

Die Bschlangaul-Sammlung

Hermine Bschlangaul and Friends*

September 8, 2022

Contents

Klassen	2
aufgabe.cls	3
basis.cls	6
examen-scans.cls	7
examen.cls	9
sammlung.cls	12
theorie.cls	14
Pakete	15
abmessung.sty	16
aufgaben-einbinden.sty	17
aufgaben-metadaten.sty	18
automaten.sty	19
Endlicher Automat	19
Kellerautomat	21
Turingmaschine	22
basis.sty	25
IFs	25
baum.sty	32
Binärbaum	33
AVL-Baum	34
B-Baum	35
checkbox.sty	37
Faulenzer	37
chomsky-normalform.sty	38
Faulenzer	38
TeX-Markup-Grundgerüst	38
Konkretes TeX-Markup-Beispiel	38
cpm.sty	41
Faulenzer	41
TeX-Markup-Beispiel: Graph	41
TeX-Markup-Beispiel: Ergebnistabelle	41
TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Frühester Zeitpunkt“	41
TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Spätester Zeitpunkt“	42
Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle	43
cyk-algorithmus.sty	45
Faulenzer	45
TeX-Markup-Beispiel	45
entwurfsmuster.sty	46
Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:	46

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

Reihenfolge	46
Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)	46
Adapter	48
Beobachter (Observer)	49
Dekorierer (Decorator)	51
Einfache Fabrik (Simple Factory)	52
Einzelstück (Singleton)	53
Erbauer (Builder)	54
Fabrikmethode (Factory Method)	55
Kompositum (Composite)	57
Modell-Präsentation-Steuerung (Model-View-Controller)	57
Stellvertreter (Proxy)	58
Zustand (State)	59
er.sty	61
Tex-Markup-Beispiel: Komplettes Diagramm	61
Tex-Markup-Beispiel: EER Enhanced Entity-Relation-Modell nach Elmasri/Navante	62
Verkleinern und Vergrößern	62
Faulenzer	62
formale-sprachen.sty	64
formatierung.sty	67
Schriftarten / Typographie	67
Farben	67
Überschriften	67
Listen	67
Kasten	67
Header	67
Zeilenabstände	67
gantt.sty	69
grafik.sty	70
graph.sty	71
hanoi.sty	73
index.sty	74
java.sty	75
Faulenzer	75
komplexitaetstheorie.sty	77
Faulenzer	77
kontrollflussgraph.sty	79
Faulenzer	79
TeX-Markup-Beispiel	79
TikZ: pin	79
Umgebungen	80
Makros	81
kopfzeile.sty	82
literatur-dummy.sty	83
literatur.sty	84
makros.sty	85
Umgebungen, die Inhalte aus- und einblenden können	85
master-theorem.sty	90
Faulenzer	90
mathe.sty	94
meta.sty	95
Einfache Makros (Low level)	95
Zusammengesetzte Makros (High level)	96
minimierung.sty	98
musik-symbole.sty	101
normalformen.sty	102
Faulenzer	102

o-notation.sty	105
Faulenzer	105
TeX-Markup-Beispiel: Funktionsgraphen mit pgfplots	105
petri.sty	106
Faulenzer	106
potenzmengen-konstruktion.sty	108
pseudo.sty	110
pumping-lemma.sty	111
relationale-algebra.sty	112
rmodell.sty	113
Faulenzer	113
sortieren.sty	114
spalten.sty	116
sql.sty	117
Faulenzer	117
Latex-Markup-Beispiel	117
struktogramm.sty	118
syntax.sty	119
syntaxbaum.sty	120
TeX-Markup-Beispiel	121
synthese-algorithmus.sty	122
Faulenzer	122
TeX-Markup Grundgerüst	122
TeX-Markup Linksreduktion	122
TeX-Markup Rechtsreduktion	122
TeX-Markup Relationen formen	123
tabelle.sty	126
tex-dokumentation.sty	127
typographie.sty	128
uml.sty	129
vollstaendige-induktion.sty	131
Faulenzer	131
wasserfall.sty	133
Latex-Markup-Beispiel	133
wpkalkuel.sty	134
Faulenzer	134

Klassen

aufgabe.cls

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

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

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

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

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

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

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

31 \cs_gset:Npn \thematik_formatiert:
32 {
33   \tl_if_empty:NTF \g_thematik_tl {}
34   {
35     \textit{
36       ( \g_thematik_tl )
37     }
38   }
39 }

40 \cs_gset:Npn \examen_titel_formatiert:
41 {
42   \tl_if_empty:NTF \g_einzelpruefungs_nr_tl {}
43   {
44     {
45       \noindent
46       \small
47       Einzelprüfung~
48       „\fach:“
49     }
50
51     \par\medskip
52
53     \noindent
54     {
55       \large
```

```

56      Einzelprüfungsnummer~
57      \einzelpruefungsnr_jahr_jahreszeit:
58  }
59
60      \par\medskip
61  }
62}

63\cs_gset:Npn \aufgabe_titel_formatiert:
64{
65  {
66    \noindent
67    \bfseries
68    \Large
69    \tl_if_empty:NTF \g_einzelpruefungs_nr_tl
70    {
71      \g_titel_tl
72    }
73    {
74      \thema_teil_aufgabe:
75    }
76  }
77  \hfill
78
79  \thematik_formatiert:
80}

```

\bAufgabenMetadaten

```

81\def\bAufgabenMetadaten #1
82{
83  \bMetaSetze{#1}
84
85  \examen_titel_formatiert:
86
87  \aufgabe_titel_formatiert:
88
89  \par\medskip
90
91  \noindent
92  {\footnotesize\stichwoerter_formatiert:}
93
94  \horizontale_linie:
95
96  \setze_kopfzeile_oben_rechts:n { \aufgabenpfad_lang: }
97
98  \bigskip
99
100  \keine_einrueckung:
101}

102\setze_kopf_fusszeilen:nn {} {}
103\AddToHook { begindocument }
104{
105  \repariere_kopfzeile_breite:
106}

107\AddToHook { enddocument }
108{
109  \vfill
110  {
111    \bLogoTextProjekt
112    \bigskip
113
114    \bLogoTextCCLizenz
115    \bigskip

```

```
116
117   \begin{spacing}{1}
118     \tiny
119     \noindent
120     \bMetaHilfMit
121
122     \bMetaQuelltext
123     \_gib_github_url_href:
124   \end{spacing}
125 }
126 }
127 \ExplSyntaxOff
128
```

basis.cls

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

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

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

```
133 \RequirePackage{l3keys2e}
```

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

Lade Pakete die von allen Unterklassen benötigt werden.

```
135 \bLadePakete{
```

```
136   kopfzeile
```

```
137 }
```

```
138 \ExplSyntaxOn
```

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

```
140 {
```

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

```
142     \bLadePakete{#1}
```

```
143   }
```

```
144 }
```

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

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

Damit die Aufgaben mehrmals kompiliert werden können, ohne dass sich die PDF-Datei ändert. So kommen nur inhaltliche Änderung im Git-Respository an <https://tex.stackexchange.com/a/313605>

```
146 \pdfvariable suppressoptionalinfo \numexpr32+64+512\relax
```

```
147 \ExplSyntaxOff
```

```
148
```


examen-scans.cls

```
149 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
150 \ProvidesClass{bschlangaul-examen-scans}[2021/01/08 Zum
151 Zusammenfügen mehrerer Examen-Scans zu einer PDF-Datei.]
152 \LoadClass{bschlangaul-basis}
153 \RequirePackage{pdfpages}
```

Formatierung muss vor literatur sein, sonst Option clash

```
154 \bLadePakete{formatierung}
```

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

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

```
156 \ExplSyntaxOn
```

`\bPruefungsNummer`

```
157 \def\bPruefungsNummer#1{
158   \str_set:Nn \g_pruefungs_nummer {#1}
159 }
```

`\bPruefungsTitel`

```
160 \def\bPruefungsTitel#1{
161   \str_set:Nn \g_pruefungs_titel {#1}
162 }
```

```
163 \def\b@SansFett#1#2{
164   {
165     #1
166     \bfseries
167     \rmfamily
168     #2
169   }
170 }
```

`\bTrennSeite`

```
171 \def\bTrennSeite#1{
172   \clearpage
173   \strut
174   \vfill
175   \begin{center}
176   {
177     \b@SansFett{\LARGE}{\str_use:N \g_pruefungs_nummer} \\
178     \vspace{2cm}
179     \b@SansFett{\LARGE}{\str_use:N \g_pruefungs_titel} \\
180     \vspace{5cm}
181     \b@SansFett{\Huge}{#1}
182   }
183   \end{center}
184   \vfill
185   \strut
186   \clearpage
187 }
```

`\bTitelSeite`

```
188 \def\bTitelSeite#1{
189   \clearpage
190   \strut
191   \vfill
192   \begin{center}
193   #1
194   \end{center}
195   \vfill
196   \strut
197   \clearpage
198 }
```

\bBindePdfEin

```
199 \def\bBindePdfEin#1{\includepdf[pages={1-}]{\bPfadAufgaben/#1}}

200 \AtBeginDocument{
201   \thispagestyle{empty}
202   \bTitelSeite{
203     \b@SansFett{\Large}{Sammlung~aller~Staatsexamensaufgaben~der~Prüfungsnummer} \\
204
205     \vspace{4cm}
206
207     \b@SansFett{\Huge}{\str_use:N \g_pruefungs_nummer} \\
208
209     \vspace{4cm}
210
211     \b@SansFett{\LARGE}{\str_use:N \g_pruefungs_titel} \\
212   }
213 }

214 \ExplSyntaxOff

215
```

examen.cls

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

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

```
219 \LoadClass[pakete={
220   formatierung,
221   literatur-dummy,
222   makros,
223   aufgaben-einbinden,
224   aufgaben-metadaten,
225   abmessung,
226   typographie,
227   grafik,
228   meta
229 }]{bschlangaul-basis}
```

Formatierung für die Überschriften setzen.

