[x=0,y=0,width=3cm]{Direktor}{
1703       foreach item in structure\n
1704       erbauer.baueTeil()

```

```

1705 }
1706 \end{tikzpicture}
1707 \footcite{wiki:erbauer}
1708 }

```

\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.

```

1709 \def\liEntwurfsErbauerAkteure{
1710   \begin{description}
1711     \item[Erbauer]
1712
1713     Der Erbauer spezifiziert eine abstrakte Schnittstelle zur Erzeugung der
1714     Teile eines komplexen Objektes.
1715
1716     \item[KonkreterErbauer]
1717
1718     Der konkrete Erbauer erzeugt die Teile des komplexen Objekts durch
1719     Implementierung der Schnittstelle. Außerdem definiert und verwaltet er
1720     die von ihm erzeugte Repräsentation des Produkts. Er bietet auch eine
1721     Schnittstelle zum Auslesen des Produkts.
1722
1723     \item[Direktor]
1724
1725     Der Direktor konstruiert ein komplexes Objekt unter Verwendung der
1726     Schnittstelle des Erbauers. Der Direktor arbeitet eng mit dem Erbauer
1727     zusammen: Er weiß, welche Baureihenfolge der Erbauer verträgt oder
1728     benötigt. Der Direktor entkoppelt somit den Konstruktionsablauf vom
1729     Klienten.
1730
1731     \item[Produkt]
1732
1733     Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.
1734     \footcite{wiki:erbauer}
1735   \end{description}
1736 }

```

\liEntwurfsErbauer

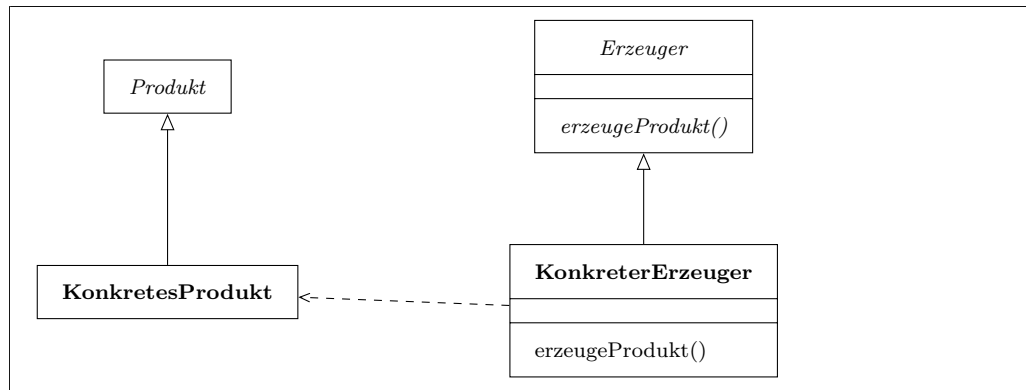
```

1737 \def\liEntwurfsErbauer{
1738   \liEntwurfsErbauerUml
1739   \liEntwurfsErbauerAkteure
1740 }

```

2.16.10 Fabrikmethode (Factory Method)

\liEntwurfsFabrikmethodeUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

1741 \def\liEntwurfsFabrikmethodeUml{
1742   \begin{tikzpicture}
1743     \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
1744     \umlsimpleclass[below=2cm of Produkt]{KonkretesProdukt}
1745     \umlinherit{KonkretesProdukt}{Produkt}
1746
1747     \umlclass[type=abstract,right=4cm of Produkt]{Erzeuger}{\{
1748       \textit{erzeugeProdukt()}\}
1749   }
1750   \umlclass[below=1.2cm of Erzeuger]{KonkreterErzeuger}{\{
1751     erzeugeProdukt()
1752   }
1753   \umlinherit{KonkreterErzeuger}{Erzeuger}
1754
1755   \umldep{KonkreterErzeuger}{KonkretesProdukt}
1756   \end{tikzpicture}
1757 }

```

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).

```

1758 \def\liEntwurfsFabrikmethodeAkteure{
1759   \begin{description}
1760     \item[Produkt]
1761
1762     Das Produkt ist der Basistyp (Klasse oder Schnittstelle) für das
1763     zu erzeugende Produkt.
1764
1765     \item[KonkretesProdukt]
1766
1767     KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.
1768
1769     \item[Erzeuger]
1770
1771     Der Erzeuger deklariert die Fabrikmethode, um ein solches Produkt
1772     zu erzeugen und kann eine Default-Implementierung beinhalten.
1773
1774     \item[KonkreterErzeuger]
1775

```

```

1776     KonkreterErzeuger überschreibt die Fabrikmethode, um die ihm
1777     entsprechenden konkreten Produkte zu erzeugen (z. B. indem er den
1778     Konstruktor einer konkreten Produkt-Klasse aufruft).
1779
1780     \footcite{wiki:fabrikmethode}
1781 \end{description}
1782 }

```

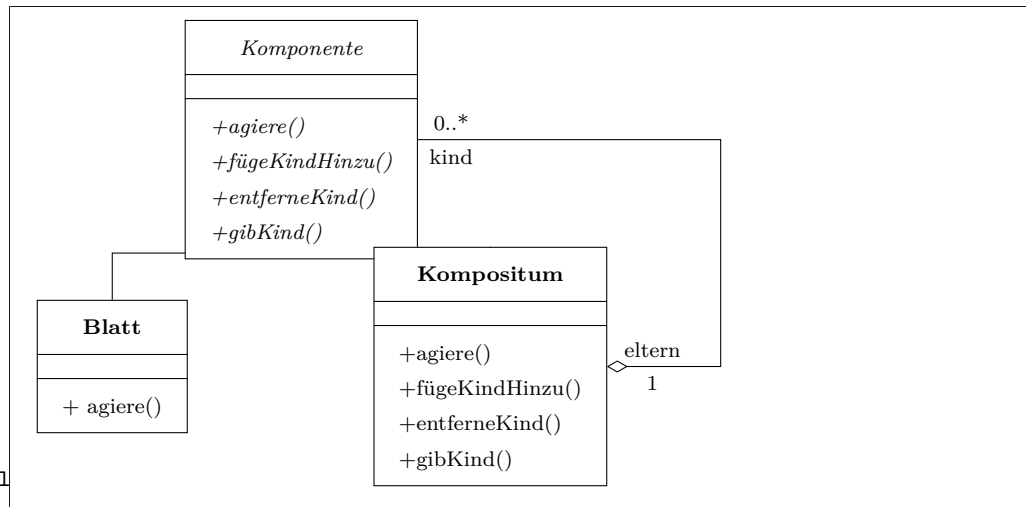
\liEntwurfsFabrikmethode

```

1783 \def\liEntwurfsFabrikmethode{
1784   \liEntwurfsFabrikmethodeUml
1785   \liEntwurfsFabrikmethodeAkteure
1786 }

```

2.16.11 Kompositum (Composite)



\liEntwurfsKompositumUml

```

1787 \def\liEntwurfsKompositumUml{
1788   \begin{tikzpicture}
1789     \umlclass[x=2.5,y=3,type=abstract]{Komponente}{-}{
1790       \textit{+agiere()}\}
1791       \textit{+fügeKindHinzu()}\}
1792       \textit{+entferneKind()}\}
1793       \textit{+gibKind()}\}
1794   }
1795   \umlclass[x=0]{Blatt}{-}{+ agiere()}
1796   \umlclass[x=5]{Kompositum}{-}{
1797     +agiere()\}
1798     +fügeKindHinzu()\}
1799     +entferneKind()\}
1800     +gibKind()
1801   }
1802
1803   \umlVHVinherit{Kompositum}{Komponente}
1804   \umlVHVinherit{Blatt}{Komponente}
1805   \umlHVVHaggreg[anchor1=east,arm1=1.5cm,arg1=eltern,mult1=1,arg2=kind,mult2=0..*,pos2=2.9,]
1806 \end{tikzpicture}
1807 }

```

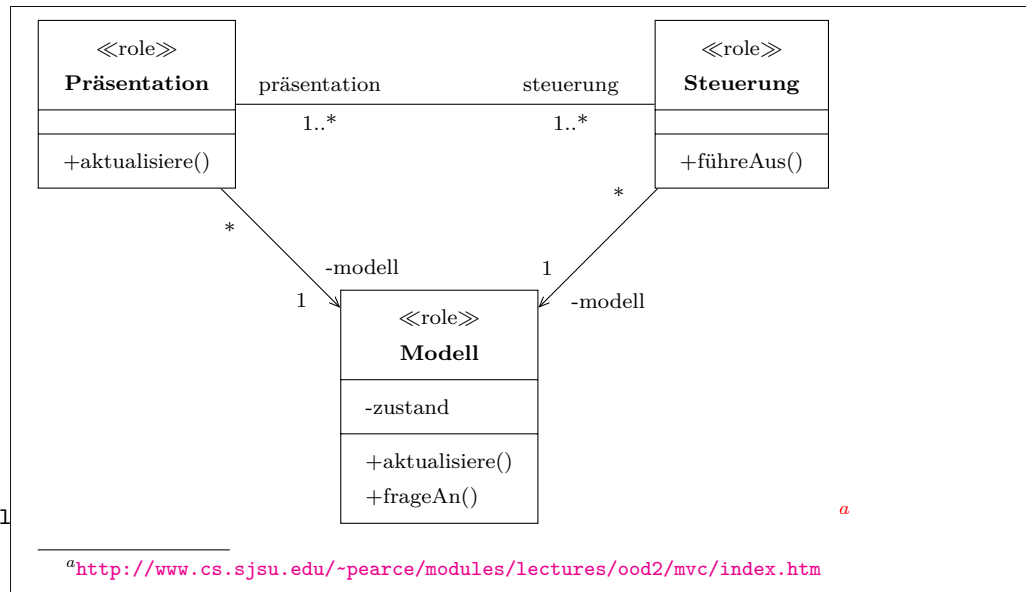
\liEntwurfsFabrikmethode

```

1808 \def\liEntwurfsKompositum{
1809   \liEntwurfsKompositumUml
1810   \liEntwurfsKompositumAkteure
1811 }

```

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



```

1812 \def\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml{
1813   \begin{tikzpicture}
1814     \umlclass[x=-4cm,type=role]{Präsentation}{+aktualisiere()}
1815     \umlclass[x=4cm,type=role]{Steuerung}{+führeAus()}
1816     \umlclass[y=-4cm,type=role]{Modell}{
1817       -zustand
1818     }{
1819       +aktualisiere()\
1820       +frageAn()
1821     }
1822
1823     \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Präsentation}{Modell}
1824     \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Steuerung}{Modell}
1825     \umlassoc[arg1=präsentation,mult1=1..*,arg2=steuerung,mult2=1..*]{Präsentation}{Steuerung}
1826   \end{tikzpicture}
1827   \liFussnoteUrl{http://www.cs.sjsu.edu/~pearce/modules/lectures/ood2/mvc/index.htm}
1828 }

```

ModellPraesentationSteuerung

```

1829 \def\liEntwurfs{
1830   \liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml
1831   \liEntwurfsModellPraesentationSteuerungAkteure
1832 }

```

2.16.13 Stellvertreter (Proxy)

\liEntwurfsStellvertreterUml

```

1833 \def\liEntwurfsStellvertreterUml{
1834   \begin{tikzpicture}
1835     \umlsimpleclass[x=-1,y=2]{Klient}
1836
1837     \umlclass[x=2,y=2]{Subjekt}{+ agiere()}
1838     \umlclass[x=0,y=-1]{KonkretesSubjekt}{+ agiere()}
1839     \umlclass[x=4,y=-1]{Stellvertreter}{+ agiere()}
1840
1841     \umlVHVinherit{KonkretesSubjekt}{Subjekt}
1842     \umlVHVinherit{Stellvertreter}{Subjekt}
1843     \umluniassoc{Stellvertreter}{KonkretesSubjekt}
1844     \umluniassoc{Klient}{Subjekt}
1845   \end{tikzpicture}
1846 }

```

\liEntwurfsStellvertreterCode

```

1847 \def\liEntwurfsStellvertreterCode{
1848   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Subjekt}
1849   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{KonkretesSubjekt}
1850   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Stellvertreter}
1851   \li@EntwurfsCode{stellvertreter}{Klient}
1852 }

```

\liEntwurfsStellvertreter

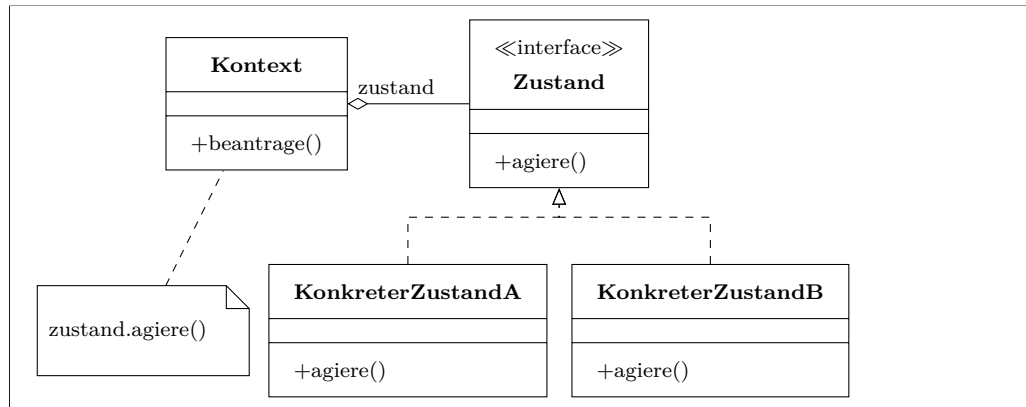
```

1853 \def\liEntwurfsStellvertreter{
1854   \liEntwurfsStellvertreterUml
1855   \liEntwurfsStellvertreterCode
1856 }

```

2.16.14 Zustand (State)

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



```

1857 \def\liEntwurfsZustandUml{
1858   \begin{tikzpicture}
1859     \umlclass[x=-1,y=3]{Kontext}{+beantrage()}
1860     \umlclass[x=3,y=3,type=interface]{Zustand}{+agiere()}
1861     \umlclass[x=1,y=0]{KonkreterZustandA}{+agiere()}
1862     \umlclass[x=5,y=0]{KonkreterZustandB}{+agiere()}
1863
1864     \umlVHVreal{KonkreterZustandA}{Zustand}
1865     \umlVHVreal{KonkreterZustandB}{Zustand}
1866
1867     \umlagg[arg=zustand,pos=0.4]{Kontext}{Zustand}
1868
1869     \umlnote[x=-2.5,y=0,width=2.5cm]{Kontext}{zustand.agiere()}
1870   \end{tikzpicture}
1871 }

```

\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.

KonkreterZustand (ConcreteState) implementiert das Verhalten, das mit dem Zustand des Kontextobjektes verbunden ist.

```

1872 \def\liEntwurfsZustandAkteure{
1873   \begin{description}
1874     \item[Kontext (Context)]
1875
1876     definiert die clientseitige Schnittstelle und verwaltet die separaten

```



```

1877 Zustandsklassen.
1878
1879 \item[State (Zustand)]
1880
1881 definiert eine einheitliche Schnittstelle aller Zustandsobjekte und
1882 implementiert gegebenenfalls ein Standardverhalten.
1883
1884 \item[KontreterZustand (ConcreteState)]
1885
1886 implementiert das Verhalten, das mit dem Zustand des Kontextobjektes
1887 verbunden ist.
1888 \end{description}
1889 }

```

\liEntwurfsZustandCode

```

1890 \def\liEntwurfsZustandCode{
1891 \li@EntwurfsCode{zustand}{Kontext}
1892 \li@EntwurfsCode{zustand}{Zustand}
1893 }

```

\liEntwurfsZustand

```

1894 \def\liEntwurfsZustand{
1895 \liEntwurfsZustandUml
1896 \liEntwurfsZustandAkteure
1897 \liEntwurfsZustandCode
1898 }

```

```

1899

```

2.17 er.sty

1900 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1901 \ProvidesPackage{bschlangaul-er}[2020/06/13 Zum Setzen von
1902 ER-Diagrammen]

1903 \RequirePackage{tikz-er2}
1904 \usetikzlibrary{positioning}

2.17.1 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}
```

2.17.2 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);
```

```
1905 \RequirePackage{soul}
```

```
1906 \RequirePackage{fontawesome}
```

2.17.3 Makro-Kürzel

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

```
1907 \ExplSyntaxOn
```

```
\liErEntity
```

```
1908 \def\liErEntity#1{\textbf{#1}}
```

```
\liErRelationship
```

```
1909 \def\liErRelationship#1{\ul{#1}}
```

```
\liErAttribute
```

```
1910 \def\liErAttribute#1{\emph{#1}}
```

```
\liErMpEntity
```

```
mp = marginpar
Let-Abkürzung: \let\e=\liErMpEntity
```

```
1911 \def\liErMpEntity#1{
1912   \liErEntity{#1}
1913   \marginpar{
1914     \liErEntity{\tiny\faSquareO{~E:~#1}
1915   }
1916 }
```

□

```
\liErMpRelationship
```

```
Let-Abkürzung: \let\r=\liErMpRelationship
```

```
1917 \def\liErMpRelationship#1{
1918   \liErRelationship{#1}
1919   \marginpar{
1920     \liErRelationship{\tiny\faGg{~R:~#1}
1921   }
1922 }
```

```
\liErMpAttribute
```

```
Let-Abkürzung: \let\a=\liErMpAttribute
```

```
1923 \def\liErMpAttribute#1{
1924   \liErAttribute{#1}
1925   \marginpar{
1926     \liErAttribute{\tiny\faCircleThin{~A:~#1}
1927   }
1928 }
```

```

\liErDatenbankName Let-Abkürzung: \let\d=\liErDatenbankName
                    datenbank name
1929 \def\liErDatenbankName#1{
1930   {
1931     \footnotesize\texttt{(#1)}
1932   }
1933 }

1934 \ExplSyntaxOff
1935

```

2.18 formale-sprachen.sty

```

1936 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1937 \ProvidesPackage{bschlangaul-formale-sprachen}[2021/02/21 Hilfsmakros
1938 zum Setzen von mathematischen Formeln bei dem Thema Formale Sprachen]

1939 \directlua{
1940   formale_sprachen = require('bschlangaul-formale-sprachen')
1941 }

1942 \RequirePackage{hyperref}

1943 \liLadePakete{mathe,typographie}

\liMenge   $\liMenge{a, b, c}$:  $\{a, b, c\}$ 
Let-Abkürzung: \let\m=\liMenge

1944 \def\liMengeOhneMathe#1{\{ #1 \}}
1945 \def\liMenge#1{%
1946   \ifmmode%
1947     \liMengeOhneMathe{#1}%
1948   \else%
1949     $\liMengeOhneMathe{#1}$%
1950   \fi%
1951 }

\liEpsilon \liEpsilon:  $\varepsilon$ 
Let-Abkürzung: \let\e=\liEpsilon

1952 \def\liEpsilon{$\varepsilon$}

\liPotenzmenge Umgeben mit geschweiften Klammern in einer Mathematik-Umgebung

1953 \def\erzeuge@tiefgestellt#1{\directlua{formale_sprachen.erzeuge_tiefgestellt('#1')}}
1954 \def\liPotenzmengeOhneMathe#1{\{ \erzeuge@tiefgestellt{#1} \}}
1955 \def\liPotenzmenge#1{$\liPotenzmengeOhneMathe{#1}$}

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

1956 \let\liZustandsmengeOhneMathe=\liPotenzmengeOhneMathe
1957 \let\liZustandsmenge=\liPotenzmenge

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

1958 \def\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe#1{\delta(\erzeuge@tiefgestellt{#1})}
1959 \def\liUeberfuehrungsFunktion#1{
1960   \ifmmode
1961     \liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}
1962   \else
1963     $\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}$
1964   \fi
1965 }

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

1966 \def\liAlphabet#1{$\Sigma = \{ #1 \}$}

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

1967 \def\liBandAlphabet#1{$\Gamma = \Sigma \cup \{ #1 \}$}

\liZustandsBuchstabe

1968 \def\liZustandsBuchstabe{z}

\liZustandsBuchstabeGross

1969 \def\liZustandsBuchstabeGross{Z}

```

\liZustandsmengeNr

```

1970 \def\zustandsnamens@liste#1#2{
1971   $
1972   \{
1973     \directlua{formale_sprachen.erzeuge_zustandsnamens_liste('#1', '#2')}
1974   \}
1975   $
1976 }
1977 \def\liZustandsmengeNr#1{\zustandsnamens@liste{\liZustandsBuchstabe}{#1}}

