

# Die Bschlangaul-Sammlung

Hermine Bschlangaul and Friends\*

September 12, 2021

## Contents

<b>Klassen</b>	<b>4</b>
aufgabe.cls	5
examen-scans.cls	7
examen.cls	9
haupt.cls	12
theorie.cls	13
<b>Pakete</b>	<b>14</b>
aufgabe.cls	15
examen-scans.cls	17
examen.cls	19
haupt.cls	22
theorie.cls	23
abmessung.sty	24
aufgaben-einbinden.sty	25
aufgaben-metadaten.sty	26
automaten.sty	27
Endlicher Automat	27
Kellerautomat	29
Turingmaschine	30
basis.sty	33
IFs	33
baum.sty	38
Binärbaum	39
AVL-Baum	40
B-Baum	41
checkbox.sty	42
chomsky-normalform.sty	43
Faulenzer	43
TeX-Markup-Grundgerüst	43
Konkretes TeX-Markup-Beispiel	43
cpm.sty	46
Faulenzer	46
TeX-Markup-Beispiel: Graph	46
TeX-Markup-Beispiel: Ergebnistabelle	46
TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Frühester Zeitpunkt“	46
TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Spätester Zeitpunkt“	47
Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle	48
cyk-algorithmus.sty	50
Faulenzer	50

---

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

TeX-Markup-Beispiel	50
entwurfsmuster.sty	51
Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:	51
Reihenfolge	51
Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)	51
Adapter	53
Beobachter (Observer)	54
Dekorierer (Decorator)	56
Einfache Fabrik (Simple Factory)	57
Einzelstück (Singleton)	58
Erbauer (Builder)	59
Fabrikmethode (Factory Method)	60
Kompositum (Composite)	62
Modell-Präsentation-Steuerung (Model-View-Controller)	62
Stellvertreter (Proxy)	63
Zustand (State)	64
er.sty	66
Tex-Markup-Beispiel: Komplettes Diagramm	66
Tex-Markup-Beispiel: EER Enhanced Entity-Relation-Modell nach Elmasri/Navante	67
Faulenzer	67
formale-sprachen.sty	69
formatierung.sty	72
Schriftarten / Typographie	72
Farben	72
Überschriften	72
Listen	72
Kasten	72
Header	72
Zeilenabstände	72
gantt.sty	74
grafik.sty	75
graph.sty	76
hanoi.sty	78
komplexitaetstheorie.sty	79
Faulenzer	79
kontrollflussgraph.sty	81
Faulenzer	81
TeX-Markup-Beispiel	81
TikZ: pin	81
Umgebungen	82
Makros	83
kopf-fusszeilen.sty	84
literatur-dummy.sty	85
literatur.sty	86
makros.sty	87
Umgebungen, die Inhalte aus- und einblenden können	88
master-theorem.sty	92
Faulenzer	92
mathe.sty	96
meta.sty	97
Einfache Makros (Low level)	97
Zusammengesetzte Makros (High level)	98
minimierung.sty	100
normalformen.sty	103
Faulenzer	103
o-notation.sty	106
Faulenzer	106

TeX-Markup-Beispiel: Funktionsgraphen mit pgfplots . . . . .	106
petri.sty . . . . .	107
Faulenzer . . . . .	107
potenzmengen-konstruktion.sty . . . . .	109
pseudo.sty . . . . .	111
pumping-lemma.sty . . . . .	112
quicksort.sty . . . . .	113
relationale-algebra.sty . . . . .	116
rmodell.sty . . . . .	117
Faulenzer . . . . .	117
sortieren.sty . . . . .	118
spalten.sty . . . . .	120
sql.sty . . . . .	121
Latex-Markup-Beispiel . . . . .	121
struktogramm.sty . . . . .	122
syntax.sty . . . . .	123
Faulenzer . . . . .	123
syntaxbaum.sty . . . . .	126
synthese-algorithmus.sty . . . . .	127
Faulenzer . . . . .	127
TeX-Markup Grundgerüst . . . . .	127
TeX-Markup Linksreduktion . . . . .	127
TeX-Markup Rechtsreduktion . . . . .	127
TeX-Markup Relationen formen . . . . .	128
tabelle.sty . . . . .	131
tex-dokumentation.sty . . . . .	132
typographie.sty . . . . .	133
uml.sty . . . . .	135
vollstaendige-induktion.sty . . . . .	137
Faulenzer . . . . .	137
wasserfall.sty . . . . .	139
wpkalkuel.sty . . . . .	140
Faulenzer . . . . .	140
<b>Index</b>	<b>141</b>

## Klassen

## 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

```

## 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

```



## 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
```

## **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
```

## 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
```

## **Pakete**

## aufgabe.cls

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

```



## 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

```

## examen.cls

```
497\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
498\ProvidesClass{bschlangaul-examen}[2021/06/10 Zum Einbinden von
499mehreren 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\titledformat{\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
```

## **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
```

## 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
```

## **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
```



## 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
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
```

## 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_teilaufgabe_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
```

## automaten.sty

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

710 \ProvidesPackage{bschlangaul-automaten}[2021/02/14 Zum Setzen von Automaten]

### 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*]{*zustaeende*=*Z*,*alphabet*=*Σ*,*delta*=*δ*,*ende*=*E*,*start*=*z<sub>0</sub>*}

- \liAutomat{}:  $A = (Z, \Sigma, \delta, E, z_0)$
- \liAutomat[A<sub>1</sub>]{}:  $A_1 = (Z, \Sigma, \delta, E, z_0)$
- \liAutomat{zustaeende={z<sub>0</sub>, z<sub>1</sub>, z<sub>2</sub>}}:  $A = (\{z_0, z_1, z_2\}, \Sigma, \delta, E, z_0)$
- \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<sub>0</sub>, z<sub>1</sub>, z<sub>2</sub>}}:  $A = (Z, \Sigma, \delta, \{z_0, z_1, z_2\}, z_0)$
- \liAutomat{start=z<sub>1</sub>}:  $A = (Z, \Sigma, \delta, E, z_1)$
- \liAutomat{dea}:  $A_{\text{DEA}} = (Z, \Sigma, \delta, E, z_0)$
- \liAutomat{nea}:  $A_{\text{NEA}} = (Z, \Sigma, \delta, E, z_0)$

```
718 \ExplSyntaxOn
719 \NewDocumentCommand {\liAutomat} { O{A} m } {
720   \tl_set:Nn \l_zustaeende_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     zustaeende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaeende_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` **Makro-Faulenzer:** `\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 }

```

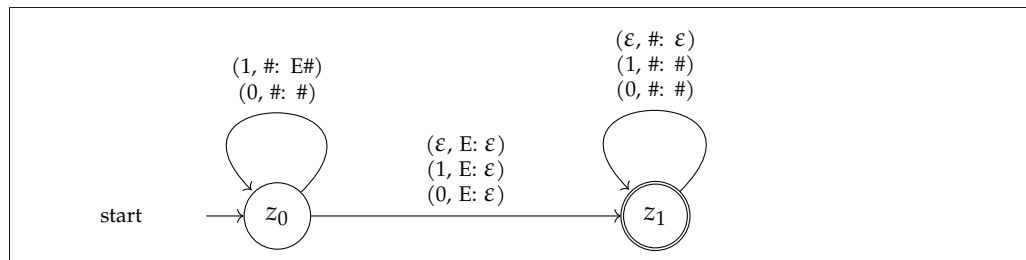
## Kellerautomat

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

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

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

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



```
\liKellerAutomat \liKellerAutomat[{automaten-name}]
{{zustaende=Z,alphabet=Σ,kelleralphabet=Γ,delta=δ,start=z_0,kellerboden=#,ende=E}}

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

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

```
759 \ExplSyntaxOn
760 \NewDocumentCommand {\liKellerAutomat} { 0{K} m } {
761   \tl_set:Nn \l_zustaende_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     zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_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` **Makro-Faulenzer:** `\let\u=\liKellerUebergang`  
`\liKellerUebergang{a, KELLERBODEN, A; b KELLERBODEN, EPSILON}`

(a, #: A)  
(b, #:  $\epsilon$ )

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]{\langle von \rangle}{\langle zu \rangle}{\langle übergänge \rangle}`

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

```

797 \NewDocumentCommand{\liKellerKante} { \langle above \rangle 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 }

```

## Turingmaschine

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

`\liTuringLeerzeichen`

□

```
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} { 0 {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.

**Makro-Faulenzer:** `\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.

**Makro-Faulenzer:** `\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}
Makro-Faulenzer: \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

```



## basis.sty

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

### IFs

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

```
\ifLiADDITUM
\LiADDITUMtrue 881 \newif\ifLiADDITUM
\LiADDITUMfalse 882 \LiADDITUMfalse

\ifLiEXKURS
\LiEXKURStrue 883 \newif\ifLiEXKURS
\LiEXKURStue 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 }

```

Einzelprüfungsnummer / Jahr / Jahreszeit mit Trennzeichen

```

1051 \cs_gset:Npn \_gib_einzelpruefung_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_telaufgabe_nr_tl {} {
1068     Teilaufgabe ~ \g_auf_examen_telaufgabe_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

```

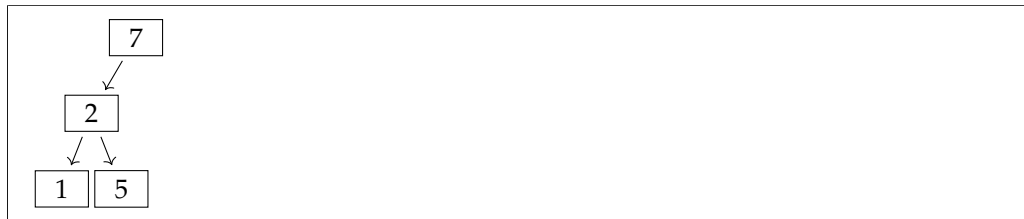
## **baum.sty**

```
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-qtree.]
1144 \RequirePackage{tikz}
    für li binaer baum
1145 \RequirePackage{tikz-qtree}
    Für b baum
1146 \usetikzlibrary{shapes.multipart}
```

## Binärbaum

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

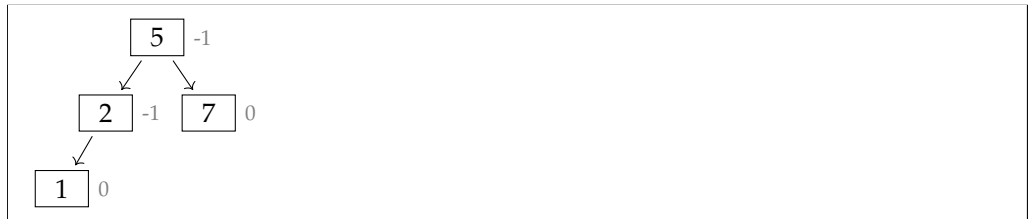
```
\begin{tikzpicture}[li binaer baum]
\Tree
[.7
  [.2
    [.1 ]
    [.5 ]
  ]
\edge[blank]; \node[blank]{};
]
\end{tikzpicture}
```



```
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 }
```

## AVL-Baum

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



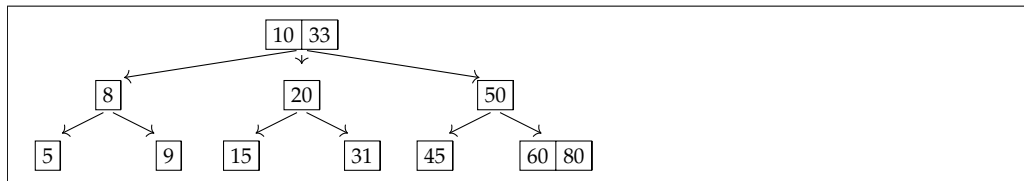


## B-Baum

```

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

```



```

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

```

## 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

## 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}
```

### Faulenzer

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

### TeX-Markup-Grundgerüst

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

### Konkretes TeX-Markup-Beispiel

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

\liNichtsZuTun

\item \schrittE{2}

\begin{liProduktionsRegeln}
S -> d S e | a | U c T | S b U,
T -> d S e | a,
U -> d S e | a | U c T,
\end{liProduktionsRegeln}

\item \schrittE{3}

\begin{liProduktionsRegeln}
S -> D S E | a | U C T | S B U,
T -> D S E | a,
U -> D S E | a | U C T,
B -> b,
C -> c,
D -> d,
E -> e,
\end{liProduktionsRegeln}

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

```

% S.3 -> T4 T

\begin{liProduktionsRegeln}
S -> D S_E | a | U C_T | S B_U, % S -> S S.1 | T2 S.2 | a | U S.3
T -> D S_E | a, % T -> T2 S.2 | a
U -> D S_E | a | U C_T, % U -> T2 S.2 | a | U S.3
B -> b, % T1 -> b
C -> c, % T4 -> c
D -> d, % T2 -> d
E -> e, % T3 -> e
S_E -> S E, % S.2 -> S T3
C_T -> C T, % S.3 -> T4 T
B_U -> B U, % S.1 -> T1 U
\end{liProduktionsRegeln}
\end{enumerate}

```

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

```

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

```

1226 \def\li@chomsky@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~$S_{\sigma}\rightarrow\varepsilon$~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 **Makro-Faulenzer:** \let\schritteE=\liChomskyUeberErklaerung

```

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

```

```

1269 \ExplSyntaxOff
1270

```

## cpm.sty

```

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

1274 \liLadePakete{mathe,typographie}

```

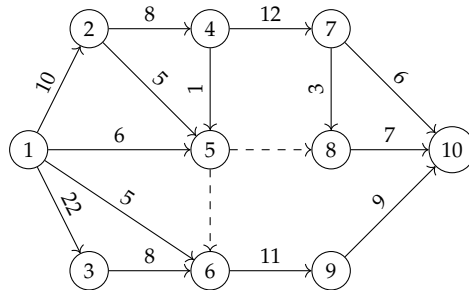
### Faulenzer

```

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

```

### TeX-Markup-Beispiel: Graph



```

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

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

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

```

### TeX-Markup-Beispiel: Ergebnistabelle

```

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

```

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

```

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

```

```

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

```

### TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Spätester Zeitpunkt“

```

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

```

```

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

```

```

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

```

## Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle

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

```
\liCpmVonZu Makro-Faulenzer: \let\vz=\liCpmVonZu
\liCpmVonZu{1}(2-3): 1(2→3)
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 Makro-Faulenzer: \let\v=\liCpmVon
\liCpmVon{1}(2): 1(→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 Makro-Faulenzer: \let\z=\liCpmZu
\liCpmZu{1}(2): 1(←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
Makro-Faulenzer: \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.
Makro-Faulenzer: \let\FZ=\liCpmFruehI
1339 \NewDocumentCommand{ \liCpmFruehI } { 0{i} } {
1340 \ifmmode
1341 FZ\sb{#1}
1342 \else
1343 $\FZ\sb{#1}$
1344 }
```



```

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

```

## cyk-algorithmus.sty

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

### Faulenzer

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

### TeX-Markup-Beispiel

```
\begin{tabular}{|c|c|c|c|c|c|}
a      & c      & b      & c      & a      & b \\\hline\hline

$R_a$ & $R_c$ & $R_b$ & $R_c$ & $R_a$ & $R_b$ \l6
B      & A      & A      & B      & C \l5
S      & -      & S      & S \l4
-      & -      & - \l3
-      & - \l2
S \l1
\end{tabular}
\liWortInSprache{acbcab}
```

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

```
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
```

## entwurfsmuster.sty

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

### Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:

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

### Reihenfolge

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

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

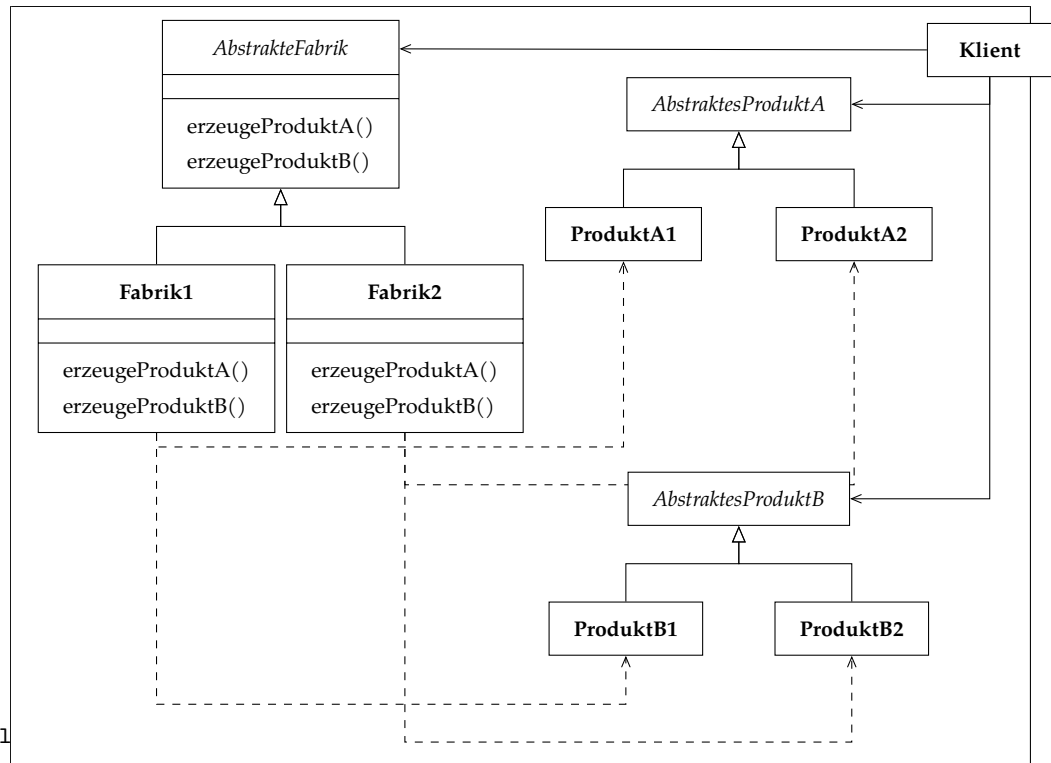
\li@EntwurfsCodeAllgemein Allgemeine Code-Beispiele zu den UML-Diagrammen und Stellvertretern

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

### 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()\
1416       erzeugeProduktB()\
1417     }
1418     \umlclass[below left=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik1}{-}{
1419       erzeugeProduktA()\
1420       erzeugeProduktB()\
1421     }
1422     \umlclass[below right=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik2}{-}{
1423       erzeugeProduktA()\
1424       erzeugeProduktB()\
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 }

```

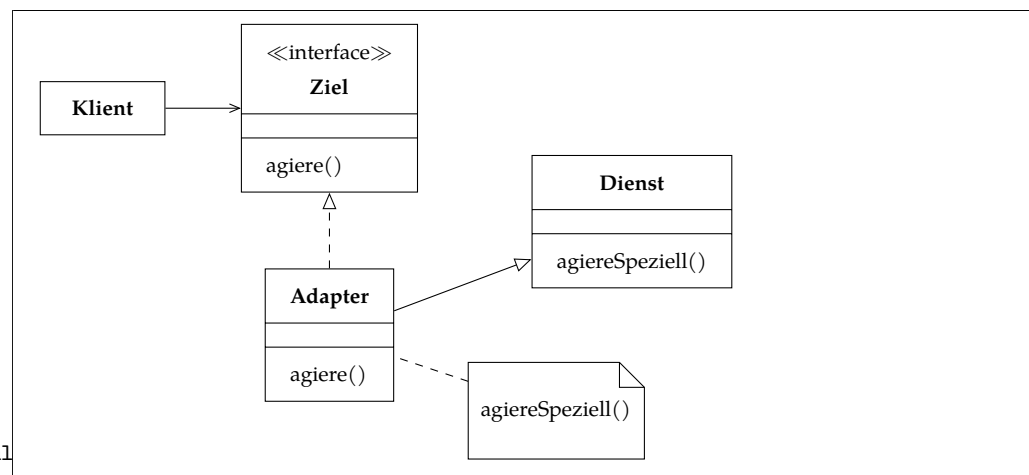
\liEntwurfsAbstrakteFabrik

```

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

```

## 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

```

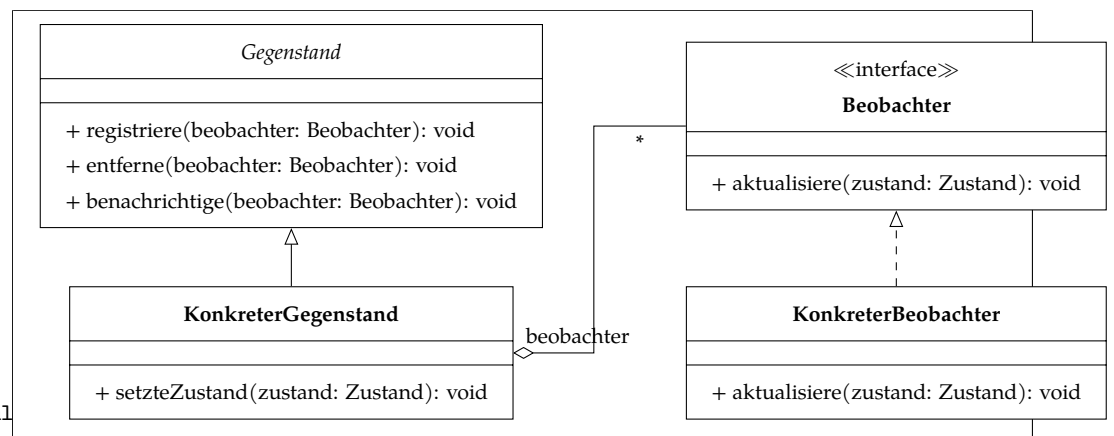
1505 \def\liEntwurfsAdapterCode{
1506   \li@EntwurfsCode{adapter}{Dienst}
1507   \li@EntwurfsCode{adapter}{Ziel}
1508   \li@EntwurfsCode{adapter}{Adapter}
1509   \li@EntwurfsCode{adapter}{Klient}
1510 }
```