```
230 \RequirePackage{titlesec}
231 \titleformat{\section}{\huge\filcenter\bfseries}{\thesection}{1em}{}
232 \newcommand{\sectionbreak}{\clearpage}
233 \setcounter{secnumdepth}{0}
234 \bLadeAllePakete
```

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

```
235 \RequirePackage[ngerman]{babel}
236 \ExplSyntaxOn
```

\bSetzeThemaNr

```
237 \def\bSetzeThemaNr#1{
238   \tl_gset:Nn \g_thema_nr_tl { #1 }
239   \section{Thema~Nr.~#1}
240 }
```

\bSetzeTeilaufgabeNr

```
241 \def\bSetzeTeilaufgabeNr#1{
242   \tl_gset:Nn \g_teilaufgabe_nr_tl { #1 }
243   \subsection{Teilaufgabe~Nr.~#1}
244 }
```

\bBindeAufgabeEin

```
245 \def\bBindeAufgabeEin#1{
246   \tl_gset:Nn \g_aufgabe_nr_tl { #1 }
247   \input{
248     \bPfadAufgaben /
249     Examen /
250     \g_einzelpruefungs_nr_tl /
251     \g_jahr_tl /
252     \g_monat_tl /
253     \tl_if_empty:NTF \g_thema_nr_tl {} {
254       Thema - \g_thema_nr_tl /
255     }
256     \tl_if_empty:NTF \g_teilaufgabe_nr_tl {} {
257       Teilaufgabe - \g_teilaufgabe_nr_tl /
258     }
259     Aufgabe - \g_aufgabe_nr_tl .tex
260   }
261 }
```

\bAufgabenMetadaten Das Metadaten-Makro überschreiben

```
262 \def\bAufgabenMetadaten#1{
263   \bMetaSetze{#1}
```

```

264 \subsubsection{\_gib_aufgaben_titel:}
265 }

266 \cs_new:Npn \titel_seite:
267 {
268   \titel_seite:nn
269   {
270     {
271       \bfseries\Huge
272
273       \g_einzelpruefungs_nr_tl
274       \par
275
276       \g_jahreszeit_tl
277       \par
278
279       \g_jahr_tl
280       \par
281     }
282   }
283   {
284     \g_examen_fach_tl
285     \par
286
287     \vspace{0.5cm}
288
289     Aufgabenstellungen~mit~Lösungsvorschlägen
290     \par
291   }
292 }
293 }

294 \cs_new:Npn \inhalts_verzeichnis: {
295   % für den Abstand vor den section im Inhaltsverzeichnis
296   % https://tex.stackexchange.com/questions/241445/how-to-control-spacing-in-toc-for-different-sections
297   \setlength{\cftbeforesecskip}{1.5cm}
298   \setlength{\cftbeforesubsecskip}{0.5cm}
299   \renewcommand{\cftsubsecafterpnum}{\vspace{\cftbeforesubsecskip}}
300   \setlength{\cftbeforesubsubsecskip}{0.1cm}
301   \renewcommand{\contentsname}{Aufgabenübersicht}
302   \tableofcontents
303 }

304 \setcounter{tocdepth}{4}
305 \RequirePackage[titles]{tocloft}
306 \AddToHook { begindocument }
307 {
308   \titel_seite:
309
310   \clearpage
311
312   \inhalts_verzeichnis:
313
314   \vfill
315
316   \bLogoTextProjekt
317   \bigskip
318
319   \bLogoTextCCLizenz
320   \bigskip
321
322   \clearpage
323 }

324 \ExplSyntaxOff

```


sammlung.cls

```
326 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
327 \ProvidesClass{bschlangaul-sammlung}[2019/10/27 Klasse zum
328 Setzen von Aufgabensammlung, d.h. Dokumenten, in denen sowohl sonstige
329 Aufgaben als auch Examensaufgaben zusammengefasst werden.]
```

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

```
330 \LoadClass[pakete={
331   formatierung,
332   literatur-dummy,
333   makros,
334   aufgaben-einbinden,
335   aufgaben-metadaten,
336   abmessung,
337   typographie,
338   grafik,
339   meta,
340   index
341 }]{bschlangaul-basis}
342 \bLadeAllePakete
```

Nochmals makros laden, damit zum Beispiel dh nicht überschrieben wird.

```
343 \bLadePakete{makros}
```

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

```
344 \RequirePackage[ngerman]{babel}
345 \ExplSyntaxOn
346 \setze_kopf_fusszeilen:nn {} {}
```

Breiterer rechter Rand für die Indexes

```
347 \geometry
348 {
349   right = 3cm,
350   marginparwidth = 2.8cm,
351 }
352 \cs_new:Npn \url_tex_quelltext:
353 {
354   \begin{spacing}{1}
355   \tiny
356   \noindent
357   \bMetaQuelltext\
358   \_gib_github_url_href:
359   \end{spacing}
360 }
```

`\bAufgabe` Überschreibt Makro-Definition in der Datei aufgaben-einbinden.sty

```
361 \def\bAufgabe #1
362 {
363   \def\bAufgabenMetadaten ##1
364   {
365     \bMetaSetze{##1}
366     \subsection{Übungsaufgabe ~ „\g_thematik_tl“ ~ (\g_stichwoerter_tl)}
367   }
368   \input{\bPfadAufgaben/#1.tex}
369
370   \url_tex_quelltext:
371   \clearpage
372 }
```

`\bExamensAufgabe` Überschreibt Makro-Definition in der Datei aufgaben-einbinden.sty

```
373 \def\bExamensAufgabe #1
374 {
375   \def\bAufgabenMetadaten ##1
```

```

376 {
377   \bMetaSetze{##1}
378   \subsection{Examensaufgabe ~ „\g_thematik_tl" ~ (\g_referenz_tl)}
379 }
380 \input{\bPfadAufgaben/Staatsexamen/#1.tex}
381
382 \url_tex_quelltext:
383 \clearpage
384}

385\AddToHook { begindocument }
386{
387  \repariere_kopfzeile_breite:
388  \titel_seite:nn
389  {
390    {
391      \Huge
392      Die ~ komplette ~ Sammlung
393    }
394  }
395  {
396    Alle ~ Übungs- ~ und ~ Examensaufgaben
397  }
398
399  \tableofcontents
400  \clearpage
401
402  \pagestyle{fancy}
403}

404\AddToHook { enddocument }
405{
406  \printindex
407}

```

\bAufgabenMetadaten Das Metadaten-Makro überschreiben

```

408\def\bAufgabenMetadaten #1
409{
410  \bMetaSetze{#1}
411  \subsection{\aufgabenpfad_lang:}
412}

413\ExplSyntaxOff
414

```

theorie.cls

```
415 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}
416 \ProvidesClass{bschlangaul-theorie}[2021/09/12 Klasse zum
417 Setzen von Theorie-Zusammenfassungen]

418 \LoadClass{bschlangaul-basis}

    Paket „formatierung“ muss vor „literatur“ sein, sonst Option clash
419 \bLadePakete{
420   formatierung,
421   literatur,
422   makros,
423   aufgaben-metadaten
424 }

    Komischer Option-Clash deshalb ganz am Ende, für die Silbentrennung
425 \RequirePackage[ngerman]{babel}
426
```


Pakete

abmessung.sty

```
427 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
428 \ProvidesPackage{bschlangaul-abmessung}[2021/09/04 Einstellung der
429 Seitenabmessung mit Hilfe des geometry-Pakets.]

430 \RequirePackage{geometry}

431 \geometry{
432   a4paper,
433   margin=2cm,
434   includeheadfoot,
435   % showframe,
436   % showcrop,
437   % verbose=true,
438 }

439
```

aufgaben-einbinden.sty

```
440 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
441 \ProvidesPackage{bschlangaul-aufgaben-einbinden}[2020/06/13
442 Binde Aufgaben in ein größeres Dokument ein.]
```

Mit Hilfe des standalone-Pakets können eigenständige Dokumente eingebunden werden, die auch uneingebunden kompiliert werden können, wie zum Beispiel Aufgaben

```
443 \RequirePackage{standalone}
```

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

```
444 \def\bAufgabe#1{
445   \input{\bPfadAufgaben/#1.tex}
446 }
```

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

```
447 \def\bExamensAufgabe#1{
448   \input{\bPfadAufgaben/Examen/#1.tex}
449 }
```

`\bExamensAufgabeTTA`

```
450 \def\bExamensAufgabeTTA #1 / #2 / #3 : Thema #4 Teilaufgabe #5 Aufgabe #6 {
451   \input{\bPfadAufgaben/Examen/#1/#2/#3/Thema-#4/Teilaufgabe-#5/Aufgabe-#6.tex}
452 }
```

`\bExamensAufgabeTA`

```
453 \def\bExamensAufgabeTA #1 / #2 / #3 : Thema #4 Aufgabe #5 {
454   \input{\bPfadAufgaben/Examen/#1/#2/#3/Thema-#4/Aufgabe-#5.tex}
455 }
```

`\bExamensAufgabeA`

```
456 \def\bExamensAufgabeA #1 / #2 / #3 : Aufgabe #4 {
457   \input{\bPfadAufgaben/Examen/#1/#2/#3/Aufgabe-#4.tex}
458 }
```

```
459
```

aufgaben-metadaten.sty

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

```
463 \ExplSyntaxOn
```

`\bMetaSetze` Setze die Metadaten einer Aufgabe.

```
464 \def\bMetaSetze#1{
465   \_setze_variablen_zurueck:
466
467   \tl_clear:N \g_teilaufgabe_nr_tl
468
469   \keys_set:nn { aufgabenmetadaten } {
470     #1
471   }
472
473   \_setze_relativen_pfad:
474 }
```

`\bAufgabenMetadaten` 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`.

```
\bAufgabenMetadaten{
  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,
  EinzelpruefungsNr = 46116,
  Jahr = 2016,
  Monat = 03,
  ThemaNr = 2,
  TeilaufgabeNr = 1,
  AufgabeNr = 2,
}
```

```
475 \def\bAufgabenMetadaten #1
476 {
477   \bMetaSetze{#1}
478
479   \_gib_examen_titel: {}
480
481   \section{\_gib_aufgaben_titel:}
482 }
```

```
483 \ExplSyntaxOff
```

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

```
484 \def\bAufgabenTitel#1{}
```

```
485
```

automaten.sty

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

Endlicher Automat

```
488 \bLadePakete{formale-sprachen}

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

\path (0) edge[above] node{1} (1);
\path (0) edge[loop,above] node{0} (0);
\path (1) edge[loop,above] node{0} (1);
\end{tikzpicture}
```



```
489 \RequirePackage{tikz}
490 \usetikzlibrary{arrows,automata,positioning}
491 \bLadePakete{mathe}
492 \directlua{
493   automaten = require('bschlangaul-automaten')
494 }
```

`\bAutomat` `\bAutomat` [*automaten-name*] {*zustaeende*=*Z*,*alphabet*=*Σ*,*delta*=*δ*,*ende*=*E*,*start*=*z₀*}

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

```
495 \ExplSyntaxOn
496 \NewDocumentCommand {\bAutomat} { O{A} m } {
497   \tl_set:Nn \l_zustaeende_tl {Z}
498   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
499   \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
500   \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
501   \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
502   \tl_set:Nn \l_typ_tl {}
503
504   \keys_define:nn { automat } {
505     zustaeende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaeende_tl {\bMenge{##1}}},
506     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\bMenge{##1}}},
507     delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
508     ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\bMenge{##1}}},
```

```

509     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
510     dea .value_forbidden:n = true,
511     dea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{DEA}}}},
512     nea .value_forbidden:n = true,
513     nea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{NEA}}}},
514 }
515
516 \keys_set:nn { automat } { #2 }
517
518 $#1 \l_typ_tl = (
519     \l_zustaende_tl,
520     \l_alphabet_tl,
521     \l_delta_tl,
522     \l_ende_tl,
523     \l_start_tl
524 )$
525 }
526 \ExplSyntaxOff

```

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