```

\liZustandsmengeNrGross

```

1978 \def\liZustandsmengeNrGross#1{\zustandsnamens@liste{\liZustandsBuchstabeGross}{#1}}

```

\liZustandsname

```

\liZustandsname{1}: $z_1$
1979 \def\liZustandsname#1{\liZustandsBuchstabe_#1$}

```

\liZustandsnameGross

```

\liZustandsnameGross{1}: $Z_1$
1980 \def\liZustandsnameGross#1{\liZustandsBuchstabeGross_#1$}

```

\liAbleitung

```

\liAbleitung{S -> aB -> ab}:  $S \vdash aB \vdash ab$ 
1981 \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}

1982 \NewDocumentEnvironment { liProduktionsRegeln }
1983 { 0{P} +b }
1984 {
1985   \liGeschweifteKlammern{#1}
1986   {
1987     \begin{align*}
1988       \directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#2')}
1989       \end{align*}
1990   }{-0.2cm}{-1.5cm}
1991 } {}

```

\liProduktionen

```

\liProduktionen{S -> A, A -> a}:  $\{S \rightarrow A, A \rightarrow a\}$ 
1992 \def\liProduktionen#1{
1993   \liMenge{\directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#1', true)}}
1994 }

```

\liZustandsnameTiefgestellt

Automatisch tiefgestellte Nummerierung \z1

Let-Abkürzung: \let\z=\liZustandsnameTiefgestellt

```

1995 \def\liZustandsnameTiefgestellt#1{
1996   \ifmmode
1997     \liZustandsBuchstabe\sb{#1}
1998   \else
1999     $\liZustandsBuchstabe\sb{#1}$
2000   \fi
2001 }

```

```

2002 \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}

```

```

2003 \NewDocumentCommand{ \liAusdruck } { O{L} m m } {
2004   $
2005   \tl_if_empty:nTF {#1} {} {#1 =}
2006   \{
2007     \, #2 \,
2008     |
2009     \, #3 \,
2010   \}$
2011 }
2012 \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

2013 \def\liFlaci#1{%
2014   \par
2015   {%
2016     \scriptsize
2017     Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte
2018     Automaten, Compiler und Interpreter) Ein Projekt der Hochschule
2019     Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz:
2020     \href{https://flaci.com/#1}{flaci.com/#1}%
2021   }%
2022   \par
2023 }

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

2024 \ExplSyntaxOn
2025 \NewDocumentCommand {\liGrammatik} { O{G} m } {
2026   \tl_set:Nn \l_variablen_tl {V}
2027   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
2028   \tl_set:Nn \l_produktionen_tl {P}
2029   \tl_set:Nn \l_start_tl {S}
2030
2031   \keys_define:nn { grammatik } {
2032     variablen .code:n = {\tl_set:Nn \l_variablen_tl {\liMenge{##1}}},
2033     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
2034     produktionen .code:n = {\tl_set:Nn \l_produktionen_tl {\liProduktionen{##1}}},
2035     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
2036   }
2037
2038   \keys_set:nn { grammatik } { #2 }
2039
2040   $#1 = (
2041     \l_variablen_tl,
2042     \l_alphabet_tl,
2043     \l_produktionen_tl,
2044     \l_start_tl
2045   )$
2046 }
2047 \ExplSyntaxOff

2048

```

2.19 formatierung.sty

```
2049 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2050 \ProvidesPackage{bschlangaul-formatierung}[2020/11/27]
```

2.19.1 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.

```
2051 \RequirePackage{mathpazo}
2052 \RequirePackage[no-math]{fontspec}
2053 \setmainfont{texgyrepagella}
```

2.19.2 Farben

```
2054 \RequirePackage{xcolor}
2055 \definecolor{infogray}{rgb}{0.97,0.97,0.97}
```

2.19.3 Überschriften

```
2056 \RequirePackage{titlesec}
2057 \titleformat{\chapter}[display]{\bfseries}{\Opt}{\LARGE}
2058 \titlespacing{\chapter}{\Opt}{\Opt}{*1}
2059 \titleformat{\paragraph}[hang]{\normalsize\bfseries}{\theparagraph}{1em}{\Opt}
2060 \setcounter{secnumdepth}{0}
```

2.19.4 Listen

```
2061 \RequirePackage{paralist}
2062 \renewcommand\labelitemi{-}
2063 \renewcommand\labelitemii{-}
2064 \renewcommand\labelitemiii{-}
2065 \renewcommand\labelitemiv{-}
2066 % Counter: enumi enumii enumiii enumiv
2067 % Styles: \arabic{counter} \alph{counter} \Alph{counter} \roman{counter} \Roman{counter}
2068 \renewcommand{\labelenumi}{(\alph{enumi})}
2069 \renewcommand{\labelenumii}{(\roman{enumii})}
```

2.19.5 Kasten

```
2070 \RequirePackage{mdframed}
2071 \mdfsetup{backgroundcolor=infogray}
```

liKasten

```
2072 \NewDocumentEnvironment { liKasten }{ } {
2073   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
2074 } {
2075   \end{mdframed}
2076 }
```

2.19.6 Header

```
2077 \RequirePackage{fancyhdr}
2078 \fancyhead[L,C,R]{\Opt}
2079 \fancyfoot[L]{\Opt}
2080 \fancyfoot[C]{\Opt}
2081 \fancyfoot[R]{\thepage}
2082 \pagestyle{fancy}
2083 \renewcommand{\headrulewidth}{\Opt}
2084 \renewcommand{\footrulewidth}{\Opt}
```

2.19.7 Zeilenabstände

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

```
2085 \RequirePackage{setspace}
```


2.20 gantt.sty

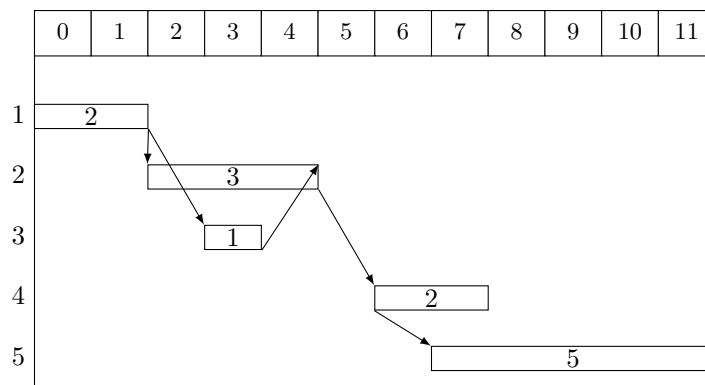
2087 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2088 \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}
```



```
2089 \RequirePackage{tikz-uml}
2090 \RequirePackage{pgfgantt}
2091 \setganttlinklabel{f-s}{}
2092 \setganttlinklabel{s-s}{}
2093 \setganttlinklabel{f-f}{}
2094 \setganttlinklabel{s-f}{}
2095
```

2.21 grafik.sty

```
2096 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2097 \ProvidesPackage{bschlangaul-grafik}[2020/12/27 Lädt das Paket
2098 TikZ, um Grafiken zeichnen zu können und graphicx um Bilder laden zu können.]
2099 \ExplSyntaxOn
2100 \RequirePackage{tikz}
2101 \RequirePackage{graphicx}

\liGrafikLogoPfad

2102 \def\liGrafikLogoPfad#1{
2103   \LehramtInformatikRepository / .tex / Logo / #1
2104 }

\liGrafikCCLizenz

2105 \NewDocumentCommand{ \liGrafikCCLizenz } { 0{} } {
2106   \includegraphics[#1]{
2107     \liGrafikLogoPfad{CC-by-nc-sa.eps}
2108   }
2109 }

\liGrafikLogo

2110 \NewDocumentCommand{ \liGrafikLogo } { 0{} } {
2111   \includegraphics[#1]{
2112     \liGrafikLogoPfad{Logo_nur-Pfade.eps}
2113   }
2114 }

2115 \ExplSyntaxOff
2116
```

2.22 graph.sty

```

2117 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2118 \ProvidesPackage{bschlangaul-graph}[2020/06/09]
2119 \RequirePackage{tikz}

```

Für die die Adjazenzliste (`xrightarrow`)

```

2120 \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}

```

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

```

2121 \RequirePackage{blkarray}
2122 \usetikzlibrary{arrows.meta}

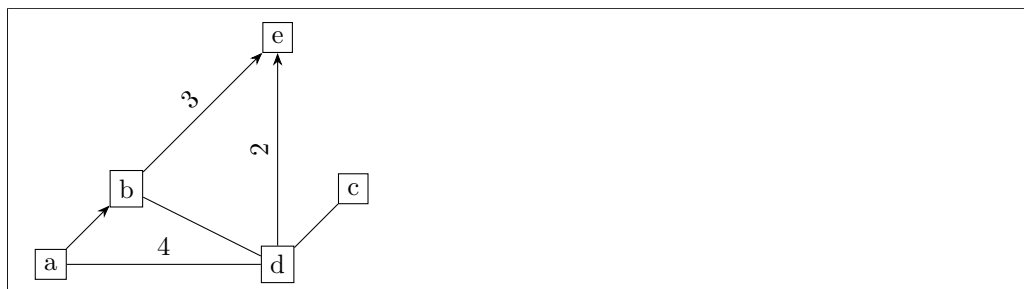
```

```

\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}

```



```

2123 \tikzset{
2124   li graph/.style={
2125     every node/.style={
2126       rectangle,
2127       draw,
2128     },
2129     every edge/.style={
2130       >={Stealth[black]},
2131       draw,
2132     },
2133     every edge/.append style={
2134       every node/.style={
2135         sloped,
2136         auto,
2137       }
2138     }
2139   },
2140   li markierung/.style={
2141     ultra thick,
2142   }
2143 }

```

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}

```

```

2144 \NewDocumentEnvironment { liGraphenFormat }{ +b } {} {}

```

```

2145

```

2.23 hanoi.sty

2146 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2147 \ProvidesPackage{bschlangaul-hanoi}[2020/12/19 Paket zum Setzen
2148 von Hanoi-Grafiken]

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

```
2149 \RequirePackage{tikz}
2150 \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}

2151 \def\li@mset #1[#2]=#3{%
2152 \expandafter\xdef\csname #1#2\endcsname{#3}
2153 }
2154 \def\li@mget #1[#2]{%
2155 \csname #1#2\endcsname
2156 }
2157 \def\li@minc #1[#2] += #3{%
2158 \pgfmthparse{\li@mget #1[#2] + #3}%
2159 \li@mset #1[#2] = \pgfmthresult
2160 }
2161
2162 \def\liHanoi#1#2{
2163   \edef\li@numdiscs{#1}
2164   \def\li@sequence{#2}
2165   \begin{tikzpicture}[line width=4mm,brown!40,line cap=round,xscale=3]
2166     % init colors
2167     \foreach[count=\j] \c in {red,green!80!black,blue,orange,violet,gray,yellow!80!black,purple!80!black}{
2168       \li@mset col[\j]={\c};
2169     }
2170     % draw poles and init pole counters
2171     \foreach \j in {1,2,3}{
2172       \li@mset pos[\j]=0
2173       \draw (\j,-.5) -- +(0, .5 + .5*\li@numdiscs);
2174     }
2175     % draw base
2176     \draw (.5,-.5) -- +(3,0);
2177     % draw discs
2178     \foreach[count=\k] \i/\j in \li@sequence{
2179       \draw[draw={\li@mget col[\i]}] (\j,\li@mget pos[\j]) +(-.4*\i/\li@numdiscs,0) -- +(.4*\i/\li@numdiscs,0);
2180       \li@minc pos[\j] += {.5}
2181     }
2182   \end{tikzpicture}
2183 }
```

2.24 komplexitaetstheorie.sty

```
2184 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2185 \ProvidesPackage{bschlangaul-komplexitaetstheorie}[2021/07/08 Zum
2186 Setzen von Karp's NP-vollständigen Problemen, Hilfsmakros für die
2187 Polynomialzeitreduktion.]
```

2.24.1 Makro-Kürzel

```
\let\n=\liProblemName
\let\r=\liPolynomiellReduzierbar
\let\b=\liProblemBeschreibung
```

```
2188 \liLadePakete{mathe}
```

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

```
2189 \RequirePackage{mdframed}
```

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

```
2190 \def\liStrich#1{#1^{\prime}}
```

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

Let-Abkürzung: `\let\n=\liProblemName`

`\liProblemName: SAT VERTEX COVER`

```
2191 \def\liProblemName#1{\texttt{\textsc{#1}}}
```

`\liProblemBeschreibung` Zu setzen von Problem-Beschreibungen:

```
\liProblemBeschreibung
```

```
{}
```

```
{}
```

```
{}
```

CLIQUE

Gegeben: Ein ungerichteter Graph $G = (V, E)$, eine Zahl $k \in \mathcal{N}$

Frage: Gibt es eine Menge $S \subseteq V$ mit $|S| = k$, sodass für alle Knoten $u \neq v \in V$ gilt, dass $\{u, v\}$ eine Kante in E ist?

Let-Abkürzung: `\let\b=\liProblemBeschreibung`

```
2192 \def\liProblemBeschreibung#1#2#3{
2193   \begin{mdframed}[
2194     userdefinedwidth=9cm,
2195     align=center,
2196     backgroundcolor=white!0,
2197   ]
2198   \centerline{\large\liProblemName{#1}}
2199
2200   \medskip
2201
2202   \begin{description}
2203     \item[Gegeben:] #2
2204     \item[Frage:] #3
2205   \end{description}
2206 \end{mdframed}
2207 }
```

```

\liPolynomiellReduzierbar Let-Abkürzung: \let\r=\liPolynomiellReduzierbar

2208 \NewDocumentCommand{ \liPolynomiellReduzierbar } { m O{p} m } {
2209 \begin{displaymath}
2210 \liProblemName{#1}
2211 \preceq_{#2}
2212 \liProblemName{#3}
2213 \end{displaymath}
2214 }

\liProblemVertexCover

2215 \def\liProblemClique{%
2216 Das \textbf{Cliquesproblem} fragt nach der Existenz einer Clique der
2217 Mindestgröße  $n$  in einem gegebenen Graphen.
2218 \footcite[Seite 76]{theo:fs:4}
2219 Eine Clique ist eine Teilmenge von Knoten in einem ungerichteten
2220 Graphen, bei der \emph{jedes Knotenpaar durch eine Kante} verbunden ist.
2221 \footcite{wiki:cliquenproblem}
2222 }

\liProblemVertexCover

2223 \def\liProblemVertexCover{%
2224 %
2225 Das \textbf{Knotenüberdeckungsproblem} (\liProblemName{Vertex Cover})
2226 fragt, ob zu einem gegebenen einfachen Graphen und einer natürlichen
2227 Zahl  $k$  eine Knotenüberdeckung der Größe von höchstens  $k$  existiert.
2228 \footcite{wiki:knotenueberdeckung}
2229
2230 Das heißt, ob es eine aus maximal  $k$  Knoten bestehende Teilmenge  $U$ 
2231 der Knotenmenge gibt, so dass jede Kante des Graphen mit
2232 mindestens einem Knoten aus  $U$  verbunden ist.
2233 \footcite[Seite 78]{theo:fs:4}%
2234 }

\liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

2235 \def\liProblemSubsetSum{%
2236 Das \textbf{Teilsommenproblem} (\liProblemName{Subset Sum} oder
2237 \liProblemName{SSP}) ist ein spezielles Rucksackproblem.
2238 \footcite{wiki:teilsommenproblem}
2239 Gegeben sei eine Menge von ganzen Zahlen  $I = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ .
2240 Gesucht ist eine Untermenge, deren Elementsumme maximal, aber nicht
2241 größer als eine gegebene obere Schranke  $c$  ist.
2242 \footcite[Seite 74]{theo:fs:4}
2243 }

\liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

2244 \def\liProblemSat{%
2245 Das \textbf{Erfüllbarkeitsproblem der Aussagenlogik} \liProblemName{Sat}
2246 und \liProblemName{k-SAT} mit  $k \geq 3$ ,  $k \in \mathbb{N}$  (Satz von
2247 Cook) fragt, ob eine aussagenlogische Formel erfüllbar
2248 ist.\footcite{wiki:sat} Das Erfüllbarkeitsproblem der
2249 \emph{Aussagenlogik} ist in exponentieller Zeit in Abhängigkeit der
2250 Anzahl der Variablen mit Hilfe einer Wahrheitstabelle entscheidbar.
2251 Diese \emph{Wahrheitstabelle} kann nicht in polynomieller Zeit
2252 aufgestellt werden.
2253 \footcite[Seite 71]{theo:fs:4}
2254 }
2255

```


2.25 kontrollflussgraph.sty

2256 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2257 \ProvidesPackage{bschlangaul-kontrollflussgraph}[2020/11/07]

2.25.1 Makro-Kürzel

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

2.25.2 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}
```

2.25.3 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 = ...}]
```

```

2258 \RequirePackage{tikz}
2259 \usetikzlibrary{positioning}
2260 \tikzset{
2261   li kontrollfluss/.style={
2262     knoten/.style={
2263       circle,
2264       draw
2265     },
2266     usebox/.style={
2267       draw,
2268       rectangle,
2269       font=\scriptsize,
2270       anchor=west,
2271       align=left,
2272     },
2273     bedingung/.style={
2274       midway,
2275       draw=none,
2276       font=\scriptsize
2277     },
2278     knotenbeschriftung/.style={
2279       draw,
2280       rectangle,
2281       midway,
2282       font=\scriptsize
2283     },
2284     wahr/.style={
2285       thick
2286     },
2287     falsch/.style={
2288       dashed
2289     },
2290     every node/.style={
2291       circle,
2292       draw,
2293     },
2294     every edge/.append style={
2295       every node/.style={
2296         draw=none,
2297         bedingung,
2298       }
2299     },
2300     every path/.style={
2301       draw,
2302       ->,
2303     },
2304     every pin/.style={
2305       draw,
2306       dotted,
2307       rectangle,
2308       pin position=right
2309     },
2310     every pin edge/.style={
2311       dotted,
2312       arrows=-,
2313     }
2314   }
2315 }

```

2.25.4 Umgebungen

liKontrollflussgraph

```

2316 \NewDocumentEnvironment { liKontrollflussgraph } { 0{} } {

```

```

2317 \begin{tikzpicture}[
2318     li kontrollfluss,
2319     #1
2320 ]
2321 } {
2322 \end{tikzpicture}
2323 }

```

2.25.5 Makros

\liAnweisung

```
2324 \def\liAnweisung#1(#2,#3){\node[knoten] at (#2,#3) (#1) {#1};}
```

\liBedingung **Let-Abkürzung:** \let\b=\liBedingung

```
2325 \def\liBedingung#1#2{\node[bedingung,#1]{\texttt{#2}}}
```

\liBedingungWahr **Let-Abkürzung:** \let\w=\liBedingungWahr

```
2326 \def\liBedingungWahr#1{\node[bedingung,#1]{\texttt{[true]}}}
```

\liBedingungFalsch **Let-Abkürzung:** \let\f=\liBedingungFalsch

```
2327 \def\liBedingungFalsch#1{\node[bedingung,#1]{\texttt{[false]}}}
```

\liKontrollCode **Let-Abkürzung:** \let\c=\liKontrollCode

```
2328 \def\liKontrollCode#1{{\tiny\texttt{\textcolor{gray}{#1}}}}
```

\liKontrollTextzeileKnoten **Let-Abkürzung:** \let\k=\liKontrollTextzeileKnoten

```
2329 \def\liKontrollTextzeileKnoten#1{\raisebox{-2pt}{\tikz[scale=0.5,transform shape] \node[draw
```

\liKontrollKnotenPfad **Let-Abkürzung:** \let\p=\liKontrollKnotenPfad

```
2330 \ExplSyntaxOn
```

```
2331 \NewDocumentCommand { \liKontrollKnotenPfad } { m }
```

```
2332 {
```

```
2333   \seq_set_split:Nnn \l_tmpa_seq { - } { #1 }
```

```
2334   \seq_set_map:NNn \l_tmpa_seq \l_tmpa_seq {\liKontrollTextzeileKnoten{##1}}
```

```
2335   \seq_use:Nn \l_tmpa_seq { ~~~~ }
```

```
2336 }
```

```
2337 \ExplSyntaxOff
```

```
2338
```