\liEntwurfsAdapter

```

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

## Beobachter (Observer)



\liEntwurfsBeobachterUml

```

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 }

```

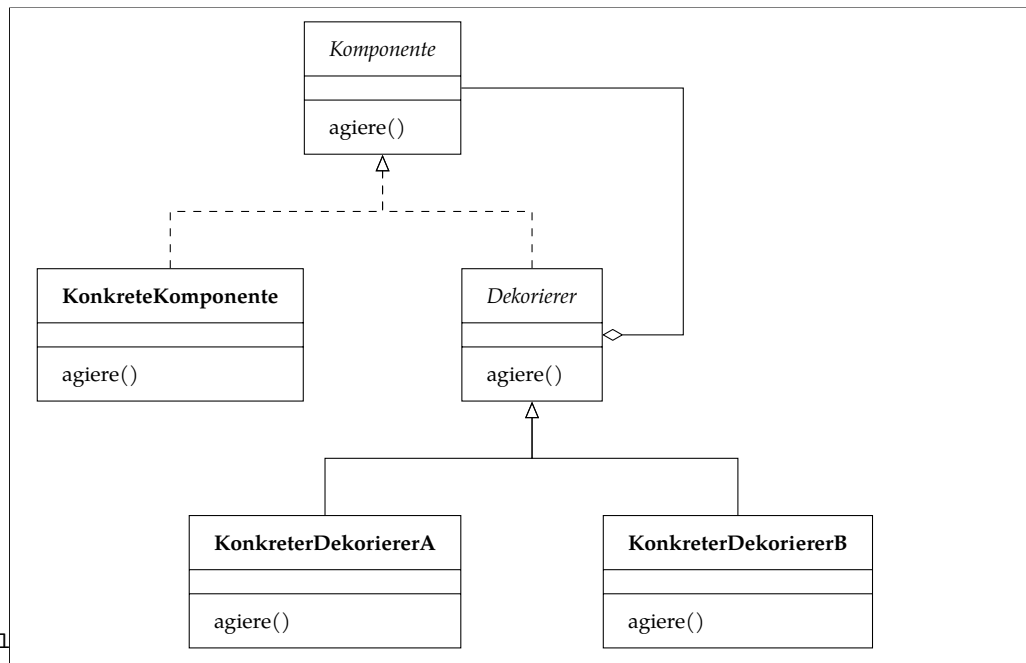
\liEntwurfsBeobachter

```

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

```

## 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

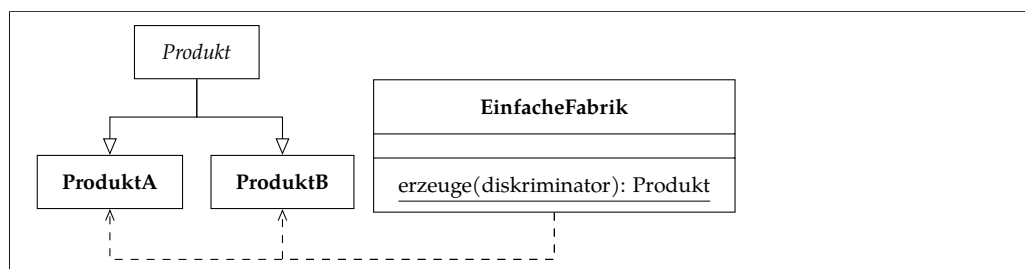
```

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

```

## 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 }
```

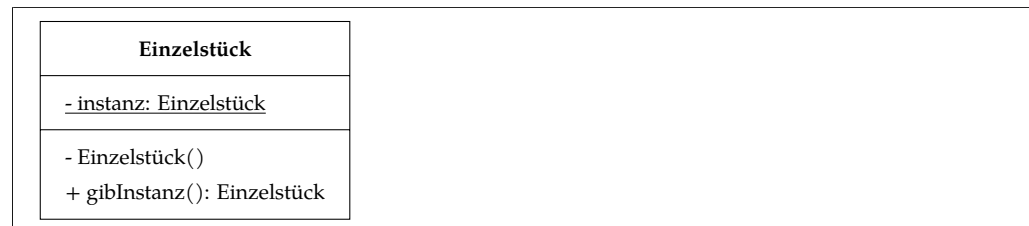
## Einzelstück (Singleton)

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

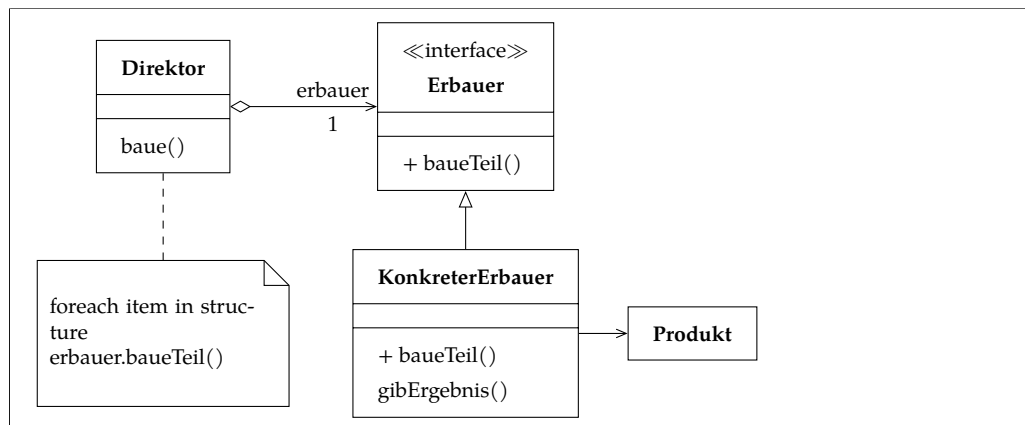
```

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

```

## 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

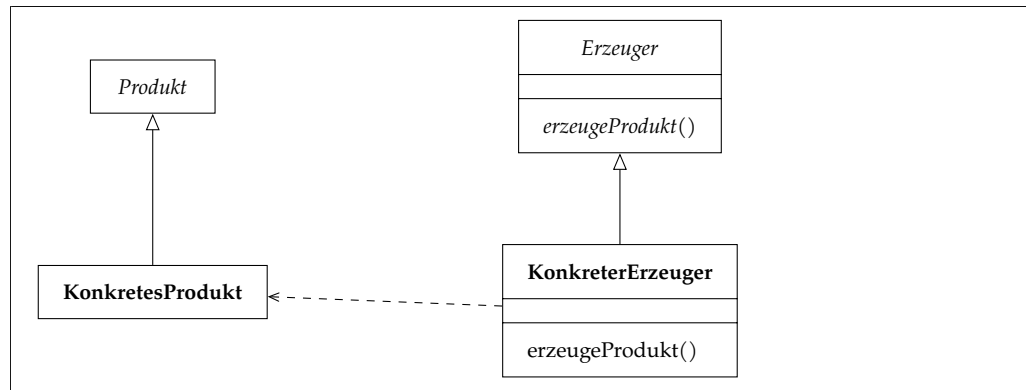
```

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

```

## 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 }

```

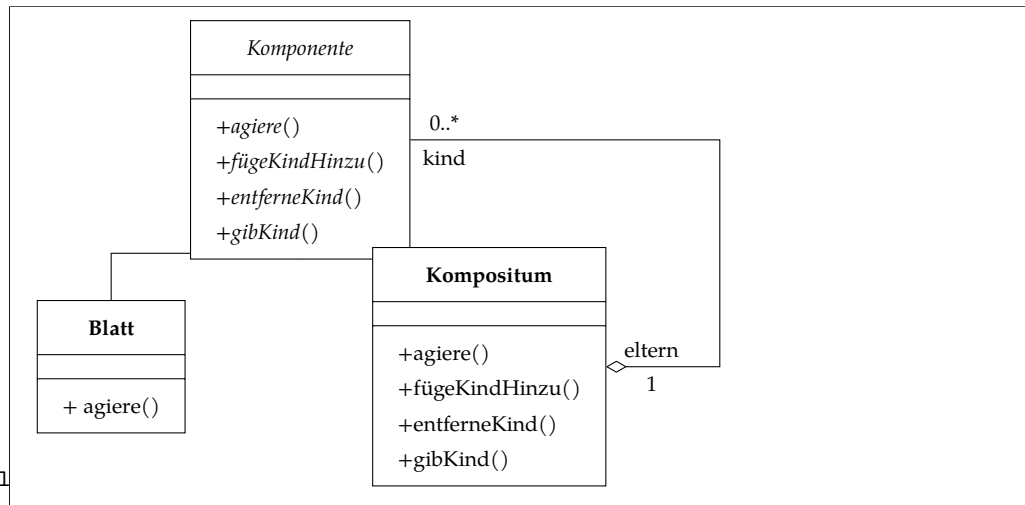
\liEntwurfsFabrikmethode

```

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

```

## 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,p
1806   \end{tikzpicture}
1807 }

```

\liEntwurfsFabrikmethode

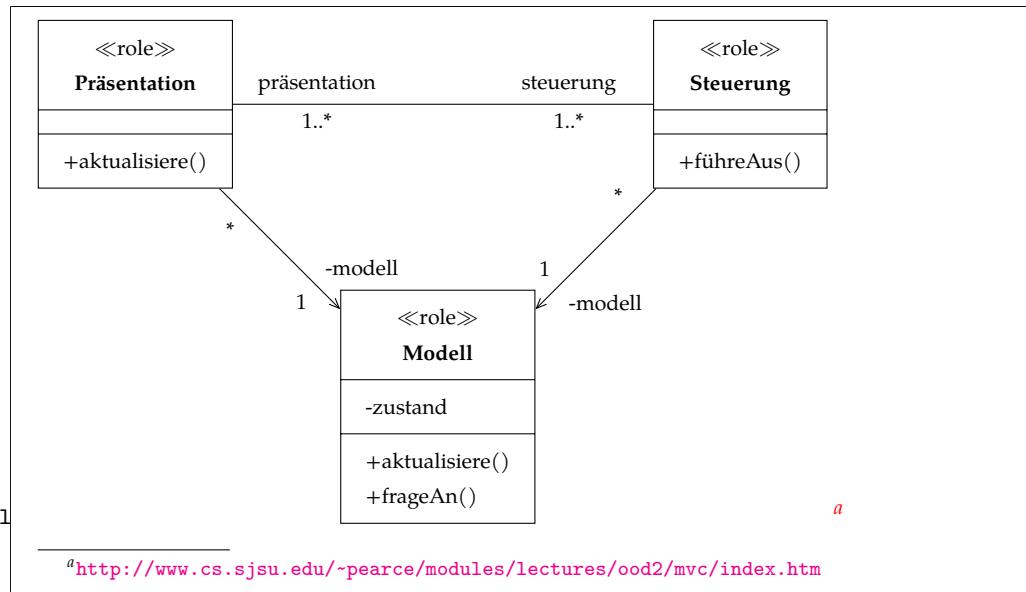
```

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

```

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

ModellPraesentationSteuerungUml



```

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 }

```

## 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     \umlVHinherit{KonkretesSubjekt}{Subjekt}
1842     \umlVHinherit{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

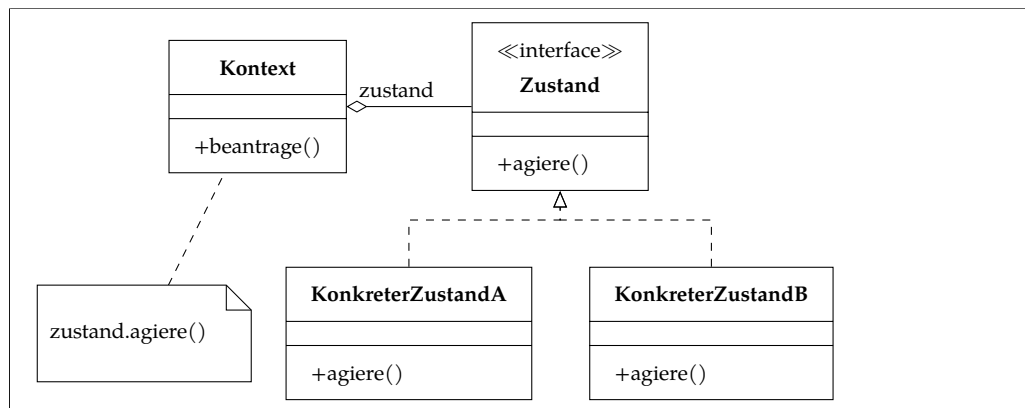
```

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

```

## 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.

**KontreterZustand (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

## 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}
```

### Tex-Markup-Beispiel: Komplettes Diagramm

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

```

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

```

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

```

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

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

```

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

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

### Faulenzer

```

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

```

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

```

□

```
\liErMpRelationship
```

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

```

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

```

```
\liErMpAttribute
```

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

```

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

```

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

1934 \ExplSyntaxOff
1935
```

## 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    $\liMenge{a, b, c}$:  $\{a,b,c\}$ 
Makro-Faulenzer: \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:  $\varepsilon$ 
Makro-Faulenzer: \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}:  $\delta(z_0, a)$ 
Makro-Faulenzer: \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  
**Makro-Faulenzer:** \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 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

```

## formatierung.sty

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

### Schriftarten / Typographie

The package mathpazo Loading this package changes the default roman font family to Adobe Palatino, and the virtual ‘mathpazo’ fonts will be used for math. These virtual fonts are made up basically from Palatino Italic, with the missing math symbols coming from the CM and Pazo math fonts.

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

### Farben

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

### Überschriften

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

### 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})}
```

### Kasten

```
2070 \RequirePackage{mdframed}
```

liKasten

```
2071 \NewDocumentEnvironment { liKasten }{ } {
2072   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
2073 } {
2074   \end{mdframed}
2075 }
```

### Header

```
2076 \RequirePackage{fancyhdr}
2077 \fancyhead[L,C,R]{}
2078 \fancyfoot[L]{}
2079 \fancyfoot[C]{}
2080 \fancyfoot[R]{\thepage}
2081 \pagestyle{fancy}
2082 \renewcommand{\headrulewidth}{0pt}
2083 \renewcommand{\footrulewidth}{0pt}
```

### Zeilenabstände

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

```
2084 \RequirePackage{setspace}
```





## gantt.sty

```

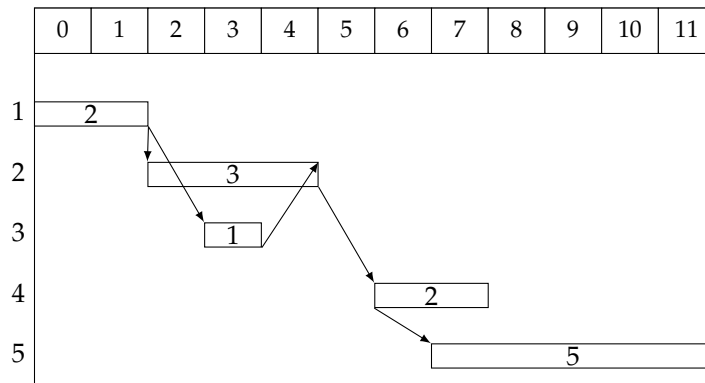
2086 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2087 \ProvidesPackage{bschlangaul-gantt}[2020/09/05]

\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}

```



```

2088 \RequirePackage{tikz-uml}
2089 \RequirePackage{pgfgantt}
2090 \setganttlinklabel{f-s}{}
2091 \setganttlinklabel{s-s}{}
2092 \setganttlinklabel{f-f}{}
2093 \setganttlinklabel{s-f}{}

2094

```

## grafik.sty

```
2095 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2096 \ProvidesPackage{bschlangaul-grafik}[2020/12/27 Lädt das Paket
2097 TikZ, um Grafiken zeichnen zu können und graphicx um Bilder laden zu können.]

2098 \ExplSyntaxOn

2099 \RequirePackage{tikz}

2100 \RequirePackage{graphicx}

\liGrafikLogoPfad

2101 \def\liGrafikLogoPfad#1{
2102   \LehramtInformatikRepository / .tex / Logo / #1
2103 }

\liGrafikCCLizenz

2104 \NewDocumentCommand{ \liGrafikCCLizenz } { 0{} } {
2105   \includegraphics[#1]{
2106     \liGrafikLogoPfad{CC-by-nc-sa.eps}
2107   }
2108 }

\liGrafikLogo

2109 \NewDocumentCommand{ \liGrafikLogo } { 0{} } {
2110   \includegraphics[#1]{
2111     \liGrafikLogoPfad{Logo_nur-Pfade.eps}
2112   }
2113 }

2114 \ExplSyntaxOff

2115
```

## graph.sty

```

2116 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2117 \ProvidesPackage{bschlangaul-graph}[2020/06/09]
2118 \RequirePackage{tikz}

```

Für die die Adjazenzliste (xrightarrow)

```

2119 \RequirePackage{amsmath}

```

Für Adjazenz-Matrix

```

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

```

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

```

2120 \RequirePackage{blkarray}

```

```

2121 \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}

```



```

2122 \tikzset{
2123   li graph/.style={
2124     every node/.style={
2125       rectangle,
2126       draw,
2127     },
2128     every edge/.style={
2129       >={Stealth[black]},
2130       draw,
2131     },
2132     every edge/.append style={
2133       every node/.style={
2134         sloped,
2135         auto,
2136       }
2137     }
2138   },
2139   li markierung/.style={
2140     ultra thick,
2141   }
2142 }

```

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}

```

```

2143 \NewDocumentEnvironment { liGraphenFormat }{ +b } {} {}

```

```

2144

```

## hanoi.sty

```
2145 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2146 \ProvidesPackage{bschlangaul-hanoi}[2020/12/19 Paket zum Setzen
2147 von Hanoi-Grafiken]

    Quelle: https://kleinco.de/latex-snippets/7/tikz-towers-of-hanoi-illustration-for-lat
2148 \RequirePackage{tikz}
2149 \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}

2150 \def\li@mset #1[#2]=#3{%
2151 \expandafter\xdef\csname #1#2\endcsname{#3}
2152 }
2153 \def\li@mget #1[#2]{%
2154 \csname #1#2\endcsname
2155 }
2156 \def\li@minc #1[#2] += #3{%
2157 \pgfmathparse{\li@mget #1[#2] + #3}%
2158 \li@mset #1[#2] = \pgfmathresult
2159 }
2160
2161 \def\liHanoi#1#2{
2162   \edef\li@numdiscs{#1}
2163   \def\li@sequence{#2}
2164   \begin{tikzpicture}[line width=4mm,brown!40,line cap=round,xscale=3]
2165     % init colors
2166     \foreach[count=\j] \c in {red,green!80!black,blue,orange,violet,gray,yellow!80!black,purp
2167     \li@mset col[\j]={\c};
2168     % draw poles and init pole counters
2169     \foreach \j in {1,2,3}{
2170       \li@mset pos[\j]=0
2171       \draw (\j,-.5) -- +(0, .5 + .5*\li@numdiscs);
2172     }
2173     % draw base
2174     \draw (.5,-.5) -- +(3,0);
2175     % draw discs
2176     \foreach[count=\k] \i/\j in \li@sequence{
2177       \draw[draw={\li@mget col[\i]}] (\j,\li@mget pos[\j]) +(-.4*\i/\li@numdiscs,0) -- +(.4*
2178       \li@minc pos[\j] += {.5}
2179     }
2180   \end{tikzpicture}
2181 }

2182
```

```

2183 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2184 \ProvidesPackage{bschlangaul-komplexitaetstheorie}[2021/07/08 Zum
2185 Setzen von Karp's NP-vollständigen Problemen, Hilfsmakros für die
2186 Polynomialzeitreduktion.]

```

## Faulenzer

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

2187 \liLadePakete{mathe}

Für das Makro `\liProblemBeschreibung` benötigt.

```
2188 \RequirePackage{mdframed}
```

$$\backslash\mathrm{liStrich} \quad \$L, \backslash\mathrm{liStrich}\{L\}$:  $L, L'$$$

```
2189 \def\liStrich#1{#1^\prime}
```

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

**Makro-Faulenzer:** \let\n=\liProblemName

```
\liProblemName: SAT VERTEX COVER
```

2190 \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?