```

527 \def\bAutomatenKante#1#2#3#4{
528   \path (#1) edge[#4] node{#3} (#2);
529 }

530 \tikzset{
531   li automat/.style={
532     ->,
533     node distance=2cm
534   },
535 }

```

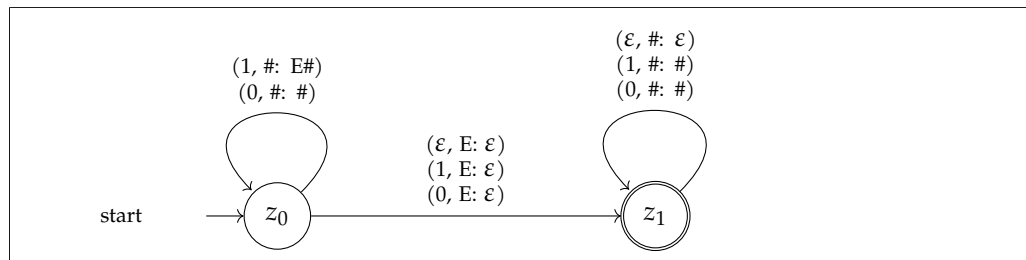
Kellerautomat

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

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

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

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



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

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

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

```
536 \ExplSyntaxOn
537 \NewDocumentCommand {\bkellerAutomat} { O{K} m } {
538   \tl_set:Nn \l_zustaeende_tl {Z}
539   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
540   \tl_set:Nn \l_kelleralphabet_tl {\Gamma}
541   \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
542   \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
543   \tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {\#}
544   \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
545
546   \keys_define:nn { kellerautomat } {
547     zustaeende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaeende_tl {\bMenge{##1}}},
548     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\bMenge{##1}}},
549     kelleralphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_kelleralphabet_tl {\bMenge{##1}}},
550     delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
551     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
```

```

552   kellerboden .code:n = {\tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {##1}},
553   ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\bMenge{##1}}},
554 }
555
556 \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
557
558 $1 = (
559   \l_zustaende_tl,
560   \l_alphabet_tl,
561   \l_kelleralphabet_tl,
562   \l_delta_tl,
563   \l_start_tl,
564   \l_kellerboden_tl,
565   \l_ende_tl
566 )$
567 }
568 \ExplSyntaxOff

```

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

(a, #: A)
(b, #: ϵ)

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

```

569 \ExplSyntaxOn
570 \def\bKellerUebergang#1{
571   \directlua{automaten.drucke_keller_uebergaenge('#1')}
572 }
573 \ExplSyntaxOff

```

`\bKellerKante` `\bKellerKante[<tikz-optionen>]{<von>}{<zu>}{<übergänge>}`

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

```

574 \NewDocumentCommand{\bKellerKante} { 0{above} m m m } {
575   \path (#2) edge[#1] node{\bKellerUebergang{#4}} (#3);
576 }
577 \tikzset{
578   li keller knoten/.style={
579     text width=2cm,
580     align=center,
581     font=\footnotesize,
582   },
583   li kellerautomat/.style={
584     li automat,
585     every edge/.append style={
586       every node/.style={
587         li keller knoten
588       }
589     }
590   }
591 }

```

Turingmaschine

```
592 \RequirePackage{amssymb}
```

`\bTuringLeerzeichen` ☐

```
593 \def\bTuringLeerzeichen{\Box}
```



```

\beginTuringMaschine \beginTuringMaschine[\automaten-name]
{\zustände=Z,alphabet=Σ,bandalphabet=Γ,delta=δ,start=z_0,leerzeichen=□,ende=E}

\beginTuringMaschine{
  zustände={z_0, z_1, z_2},
  alphabet={a, b, c},
  bandalphabet={\beginTuringLeerzeichen, A},
  ende={z_2},
}

```

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

```

594 \ExplSyntaxOn
595 \NewDocumentCommand {\beginTuringMaschine} { O{TM} m } {
596   \tl_set:Nn \l_zustände_tl {Z}
597   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
598   \tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\Gamma}
599   \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
600   \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
601   \tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {\beginTuringLeerzeichen}
602   \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
603
604   \keys_define:nn { kellerautomat } {
605     zustände .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustände_tl {\bMenge{##1}}},
606     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\bMenge{##1}}},
607     bandalphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\bMenge{##1}}},
608     delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
609     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
610     leerzeichen .code:n = {\tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {##1}},
611     ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\bMenge{##1}}},
612   }
613
614   \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }
615
616   $\text{#1} = (
617     \l_zustände_tl,
618     \l_alphabet_tl,
619     \l_bandalphabet_tl,
620     \l_delta_tl,
621     \l_start_tl,
622     \l_leerzeichen_tl,
623     \l_ende_tl
624   )$
625 }
626 \ExplSyntaxOff

```

`\beginTuringUebergangZelle` Formatiert einen Zustandsübergang für eine Übergangstabelle.

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

`\beginTuringUebergangZelle{z_1, LEER, R}:(z_1: □, R) \beginTuringUebergangZelle{z_1, leer, l}:`
`(z_1: □, L)`

```

627 \ExplSyntaxOn
628 \def\beginTuringUebergangZelle#1{
629   \directlua{tex.print(automaten.gib_einen_turing_uebergang('#1'))}
630 }
631 \ExplSyntaxOff

```

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

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

`(z_1: □, L)`

`(□: □, R)`

```

632 \ExplSyntaxOn
633 \def\bTuringUebergaenge#1{
634   \directlua{automaten.drucke_turing_uebergaenge('#1')}
635 }
636 \ExplSyntaxOff

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

637 \NewDocumentCommand{\bTuringKante} { 0{above} m m m } {
638   \path (#2) edge[#1] node{\bTuringUebergaenge{#4}} (#3);
639 }

\bTuringUeberfuehrung

640 \def\bTuringUeberfuehrung{
641    $\delta : Z \times \Gamma \rightarrow Z \times \Gamma \times \{L, R, N\}$ 
642 }

643 \tikzset{
644   li turingmaschine/.style={
645     li automat,
646     every edge/.append style={
647       every node/.style={
648         li keller knoten
649       }
650     }
651   }
652 }
653

```

basis.sty

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

656 \ExplSyntaxOn

  Lade die Konfigurationsdatei. \def\bPfadAufgaben{/pfad/zum/repository}
657 \input /etc/bschlangaul.config.tex

  Defininition einiger Konstanten
658 \def\bPfadLogo{\bPfadAufgaben / .repos / logo}
659 \def\bGithubDomain{https://github.com}
660 \def\bGithubRawDomain{https://raw.githubusercontent.com}
661 \def\bGithubRepoNameAufgaben{bschlangaul-sammlung/examens-aufgaben}
662 \def\bGithubRepoNameJava{bschlangaul-sammlung/java-fuer-examens-aufgaben}
663 \def\bGitBranch{main}
```

IFs

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

```
\ifADDITUM
\ADDITUMtrue 664 \newif\ifADDITUM
\ADDITUMfalse 665 \ADDITUMfalse

\ifEXKURS
\EXKURStrue 666 \newif\ifEXKURS
\EXKURStue 667 \EXKURStrue

\ifANTWORT
\ANTWORTtrue 668 \newif\ifANTWORT
\ANTWORTfalse 669 \ANTWORTtrue

\bLadePakete

670 \NewDocumentCommand{\bLadePakete}{ m }
671 {
672   \clist_map_inline:nn { #1 } { \RequirePackage{bschlangaul-##1} }
673 }

\bLadeAllePakete

674 \def\bLadeAllePakete{
675   \bLadePakete{
676     aufgaben-einbinden,
677     automaten,
678     checkbox,
679     chomsky-normalform,
680     cpm,
681     cyk-algorithmus,
682     entwurfsmuster,
683     er,
684     formale-sprachen,
685     gantt,
686     grafik,
687     graph,
688     hanoi,
689     java,
690     komplexitaetstheorie,
691     kontrollflussgraph,
692     makros,
693     master-theorem,
694     mathe,
695     minimierung,
696     musik-symbole,
```

```

697     normalformen,
698     o-notation,
699     petri,
700     potenzmengen-konstruktion,
701     pseudo,
702     pumping-lemma,
703     relationale-algebra,
704     rmodell,
705     sortieren,
706     spalten,
707     sql,
708     struktogramm,
709     syntax,
710     syntaxbaum,
711     synthese-algorithmus,
712     tabelle,
713     typographie,
714     uml,
715     vollstaendige-induktion,
716     wasserfall,
717     wpkalkuel,
718     %
719     baum, % am Schluss sonst Fehler: undefined command \edge
720 }
721 }

```

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.

```

722 \clist_new:N \g_schluessel_clist
723 \clist_set:Nn \g_schluessel_clist {
724     titel,
725     thematik,
726     referenz,
727     stichwoerter,
728     zitat_schluessel,
729     zitat_beschreibung,
730     %
731     bearbeitungs_stand,
732     korrektheit,
733     %
734     relativer_pfad,
735     identische_aufgabe,
736     %
737     einzelpruefungs_nr,
738     examen_fach,
739     jahr,
740     monat,
741     jahreszeit,
742     thema_nr,
743     teilaufgabe_nr,
744     aufgabe_nr,
745 }

```

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

```

746 \clist_map_inline:Nn \g_schluessel_clist
747 {
748     \tl_new:c {g_#1_tl}
749 }

```

Funktion über alle globalen Token-List-Variablen zurückzusetzen.

```

750 \cs_new:Npn \_setze_variablen_zurueck:
751 {

```

```

752 \clist_map_inline:Nn \g_schluessel_clist
753 {
754   \tl_clear:c {g_##1_tl}
755 }
756 }