2.26 kopf-fusszeilen.sty

```
2339 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2340 \ProvidesPackage{bschlangaul-kopf-fusszeilen}[2021/08/20 Kopf-
2341 und Fußzeilen mit Hilfe des Pakets fancyhdr.]

2342 \ExplSyntaxOn

2343 \fancyhead{}
2344 \fancyhead[R0,LE]{\scriptsize\LehramtInformatikTitel}
2345 \fancyhead[L0,RE]{\scriptsize\today}
2346 \fancyfoot{}
2347 \fancyfoot[LE,R0]{\thepage}
2348 \fancyfoot[L0,CE]{\scriptsize\LehramtInformatikAutorName}
2349 \fancyfoot[CO,RE]{\scriptsize\LehramtInformatikAutorEmail}
2350 \renewcommand{\headrulewidth}{0.4pt}
2351 \renewcommand{\footrulewidth}{0.4pt}
2352 \setlength{\headwidth}{\textwidth}

2353 \ExplSyntaxOff

2354
```

2.27 literatur-dummy.sty

```
2355 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2356 \ProvidesPackage{bschlangaul-literatur-dummy}[2020/11/27]

\literatur

2357 \def\literatur{}

\footcite

2358 % \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}
2359 \NewDocumentCommand{ \footcite } { o m }{}

2360
```

2.28 literatur.sty

```
2361 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2362 \ProvidesPackage{bschlangaul-literatur}[2020/11/27]

2363 \RequirePackage{csquotes}
2364 \RequirePackage[
2365   bibencoding=utf8,
2366   citestyle=authortitle,
2367   backend=biber,
2368 ]{biblatex}
2369 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/10_DB.bib}
2370 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/20_OOMUP.bib}
2371 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/30_AUD.bib}
2372 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/40_SOSY.bib}
2373 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/60_FUMUP.bib}
2374 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/70_THEO.bib}
2375 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/80_DDI.bib}
2376 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Allgemein.bib}
2377 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Examen.bib}
2378 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Wikipedia.bib}
2379 % To allow footnotes in the heading
2380 \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}

\literatur

2381 \def\literatur{\printbibliography[heading=subbibliography]}

2382
```

2.29 makros.sty

```
2383 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2384 \ProvidesPackage{bschlangaul-makros}[2020/11/27 Eine Sammlung von
2385 häufig verwendeten Makros und Umgebungen, die thematisch zu keinem
2386 anderen Paket passen]
2387 \RequirePackage{hyperref}
2388 \RequirePackage{graphicx}
    Für die Umgebung liQuellen benötigt.
2389 \RequirePackage{paralist}
2390 \ExplSyntaxOn

\inhaltsverzeichnis
    2391 \def\inhaltsverzeichnis {
    2392     \begin{mdframed}
    2393         \begin{group}
    2394             \let\clearpage\relax
    2395             \tableofcontents
    2396         \end{group}
    2397     \end{mdframed}
    2398 }

\memph \mephm (\marginpar and \emph)
    2399 \newcommand{\memph}[1]{\emph{#1}\marginpar{\tiny#1}}

\SLASH
    2400 \newcommand\SLASH{\char`\\}

\liPseudoUeberschrift Text, der sich wie eine Überschrift verhält.
    2401 \newcommand{\liPseudoUeberschrift}[1]{
    2402     \bigskip
    2403
    2404     \par
    2405     \noindent
    2406     \textbf{#1}
    2407
    2408     \medskip
    2409
    2410     \par
    2411     % Keine Einrückung
    2412     \@afterindentfalse
    2413     \@afterheading
    2414 }

\liBeschriftung Ähnlich dem Makro \liPseudoUeberschrift{}. Am Ende des Textes wird ein Doppelpunktzeichen angehängt.
    2415 \newcommand{\liBeschriftung}[1]{
    2416     \par
    2417     \noindent
    2418     \medskip
    2419     \textbf{#1}:
    2420     \medskip
    2421     \noindent
    2422 }

\hinweis
    2423 \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.
    2424 \NewDocumentEnvironment { liProjektSprache }{ o +b } {} {}
```

liEinbettung

```
2425 \NewDocumentEnvironment { liEinbettung }{ o +b } {#2} {}
```

2.29.1 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.

```
2426 \NewDocumentEnvironment{ liAntwort } { O{standard} }
2427 {
2428   \ifLiANTWORT
2429   \else
2430     \setbox 0 \vbox
2431     \bgroup
2432     \fi
2433
2434   \str_case:nn {#1} {
2435     {standard} {
2436       \def\beschriftung{}
2437       \mdfsetup{backgroundcolor=gray!1}
2438     }
2439     {richtig} {
2440       \def\beschriftung{richtig}
2441       \mdfsetup{backgroundcolor=green!5,linecolor=green}
2442     }
2443     {falsch} {
2444       \def\beschriftung{falsch}
2445       \mdfsetup{backgroundcolor=red!3,linecolor=red}
2446     }
2447     {muster} {
2448       \def\beschriftung{Musterlösung}
2449       \mdfsetup{backgroundcolor=green!12,linecolor=green}
2450     }
2451   }
2452   \ifx\beschriftung\empty\else
2453     \noindent
2454     \textbf{\beschriftung{}}
  }
```



```

2455 \fi
2456 \begin{mdframed}[
2457   frametitle={\scriptsize\mdseries Lösungshinweise},
2458   innertopmargin=6pt,
2459   frametitleaboveskip=-12pt,
2460   frametitlealignment=\raggedright
2461 ]
2462 }
2463 {
2464   \end{mdframed}
2465   \ifLiANTWORT
2466   \else
2467     \egroup
2468   \fi
2469 }

```

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

```

2470 \NewDocumentEnvironment{ liAdditum } { o }
2471 {
2472   \ifLiADDITUM
2473   \else
2474     \setbox 0 \vbox
2475     \bgroup
2476   \fi
2477
2478   \begin{mdframed}[backgroundcolor=yellow!5]
2479     \IfNoValueTF {#1}
2480     {
2481       \liPseudoUeberschrift{Additum}
2482     }
2483     {
2484       \liPseudoUeberschrift{Additum:~#1}
2485     }
2486   }
2487 {
2488   \end{mdframed}
2489
2490   \ifLiADDITUM
2491   \else
2492     \egroup
2493   \fi
2494 }

```

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.

```

2495 \NewDocumentEnvironment{ liExkurs }{o +b}{
2496   \ifLiEXKURS
2497     \vspace{0.2cm}%
2498     \begin{mdframed}[
2499       backgroundcolor=white,
2500       bottomline=false,
2501       innermargin=1cm,
2502       leftline=true,

```

```

2503     linecolor=black,
2504     linewidth=0.1cm,
2505     outermargin=1cm,
2506     rightline=false,
2507     topline=false,
2508   ]
2509   \footnotesize
2510   \noindent%
2511   \textbf{Exkurs:~#1}\par%
2512   \noindent%
2513   #2
2514   \end{mdframed}
2515   \vspace{0.2cm}
2516 \else
2517 \fi
2518 }{}

```

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

```

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

```

Weiterführende Literatur:

- Quelle 1
- Quelle 2

```

2519 \cs_new:Npn \listen@punkt #1 {\item #1}
2520 \NewDocumentEnvironment { liQuellen }{ +b }
2521 {
2522   \seq_clear_new:N \l_quellen
2523   \seq_set_split:Nnn \l_quellen {\item} {#1}
2524   \seq_remove_all:Nn \l_quellen {}
2525   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
2526   \footnotesize
2527   \noindent
2528   \textsf{\textbf{Weiterführende~Literatur:}}
2529   \medskip
2530   \begin{compactitem}
2531     \seq_map_function:NN \l_quellen {\listen@punkt}
2532   \end{compactitem}
2533 \end{mdframed}
2534 %
2535 \par
2536 \@afterindentfalse
2537 \@afterheading
2538 } {}

```

liLernkartei

```

2539 \NewDocumentEnvironment { liLernkartei }{ m +b }
2540 {
2541   \begin{mdframed}
2542   \footnotesize
2543   \noindent%
2544   \textbf{Lernkarteikarte:~#1}\par%
2545   \noindent%
2546   #2
2547   \end{mdframed}
2548 } {}

```

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

```

2549 \NewDocumentEnvironment { liDiagramm }{ m +b }
2550 {
2551   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
2552   \small
2553   \noindent%
2554   \textit{#1}:
2555   \begin{center}
2556     #2
2557   \medskip
2558   \end{center}
2559   \end{mdframed}
2560 } {}

\liFussnoteUrl \liFussnoteUrl[\langle zusätzlicher-text \rangle]{\langle url \rangle} \liFussnoteUrl[zusätzlicher Text]{url}:
Eine HTTP-URL als Fußnote setzen.
2561 \NewDocumentCommand{\liFussnoteUrl} { o m } {
2562   \footnote{\url{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ ( #1 )}}
2563 }
2564

\liFussnoteLink \liFussnoteLink[\langle zusätzlicher-text \rangle]{\langle link-text \rangle}{\langle url \rangle} \liFussnoteLink[zusätzlicher Text]{tex
Einen Link, d. h. einen Link-Text und eine URL als Fußnote setzen.
2565 \NewDocumentCommand{\liFussnoteLink} { o m m } {
2566   \footnote{\href{#3}{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ ( #1 )}}
2567 }

\zB
2568 \def\zB{z.\.,B. }

\ZB
2569 \def\ZB{Z.\.,B. }

\dh
2570 \def\dh{d.\.,h. }

2571 \ExplSyntaxOff
2572

```

2.30 master-theorem.sty

2573 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2574 \ProvidesPackage{bschlangaul-master-theorem}[2021/04/13]

2.30.1 Makro-Kürzel

\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}

2575 \ExplSyntaxOn

2576 \RequirePackage{amsmath}

\liRundeKlammer

2577 \def\liRundeKlammer#1{

2578 \negthinspace \left(#1 \right)

2579 }

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

2580 \def\liThetaOhneMathe#1{

2581 \Theta \liRundeKlammer{#1}

2582 }

2583 \def\liTheta#1{

2584 \ifmmode

2585 \liThetaOhneMathe{#1}

2586 \else

2587 \$\liThetaOhneMathe{#1}\$

2588 \fi

2589 }

```

\liOmega \liOmega{n^2}:  $\Omega(n^2)$ 
2590 \def\liOmegaOhneMathe#1{
2591 \Omega \liRundeKlammer{#1}
2592 }
2593 \def\liOmega#1{
2594 \ifmmode
2595 \liOmegaOhneMathe{#1}
2596 \else
2597 $\liOmegaOhneMathe{#1}$
2598 \fi
2599 }

\liO \liO{n^2}:  $\mathcal{O}(n^2)$ 
2600 \def\liOOhneMathe#1{
2601 \mathcal{O} \liRundeKlammer{#1}
2602 }
2603 \def\liO#1{
2604 \ifmmode
2605 \liOOhneMathe{#1}
2606 \else
2607 $\liOOhneMathe{#1}$
2608 \fi
2609 }

\liT Let-Abkürzung: \let\T=\liT
\liT{16}{2}:  $16 \cdot T\left(\frac{n}{2}\right)$  \liT{}{2}:  $T\left(\frac{n}{2}\right)$ 
2610 \def\liTOhneMathe#1#2{
2611 \tl_if_blank:nTF {#1}
2612 {}
2613 {#1 \cdot }
2614 T
2615 \liRundeKlammer{\frac{n}{#2}}
2616 }
2617 \def\liT#1#2{
2618 \ifmmode
2619 \liTOhneMathe{#1}{#2}
2620 \else
2621 $\liTOhneMathe{#1}{#2}$
2622 \fi
2623 }

\liRekursionsGleichung \liRekursionsGleichung:  $T(n) = a \cdot T\left(\frac{n}{b}\right) + f(n)$ 
2624 \def\liRekursionsGleichung{
2625 $T(n) = \liT{a}{b} + f(n)$
2626 }

\liBedingungEins \liBedingungEins:  $f(n) \in \mathcal{O}(n^{\log_b a - \varepsilon})$ 
2627 \def\liBedingungEins{
2628 $f(n) \in \liO{n^{\log\sb{b}a - \varepsilon}}$
2629 }

\liBedingungZwei \liBedingungZwei:  $f(n) \in \Theta(n^{\log_b a})$ 
2630 \def\liBedingungZwei{
2631 $f(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a}}$
2632 }

\liBedingungDrei \liBedingungDrei:  $f(n) \in \Omega(n^{\log_b a + \varepsilon})$ 
2633 \def\liBedingungDrei{
2634 $f(n) \in \liOmega{n^{\log\sb{b}a + \varepsilon}}$
2635 }

2636 \ExplSyntaxOff

```

\liMasterVariablen

```

2637 \def\liMasterVariablen{
2638   \begin{displaymath}
2639     T(n) = \liT{a}{b} + f(n)
2640   \end{displaymath}
2641
2642   \begin{itemize}
2643     \item[$a = $]
2644       Anzahl der rekursiven Aufrufe, Anzahl der Unterprobleme in der
2645       Rekursion
2646       ($a \geq 1$).
2647
2648     \item[$\textstyle{\frac{1}{b}} = $]
2649       Teil des Originalproblems, welches wiederum durch alle Unterprobleme
2650       repräsentiert wird, Anteil an der Verkleinerung des Problems ($b > 1$).
2651
2652     \item[$f(n) = $]
2653       Kosten (Aufwand, Nebenkosten), die durch die Division des Problems und
2654       die Kombination der Teillösungen entstehen. Eine von $T(n)$
2655       unabhängige und nicht negative Funktion.
2656   \end{itemize}
2657   \footcite{wiki:master-theorem}
2658   \footcite[Seite 19-35]{aud:fs:2}
2659 }
```

\liMasterFaelle

```

2660 \def\liMasterFaelle{
2661   \begin{description}
2662     \item[1. Fall:]
2663       $T(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a}}$
2664
2665       \hfill falls \liBedingungEins
2666       für $\varepsilon > 0$
2667
2668     \item[2. Fall:]
2669       $T(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a} \cdot \log n}$
2670
2671       \hfill falls \liBedingungZwei
2672
2673     \item[3. Fall:]
2674       $T(n) \in \liTheta{f(n)}$
2675
2676       \hfill falls \liBedingungDrei
2677       für $\varepsilon > 0$
2678       und ebenfalls für ein $c$ mit $0 < c < 1$ und alle hinreichend großen $n$
2679       gilt:
2680       $a \cdot f(\textstyle{\frac{n}{b}}) \leq c \cdot f(n)$
2681   \end{description}
2682 }
```

\liMasterVariablenDeklaration

```

2683 \def\liMasterVariablenDeklaration#1#2#3{
2684   \begin{description}
2685     \item[Allgemeine Rekursionsgleichung:] \strut
2686
2687     \liRekursionsGleichung
2688
2689     \item[Anzahl der rekursiven Aufrufe ($a$):] \strut
2690
2691     #1
2692
2693     \item[Anteil Verkleinerung des Problems ($b$):] \strut
2694
2695     #2
2696
2697     \item[Funktion $f(n)$:] \strut
2698
2699     #3
2700   \end{description}
2701 }
```

```

2695     um  $\frac{1}{\#2}$  also  $b = \#2$ 
2696
2697     \item[Laufzeit der rekursiven Funktion ( $f(n)$ ):] \strut
2698
2699      $\#3$ 
2700
2701     \item[Ergibt folgende Rekursionsgleichung:] \strut
2702
2703      $T(n) = T(\#1) + \#3$ 
2704 \end{description}
2705 }

\liMasterFallRechnung
2706 \def\liMasterFallRechnung#1#2#3{
2707   \begin{description}
2708     \item[1. Fall:] \liBedingungEins:
2709
2710     \#1
2711
2712     \item[2. Fall:] \liBedingungZwei:
2713
2714     \#2
2715
2716     \item[3. Fall:] \liBedingungDrei:
2717
2718     \#3
2719   \end{description}
2720 }

\liMasterExkurs
2721 \def\liMasterExkurs{
2722   \begin{liExkurs}[Master-Theorem]
2723     \liMasterVariablen
2724
2725     \noindent
2726     Dann gilt:
2727
2728     \liMasterFaelle
2729   \end{liExkurs}
2730 }

\liMasterWolframLink Link zu Wolframalpha (+ durch Prozent 2B ersetzen)
2731 \def\liMasterWolframLink#1{
2732   Berechne die Rekursionsgleichung auf WolframAlpha:
2733   \href{https://www.wolframalpha.com/input/?i=\#1}{WolframAlpha}
2734 }

2735

```

2.31 mathe.sty

```
2736 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2737 \ProvidesPackage{bschlangaul-mathe}[2020/06/10]
2738
2739 % for example \ltimes \rtimes
2740 %\RequirePackage{amssymb}
2741 \RequirePackage{amsmath}
2742
2743 %%
2744 % \mlq \mrq
2745 %%
2746 \DeclareMathSymbol{\mlq}{\mathord}{operators}{``}
2747 \DeclareMathSymbol{\mrq}{\mathord}{operators}{`}
2748
```


2.32 meta.sty

```
2749 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2750 \ProvidesPackage{bschlangaul-klassen-meta}[2021/09/10 Sammlung
2751 von Textschnipseln, die das Projekt beschreiben]
```

```
2752 \ExplSyntaxOn
```

```
2753 \liLadePakete{grafik}
```

2.32.1 Einfache Makros (Low level)

```
\liMetaBschlangaulSammlung
```

```
2754 \def\liMetaBschlangaulSammlung{
2755   Die~Bschlangaul-Sammlung
2756 }
```

```
HermineBschlangaulAndFriends
```

```
2757 \def\liMetaHermineBschlangaulAndFriends{
2758   Hermine~Bschlangaul~and~Friends
2759 }
```

```
\liMetaUeberDasProjekt
```

```
2760 \def\liMetaUeberDasProjekt{
2761   Eine~freie~Aufgabensammlung~mit~Lösungen~
2762   von~Studierenden~für~Studierende~
2763   zur~Vorbereitung~auf~die~1.~Staatsexamensprüfungen~
2764   des~Lehramts~Informatik~in~Bayern.
2765 }
```

```
\liMetaCCLink
```

```
2766 \def\liMetaCCLink{
2767   Diese~Materialsammlung~unterliegt~den~Bestimmungen~der~
2768   \href{
2769     https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.de
2770   }
2771   {
2772     Creative~Commons~Namensnennung~Nicht~kommerziell~Share~Alike~4.0~
2773     International~Lizenz
2774   }.
2775 }
```

```
\liMetaEmail
```

```
2776 \def\liMetaEmail{
2777   hermine.bschlangaul@gmx.net
2778 }
```

```
\liMetaEmailLink
```

```
2779 \def\liMetaEmailLink{
2780   \href{
2781     mailto:\liMetaEmail
2782   }{
2783     \liMetaEmail
2784   }
2785 }
```

```
\liMetaHilfMit
```

```
2786 \def\liMetaHilfMit{
2787   Hilf~mit!~
2788
2789   Die~Hermine~schafft~das~nicht~alleine!~
2790
2791   Das~ist~ein~Community-Projekt.~
2792
2793   Verbesserungsvorschläge,~Fehlerkorrekturen,~weitere~Lösungen~sind~
```

```

2794 herzlich-willkommen---egal-wie---per~Pull-Request~oder~per~E-Mail~an~
2795 \liMetaEmailLink.
2796 }

```

\liMetaHilfMit

```

2797 \def\liMetaQuelltext{
2798   Der~\TeX-Quelltext-dieses-Dokuments~kann~unter~folgender~
2799   URL~aufgerufen~werden:~
2800 }

```

2.32.2 Zusammengesetzte Makros (High level)

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

```

2801 \cs_new:Npn \logo_dann_text:nn #1 #2 {
2802   \begin{center}
2803     \begin{minipage}[c]{5.5cm}
2804       #1
2805     \end{minipage}
2806
2807     \begin{minipage}[c]{10cm}
2808       #2
2809     \end{minipage}
2810   \end{center}
2811 }

```

\liLogoTextProjekt

```

2812 \def\liLogoTextProjekt
2813 {
2814   \logo_dann_text:nn
2815   {
2816     \liGrafikLogo[width=5cm]
2817   }
2818   {
2819     {
2820       \bfseries
2821       \liMetaBschlangaulSammlung
2822     }
2823     \par
2824
2825     \liMetaHermineBschlangaulAndFriends
2826     \par
2827
2828     \medskip
2829
2830     \begin{spacing}{1}
2831       \footnotesize
2832       \liMetaUeberDasProjekt
2833     \end{spacing}
2834   }
2835 }

```

\liLogoTextCCLizenz

```

2836 \def\liLogoTextCCLizenz
2837 {
2838   \logo_dann_text:nn
2839   {
2840     \centerline{\liGrafikCCLizenz[width=3cm]}
2841   }
2842   {
2843     \begin{spacing}{1}
2844       \scriptsize
2845       \liMetaCCLink

```

```
2846     \end{spacing}  
2847   }  
2848 }  
  
2849 \ExplSyntaxOff  
2850
```