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

```

2191 \def\liProblemBeschreibung#1#2#3{
2192   \begin{mdframed}[
2193     userdefinedwidth=9cm,
2194     align=center,
2195     backgroundcolor=white!0,
2196   ]
2197     \centerline{\large\liProblemName{#1}}
2198
2199     \medskip
2200
2201     \begin{description}
2202       \item[Gegeben:] #2
2203       \item[Frage:] #3
2204     \end{description}
2205   \end{mdframed}
2206 }
```

```

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

2207\NewDocumentCommand{ \liPolynomiellReduzierbar } { m O{p} m } {
2208 \begin{displaymath}
2209   \liProblemName{#1}
2210   \preceq_{#2}
2211   \liProblemName{#3}
2212 \end{displaymath}
2213 }

\liProblemVertexCover

2214 \def\liProblemClique{%
2215 Das \textbf{Cliquesproblem} fragt nach der Existenz einer Clique der
2216 Mindestgröße  $n$  in einem gegebenen Graphen.
2217 \footcite[Seite 76]{theo:fs:4}
2218 Eine Clique ist eine Teilmenge von Knoten in einem ungerichteten
2219 Graphen, bei der \emph{jedes Knotenpaar durch eine Kante} verbunden ist.
2220 \footcite{wiki:cliquesproblem}
2221 }

\liProblemVertexCover

2222 \def\liProblemVertexCover{%
2223 %
2224 Das \textbf{Knotenüberdeckungsproblem} (\liProblemName{Vertex Cover})
2225 fragt, ob zu einem gegebenen einfachen Graphen und einer natürlichen
2226 Zahl  $k$  eine Knotenüberdeckung der Größe von höchstens  $k$  existiert.
2227 \footcite{wiki:knotenueberdeckung}
2228
2229 Das heißt, ob es eine aus maximal  $k$  Knoten bestehende Teilmenge  $U$ 
2230 der Knotenmenge gibt, so dass jede Kante des Graphen mit
2231 mindestens einem Knoten aus  $U$  verbunden ist.
2232 \footcite[Seite 78]{theo:fs:4}%
2233 }

\liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

2234 \def\liProblemSubsetSum{%
2235 Das \textbf{Teilsommenproblem} (\liProblemName{Subset Sum} oder
2236 \liProblemName{SSP}) ist ein spezielles Rucksackproblem.
2237 \footcite{wiki:teilsommenproblem}
2238 Gegeben sei eine Menge von ganzen Zahlen  $I = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ .
2239 Gesucht ist eine Untermenge, deren Elementsumme maximal, aber nicht
2240 größer als eine gegebene obere Schranke  $c$  ist.
2241 \footcite[Seite 74]{theo:fs:4}
2242 }

\liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

2243 \def\liProblemSat{%
2244 Das \textbf{Erfüllbarkeitsproblem der Aussagenlogik} \liProblemName{Sat}
2245 und \liProblemName{k-SAT} mit  $k \geq 3$ ,  $k \in \mathbb{N}$  (Satz von
2246 Cook) fragt, ob eine aussagenlogische Formel erfüllbar
2247 ist.\footcite{wiki:sat} Das Erfüllbarkeitsproblem der
2248 \emph{Aussagenlogik} ist in exponentieller Zeit in Abhängigkeit der
2249 Anzahl der Variablen mit Hilfe einer Wahrheitstabelle entscheidbar.
2250 Diese \emph{Wahrheitstabelle} kann nicht in polynomieller Zeit
2251 aufgestellt werden.
2252 \footcite[Seite 71]{theo:fs:4}
2253 }

2254

```



## kontrollflussgraph.sty

2255 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2256 \ProvidesPackage{bschlangaul-kontrollflussgraph}[2020/11/07]

### Faulenzer

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

### TeX-Markup-Beispiel

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

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

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

### TikZ: pin

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

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

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

```

2257 \RequirePackage{tikz}
2258 \usetikzlibrary{positioning}
2259 \tikzset{
2260   li kontrollfluss/.style={
2261     knoten/.style={
2262       circle,
2263       draw
2264     },
2265     usebox/.style={
2266       draw,
2267       rectangle,
2268       font=\scriptsize,
2269       anchor=west,
2270       align=left,
2271     },
2272     bedingung/.style={
2273       midway,
2274       draw=none,
2275       font=\scriptsize
2276     },
2277     knotenbeschriftung/.style={
2278       draw,
2279       rectangle,
2280       midway,
2281       font=\scriptsize
2282     },
2283     wahr/.style={
2284       thick
2285     },
2286     falsch/.style={
2287       dashed
2288     },
2289     every node/.style={
2290       circle,
2291       draw,
2292     },
2293     every edge/.append style={
2294       every node/.style={
2295         draw=none,
2296         bedingung,
2297       }
2298     },
2299     every path/.style={
2300       draw,
2301       ->,
2302     },
2303     every pin/.style={
2304       draw,
2305       dotted,
2306       rectangle,
2307       pin position=right
2308     },
2309     every pin edge/.style={
2310       dotted,
2311       arrows=-,
2312     }
2313   }
2314 }

```

## Umgebungen

liKontrollflussgraph

```

2315 \NewDocumentEnvironment { liKontrollflussgraph } { 0{ } } {

```

```

2316 \begin{tikzpicture}[
2317   li kontrollfluss,
2318   #1
2319 ]
2320 } {
2321 \end{tikzpicture}
2322 }

```

## Makros

\liAnweisung

```
2323 \def\liAnweisung#1(#2,#3){\node[knoten] at (#2,#3) (#1) {#1};}
```

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

```
2324 \def\liBedingung#1#2{node[bedingung,#1]{\texttt{#2}}}
```

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

```
2325 \def\liBedingungWahr#1{node[bedingung,#1]{\texttt{[true]}}}
```

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

```
2326 \def\liBedingungFalsch#1{node[bedingung,#1]{\texttt{[false]}}}
```

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

```
2327 \def\liKontrollCode#1{\tiny\texttt{\textcolor{gray}{#1}}}
```

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

```
2328 \def\liKontrollTextzeileKnoten#1{\raisebox{-2pt}{\tikz[scale=0.5,transform shape] \node[draw,
```

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

```
2329 \ExplSyntaxOn
```

```
2330 \NewDocumentCommand { \liKontrollKnotenPfad } { m }
```

```
2331 {
```

```
2332   \seq_set_split:Nnn \l_tmpa_seq { - } { #1 }
```

```
2333   \seq_set_map:Nnn \l_tmpa_seq \l_tmpa_seq {\liKontrollTextzeileKnoten{##1}}
```

```
2334   \seq_use:Nn \l_tmpa_seq { ~~~~ }
```

```
2335 }
```

```
2336 \ExplSyntaxOff
```

```
2337
```

## **kopf-fusszeilen.sty**

```
2338 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2339 \ProvidesPackage{bschlangaul-kopf-fusszeilen}[2021/08/20 Kopf-
2340 und Fußzeilen mit Hilfe des Pakets fancyhdr.]

2341 \ExplSyntaxOn

2342 \fancyhead{}
2343 \fancyhead[R0,LE]{\scriptsize\LehramtInformatikTitel}
2344 \fancyhead[L0,RE]{\scriptsize\today}
2345 \fancyfoot{}
2346 \fancyfoot[LE,R0]{\thepage}
2347 \fancyfoot[L0,CE]{\scriptsize\LehramtInformatikAutorName}
2348 \fancyfoot[CO,RE]{\scriptsize\LehramtInformatikAutorEmail}
2349 \renewcommand{\headrulewidth}{0.4pt}
2350 \renewcommand{\footrulewidth}{0.4pt}
2351 \setlength{\headwidth}{\textwidth}

2352 \ExplSyntaxOff

2353
```

## **literatur-dummy.sty**

2354 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2355 \ProvidesPackage{bschlangaul-literatur-dummy}[2020/11/27]

\literatur

2356 \def\literatur{}

\footcite

2357 % \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}

2358 \NewDocumentCommand{ \footcite } { o m }{}

2359

## **literatur.sty**

```
2360 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2361 \ProvidesPackage{bschlangaul-literatur}[2020/11/27]

2362 \RequirePackage{csquotes}
2363 \RequirePackage[
2364   bibencoding=utf8,
2365   citestyle=authortitle,
2366   backend=biber,
2367 ]{biblatex}
2368 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/10_DB.bib}
2369 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/20_OOMUP.bib}
2370 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/30_AUD.bib}
2371 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/40_SOSY.bib}
2372 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/60_FUMUP.bib}
2373 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/70_THEO.bib}
2374 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/80_DDI.bib}
2375 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Allgemein.bib}
2376 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Examen.bib}
2377 \addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Wikipedia.bib}
2378 % To allow footnotes in the heading
2379 \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}

\literatur

2380 \def\literatur{\printbibliography[heading=subbibliography]}

2381
```

## makros.sty

```
2382 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2383 \ProvidesPackage{bschlangaul-makros}[2020/11/27 Eine Sammlung von
2384 häufig verwendeten Makros und Umgebungen, die thematisch zu keinem
2385 anderen Paket passen]
2386 \RequirePackage{hyperref}
2387 \RequirePackage{graphicx}
    Für die Umgebung liQuellen benötigt.
2388 \RequirePackage{paralist}
2389 \ExplSyntaxOn

\inhaltsverzeichnis
2390 \def\inhaltsverzeichnis {
2391   \begin{mdframed}
2392     \begin{group}
2393       \let\clearpage\relax
2394       \tableofcontents
2395     \end{group}
2396   \end{mdframed}
2397 }

\memph \mephm (\marginpar and \emph)
2398 \newcommand{\memph}[1]{\emph{#1}\marginpar{\tiny#1}}

\SLASH
2399 \newcommand\SLASH{\char`\}

\liPseudoUeberschrift Text, der sich wie eine Überschrift verhält.
2400 \newcommand{\liPseudoUeberschrift}[1]{
2401   \bigskip
2402
2403   \par
2404   \noindent
2405   \textbf{#1}
2406
2407   \medskip
2408
2409   \par
2410   % Keine Einrückung
2411   \@afterindentfalse
2412   \@afterheading
2413 }

\liBeschriftung Ähnlich dem Makro \liPseudoUeberschrift{}. Am Ende des Textes wird ein Doppelpunktzeichen angehängt.
2414 \newcommand{\liBeschriftung}[1]{
2415   \par
2416   \noindent
2417   \medskip
2418   \textbf{#1}:
2419   \medskip
2420   \noindent
2421 }

\hinweis
2422 \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.
2423 \NewDocumentEnvironment { liProjektSprache }{ o +b } {} {}
```

liEinbettung

```
2424 \NewDocumentEnvironment { liEinbettung }{ o +b } {#2} {}
```

### Umgebungen, die Inhalte aus- und einblenden können

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

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

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

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

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

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

```
2425 \NewDocumentEnvironment{ liAntwort } { O{standard} }
2426 {
2427   \ifLiANTWORT
2428   \else
2429     \setbox 0 \vbox
2430     \bgroup
2431     \fi
2432
2433   \str_case:nn {#1} {
2434     {standard} {
2435       \def\beschriftung{}
2436       \mdfsetup{backgroundcolor=gray!1}
2437     }
2438     {richtig} {
2439       \def\beschriftung{richtig}
2440       \mdfsetup{backgroundcolor=green!5,linecolor=green}
2441     }
2442     {falsch} {
2443       \def\beschriftung{falsch}
2444       \mdfsetup{backgroundcolor=red!3,linecolor=red}
2445     }
2446     {muster} {
2447       \def\beschriftung{Musterlösung}
2448       \mdfsetup{backgroundcolor=green!12,linecolor=green}
2449     }
2450   }
2451   \ifx\beschriftung\empty\else
2452     \noindent
2453     \textbf{\beschriftung{}}:}
```



```

2454 \fi
2455 \begin{mdframed}[
2456   frametitle={\scriptsize\mdseries Lösungshinweise},
2457   innertopmargin=6pt,
2458   frametitleaboveskip=-12pt,
2459   frametitlealignment=\raggedright
2460 ]
2461 }
2462 {
2463   \end{mdframed}
2464   \ifLiANTWORT
2465   \else
2466     \egroup
2467   \fi
2468 }

```

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

```

2469 \NewDocumentEnvironment{ liAdditum } { o }
2470 {
2471   \ifLiADDITUM
2472   \else
2473     \setbox 0 \vbox
2474     \bgroup
2475   \fi
2476
2477   \begin{mdframed}[backgroundcolor=yellow!5]
2478     \IfNoValueTF {#1}
2479     {
2480       \liPseudoUeberschrift{Additum}
2481     }
2482     {
2483       \liPseudoUeberschrift{Additum:~#1}
2484     }
2485   }
2486 {
2487   \end{mdframed}
2488
2489   \ifLiADDITUM
2490   \else
2491     \egroup
2492   \fi
2493 }

```

**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.

```

2494 \NewDocumentEnvironment{ liExkurs } { o +b } {
2495   \ifLiEXKURS
2496     \vspace{0.2cm}%
2497     \begin{mdframed}[
2498       backgroundcolor=white,
2499       bottomline=false,
2500       innermargin=1cm,
2501       leftline=true,

```

```

2502     linecolor=black,
2503     linewidth=0.1cm,
2504     outermargin=1cm,
2505     rightline=false,
2506     topline=false,
2507 ]
2508 \footnotesize
2509 \noindent%
2510 \textbf{Exkurs:~#1}\par%
2511 \noindent%
2512 #2
2513 \end{mdframed}
2514 \vspace{0.2cm}
2515 \else
2516 \fi
2517 }{}

```

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

```

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

```

**Weiterführende Literatur:**

- Quelle 1
- Quelle 2

```

2518 \cs_new:Npn \listen@punkt #1 {\item #1}
2519 \NewDocumentEnvironment { liQuellen }{ +b }
2520 {
2521   \seq_clear_new:N \l_quellen
2522   \seq_set_split:Nnn \l_quellen {\item} {#1}
2523   \seq_remove_all:Nn \l_quellen {}
2524   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
2525     \footnotesize
2526     \noindent
2527     \textsf{\textbf{Weiterführende-Literatur:}}
2528     \medskip
2529     \begin{compactitem}
2530       \seq_map_function:NN \l_quellen {\listen@punkt}
2531     \end{compactitem}
2532   \end{mdframed}
2533   %
2534   \par
2535   \@afterindentfalse
2536   \@afterheading
2537 } {}

```

liLernkartei

```

2538 \NewDocumentEnvironment { liLernkartei }{ m +b }
2539 {
2540   \begin{mdframed}
2541     \footnotesize
2542     \noindent%
2543     \textbf{Lernkarteikarte:~#1}\par%
2544     \noindent%
2545     #2
2546   \end{mdframed}
2547 } {}

```

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

```

2548 \NewDocumentEnvironment { liDiagramm }{ m +b }
2549 {
2550   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
2551   \small
2552   \noindent%
2553   \textit{#1}:
2554   \begin{center}
2555     #2
2556   \medskip
2557   \end{center}
2558   \end{mdframed}
2559 } {}

\liFussnoteUrl \liFussnoteUrl[zusätzlicher-text]{url}\liFussnoteUrl[zusätzlicher Text]{url}:
Eine HTTP-URL als Fußnote setzen.
2560 \NewDocumentCommand{\liFussnoteUrl} { o m } {
2561   \footnote{\url{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ ( #1 )}}
2562 }
2563

\liFussnoteLink \liFussnoteLink[zusätzlicher-text]{link-text}{url}\liFussnoteLink[zusätzlicher Text]{text}
Einen Link, d. h. einen Link-Text und eine URL als Fußnote setzen.
2564 \NewDocumentCommand{\liFussnoteLink} { o m m } {
2565   \footnote{\href{#3}{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ ( #1 )}}
2566 }

\zB
2567 \def\zB{z.\,B. }

\ZB
2568 \def\ZB{Z.\,B. }

\dh
2569 \def\dh{d.\,h. }

2570 \ExplSyntaxOff
2571

```

## master-theorem.sty

2572 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2573 \ProvidesPackage{bschlangaul-master-theorem}[2021/04/13]

### Faulenzer

\let\O=\liO

\let\o=\liOmega

\let\T=\liT

\let\t=\liTheta

\liMasterVariablenDeklaration

{3} % a

{3} % b

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

\liMasterFallRechnung

% 1. Fall

{für  $\varepsilon = 4$ : \}

$f(n) = 5n^2 \in \mathcal{O}(n^{\log_2 8 - 4}) = \mathcal{O}(n^{\log_2 4}) = \mathcal{O}(n^2)$

% 2. Fall

$f(n) = 5n^2 \notin \mathcal{T}(n^{\log_2 8}) = \mathcal{T}(n^3)$

% 3. Fall

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

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

\liMasterVariablenDeklaration

{ } % a

{ } % b

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

\liMasterFallRechnung

% 1. Fall

{ }

% 2. Fall

{ }

% 3. Fall

{ }

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

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

2574 \ExplSyntaxOn

2575 \RequirePackage{amsmath}

\liRundeKlammer

2576 \def\liRundeKlammer#1{

2577 \negthinspace \left( #1 \right)

2578 }

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

2579 \def\liThetaOhneMathe#1{

2580 \Theta \liRundeKlammer{#1}

2581 }

2582 \def\liTheta#1{

2583 \ifmmode

2584 \liThetaOhneMathe{#1}

2585 \else

2586 \$\liThetaOhneMathe{#1}\$

2587 \fi

2588 }

```

\liOmega \liOmega{n^2}:  $\Omega(n^2)$ 
2589 \def\liOmegaOhneMathe#1{
2590 \Omega \liRundeKlammer{#1}
2591 }
2592 \def\liOmega#1{
2593 \ifmmode
2594 \liOmegaOhneMathe{#1}
2595 \else
2596 $\liOmegaOhneMathe{#1}$
2597 \fi
2598 }

\liO \liO{n^2}:  $\mathcal{O}(n^2)$ 
2599 \def\liOOhneMathe#1{
2600 \mathcal{O} \liRundeKlammer{#1}
2601 }
2602 \def\liO#1{
2603 \ifmmode
2604 \liOOhneMathe{#1}
2605 \else
2606 $\liOOhneMathe{#1}$
2607 \fi
2608 }

\liT Makro-Faulenzer: \let\T=\liT
\liT{16}{2}:  $16 \cdot T\left(\frac{n}{2}\right)$  \liT{}{2}:  $T\left(\frac{n}{2}\right)$ 
2609 \def\liTOhneMathe#1#2{
2610 \tl_if_blank:nTF {#1}
2611 {}
2612 {#1 \cdot }
2613 T
2614 \liRundeKlammer{\frac{n}{#2}}
2615 }
2616 \def\liT#1#2{
2617 \ifmmode
2618 \liTOhneMathe{#1}{#2}
2619 \else
2620 $\liTOhneMathe{#1}{#2}$
2621 \fi
2622 }

\liRekursionsGleichung \liRekursionsGleichung:  $T(n) = a \cdot T\left(\frac{n}{b}\right) + f(n)$ 
2623 \def\liRekursionsGleichung{
2624 $T(n) = \liT{a}{b} + f(n)$
2625 }

\liBedingungEins \liBedingungEins:  $f(n) \in \mathcal{O}\left(n^{\log_b a - \varepsilon}\right)$ 
2626 \def\liBedingungEins{
2627 $f(n) \in \liO{n^{\log\sb{b}a - \varepsilon}}$
2628 }

\liBedingungZwei \liBedingungZwei:  $f(n) \in \Theta\left(n^{\log_b a}\right)$ 
2629 \def\liBedingungZwei{
2630 $f(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a}}$
2631 }

\liBedingungDrei \liBedingungDrei:  $f(n) \in \Omega\left(n^{\log_b a + \varepsilon}\right)$ 
2632 \def\liBedingungDrei{
2633 $f(n) \in \liOmega{n^{\log\sb{b}a + \varepsilon}}$
2634 }

2635 \ExplSyntaxOff

```

\liMasterVariablen

```

2636 \def\liMasterVariablen{
2637   \begin{displaymath}
2638     T(n) = \liT{a}{b} + f(n)
2639   \end{displaymath}
2640
2641   \begin{itemize}
2642     \item[$a = $]
2643     Anzahl der rekursiven Aufrufe, Anzahl der Unterprobleme in der
2644     Rekursion
2645     ($a \geq 1$).
2646
2647     \item[$\textstyle{\frac{1}{b}} = $]
2648     Teil des Originalproblems, welches wiederum durch alle Unterprobleme
2649     repräsentiert wird, Anteil an der Verkleinerung des Problems ($b > 1$).
2650
2651     \item[$f(n) = $]
2652     Kosten (Aufwand, Nebenkosten), die durch die Division des Problems und
2653     die Kombination der Teillösungen entstehen. Eine von $T(n)$
2654     unabhängige und nicht negative Funktion.
2655   \end{itemize}
2656   \footcite{wiki:master-theorem}
2657   \footcite[Seite 19-35]{aud:fs:2}
2658 }
```

\liMasterFaelle

```

2659 \def\liMasterFaelle{
2660   \begin{description}
2661     \item[1. Fall:]
2662     $T(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a}}$
2663
2664     \hfill falls \liBedingungEins
2665     für $\varepsilon > 0$
2666
2667     \item[2. Fall:]
2668     $T(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a} \cdot \log n}$
2669
2670     \hfill falls \liBedingungZwei
2671
2672     \item[3. Fall:]
2673     $T(n) \in \liTheta{f(n)}$
2674
2675     \hfill falls \liBedingungDrei
2676     für $\varepsilon > 0$
2677     und ebenfalls für ein $c$ mit $0 < c < 1$ und alle hinreichend großen $n$
2678     gilt:
2679     $a \cdot f(\textstyle{\frac{n}{b}}) \leq c \cdot f(n)$
2680   \end{description}
2681 }
```