```

Die einzelnen Schlüssel sind im Interface AufgabenMetadaten in der Typescript-Datei <https://github.com/bschlangaul-sammlung/kommandozeilen-werkzeug/blob/main/src/aufgabe.ts> erklärt.

```

757 \keys_define:nn { aufgabenmetadaten }
758 {
759   Titel .tl_gset:N = \g_titel_tl,
760   Thematik .tl_gset:N = \g_thematik_tl,
761   Referenz .tl_gset:N = \g_referenz_tl,
762   Stichwoerter .tl_gset:N = \g_stichwoerter_tl,
763   ZitatSchluessel .tl_gset:N = \g_zitat_beschreibung_tl,
764   ZitatBeschreibung .tl_gset:N = \g_zitat_schluessel_tl,
765   %
766   BearbeitungsStand .tl_gset:N = \g_bearbeitungs_stand_tl,
767   Korrektheit .tl_gset:N = \g_korrekttheit_tl,
768   Ueberprueft .tl_gset:N = \g_ueberprueft_tl,
769   %
770   RelativerPfad .tl_gset:N = \g_relativer_pfad_tl,
771   IdentischeAufgabe .tl_gset:N = \g_identische_aufgabe_tl,
772   %
773   EinzelpruefungsNr .tl_gset:N = \g_einzelpruefungs_nr_tl,
774   ExamenFach .tl_gset:N = \g_examen_fach_tl,
775   Jahr .tl_gset:N = \g_jahr_tl,
776   Monat .tl_gset:N = \g_monat_tl,
777   Jahreszeit .tl_gset:N = \g_jahreszeit_tl,
778   ThemaNr .tl_gset:N = \g_thema_nr_tl,
779   TeilaufgabeNr .tl_gset:N = \g_telaufgabe_nr_tl,
780   AufgabeNr .tl_gset:N = \g_aufgabe_nr_tl,
781 }

782 \cs_gset:Npn \setze_relativen_pfad:
783 {
784   \tl_if_empty:NTF \g_relativer_pfad_tl
785   {
786     \bool_if:nTF
787     {
788       ! \tl_if_empty_p:N \g_einzelpruefungs_nr_tl &&
789       ! \tl_if_empty_p:N \g_jahr_tl &&
790       ! \tl_if_empty_p:N \g_monat_tl
791     }
792     {
793       \tl_gset:Nn \g_relativer_pfad_tl {
794         Examen /
795         \g_einzelpruefungs_nr_tl /
796         \g_jahr_tl /
797         \g_monat_tl /
798         \tl_if_empty:NTF \g_thema_nr_tl {} { Thema - \g_thema_nr_tl / }
799         \tl_if_empty:NTF \g_telaufgabe_nr_tl {} { Teilaufgabe - \g_telaufgabe_nr_tl / }
800         \tl_if_empty:NTF \g_aufgabe_nr_tl {} { Aufgabe - \g_aufgabe_nr_tl .tex }
801       }
802     }
803   }
804 }
805 {}
806 }

807 \cs_set:Nn \trenner:
808 {
809   \, / \,
810 }

```

```

811 \cs_gset:Npn \gib_jahreszeit_durch_monat: #1
812 {
813   \str_case_e:nnTF { #1 }
814   {
815     { 3 } { Frühjahr }
816     { 03 } { Frühjahr }
817     { 9 } { Herbst }
818     { 09 } { Herbst }
819   }
820 {}
821 {
822   \msg_error:nn
823   { bschlangaul }
824   { Erlaubte-Eingaben-sind-3~03-9~und-09-nicht~„#1" }
825 }
826 }

```

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

```

827 \cs_gset:Npn \fach_durch_nummer:n #1
828 {
829   \str_case_e:nnTF { #1 }
830   {
831     { 46110 } { Grundlagen~der~Informatik~(nicht~vertieft) }
832     { 46111 } { Programmentwicklung~/~Systemprogrammierung~/~Datenbanksysteme~(nicht~vertieft) }
833     { 46112 } { Grundlagen~der~Informatik~(nicht~vertieft) }
834     { 46113 } { Theoretische~Informatik~(nicht~vertieft) }
835     { 46114 } { Algorithmen~/~Datenstrukturen~/~Programmierungsmethoden~(nicht~vertieft) }
836     { 46115 } { Theoretische~Informatik~/~Algorithmen~/~Datenstrukturen~(nicht~vertieft) }
837     { 46116 } { Softwaretechnologie~/~Datenbanksysteme~(nicht~vertieft) }
838     { 46118 } { Fachdidaktik~(Mittelschulen) }
839     { 46119 } { Fachdidaktik~(Realschulen) }
840     { 46121 } { Fachdidaktik~(berufliche~Schulen) }
841     { 66110 } { Automatentheorie,~Algorithmische~Sprache~(vertieft) }
842     { 66111 } { Betriebssysteme~/~Datenbanksysteme~/~Rechnerarchitektur~(vertieft) }
843     { 66112 } { Automatentheorie~/~Komplexität~/~Algorithmen~(vertieft) }
844     { 66113 } { Rechnerarchitektur~/~Datenbanken~/~Betriebssysteme~(vertieft) }
845     { 66114 } { Datenbank~und~Betriebssysteme~(vertieft) }
846     { 66115 } { Theoretische~Informatik~/~Algorithmen~(vertieft) }
847     { 66116 } { Datenbanksysteme~/~Softwaretechnologie~(vertieft) }
848     { 66118 } { Fachdidaktik~(Gymnasium) }
849   }
850 {}
851 {
852   \msg_error:nn
853   { bschlangaul }
854   { Unbekannte-Einzelprüfungsnummer~„#1" }
855 }
856 }

857 \cs_gset:Npn \fach:
858 {
859   \tl_if_empty:NTF \g_einzelpruefungs_nr_tl {}
860   {
861     \fach_durch_nummer:n \g_einzelpruefungs_nr_tl
862   }
863 }

```

„Einzelprüfungsnummer / Jahr / Jahreszeit“ mit Trennzeichen

```

864 \cs_gset:Npn \einzelpruefungs_nr_jahr_jahreszeit:
865 {
866   \g_einzelpruefungs_nr_tl
867
868   \trenner:
869
870   \g_jahr_tl

```

```

871
872 \trenner:
873
874 \gib_jahreszeit_durch_monat: \g_monat_tl
875 }

Thema 1 / Teilaufgabe 2 / Aufgabe 3
876 \cs_gset:Npn \thema_teil_aufgabe:
877 {
878   \tl_if_empty:NTF \g_thema_nr_tl {} {
879     Thema ~ \g_thema_nr_tl \trenner:
880   }
881
882   \tl_if_empty:NTF \g_telaufgabe_nr_tl {} {
883     Teilaufgabe ~ \g_telaufgabe_nr_tl \trenner:
884   }
885
886   \tl_if_empty:NTF \g_aufgabe_nr_tl {} {
887     Aufgabe ~ \g_aufgabe_nr_tl
888   }
889 }

Gib den langen Titelpfad einer Aufgabe. Ist die Aufgabe keine Examensaufgabe, wird
auch eine Titel zurückgegeben. Für die Kopfzeile gedacht.
890 \cs_new:Npn \aufgabenpfad_lang:
891 {
892   \tl_if_empty:NTF \g_einzelpruefungs_nr_tl
893   {
894     \g_thematik_tl
895   }
896   {
897     \einzelpruefungsnr_jahr_jahreszeit:
898     \trenner:
899     \thema_teil_aufgabe:
900   }
901 }

902 \cs_gset:Npn \_gib_examen_titel:
903 {
904   \bool_if:nTF
905   {
906     ! \tl_if_empty_p:N \g_einzelpruefungs_nr_tl &&
907     ! \tl_if_empty_p:N \g_jahr_tl &&
908     ! \tl_if_empty_p:N \g_monat_tl &&
909     ! \tl_if_empty_p:N \g_aufgabe_nr_tl
910   }
911   {
912     {
913       \footnotesize
914       \par
915       \noindent
916       Examen ~
917       \g_einzelpruefungs_nr_tl \trenner:
918       \g_jahr_tl \trenner:
919
920       \tl_case:Nn \g_monat_tl
921       {
922         { 03 } { Frühjahr }
923         { 09 } { Herbst }
924       } \trenner:
925
926       \tl_if_empty:NTF \g_thema_nr_tl {} {
927         Thema ~ Nr. ~ \g_thema_nr_tl \trenner:
928       }
929       \tl_if_empty:NTF \g_telaufgabe_nr_tl {} {

```

```

930      Teilaufgabe ~ Nr. ~ \g_telaufgabe_nr_tl \trenner:
931    }
932    \tl_if_empty:NTF \g_aufgabe_nr_tl {} {
933      Aufgabe ~ Nr. ~ \g_aufgabe_nr_tl
934    }
935    \par
936    \bigskip
937  }
938 }
939 }

940 \cs_new:Npn \_gib_github_url:
941 {
942   \bGithubDomain /
943   \bGithubRepoNameAufgaben /
944   blob /
945   \bGitBranch /
946   \g_relativer_pfad_tl
947 }

948 \cs_new:Npn \_gib_github_url_href:
949 {
950   \tl_if_empty:NTF \g_relativer_pfad_tl {} {
951     \url{ \_gib_github_url: }
952   }
953 }

954 \cs_new:Npn \_gib_aufgaben_titel:
955 {
956   \g_titel_tl
957
958   \tl_if_empty:NTF \g_thematik_tl
959   {}
960   {
961     \, ~ [
962       \g_thematik_tl
963     ]
964   }
965 }

966 \cs_new:Npn \titel_seite:nn #1 #2
967 {
968   \pagestyle{empty}
969
970   \strut
971   \vspace{1cm}
972
973   \begin{center}
974     \bfseries
975     \Large
976     #1
977     \par
978   \end{center}
979
980   \vfill
981
982   \begin{center}
983     \large
984     #2
985     \par
986   \end{center}
987
988   \vfill
989
990   \begin{center}
991     \bGrafikLogo[width=8cm]

```



```

992   \par
993
994   \vspace{4cm}
995
996   {
997     \bfseries
998     \Large
999     \bMetaBschlangaulSammlung
1000  }
1001  \par
1002
1003  \medskip
1004
1005  {
1006    \large
1007    \bMetaHermineFriends
1008  }
1009  \par
1010  \end{center}
1011
1012  \vspace{2cm}
1013
1014  \strut
1015
1016  \clearpage
1017 }
1018 \cs_new:Npn \keine_einrueckung:
1019 {
1020   \par
1021   \@afterindentfalse
1022   \@afterheading
1023 }
1024 \msg_new:nnn { aufgabenmetadaten } { kein-titel }
1025   { Der~Schlüssel~ist~zwingend~notwendig }
1026
1027 biblatex not working with lualatex and babel
1028 % \RequirePackage{polyglossia}
1029 % \setmainlanguage{german}
1030
1031

```

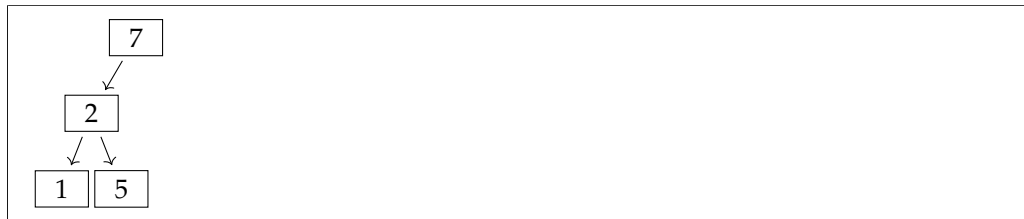
baum.sty

```
1029 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1030 \ProvidesPackage{bschlangaul-baum}[2020/06/13 Zum Setzen von
1031 Binär- und AVL-Bäumen. Hüll-Paket um TikZ and tikz-qtree.]
1032 \RequirePackage{tikz}
      für b binaer baum
1033 \RequirePackage{tikz-qtree}
      Für b baum
1034 \usetikzlibrary{shapes.multipart}
```