2.33 minimierung.sty

```

2851 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2852 \ProvidesPackage{bschlangaul-mathe}[2021/03/13 Für den
2853 Minimierungsalgorithmus von einem NEA zu einem DEA]

2854 \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|}
\hline
\z0 & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l \\
\z1 & & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l \\
\z2 & & & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l \\
\z3 & & & & \l & \l & \l & \l & \l & \l & \l \\
\z4 & & & & & \l & \l & \l & \l & \l & \l \\
\z5 & & & & & & \l & \l & \l & \l & \l \\
\z6 & & & & & & & \l & \l & \l & \l \\
\z7 & & & & & & & & \l & \l & \l \\
\z8 & & & & & & & & & \l & \l \\
& \z0 & \z1 & \z2 & \z3 & \z4 & \z5 & \z6 & \z7 & \z8 & \l \\
\end{tabular}

\liFussnoten

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

\liFussnote

2855 \def\liFussnote#1{\$x_{#1}\$}

2856 \def\li@fussnote@text#1#2{
2857 \liFussnote{#1}
2858 \quad
2859 {\footnotesize #2}
2860 }

\liFussnoteEinsText
2861 \def\liFussnoteEinsText{
2862 \li@fussnote@text{1}
2863 {Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.}
2864 }

\liFussnoteZweiText
2865 \def\liFussnoteZweiText{
2866 \li@fussnote@text{2}
2867 {Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.}
2868 }

\liFussnoteDreiText
2869 \def\liFussnoteDreiText{
2870 \li@fussnote@text{3}

```

```

2871 {In weiteren Iterationen markierte Zustände.}
2872 }

\liFussnoteVierText
2873 \def\liFussnoteVierText{
2874   \li@fussnote@text{4}
2875   {...}
2876 }

\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.                          |
| $x_4$ | ...                                                                  |



2877 \def\liFussnoten{
2878   \bigskip
2879
2880   \noindent
2881   \liFussnoteEinsText
2882
2883   \noindent
2884   \liFussnoteZweiText
2885
2886   \noindent
2887   \liFussnoteDreiText
2888
2889   \noindent
2890   \liFussnoteVierText
2891 }

\liLeereZelle \liLeereZelle:  $\emptyset$ 
Let-Abkürzung: \let\l=\liLeereZelle
2892 \def\liLeereZelle{\$\emptyset\$}

\liZustandsPaarVariablenName
2893 \def\liZustandsPaarVariablenName{z}

\liZustandsPaar
2894 \def\liZustandsPaar#1#2{
2895   $(
2896     \liZustandsPaarVariablenName_#1,
2897     \liZustandsPaarVariablenName_#2
2898   )$
2899 }

liUebergangsTabelle
2900 \renewcommand{\arraystretch}{1.4}
2901 \NewDocumentEnvironment{ liUebergangsTabelle } { m m } {
2902   \liPseudoUeberschrift{Übergangstabelle}
2903   \begin{center}
2904     \begin{tabular}{r|l|l}
2905       \textbf{Zustandspaar} & \textbf{\#1} & \textbf{\#2} \\ \hline
2906     \end{tabular}
2907   \end{center}
2908 }

liUeberschriftDreiecksTabelle \liUeberschriftDreiecksTabelle:

Minimierungstabelle (Table filling)
2910 \ExplSyntaxOn

```

```

2911 \def\liUeberschriftDreiecksTabelle{
2912   \liPseudoUeberschrift{Minimierungstabelle~(Table~filling)}
2913 }

```

\liMinimierungErklaerung **Let-Abkürzung:** \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. —

```

2914 \def\liMinimierungErklaerung{
2915   %\footcite[Seite~19]{koenig}
2916   \liParagraphMitLinien{
2917     Der~Minimierungs-Algorithmus~(auch~Table-Filling-Algorithmus-genannt)~
2918     trägt~in~seinem~Verlauf~eine~Markierung~in~alle~
2919     diejenigen~Zellen~der~Tabelle~ein,~die~zueinander~nicht~äquivalente~
2920     Zustände~bezeichnen.~Die~Markierung~„ $x_{\sb{n}}$ “~in~einer~Tabellenzelle~( $i$ ,~
2921      $j$ )~bedeutet~dabei,~dass~das~Zustandspaar~( $i$ ,~ $j$ )~in~der~ $k$ -ten~
2922     Iteration~des~Algorithmus~markiert~wurde~und~die~Zustände~ $i$ ~und~ $j$ ~
2923     somit~zueinander~( $k - 1$ )-äquivalent,~aber~nicht~ $k$ -äquivalent~und~
2924     somit~insbesondere~nicht~äquivalent~sind.~Bleibt~eine~Zelle~bis~zum~Ende~
2925     unmarkiert,~sind~die~entsprechenden~Zustände~zueinander~äquivalent.
2926   }
2927 }
2928 \ExplSyntaxOff

```

2929

2.34 normalformen.sty

```
2930 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2931 \ProvidesPackage{bschlangaul-normalformen}[2020/12/10]
2932 Hilfsmakros zum Setzen von Normalformen, Funktionalen Abhängigkeiten,
2933 Attributhülle]
```

Mathe für textit tex etc, typographie für geschweifte Klammer

```
2934 \liLadePakete{mathe,typographie}
2935 \directlua{
2936   helfer = require('bschlangaul-helfer')
2937   normalformen = require('bschlangaul-normalformen')
2938 }
```

2.34.1 Makro-Kürzel

```
\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
```

```
2939 \def\liTeilen#1{
2940   \directlua{tex.print(normalformen.teilen('#1'))}
2941 }
```

```
\liAttributHuelle Let-Abkürzung: \let\ah=\liAttributHuelle
                  \ah{F, \m{A, B}} AttrHülle( $F, \{A, B\}$ ) Regulärer Ausdruck zum Konvertieren
                  AttrHülle((.)*\)\ \ah{$1}
2942 \def\liAttributHuelleOhneMathe#1{\text{AttrHülle}(\#1)}
2943 \def\liAttributHuelle#1{
2944   \ifmmode
2945     \liAttributHuelleOhneMathe{\#1}
2946   \else
2947     $\liAttributHuelleOhneMathe{\#1}$
2948   \fi
2949 }
```

```
\liAttributMenge Let-Abkürzung: \let\m=\liAttributMenge
2950 \def\liAttributMenge#1{\{ \textit{\#1} \}}
```

liAHuelle

```
2951 \NewDocumentEnvironment{ liAHuelle } { +b } {
2952   \begingroup
2953   \footnotesize
2954   \begin{multline*}
2955     \#1
2956   \end{multline*}
2957   \endgroup
2958 } { }
```

```
\liLinksReduktion Nur innerhalb von liAHuelle zu verwenden bzw. multline
Let-Abkürzung: \let\ahL=\liLinksReduktion
                  \ahL{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
2959 \def\liLinksReduktion#1#2#3{
2960   \shoveleft{
2961     \liAttributHuelleOhneMathe{FA,
2962       \liAttributMenge{\#1 \string\ #2}} =
2963   } \\\
```

```

2964 \shoveright{
2965   \liAttributMenge{#3}
2966 } \\\
2967 }

```

```

\liLinksReduktionInline Let-Abkürzung: \let\ahL=\liLinksReduktionInline
    \ahl{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
\ahl{A, E}{E}{A, E, F, B, \textbf{D}}: AttrHülle( $F, \{A, E \mid E\}$ ) =  $\{A, E, F, B, D\}$ 
2968 \def\liLinksReduktionInline#1#2#3{%
2969   {%
2970     \footnotesize%
2971     $\liAttributHuelleOhneMathe{F,
2972       \liAttributMenge{#1} \string\ #2}} =
2973     \liAttributMenge{#3}$
2974   }
2975 }

```

```

\liLinksReduktionInline Let-Abkürzung: \let\ahr=\liLinksReduktionInline
    \ahr{gelöschte FA}{neue FA ohne rechts Attribut}{gegebene Attribute}{Ergebnis}
2976 \def\liRechtsReduktionInline#1#2#3#4{%
2977   {%
2978     \footnotesize%
2979     $\liAttributHuelleOhneMathe{
2980       F \setminus
2981       \liFunktionaleAbhaengigkeit{#1}
2982       \def\tmp{#2}\ifx\tmp\empty
2983       \else
2984         \cup \liFunktionaleAbhaengigkeit{#2}
2985       \fi
2986       ,
2987       \liAttributMenge{#3}
2988     } =
2989     \liAttributMenge{#4}$
2990   }
2991 }

```

```

\liFunktionaleAbhaengigkeit Let-Abkürzung: \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
    \fa{A, B -> C, D}:  $\{A, B\} \rightarrow \{C, D\}$  Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
    \$(.*) \\\rightarrow (.*)\$ \fa{$1 -> $2}
2992 \def\liFunktionaleAbhaengigkeit#1{%
2993   \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeit('#1', false)}%
2994 }

```

```

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

```

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

```

Let-Abkürzung: \let\FA=\liFunktionaleAbhaengigkeiten
    Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \item \$(.*) \\\rightarrow (.*)\$ \fa{(.*) \\\rightarrow
$1 -> $2;

```



```

2995 \NewDocumentCommand {\liFunktionaleAbhaengigkeiten} { O{FA} m } {
2996   \liGeschweifteKlammern
2997   {#1}
2998   {
2999     \begin{align*}
3000     \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeiten('#2')}
3001     \end{align*}
3002   }
3003   {-0.5cm}
3004   {-1.7cm}
3005 }

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

3006 \NewDocumentCommand {\liRelation} { O{R} m } {
3007   $\directlua{
3008     local name = helper.konvertiere_tiefgestellt('#1')
3009     tex.print(name)
3010   }$(\textit{\, #2\,})
3011 }

3012

```

2.35 o-notation.sty

3013 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
 3014 \ProvidesPackage{bschlangaul-o-notation}[2021/09/08]

2.35.1 Makro-Kürzel

\let\O=\liONotationO

2.35.2 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}
```

```
3015 \ExplSyntaxOn
3016 \RequirePackage{amssymb}
3017 \RequirePackage{pgfplots}

Für echte Teilmenge \subsetneq:  $\subsetneq$ 
3018 \RequirePackage{amssymb}
```

\liRundeKlammer

```
3019 \def\liRundeKlammer#1{
3020   \negthinspace \left( #1 \right)
3021 }
```

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

```
3022 \cs_new:Npn \o_notation_O:n #1 {
3023   \mathcal{O} \liRundeKlammer{#1}
3024 }
3025 \def\liONotationO#1{
3026   \ifmmode
3027     \o_notation_O:n { #1 }
3028   \else
3029     $ \o_notation_O:n { #1 } $
3030   \fi
3031 }

3032
```

2.36 petri.sty

```
3033 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3034 \ProvidesPackage{bschlangaul-petri}[2020/12/03]
```

2.36.1 Makro-Kürzel

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

```
3035 \RequirePackage{tikz}
3036 \usetikzlibrary{petri,arrows.meta}
```

Für die Darstellungsmatrix

```
3037 \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

```
3038 \def\liPetriSetzeSchluessel{%
3039   \def\TmpTransitionOne{}%
3040   \def\TmpTransitionTwo{}%
3041   \def\TmpTransitionThree{}%
3042   \def\TmpTransitionFour{}%
3043   \def\TmpTransitionFive{}%
3044   \def\TmpTransitionSix{}%
3045   \def\TmpTransitionSeven{}%
3046   \def\TmpTransitionEight{}%
3047   \def\TmpTransitionNine{}%
3048   \def\TmpTransitionTen{}%
3049   \pgfkeys{/petri/.cd,
3050     p1/.store in=\TmpPlaceOne,p1/.default=0,p1,
3051     p2/.store in=\TmpPlaceTwo,p2/.default=0,p2,
3052     p3/.store in=\TmpPlaceThree,p3/.default=0,p3,
3053     p4/.store in=\TmpPlaceFour,p4/.default=0,p4,
```

```

3054     p5/.store in=\TmpPlaceFive,p5/.default=0,p5,
3055     p6/.store in=\TmpPlaceSix,p6/.default=0,p6,
3056     p7/.store in=\TmpPlaceSeven,p7/.default=0,p7,
3057     p8/.store in=\TmpPlaceEight,p8/.default=0,p8,
3058     p9/.store in=\TmpPlaceNine,p9/.default=0,p9,
3059     p10/.store in=\TmpPlaceTen,p10/.default=0,p10,
3060     t1/.store in=\TmpTransitionOne,t1/.default=activated,
3061     t2/.store in=\TmpTransitionTwo,t2/.default=activated,
3062     t3/.store in=\TmpTransitionThree,t3/.default=activated,
3063     t4/.store in=\TmpTransitionFour,t4/.default=activated,
3064     t5/.store in=\TmpTransitionFive,t5/.default=activated,
3065     t6/.store in=\TmpTransitionSix,t6/.default=activated,
3066     t7/.store in=\TmpTransitionSeven,t7/.default=activated,
3067     t8/.store in=\TmpTransitionEight,t8/.default=activated,
3068     t9/.store in=\TmpTransitionNine,t9/.default=activated,
3069     t10/.store in=\TmpTransitionTen,t10/.default=activated,
3070     scale/.store in=\TmpScale,scale/.default=0.5,
3071     x/.store in=\TmpX,x/.default=5,
3072     y/.store in=\TmpY,y/.default=5,
3073   }%
3074 }

```

```

3075 \tikzset{
3076   li petri/.style={
3077     activated/.style={
3078       very thick
3079     },
3080     inhibitor/.style={
3081       {Circle[open,length=2mm,fill=white]}-
3082     }
3083   }
3084 }

```

\liPetriTransitionsName **Let-Abkürzung:** \let\t=\liPetriTransitionsName
 \t_{\d+}\\$ \t\$1

```

3085 \def\liPetriTransitionsNameOhneMathe#1{t\sb{#1}}
3086 \def\liPetriTransitionsName#1{
3087   \ifmmode
3088     \liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}
3089   \else
3090     $\liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}$
3091   \fi
3092 }

```

\liPetriErreichTransition **Let-Abkürzung:** \let\t=\liPetriErreichTransition

```

3093 \NewDocumentCommand{ \liPetriErreichTransition } { m m m O{} O{} } {
3094   \draw[->] (#1) edge[#4] node[pos=0.5,auto,sloped,#5]{t\sb{#3}$} (#2);
3095 }

```

\liPetriErreichKnotenDrei **Let-Abkürzung:** \let\k=\liPetriErreichKnotenDrei

```

3096 \def\liPetriErreichKnotenDrei#1#2#3{(#1,#2,#3)}

```

\liPetriTransPfeile **Let-Abkürzung:** \let\tp=\liPetriTransPfeile

```

3097 \def\liPetriTransPfeile#1{ $\rightarrow \hspace{0.4cm} \liPetriTransitionsName{#1} \hspace{0.3cm}
3098 }

```

2.37 potenzmengen-konstruktion.sty

```
3099 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3100 \ProvidesPackage{bschlangaul-potenzmengen-konstruktion}[2021/02/21 Hilfsmakros
3101 einzusetzen bei der Potenzmengen-Konstruktion (Potenzmengen-Algorithmus)]
```

```
3102 \liLadePakete{formale-sprachen}
3103 \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}
    }
  }
}
```

```
3104 \def\liZustandsMengenSammlung#1#2{
3105   \liZustandsnameGross{#1}
3106   {
3107     \footnotesize
3108     \liPotenzmenge{
3109       \str_case:nn {#1} {#2
3110       }
3111     }
3112 }
```

```
\liZustandsMengenSammlungNr
```

```
3113 \def\liZustandsMengenSammlungNr#1#2{
3114   \liZustandsnameGross{#1}
3115   {
```

```
3116     \footnotesize
3117     \liZustandsmengeNr{
3118         \str_case:nn {#1} #2
3119     }
3120 }
3121 }

3122 \ExplSyntaxOff
3123
```

2.38 pseudo.sty

```

3124 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3125 \ProvidesPackage{bschlangaul-pseudo}[2020/12/30 Paket zum Setzen
3126 von Pseudo-Code, Hüll-Paket um algorithm2e]

\begin{algorithm}[H]
\KwData{$G = (V, E, w)$: ein zusammenhängender, ungerichteter,
kantengewichteter Graph 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 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 .

```

3127 \RequirePackage[german,boxruled]{algorithm2e}

```

```

3128

```

2.39 pumping-lemma.sty

3129 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
 3130 \ProvidesPackage{bschlangaul-pumping-lemma}[2021/08/11 Enthält die
 3131 Definitionen für das Pumping-Lemma in der Regulären Sprache und
 3132 in der Kontextfreien Sprache]

\liPumpingRegulaer

```
3133 \def\liPumpingRegulaer{%
3134   Es sei  $L$  eine reguläre Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass für
3135   alle Wörter  $\omega \in L$  mit  $|\omega| \geq j$  (jedes Wort  $\omega$  in
3136    $L$  mit Mindestlänge  $j$ ) jeweils eine Zerlegung  $\omega = uvw$ 
3137   existiert, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
3138
3139   \begin{enumerate}
3140     \item  $|v| \geq 1$ 
3141     (Das Wort  $v$  ist nicht leer.)
3142
3143     \item  $|uv| \leq j$ 
3144     (Die beiden Wörter  $u$  und  $v$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
3145
3146     \item Für alle  $i = 0, 1, 2, \dots$  gilt  $uv^i w \in L$ 
3147     (Für jede natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^i w$  in der
3148     Sprache  $L$ )
3149   \end{enumerate}
3150
3151   Die kleinste Zahl  $j$ , die diese Eigenschaften erfüllt, wird
3152   Pumping-Zahl der Sprache  $L$  genannt.\footcite{wiki:pumping-lemma}
3153 }
```

\liPumpingKontextfrei

```
3154 \def\liPumpingKontextfrei{%
3155   Es sei  $L$  eine kontextfreie Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass
3156   sich alle Wörter  $\omega \in L$  mit  $|\omega| \geq j$  zerlegen lassen in
3157    $\omega = uvwxy$ , sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
3158
3159   \begin{enumerate}
3160     \item  $|vx| \geq 1$ 
3161     (Die Wörter  $v$  und  $x$  sind nicht leer.)
3162
3163     \item  $|vwx| \leq j$ 
3164     (Die Wörter  $v$ ,  $w$  und  $x$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
3165
3166     \item Für alle  $i \in \mathbb{N}_0$  gilt  $uv^iwx^iy \in L$  (Für jede
3167     natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^iwx^iy$  in der
3168     Sprache  $L$ )
3169   \end{enumerate}
3170 }
```

3171

2.40 quicksort.sty

```

3172 % https://tex.stackexchange.com/a/142634
3173 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3174 \ProvidesPackage{bschlangaul-quicksort}[2020/06/12]
3175
3176 %-----
3177 % USAGE:
3178 % \QSinitialize{comma, separated, numerical, values}
3179 % \loop
3180 % \QSpivotStep
3181 % \ifnum\value{pivotcount}>0
3182 %   \QSSortStep
3183 % \repeat
3184 %-----
3185
3186 % xintfrac does not load xinttools, this must be done explicitly if needed as here.
3187 \RequirePackage{xintfrac, xinttools}
3188
3189 \RequirePackage{tikz}
3190
3191 %-----
3192 % FIRST PART: TikZ styles and macros for the actual drawing
3193 \newcounter{cellcount}% used for coordinates of the node
3194 \newcounter{pivotcount}% when it will remain at zero, will signal the sort is finished.
3195
3196 % Styles defined by Tom Bombaldi. (modified: all share the same size)
3197 % (re-modified \bf -> \bfseries due to extremely annoying warnings from
3198 % KOMA-script which are truly a pain and do not make any sense regarding \bf:
3199 % if I want to use \bf, and know what I am doing, why should I get HARASSED
3200 % by police of LaTeX good conduct ? )
3201 \tikzset{
3202   l/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=lime!70!gray},
3203   o/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=olive!50},
3204   r/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black, text=white},
3205   b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black, text=white},
3206   nicer/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=white, text=magenta},
3207   g/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=gray, text=white, text=white},
3208 }
3209
3210 % NOTE the b style was originally the same as the r(aised) style apart from
3211 % not being raised, but I find it nicer with a somewhat different
3212 % specification. I have not updated the images though.
3213
3214 % How the nodes are drawn depending on whether on the left of the pivot value
3215 % or on the right, or is a pivot value, or a raised pivot during selection phase.
3216
3217 \def\DecoLEFT #1{%
3218   \xintFor* ##1 in {#1} \do
3219   {\stepcounter{cellcount}\node[o] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
3220 }
3221
3222 \def\DecoINERT #1{%
3223   \xintFor* ##1 in {#1} \do
3224   {\stepcounter{cellcount}\node[g] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
3225 }
3226
3227 \def\DecoRIGHT #1{%
3228   \xintFor* ##1 in {#1} \do
3229   {\stepcounter{cellcount}\node[l] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
3230 }
3231
3232 \def\DecoLEFTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
3233   \xintFor* ##1 in {#1} \do

```