\liMasterVariablenDeklaration

```

2682 \def\liMasterVariablenDeklaration#1#2#3{
2683   \begin{description}
2684     \item[Allgemeine Rekursionsgleichung:] \strut
2685
2686     \liRekursionsGleichung
2687
2688     \item[Anzahl der rekursiven Aufrufe ($a$):] \strut
2689
2690     #1
2691
2692     \item[Anteil Verkleinerung des Problems ($b$):] \strut
2693
2694     #2
2695
2696     \item[Kostenfunktion ($f(n)$):] \strut
2697
2698     #3
2699   \end{description}
2700 }
```

```

2694   um  $\frac{1}{\#2}$  also  $b = \#2$ 
2695
2696   \item[Laufzeit der rekursiven Funktion ( $f(n)$ ):] \strut
2697
2698    $\#3$ 
2699
2700   \item[Ergibt folgende Rekursionsgleichung:] \strut
2701
2702    $T(n) = T(\#1 + \#2) + \#3$ 
2703 \end{description}
2704 }

```

\liMasterFallRechnung

```

2705 \def\liMasterFallRechnung#1#2#3{
2706   \begin{description}
2707     \item[1. Fall:] \liBedingungEins:
2708
2709     \#1
2710
2711     \item[2. Fall:] \liBedingungZwei:
2712
2713     \#2
2714
2715     \item[3. Fall:] \liBedingungDrei:
2716
2717     \#3
2718   \end{description}
2719 }

```

\liMasterExkurs

```

2720 \def\liMasterExkurs{
2721   \begin{liExkurs}[Master-Theorem]
2722     \liMasterVariablen
2723
2724     \noindent
2725     Dann gilt:
2726
2727     \liMasterFaelle
2728   \end{liExkurs}
2729 }

```

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

```

2730 \def\liMasterWolframLink#1{
2731   Berechne die Rekursionsgleichung auf WolframAlpha:
2732   \href{https://www.wolframalpha.com/input/?i=\#1}{WolframAlpha}
2733 }

```

```

2734

```

## mathe.sty

```
2735 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2736 \ProvidesPackage{bschlangaul-mathe}[2020/06/10]
2737
2738 % for example \ltimes \rtimes
2739 \RequirePackage{amssymb}
2740 \RequirePackage{amsmath}
2741
2742 %%
2743 % \mlq \mrq
2744 %%
2745 \DeclareMathSymbol{\mlq}{\mathord}{operators}{`}`}
2746 \DeclareMathSymbol{\mrq}{\mathord}{operators}{`'}`}
2747
```



## meta.sty

```
2748 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2749 \ProvidesPackage{bschlangaul-klassen-meta}[2021/09/10 Sammlung
2750 von Textschnipseln, die das Projekt beschreiben]
```

```
2751 \ExplSyntaxOn
```

```
2752 \liLadePakete{grafik}
```

### Einfache Makros (Low level)

\liMetaBschlangaulSammlung

```
2753 \def\liMetaBschlangaulSammlung{
2754   Die~Bschlangaul~Sammlung
2755 }
```

HermineBschlangaulAndFriends

```
2756 \def\liMetaHermineBschlangaulAndFriends{
2757   Hermine~Bschlangaul~and~Friends
2758 }
```

\liMetaUeberDasProjekt

```
2759 \def\liMetaUeberDasProjekt{
2760   Eine~freie~Aufgabensammlung~mit~Lösungen~
2761   von~Studierenden~für~Studierende~
2762   zur~Vorbereitung~auf~die~1.~Staatsexamensprüfungen~
2763   des~Lehramts~Informatik~in~Bayern.
2764 }
```

\liMetaCCLink

```
2765 \def\liMetaCCLink{
2766   Diese~Materialsammlung~unterliegt~den~Bestimmungen~der~
2767   \href{
2768     https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.de
2769   }
2770   {
2771     Creative~Commons~Namensnennung~Nicht~kommerziell~Share~Alike~4.0~
2772     International~Lizenz
2773   }.
2774 }
```

\liMetaEmail

```
2775 \def\liMetaEmail{
2776   hermine.bschlangaul@gmx.net
2777 }
```

\liMetaEmailLink

```
2778 \def\liMetaEmailLink{
2779   \href{
2780     mailto:\liMetaEmail
2781   }{
2782     \liMetaEmail
2783   }
2784 }
```

\liMetaHilfMit

```
2785 \def\liMetaHilfMit{
2786   Hilf~mit!~
2787
2788   Die~Hermine~schafft~das~nicht~alleine!~
2789
2790   Das~ist~ein~Community~Projekt.~
2791
2792   Verbesserungsvorschläge,~Fehlerkorrekturen,~weitere~Lösungen~sind~
```

```

2793 herzlich-willkommen---egal-wie---per~Pull-Request-oder~per~E-Mail-an~
2794 \liMetaEmailLink.
2795 }

```

\liMetaHilfMit

```

2796 \def\liMetaQuelltext{
2797   Der~\TeX-Quelltext~dieses~Dokuments~kann~unter~folgender~
2798   URL~aufgerufen~werden:~
2799 }

```

## Zusammengesetzte Makros (High level)

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

```

2800 \cs_new:Npn \logo_dann_text:nn #1 #2 {
2801   \begin{center}
2802     \begin{minipage}[c]{5.5cm}
2803       #1
2804     \end{minipage}
2805
2806     \begin{minipage}[c]{10cm}
2807       #2
2808     \end{minipage}
2809   \end{center}
2810 }

```

\liLogoTextProjekt

```

2811 \def\liLogoTextProjekt
2812 {
2813   \logo_dann_text:nn
2814   {
2815     \liGrafikLogo[width=5cm]
2816   }
2817   {
2818     {
2819       \bfseries
2820       \liMetaBschlangaulSammlung
2821     }
2822     \par
2823
2824     \liMetaHermineBschlangaulAndFriends
2825     \par
2826
2827     \medskip
2828
2829     \begin{spacing}{1}
2830       \footnotesize
2831       \liMetaUeberDasProjekt
2832     \end{spacing}
2833   }
2834 }

```

\liLogoTextCCLizenz

```

2835 \def\liLogoTextCCLizenz
2836 {
2837   \logo_dann_text:nn
2838   {
2839     \centerline{\liGrafikCCLizenz[width=3cm]}
2840   }
2841   {
2842     \begin{spacing}{1}
2843       \scriptsize
2844       \liMetaCCLink

```

```
2845     \end{spacing}  
2846   }  
2847 }  
  
2848 \ExplSyntaxOff  
2849
```

## minimierung.sty

```

2850 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2851 \ProvidesPackage{bschlangaul-minimierung}[2021/03/13 Für den
2852 Minimierungsalgorithmus von einem NEA zu einem DEA]

2853 \liLadePakete{typographie}

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

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

\liFussnoten

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

\liFussnote

2854 \def\liFussnote#1{\$x_{#1}\$}

2855 \def\li@fussnote@text#1#2{
2856 \liFussnote{#1}
2857 \quad
2858 {\footnotesize #2}
2859 }

\liFussnoteEinsText
2860 \def\liFussnoteEinsText{
2861 \li@fussnote@text{1}
2862 {Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.}
2863 }

\liFussnoteZweiText
2864 \def\liFussnoteZweiText{
2865 \li@fussnote@text{2}
2866 {Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.}
2867 }

\liFussnoteDreiText
2868 \def\liFussnoteDreiText{
2869 \li@fussnote@text{3}

```

```

2870 {In weiteren Iterationen markierte Zustände.}
2871 }

\liFussnoteVierText
2872 \def\liFussnoteVierText{
2873   \li@fussnote@text{4}
2874   {...}
2875 }

\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.
 $x_4$    ...

2876 \def\liFussnoten{
2877   \bigskip
2878
2879   \noindent
2880   \liFussnoteEinsText
2881
2882   \noindent
2883   \liFussnoteZweiText
2884
2885   \noindent
2886   \liFussnoteDreiText
2887
2888   \noindent
2889   \liFussnoteVierText
2890 }

\liLeereZelle \liLeereZelle:  $\emptyset$ 
Makro-Faulenzer: \let\l=\liLeereZelle
2891 \def\liLeereZelle{\emptyset}

\liZustandsPaarVariablenName
2892 \def\liZustandsPaarVariablenName{z}

\liZustandsPaar
2893 \def\liZustandsPaar#1#2{
2894   $(
2895     \liZustandsPaarVariablenName_#1,
2896     \liZustandsPaarVariablenName_#2
2897   )$
2898 }

liUebergangsTabelle
2899 \renewcommand{\arraystretch}{1.4}
2900 \NewDocumentEnvironment{ liUebergangsTabelle } { m m } {
2901   \liPseudoUeberschrift{Übergangstabelle}
2902   \begin{center}
2903     \begin{tabular}{r|l|l}
2904       \textbf{Zustandspaar} & \textbf{#1} & \textbf{#2} \\ \hline
2905     \end{tabular}
2906   \end{center}
2907 }
2908 }

liUeberschriftDreiecksTabelle \liUeberschriftDreiecksTabelle:

Minimierungstabelle (Table filling)
2909 \ExplSyntaxOn

```

```

2910 \def\liUeberschriftDreiecksTabelle{
2911   \liPseudoUeberschrift{Minimierungstabelle~(Table~filling)}
2912 }

```

\liMinimierungErklaerung

**Makro-Faulenzer:** \let\verklaerung=\liMinimierungErklaerung

— Der Minimierungs-Algorithmus (auch Table-Filling-Algorithmus genannt) trägt in seinem Verlauf eine Markierung in alle diejenigen Zellen der Tabelle ein, die zueinander nicht äquivalente Zustände bezeichnen. Die Markierung „ $x_n$ “ in einer Tabellenzelle  $(i, j)$  bedeutet dabei, dass das Zustandspaar  $(i, j)$  in der  $k$ -ten Iteration des Algorithmus markiert wurde und die Zustände  $i$  und  $j$  somit zueinander  $(k - 1)$ -äquivalent, aber nicht  $k$ -äquivalent und somit insbesondere nicht äquivalent sind. Bleibt eine Zelle bis zum Ende unmarkiert, sind die entsprechenden Zustände zueinander äquivalent. —

```

2913 \def\liMinimierungErklaerung{
2914   %\footcite[Seite-19]{koenig}
2915   \liParagraphMitLinien{
2916     Der~Minimierungs-Algorithmus~(auch~Table-Filling-Algorithmus~genannt)~
2917     trägt~in~seinem~Verlauf~eine~Markierung~in~alle~
2918     diejenigen~Zellen~der~Tabelle~ein,~die~zueinander~nicht~äquivalente~
2919     Zustände~bezeichnen.~Die~Markierung~„ $x_{\text{n}}$ “~in~einer~Tabellenzelle~( $i$ ,~
2920      $j$ )~bedeutet~dabei,~dass~das~Zustandspaar~( $i$ ,~ $j$ )~in~der~ $k$ -ten~
2921     Iteration~des~Algorithmus~markiert~wurde~und~die~Zustände~ $i$ ~und~ $j$ ~
2922     somit~zueinander~( $k-1$ )~äquivalent,~aber~nicht~ $k$ -äquivalent~und~
2923     somit~insbesondere~nicht~äquivalent~sind.~Bleibt~eine~Zelle~bis~zum~Ende~
2924     unmarkiert,~sind~die~entsprechenden~Zustände~zueinander~äquivalent.
2925   }
2926 }
2927 \ExplSyntaxOff

```

2928

## normalformen.sty

```
2929 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2930 \ProvidesPackage{bschlangaul-normalformen}[2020/12/10]
2931 Hilfsmakros zum Setzen von Normalformen, Funktionalen Abhängigkeiten,
2932 Attributhülle]
```

Mathe für textit tex etc, typographie für geschweifte Klammer

```
2933 \liLadePakete{mathe,typographie}
2934 \directlua{
2935   helfer = require('bschlangaul-helfer')
2936   normalformen = require('bschlangaul-normalformen')
2937 }
```

### Faulenzer

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

```
2938 \def\liTeilen#1{
2939   \directlua{tex.print(normalformen.teilen('#1'))}
2940 }
```

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

```
2941 \def\liAttributHuelleOhneMathe#1{\text{AttrHülle}\{#1\}}
2942 \def\liAttributHuelle#1{
2943   \ifmmode
2944     \liAttributHuelleOhneMathe{#1}
2945   \else
2946     $\liAttributHuelleOhneMathe{#1}$
2947   \fi
2948 }
```

**\liAttributMenge Makro-Faulenzer:**  $\text{let } \text{m} = \text{liAttributMenge}$   
 $\text{m}\{A, B\} \text{liAttributMenge}\{A, B\}$

**liAHuelle**

```
2950 \NewDocumentEnvironment{ liAHuelle } { +b } {
2951   \begingroup
2952   \footnotesize
2953   \begin{multline*}
2954     #1
2955   \end{multline*}
2956   \endgroup
2957 } { }
```

**\liLinksReduktion** Nur innerhalb von liAHuelle zu verwenden bzw. multline

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

```
2958 \def\liLinksReduktion#1#2#3{
2959   \shoveleft{
2960     \liAttributHuelleOhneMathe{FA,
2961       \liAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
2962     } \}
```

```

2963 \shoveright{
2964 \liAttributMenge{#3}
2965 } \
2966 }

```

```

\liLinksReduktionInline Makro-Faulenzer: \let\ahL=\liLinksReduktionInline
\ahL{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
\ahL{A, E}{E}{A, E, F, B, \textbf{D}}: AttrHülle( $F, \{A, E \setminus E\} = \{A, E, F, B, D\}$ )
2967 \def\liLinksReduktionInline#1#2#3{%
2968 {%
2969 \footnotesize%
2970 $\liAttributHuelleOhneMathe{F,
2971 \liAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
2972 \liAttributMenge{#3}$
2973 }
2974 }

```

```

\liLinksReduktionInline Makro-Faulenzer: \let\ahr=\liLinksReduktionInline
\ahr{gelöschte FA}{neue FA ohne rechts Attribut}{gegebene Attribute}{Ergebnis}
2975 \def\liRechtsReduktionInline#1#2#3#4{%
2976 {%
2977 \footnotesize%
2978 $\liAttributHuelleOhneMathe{
2979 F \setminus
2980 \liFunktionaleAbhaengigkeit{#1}
2981 \def\tmp{#2}\ifx\tmp\empty
2982 \else
2983 \cup \liFunktionaleAbhaengigkeit{#2}
2984 \fi
2985 ,
2986 \liAttributMenge{#3}
2987 } =
2988 \liAttributMenge{#4}$
2989 }
2990 }

```

```

\liFunktionaleAbhaengigkeit Makro-Faulenzer: \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
\fa{A, B -> C, D}:  $\{A, B\} \rightarrow \{C, D\}$  Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:  $\$(.*) \rightarrow$ 
\\fa{$1 -> $2}
2991 \def\liFunktionaleAbhaengigkeit#1{%
2992 \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeit('#1', false)}%
2993 }

```

```

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

```

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

```

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

```



```

2994 \NewDocumentCommand {\liFunktionaleAbhaengigkeiten} { O{FA} m } {
2995   \liGeschweifteKlammern
2996   {#1}
2997   {
2998     \begin{align*}
2999       \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeiten('#2')}
3000     \end{align*}
3001   }
3002   {-0.5cm}
3003   {-1.7cm}
3004 }

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

3005 \NewDocumentCommand {\liRelation} { O{R} m } {
3006   $\directlua{
3007     local name = helper.konvertiere_tiefgestellt('#1')
3008     tex.print(name)
3009   }$(\textit{\,,#2\,,})
3010 }

3011

```

## o-notation.sty

```
3012 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3013 \ProvidesPackage{bschlangaul-o-notation}[2021/09/08]
```

### Faulenzer

```
\let\O=\liONotationO
```

### TeX-Markup-Beispiel: Funktionsgraphen mit pgfplots

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

```
3014 \ExplSyntaxOn
3015 \RequirePackage{amssymb}
3016 \RequirePackage{pgfplots}

Für echte Teilmenge \subsetneq:  $\subsetneq$ 
3017 \RequirePackage{amssymb}
```

\liRundeKlammer

```
3018 \def\liRundeKlammer#1{
3019   \negthinspace \left( #1 \right)
3020 }
```

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

```
3021 \cs_new:Npn \o_notation_O:n #1 {
3022   \mathcal{O} \liRundeKlammer{#1}
3023 }
3024 \def\liONotationO#1{
3025   \ifmmode
3026     \o_notation_O:n { #1 }
3027   \else
3028     $ \o_notation_O:n { #1 } $
3029   \fi
3030 }
3031
```

## petri.sty

```
3032 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3033 \ProvidesPackage{bschlangaul-petri}[2020/12/03]
```

### Faulenzer

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

```
3034 \RequirePackage{tikz}
3035 \usetikzlibrary{petri,arrows.meta}
```

Für die Darstellungsmatrix

```
3036 \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

```
3037 \def\liPetriSetzeSchluessel{%
3038   \def\TmpTransitionOne{}%
3039   \def\TmpTransitionTwo{}%
3040   \def\TmpTransitionThree{}%
3041   \def\TmpTransitionFour{}%
3042   \def\TmpTransitionFive{}%
3043   \def\TmpTransitionSix{}%
3044   \def\TmpTransitionSeven{}%
3045   \def\TmpTransitionEight{}%
3046   \def\TmpTransitionNine{}%
3047   \def\TmpTransitionTen{}%
3048   \pgfkeys{/petri/.cd,
3049     p1/.store in=\TmpPlaceOne,p1/.default=0,p1,
3050     p2/.store in=\TmpPlaceTwo,p2/.default=0,p2,
3051     p3/.store in=\TmpPlaceThree,p3/.default=0,p3,
3052     p4/.store in=\TmpPlaceFour,p4/.default=0,p4,
```

```

3053 p5/.store in=\TmpPlaceFive,p5/.default=0,p5,
3054 p6/.store in=\TmpPlaceSix,p6/.default=0,p6,
3055 p7/.store in=\TmpPlaceSeven,p7/.default=0,p7,
3056 p8/.store in=\TmpPlaceEight,p8/.default=0,p8,
3057 p9/.store in=\TmpPlaceNine,p9/.default=0,p9,
3058 p10/.store in=\TmpPlaceTen,p10/.default=0,p10,
3059 t1/.store in=\TmpTransitionOne,t1/.default=activated,
3060 t2/.store in=\TmpTransitionTwo,t2/.default=activated,
3061 t3/.store in=\TmpTransitionThree,t3/.default=activated,
3062 t4/.store in=\TmpTransitionFour,t4/.default=activated,
3063 t5/.store in=\TmpTransitionFive,t5/.default=activated,
3064 t6/.store in=\TmpTransitionSix,t6/.default=activated,
3065 t7/.store in=\TmpTransitionSeven,t7/.default=activated,
3066 t8/.store in=\TmpTransitionEight,t8/.default=activated,
3067 t9/.store in=\TmpTransitionNine,t9/.default=activated,
3068 t10/.store in=\TmpTransitionTen,t10/.default=activated,
3069 scale/.store in=\TmpScale,scale/.default=0.5,
3070 x/.store in=\TmpX,x/.default=5,
3071 y/.store in=\TmpY,y/.default=5,
3072 }%
3073 }

```

```

3074 \tikzset{
3075   li petri/.style={
3076     activated/.style={
3077       very thick
3078     },
3079     inhibitor/.style={
3080       {Circle[open,length=2mm,fill=white]}-
3081     }
3082   }
3083 }

```

```

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

```

```

3084 \def\liPetriTransitionsNameOhneMathe#1{t\sb{#1}}
3085 \def\liPetriTransitionsName#1{
3086   \ifmmode
3087     \liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}
3088   \else
3089     $\liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}$
3090   \fi
3091 }

```

```

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

```

```

3092 \NewDocumentCommand{ \liPetriErreichTransition } { m m m O{} O{} } {
3093   \draw[->] (#1) edge[#4] node[pos=0.5,auto,sloped,#5]{$t\sb{#3}$} (#2);
3094 }

```

```

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

```

```

3095 \def\liPetriErreichKnotenDrei#1#2#3{(#1,#2,#3)}

```

```

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

```

```

3096 \def\liPetriTransPfeile#1{ $\rightarrow \hspace{0.4cm} \liPetriTransitionsName{#1} \hspace{0.3cm}
3097 }

```

## potenzmengen-konstruktion.sty

```
3098 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3099 \ProvidesPackage{bschlangaul-potenzmengen-konstruktion}[2021/02/21 Hilfsmakros
3100 einzusetzen bei der Potenzmengen-Konstruktion (Potenzmengen-Algorithmus)]
```

```
3101 \liLadePakete{formale-sprachen}
```

```
3102 \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}
    }
  }
}
```

```
3103 \def\liZustandsMengenSammlung#1#2{
3104   \liZustandsnameGross{#1}
3105   {
3106     \footnotesize
3107     \liPotenzmenge{
3108       \str_case:nn {#1} {#2
3109       }
3110     }
3111 }
```

```
\liZustandsMengenSammlungNr
```

```
3112 \def\liZustandsMengenSammlungNr#1#2{
3113   \liZustandsnameGross{#1}
3114   {
```

```
3115     \footnotesize
3116     \liZustandsmengeNr{
3117         \str_case:nn {#1} #2
3118     }
3119 }
3120 }

3121 \ExplSyntaxOff
3122
```

## pseudo.sty

```

3123 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3124 \ProvidesPackage{bschlangaul-pseudo}[2020/12/30 Paket zum Setzen
3125 von Pseudo-Code, Hüll-Paket um algorithm2e]

\begin{algorithm}[H]
\KwData{$G = (V, E, w)$: ein zusammenhängender, ungerichteter,
kantengewichteter Graph  $\text{kruskal}(G)$ }
$E' \leftarrow \emptyset$;
$L \leftarrow E$;
Sortiere die Kanten in  $L$  aufsteigend nach ihrem Kantengewicht.;
\While{$L \neq \emptyset$}{
  wähle eine Kante  $e \in L$  mit kleinstem Kantengewicht;
  entferne die Kante  $e$  aus  $L$ ;
  \If{der Graph  $(V, E' \cup \{e\})$  keinen Kreis enthält}{
    $E' \leftarrow E' \cup \{e\}$;
  }
}
\KwResult{$M = (V, E')$ ist ein minimaler Spannbaum von  $G$ .}
\caption{Minimaler Spannbaum nach Kruskal\footcite{wiki:kruskal}}
\end{algorithm}

```

### Algorithmus 1: Minimaler Spannbaum nach Kruskal

**Data:**  $G = (V, E, w)$ : ein zusammenhängender, ungerichteter, kantengewichteter Graph  $\text{kruskal}(G)$

$E' \leftarrow \emptyset$ ;  
 $L \leftarrow E$ ;  
 Sortiere die Kanten in  $L$  aufsteigend nach ihrem Kantengewicht.;

**while**  $L \neq \emptyset$  **do**  
   wähle eine Kante  $e \in L$  mit kleinstem Kantengewicht;  
   entferne die Kante  $e$  aus  $L$ ;  
   **if** der Graph  $(V, E' \cup \{e\})$  keinen Kreis enthält **then**  
      $E' \leftarrow E' \cup \{e\}$ ;  
   **end**  
**end**

**Result:**  $M = (V, E')$  ist ein minimaler Spannbaum von  $G$ .