Binärbaum

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

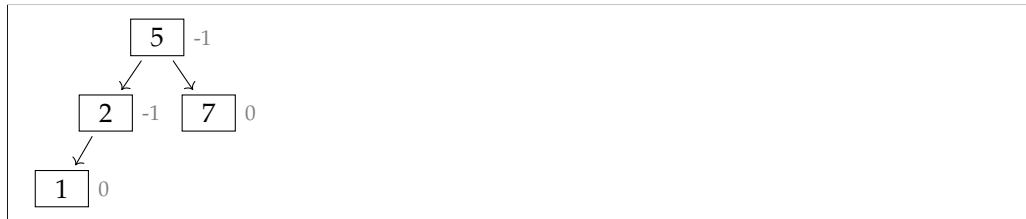
```
\begin{tikzpicture}[b binaer baum]
\Tree
[.7
  [.2
    [.1 ]
    [.5 ]
  ]
\edge[blank]; \node[blank]{};
]
\end{tikzpicture}
```



```
1035 \tikzset{
1036   b binaer baum/.style={
1037     shorten <=2pt,
1038     shorten >=2pt,
1039     ->,
1040     every tree node/.style={
1041       minimum width=2em,
1042       draw,
1043       rectangle
1044     },
1045     blank/.style={
1046       draw=none
1047     },
1048     edge from parent/.style={
1049       draw,
1050       edge from parent path={(\tikzparentnode) -- (\tikzchildnode)}
1051     },
1052     level distance=1cm,
1053     every label/.style={
1054       gray,
1055       font=\footnotesize,
1056       label position=0,
1057       label distance=0cm,
1058     }
1059   },
1060 }
```

AVL-Baum

```
\begin{tikzpicture}[b 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}
```

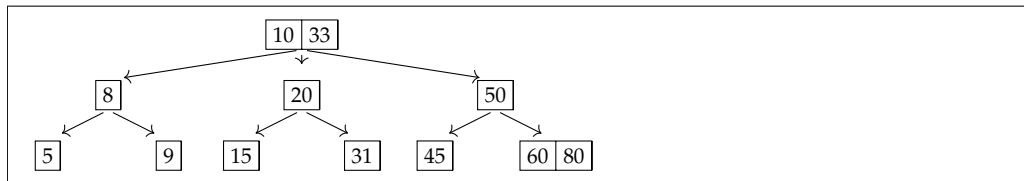


B-Baum

```

\begin{tikzpicture}[
  scale=0.8,
  transform shape,
  b 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}

```



```

1061 \tikzset{
1062   b bbaum knoten/.style={
1063     rectangle split parts=10,
1064     rectangle split,
1065     rectangle split horizontal,
1066     rectangle split ignore empty parts,
1067     draw,
1068     fill=white
1069   },
1070   b bbaum/.style={
1071     every node/.style={
1072       b bbaum knoten
1073     },
1074     level 1/.style={
1075       level distance=12mm,
1076       sibling distance=25mm,
1077     },
1078     every child/.style={
1079       shorten <= 2pt,
1080       shorten >= 6pt,
1081       ->,
1082     },
1083     level 2/.style={
1084       level distance=9mm,
1085       sibling distance=15mm,
1086     },
1087   }
1088 }

```

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

```

1089 \NewDocumentEnvironment { bBaum }{ m +b }
1090 {
1091   {
1092     \small
1093     \noindent
1094     \textit{#1}:
1095   }
1096   \begin{center}
1097     #2
1098     \medskip
1099     \end{center}
1100 } {}
1101

```

checkbox.sty

```
1102 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1103 \ProvidesPackage{bschlangaul-checkbox}[2020/12/14 Zum Setzen von
1104 Multiple-Choice-Fragen. Simulation von Kästchen zum ankreuzen]

\begin{itemize}
\checkboxAngekreuzt EXtreme Programming (XP)\index{EXtreme Programming}
\checkboxLeer Das V-Modell 97\index{V-Modell}
\checkboxLeer Wasserfallmodell\index{Wasserfallmodell}
\checkboxAngekreuzt Scrum\index{SCRUM}
\end{itemize}
```

Faulenzer

```
\let\l=\checkboxLeer
\let\k=\checkboxAngekreuzt
```

```
1105 \RequirePackage{amssymb}
```

\checkboxAngekreuzt Angekreuztes Kästchen (nur innerhalb der itemize-Umgebung zu verwenden.

```
1106 \def\checkboxAngekreuzt{\item[$\boxtimes$]}
```

\checkboxLeer Nicht angekreuztes Kästchen (nur innerhalb der itemize-Umgebung zu verwenden.

```
1107 \def\checkboxLeer{\item[$\square$]}
```

```
1108
```

chomsky-normalform.sty

```
1109 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1110 \ProvidesPackage{bschlangaul-chomsky-normalform}[2021/03/26
1111 Hilfsmakros zum Setzen des Algorithmus zum Erreichen der Chomsky-Normalform]
1112 \ExplSyntaxOn
1113 \bLadePakete{typographie}
```

Faulenzer

```
\let\erklaerung=\bChomskyErklaerung
\let\schritt=\bChomskyUeberschrift
\let\schrittE=\bChomskyUeberErklaerung
```

TeX-Markup-Grundgerüst

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

Konkretes TeX-Markup-Beispiel

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

\begin{bProduktionsRegeln}
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{bProduktionsRegeln}

\item \schrittE{2}

\begin{bProduktionsRegeln}
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{bProduktionsRegeln}

\item \schrittE{3}

\begin{bProduktionsRegeln}
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{bProduktionsRegeln}

\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{bProduktionsRegeln}
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{bProduktionsRegeln}
\end{enumerate}

```

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

```

1114 \def\bChomskyUeberschrift#1{
1115   {
1116     \bfseries
1117     \rmfamily
1118     \str_case:nn {#1} {
1119       {1} {Elimination~der~$\varepsilon$-Regeln}
1120       {2} {Elimination~von~Kettenregeln}
1121       {3} {Separation~von~Terminalzeichen}
1122       {4} {Elimination~von~mehrelementigen~Nonterminalketten}
1123     }
1124   }
1125 }

```

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

```

1126 \def\b@chomsky@erklaerung@texte#1{
1127   \str_case:nn {#1} {
1128     %
1129     {1} {
1130       Alle~Regeln~der~Form~$A\rightarrow\varepsilon$~werden~eliminiert.~
1131       Die~Ersetzung~von~$A$~wird~durch~$\varepsilon$~in~allen~anderen~
1132       Regeln~vorweggenommen.
1133     }
1134     {2} {
1135       Jede~Produktion~der~Form~$A\rightarrow B$~mit~$A, B$~in~$S$~wird~
1136       als~Kettenregel~bezeichnet.~Diese~tragen~nicht~zur~Produktion~
1137       von~Terminalzeichen~bei~und~lassen~sich~ebenfalls~eliminieren.
1138     }
1139     {3} {
1140       Jedes~Terminalzeichen~$\sigma$,~das~in~Kombination~mit~anderen~
1141       Symbolen~auftaucht,~wird~durch~ein~neues~Nonterminal~
1142       $S_{\sigma}$~ersetzt~und~die~Menge~der~Produktionen~durch~die~
1143       Regel~$S_{\sigma}\rightarrow\varepsilon$~ergänzt.
1144     }
1145     {4} {
1146       Alle~Produktionen~der~Form~
1147       $A\rightarrow B_{\{1\}}B_{\{2\}}\dots B_{\{n\}}$~
1148       werden~in~die~Produktionen~
1149       $A\rightarrow$
1150       $A_{\{n-1\}}B_{\{n\}}, A_{\{n-1\}}\rightarrow$
1151       $A_{\{n-2\}}B_{\{n-1\}}, \dots, $
1152       $A_{\{2\}}\rightarrow B_{\{1\}}B_{\{2\}}$~zerteilt.~
1153       Nach~der~Ersetzung~sind~alle~längeren~Nonterminalketten~
1154       vollständig~heruntergebrochen~und~die~Chomsky-Normalform~erreicht.
1155     }

```

```

1156 }
1157 }
1158 \def\bChomskyErklaerung#1{
1159 {
1160   \itshape
1161   \footnotesize
1162   \bParagraphMitLinien{\b@chomsky@erklaerung@texte{#1}}
1163 }
1164 }

```

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

```

1165 \def\bChomskyUeberErklaerung#1{
1166   \bChomskyUeberschrift{#1}\par
1167   \bChomskyErklaerung{#1}
1168 }

```

```

1169 \ExplSyntaxOff
1170

```

cpm.sty

```

1171 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1172 \ProvidesPackage{bschlangaul-cpm}[2020/09/03]
1173 \RequirePackage{tikz}

1174 \bLadePakete{mathe,typographie}

```

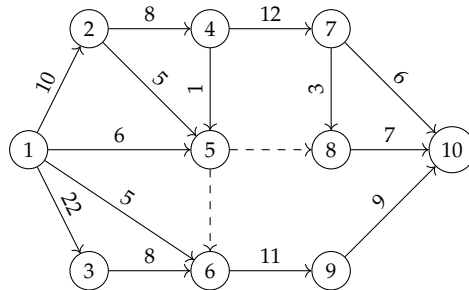
Faulenzer

```

\let\f=\footnotesize
\let\FZ=\bCpmFruehI
\let\SZ=\bCpmSpaetI
\let\v=\bCpmVon
\let\ vz=\bCpmVonZu
\let\ z=\bCpmZu

```

TeX-Markup-Beispiel: Graph



```

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

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

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

```

TeX-Markup-Beispiel: Ergebnistabelle

```

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

```

TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Frühester Zeitpunkt“

```

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

```

```

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

```

TeX-Markup-Beispiel: Nebenrechnungstabelle „Spätester Zeitpunkt“

```

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

```

```

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

```

```

1175 \ExplSyntaxOn
1176 \NewDocumentCommand { \bCpmEreignis } { 0 } m m m } {
1177   \tl_set:Nn \l_name_tl {}
1178
1179   \keys_define:nn { cpmEreignis } {
1180     name .code:n = {\tl_set:Nn \l_name_tl {##1}},
1181   }
1182
1183   \keys_set:nn { cpmEreignis } { #1 }
1184
1185   \tl_if_empty:NT \l_name_tl {
1186     \tl_set:Nn \l_name_tl {#2}
1187   }
1188
1189   \node[circle,draw] (\l_name_tl) at (#3,#4) {#2};
1190 }
1191 \ExplSyntaxOff

```