```

3234     {\stepcounter{cellcount}}%
3235     \xintifForLast {\node[r]}\node[o]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
3236 }
3237
3238 \def\DecoINERTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
3239     \xintFor* ##1 in {#1} \do
3240     {\stepcounter{cellcount}}%
3241     \xintifForLast {\node[b]}\node[g]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
3242 }
3243
3244 \def\DecoRIGHTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
3245     \xintFor* ##1 in {#1} \do
3246     {\stepcounter{cellcount}}%
3247     \xintifForLast {\node[r]}\node[l]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
3248 }
3249
3250 %-----
3251 % SECOND PART: the actual sorting routines.
3252
3253 \def\QS@sort@a #1{\expandafter \QS@sort@b \expandafter {\xintLength {#1}}{#1}}
3254 \def\QS@sort@b #1{\ifcase #1
3255     \expandafter\QS@sort@empty
3256     \or\expandafter\QS@sort@single
3257     \else\expandafter\QS@sort@c
3258     \fi
3259 }%
3260 \def\QS@sort@empty #1{}
3261 \def\QS@sort@single #1{\QSIr {#1}}
3262
3263 % This step is to pick the last as pivot.
3264 \def\QS@sort@c #1%
3265     {\expandafter\QS@sort@d\expandafter {\romannumeral0\xintnthelt {-1}{#1}}{#1}}%
3266
3267 % Here \QSLr, \QSIr, \QSR have been let to \relax.
3268 % The trick with \xintApplyUnbraced is that for example when selecting
3269 % the elements smaller than pivot, if we had been using \xintApply we
3270 % would have had at the minimum an empty brace pair. Thus we use the
3271 % "unbraced" variant, but then the \QS@select@smaller has added in
3272 % anticipation a level of braces.
3273 \def\QS@sort@d #1#2{%
3274     \QSLr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@smaller {#1}}{#2}}}%
3275     \QSIr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@equal {#1}}{#2}}}%
3276     \QSRr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@greater {#1}}{#2}}}%
3277 }%
3278 \def\QS@select@smaller #1#2{\xintifLt {#2}{#1}{{#2}}{ }}% space will stop a f-
    expansion
3279 \def\QS@select@equal #1#2{\xintifEq {#2}{#1}{{#2}}{ }}% space will stop a f-
    expansion
3280 \def\QS@select@greater #1#2{\xintifGt {#2}{#1}{{#2}}{ }}% space will stop a f-
    expansion
3281
3282 %
3283 % NOTE 1: thus, each comparison with the pivot is done three (!) times.
3284 %
3285 % NOTE 2: we may well end up with \QSLr {<empty>} situations. This is handled
3286 % silently by the \xintFor loops, and also when \QSLr becomes \QS@sort@a, the
3287 % latter must handle correctly an empty argument.
3288
3289 %-----
3290 % THIRD PART: the main macros \QSpivotStep, \QSsortStep and \QSinitialize.
3291
3292 % This draws all with suitable highlighting for the newly chosen pivots
3293 % (which will be shown raised)

```

```

3294 \def\QSpivotStep {\let\QSLr\DecoLEFTwithPivot
3295             \let\QSIr\DecoINERT
3296             \let\QSIrr\DecoINERT
3297             \let\QSRr\DecoRIGHTwithPivot
3298 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}}%
3299             \setcounter{cellcount}{0}\setcounter{pivotcount}{0}%
3300             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
3301 }
3302
3303 % This sorts and then draws, showing where the pivot chosen in the previous
3304 % step go. Next time they will have become "inert". If pivotcount is still at
3305 % zero on exit from \QSpivotStep, then this is the signal to stop before
3306 % executing \QSsortStep.
3307 \def\QSsortStep {\def\QSLr {\noexpand\QS@sort@a}%
3308             \def\QSRr {\noexpand\QS@sort@a}%
3309             \def\QSIr {\noexpand\QSIrr}%
3310             \let\QSIrr\relax
3311             \edef\QS@list{\QS@list}%
3312             \let\QSLr\relax
3313             \let\QSRr\relax
3314             \let\QSIr\relax
3315             \edef\QS@list{\QS@list}%
3316             \let\QSLr\DecoLEFT
3317             \let\QSIr\DecoINERTwithPivot
3318             \let\QSIrr\DecoINERT
3319             \let\QSRr\DecoRIGHT
3320 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}}%
3321             \setcounter{cellcount}{0}%
3322             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
3323 }
3324
3325 \def\QSinitialize #1{%
3326     % first, we convert the comma separated values into a list of braced items
3327     % we use an \edef, and anyhow many \edef's will be used later
3328     \edef\QS@list {\noexpand\QSRr {\xintCSVtoList {#1}}}%
3329     \let\QSRr\DecoRIGHT
3330     % The \QSRr marker mutated to draw the last element as
3331     % pivot and the earlier ones with the suitable style.
3332     %
3333     % The list of marked braced items \QS@list is used both for drawing
3334     % (as here) and for doing the exchange of elements during sort.
3335     \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}\setcounter{cellcount}{0}%
3336             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
3337 }
3338

```

2.41 relationale-algebra.sty

```

3339 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3340 \ProvidesPackage{bschlangaul-relationale-algebra}[2020/12/11]
3341 \RequirePackage{amsmath}
3342 \RequirePackage{amssymb}

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

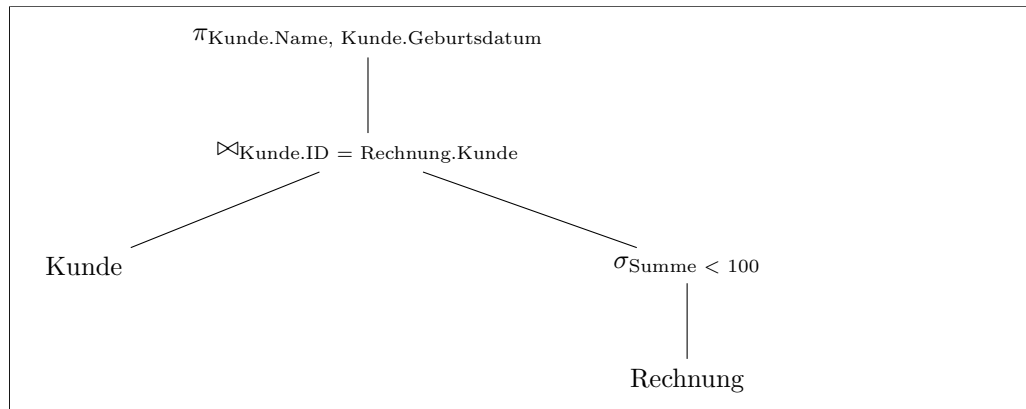
    \node[below=of pi]
        (theta join) {\bowtie_{\text{Kunde.ID = Rechnung.Kunde}}};
        edge (pi);

    \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}

```



```

3343 \RequirePackage{tikz}
3344 \usetikzlibrary{positioning}

    Privates Makros, das zwei Querstriche erzeugt.
3345 \def\o@join{\setbox0=\hbox{\bowtie}}%
3346 \rule[-.02ex]{.25em}{.4pt}\llap{\rule[\ht0]{.25em}{.4pt}}%
3347 }

\leftouterjoin A \leftouterjoin B: A ⋈ B
3348 \def\leftouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie}}

\rightouterjoin A \rightouterjoin B: A ⋉ B
3349 \def\rightouterjoin{\mathbin{\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}

\fullouterjoin A \fullouterjoin B: A ⋈⋉ B
3350 \def\fullouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}
3351

```

2.42 rmodell.sty

```
3352 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3353 \ProvidesPackage{bschlangaul-rmodell}[2020/09/01]
3354 Makros und Umgebungen zum Setzen des Relationenmodells beim Thema
3355 Datenbanken.]
3356 \RequirePackage{soul}
```

2.42.1 Makro-Kürzel

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

```
\liPrimaer \liPrimaer{text}: Unterstreichung für den Primärschlüssel
3357 \def\liPrimaer#1{\ul{#1}}
```

```
\liFremd \liFremd{text}: Überstreichung für den Fremdschlüssel
3358 \def\liFremd#1{{\setul{-0.9em}{}}\ul{#1}}
```

```
liRmodell \begin{liRmodell} \end{liRmodell}: Kleinere Schrift und Schreibmaschinenschrift.
3359 \def\li@Rmodell@Schrift{\footnotesize\ttfamily}
3360 \ExplSyntaxOn
3361 \NewDocumentEnvironment { liRmodell }
3362 { +b }
3363 {
3364   \medskip
3365   {
3366     \linespread{2}
3367     \setlength{\parindent}{0pt}
3368     \li@Rmodell@Schrift#1
3369   }
3370   \medskip
3371 } {}
3372 \ExplSyntaxOff
```

```
\liRelationMenge Let-Abkürzung: \let\r=\liRelationMenge
\liRelationMenge{name}{attribut, attribut}: Umhüllen der Attribute mit geschweiften
und dann eckigen Klammern.
3373 \def\liRelationMenge#1#2{
3374 \noindent
3375 #1 : \{ [ #2 ] \}
3376 \par
3377 }
```

```
\liAttribut Let-Abkürzung: \let\a=\liAttribut
\liAttribut{text}: Gleiche Schrift wie Umgebung liRmodell
3378 \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}
```

```
3379 \NewDocumentEnvironment { liRelationenSchemaFormat }{ +b } {} {}
```

```
3380
```

2.43 sortieren.sty

```
3381 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3382 \ProvidesPackage{bschlangaul-sortieren}[2020/06/10 Schaubilder
3383 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} 4 \nodepart{five} 5}
  \liSortierPfeil{one}{two}
  \liSortierPfeil{two}{three}
  \liSortierMarkierung{two split south}{three split north}
  \liSortierPfeilUnten{three}{one}
}
```



```
3384 \RequirePackage{tikz}
3385 \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.

```
3386 \def\liVertauschen#1{
3387   \directlua{
3388     local sortieren = require('bschlangaul-sortieren')
3389     sortieren('#1')
3390   }
3391 }
```

`\liSortierPfeil`

```
3392 \def\liSortierPfeil#1#2{
3393   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 north) -- ++(0,0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 north);
3394 }
```

`\liSortierPfeilUnten`

```
3395 \def\liSortierPfeilUnten#1#2{
3396   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 south) -- ++(0,-0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 south);
3397 }
```

`\liSortierMarkierung`

```
3398 \def\liSortierMarkierung#1#2{\node[
3399   draw,
3400   very thick,
3401   fit=(reihe.#1) (reihe.#2),
3402   inner sep=0pt
3403 ] {}
3404 }

3405 \tikzset{
3406   li sortierung zahlenreihe/.style={
3407     draw,
3408     thin,
3409     font=\large,
3410     rectangle split horizontal,
3411     rectangle split,
3412   }
3413 }
```

```

3414 % https://tex.stackexchange.com/a/140895
3415 \RequirePackage{forest,xstring}
3416 \usetikzlibrary{calc}
3417
3418 \makeatletter
3419 \pgfmathdeclarefunction{strrepeat}{2}{%
3420   \begingroup\pgfmathint{#2}\pgfmath@count\pgfmathresult
3421   \let\pgfmathresult\pgfutil@empty
3422   \pgfutil@loop\ifnum\pgfmath@count>0\relax
3423     \expandafter\def\expandafter\pgfmathresult\expandafter{\pgfmathresult#1}%
3424     \advance\pgfmath@count-1\relax
3425   \pgfutil@repeat\pgfmath@smuggleone\pgfmathresult\endgroup}
3426 \makeatother
3427
3428 \def\myNodes{}
3429
3430 \ExplSyntaxOn
3431 \newcommand*\sortList[1]{%
3432   \clist_sort:Nn#1{\int_compare:nNnTF{##1}>{##2}\sort_return_swapped:\sort_return_same:}}
3433 \ExplSyntaxOff
3434
3435 \forestset{
3436   sort/.code={%
3437     \pgfmathparse{level()>\forestSortLevel}%
3438     \ifnum\pgfmathresult=0
3439       \StrSubstitute{\forestov{content}}{ }{,}[\myList]%
3440       \sortList\myList
3441       \StrSubstitute{\myList}{,}{ }[\myList]%
3442       \pgfmathparse{strrepeat("1",level())}%
3443       \xappto\myNodes{\noexpand\node at ({\forestov{name}}|-m)!-1!({\forestov{name}}$)
3444         (m\forestov{name}) {\myList}}%
3445       \pgfmathparse{level()=\forestSortLevel}%
3446       \ifnum\pgfmathresult=1
3447         \forestOget{\forestov{@first}}{name}\forestFirst
3448         \forestOget{\forestov{@last}}{name}\forestLast
3449         \xappto\myNodes{{[<-]edge (\forestOv{\forestov{@first}}{name})
3450           \ifx\forestFirst\forestLast\else edge (\forestOv{\forestov{@last}}{name})\fi}}%
3451       \fi
3452       \ifnum\forestov{@parent}=0\else
3453         \xappto\myNodes{edge (m\forestOv{\forestov{@parent}}{name})}%
3454       \fi
3455       \gappto\myNodes{;}%
3456     \fi}}
3457
3458 \forestset{sort level/.code=%
3459   \pgfmathparse{#1}\let\forestSortLevel\pgfmathresult
3460   \pgfmathparse{strrepeat("1",\forestSortLevel+1)}\let\forestOnes\pgfmathresult}
3461

```

2.44 spalten.sty

```
3462 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3463 \ProvidesPackage{bschlangaul-spalten}[2020/12/07 Lädt das Paket
3464 „multicol“, damit mehrspaltiger Satz mit Hilfe der Umgebung „multicols“
3465 realisiert werden kann.]
3466 \RequirePackage{multicol}
```

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

```
3467 \def\liSpaltenUmbruch{\vfill\strut\columnbreak}
```

```
3468
```


2.45 sql.sty

3469 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

3470 \ProvidesPackage{bschlangaul-tabelle}[2021/09/02 Zu Setzen von SQL]

2.45.1 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}
```

3471 \liLadePakete{syntax}

3472 \RequirePackage{fancyvrb}

3473 \DefineVerbatimEnvironment{liSqlErgebnis}{Verbatim}

3474 {fontsize=\footnotesize}

3475

2.46 struktogramm.sty

```
3476 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3477 \ProvidesPackage{bschlangaul-struktogramm}[2021/01/31 Lädt das
3478 Paket struktex zum Setzen von Struktogrammen]
3479 \RequirePackage{struktex}
3480
```

2.47 syntax.sty

```

3481 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3482 \ProvidesPackage{bschlangaul-syntax}[2020/06/10 Ein Hüll-Paket um
3483 `minted`, das sich um die Syntax-Hervorhebung des Java-Codes kümmert.]
3484 \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.

2.47.1 Makro-Kürzel

```

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

```

```

3485 \ExplSyntaxOn
3486 \directlua{
3487   syntax = require('bschlangaul-syntax')
3488   syntax.importiere_konfiguration('tex_repo_lokaler_pfad', '\LehramtInformatikRepository')
3489   syntax.importiere_konfiguration('github_domain', '\LehramtInformatikGithubDomain')
3490   syntax.importiere_konfiguration('github_raw_domain', '\LehramtInformatikGithubRawDomain')
3491   syntax.importiere_konfiguration('github_tex_repo', '\LehramtInformatikGithubTexRepo')
3492   syntax.importiere_konfiguration('github_code_repo', '\LehramtInformatikGithubCodeRepo')
3493   syntax.importiere_konfiguration('git_branch', '\LehramtInformatikGitBranch')
3494 }
3495 \RequirePackage{hyperref}
3496 \RequirePackage{minted}
3497 % pygmentize -L styles
3498 \usemintedstyle{colorful}
3499 %\BeforeBeginEnvironment{minted}{\begin{mdframed}}
3500 %\AfterEndEnvironment{minted}{\end{mdframed}}
3501 %\setminted{breaklines=true,linenos}
3502 \setminted{
3503   breaklines=true,
3504   linenos=false,
3505   fontsize=\footnotesize,
3506 }

```

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

```

3507 \newminted[liJavaAngabe]{java}{
3508   xleftmargin=1cm
3509 }

```

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

Let-Abkürzung: `\let\j=\liJavaCode`

```

3510 \def\liJavaCode#1{
3511   \,
3512   \textcolor{blue}{
3513     \mintinline[
3514       fontsize=\normalsize,
3515       breakanywhere % https://github.com/gpoore/minted/issues/31#issuecomment-
458640242
3516     ]{java}|#1|
3517   }
3518   \,
3519 }

```

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

```

3520 \def\liLatexCode#1{\mintinline{latex}|#1|}

```

```

3521 \def\li@GithubLink#1#2{
3522   \begin{flushright}
3523     \tiny
3524     Code-Beispiel~auf~Github~ansehen:~
3525     \href{#1}{\nolinkurl{#2}}
3526   \end{flushright}
3527 }

\liJavaDatei Eine komplette Java-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/main/java/org/bschlangaul
liegt.
3528 \NewDocumentCommand{\liJavaDatei}{ O{firstline=3} m }{
3529   \inputminted[#1]{java}{
3530     \directlua{
3531       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', false)
3532     }
3533   }
3534   \li@GithubLink
3535   {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', false)}}
3536   {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', false)}}
3537 }

\liJavaTestDatei Eine komplette Java-Test-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/test/java/org/bschlangaul
liegt.
3538 \NewDocumentCommand{\liJavaTestDatei}{ O{firstline=3} m }{
3539   \inputminted[#1]{java}{
3540     \directlua{
3541       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', true)
3542     }
3543   }
3544   \li@GithubLink
3545   {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', true)}}
3546   {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', true)}}
3547 }

\liJavaExamen \liJavaExamen{66116}{2015}{03}{Kunde} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \liJavaDatei([
\liJavaExamen$1{$2}{$3}{$4}{$5}
3548 \NewDocumentCommand{\liJavaExamen}{ O{firstline=3} m m m m }{
3549   \inputminted[#1]{java}{
3550     \directlua{
3551       syntax.drucke_absoluten_examens_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')
3552     }
3553   }
3554   \li@GithubLink
3555   {\directlua{syntax.drucke_github_examens_url('#2', '#3', '#4', '#5')}}
3556   {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
3557 }

\liAssemblerCode
3559 \def\liAssemblerCode#1{\mintinline{asm}|#1|}

\liAssemblerDatei \liAssemblerDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Assembler-Datei.
3560 \NewDocumentCommand{\liAssemblerDatei}{ m }{
3561   \inputminted{asm}{#1}
3562 }

\liMinispracheDatei \liMinispracheDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Minisprachen-Datei
(Hochsprache für die Minimaschine von Albert Wiedemann).
3563 \NewDocumentCommand{\liMinispracheDatei}{ m }{
3564   \inputminted{componentpascal}{#1}
3565 }

```

```

\liHaskellCode \liHaskellCode{haskell}: Zum Setzen von Haskell-Code.
3566 \def\liHaskellCode#1{\mintinline{haskell}|#1|}

\liHaskellDatei \liHaskellDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Haskell-Datei.
3567 \NewDocumentCommand{\liHaskellDatei}{ m }{
3568   \inputminted{haskell}{#1}
3569 }

3570 \ExplSyntaxOff

\liSqlCode \liHaskellCode{sql}: Zum Setzen von SQL-Code.
Let-Abkürzung: \let\s=\liSqlCode
3571 \def\liSqlCode#1{\mintinline{sql}|#1|}

3572

```

2.48 syntaxbaum.sty

```
3573 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3574 \ProvidesPackage{bschlangaul-syntaxbaum}[2021/02/14 Zum Setzen von
3575 Syntaxbäumen mit Hilfe des Pakets tikz-qtrees]
3576 \RequirePackage{tikz-qtrees}
3577
3578 \tikzset{li parsetree/.style={
3579     every internal node/.style={
3580         draw,circle
3581     },
3582     every leaf node/.style={
3583         draw,rectangle
3584     },
3585 }
3586 }
3587
```

2.49 synthese-algorithmus.sty

```
3588 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3589 \ProvidesPackage{bschlangaul-synthese-algorithmus}[2021/03/19
3590 Hilfsmakros zum Setzen des Synthese-Algorithmuses zur Umformung einer
3591 Relation in die 3. Normalform]
3592 \liLadePakete{normalformen,mathe,typographie}
3593 \ExplSyntaxOn
```