```

3126 \RequirePackage[german,boxruled]{algorithm2e}

```

```

3127

```

## pumping-lemma.sty

3128 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]  
3129 \ProvidesPackage{bschlangaul-pumping-lemma}[2021/08/11 Enthält die  
3130 Definitionen für das Pumping-Lemma in der Regulären Sprache und  
3131 in der Kontextfreien Sprache]

\liPumpingRegulaer

```
3132 \def\liPumpingRegulaer{%
3133   Es sei  $L$  eine reguläre Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass für
3134   alle Wörter  $\omega$  in  $L$  mit  $|\omega| \geq j$  (jedes Wort  $\omega$  in
3135    $L$  mit Mindestlänge  $j$ ) jeweils eine Zerlegung  $\omega = uvw$ 
3136   existiert, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
3137
3138   \begin{enumerate}
3139     \item  $|v| \geq 1$ 
3140     (Das Wort  $v$  ist nicht leer.)
3141
3142     \item  $|uv| \leq j$ 
3143     (Die beiden Wörter  $u$  und  $v$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
3144
3145     \item Für alle  $i = 0, 1, 2, \dots$  gilt  $uv^i w$  in  $L$ 
3146     (Für jede natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^i w$  in der
3147     Sprache  $L$ )
3148   \end{enumerate}
3149
3150   Die kleinste Zahl  $j$ , die diese Eigenschaften erfüllt, wird
3151   Pumping-Zahl der Sprache  $L$  genannt.\footcite{wiki:pumping-lemma}
3152 }
```

\liPumpingKontextfrei

```
3153 \def\liPumpingKontextfrei{%
3154   Es sei  $L$  eine kontextfreie Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass
3155   sich alle Wörter  $\omega$  in  $L$  mit  $|\omega| \geq j$  zerlegen lassen in
3156    $\omega = uvwxy$ , sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
3157
3158   \begin{enumerate}
3159     \item  $|vx| \geq 1$ 
3160     (Die Wörter  $v$  und  $x$  sind nicht leer.)
3161
3162     \item  $|vwx| \leq j$ 
3163     (Die Wörter  $v$ ,  $w$  und  $x$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
3164
3165     \item Für alle  $i \in \mathbb{N}_0$  gilt  $uv^iwx^iy$  in  $L$  (Für jede
3166     natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^iwx^iy$  in der
3167     Sprache  $L$ )
3168   \end{enumerate}
3169 }
3170
```



## quicksort.sty

```
3171% https://tex.stackexchange.com/a/142634
3172\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3173\ProvidesPackage{bschlangaul-quicksort}[2020/06/12]
3174
3175%-----
3176% USAGE:
3177% \QSinitialize{comma, separated, numerical, values}
3178% \loop
3179% \QSpivotStep
3180% \ifnum\value{pivotcount}>0
3181%   \QSSortStep
3182% \repeat
3183%-----
3184
3185% xintfrac does not load xinttools, this must be done explicitly if needed as here.
3186\RequirePackage{xintfrac, xinttools}
3187
3188\RequirePackage{tikz}
3189
3190%-----
3191% FIRST PART: TikZ styles and macros for the actual drawing
3192\newcounter{cellcount}% used for coordinates of the node
3193\newcounter{pivotcount}% when it will remain at zero, will signal the sort is finished.
3194
3195% Styles defined by Tom Bombaldi. (modified: all share the same size)
3196% (re-modified \bf -> \bfseries due to extremely annoying warnings from
3197% KOMA-script which are truly a pain and do not make any sense regarding \bf:
3198% if I want to use \bf, and know what I am doing, why should I get HARASSED
3199% by police of LaTeX good conduct ? )
3200\tikzset{l/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=lime!70!gray},
3201         o/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=olive!50},
3202         r/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black, t
3203% this is the "b" style as used in the image below
3204%         b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black,
3205% nicer:
3206%         b/.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, f
3208
3209% NOTE the b style was originally the same as the r(aised) style apart from
3210% not being raised, but I find it nicer with a somewhat different
3211% specification. I have not updated the images though.
3212
3213% How the nodes are drawn depending on whether on the left of the pivot value
3214% or on the right, or is a pivot value, or a raised pivot during selection phase.
3215
3216\def\DecoLEFT #1{%
3217    \xintFor* ##1 in {#1} \do
3218    {\stepcounter{cellcount}\node[o] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
3219}
3220
3221\def\DecoINERT #1{%
3222    \xintFor* ##1 in {#1} \do
3223    {\stepcounter{cellcount}\node[g] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
3224}
3225
3226\def\DecoRIGHT #1{%
3227    \xintFor* ##1 in {#1} \do
3228    {\stepcounter{cellcount}\node[l] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
3229}
3230
3231\def\DecoLEFTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
3232    \xintFor* ##1 in {#1} \do
```

```

3233     {\stepcounter{cellcount}%
3234     \xintifForLast {\node[r]}\node[o]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
3235 }
3236
3237 \def\DecoINERTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
3238     \xintFor* ##1 in {#1} \do
3239     {\stepcounter{cellcount}%
3240     \xintifForLast {\node[b]}\node[g]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
3241 }
3242
3243 \def\DecoRIGHTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
3244     \xintFor* ##1 in {#1} \do
3245     {\stepcounter{cellcount}%
3246     \xintifForLast {\node[r]}\node[l]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
3247 }
3248
3249 %-----
3250 % SECOND PART: the actual sorting routines.
3251
3252 \def\QS@sort@a #1{\expandafter \QS@sort@b \expandafter {\xintLength {#1}}{#1}}
3253 \def\QS@sort@b #1{\ifcase #1
3254     \expandafter\QS@sort@empty
3255     \or\expandafter\QS@sort@single
3256     \else\expandafter\QS@sort@c
3257     \fi
3258 }%
3259 \def\QS@sort@empty #1{}
3260 \def\QS@sort@single #1{\QSIr {#1}}
3261
3262 % This step is to pick the last as pivot.
3263 \def\QS@sort@c #1%
3264     {\expandafter\QS@sort@d\expandafter {\romannumeral0\xintntheft {-1}{#1}}{#1}}%
3265
3266 % Here \QSLr, \QSIr, \QSR have been let to \relax.
3267 % The trick with \xintApplyUnbraced is that for example when selecting
3268 % the elements smaller than pivot, if we had been using \xintApply we
3269 % would have had at the minimum an empty brace pair. Thus we use the
3270 % "unbraced" variant, but then the \QS@select@smaller has added in
3271 % anticipation a level of braces.
3272 \def\QS@sort@d #1#2{%
3273     \QSLr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@smaller {#1}}{#2}}%
3274     \QSIr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@equal {#1}}{#2}}%
3275     \QSRr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@greater {#1}}{#2}}%
3276 }%
3277 \def\QS@select@smaller #1#2{\xintifLt {#2}{#1}}{#2}}{ }% space will stop a f-
    expansion
3278 \def\QS@select@equal #1#2{\xintifEq {#2}{#1}}{#2}}{ }% space will stop a f-
    expansion
3279 \def\QS@select@greater #1#2{\xintifGt {#2}{#1}}{#2}}{ }% space will stop a f-
    expansion
3280
3281 %
3282 % NOTE 1: thus, each comparison with the pivot is done three (!) times.
3283 %
3284 % NOTE 2: we may well end up with \QSLr {<empty>} situations. THis is handled
3285 % silently by the \xintFor loops, and also when \QSLr becomes \QS@sort@a, the
3286 % latter must handle correctly an empty argument.
3287
3288 %-----
3289 % THIRD PART: the main macros \QSpivotStep, \QSsortStep and \QSinitialize.
3290
3291 % This draws all with suitable highlighting for the newly chosen pivots
3292 % (which will be shown raised)

```

```

3293 \def\QSpivotStep {\let\QSLr\DecoLEFTwithPivot
3294             \let\QSIr\DecoINERT
3295             \let\QSIrr\DecoINERT
3296             \let\QSRr\DecoRIGHTwithPivot
3297 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}%
3298             \setcounter{cellcount}{0}\setcounter{pivotcount}{0}%
3299             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
3300 }
3301
3302 % This sorts and then draws, showing where the pivot chosen in the previous
3303 % step go. Next time they will have become "inert". If pivotcount is still at
3304 % zero on exit from \QSpivotStep, then this is the signal to stop before
3305 % executing \QSSortStep.
3306 \def\QSSortStep {\def\QSLr {\noexpand\QS@sort@a}%
3307             \def\QSRr {\noexpand\QS@sort@a}%
3308             \def\QSIr {\noexpand\QSIrr}%
3309             \let\QSIrr\relax
3310             \edef\QS@list{\QS@list}%
3311             \let\QSLr\relax
3312             \let\QSRr\relax
3313             \let\QSIr\relax
3314             \edef\QS@list{\QS@list}%
3315             \let\QSLr\DecoLEFT
3316             \let\QSIr\DecoINERTwithPivot
3317             \let\QSIrr\DecoINERT
3318             \let\QSRr\DecoRIGHT
3319 \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}%
3320             \setcounter{cellcount}{0}%
3321             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
3322 }
3323
3324 \def\QSinitialize #1{%
3325     % first, we convert the comma separated values into a list of braced items
3326     % we use an \edef, and anyhow many \edef's will be used later
3327     \edef\QS@list {\noexpand\QSRr {\xintCSVtoList {#1}}}%
3328     \let\QSRr\DecoRIGHT
3329     % The \QSRr marker mutated to draw the last element as
3330     % pivot and the earlier ones with the suitable style.
3331     %
3332     % The list of marked braced items \QS@list is used both for drawing
3333     % (as here) and for doing the exchange of elements during sort.
3334     \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}\setcounter{cellcount}{0}%
3335             \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
3336 }
3337

```

## relationale-algebra.sty

```

3338 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3339 \ProvidesPackage{bschlangaul-relationale-algebra}[2020/12/11]
3340 \RequirePackage{amsmath}
3341 \RequirePackage{amssymb}

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

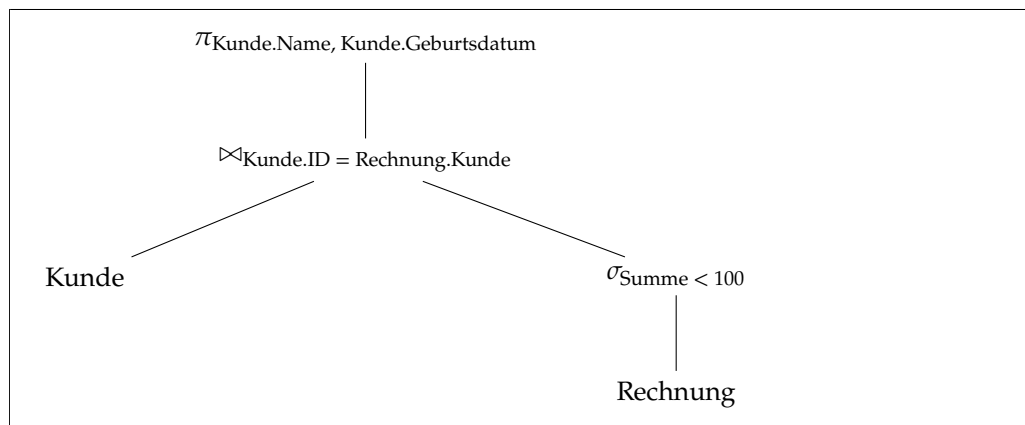
  \node[below=of pi]
    (theta join) {\bowtie_{\text{Kunde.ID = Rechnung.Kunde}}};
    edge (pi);

  \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}

```



```

3342 \RequirePackage{tikz}
3343 \usetikzlibrary{positioning}

    Privates Makros, das zwei Querstriche erzeugt.
3344 \def\o@join{\setbox0=\hbox{\bowtie}}%
3345 \rule[-.02ex]{.25em}{.4pt}\llap{\rule[\ht0]{.25em}{.4pt}}%
3346 }

```

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

```
3347 \def\leftouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie}}
```

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

```
3348 \def\rightouterjoin{\mathbin{\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}
```

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

```
3349 \def\fullouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}
```

```
3350
```

## rmodell.sty

```
3351 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3352 \ProvidesPackage{bschlangaul-rmodell}[2020/09/01
3353 Makros und Umgebungen zum Setzen des Relationenmodells beim Thema
3354 Datenbanken.]
3355 \RequirePackage{soul}
```

### Faulenzer

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

```
\liPrimaer \liPrimaer{text}: Unterstreichung für den Primärschlüssel
3356 \def\liPrimaer#1{\ul{#1}}
```

```
\liFremd \liFremd{text}: Überstreichung für den Fremdschlüssel
3357 \def\liFremd#1{{\setul{-0.9em}}\ul{#1}}
```

```
liRmodell \begin{liRmodell} \end{liRmodell}: Kleinere Schrift und Schreibmaschinenschrift.
3358 \def\li@Rmodell@Schrift{\footnotesize\ttfamily}
3359 \ExplSyntaxOn
3360 \NewDocumentEnvironment { liRmodell }
3361 { +b }
3362 {
3363   \medskip
3364   {
3365     \linespread{2}
3366     \setlength{\parindent}{0pt}
3367     \li@Rmodell@Schrift#1
3368   }
3369   \medskip
3370 } {}
3371 \ExplSyntaxOff
```

```
\liRelationMenge Makro-Faulenzer: \let\r=\liRelationMenge
\liRelationMenge{name}{attribut, attribut}: Umhüllen der Attribute mit geschweiften
und dann eckigen Klammern.
3372 \def\liRelationMenge#1#2{
3373 \noindent
3374 #1 : \{ [ #2 ] \}
3375 \par
3376 }
```

```
\liAttribut Makro-Faulenzer: \let\a=\liAttribut
\liAttribut{text}: Gleiche Schrift wie Umgebung liRmodell
3377 \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}
```

```
3378 \NewDocumentEnvironment { liRelationenSchemaFormat }{ +b } {} {}
```

```
3379
```

## sortieren.sty

```
3380 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3381 \ProvidesPackage{bschlangaul-sortieren}[2020/06/10 Schaubilder
3382 für händisches Sortieren bzw. einen Schreibtischlauf setzen]
```

```
\tikz[
  rectangle split parts=5,
]{
  \node[li sortierung zahlenreihe] (reihe) {\nodepart{one} 2 \nodepart{two} 1 \nodepart{three} 3 \nodepart{four} \nodepart{five} }
  \liSortierPfeil{one}{two}
  \liSortierPfeil{two}{three}
  \liSortierMarkierung{two split south}{three split north}
  \liSortierPfeilUnten{three}{one}
}
```



```
3383 \RequirePackage{tikz}
3384 \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.

```
3385 \def\liVertauschen#1{
3386   \directlua{
3387     local sortieren = require('bschlangaul-sortieren')
3388     sortieren('#1')
3389   }
3390 }
```

`\liSortierPfeil`

```
3391 \def\liSortierPfeil#1#2{
3392   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 north) -- ++(0,0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 north);
3393 }
```

`\liSortierPfeilUnten`

```
3394 \def\liSortierPfeilUnten#1#2{
3395   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 south) -- ++(0,-0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 south);
3396 }
```

`\liSortierMarkierung`

```
3397 \def\liSortierMarkierung#1#2{\node[
3398   draw,
3399   very thick,
3400   fit=(reihe.#1) (reihe.#2),
3401   inner sep=0pt
3402 ] {}
3403 }

3404 \tikzset{
3405   li sortierung zahlenreihe/.style={
3406     draw,
3407     thin,
3408     font=\large,
3409     rectangle split horizontal,
3410     rectangle split,
3411   }
3412 }
```

```

3413 % https://tex.stackexchange.com/a/140895
3414 \RequirePackage{forest,xstring}
3415 \usetikzlibrary{calc}
3416
3417 \makeatletter
3418 \pgfmathdeclarefunction{strrepeat}{2}{%
3419   \begingroup\pgfmathint{#2}\pgfmathcount\pgfmathresult
3420   \let\pgfmathresult\pgfutil@empty
3421   \pgfutil@loop\ifnum\pgfmathcount>0\relax
3422     \expandafter\def\expandafter\pgfmathresult\expandafter{\pgfmathresult#1}%
3423     \advance\pgfmathcount-1\relax
3424   \pgfutil@repeat\pgfmathsmuggleone\pgfmathresult\endgroup}
3425 \makeatother
3426
3427 \def\myNodes{}
3428
3429 \ExplSyntaxOn
3430 \newcommand*{\sortList[1]}{%
3431   \clist_sort:Nn#1{\int_compare:nNnTF{##1}>{##2}\sort_return_swapped:\sort_return_same:}}
3432 \ExplSyntaxOff
3433
3434 \forestset{
3435   sort/.code={%
3436     \pgfmathparse{level()>\forestSortLevel}%
3437     \ifnum\pgfmathresult=0
3438       \StrSubstitute{\forestov{content}}{ }{ },{ }\myList%
3439       \sortList\myList
3440       \StrSubstitute{\myList}{ },{ }{ }\myList%
3441       \pgfmathparse{strrepeat("1",level())}%
3442       \xappto\myNodes{\noexpand\node at ($(\forestov{name})|-m)!-1!(\forestov{name}))$}
3443       (m\forestov{name}) { \myList }%
3444       \pgfmathparse{level() == \forestSortLevel}%
3445       \ifnum\pgfmathresult=1
3446         \forestOget{\forestov{@first}}{name}\forestFirst
3447         \forestOget{\forestov{@last}}{name}\forestLast
3448         \xappto\myNodes{[<-]edge (\forestOv{\forestov{@first}}{name})
3449           \ifx\forestFirst\forestLast\else edge (\forestOv{\forestov{@last}}{name})\fi}%
3450       \fi
3451       \ifnum\forestov{@parent}=0\else
3452         \xappto\myNodes{edge (m\forestOv{\forestov{@parent}}{name})}%
3453       \fi
3454       \gappto\myNodes{;}%
3455     \fi}}
3456
3457 \forestset{sort level/.code=%
3458   \pgfmathparse{#1}\let\forestSortLevel\pgfmathresult
3459   \pgfmathparse{strrepeat("1",\forestSortLevel+1)}\let\forestOnes\pgfmathresult}
3460

```

## **spalten.sty**

```
3461 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3462 \ProvidesPackage{bschlangaul-spalten}[2020/12/07 Lädt das Paket
3463 „multicol“, damit mehrspaltiger Satz mit Hilfe der Umgebung „multicols“
3464 realisiert werden kann.]
3465 \RequirePackage{multicol}
```

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

```
3466 \def\liSpaltenUmbruch{\vfill\strut\columnbreak}
```

```
3467
```



## sql.sty

3468 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

3469 \ProvidesPackage{bschlangaul-tabelle}[2021/09/02 Zu Setzen von SQL]

### Latex-Markup-Beispiel

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

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

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

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

3470 \liLadePakete{syntax}

3471 \RequirePackage{fancyvrb}

3472 \DefineVerbatimEnvironment{liSqlErgebnis}{Verbatim}

3473 {fontsize=\footnotesize}

3474

## **struktogramm.sty**

```
3475 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3476 \ProvidesPackage{bschlangaul-struktogramm}[2021/01/31 Lädt das
3477 Paket struktex zum Setzen von Struktogrammen]
3478 \RequirePackage{struktex}
3479
```

## **syntax.sty**

```
3480 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3481 \ProvidesPackage{bschlangaul-syntax}[2020/06/10 Ein Hüll-Paket um
3482 `minted`, das sich um die Syntax-Hervorhebung des Java-Codes kümmert.]
3483 \RequirePackage{xparse}
```