```

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

```

```

1192 \ExplSyntaxOn
1193 \NewDocumentCommand { \bCpmVorgang } { 0 } m m m } {
1194   \tl_set:Nn \l_schein_tl {}
1195   \tl_set:Nn \l_kritisch_tl {}
1196
1197   \keys_define:nn { cpmVorgang } {
1198     schein .code:n = {\tl_set:Nn \l_schein_tl {dashed}},
1199     kritisch .code:n = {\tl_set:Nn \l_kritisch_tl {very~thick}},
1200   }
1201
1202   \keys_set:nn { cpmVorgang } { #1 }
1203
1204   \path[->,\l_schein_tl,\l_kritisch_tl] (#2) edge node[auto,sloped] {#4} (#3);
1205 }
1206 \ExplSyntaxOff

```

Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle

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

```
\bCpmVonZu Makro-Faulenzer: \let\vz=\liCpmVonZu
\bCpmVonZu{1}(2-3): 1(2→3)
1207 \def\bCpmVonZuOhneMathe#1(#2-#3){#1_{\scriptscriptstyle(#2\rightarrow#3)}}
1208 \def\bCpmVonZu#1(#2-#3){%
1209 \ifmmode%
1210 \bCpmVonZuOhneMathe{#1}(\#2-\#3)%
1211 \else%
1212 $\bCpmVonZuOhneMathe{#1}(\#2-\#3)$%
1213 \fi%
1214 }
```

```
\bCpmVon Makro-Faulenzer: \let\v=\liCpmVon
\bCpmVon{1}(2): 1(→2)
1215 \def\bCpmVonOhneMathe#1(#2){#1_{\scriptscriptstyle(\rightarrow#2)}}
1216 \def\bCpmVon#1(#2){%
1217 \ifmmode%
1218 \bCpmVonOhneMathe{#1}(\#2)%
1219 \else%
1220 $\bCpmVonOhneMathe{#1}(\#2)$%
1221 \fi%
1222 }
```

```
\bCpmZu Makro-Faulenzer: \let\z=\liCpmZu
\bCpmZu{1}(2): 1(←2)
1223 \def\bCpmZuOhneMathe#1(#2){#1_{\scriptscriptstyle(\leftarrow#2)}}
1224 \def\bCpmZu#1(#2){%
1225 \ifmmode%
1226 \bCpmZuOhneMathe{#1}(\#2)%
1227 \else%
1228 $\bCpmZuOhneMathe{#1}(\#2)$%
1229 \fi%
1230 }

1231 \ExplSyntaxOn
```

\bCpmSpaetI Spätester Zeitpunkt, zu dem Ereignis *i* eintreten kann

```
Makro-Faulenzer: \let\SZ=\liCpmSpaetI
1232 \NewDocumentCommand{ \bCpmSpaetI } { 0{i} } {
1233 \ifmmode
1234 SZ\sb{#1}
1235 \else
1236 $\SZ\sb{#1}$
1237 \fi
1238 }
```

\bCpmFruehI Frühester Zeitpunkt, zu dem Ereignis *i* eintreten kann.

```
Makro-Faulenzer: \let\FZ=\liCpmFruehI
1239 \NewDocumentCommand{ \bCpmFruehI } { 0{i} } {
1240 \ifmmode
1241 FZ\sb{#1}
1242 \else
1243 $\FZ\sb{#1}$
```

```

1244 \fi
1245 }

```

`\bCpmFruehErklaerung` — Wir führen eine Vorwärtsterminierung durch und addieren die Dauern. Kann ein Ereignis über mehrere Vorgänge erreicht werden, wählen wir das Maximum aus. **Erläuterungen:** i : Ereignis i ; FZ_i : Frühester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann. _____

```

1246 \def\bCpmFruehErklaerung{
1247   \bParagraphMitLinien{
1248     Wir~führen~eine~Vorwärtsterminierung~durch~
1249     und~addieren~die~Dauern.~
1250
1251     Kann~ein~Ereignis~über~mehrere~Vorgänge~erreicht~
1252     werden,~wählen~wir~das~Maximum~aus.~
1253
1254     \textbf{Erläuterungen:}~
1255
1256      $i$ :~
1257     Ereignis~ $i$ ;~\,
1258
1259     \bCpmFruehI{}:~
1260     Frühester~Zeitpunkt,~zu~dem~Ereignis~ $i$ ~eintreten~kann
1261     .
1262   }
1263 }

```

`\bCpmSpaetErklaerung` — Wir führen eine Rückwärtsterminierung durch und subtrahieren die Dauern vom letzten Ereignis aus. Kann ein Ereignis über mehrere Vorgänge erreicht werden, wählen wir das Minimum aus. **Erläuterungen:** i : Ereignis i ; SZ_i : Spätester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann. _____

```

1264 \def\bCpmSpaetErklaerung{
1265   \bParagraphMitLinien{
1266     Wir~führen~eine~Rückwärtsterminierung~durch~
1267     und~subtrahieren~die~Dauern~vom~letzten~Ereignis~aus.~
1268
1269     Kann~ein~Ereignis~über~mehrere~Vorgänge~erreicht~
1270     werden,~wählen~wir~das~Minimum~aus.~
1271
1272     \textbf{Erläuterungen:}~
1273
1274      $i$ :~
1275     Ereignis~ $i$ ;~\,
1276
1277     \bCpmSpaetI{}:~
1278     Spätester~Zeitpunkt,~zu~dem~Ereignis~ $i$ ~eintreten~kann
1279     .
1280   }
1281 }

```

```

1282 \ExplSyntaxOff
1283

```

cyk-algorithmus.sty

```
1284 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1285 \ProvidesPackage{bschlangaul-cyk-algorithmus}[2021/06/18 Hilfsmakros
1286 zum Setzen des CYK-Algorithmus]
```

Faulenzer

```
\let\l=\bKurzeTabellenLinie
```

TeX-Markup-Beispiel

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

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

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

```
1287 \def\bKurzeTabellenLinie#1{\\cline{1-#1}}
```

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

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

```
1288 \NewDocumentCommand{ \bWortInSprache } { m O{L(G)} } {
1289   \bigskip
1290   \noindent
1291   $\Rightarrow$ #1 \in #2$
1292 }
```

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

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

```
1293 \NewDocumentCommand{ \bWortNichtInSprache } { m O{L(G)} } {
1294   \bigskip
1295   \noindent
1296   $\Rightarrow$ #1 \notin #2$
1297 }
```

```
1298
```

entwurfsmuster.sty

```
1299 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1300 \ProvidesPackage{bschlangaul-entwurfsmuster}[2021/05/06]
1301 Hilfsmakros zum Setzen von Entwurfsmustern / Design Patterns]
```

Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:

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

Reihenfolge

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

```
1302 \RequirePackage{bschlangaul-uml}
```

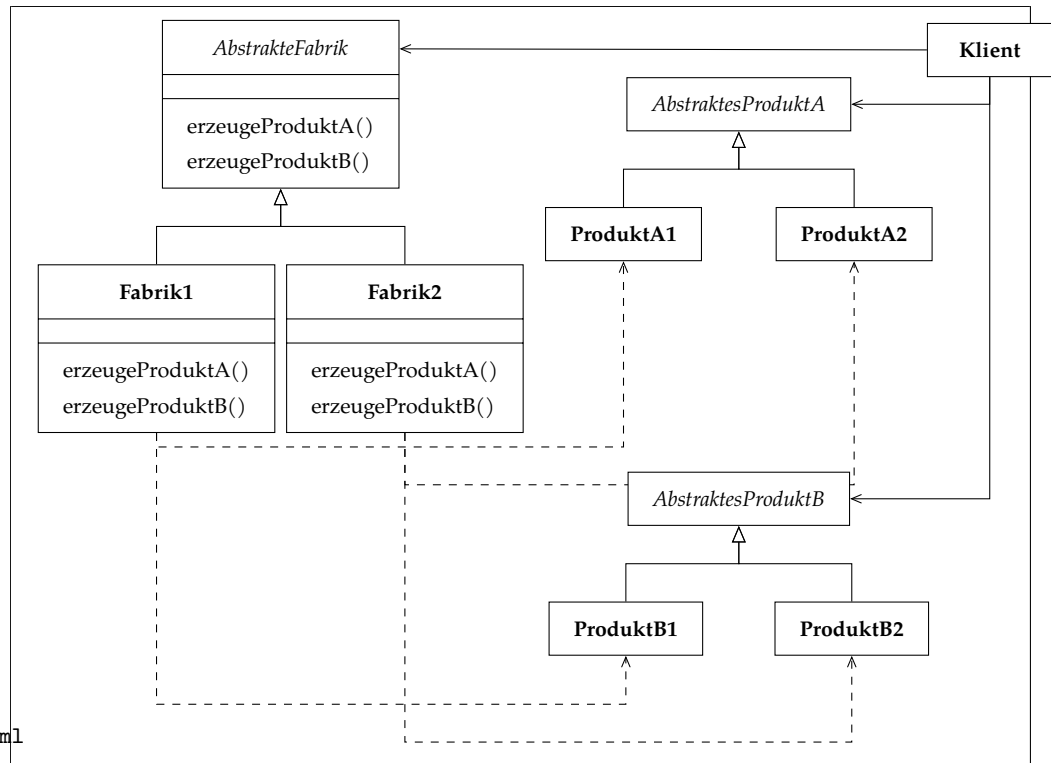
\b@EntwurfsCodeAllgemein Allgemeine Code-Beispiele zu den UML-Diagrammen und Stellvertretern

```
1303 \RequirePackage{bschlangaul-syntax}
1304 \def\b@EntwurfsCode#1#2{
1305   \bJavaDatei{entwurfsmuster/#1/allgemein/#2}
1306 }
```

Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)

fsAbstrakteFabrikBeschreibung

```
1307 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung{
1308   Es wird eine Schnittstelle bereitgestellt, um \emph{Familien
1309   verbundener oder abhängiger Objekte} zu erstellen, ohne die konkreten
1310   Klassen zu spezifizieren.\footcite[Seite 25]{eilebrecht}
1311 }
```

\bEntwurfsAbstrakteFabrikUml