2.49.1 Makro-Kürzel

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

2.49.2 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}
```

2.49.3 TeX-Markup Linksreduktion

```
\let\ahl=\liLinksReduktionInline
\let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
\let\m=\liAttributMenge
\let\b=\textbf

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

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

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

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

2.49.4 TeX-Markup Rechtsreduktion

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

\liPseudoUeberschrift{F}

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

\liPseudoUeberschrift{A}

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

2.49.5 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}
```

1. Kanonische Überdeckung

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

(a) 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 $\beta \subseteq \text{AttrHülle}(F, \alpha - A)$.

(b) 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. —

(c) Löschen leerer Klauseln

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

(d) 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. —

2. Relationsschemata formen

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

3. 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 $\mathcal{F}_\mathcal{K} := \emptyset$ —

4. 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 **Let-Abkürzung:** \let\schritt=\liSyntheseUeberschrift

```
3594 \def\liSyntheseUeberschrift#1{
3595   {
3596     \bfseries
3597     \rmfamily
3598     \str_case:nn {#1} {
3599       {1} {Kanonische-Überdeckung}
3600       {1-1} {Linksreduktion}
3601       {1-2} {Rechtsreduktion}
3602       {1-3} {Löschen-leerer-Klauseln}
3603       {1-4} {Vereinigung}
3604       {2} {Relationsschemata-formen}
3605       {3} {Schlüssel-hinzufügen}
3606       {4} {Entfernung-überflüssiger-Teilschemata}
3607     }
```



```

3608 }
3609 }

\liSyntheseErklaerung Let-Abkürzung: \let\verklaerung=\liSyntheseErklaerung
3610 \def\li@synthese@erklaerung@texte#1{
3611   \str_case:nn {#1} {
3612     {1} {
3613       Die~kanonische~Überdeckung~---also~die~kleinst~mögliche~noch~
3614       äquivalente~Menge~von~funktionalen~Abhängigkeiten~kann~in~vier~
3615       Schritten~erreicht~werden.
3616     }
3617     {1-1} {
3618       Führe~für~jede~funktionale~Anhängigkeit~
3619        $\alpha \rightarrow \beta$ ~die~Linksreduktion~durch,~
3620       überprüfe~also~für~alle~
3621        $A \in \alpha$ ,~ob~ $A$ ~überflüssig~ist,~d.h.~ob~
3622        $\beta \subseteqq \text{liAttributHuelle}\{F, \alpha \cup A\}$ .
3623     }
3624     {1-2} {
3625       Führe~für~jede~(verbliebene)~funktionale~Abhängigkeit~ $\alpha \rightarrow \beta$ ~die~Rechtsreduktion~durch,~überprüfe~also~für~
3626       alle~ $B \in \beta$ ,~ob~ $B \in \text{liAttributHuelle}\{F \cup (\alpha \rightarrow \beta) \cup (\alpha \rightarrow B)\}$ ,~
3627        $\alpha$ ~gilt.~In~diesem~Fall~ist~ $B$ ~auf~der~rechten~Seite~
3628       überflüssig~und~kann~eliminiert~werden,~d.h.~ $\alpha \rightarrow \beta$ ~wird~durch~ $\alpha \rightarrow (\beta \cup B)$ ~
3629       ersetzt.
3630     }
3631     {1-3} {
3632       Entferne~die~funktionalen~Abhängigkeiten~der~Form~ $\alpha \rightarrow \emptyset$ ,~die~im~2.~Schritt~möglicherweise~
3633       entstanden~sind.
3634     }
3635     {1-4} {
3636       Fasse~mittels~der~Vereinigungsregel~funktionale~Abhängigkeiten~
3637       der~Form~ $\alpha \rightarrow \beta_{\{1\}}, \dots, \alpha \rightarrow \beta_{\{n\}}$ ,~so~dass~ $\alpha \rightarrow \beta_{\{1\}} \cup \dots \cup \beta_{\{n\}}$ ~
3638       verbleibt.
3639     }
3640     % Kemper Seite 197
3641     {2} {
3642       Erzeuge~für~jede~funktionale~Abhängigkeit~ $\alpha \rightarrow \beta \in F$ ~ein~Relationenschema~ $\mathcal{R}_{\alpha}$ ~
3643        $:= \alpha \cup \beta$ .
3644     }
3645     {3} {
3646       Falls~eines~der~in~Schritt~2.~erzeugten~Schemata~ $\mathcal{R}_{\alpha}$ ~
3647       einen~Schlüsselkandidaten~von~ $\mathcal{R}$ ~bezüglich~ $F$ ~
3648       enthält,~sind~wir~fertig,~sonst~wähle~einen~Schlüsselkandidaten~
3649        $\mathcal{K} \subseteqq \mathcal{R}$ ~aus~und~definiere~folgendes~
3650       zusätzliche~Schema:~ $\mathcal{R}_{\mathcal{K}} := \mathcal{K}$ ~
3651       und~ $\mathcal{F}_{\mathcal{K}} := \emptyset$ 
3652     }
3653     {4} {
3654       Eliminiere~diejenigen~Schemata~ $\mathcal{R}_{\alpha}$ ,~die~in~einem~
3655       anderen~Relationenschema~ $\mathcal{R}_{\alpha'}$ ~enthalten~sind,~d.h.~
3656        $\mathcal{R}_{\alpha} \subseteqq \mathcal{R}_{\alpha'}$ .
3657     }
3658   }
3659 }
3660 \def\liSyntheseErklaerung#1{
3661   {
3662     \itshape
3663     \footnotesize
3664   }
3665 }

```

```

3670     \liParagraphMitLinien{\li@synthese@erklaerung@texte{#1}}
3671   }
3672 }

```

\liSyntheseUeberErklaerung **Let-Abkürzung:** \let\schrittE=\liSyntheseUeberErklaerung

```

3673 \def\liSyntheseUeberErklaerung#1{
3674   \liSyntheseUeberschrift{#1}\par
3675   \liSyntheseErklaerung{#1}
3676 }

```

```

3677 \ExplSyntaxOff
3678

```

2.50 tabelle.sty

```
3679 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3680 \ProvidesPackage{bschlangaul-tabelle}[2020/12/05 Lädt das Paket tabluarx]
3681 \RequirePackage{tabularx}
3682
```

2.51 typographie.sty

```
3683 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3684 \ProvidesPackage{bschlangaul-typographie}[2021/03/20 Typographische Makros,
3685 die das Erscheinungsbild verändern. Die Schriftdefinition sind in
3686 formatierung.sty definiert.]
```

```
3687 \ExplSyntaxOn
```

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

```
3688 \RequirePackage{fontawesome}
```

`\liErledigt` `\liErledigt:` ✓

```
3689 \let\liErledigt=\faCheckSquareO
```

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

```
3690 \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 —

```
3691 \def\liParagraphMitLinien#1{
3692   \noindent
3693   \vrule height 2pt depth -1.6pt width 0.4cm
3694   \enspace
3695   #1
3696   \enspace
3697   \leaders\vrule height 2pt depth -1.6pt \hfill \null
3698   \par
3699   \medskip
3700 }
```

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

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

```
3701 \def\liGeschweifteKlammern#1#2#3#4{
3702   \par
3703   \medskip
3704   \noindent
3705   #1 \, $= \Bigl\{ \$
3706   \vspace{#3}
3707   #2
3708   \vspace{#4}
3709   \begin{flushright} \$\Bigr\} \$\end{flushright}
3710   \par
3711 }
```

`\liTypoUeberschrift`

```
3712 \def\liTypoUeberschrift#1{
3713   {
3714     \bfseries\rmfamily
3715     #1
3716   }
3717 }
```

\liTypoUeberGross

```
3718 \def\liTypoUeberGross#1{
3719   {
3720     \huge
3721     \liTypoUeberschrift{#1}
3722   }
3723 }
```

\liTypoUeberGross

```
3724 \def\liTypoUeberGROSS#1{
3725   {
3726     \Huge
3727     \liTypoUeberschrift{#1}
3728   }
3729 }
```

3730 \ExplSyntaxOff

3731

2.52 uml.sty

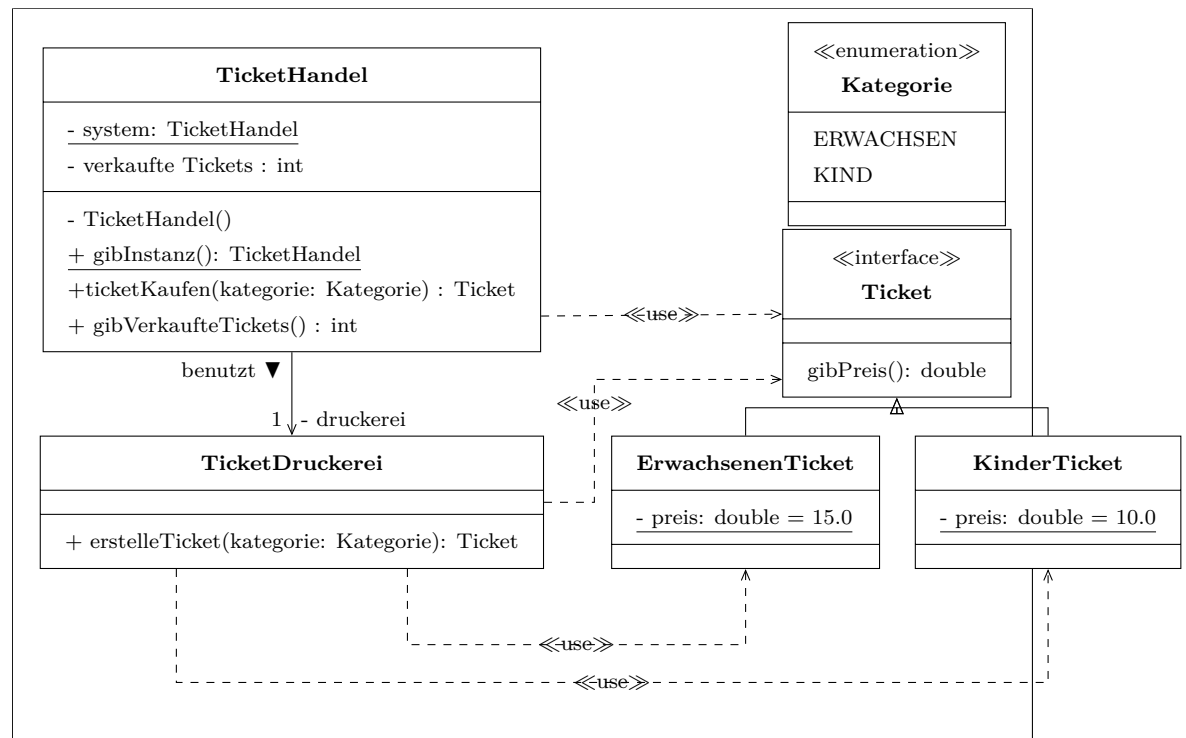
```

3732 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3733 \ProvidesPackage{bschlangaul-uml}[2020/06/13 Ein Hüll-Paket um
3734 `tikz-uml', das einige Design-Einstellungen vornimmt und manche
3735 Erweiterung bereitstellt]

3736 \RequirePackage{tikz-uml}
3737 \RequirePackage{tikz-uml-activity}
3738 % Not compatible with wasysym
3739 %\RequirePackage{mathabx}
3740 \RequirePackage{wasysym}
3741 \usetikzlibrary{positioning}

3742 \tikzumlset{
3743   fill class=white!0,
3744   font=\footnotesize,
3745   fill object=white!0,
3746   fill note=white!0,
3747   fill state=white!0,
3748   % Use case
3749   fill usecase=white!0,
3750   fill system=white!0,
3751 }

```



```

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

```

```

3752 \NewDocumentCommand{ \liUmlLeserichtung } { 0{dir=right} m } {
3753   \def\@liDirLeft{}
3754   \def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}
3755   \pgfkeys{/lese/dir/.is choice}
3756   \pgfkeys{/lese/dir/up/.code={\def\@liDirRight{ \UParrow}}}
3757   \pgfkeys{/lese/dir/down/.code={\def\@liDirRight{ \DOWNarrow}}}
3758   \pgfkeys{/lese/dir/left/.code={\def\@liDirRight{}\def\@liDirLeft{\LEFTarrow }}}
3759   \pgfkeys{/lese/dir/right/.code={\def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}}}
3760
3761   \def\@liPos{above}
3762   \pgfkeys{/lese/pos/.code={\def\@liPos{##1}}}
3763

```

```

3764 \def\@liDistance{0cm}
3765 \pgfkeys{/lese/distance/.code={\def\@liDistance{##1}}}}
3766
3767 \pgfkeys{/lese/.cd,#1}
3768
3769 \node[\@liPos = \@liDistance of #2-middle] {
3770   \@liDirLeft{\footnotesize#2}\@liDirRight
3771 };
3772 }
3773

```

2.53 vollstaendige-induktion.sty

```

3774 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3775 \ProvidesPackage{bschlangaul-vollstaendige-induktion}[2021/07/01
3776 Hilfsmakros zum Setzen der Vollständigen Induktion, vor allem die
3777 Überschriften für die einzelnen Schritte]

```

2.53.1 Makro-Kürzel

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

```

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

```

Lade häufig benötigte Pakete

```
3778 \RequirePackage{bschlangaul-typographie}
3779 \RequirePackage{bschlangaul-mathe}
3780 \RequirePackage{bschlangaul-syntax}
3781 \ExplSyntaxOn
```

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

Let-Abkürzung: \let\m=\liInduktionMarkierung

```
3782 \def\liInduktionMarkierung#1{\textcolor{violet}{#1}}
```

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

Let-Abkürzung: \let\e=\liInduktionErklaerung

```
3783 \def\liInduktionErklaerung#1{\scriptsize\text{#1}}
```

\liInduktionAnfang

```
3784 \def\liInduktionAnfang{
3785   \liPseudoUeberschrift{Induktionsanfang}
3786
3787   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
3788   \liParagraphMitLinien{
3789     Beweise,~dass~ $A(1)$ ~eine~wahre~Aussage~ist.
3790   }
3791 }
```

\liInduktionVoraussetzung

```
3792 \def\liInduktionVoraussetzung{
3793   \liPseudoUeberschrift{Induktionsvoraussetzung}
3794
3795   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
3796   \liParagraphMitLinien{
3797     Die~Aussage~ $A(k)$ ~ist~wahr~für~ein~beliebiges~ $k \in \mathbb{N}$ $.
3798   }
3799 }
```

\liInduktionSchritt

```
3800 \def\liInduktionSchritt{
3801   \liPseudoUeberschrift{Induktionsschritt}
3802
3803   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
3804   \liParagraphMitLinien{
3805     Beweise,~dass~wenn~ $A(n=k)$ ~wahr~ist,~
3806     auch~ $A(n=k+1)$ ~wahr~sein~muss.
3807   }
3808 }

3809 \ExplSyntaxOff
3810
```

2.54 wasserfall.sty

```
3811 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3812 \ProvidesPackage{bschlangaul-wasserfall}[2020/06/10]
3813 \RequirePackage{tikz}
3814 \tikzset{wasserfall/.style={
3815   >=stealth,
3816   node distance = 2mm and -8mm,
3817   start chain = A going below right,
3818   every node/.style = {
3819     draw,
3820     text width=24mm,
3821     minimum height=12mm,
3822     align=center,
3823     inner sep=1mm,
3824     fill=white,
3825     drop shadow={fill=black},
3826     on chain=A
3827   },
3828 }}
3829 \usetikzlibrary{chains,positioning,shadows}
3830
```

2.55 wpkalkuel.sty

```
3831 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3832 \ProvidesPackage{bschlangaul-wpkalkuel}[2020/06/13]
```

2.55.1 Makro-Kürzel

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

```
3833 \RequirePackage{amsmath}
3834 \ExplSyntaxOn
```

\liWpKalkuel Let-Abkürzung: `\let\wp=\liWpKalkuel`

```
3835 \def\liWpKalkuelOhneMathe#1#2{
3836   \text{wp}(\texttt{\scriptsize"#1"},\thinspace #2)
3837 }
3838 \def\liWpKalkuel#1#2{
3839   \ifmmode
3840     \liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}
3841   \else
3842     $\liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}$
3843   \fi
3844 }
```

\MatheEnv

```
3845 \def\MatheEnv#1{
3846   \medskip
3847
3848   \hspace{1em}#1
3849
3850   \medskip
3851 }
```

\Mathe

```
3852 \def\Mathe#1{
3853   \MatheEnv{${#1}$}
3854 }
```

\liWpEquivalent Let-Abkürzung: `\let\equivalent=\liWpEquivalent`

```
3855 \def\liWpEquivalent#1{
3856   \MatheEnv{${\equiv}\hspace{1em}${#1}$}
3857 }
```

\liWpErklaerung Let-Abkürzung: `\let\erklaerung=\liWpErklaerung`

```
3858 \newlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}
3859 \def\liWpErklaerung#1{
3860   \setlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}{\leftskip}
3861   \setlength{\leftskip}{0.5cm}
3862
3863   \par
3864   \noindent
3865   {
3866     \scriptsize
3867     #1
3868   }
3869   \par
3870
3871   \setlength{\leftskip}{\@Skip@Erklaerung@Reset}
3872 }
```

\liWpErklaerungVerzweigung

```

3873 \def\liWpErklaerungVerzweigung{
3874   $\liWpKalkuelOhneMathe{if~\{-b~\}~then~\{-a1~\}~else~\{-a2~\}}{Q}
3875   \equiv
3876   (b \land \liWpKalkuelOhneMathe{a1}{Q})
3877   \lor
3878   (\neg b \land \liWpKalkuelOhneMathe{a2}{Q})$
3879 }

3880 \ExplSyntaxOff

3881

```

3 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	1065, 1068, 1074,	2456, 2478, 2498,
\# 766	1075, 1089, 1090,	2525, 2530, 2541,
\, 1016, 1075, 1130, 1357,	1096, 1099, 1102,	2551, 2555, 2638,
1375, 2007, 2009,	1112, 1119, 1121, 1124	2642, 2661, 2684,
2568, 2569, 2570,		2707, 2722, 2802,
3010, 3511, 3518, 3705		2803, 2807, 2830,
\@Skip@Erklaerung@Reset	\sq 2962, 2972	2843, 2903, 2904,
... 3858, 3860, 3871		2954, 2999, 3139,
\@afterheading	A	3159, 3300, 3322,
.. 77, 403, 2413, 2537	\addbibresource	3336, 3499, 3522, 3709
\@afterindentfalse ..	2369, 2370, 2371,	\beginngroup 2393, 2952, 3420
.. 76, 402, 2412, 2536	2372, 2373, 2374,	\beschriftung
\@liDirLeft 3753, 3758, 3770	2375, 2376, 2377, 2378	..... 2436, 2440,
\@liDirRight 3754, 3756,	\AddToHook 79, 279, 405, 605	2444, 2448, 2452, 2454
3757, 3758, 3759, 3770	\advance 3424	\beta 3619,
\@liDistance	\AfterEndEnvironment 3500	3622, 3626, 3627,
... 3764, 3765, 3769	\Alph 2067	3628, 3631, 3641,
\@liPos .. 3761, 3762, 3769	\alph 2067, 2068	3642, 3643, 3648, 3649
\\ 132,	\alpha 3619, 3621, 3622,	\bf 3197, 3198, 3199
134, 158, 162, 166,	3625, 3627, 3628,	\bfseries 54, 121,
458, 460, 484, 488,	3629, 3630, 3631,	187, 244, 380, 447,
492, 1387, 1415,	3635, 3641, 3642,	513, 570, 1216,
1416, 1419, 1420,	3647, 3648, 3649,	2057, 2059, 2820,
1423, 1424, 1519,	3652, 3660, 3661, 3662	3197, 3203, 3205,
1520, 1521, 1628,	\arabic 2067, 3219, 3224,	3207, 3208, 3596, 3714
1662, 1664, 1694,	3229, 3235, 3241, 3247	\bgroup 2431, 2475
1703, 1748, 1790,	\arraystretch 2900	\Bigl 3705
1791, 1792, 1797,	\AtBeginDocument 155, 481	\Bigr 3709
1798, 1799, 1819,	\author 107, 433	\bigskip 72, 84,
2400, 2905, 2963, 2966		87, 237, 289, 292,
\{ 864, 1944,	B	398, 410, 413, 563,
1954, 1966, 1967,	\BeforeBeginEnvironment	615, 618, 1108,
1972, 2006, 2239,	..... 3499	1389, 1394, 2402, 2878
2950, 3375, 3705, 3874	\begin 89, 130, 147, 226,	\bool 994, 1076
\} 864, 1944,	415, 456, 473, 552,	\bowtie
1954, 1966, 1967,	1413, 1467, 1482,	3345, 3348, 3349, 3350
1974, 2010, 2240,	1517, 1541, 1588,	\Box 816
2950, 3375, 3709, 3874	1620, 1635, 1660,	\boxtimes 1206
_ . 47, 59, 95, 221, 373,	1670, 1690, 1710,	
385, 421, 547, 689,	1742, 1759, 1788,	C
697, 702, 704, 963,	1813, 1834, 1858,	\c 2167, 2168
991, 1015, 1018,	1873, 1987, 2073,	\cdot 2613, 2669, 2680
1028, 1051, 1055,	2165, 2193, 2202,	\centerline 2198,
1059, 1061, 1063,	2209, 2317, 2392,	2840, 3298, 3320, 3335