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

### **Faulenzer**

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

```
3484 \ExplSyntaxOn
3485 \directlua{
3486   syntax = require('bschlangaul-syntax')
3487   syntax.importiere_konfiguration('tex_repo_lokaler_pfad', '\LehramtInformatikRepository')
3488   syntax.importiere_konfiguration('github_domain', '\LehramtInformatikGithubDomain')
3489   syntax.importiere_konfiguration('github_raw_domain', '\LehramtInformatikGithubRawDomain')
3490   syntax.importiere_konfiguration('github_tex_repo', '\LehramtInformatikGithubTexRepo')
3491   syntax.importiere_konfiguration('github_code_repo', '\LehramtInformatikGithubCodeRepo')
3492   syntax.importiere_konfiguration('git_branch', '\LehramtInformatikGitBranch')
3493 }
3494 \RequirePackage{hyperref}
3495 \RequirePackage{minted}
3496 % pygmentize -L styles
3497 \usemintedstyle{colorful}
3498 %\BeforeBeginEnvironment{minted}{\begin{mdframed}}
3499 %\AfterEndEnvironment{minted}{\end{mdframed}}
3500 %\setminted{breaklines=true,linenos}
3501 \setminted{
3502   breaklines=true,
3503   linenos=false,
3504   fontsize=\footnotesize,
3505 }
```

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

```
3506 \newminted[liJavaAngabe]{java}{
3507   xleftmargin=1cm
3508 }
```

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

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

```
3509 \def\liJavaCode#1{
3510   \,
3511   \textcolor{blue}{
3512     \mintinline[
3513       fontsize=\normalsize,
3514       breakanywhere % https://github.com/gpoore/minted/issues/31#issuecomment-458640242
3515     ]{java}|#1|
3516   }
3517   \,
3518 }
```

**\liLatexCode** Im Zeilenfluss einen kurzen L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X-Code-Ausschnitt setzen.

```
3519 \def\liLatexCode#1{\mintinline{latex}|#1|}
```

```

3520 \def\li@GithubLink#1#2{
3521   \begin{flushright}
3522     \tiny
3523     Code-Beispiel~auf~Github~ansehen:~
3524     \href{#1}{\nolinkurl{#2}}
3525   \end{flushright}
3526 }

\liJavaDatei Eine komplette Java-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/main/java/org/bschlangaul
liegt.
3527 \NewDocumentCommand{\liJavaDatei}{ 0{firstline=3} m }{
3528   \inputminted[#1]{java}{
3529     \directlua{
3530       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', false)
3531     }
3532   }
3533   \li@GithubLink
3534   {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', false)}}
3535   {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', false)}}
3536 }

\liJavaTestDatei Eine komplette Java-Test-Datei einbinden, die Verzeichnis ./Code/src/test/java/org/bschlangaul
liegt.
3537 \NewDocumentCommand{\liJavaTestDatei}{ 0{firstline=3} m }{
3538   \inputminted[#1]{java}{
3539     \directlua{
3540       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', true)
3541     }
3542   }
3543   \li@GithubLink
3544   {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', true)}}
3545   {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', true)}}
3546 }

\liJavaExamen \liJavaExamen{66116}{2015}{03}{Kunde} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \liJavaDatei([
\liJavaExamen$1{$2}{$3}{$4}{$5}
3547 \NewDocumentCommand{\liJavaExamen}{ 0{firstline=3} m m m m }{
3548   \inputminted[#1]{java}{
3549     \directlua{
3550       syntax.drucke_absoluten_examens_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')
3551     }
3552   }
3553   \li@GithubLink
3554   {\directlua{syntax.drucke_github_examens_url('#2', '#3', '#4', '#5')}}
3555   {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
3556   {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
3557 }

\liAssemblerCode
3558 \def\liAssemblerCode#1{\mintinline{asm}|#1|}

\liAssemblerDatei \liAssemblerDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Assembler-Datei.
3559 \NewDocumentCommand{\liAssemblerDatei}{ m }{
3560   \inputminted{asm}{#1}
3561 }

\liMinispracheDatei \liMinispracheDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Minisprachen-Datei
(Hochsprache für die Minimaschine von Albert Wiedemann).
3562 \NewDocumentCommand{\liMinispracheDatei}{ m }{
3563   \inputminted{componentpascal}{#1}
3564 }

```

```

\liHaskellCode \liHaskellCode{haskell}: Zum Setzen von Haskell-Code.
3565 \def\liHaskellCode#1{\mintinline{haskell}|#1|}

\liHaskellDatei \liHaskellDatei{relativer-pfad}: Relativer Pfad zu einer Haskell-Datei.
3566 \NewDocumentCommand{\liHaskellDatei}{ m }{
3567   \inputminted{haskell}{#1}
3568 }

3569 \ExplSyntaxOff

\liSqlCode \liHaskellCode{sql}: Zum Setzen von SQL-Code.
Makro-Faulenzer: \let\s=\liSqlCode
3570 \def\liSqlCode#1{\mintinline{sql}|#1|}

3571

```

## **syntaxbaum.sty**

```
3572 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3573 \ProvidesPackage{bschlangaul-syntaxbaum}[2021/02/14 Zum Setzen von
3574 Syntaxbäumen mit Hilfe des Pakets tikz-qtree]
3575 \RequirePackage{tikz-qtree}
3576
3577 \tikzset{li parsetree/.style={
3578     every internal node/.style={
3579         draw,circle
3580     },
3581     every leaf node/.style={
3582         draw,rectangle
3583     },
3584 }
3585 }
3586
```

## synthese-algorithmus.sty

```
3587 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3588 \ProvidesPackage{bschlangaul-synthese-algorithmus}[2021/03/19
3589 Hilfsmakros zum Setzen des Synthese-Algorithmuses zur Umformung einer
3590 Relation in die 3. Normalform]
3591 \liLadePakete{normalformen,mathe,typographie}
3592 \ExplSyntaxOn
```

### Faulenzer

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

### TeX-Markup Grundgerüst

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

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

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

### TeX-Markup Linksreduktion

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

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

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

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

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

### TeX-Markup Rechtsreduktion

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

\liPseudoUeberschrift{F}

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

\liPseudoUeberschrift{A}

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

## TeX-Markup Relationen formen

```
\let\r=\liRelation
\let\u=\underline

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

### (a) Kanonische Überdeckung

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

#### (i) Linksreduktion

— Führe für jede funktionale Abhängigkeit  $\alpha \rightarrow \beta \in F$  die Linksreduktion durch, überprüfe also für alle  $A \in \alpha$ , ob  $A$  überflüssig ist, d. h. ob  $\beta \subseteq \text{AttrHülle}(F, \alpha - A)$ . —

#### (ii) Rechtsreduktion

— Führe für jede (verbliebene) funktionale Abhängigkeit  $\alpha \rightarrow \beta$  die Rechtsreduktion durch, überprüfe also für alle  $B \in \beta$ , ob  $B \in \text{AttrHülle}(F - (\alpha \rightarrow \beta) \cup (\alpha \rightarrow (\beta - B)), \alpha)$  gilt. In diesem Fall ist  $B$  auf der rechten Seite überflüssig und kann eliminiert werden, d. h.  $\alpha \rightarrow \beta$  wird durch  $\alpha \rightarrow (\beta - B)$  ersetzt. —

#### (iii) Löschen leerer Klauseln

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

#### (iv) Vereinigung

— Fasse mittels der Vereinigungsregel funktionale Abhängigkeiten der Form  $\alpha \rightarrow \beta_1, \dots, \alpha \rightarrow \beta_n$ , so dass  $\alpha \rightarrow \beta_1 \cup \dots \cup \beta_n$  verbleibt. —

### (b) Relationsschemata formen

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

### (c) Schlüssel hinzufügen

— Falls eines der in Schritt 2. erzeugten Schemata  $\mathcal{R}_\alpha$  einen Schlüsselkandidaten von  $\mathcal{R}$  bezüglich  $F_c$  enthält, sind wir fertig, sonst wähle einen Schlüsselkandidaten  $\mathcal{K} \subseteq \mathcal{R}$  aus und definiere folgendes zusätzliche Schema:  $\mathcal{R}_\mathcal{K} := \mathcal{K}$  und  $\mathcal{F}_\mathcal{K} := \emptyset$  —

### (d) Entfernung überflüssiger Teilschemata

— Eliminiere diejenigen Schemata  $\mathcal{R}_\alpha$ , die in einem anderen Relationenschema  $\mathcal{R}_{\alpha'}$  enthalten sind, d. h.  $\mathcal{R}_\alpha \subseteq \mathcal{R}_{\alpha'}$ . —

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

```
3593 \def\liSyntheseUeberschrift#1{
3594   {
3595     \bfseries
3596     \rmfamily
3597     \str_case:nn {#1} {
3598       {1} {Kanonische~Überdeckung}
3599       {1-1} {Linksreduktion}
3600       {1-2} {Rechtsreduktion}
3601       {1-3} {Löschen-leerer-Klauseln}
3602       {1-4} {Vereinigung}
3603       {2} {Relationsschemata-formen}
3604       {3} {Schlüssel-hinzufügen}
3605       {4} {Entfernung-überflüssiger-Teilschemata}
3606     }
3607   }
3608 }
```



```

\liSyntheseErklaerung
Makro-Faulener: \let\erklauerung=\liSyntheseErklaerung
3609 \def\li@synthese@erklauerung@texte#1{
3610   \str_case:nn {#1} {
3611     {1} {
3612       Die-kanonische-Überdeckung---also-die-kleinst-mögliche-noch-
3613       äquivalente-Menge-von-funktionalen-Abhängigkeiten-kann-in-vier-
3614       Schritten-erreicht-werden.
3615     }
3616     {1-1} {
3617       Führe-für-jede-funktionale-Anhängigkeit~
3618       $\alpha\rightarrow\beta$-in-$F$-die-Linksreduktion-durch,~
3619       überprüfe-also-für-alle~
3620       $A$-in-$\alpha$,~ob-$A$-überflüssig-ist,~d.h.~ob~
3621       $\beta\subseteq\liAttributHuelle\{F,\alpha\}$.
3622     }
3623     {1-2} {
3624       Führe-für-jede-(verbliebene)-funktionale-Abhängigkeit-$\alpha\rightarrow\beta$-die-Rechtsreduktion-durch,~überprüfe-also-für-
3625       alle-$B$-in-$\beta$,~ob-$B$-in-$\liAttributHuelle\{F,(\alpha\rightarrow\beta)\cup(\alpha\rightarrow\beta)\}$-
3626       gilt.~In-diesem-Fall-ist-$B$-auf-der-rechten-Seite-
3627       überflüssig-und-kann-eliminiert-werden,~dh-$\alpha\rightarrow\beta$-wird-durch-$\alpha\rightarrow\beta$-
3628       ersetzt.
3629     }
3630     {1-3} {
3631       Entferne-die-funktionalen-Abhängigkeiten-der-Form-$\alpha\rightarrow\emptyset$,~die-im-2.-Schritt-möglicherweise-
3632       entstanden-sind.
3633     }
3634     {1-4} {
3635       Fasse-mittels-der-Vereinigungsregel-funktionale-Abhängigkeiten-
3636       der-Form-$\alpha\rightarrow\beta_{\{1\}},\dots,\alpha\rightarrow\beta_{\{n\}}$,~so-dass-$\alpha\rightarrow\beta_{\{1\}}\cup\dots\cup\beta_{\{n\}}$-
3637       verbleibt.
3638     }
3639     % Kemper Seite 197
3640     {2} {
3641       Erzeuge-für-jede-funktionale-Abhängigkeit-$\alpha\rightarrow\beta$-in-$F$~ein-Relationenschema-$\mathcal{R}\subseteq\mathcal{A}$-
3642       :~$\alpha\subseteq\beta$.
3643     }
3644     {3} {
3645       Falls-eines-der-in-Schritt-2.-erzeugten-Schemata-$\mathcal{R}\subseteq\mathcal{A}$-
3646       einen-Schlüsselkandidaten-von-$\mathcal{R}$-bezüglich-$F$-enthält,~sind-wir-fertig,~sonst-wähle-einen-Schlüsselkandidaten-
3647       $\mathcal{K}\subseteq\mathcal{R}$-aus-und-definiere-folgendes-
3648       zusätzliche-Schema:~$\mathcal{R}\subseteq\mathcal{K}$:~$\mathcal{K}\subseteq\mathcal{F}$-
3649       und-$\mathcal{F}\subseteq\mathcal{K}$:~$\mathcal{K}\subseteq\mathcal{F}$.
3650     }
3651     {4} {
3652       Eliminiere-diejenigen-Schemata-$\mathcal{R}\subseteq\mathcal{A}$,~die-in-einem-
3653       anderen-Relationenschema-$\mathcal{R}'\subseteq\mathcal{A}$-enthalten-sind,~d.h.~
3654       $\mathcal{R}\subseteq\mathcal{R}'$.
3655     }
3656   }
3657 }
3658 \def\liSyntheseErklaerung#1{
3659   {
3660     \itshape
3661     \footnotesize
3662     \liParagraphMitLinien{\li@synthese@erklauerung@texte{#1}}
3663   }
3664 }

```

3671 }

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

3672 \def\liSyntheseUeberErklaerung#1{

3673   \liSyntheseUeberschrift{#1}\par

3674   \liSyntheseErklaerung{#1}

3675 }

3676 \ExplSyntaxOff

3677

## **tabelle.sty**

```
3678 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]  
3679 \ProvidesPackage{bschlangaul-tabelle}[2020/12/05 Lädt das Paket tabluarx]  
3680 \RequirePackage{tabularx}  
3681
```

## tex-dokumentation.sty

```
3682 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3683 \ProvidesPackage{bschlangaul-tex-dokumentation}[2021/09/12 Hilfsmakros
3684 für die DTX-Dokumentation]

3685 \ExplSyntaxOn

3686 \RequirePackage{mdframed}

3687 \newenvironment{liBeispiel}
3688 {
3689   \begin{mdframed}
3690 }
3691 {
3692   \end{mdframed}
3693 }

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

3694 \cs_new:Npn \let_abkuerzung:nn #1 #2
3695 {
3696   \texttt{
3697     {
3698       \textbackslash let
3699       \textbackslash #1
3700       =
3701       \textbackslash #2
3702     }
3703 }
3704 \def\bmakrofaulenzern #1 #2
3705 {
3706   \par
3707   \noindent
3708   \textbf{Makro-Faulenzern:~}
3709   \let_abkuerzung:nn {#1}{#2}
3710   \par
3711 }

3712 \prop_new:N \l_faulenzern_prop

\bfaulenzern

3713 \def\bfaulenzern#1
3714 {
3715   \prop_clear:N \l_faulenzern_prop
3716   \prop_put_from_keyval:Nn \l_faulenzern_prop {#1}
3717   \subsubsection{Faulenzern}
3718   \prop_map_inline:Nn \l_faulenzern_prop
3719   {
3720     \noindent
3721     \let_abkuerzung:nn {##1} {##2}
3722     \par
3723   }
3724   \bigskip
3725 }

3726 \ExplSyntaxOff

3727
```

## typographie.sty

```

3728 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3729 \ProvidesPackage{bschlangaul-typographie}[2021/03/20 Typographische Makros,
3730 die das Erscheinungsbild verändern. Die Schriftdefinition sind in
3731 formatierung.sty definiert.]

```

```

3732 \ExplSyntaxOn

```

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

```

3733 \RequirePackage{fontawesome}

```

`\liErledigt` `\liErledigt:` ☑

```

3734 \let\liErledigt=\faCheckSquareO

```

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

```

3735 \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 —

```

3736 \def\liParagraphMitLinien#1{
3737   \noindent
3738   \vrule height 2pt depth -1.6pt width 0.4cm
3739   \enspace
3740   #1
3741   \enspace
3742   \leaders\vrule height 2pt depth -1.6pt \hfill \null
3743   \par
3744   \medskip
3745 }

```

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

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

```

3746 \def\liGeschweifteKlammern#1#2#3#4{
3747   \par
3748   \medskip
3749   \noindent
3750   #1 \, $= \Bigl\{ \$
3751   \vspace{#3}
3752   #2
3753   \vspace{#4}
3754   \begin{flushright} \$\Bigr\} \$\end{flushright}
3755   \par
3756 }

```

`\liTypoUeberschrift`

```

3757 \def\liTypoUeberschrift#1{
3758   {
3759     \bfseries\rmfamily
3760     #1
3761   }
3762 }

```

\liTypoUeberGross

```
3763 \def\liTypoUeberGross#1{
3764   {
3765     \huge
3766     \liTypoUeberschrift{#1}
3767   }
3768 }
```

\liTypoUeberGross

```
3769 \def\liTypoUeberGROSS#1{
3770   {
3771     \Huge
3772     \liTypoUeberschrift{#1}
3773   }
3774 }
```

3775 \ExplSyntaxOff

3776

## uml.sty

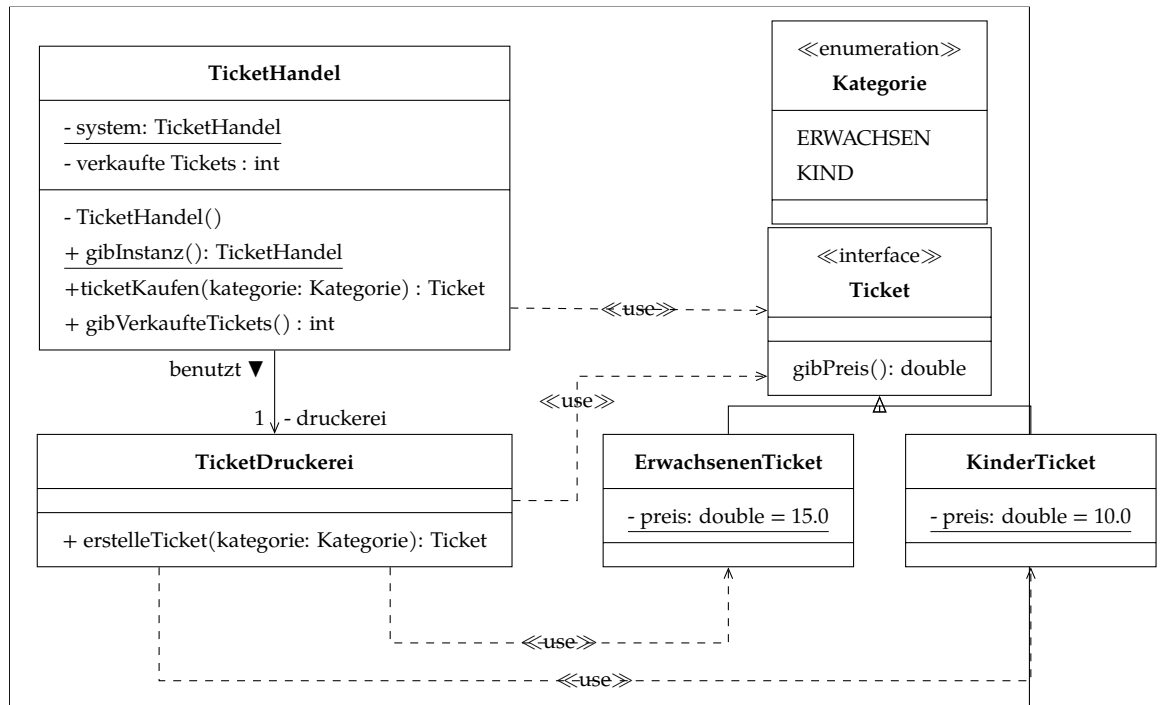
```

3777 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3778 \ProvidesPackage{bschlangaul-uml}[2020/06/13 Ein Hüll-Paket um
3779 `tikz-uml', das einige Design-Einstellungen vornimmt und manche
3780 Erweiterung bereitstellt]

3781 \RequirePackage{tikz-uml}
3782 \RequirePackage{tikz-uml-activity}
3783 % Not compatible with wasysym
3784 %\RequirePackage{mathabx}
3785 \RequirePackage{wasysym}
3786 \usetikzlibrary{positioning}

3787 \tikzumlset{
3788   fill class=white!0,
3789   font=\footnotesize,
3790   fill object=white!0,
3791   fill note=white!0,
3792   fill state=white!0,
3793   % Use case
3794   fill usecase=white!0,
3795   fill system=white!0,
3796 }

```



```

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

```

```

3797 \NewDocumentCommand{ \liUmlLeserichtung } { 0{dir=right} m } {
3798   \def\@liDirLeft{}
3799   \def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}
3800   \pgfkeys{/lese/dir/.is choice}
3801   \pgfkeys{/lese/dir/up/.code={\def\@liDirRight{ \UParrow}}}
3802   \pgfkeys{/lese/dir/down/.code={\def\@liDirRight{ \DOWNarrow}}}
3803   \pgfkeys{/lese/dir/left/.code={\def\@liDirRight{}\def\@liDirLeft{ \LEFTarrow }}}
3804   \pgfkeys{/lese/dir/right/.code={\def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}}}
3805
3806   \def\@liPos{above}
3807   \pgfkeys{/lese/pos/.code={\def\@liPos{##1}}}
3808
3809   \def\@liDistance{0cm}

```

```

3810 \pgfkeys{/lese/distance/.code={\def\@liDistance{##1}}}
3811
3812 \pgfkeys{/lese/.cd,#1}
3813
3814 \node[\@liPos = \@liDistance of #2-middle] {
3815   \@liDirLeft{\footnotesize#2}\@liDirRight
3816 };
3817 }
3818

```



## vollstaendige-induktion.sty

```
3819 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3820 \ProvidesPackage{bschlangaul-vollstaendige-induktion}[2021/07/01
3821 Hilfsmakros zum Setzen der Vollständigen Induktion, vor allem die
3822 Überschriften für die einzelnen Schritte]
```

### Faulenzer

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

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

### Lade häufig benötigte Pakete

```
3823 \RequirePackage{bschlangaul-typographie}
3824 \RequirePackage{bschlangaul-mathe}
3825 \RequirePackage{bschlangaul-syntax}
3826 \ExplSyntaxOn
```

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

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

```
3827 \def\liInduktionMarkierung#1{\textcolor{violet}{#1}}
```

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

**Makro-Faulenzer:** \let\e=\liInduktionErklaerung

3828 \def\liInduktionErklaerung#1{\scriptsize\text{#1}}

\liInduktionAnfang

3829 \def\liInduktionAnfang{

3830 \liPseudoUeberschrift{Induktionsanfang}

3831

3832 % [https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe\\_für\\_Nicht-Freaks:\\_Vollständige\\_Induktion](https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion)

3833 \liParagraphMitLinien{

3834 Beweise,~dass~ $A(1)$ ~eine~wahre~Aussage~ist.

3835 }

3836 }

\liInduktionVoraussetzung

3837 \def\liInduktionVoraussetzung{

3838 \liPseudoUeberschrift{Induktionsvoraussetzung}

3839

3840 % [https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe\\_für\\_Nicht-Freaks:\\_Vollständige\\_Induktion](https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion)

3841 \liParagraphMitLinien{

3842 Die~Aussage~ $A(k)$ ~ist~wahr~für~ein~beliebiges~ $k$  \in  $\mathbb{N}$ ~.

3843 }

3844 }

\liInduktionSchritt

3845 \def\liInduktionSchritt{

3846 \liPseudoUeberschrift{Induktionsschritt}

3847

3848 % [https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe\\_für\\_Nicht-Freaks:\\_Vollständige\\_Induktion](https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion)

3849 \liParagraphMitLinien{

3850 Beweise,~dass~wenn~ $A(n=k)$ ~wahr~ist,~

3851 auch~ $A(n=k+1)$ ~wahr~sein~muss.