```

1312 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrikUml{
1313   \begin{tikzpicture}
1314     \umlcclass[type=abstract]{AbstrakteFabrik}{-}{-}{
1315       erzeugeProduktA()\n
1316       erzeugeProduktB()\n
1317     }
1318     \umlcclass[below left=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik1}{-}{-}{
1319       erzeugeProduktA()\n
1320       erzeugeProduktB()\n
1321     }
1322     \umlcclass[below right=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik2}{-}{-}{
1323       erzeugeProduktA()\n
1324       erzeugeProduktB()\n
1325     }
1326     \umlVHVinherit{Fabrik1}{AbstrakteFabrik}
1327     \umlVHVinherit{Fabrik2}{AbstrakteFabrik}
1328
1329     \umlsimpleclass[right=3cm of AbstrakteFabrik,type=abstract]{AbstraktesProduktA}
1330     \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA1}
1331     \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA2}
1332     \umlVHVinherit{ProduktA1}{AbstraktesProduktA}
1333     \umlVHVinherit{ProduktA2}{AbstraktesProduktA}
1334
1335     \umlsimpleclass[above right=0cm and 1cm of AbstraktesProduktA]{Klient}
1336
1337     \umlsimpleclass[below=4.5cm of AbstraktesProduktA,type=abstract]{AbstraktesProduktB}
1338     \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB1}
1339     \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB2}
1340     \umlVHVinherit{ProduktB1}{AbstraktesProduktB}
1341     \umlVHVinherit{ProduktB2}{AbstraktesProduktB}
1342
1343     \umlVHVdep[arm1=-1.3cm,arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktA1}
1344     \umlVHVdep[arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktB1}
1345
1346     \umlVHVdep[arm1=-1.8cm,arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktA2}
1347     \umlVHVdep[arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktB2}
1348
  
```

```

1349 \umluniassoc[anchor2=25]{Klient}{AbstrakteFabrik}
1350 \umlVHuniassoc[arm1=-1cm]{Klient}{AbstraktesProduktA}
1351 \umlVHuniassoc{Klient}{AbstraktesProduktB}
1352 \end{tikzpicture}
1353 }

```

\bEntwurfsAbstrakteFabrikCode

```

1354 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrikCode{
1355 \b0EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Produkte}
1356 \b0EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{AbstrakteFabrik}
1357 \b0EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Klient}
1358 }

```

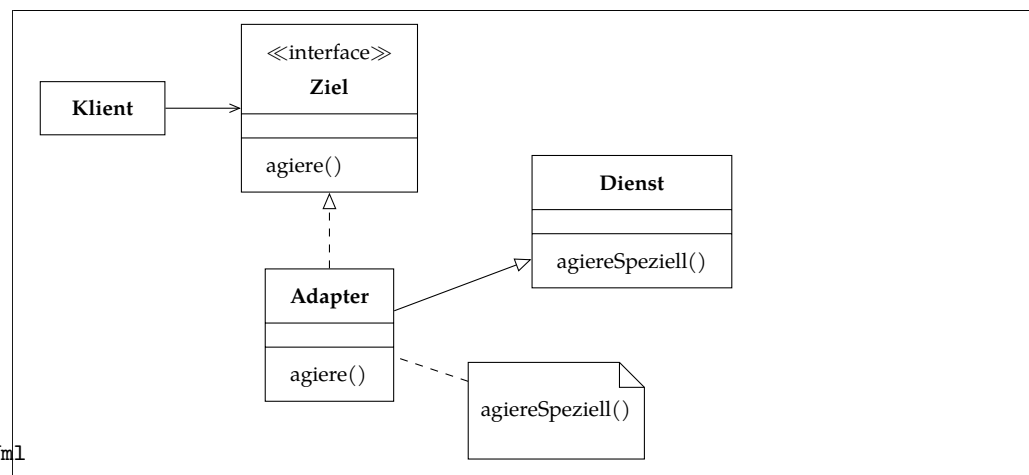
\bEntwurfsAbstrakteFabrik

```

1359 \def\bEntwurfsAbstrakteFabrik{
1360 \bEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibung
1361
1362 \bEntwurfsAbstrakteFabrikUml
1363
1364 \bEntwurfsAbstrakteFabrikCode
1365 }

```

Adapter



\bEntwurfsAdapterUml

```

1366 \def\bEntwurfsAdapterUml{
1367 \begin{tikzpicture}
1368 \umlsimpleclass[x=1,y=3]{Klient}{}{}
1369 \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Ziel}{}{agiere()}
1370 \umlclass[x=4,y=0]{Adapter}{}{agiere()}
1371 \umlclass[x=8,y=1.5]{Dienst}{}{agiereSpeziell()}
1372
1373 \umlreal{Adapter}{Ziel}
1374 \umluniassoc{Klient}{Ziel}
1375 \umlinherit{Adapter}{Dienst}
1376
1377 \umlnote[x=7,y=-1,width=2cm]{Adapter}{agiereSpeziell()}
1378 \end{tikzpicture}
1379 \footcite[so ähnlich wie GoF]{wiki:adapter}
1380 }

```

\bEntwurfsAdapterAkteure

Ziel (Target) Das Ziel definiert die Schnittstelle, die der Klient nutzen kann.

Klient (Client) Der Klient nutzt Dienste über inkompatible Schnittstellen und greift dabei auf adaptierte Schnittstellen zurück.

Dienst (Adaptee) Der Dienst bietet wiederzuverwendende Dienstleistungen mit

fest definierter Schnittstelle an.

Adapter Der Adapter adaptiert die Schnittstelle des Dienstes auf die Schnittstelle zum Klienten.

```

1381 \def\bEntwurfsAdapterAkteure{
1382   \begin{description}
1383
1384     \item[Ziel (Target)]
1385
1386     Das Ziel definiert die Schnittstelle, die der Klient nutzen kann.
1387
1388     \item[Klient (Client)]
1389
1390     Der Klient nutzt Dienste über inkompatible Schnittstellen und greift
1391     dabei auf adaptierte Schnittstellen zurück.
1392
1393     \item[Dienst (Adaptee)]
1394
1395     Der Dienst bietet wiederzuverwendende Dienstleistungen mit fest
1396     definierter Schnittstelle an.
1397
1398     \item[Adapter]
1399
1400     Der Adapter adaptiert die Schnittstelle des Dienstes auf die
1401     Schnittstelle zum Klienten.\footcite{wiki:adapter}
1402
1403   \end{description}
1404 }
```

\bEntwurfsAdapterCode

```

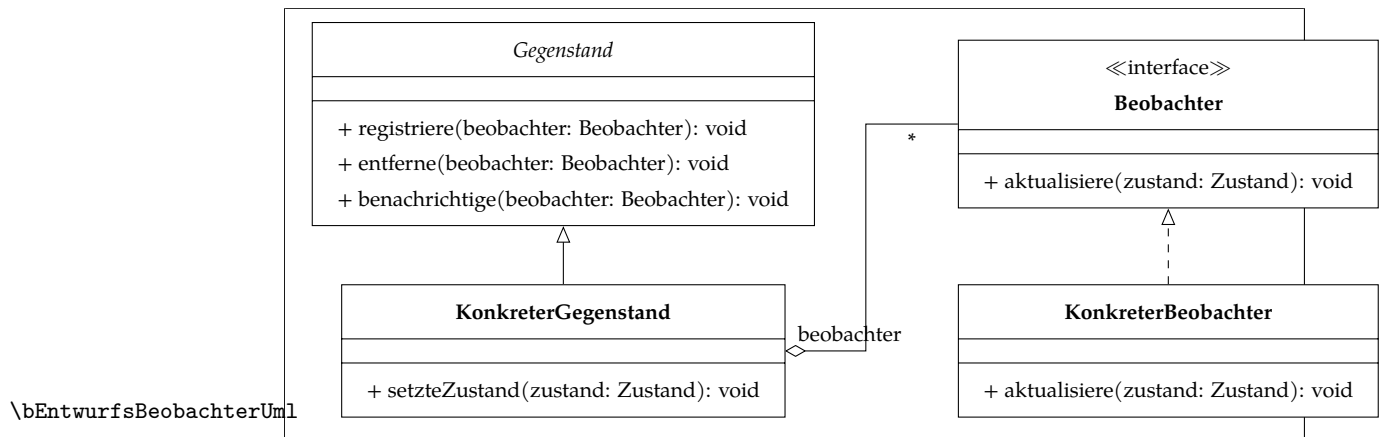
1405 \def\bEntwurfsAdapterCode{
1406   \b@EntwurfsCode{adapter}{Dienst}
1407   \b@EntwurfsCode{adapter}{Ziel}
1408   \b@EntwurfsCode{adapter}{Adapter}
1409   \b@EntwurfsCode{adapter}{Klient}
1410 }
```

\bEntwurfsAdapter

```

1411 \def\bEntwurfsAdapter{
1412   \bEntwurfsAdapterUml
1413   \bEntwurfsAdapterAkteure
1414   \bEntwurfsAdapterCode
1415 }
```

Beobachter (Observer)



```

1416 \def\bEntwurfsBeobachterUml{
```

```

1417 \begin{tikzpicture}
1418   \umlclass[x=0,y=0,type=abstract]{Gegenstand}{-}{-}{
1419     + registriere(beobachter: Beobachter): void\\
1420     + entferne(beobachter: Beobachter): void\\
1421     + benachrichtige(beobachter: Beobachter): void\\
1422   }
1423   \umlclass[x=0,y=-3]{KonkreterGegenstand}{-}{-}{
1424     + setzeZustand(zustand: Zustand): void
1425   }
1426   \umlinherit{KonkreterGegenstand}{Gegenstand}
1427
1428   \umlclass[x=8,y=0,type=interface]{Beobachter}{-}{-}{
1429     + aktualisiere(zustand: Zustand): void
1430   }
1431   \umlclass[x=8,y=-3]{KonkreterBeobachter}{-}{-}{
1432     + aktualisiere(zustand: Zustand): void
1433   }
1434   \umlreal{KonkreterBeobachter}{Beobachter}
1435
1436   \umlHVGgreg[arg1=beobachter,pos1=0.8,mult2=*,pos2=2.5]
1437   {KonkreterGegenstand}{Beobachter}
1438 \end{tikzpicture}
1439 }

```

\bEntwurfsBeobachterAkteure

Gegenstand / Subjekt (Subject / Observable) Ein Subjekt (beobachtbares Objekt, auf Englisch publisher, also „Veröffentlicher“, genannt) hat eine Liste von Beobachtern, ohne deren konkrete Typen zu kennen. Es bietet eine Schnittstelle zur An- und Abmeldung von Beobachtern und eine Schnittstelle zur Benachrichtigung von Beobachtern über Änderungen an.

Beobachter (Observer) Die Beobachter (auf Englisch auch subscriber, also „Abonnent“, genannt) definieren eine Aktualisierungsschnittstelle.

konkreter/s Gegenstand / Subjekt (ConcreteSubject / ConcreteObservable) Ein konkretes Subjekt (konkretes, beobachtbares Objekt) speichert den relevanten Zustand und benachrichtigt alle Beobachter bei Zustandsänderungen über deren Aktualisierungsschnittstelle. Es verfügt über eine Schnittstelle zur Erfragung des aktuellen Zustands.

Konkrete Beobachter (ConcreteObserver) Konkrete Beobachter verwalten die Referenz auf ein konkretes Subjekt, dessen Zustand sie beobachten und speichern und dessen Zustand konsistent ist. Sie implementieren eine Aktualisierungsschnittstelle unter Verwendung der Abfrageschnittstelle des konkreten Subjekts.