<code>\footnotesize</code>	H	2668, 2673, 2685,
68, 239, 394, 565,	<code>\hbox</code>	2689, 2693, 2697,
804, 1085, 1167,	<code>\headrulewidth</code> .	2701, 2708, 2712,
1261, 1931, 2423,	<code>\headwidth</code>	2716, 3140, 3143,
2509, 2526, 2542,	<code>\hfill</code>	3146, 3160, 3163, 3166
2831, 2859, 2953,	2665, 2671, 2676, 3697	<code>\itshape</code>
2970, 2978, 3107,	<code>\hinweis</code>	1260, 3668
3116, 3359, 3474,	<code>\hline</code>	J
3505, 3669, 3744, 3770	<code>\horizontale</code>	<code>\j</code> 2167, 2168, 2170, 2171,
<code>\footrulewidth</code> .	27, 70, 353, 396	2172, 2177, 2178, 2179
<code>\foreach</code> .	<code>\href</code>	K
<code>\forestFirst</code> . .	2020, 2566,	<code>\k</code>
<code>\forestLast</code> . . .	2733, 2768, 2780, 3525	2177
<code>\forestOget</code> . . .	<code>\hspace</code> . .	<code>\keys</code> . . .
<code>\forestOnes</code>	3097, 3848, 3856	693, 727, 739,
<code>\forestOv</code> 3449, 3450, 3453	<code>\ht</code>	769, 779, 827, 837,
<code>\forestov</code> .	3346	968, 1279, 1283,
3444, 3447, 3448,	<code>\Huge</code> . . .	1297, 1302, 2031, 2038
3449, 3450, 3452, 3453	136, 162, 244,	
<code>\forestset</code>	462, 488, 570, 3726	
<code>\forestSortLevel</code>	<code>\huge</code>	
3437, 3445, 3459, 3460	187, 513, 3720	
<code>\frac</code> 2615, 2648, 2680, 2695	I	
<code>\fullouterjoin</code>	<code>\i</code>	L
3350	2177, 2178	<code>\l</code>
G	<code>\ifcase</code>	720, 721, 722,
<code>\g</code>	<code>\ifLiADDITUM</code>	723, 724, 725, 728,
23, 34, 36, 43, 56,	881, 2472, 2490	729, 730, 731, 732,
57, 113, 116, 132,	<code>\ifLiANTWORT</code>	734, 736, 741, 742,
134, 162, 166, 195,	885, 2428, 2465	743, 744, 745, 746,
199, 203, 207, 208,	<code>\ifLiEXKURS</code> . . .	761, 762, 763, 764,
209, 210, 211, 213,	883, 2496	765, 766, 767, 770,
214, 216, 246, 248,	<code>\ifmmode</code>	771, 772, 773, 774,
253, 257, 347, 349,	1309, 1317, 1325,	775, 776, 782, 783,
360, 362, 369, 382,	1333, 1340, 1946,	784, 785, 786, 787,
383, 439, 442, 458,	1960, 1996, 2584,	788, 819, 820, 821,
460, 488, 492, 521,	2594, 2604, 2618,	822, 823, 824, 825,
525, 529, 533, 534,	2944, 3026, 3087, 3839	828, 829, 830, 831,
535, 536, 537, 539,	<code>\IfNoValueTF</code>	832, 833, 834, 840,
540, 542, 572, 574,	2479, 2562, 2566	841, 842, 843, 844,
579, 583, 691, 937,	<code>\ifnum</code>	845, 846, 1277,
938, 960, 964, 970,	3181,	1280, 1285, 1286,
971, 972, 973, 974,	3422, 3438, 3446, 3452	1289, 1294, 1295,
976, 977, 979, 980,	<code>\ifx</code>	1298, 1299, 1304,
982, 983, 984, 985,	1235, 1391,	2026, 2027, 2028,
986, 987, 988, 989,	2246, 2628, 2631,	2029, 2032, 2033,
992, 996, 997, 998,	2634, 2663, 2669,	2034, 2035, 2041,
1001, 1003, 1004,	2674, 3135, 3146,	2042, 2043, 2044,
1005, 1006, 1007,	3156, 3166, 3619,	2333, 2334, 2335,
1008, 1053, 1057,	3621, 3627, 3648, 3797	2522, 2523, 2524, 2531
1061, 1064, 1065,	<code>\includegraphics</code>	<code>\labelenumi</code>
1067, 1068, 1070,	2106, 2111	2068
1071, 1078, 1079,	<code>\includepdf</code>	<code>\labelenumii</code>
1080, 1081, 1089,	154, 480	2069
1090, 1092, 1098,	<code>\inhalts</code> 267, 284, 593, 610	<code>\labelitemi</code>
1099, 1101, 1102,	<code>\inhaltsverzeichnis</code> 2391	2062
1104, 1105, 1117,	<code>\input</code> 204, 530, 669, 672,	<code>\labelitemii</code>
1120, 1125, 1127, 1131	675, 678, 681, 1137	2063
<code>\Gamma</code> .	<code>\inputminted</code> 3529, 3539,	<code>\labelitemiii</code>
763, 821, 864, 1967	3549, 3561, 3564, 3568	2064
<code>\gappto</code>	<code>\int</code>	<code>\labelitemiv</code>
3455	3432	2065
<code>\geometry</code>	<code>\item</code> .	<code>\land</code>
657	1206, 1207, 1484,	3876, 3878
<code>\geq</code>	1488, 1493, 1498,	<code>\LARGE</code> . .
2246, 2646,	1542, 1551, 1556,	132, 166, 253,
3135, 3140, 3156, 3160	1564, 1636, 1641,	458, 492, 579, 2057
	1645, 1671, 1711,	<code>\Large</code> . . .
	1716, 1723, 1731,	55, 158, 381, 484
	1760, 1765, 1769,	<code>\large</code> 46, 134, 227, 372,
	1774, 1874, 1879,	460, 553, 2198, 3409
	1884, 2203, 2204,	<code>\leaders</code>
	2519, 2523, 2643,	3697
	2648, 2652, 2662,	<code>\left</code>
		2578, 3020
		<code>\LEFTarrow</code>
		3758
		<code>\leftarrow</code>
		1323
		<code>\leftouterjoin</code>
		3348
		<code>\leftskip</code> 3860, 3861, 3871
		<code>\LehramtInformatikAutorEmail</code>
		2349

<code>\LehramtInformatikAutorName</code>	<code>liAdditum (environment)</code>	<code>\liCpmVorgang</code>	1292
..... 2348	..... 2470	<code>\liCpmZu</code>	1323
<code>\LehramtInformatikGitBranch</code>	<code>\LiADDITUMfalse</code>	<code>\liCpmZuOhneMathe</code>	1323, 1326, 1328
..... 1116, 3493	<code>\LiADDITUMtrue</code>	<code>liDiagramm (environment)</code>	2549
<code>\LehramtInformatikGithubCodeRepos</code>	..... 2951	<code>liEinbettung (environment)</code>	2425
<code>\LehramtInformatikGithubDomain</code>	<code>liAlphabet</code>	<code>\liEntwurfs</code>	1829
..... 1113, 3489	<code>liAntwort (environment)</code>	<code>\liEntwurfsAbstrakteFabrik</code>	1459
<code>\LehramtInformatikGithubRawDomain</code>	..... 2426	<code>\liEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung</code>	1407, 1460
..... 3490	<code>\LiANTWORTfalse</code>	<code>\liEntwurfsAbstrakteFabrikCode</code>	1454, 1464
<code>\LehramtInformatikGithubTexRepos</code>	<code>\LiANTWORTtrue</code>	<code>\liEntwurfsAbstrakteFabrikUml</code>	1412, 1462
..... 1114, 3491	<code>\liAnweisung</code>	<code>\liEntwurfsAdapter</code>	1511
<code>\LehramtInformatikRepository</code>	<code>\liAssemblerCode</code>	<code>\liEntwurfsAdapterAkteure</code>	1481, 1513
154, 205, 480, 531,	<code>\liAssemblerDatei</code>	<code>\liEntwurfsAdapterCode</code>	1505, 1514
669, 672, 675, 678,	<code>\liAttribut</code>	<code>\liEntwurfsAdapterUml</code>	1466, 1512
681, 2103, 2369,	<code>\liAttributHuelle</code>	<code>\liEntwurfsBeobachter</code>	1582
2370, 2371, 2372,	... 2942, 3622, 3627	<code>\liEntwurfsBeobachterAkteure</code>	1540, 1584
2373, 2374, 2375,	<code>\liAttributHuelleOhneMathe</code>	<code>\liEntwurfsBeobachterCode</code>	1574, 1585
2376, 2377, 2378, 3488	..... 2942, 2945,	<code>\liEntwurfsBeobachterUml</code>	1516, 1583
<code>\LehramtInformatikTitel</code>	2947, 2961, 2971, 2979	<code>\liEntwurfsDekorierer</code>	1614
..... 2344	<code>\liAttributMenge</code>	<code>\liEntwurfsDekoriererAkteure</code>	1616
<code>\leq</code>	..... 2950, 2962, 2965,	<code>\liEntwurfsDekoriererCode</code>	1606, 1617
<code>\let</code>	2972, 2973, 2987, 2989	<code>\liEntwurfsDekoriererUml</code>	1587, 1615
..... 1956,	<code>\liAufgabe</code>	<code>\liEntwurfsEinfacheFabrik</code>	1650
1957, 2394, 3294,	<code>\liAufgabenMetadaten</code>	<code>\liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure</code>	1634, 1652
3295, 3296, 3297,	40, 219, 366, 545, 699	<code>\liEntwurfsEinfacheFabrikUml</code>	1619, 1651
3310, 3312, 3313,	<code>\liAufgabenTitel</code>	<code>\liEntwurfsEinzelstueck</code>	1680
3314, 3316, 3317,	<code>\liAusdruck</code>	<code>\liEntwurfsEinzelstueckAkteure</code>	1669, 1685
3318, 3319, 3329,	<code>\liAutomat</code>	<code>\liEntwurfsEinzelstueckBeschreibung</code>	1654, 1681
3421, 3459, 3460, 3689	<code>\liAutomatenKante</code>	<code>\liEntwurfsEinzelstueckCode</code>	1677, 1687
<code>\li@chomsky@erklaerung@texte</code>	<code>\liBandAlphabet</code>	<code>\liEntwurfsEinzelstueckUml</code>	1659, 1683
..... 1226, 1262	<code>\liBedingung</code>	<code>\liEntwurfsErbauer</code>	1737
<code>\li@EntwurfsCode</code>	<code>\liBedingungDrei</code>	<code>\liEntwurfsErbauerAkteure</code>	1709, 1739
..... 1404, 1455,	... 2633, 2676, 2716	<code>\liEntwurfsErbauerUml</code>	1689, 1738
1456, 1457, 1506,	<code>\liBedingungEins</code>	<code>\liEntwurfsFabrikmethode</code>	1783, 1808
1507, 1508, 1509,	... 2627, 2665, 2708		
1575, 1576, 1577,	<code>\liBedingungFalsch</code>		
1578, 1579, 1580,	<code>\liBedingungWahr</code>		
1607, 1608, 1609,	<code>\liBedingungZwei</code>		
1610, 1611, 1612,	... 2630, 2671, 2712		
1678, 1848, 1849,	<code>\liBeschriftung</code>		
1850, 1851, 1891, 1892	..... 2415		
<code>\li@EntwurfsCodeAllgemein</code>	<code>\liBindeAufgabeEin</code>		
..... 1403	..... 202, 528		
<code>\li@fussnote@text</code>	<code>\liBindePdfEin</code>		
2856, 2862, 2866, 2870, 2874	... 154, 480		
<code>\li@GithubLink</code>	<code>\liChomskyErklaerung</code>		
..... 3521, 3534, 3544, 3555	..... 1226, 1267		
<code>\li@mget</code>	<code>\liChomskyUeberErklaerung</code>		
2154, 2158, 2178	..... 1265		
<code>\li@minc</code>	<code>\liChomskyUeberschrift</code>		
..... 2157, 2179	..... 1214, 1266		
<code>\li@mset</code>	<code>\liCpmEreignis</code>		
..... 2151, 2159, 2168, 2171	..... 1275		
<code>\li@numdiscs</code>	<code>\liCpmFruehErklaerung</code>		
..... 2163, 2172, 2178	..... 1346		
<code>\li@Rmodell@Schrift</code>	<code>\liCpmFruehI</code>		
..... 3359, 3368, 3378	... 1339, 1359		
<code>\li@SansFett</code>	<code>\liCpmSpaetErklaerung</code>		
..... 118,	..... 1364		
132, 134, 136, 158,	<code>\liCpmSpaetI</code>		
162, 166, 444, 458,	... 1332, 1377		
460, 462, 484, 488, 492	<code>\liCpmVon</code>		
<code>\li@sequence</code>	<code>\liCpmVonOhneMathe</code>		
... 2164, 2177	... 1315, 1318, 1320		
<code>\li@synthese@erklaerung@texte</code>	<code>\liCpmVonZu</code>		
..... 3610, 3670	..... 1307		
<code>\li@Ableitung</code>	<code>\liCpmVonZuOhneMathe</code>		
..... 1981	... 1307, 1310, 1312		

\liEntwurfsFabrikmethodeAkteure	\liFussnoteVierText .	\liLogoTextCCLizenz .
..... 1758, 1785	..... 2873, 2890	86, 291, 412, 617, 2836
\liEntwurfsFabrikmethodeUml	\liFussnoteZweiText .	\liLogoTextProjekt ..
..... 1741, 1784	..... 2865, 2884	83, 288, 409, 614, 2812
\liEntwurfsKompositum	\liGeschweifteKlammern	\liMasterExkurs 2721
..... 1808	... 1985, 2996, 3701	\liMasterFaelle 2660, 2728
\liEntwurfsKompositumAkteure	\liGrafikCCLizenz ...	\liMasterFallRechnung
..... 1810	..... 2105, 2840	..... 2706
\liEntwurfsKompositumUml	\liGrafikLogo	\liMasterVariablen ..
..... 1787, 1809	... 236, 562, 2110, 2816	..... 2637, 2723
\liEntwurfsModellPraesentationSteuerung	\liSteuerungLogoPfad ...	\liMasterVariablenDeklaration
..... 1829	... 2102, 2107, 2112	..... 2683
\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungAkteure	..... 2024	\liMasterWolframLink 2731
..... 1831	liGraphenFormat (envi-	\liMenge 728, 729, 731,
\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml	ronment) 2144	770, 771, 772, 776,
..... 1812, 1830	\liHanoi 2151	828, 829, 830, 834,
\liEntwurfsStellvertreter	\liHaskellCode 3566	1944, 1993, 2032, 2033
..... 1853	\liHaskellDatei 3567	\liMengeOhneMathe ...
\liEntwurfsStellvertreterCode	\liInduktionAnfang . 3784	... 1944, 1947, 1949
..... 1847, 1855	\liInduktionErklaerung	\liMetaBschlangaulSammlung
\liEntwurfsStellvertreterUml	..... 3783	..... 2754, 2821
..... 1833, 1854	\liInduktionMarkierung	\liMetaCCLink .. 2766, 2845
\liEntwurfsZustand . 1894	..... 3782	\liMetaEmail
\liEntwurfsZustandAkteure	\liInduktionSchritt 3800	... 2776, 2781, 2783
..... 1872, 1896	\liInduktionVoraussetzung	\liMetaEmailLink
\liEntwurfsZustandCode	..... 3792	..... 2779, 2795
..... 1890, 1897	liJavaAngabe (environ-	\liMetaHermineBschlangaulAndFriends
\liEntwurfsZustandUml	ment) 3507	... 239, 565, 2757, 2825
..... 1857, 1895	\liJavaCode 3510	\liMetaHilfMit
\liEpsilon 1952	\liJavaDatei .. 1405, 3528	... 92, 418, 2786, 2797
\liErAttribute	\liJavaExamen 3548	\liMetaQuelltext
... 1910, 1924, 1926	\liJavaTestDatei ... 3538	..... 94, 420, 2797
\liErDatenbankName . 1929	liKasten (environment) 2072	\liMetaSetze 41,
\liErEntity 1908, 1912, 1914	\liKellerAutomat 759	220, 367, 546, 688, 700
\liErLedigt 3689	\liKellerKante 797	\liMetaUeberDasProjekt
\liErMpAttribute ... 1923	\liKellerUebergang ..	..... 2760, 2832
\liErMpEntity 1911	..... 792, 798	\liMinimierungErklaerung
\liErMpRelationship 1917	\liKontrollCode 2328	..... 2914
\liErRelationship ...	liKontrollflussgraph	\liMinispracheDatei 3563
... 1909, 1918, 1920	(environment) 2316	\linespread 3366
\liExamensAufgabe ... 671	\liKontrollKnotenPfad	\liNichtsZuTun 3690
\liExamensAufgabeA .. 680	..... 2330	\liO 2600, 2628
\liExamensAufgabeTA . 677	\liKontrollTextzeileKnoten	\liOmega 2590, 2634
\liExamensAufgabeTTA 674	..... 2329, 2334	\liOmegaOhneMathe ...
liExkurs (environment) 2495	\liKurzeTabellenLinie	... 2590, 2595, 2597
\liEXKURSFalse 883	..... 1387	\liONotationO 3022
\liEXKURStrue 883	\liLadeAllePakete ...	\liOOhneMathe
\liFalsch 1207	..... 190, 516, 891	... 2600, 2605, 2607
\liFlaci 2013	\liLadePakete .. 6, 109,	\liParagraphMitLinien
\liFremd 3358	176, 307, 321, 332,	..... 1262, 1347,
\liFunktionaleAbhaengigkeit	435, 502, 633, 647,	1365, 2916, 3670,
... 2981, 2984, 2992	711, 714, 887, 892,	3691, 3788, 3796, 3804
\liFunktionaleAbhaengigkeiten	1213, 1274, 1943,	\liPetriErreichKnotenDrei
..... 2995	2188, 2753, 2854,	..... 3096
\liFussnote ... 2855, 2857	2934, 3102, 3471, 3592	\liPetriErreichTransition
\liFussnoteDreiText .	\liLatexCode 3520	..... 3093
..... 2869, 2887	\liLeereZelle 2892	\liPetriSetzeSchluessel
\liFussnoteEinsText .	liLernkartei (environ-	..... 3038
..... 2861, 2881	ment) 2539	\liPetriTransitionsName
\liFussnoteLink 2565	\liLinksReduktion .. 2959	..... 3085, 3097
\liFussnoten 2877	\liLinksReduktionInline	\liPetriTransitionsNameOhneMathe
\liFussnoteUrl . 1827, 2561	..... 2968, 2976	... 3085, 3088, 3090
		\liPetriTransPfeile 3097