3852 }

3853 }

3854 \ExplSyntaxOff

3855

## wasserfall.sty

```
3856 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3857 \ProvidesPackage{bschlangaul-wasserfall}[2020/06/10]
3858 \RequirePackage{tikz}
3859 \tikzset{wasserfall/.style={
3860   >=stealth,
3861   node distance = 2mm and -8mm,
3862   start chain = A going below right,
3863   every node/.style = {
3864     draw,
3865     text width=24mm,
3866     minimum height=12mm,
3867     align=center,
3868     inner sep=1mm,
3869     fill=white,
3870     drop shadow={fill=black},
3871     on chain=A
3872   },
3873 }}
3874 \usetikzlibrary{chains,positioning,shadows}
3875
```

## wpkalkuel.sty

```
3876 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3877 \ProvidesPackage{bschlangaul-wpkalkuel}[2020/06/13]
```

### Faulenzer

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

```
3878 \RequirePackage{amsmath}
```

```
3879 \ExplSyntaxOn
```

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

```
3880 \def\liWpKalkuelOhneMathe#1#2{
3881   \text{\wp}(\texttt{\scriptsize"#1"},\thinspace #2)
3882 }
3883 \def\liWpKalkuel#1#2{
3884   \ifmmode
3885     \liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}
3886   \else
3887     $\liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}$
3888   \fi
3889 }
```

**\MatheEnv**

```
3890 \def\MatheEnv#1{
3891   \medskip
3892
3893   \hspace{1em}#1
3894
3895   \medskip
3896 }
```

**\Mathe**

```
3897 \def\Mathe#1{
3898   \MatheEnv{${#1}$}
3899 }
```

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

```
3900 \def\liWpEquivalent#1{
3901   \MatheEnv{$\equiv$\hspace{1em}${#1}$}
3902 }
```

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

```
3903 \newlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}
3904 \def\liWpErklaerung#1{
3905   \setlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}{\leftskip}
3906   \setlength{\leftskip}{0.5cm}
3907
3908   \par
3909   \noindent
3910   {
3911     \scriptsize
3912     #1
3913   }
3914   \par
3915
3916   \setlength{\leftskip}{\@Skip@Erklaerung@Reset}
3917 }
```

\liWpErklaerungVerzweigung

```

3918 \def\liWpErklaerungVerzweigung{
3919   $\liWpKalkuelOhneMathe{if~\{-b~\}~then~\{-a1~\}~else~\{-a2~\}}{Q}
3920   \equiv
3921   (b \land \liWpKalkuelOhneMathe{a1}{Q})
3922   \lor
3923   (\neg b \land \liWpKalkuelOhneMathe{a2}{Q})$
3924 }

3925 \ExplSyntaxOff

3926

```

## 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,	2316, 2391, 2455,
\# ..... 766	1075, 1089, 1090,	2477, 2497, 2524,
\, 1016, 1075, 1130, 1357,	1096, 1099, 1102,	2529, 2540, 2550,
1375, 2007, 2009,	1112, 1119, 1121, 1124	2554, 2637, 2641,
2567, 2568, 2569,		2660, 2683, 2706,
3009, 3510, 3517, 3750		2721, 2801, 2802,
\@Skip@Erklaerung@Reset	\_ ..... 2961, 2971	2806, 2829, 2842,
.... 3903, 3905, 3916		2902, 2903, 2953,
\@afterheading .....	A	2998, 3138, 3158,
... 77, 403, 2412, 2536	\addbibresource .....	3299, 3321, 3335,
\@afterindentfalse ..	. 2368, 2369, 2370,	3498, 3521, 3689, 3754
... 76, 402, 2411, 2535	2371, 2372, 2373,	\begingroup 2392, 2951, 3419
\@liDirLeft 3798, 3803, 3815	2374, 2375, 2376, 2377	\beschriftung .....
\@liDirRight 3799, 3801,	\AddToHook 79, 279, 405, 605	..... 2435, 2439,
3802, 3803, 3804, 3815	\advance ..... 3423	2443, 2447, 2451, 2453
\@liDistance .....	\AfterEndEnvironment 3499	\beta ..... 3618,
.... 3809, 3810, 3814	\Alpha ..... 2067	3621, 3625, 3626,
\@liPos ... 3806, 3807, 3814	\alph ..... 2067, 2068	3627, 3630, 3640,
\\ 132, 134, 158, 162, 166,	\alpha . 3618, 3620, 3621,	3641, 3642, 3647, 3648
458, 460, 484, 488,	3624, 3626, 3627,	\bf ..... 3196, 3197, 3198
492, 1387, 1415,	3628, 3629, 3630,	\bFaulenzer ..... 3713
1416, 1419, 1420,	3634, 3640, 3641,	\bfseries ..... 54,
1423, 1424, 1519,	3646, 3647, 3648,	121, 187, 244, 380,
1520, 1521, 1628,	3651, 3659, 3660, 3661	447, 513, 570, 1216,
1662, 1664, 1694,	\arabic 2067, 3218, 3223,	2057, 2059, 2819,
1703, 1748, 1790,	3228, 3234, 3240, 3246	3196, 3202, 3204,
1791, 1792, 1797,	\arraystretch ..... 2899	3206, 3207, 3595, 3759
1798, 1799, 1819,	\AtBeginDocument . 155, 481	\bgroup ..... 2430, 2474
2399, 2904, 2962, 2965	\author ..... 107, 433	\Bigl ..... 3750
\{ ..... 864, 1944,	B	\Bigr ..... 3754
1954, 1966, 1967,	\BeforeBeginEnvironment	\bigskip .... 72, 84, 87,
1972, 2006, 2238,	..... 3498	237, 289, 292, 398,
2949, 3374, 3750, 3919	\begin ..... 89,	410, 413, 563, 615,
\} ..... 864, 1944,	130, 147, 226, 415,	618, 1108, 1389,
1954, 1966, 1967,	456, 473, 552, 1413,	1394, 2401, 2877, 3724
1974, 2010, 2239,	1467, 1482, 1517,	\bMakroFaulenzer ... 3694
2949, 3374, 3754, 3919	1541, 1588, 1620,	\bool ..... 994, 1076
\_ .. 47, 59, 95, 221, 373,	1635, 1660, 1670,	\bowtie 3344, 3347, 3348, 3349
385, 421, 547, 689,	1690, 1710, 1742,	\Box ..... 816
697, 702, 704, 963,	1759, 1788, 1813,	\boxtimes ..... 1206
991, 1015, 1018,	1834, 1858, 1873,	
1028, 1051, 1055,	1987, 2072, 2164,	C
1059, 1061, 1063,	2192, 2201, 2208,	\c ..... 2166, 2167





\LehramtInformatikGithubCodeRepository	18, 344, 881	liEinbettung (environment) . . . . .	2424
. . . . .	3491	\liEntwurfs . . . . .	1829
\LehramtInformatikGithubDomain . . . . .	2950	\liEntwurfsAbstrakteFabrik . . . . .	1459
. . . . .	1113, 3488	\liEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung . . . . .	1407, 1460
\LehramtInformatikGithubRawDomainAntwort (environment) . . . . .	3489	\liEntwurfsAbstrakteFabrikCode . . . . .	1454, 1464
. . . . .	2425	\liEntwurfsAbstrakteFabrikUml . . . . .	1412, 1462
\LehramtInformatikGithubTexRepository	885	\liEntwurfsAdapter . . . . .	1511
. . . . .	1114, 3490	\liEntwurfsAdapterAkteure . . . . .	1481, 1513
\LehramtInformatikRepository	2323	\liEntwurfsAdapterCode . . . . .	1505, 1514
. . . . .	154, 205, 480, 531, 669, 672, 675, 678, 681, 2102, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 3487	\liEntwurfsAdapterUml . . . . .	1466, 1512
\LehramtInformatikTitel . . . . .	2343	\liEntwurfsBeobachter 1582	
\leq . . . . .	2679, 3142, 3162	\liEntwurfsBeobachterAkteure . . . . .	1540, 1584
\let . . . . .	1956, 1957, 2393, 3293, 3294, 3295, 3296, 3309, 3311, 3312, 3313, 3315, 3316, 3317, 3318, 3328, 3420, 3458, 3459, 3694, 3709, 3721, 3734	\liEntwurfsBeobachterCode . . . . .	1574, 1585
\li@chomsky@erklaerung@texte . . . . .	1226, 1262	\liEntwurfsBeobachterUml . . . . .	1516, 1583
\li@EntwurfsCode . . . . .	1404, 1455, 1456, 1457, 1506, 1507, 1508, 1509, 1575, 1576, 1577, 1578, 1579, 1580, 1607, 1608, 1609, 1610, 1611, 1612, 1678, 1848, 1849, 1850, 1851, 1891, 1892	\liEntwurfsDekorierer 1614	
\li@EntwurfsCodeAllgemein . . . . .	1403	\liEntwurfsDekoriererAkteure . . . . .	1616
\li@fussnote@text . . . . .	2855, 2861, 2865, 2869, 2873	\liEntwurfsDekoriererCode . . . . .	1606, 1617
\li@GithubLink . . . . .	3520, 3533, 3543, 3554	\liEntwurfsDekoriererUml . . . . .	1587, 1615
\li@mget . . . . .	2153, 2157, 2177	\liEntwurfsEinfacheFabrik . . . . .	1650
\li@minc . . . . .	2156, 2178	\liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure . . . . .	1634, 1652
\li@mset . . . . .	2150, 2158, 2167, 2170	\liEntwurfsEinfacheFabrikUml . . . . .	1619, 1651
\li@numdiscs . . . . .	2162, 2171, 2177	\liEntwurfsEinzelstueck . . . . .	1680
\li@Rmodell@Schrift . . . . .	3358, 3367, 3377	\liEntwurfsEinzelstueckAkteure . . . . .	1669, 1685
\li@SansFett . . . . .	118, 132, 134, 136, 158, 162, 166, 444, 458, 460, 462, 484, 488, 492	\liEntwurfsEinzelstueckBeschreibung . . . . .	1654, 1681
\li@sequence . . . . .	2163, 2176	\liEntwurfsEinzelstueckCode . . . . .	1677, 1687
\li@synthese@erklaerung@texte . . . . .	3609, 3669	\liEntwurfsEinzelstueckUml . . . . .	1659, 1683
\liAbleitung . . . . .	1981	\liEntwurfsErbauer . 1737	
liAdditum (environment) . . . . .	2469	\liEntwurfsErbauerAkteure . . . . .	1709, 1739
\LiADDITUMfalse . . . . .	881	\liEntwurfsErbauerUml . . . . .	1689, 1738
. . . . .	885	\liEntwurfsFabrikmethode . . . . .	1783, 1808
. . . . .	885	\liEntwurfsFabrikmethodeAkteure . . . . .	1758, 1785
. . . . .	2323	\liEntwurfsFabrikmethodeUml . . . . .	1741, 1784
. . . . .	3558	\liEntwurfsKompositum 1808	
. . . . .	3559	\liEntwurfsKompositumAkteure . . . . .	1810
. . . . .	3377		
. . . . .	2941, 3621, 3626		
. . . . .	2941, 2944, 2946, 2960, 2970, 2978		
. . . . .	2949, 2961, 2964, 2971, 2972, 2986, 2988		
. . . . .	668		
. . . . .	40, 219, 366, 545, 699		
. . . . .	707		
. . . . .	2003		
. . . . .	718		
. . . . .	750		
. . . . .	1967		
. . . . .	2324		
. . . . .	2632, 2675, 2715		
. . . . .	2626, 2664, 2707		
. . . . .	2326		
. . . . .	2325		
. . . . .	2629, 2670, 2711		
. . . . .	2414		
. . . . .	202, 528		
. . . . .	154, 480		
. . . . .	1226, 1267		
. . . . .	1265		
. . . . .	1214, 1266		
. . . . .	1275		
. . . . .	1346		
. . . . .	1339, 1359		
. . . . .	1364		
. . . . .	1332, 1377		
. . . . .	1315		
. . . . .	1315, 1318, 1320		
. . . . .	1307		
. . . . .	1307, 1310, 1312		
. . . . .	1292		
. . . . .	1323		
. . . . .	1323, 1326, 1328		
. . . . .	2548		



\liEntwurfsKompositumUml	\liGrafikLogo	\liMenge
..... 1787, 1809	... 236, 562, 2109, 2815	728, 729, 731, 770, 771, 772, 776, 828, 829, 830, 834, 1944, 1993, 2032, 2033
\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungLogoPfad	\liSteuerungLogoPfad	
..... 1829	... 2101, 2106, 2111	
\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungAkteure	\liSteuerungAkteure	\liMengeOhneMathe
..... 1831	liGraphenFormat (environment)	.... 1944, 1947, 1949
\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml	\liHanoi	\liMetaBsclangaulSammlung
..... 1812, 1830	..... 2150	..... 2753, 2820
\liEntwurfsStellvertreter	\liHaskellCode	\liMetaCCLink
..... 1853	..... 3565	... 2765, 2844
\liEntwurfsStellvertreterCode	\liHaskellDatei	\liMetaEmail
..... 1847, 1855	..... 3566	.... 2775, 2780, 2782
\liEntwurfsStellvertreterUml	\liInduktionAnfang	\liMetaEmailLink
..... 1833, 1854	..... 3829	2778, 2794
\liEntwurfsZustand	\liInduktionErklaerung	\liMetaHermineBsclangaulAndFriends
..... 1894	..... 3828	.. 239, 565, 2756, 2824
\liEntwurfsZustandAkteure	\liInduktionMarkierung	\liMetaHilfMit
..... 1872, 1896	..... 3827	... 92, 418, 2785, 2796
\liEntwurfsZustandCode	\liInduktionSchritt	\liMetaQuelltext
..... 1890, 1897	..... 3845	..... 94, 420, 2796
\liEntwurfsZustandUml	\liInduktionVoraussetzung	\liMetaSetze
..... 1857, 1895	..... 3837	.... 41, 220, 367, 546, 688, 700
\liEpsilon	liJavaAngabe (environment)	\liMetaUeberDasProjekt
..... 1952	..... 3506	..... 2759, 2831
\liErAttribute	\liJavaCode	\liMinimierungErklaerung
.... 1910, 1924, 1926	..... 3509	..... 2913
\liErDatenbankName	\liJavaDatei	\liMinispracheDatei
..... 1929	... 1405, 3527	3562
\liErEntity	\liJavaExamen	\linespread
1908, 1912, 1914	..... 3547	..... 3365
\liErledigt	\liJavaTestDatei	\liNichtsZuTun
..... 3734	... 3537	..... 3735
\liErMpAttribute	liKasten (environment)	\liO
... 1923	2071	..... 2599, 2627
\liErMpEntity	\liKellerAutomat	\liOmega
..... 1911	.... 759	..... 2589, 2633
\liErMpRelationship	\liKellerKante	\liOmegaOhneMathe
1917	..... 797	.... 2589, 2594, 2596
\liErRelationship	\liKellerUebergang	\liONotationO
.... 1909, 1918, 1920	792, 798	..... 3021
\liExamensAufgabe	\liKontrollCode	\liOOhneMathe
... 671	.... 2327	.... 2599, 2604, 2606
\liExamensAufgabeA	liKontrollflussgraph (environment)	\liParagraphMitLinien
... 680	..... 2315	.... 1262, 1347, 1365, 2915, 3669, 3736, 3833, 3841, 3849
\liExamensAufgabeTA	\liKontrollKnotenPfad	\liPetriErreichKnotenDrei
... 677	2329	..... 3095
\liExamensAufgabeTTA	\liKontrollTextzeileKnoten	\liPetriErreichTransition
... 674	..... 2328, 2333	..... 3092
liExkurs (environment)	\liKurzeTabellenLinie	\liPetriSetzeSchluessel
2494	1387	..... 3037
\liEXKURStue	\liLadeAllePakete	\liPetriTransitionsName
..... 883	... 190, 516, 891	..... 3084, 3096
\liEXKURStue	\liLadePakete	\liPetriTransitionsNameOhneMathe
..... 883	... 6, 109, 176, 307, 321, 332, 435, 502, 633, 647, 711, 714, 887, 892, 1213, 1274, 1943, 2187, 2752, 2853, 2933, 3101, 3470, 3591	.... 3084, 3087, 3089
\liFalsch	\liLatexCode	\liPetriTransPfeile
..... 1207	..... 3519	3096
\liFlaci	\liLeereZelle	\liPolynomiellReduzierbar
..... 2013	..... 2891	..... 2207
\liFremd	liLernkartei (environment)	\liPotenzmenge
..... 3357	..... 2538	.... 1953, 1957, 3107
\liFunktionaleAbhaengigkeit	\liLinksReduktion	\liPotenzmengeOhneMathe
.... 2980, 2983, 2991	... 2958	.... 1954, 1955, 1956
\liFunktionaleAbhaengigkeiten	\liLinksReduktionInline	\liPrimaer
..... 2994	..... 2967, 2975	..... 3356
\liFussnote	\liLogoTextCCLizenz	\liProblemBeschreibung
... 2854, 2856	86, 291, 412, 617, 2835	..... 2191
\liFussnoteDreiText	\liLogoTextProjekt	\liProblemClique
..... 2868, 2886	83, 288, 409, 614, 2811	... 2214
\liFussnoteEinsText	\liMasterExkurs	\liProblemName
..... 2860, 2880	... 2720	.... 2190, 2197, 2209, 2211, 2224, 2235, 2236, 2244, 2245
\liFussnoteLink	\liMasterFaelle	
.... 2564	2659, 2727	
\liFussnoten	\liMasterFallRechnung	
..... 2876	2705	
\liFussnoteUrl	\liMasterVariablen	
1827, 2560	..... 2636, 2722	
\liFussnoteVierText	\liMasterVariablenDeklaration	
..... 2872, 2889	..... 2682	
\liFussnoteZweiText	\liMasterWolframLink	
..... 2864, 2883	2730	
\liGeschweifteKlammern		
.... 1985, 2995, 3746		
\liGrafikCCLizenz		
..... 2104, 2839		

<code>\liProblemSat</code> . . . . .	2243	<code>\liTuringKante</code> . . . . .	860	<code>\log</code> . . . . .	2627,
<code>\liProblemSubsetSum</code> .		<code>\liTuringLeerzeichen</code> .			2630, 2633, 2662, 2668
. . . . .	2234, 2243	. . . . .	816, 824	<code>\logo</code> . . . . .	2800, 2813, 2837
<code>\liProblemVertexCover</code>		<code>\liTuringMaschine</code> . . .	817	<code>\loop</code> . . . . .	3178
. . . . .	2214, 2222	<code>\liTuringUeberfuehrung</code> <u>863</u>		<code>\lor</code> . . . . .	3922
<code>\liProduktionen</code> <u>1992</u> , <u>2034</u>		<code>\liTuringUebergange</code> .		<code>\ltimes</code> . . . . .	2738
<code>liProduktionsRegeln</code>		. . . . .	855, 861		
(environment) . <u>1982</u>		<code>\liTuringUebergangZelle</code>			
<code>liProjektSprache</code> (envi-		. . . . .	850		
ronment) . . . . .	2423	<code>\liTypoUeberGROSS</code> . .	3769	<code>\makeatletter</code> . . . . .	3417
<code>\liPruefungsNummer</code> <u>112</u> , <u>438</u>		<code>\liTypoUeberGross</code> . . .		<code>\makeatother</code> . . . . .	3425
<code>\liPruefungsTitel</code> <u>115</u> , <u>441</u>		. . . . .	3763, 3769	<code>\marginpar</code> . . . . .	
<code>\liPseudoUeberschrift</code>		<code>\liTypoUeberschrift</code> .			1913, 1919, 1925, 2398
. . . . .	2400,	. . . . .	3757, 3766, 3772	<code>\mathbb</code> . . . . .	2245, 3165, 3842
	2480, 2483, 2901,	<code>\liUeberfuehrungsFunktion</code>		<code>\mathbin</code> . . . . .	3347, 3348, 3349
	2911, 3830, 3838, 3846	. . . . .	1958	<code>\mathcal</code> 2600, 3022, 3647,	
<code>\liPumpingKontextfrei</code> <u>3153</u>		<code>\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe</code>			3652, 3654, 3655, 3656
<code>\liPumpingRegulaer</code> . <u>3132</u>		. . . . .	1958, 1961, 1963	<code>\Mathe</code> . . . . .	3897
<code>liQuellen</code> (environment)		<code>liUebergangsTabelle</code>		<code>\MatheEnv</code> . <u>3890</u> , <u>3898</u> , <u>3901</u>	
. . . . .	2518	(environment) . <u>2899</u>		<code>\mathord</code> . . . . .	2745, 2746
<code>\liRechtsReduktionInline</code>		<code>\liUeberschriftDreiecksTabelle</code>		<code>\mdfsetup</code> . . . . .	
. . . . .	2975	. . . . .	2909		2436, 2440, 2444, 2448
<code>\liRekursionsGleichung</code>		<code>\liUmlLeserichtung</code> .	3797	<code>\mdseries</code> . . . . .	2456
. . . . .	2623, 2686	<code>\liVertauschen</code> . . . . .	3385	<code>\medskip</code> 48, 65, 374, 391,	
<code>\liRelation</code> . . . . .	3005	<code>\liWortInSprache</code> . . .	1388		2199, 2407, 2417,
<code>liRelationenSchemaFormat</code>		<code>\liWortNichtInSprache</code> <u>1393</u>			2419, 2528, 2556,
(environment) . <u>3378</u>		<code>\liWpEquivalent</code> . . . .	3900		2827, 3363, 3369,
<code>\liRelationMenge</code> . . .	3372	<code>\liWpErklaerung</code> . . . .	3903		3744, 3748, 3891, 3895
<code>\liRichtig</code> . . . . .	1206	<code>\liWpErklaerungVerzweigung</code>		<code>\memph</code> . . . . .	2398
<code>liRmodell</code> (environment)		. . . . .	3918	<code>\mintinline</code> . . . .	3512,
. . . . .	3358	<code>\liWpKalkuel</code> . . . . .	3880		3519, 3558, 3565, 3570
<code>\liRundeKlammer</code> . . . .		<code>\liWpKalkuelOhneMathe</code>		<code>\mkern</code> . . . . .	3347, 3348, 3349
. . . . .	2576, 2580, 2590,	. . . . .	3880, 3885,	<code>\mlq</code> . . . . .	2743, 2745
	2600, 2614, 3018, 3022		3887, 3919, 3921, 3923	<code>\mrq</code> . . . . .	2743, 2746
<code>\liSetzeExamenTeilaufgabeNr</code>		<code>\liZustandsBuchstabe</code> .		<code>\msg</code> . . . . .	1135
. . . . .	198, 524	. . . . .	1968,	<code>\myList</code> 3438, 3439, 3440, 3443	
<code>\liSetzeExamenThemaNr</code>			1977, 1979, 1997, 1999	<code>\myNodes</code> . . . . .	3427,
. . . . .	194, 520	<code>\liZustandsBuchstabeGross</code>			3442, 3448, 3452, 3454
<code>\liSortierMarkierung</code> <u>3397</u>		. . . . .	1969, 1978, 1980		
<code>\liSortierPfeil</code> . . . .	3391	<code>\liZustandsmenge</code> . . .	1956		
<code>\liSortierPfeilUnten</code> <u>3394</u>		<code>\liZustandsmengeNr</code> . .			
<code>\liSpaltenUmbruch</code> . .	3466	. . . . .	1970, 3116		
<code>\liSqlCode</code> . . . . .	3570	<code>\liZustandsmengeNrGross</code>			
<code>\listen@punkt</code> . . . .	2518, 2530	. . . . .	1978		
<code>\liStrich</code> . . . . .	2189	<code>\liZustandsMengenSammlung</code>			
<code>\liSyntheseErklaerung</code>		. . . . .	3103		
. . . . .	3609, 3674	<code>\liZustandsMengenSammlungNr</code>			
<code>\liSyntheseUeberErklaerung</code>		. . . . .	3112		
. . . . .	3672	<code>\liZustandsmengeOhneMathe</code>			
<code>\liSyntheseUeberschrift</code>		. . . . .	1956		
. . . . .	3593, 3673	<code>\liZustandsname</code> . . . .	1979		
<code>\liT</code> . . . . .	2609, 2624, 2638, 2702	<code>\liZustandsnameGross</code> .			
<code>\liTeilen</code> . . . . .	2938	. . . . .	1980, 3104, 3113		
<code>\literatur</code> . . . . .	2356, 2380	<code>\liZustandsnameTiefgestellt</code>			
<code>\liTheta</code> . . . . .	2579,	. . . . .	1995		
	2630, 2662, 2668, 2673	<code>\liZustandsPaar</code> . . . .	2893		
<code>\liThetaOhneMathe</code> . . .		<code>\liZustandsPaarVariablenName</code>			
. . . . .	2579, 2584, 2586	. . . . .	2892, 2895, 2896		
<code>\liTitelSeite</code> . . . . .		<code>\llap</code> . . . . .	3345	<code>\neg</code> . . . . .	3923
. . . . .	143, 157, 469, 483	<code>\LoadClass</code> . . . . .	4,	<code>\negthinspace</code> . .	2577, 3019
<code>\liTOhneMathe</code> . . . . .			104, 174, 302, 316,	<code>\newcounter</code> . . .	3192, 3193
. . . . .	2609, 2618, 2620		330, 430, 500, 628, 642	<code>\NewDocumentCommand</code> .	
<code>\liTrennSeite</code> . . . .	126, 452			. . . . .	719, 760,

797, 818, 860, 887, 1276, 1293, 1332, 1339, 1388, 1393, 2003, 2025, 2104, 2109, 2207, 2330, 2358, 2560, 2564, 2994, 3005, 3092, 3527, 3537, 3547, 3559, 3562, 3566, 3797	3710, 3722, 3743, 3747, 3755, 3908, 3914	\QSinitialize ..... ..... 3177, 3289, 3324
\NewDocumentEnvironment . 1982, 2071, 2143, 2315, 2423, 2424, 2425, 2469, 2494, 2519, 2538, 2548, 2900, 2950, 3360, 3378	\paragraph ..... 2059 \parindent ..... 3366 \path ... 751, 798, 861, 1304 \pgfkeys ... 3048, 3800, 3801, 3802, 3803, 3804, 3807, 3810, 3812 \pgfm@count ..... ..... 3419, 3421, 3423 \pgfm@smuggleone 3424 \pgfm@declarefunction ..... 3418 \pgfm@hint ..... 3419 \pgfm@parse ..... ..... 2157, 3436, 3441, 3444, 3458, 3459 \pgfm@result ..... ..... 2158, 3419, 3420, 3422, 3424, 3437, 3445, 3458, 3459 \pgfutil@empty ..... 3420 \pgfutil@loop ..... 3421 \pgfutil@repeat .... 3424 \preceq ..... 2210 \prime ..... 2189 \printbibliography . 2380 \prop . 3712, 3715, 3716, 3718 \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, 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, 3729, 3778, 3820, 3857, 3877	\QSIrr .. 3260, 3266, 3274, 3294, 3308, 3313, 3316 \QSIrr 3295, 3308, 3309, 3317 \QSLr ..... 3266, 3273, 3284, 3285, 3293, 3306, 3311, 3315 \QSpivotStep ..... 3179, 3289, 3293, 3304 \QSR ..... 3266 \QSRr ..... 3275, 3296, 3307, 3312, 3318, 3327, 3328, 3329 \QSSortStep ..... 3181, 3289, 3305, 3306 \quad ..... 2857
\newif ..... 881, 883, 885 \newlength ..... 3903 \newminted ..... 3506 \node ..... 1289, 2323, 2328, 3218, 3223, 3228, 3234, 3240, 3246, 3397, 3442, 3814 \noexpand ..... 3306, 3307, 3308, 3327, 3442 \noindent ..... 29, 45, 53, 67, 91, 355, 371, 379, 393, 417, 1087, 1390, 1395, 2404, 2416, 2420, 2452, 2509, 2511, 2526, 2542, 2544, 2552, 2724, 2879, 2882, 2885, 2888, 3373, 3707, 3720, 3737, 3749, 3909 \nolinkurl ..... 3524 \normalsize ... 2059, 3513 \notin ..... 1396 \null ..... 3742		
<b>O</b>		<b>R</b>
\o ..... 3021, 3026, 3028 \o@join 3344, 3347, 3348, 3349 \Omega ..... 2590 \omega 3134, 3135, 3155, 3156 \or ..... 3255		\raggedright ..... 2459 \raisebox ..... 2328 \relax ..... 2393, 3266, 3309, 3311, 3312, 3313, 3421, 3423 \renewcommand .... 272, 274, 598, 600, 2062, 2063, 2064, 2065, 2068, 2069, 2082, 2083, 2349, 2350, 2899 \repeat ..... 3182 \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, 2076, 2084, 2088, 2089, 2099, 2100, 2118, 2119, 2120, 2148, 2149, 2188, 2257, 2357, 2362, 2363, 2379, 2386, 2387, 2388, 2575, 2739, 2740, 3015, 3016, 3017, 3034, 3036, 3126, 3186, 3188, 3340, 3341, 3342, 3355, 3383, 3414, 3465, 3471, 3478, 3483, 3494, 3495, 3575, 3680, 3686, 3733, 3781, 3782, 3784, 3785, 3823, 3824, 3825, 3858, 3878
<b>P</b>	<b>Q</b>	
\pagestyle .. 225, 551, 2081 \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, 2403, 2409, 2415, 2510, 2534, 2543, 2822, 2825, 3297, 3319, 3334, 3375, 3673, 3706,	\QS@list 3299, 3310, 3314, 3321, 3327, 3332, 3335 \QS@select@equal 3274, 3278 \QS@select@greater .. ..... 3275, 3279 \QS@select@smaller .. ..... 3270, 3273, 3277 \QS@sort@a ..... 3252, 3285, 3306, 3307 \QS@sort@b .... 3252, 3253 \QS@sort@c .... 3256, 3263 \QS@sort@d .... 3264, 3272 \QS@sort@empty . 3254, 3259 \QS@sort@single 3255, 3260	

<code>\right</code> .....	2577, 3019	<code>\small</code> .....	2551	2122, 2259, 3074,
<code>\RIGHTarrow</code> ...	3799, 3804	<code>\sort</code> .....	3431	3200, 3404, 3577, 3859
<code>\Rightarrow</code> ...	1391, 1396	<code>\sortList</code> .....	3430, 3439	<code>\tikzumlsset</code> .....
<code>\rightarrow</code> .....		<code>\square</code> .....	1207	3787
..	864, 1230, 1235,	<code>\stepcounter</code>	3218, 3223,	<code>\times</code> .....
	1243, 1247, 1249,		3228, 3231, 3233,	864
	1250, 1252, 1307,		3237, 3239, 3243, 3245	<code>\tiny</code> 90, 416, 1914, 1920,
	1315, 3096, 3618,	<code>\stichwoerter</code>	20, 68, 346, 394	1926, 2327, 2398, 3522
	3625, 3627, 3630,	<code>\str</code> .....	113,	<code>\titel</code> ...
	3635, 3640, 3641, 3646		116, 132, 134, 162,	223, 280, 549, 606
<code>\rightouterjoin</code> ....	3348		166, 439, 442, 458,	<code>\titleformat</code> .....
<code>\rmfamily</code> ....	122, 448,		460, 488, 492, 1019,	.. 187, 513, 2057, 2059
	1217, 2177, 3596, 3759		1218, 1227, 2433,	<code>\titlespacing</code> .....
<code>\Roman</code> .....	2067		3108, 3117, 3597, 3610	2058
<code>\roman</code> .....	2067, 2069	<code>\string</code> .....	2961, 2971	<code>\tl</code> 21, 34, 43, 56, 195, 199,
<code>\romannumeral</code> .....	3264	<code>\StrSubstitute</code> .	3438, 3440	203, 210, 213, 347,
<code>\rtimes</code> .....	2738	<code>\strut</code> ...	128, 140, 145,	360, 369, 382, 521,
<code>\rule</code> .....	30, 356,		151, 454, 466, 471,	525, 529, 536, 539,
	3297, 3319, 3334, 3345		477, 2684, 2688,	691, 720, 721, 722,
			2692, 2696, 2700, 3466	723, 724, 725, 728,
		<code>\subsection</code> .....	200, 526	729, 730, 731, 732,
		<code>\subseq</code> .	3621, 3654, 3661	734, 736, 761, 762,
		<code>\subsubsection</code> .....		763, 764, 765, 766,
		.....	221, 547, 3717	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, 2610
				<code>\tmp</code> .....
				2981
				<code>\TmpPlaceEight</code> .....
				3056
				<code>\TmpPlaceFive</code> .....
				3053
				<code>\TmpPlaceFour</code> .....
				3052
				<code>\TmpPlaceNine</code> .....
				3057
				<code>\TmpPlaceOne</code> .....
				3049
				<code>\TmpPlaceSeven</code> .....
				3055
				<code>\TmpPlaceSix</code> .....
				3054
				<code>\TmpPlaceTen</code> .....
				3058
				<code>\TmpPlaceThree</code> .....
				3051
				<code>\TmpPlaceTwo</code> .....
				3050
				<code>\TmpScale</code> .....
				3069
				<code>\TmpTransitionEight</code> .
				..... 3045, 3066
				<code>\TmpTransitionFive</code> ..
				..... 3042, 3063
				<code>\TmpTransitionFour</code> ..
				..... 3041, 3062
				<code>\TmpTransitionNine</code> ..
				..... 3046, 3067
				<code>\TmpTransitionOne</code> ...
				..... 3038, 3059
				<code>\TmpTransitionSeven</code> .
				..... 3044, 3065

<code>\sb</code> 724, 734, 736, 765, 823,			
1242, 1243, 1247,			
1250, 1251, 1252,			
1334, 1336, 1341,			
1343, 1997, 1999,			
2627, 2630, 2633,			
2662, 2668, 2919,			
3084, 3093, 3640,			
3641, 3642, 3647,			
3651, 3652, 3655,			
3656, 3659, 3660, 3661			
<code>\scriptscriptstyle</code> ..			
..... 1307, 1315, 1323			
<code>\scriptsize</code> .....			
. 2016, 2268, 2275,			
2281, 2343, 2344,			
2347, 2348, 2456,			
2843, 3828, 3881, 3911			
<code>\section</code> .....			
187, 196, 513, 522, 704			
<code>\sectionbreak</code> ....	188, 514		
<code>\seq</code> ...	2332, 2333, 2334,		
	2521, 2522, 2523, 2530		
<code>\setbox</code> ...	2429, 2473, 3344		
<code>\setcounter</code> .....			
189, 277, 515, 603,			
2060, 3298, 3320, 3334			
<code>\setganttlinklabel</code> ..			
2090, 2091, 2092, 2093			
<code>\setlength</code> 270, 271, 273,			
596, 597, 599, 2351,			
3366, 3905, 3906, 3916			
<code>\setmainfont</code> .....	2053		
<code>\setmainlanguage</code> ...	1139		
<code>\setminted</code> ....	3500, 3501		
<code>\setminus</code> .....	2979		
<code>\setul</code> .....	3357		
<code>\shoveleft</code> .....	2959		
<code>\shoveright</code> .....	2963		
<code>\Sigma</code> .....	721, 762,		
	820, 1966, 1967, 2027		
<code>\sigma</code> ....	1240, 1242, 1243		
<code>\SLASH</code> .....	2399		

<code>\tableofcontents</code> ....			
..... 275, 601, 2394			
<code>\TeX</code> .....	2797		
<code>\text</code> .....	734, 736,		
	839, 2941, 3828, 3881		
<code>\textbackslash</code> .....			
..... 3698, 3699, 3701			
<code>\textbf</code> .....			
22, 348, 1354, 1372,			
1908, 2215, 2224,			
2235, 2244, 2405,			
2418, 2453, 2510,			
2527, 2543, 2904, 3708			
<code>\textcolor</code> 2327, 3511, 3827			
<code>\textit</code> ..	35, 361, 1748,		
	1790, 1791, 1792,		
	1793, 2553, 2949, 3009		
<code>\textsc</code> .....	2190		
<code>\textsf</code> .....	2527		
<code>\textstyle</code> ....	2647, 2679		
<code>\texttt</code> .....	1931,		
	2190, 2324, 2325,		
	2326, 2327, 3696, 3881		
<code>\textwidth</code> ..	30, 356, 2351		
<code>\thematik</code> ..	33, 62, 359, 388		
<code>\thepage</code> .....	2080, 2346		
<code>\theparagraph</code> .....	2059		
<code>\thesection</code> .....	187, 513		
<code>\Theta</code> .....	2580		
<code>\thinspace</code> .....	3881		
<code>\thispagestyle</code> ...	156, 482		
<code>\tikz</code> .....	2328		
<code>tikz: bbaum</code> .....	41		
<code>tikz: li binaer baum</code> .....	39		
<code>\tikzchildnode</code> .....	1162		
<code>\tikzparentnode</code> .....	1162		
<code>\tikzset</code> .....	753, 800,		
	866, 1147, 1173,		

\TmpTransitionSix ...	\umlsimpleclass .....	\vfill .....
..... 3043, 3064	..... 1429, 1430,	80, 129,
\TmpTransitionTen ...	1431, 1435, 1437,	139, 146, 150, 234,
..... 3047, 3068	1438, 1439, 1468,	241, 265, 286, 406,
\TmpTransitionThree .	1621, 1622, 1623,	455, 465, 472, 476,
..... 3040, 3061	1691, 1743, 1744, 1835	560, 567, 591, 612, 3466
\TmpTransitionTwo ...	\umlstatic .... 1628, 1662	\vrule .....
..... 3039, 3060	\umluniagggreg .....	3738, 3742
\TmpX .....	\umluniagggreg .....	\vspace .....
\TmpY .....	..... 1698	133, 135,
\today .....	\umluniassoc .....	160, 164, 230, 251,
\ttfamily .....	. 1449, 1474, 1699,	255, 259, 272, 459,
3358	1823, 1824, 1843, 1844	461, 486, 490, 556,
	\umlVHuniassoc . 1450, 1451	577, 581, 585, 598,
	\umlVHVdep . 1443, 1444,	2496, 2514, 3751, 3753
	1446, 1447, 1630, 1631	
U		X
\ul .....	\umlVHVinherit .. 1426,	\xappto ... 3442, 3448, 3452
\umlagggreg .....	1427, 1432, 1433,	\xdef .....
\umlassoc .....	1440, 1441, 1599,	2151
\umlclass .....	1600, 1624, 1625,	\xintApply .....
1414,	1803, 1804, 1841, 1842	\xintApplyUnbraced ..
1418, 1422, 1469,	\umlVHVreal .....	3267, 3273, 3274, 3275
1470, 1471, 1518,	1593, 1594, 1864, 1865	\xintCSVtoList .....
1523, 1528, 1531,	\UParrow .....	3327
1589, 1590, 1591,	3801	\xintFor 3217, 3222, 3227,
1596, 1597, 1626,	\url .....	3232, 3238, 3244, 3285
1661, 1692, 1693,	1121, 2561	\xintifEq .....
1696, 1747, 1750,	\usemintedstyle .... 3497	\xintifForLast .....
1789, 1795, 1796,	\usetikzlibrary .. 713,	..... 3234, 3240, 3246
1814, 1815, 1816,	1146, 1904, 2121,	\xintifGt .....
1837, 1838, 1839,	2258, 3035, 3343,	3279
1859, 1860, 1861, 1862	3384, 3415, 3786, 3874	\xintifLt .....
\umldep .....		3277
1755		\xintLength .....
\umlHVHagggreg .....	V	\xintnthelt .....
..... 1536, 1602, 1805	\value .....	3264
\umlinherit .... 1475,	3180	
1526, 1700, 1745, 1753	\varepsilon .....	Z
\umlnote .. 1477, 1702, 1869	1219,	\ZB .....
\umlreal .....	1230, 1231, 1952,	2568
1473, 1534	2627, 2633, 2665, 2676	\zB .....
	\vbox .....	2567
	2429, 2473	\zustandsnamens@liste
		..... 1970, 1977, 1978