<code>\liPolynomiellReduzierbar</code>	<code>\liSyntheseUeberErklaerung</code>	<code>\liZustandsMengenSammlung</code>
..... 2208	..... 3673	..... 3104
<code>\liPotenzmenge</code>	<code>\liSyntheseUeberschrift</code>	<code>\liZustandsMengenSammlungNr</code>
... 1953, 1957, 3108	..... 3594, 3674	..... 3113
<code>\liPotenzmengeOhneMathe</code>	<code>\liT</code> 2610, 2625, 2639, 2703	<code>\liZustandsmengeOhneMathe</code>
... 1954, 1955, 1956	<code>\liTeilen</code> .....	..... 1956
<code>\liPrimaer</code>	2939	<code>\liZustandsname</code> 1979
3357	<code>\literatur</code> 2357, 2381	<code>\liZustandsnameGross</code>
<code>\liProblemBeschreibung</code>	<code>\liTheta</code> .....	... 1980, 3105, 3114
..... 2192	2580, 2631, 2663, 2669, 2674	<code>\liZustandsnameTiefgestellt</code>
<code>\liProblemClique</code> ... 2215	<code>\liThetaOhneMathe</code> ...	..... 1995
<code>\liProblemName</code> .....	... 2580, 2585, 2587	<code>\liZustandsPaar</code> 2894
..... 2191, 2198,	<code>\liTitelSeite</code>	<code>\liZustandsPaarVariablenName</code>
2210, 2212, 2225,	.. 143, 157, 469, 483	... 2893, 2896, 2897
2236, 2237, 2245, 2246	<code>\liTOhneMathe</code>	<code>\llap</code>
<code>\liProblemSat</code> .....	... 2610, 2619, 2621	3346
2244	<code>\liTrennSeite</code> ... 126, 452	<code>\LoadClass</code>
<code>\liProblemSubsetSum</code> .	<code>\liTuringKante</code>	4,
..... 2235, 2244	860	104, 174, 302, 316,
<code>\liProblemVertexCover</code>	<code>\liTuringLeerzeichen</code>	330, 430, 500, 628, 642
..... 2215, 2223	..... 816, 824	<code>\log</code>
<code>\liProduktionen</code> 1992, 2034	<code>\liTuringMaschine</code> ... 817	2628,
<code>liProduktionsRegeln</code>	<code>\liTuringUeberfuehrung</code>	2631, 2634, 2663, 2669
(environment) 1982	..... 863	<code>\logo</code> 2801, 2814, 2838
<code>liProjektSprache</code> (envi-	<code>\liTuringUebergaeenge</code>	<code>\loop</code>
ronment) 2424	..... 855, 861	3179
<code>\liPruefungsNummer</code> ..	<code>\liTuringUebergangZelle</code>	<code>\lor</code>
..... 112, 438	..... 850	3877
<code>\liPruefungsTitel</code> 115, 441	<code>\liTypoUeberGROSS</code> .. 3724	<code>\ltimes</code>
<code>\liPseudoUeberschrift</code>	<code>\liTypoUeberGross</code> ...	2739
..... 2401,	..... 3718, 3724	
2481, 2484, 2902,	<code>\liTypoUeberschrift</code> .	M
2912, 3785, 3793, 3801	... 3712, 3721, 3727	<code>\makeatletter</code>
<code>\liPumpingKontextfrei</code>	<code>\liUeberfuehrungsFunktion</code>	3418
..... 3154	..... 1958	<code>\makeatother</code>
<code>\liPumpingRegulaer</code> . 3133	<code>\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe</code>	3426
<code>liQuellen</code> (environment)	... 1958, 1961, 1963	<code>\marginpar</code>
..... 2519	<code>liUebergangsTabelle</code>	1913, 1919, 1925, 2399
<code>\liRechtsReduktionInline</code>	(environment) 2900	<code>\mathbb</code> .. 2246, 3166, 3797
..... 2976	<code>\liUeberschriftDreiecksTabelle</code>	<code>\mathbin</code> . 3348, 3349, 3350
<code>\liRekursionsGleichung</code>	..... 2910	<code>\mathcal</code>
..... 2624, 2687	<code>\liUmlLeserichtung</code> . 3752	2601, 3023, 3648,
<code>\liRelation</code>	<code>\liVertauschen</code> 3386	3653, 3655, 3656, 3657
3006	<code>\liWortInSprache</code> ... 1388	<code>\Mathe</code>
<code>liRelationenSchemaFormat</code>	<code>\liWortNichtInSprache</code>	3852
(environment) 3379	..... 1393	<code>\MatheEnv</code> 3845, 3853, 3856
<code>\liRelationMenge</code> ... 3373	<code>\liWpEquivalent</code> 3855	<code>\mathord</code>
<code>\liRichtig</code>	<code>\liWpErklaerung</code> 3858	2746, 2747
1206	<code>\liWpErklaerungVerzweigung</code>	<code>\pdfsetup</code>
<code>liRmodell</code> (environment)	..... 3873	2071,
..... 3359	<code>\liWpKalkuel</code>	2437, 2441, 2445, 2449
<code>\liRundeKlammer</code>	3835	<code>\mdseries</code>
2577, 2581, 2591,	<code>\liWpKalkuelOhneMathe</code>	2457
2601, 2615, 3019, 3023	..... 3835, 3840,	<code>\medskip</code> 48, 65, 374, 391,
<code>\liSetzeExamenTeilaufgabeNr</code>	3842, 3874, 3876, 3878	2200, 2408, 2418,
..... 198, 524	<code>\liZustandsBuchstabe</code>	2420, 2529, 2557,
<code>\liSetzeExamenThemaNr</code>	..... 1968,	2828, 3364, 3370,
..... 194, 520	1977, 1979, 1997, 1999	3699, 3703, 3846, 3850
<code>\liSortierMarkierung</code> 3398	<code>\liZustandsBuchstabeGross</code>	<code>\memph</code>
<code>\liSortierPfeil</code> 3392	... 1969, 1978, 1980	2399
<code>\liSortierPfeilUnten</code> 3395	<code>\liZustandsmenge</code> ... 1956	<code>\mintinline</code> 3513,
<code>\liSpaltenUmbruch</code> .. 3467	<code>\liZustandsmengeNr</code> ..	3520, 3559, 3566, 3571
<code>\liSqlCode</code> .....	..... 1970, 3117	<code>\mkern</code> ... 3348, 3349, 3350
3571	<code>\liZustandsmengeNrGross</code>	<code>\mlq</code>
<code>\listen@punkt</code> .. 2519, 2531	..... 1978	2744, 2746
<code>\liStrich</code>		<code>\mrq</code>
2190		2744, 2747
<code>\liSyntheseErklaerung</code>		<code>\msg</code>
..... 3610, 3675		1135
		<code>\myList</code>
		3439, 3440, 3441, 3444
		<code>\myNodes</code>
		3428,
		3443, 3449, 3453, 3455
		N
		<code>\NeedsTeXFormat</code> 1, 101,
		171, 298, 313, 327,
		427, 497, 624, 639,
		653, 666, 684, 709,
		877, 1141, 1202,

1209, 1271, 1384,
1399, 1900, 1936,
2049, 2087, 2096,
2117, 2146, 2184,
2256, 2339, 2355,
2361, 2383, 2573,
2736, 2749, 2851,
2930, 3013, 3033,
3099, 3124, 3129,
3173, 3339, 3352,
3381, 3462, 3469,
3476, 3481, 3573,
3588, 3679, 3683,
3732, 3774, 3811, 3831
`\neg` 3878
`\negthinspace` .. 2578, 3020
`\newcounter` ... 3193, 3194
`\NewDocumentCommand` .
..... 719, 760,
797, 818, 860, 887,
1276, 1293, 1332,
1339, 1388, 1393,
2003, 2025, 2105,
2110, 2208, 2331,
2359, 2561, 2565,
2995, 3006, 3093,
3528, 3538, 3548,
3560, 3563, 3567, 3752
`\NewDocumentEnvironment`
1982, 2072, 2144,
2316, 2424, 2425,
2426, 2470, 2495,
2520, 2539, 2549,
2901, 2951, 3361, 3379
`\newif` 881, 883, 885
`\newlength` 3858
`\newminted` 3507
`\node` 1289, 2324,
2329, 3219, 3224,
3229, 3235, 3241,
3247, 3398, 3443, 3769
`\noexpand` 3307,
3308, 3309, 3328, 3443
`\noindent` 29,
45, 53, 67, 91, 355,
371, 379, 393, 417,
1087, 1390, 1395,
2405, 2417, 2421,
2453, 2510, 2512,
2527, 2543, 2545,
2553, 2725, 2880,
2883, 2886, 2889,
3374, 3692, 3704, 3864
`\nolinkurl` 3525
`\normalsize` ... 2059, 3514
`\notin` 1396
`\null` 3697

O
`\o` 3022, 3027, 3029
`\o@join`
3345, 3348, 3349, 3350
`\Omega` 2591
`\omega` 3135, 3136, 3156, 3157

`\or` 3256

P
`\pagestyle` . 225, 551, 2082
`\par` 24,
28, 31, 48, 63, 74,
228, 232, 236, 238,
239, 246, 248, 253,
257, 261, 350, 354,
357, 374, 389, 400,
554, 558, 562, 564,
565, 572, 574, 579,
583, 587, 1086,
1107, 1266, 2014,
2022, 2404, 2410,
2416, 2511, 2535,
2544, 2823, 2826,
3298, 3320, 3335,
3376, 3674, 3698,
3702, 3710, 3863, 3869
`\paragraph` 2059
`\parindent` 3367
`\path` .. 751, 798, 861, 1304
`\pgfkeys` .. 3049, 3755,
3756, 3757, 3758,
3759, 3762, 3765, 3767
`\pgfmath@count`
... 3420, 3422, 3424
`\pgfmath@smuggleone` 3425
`\pgfmathdeclarefunction`
..... 3419
`\pgfmathint` 3420
`\pgfmathparse`
..... 2158, 3437,
3442, 3445, 3459, 3460
`\pgfmathresult`
..... 2159, 3420,
3421, 3423, 3425,
3438, 3446, 3459, 3460
`\pgfutil@empty` 3421
`\pgfutil@loop` 3422
`\pgfutil@repeat` 3425
`\preceq` 2211
`\prime` 2190
`\printbibliography` . 2381
`\ProvidesClass` 2,
102, 172, 299, 314,
328, 428, 498, 625, 640
`\ProvidesPackage`
654, 667, 685, 710,
878, 1142, 1203,
1210, 1272, 1385,
1400, 1901, 1937,
2050, 2088, 2097,
2118, 2147, 2185,
2257, 2340, 2356,
2362, 2384, 2574,
2737, 2750, 2852,
2931, 3014, 3034,
3100, 3125, 3130,
3174, 3340, 3353,
3382, 3463, 3470,
3477, 3482, 3574,

3589, 3680, 3684,
3733, 3775, 3812, 3832

Q
`\QS@list`
3300, 3311, 3315,
3322, 3328, 3333, 3336
`\QS@select@equal`
..... 3275, 3279
`\QS@select@greater` ..
..... 3276, 3280
`\QS@select@smaller` ..
... 3271, 3274, 3278
`\QS@sort@a`
3253, 3286, 3307, 3308
`\QS@sort@b` 3253, 3254
`\QS@sort@c` 3257, 3264
`\QS@sort@d` 3265, 3273
`\QS@sort@empty` . 3255, 3260
`\QS@sort@single` 3256, 3261
`\QSinitialize`
... 3178, 3290, 3325
`\QSIr` . 3261, 3267, 3275,
3295, 3309, 3314, 3317
`\QSIrr` 3296, 3309, 3310, 3318
`\QSLr` 3267,
3274, 3285, 3286,
3294, 3307, 3312, 3316
`\QSpivotStep`
3180, 3290, 3294, 3305
`\QSr` 3267
`\QSRr` 3276,
3297, 3308, 3313,
3319, 3328, 3329, 3330
`\QSSortStep`
3182, 3290, 3306, 3307
`\quad` 2858

R
`\raggedright` 2460
`\raisebox` 2329
`\relax` 2394,
3267, 3310, 3312,
3313, 3314, 3422, 3424
`\renewcommand` 272, 274,
598, 600, 2062,
2063, 2064, 2065,
2068, 2069, 2083,
2084, 2350, 2351, 2900
`\repeat` 3183
`\RequirePackage`
.. 5, 17, 105, 106,
110, 175, 186, 191,
192, 278, 304, 308,
311, 318, 322, 325,
331, 343, 431, 432,
436, 501, 512, 517,
518, 604, 630, 634,
637, 644, 648, 651,
656, 712, 815, 879,
889, 1138, 1144,
1145, 1205, 1273,
1402, 1403, 1903,
1905, 1906, 1942,

2051, 2052, 2054, 2056, 2061, 2070, 2077, 2085, 2089, 2090, 2100, 2101, 2119, 2120, 2121, 2149, 2150, 2189, 2258, 2358, 2363, 2364, 2380, 2387, 2388, 2389, 2576, 2740, 2741, 3016, 3017, 3018, 3035, 3037, 3127, 3187, 3189, 3341, 3342, 3343, 3356, 3384, 3415, 3466, 3472, 3479, 3484, 3495, 3496, 3576, 3681, 3688, 3736, 3737, 3739, 3740, 3778, 3779, 3780, 3813, 3833	<code>\seq</code> . 2333, 2334, 2335, 2522, 2523, 2524, 2531 <code>\setbox</code> .. 2430, 2474, 3345 <code>\setcounter</code> 189, 277, 515, 603, 2060, 3299, 3321, 3335 <code>\setganttlinklabel</code> .. 2091, 2092, 2093, 2094 <code>\setlength</code> 270, 271, 273, 596, 597, 599, 2352, 3367, 3860, 3861, 3871 <code>\setmainfont</code> 2053 <code>\setmainlanguage</code> ... 1139 <code>\setminted</code> 3501, 3502 <code>\setminus</code> 2980 <code>\setul</code> 3358 <code>\shoveleft</code> 2960 <code>\shoveright</code> 2964 <code>\Sigma</code> 721, 762, 820, 1966, 1967, 2027 <code>\sigma</code> ... 1240, 1242, 1243 <code>\SLASH</code> 2400 <code>\small</code> 2552 <code>\sort</code> 3432 <code>\sortList</code> 3431, 3440 <code>\square</code> 1207 <code>\stepcounter</code> 3219, 3224, 3229, 3232, 3234, 3238, 3240, 3244, 3246 <code>\stichwoerter</code> 20, 68, 346, 394 <code>\str</code> 113, 116, 132, 134, 162, 166, 439, 442, 458, 460, 488, 492, 1019, 1218, 1227, 2434, 3109, 3118, 3598, 3611 <code>\string</code> 2962, 2972 <code>\StrSubstitute</code> . 3439, 3441 <code>\strut</code> .. 128, 140, 145, 151, 454, 466, 471, 477, 2685, 2689, 2693, 2697, 2701, 3467 <code>\subsection</code> 200, 526 <code>\subseteq</code> 3622, 3655, 3662 <code>\subsubsection</code> .. 221, 547	<code>\textsf</code> 2528 <code>\textstyle</code> 2648, 2680 <code>\texttt</code> 1931, 2191, 2325, 2326, 2327, 2328, 3836 <code>\textwidth</code> .. 30, 356, 2352 <code>\thematik</code> . 33, 62, 359, 388 <code>\thepage</code> 2081, 2347 <code>\theparagraph</code> 2059 <code>\thesection</code> 187, 513 <code>\Theta</code> 2581 <code>\thinspace</code> 3836 <code>\thispagestyle</code> .. 156, 482 <code>\tikz</code> 2329 tikz: bbaum 39 tikz: li binaer baum 37 <code>\tikzchildnode</code> 1162 <code>\tikzparentnode</code> 1162 <code>\tikzset</code> 753, 800, 866, 1147, 1173, 2123, 2260, 3075, 3201, 3405, 3578, 3814 <code>\tikzumlset</code> 3742 <code>\times</code> 864 <code>\tiny</code> 90, 416, 1914, 1920, 1926, 2328, 2399, 3523 <code>\titel</code> .. 223, 280, 549, 606 <code>\titleformat</code> 187, 513, 2057, 2059 <code>\titlespacing</code> 2058 <code>\tl</code> 21, 34, 43, 56, 195, 199, 203, 210, 213, 347, 360, 369, 382, 521, 525, 529, 536, 539, 691, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 728, 729, 730, 731, 732, 734, 736, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 961, 965, 992, 996, 997, 998, 1001, 1006, 1007, 1008, 1020, 1029, 1064, 1067, 1070, 1078, 1079, 1080, 1081, 1092, 1098, 1101, 1104, 1120, 1127, 1277, 1280, 1285, 1286, 1294, 1295, 1298, 1299, 2005, 2026, 2027, 2028, 2029, 2032, 2033, 2034, 2035, 2611 <code>\tmp</code> 2982 <code>\TmpPlaceEight</code> 3057 <code>\TmpPlaceFive</code> 3054 <code>\TmpPlaceFour</code> 3053 <code>\TmpPlaceNine</code> 3058
S		
<code>\sb</code> 724, 734, 736, 765, 823, 1242, 1243, 1247, 1250, 1251, 1252, 1334, 1336, 1341, 1343, 1997, 1999, 2628, 2631, 2634, 2663, 2669, 2920, 3085, 3094, 3641, 3642, 3643, 3648, 3652, 3653, 3656, 3657, 3660, 3661, 3662 <code>\scriptscriptstyle</code> 1307, 1315, 1323 <code>\scriptsize</code> 2016, 2269, 2276, 2282, 2344, 2345, 2348, 2349, 2457, 2844, 3783, 3836, 3866 <code>\section</code> 187, 196, 513, 522, 704 <code>\sectionbreak</code> ... 188, 514		
	T	
	<code>\tableofcontents</code> 275, 601, 2395 <code>\TeX</code> 2798 <code>\text</code> 734, 736, 839, 2942, 3783, 3836 <code>\textbf</code> . 22, 348, 1354, 1372, 1908, 2216, 2225, 2236, 2245, 2406, 2419, 2454, 2511, 2528, 2544, 2905 <code>\textcolor</code> 2328, 3512, 3782 <code>\textit</code> . 35, 361, 1748, 1790, 1791, 1792, 1793, 2554, 2950, 3010 <code>\textsc</code> 2191	

\TmpPlaceOne	3050	1661, 1692, 1693,	V
\TmpPlaceSeven	3056	1696, 1747, 1750,	\value 3181
\TmpPlaceSix	3055	1789, 1795, 1796,	\varepsilon 1219,
\TmpPlaceTen	3059	1814, 1815, 1816,	1230, 1231, 1952,
\TmpPlaceThree	3052	1837, 1838, 1839,	2628, 2634, 2666, 2677
\TmpPlaceTwo	3051	1859, 1860, 1861, 1862	\vbox 2430, 2474
\TmpScale	3070	\umldep 1755	\vfill ... 80, 129, 139,
\TmpTransitionEight ..	3046, 3067	\umlHVVHaggreg	146, 150, 234, 241,
\TmpTransitionFive ..	3043, 3064	... 1536, 1602, 1805	265, 286, 406, 455,
\TmpTransitionFour ..	3042, 3063	\umlinherit 1475,	465, 472, 476, 560,
\TmpTransitionNine ..	3047, 3068	1526, 1700, 1745, 1753	567, 591, 612, 3467
\TmpTransitionOne ...	3039, 3060	\umlnote . 1477, 1702, 1869	\vrule 3693, 3697
\TmpTransitionSeven .	3045, 3066	\umlreal 1473, 1534	\vspace 133, 135,
\TmpTransitionSix ...	3044, 3065	\umlsimpleclass	160, 164, 230, 251,
\TmpTransitionTen ...	3048, 3069	... 1429, 1430,	255, 259, 272, 459,
\TmpTransitionThree .	3041, 3062	1431, 1435, 1437,	461, 486, 490, 556,
\TmpTransitionTwo ...	3040, 3061	1438, 1439, 1468,	577, 581, 585, 598,
\TmpX	3071	1621, 1622, 1623,	2497, 2515, 3706, 3708
\TmpY	3072	1691, 1743, 1744, 1835	X
\today	2345	\umlstatic 1628, 1662	\xappto .. 3443, 3449, 3453
\ttfamily	3359	\umluniaggreg 1698	\xdef 2152
U		\umluniassoc	\xintApply 3269
\ul	1909, 3357, 3358	1449, 1474, 1699,	\xintApplyUnbraced ..
\umlaggreg	1867	1823, 1824, 1843, 1844	3268, 3274, 3275, 3276
\umlassoc	1825	\umlVHuniassoc . 1450, 1451	\xintCSVtoList 3328
\umlclass	1414,	\umlVHVdep 1443, 1444,	\xintFor
1418, 1422, 1469,		1446, 1447, 1630, 1631	3218, 3223, 3228,
1470, 1471, 1518,		\umlVHVinherit .. 1426,	3233, 3239, 3245, 3286
1523, 1528, 1531,		1427, 1432, 1433,	\xintifEq 3279
1589, 1590, 1591,		1440, 1441, 1599,	\xintifForLast
1596, 1597, 1626,		1600, 1624, 1625,	... 3235, 3241, 3247
		1803, 1804, 1841, 1842	\xintifGt 3280
		\umlVHVreal	\xintifLt 3278
		1593, 1594, 1864, 1865	\xintLength 3253
		\UParrow 3756	\xintnthelt 3265
		\url 1121, 2562	Z
		\usemintedstyle 3498	\ZB 2569
		\usetikzlibrary .. 713,	\zB 2568
		1146, 1904, 2122,	\zustandsnamens@liste
		2259, 3036, 3344,	... 1970, 1977, 1978
		3385, 3416, 3741, 3829	