```

1440 \def\bEntwurfsBeobachterAkteure{
1441   \begin{description}
1442     \item[Gegenstand / Subjekt (Subject / Observable)]
1443
1444     Ein Subjekt (beobachtbares Objekt, auf Englisch publisher, also
1445     „Veröffentlicher“, genannt) hat eine Liste von Beobachtern, ohne
1446     deren konkrete Typen zu kennen. Es bietet eine Schnittstelle zur An-
1447     und Abmeldung von Beobachtern und eine Schnittstelle zur
1448     Benachrichtigung von Beobachtern über Änderungen an.\footcite[Seite
1449     251]{gof}
1450
1451     \item[Beobachter (Observer)]
1452
1453     Die Beobachter (auf Englisch auch subscriber, also „Abonnent“,
1454     genannt) definieren eine Aktualisierungsschnittstelle.
1455
1456     \item[konkreter/s Gegenstand / Subjekt (ConcreteSubject / ConcreteObservable)]
1457

```

```

1458 Ein konkretes Subjekt (konkretes, beobachtbares Objekt) speichert
1459 den relevanten Zustand und benachrichtigt alle Beobachter bei
1460 Zustandsänderungen über deren Aktualisierungsschnittstelle. Es
1461 verfügt über eine Schnittstelle zur Erfragung des aktuellen
1462 Zustands.
1463
1464 \item[Konkrete Beobachter (ConcreteObserver)]
1465
1466 Konkrete Beobachter verwalten die Referenz auf ein konkretes
1467 Subjekt, dessen Zustand sie beobachten und speichern und dessen
1468 Zustand konsistent ist. Sie implementieren eine
1469 Aktualisierungsschnittstelle unter Verwendung der
1470 Abfrageschnittstelle des konkreten Subjekts.
1471 \footcite{wiki:beobachter}
1472 \end{description}
1473 }

```

\bEntwurfsBeobachterCode

```

1474 \def\bEntwurfsBeobachterCode{
1475   \b@EntwurfsCode{beobachter}{Gegenstand}
1476   \b@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterGegenstand}
1477   \b@EntwurfsCode{beobachter}{Beobachter}
1478   \b@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterA}
1479   \b@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterB}
1480   \b@EntwurfsCode{beobachter}{Klient}
1481 }

```

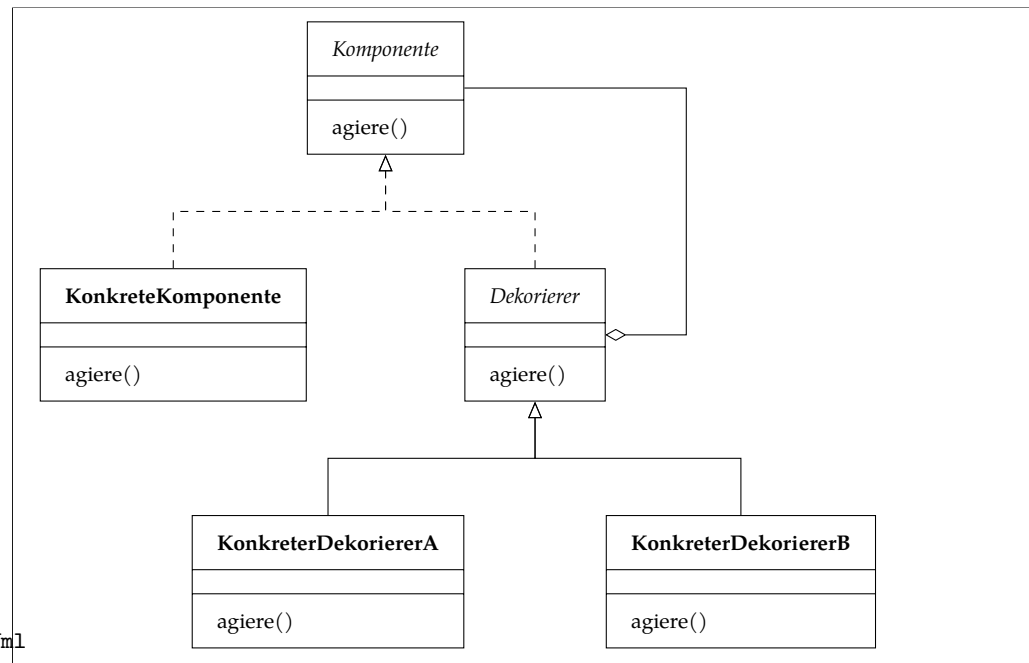
\bEntwurfsBeobachter

```

1482 \def\bEntwurfsBeobachter{
1483   \bEntwurfsBeobachterUml
1484   \bEntwurfsBeobachterAkteure
1485   \bEntwurfsBeobachterCode
1486 }

```

Dekorierer (Decorator)



\bEntwurfsDekoriererUml

```

1487 \def\bEntwurfsDekoriererUml{
1488   \begin{tikzpicture}
1489     \umlclass[type=abstract]{Komponente}{{}}{agiere()}
1490     \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Komponente]{KonkreteKomponente}{{}}{agiere()}

```

```

1491 \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Komponente,type=abstract]{Dekorierer}{-}{agiere()}
1492
1493 \umlVHVreal{KonkreteKomponente}{Komponente}
1494 \umlVHVreal{Dekorierer}{Komponente}
1495
1496 \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererA}{-}{agiere()}
1497 \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererB}{-}{agiere()}
1498
1499 \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererA}{Dekorierer}
1500 \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererB}{Dekorierer}
1501
1502 \umlHVHaggreg[arm1=2cm]{Dekorierer}{Komponente}
1503 \footcite{wiki:dekorierer}
1504 \end{tikzpicture}
1505 }

```

\bEntwurfsDekoriererCode

```

1506 \def\bEntwurfsDekoriererCode{
1507 \b@EntwurfsCode{dekorierer}{Komponente}
1508 \b@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreteKomponente}
1509 \b@EntwurfsCode{dekorierer}{Dekorierer}
1510 \b@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererA}
1511 \b@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererB}
1512 \b@EntwurfsCode{dekorierer}{Klient}
1513 }

```

\bEntwurfsDekorierer

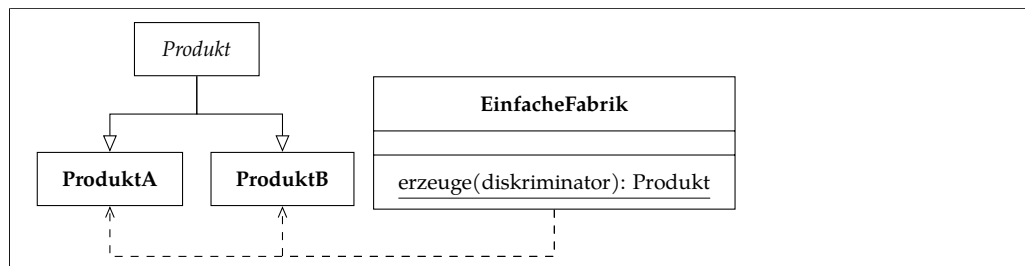
```

1514 \def\bEntwurfsDekorierer{
1515 \bEntwurfsDekoriererUml
1516 \bEntwurfsDekoriererAkteure
1517 \bEntwurfsDekoriererCode
1518 }

```

Einfache Fabrik (Simple Factory)

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



```

1519 \def\bEntwurfsEinfacheFabrikUml{
1520 \begin{tikzpicture}
1521 \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
1522 \umlsimpleclass[below left=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktA}
1523 \umlsimpleclass[below right=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktB}
1524 \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktA}
1525 \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktB}
1526 \umlclass[below right=0cm and 1.5cm of Produkt]{EinfacheFabrik}{
1527 }{
1528 \umlstatic{erzeuge(diskriminator): Produkt}\\
1529 }
1530 \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktA}
1531 \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktB}
1532 \end{tikzpicture}
1533 }

```

EntwurfsEinfacheFabrikAkteure 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.

```

1534 \def\bEntwurfsEinfacheFabrikAkteure{
1535   \begin{description}
1536     \item[EinfacheFabrik]
1537
1538     Eine Klasse mit einer Erzeugungsmethode, die über eine größere
1539     Bedingung verschiedene Objekt instanziert.
1540
1541     \item[Produkt]
1542
1543     Eine abstrakte Klasse, die von den konkreten Produkten geerbt wird.
1544
1545     \item[KonkretesProdukt]
1546
1547     Ein konkretes Produkt, das von der einfachen Fabrik erzeugt wird.
1548   \end{description}
1549 }
```

\bEntwurfsEinfacheFabrik

```

1550 \def\bEntwurfsEinfacheFabrik{
1551   \bEntwurfsEinfacheFabrikUml
1552   \bEntwurfsEinfacheFabrikAkteure
1553 }
```

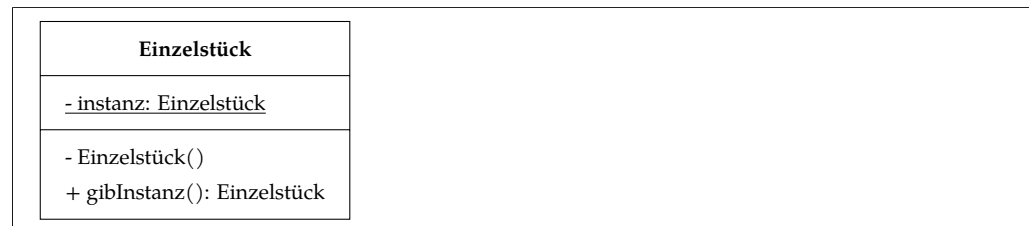
Einzelstück (Singleton)

wurfsEinzelstueckBeschreibung

```

1554 \def\bEntwurfsEinzelstueckBeschreibung{
1555   Stellt sicher, dass nur \emph{genau eine Instanz einer Klasse} erzeugt
1556   wird.\footcite[Seite 38]{eilebrecht}
1557 }
1558
```

\bEntwurfsEinzelstueckUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

1559 \def\bEntwurfsEinzelstueckUml{
1560   \begin{tikzpicture}
1561     \umlclass{Einzelstück}{
1562       \umlstatic{- instanz: Einzelstück}\\
1563     }{
1564       - Einzelstück()\\
1565       + gibInstanz(): Einzelstück
1566     }
1567   \end{tikzpicture}
1568 }
```

\bEntwurfsEinzelstueckAkteure Quelle: frei überstetzt aus GoF

Einzelstück (Singleton) stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.

```

1569 \def\bEntwurfsEinzelstueckAkteure{
1570   \begin{description}
1571     \item[Einzelstück (Singleton)]
1572
1573     stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten
1574     nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.
1575   \end{description}
1576 }

```

\bEntwurfsEinzelstueckCode

```

1577 \def\bEntwurfsEinzelstueckCode{
1578   \bEntwurfsCode{einzelstueck}{Einzelstueck}
1579 }

```

\bEntwurfsEinzelstueck

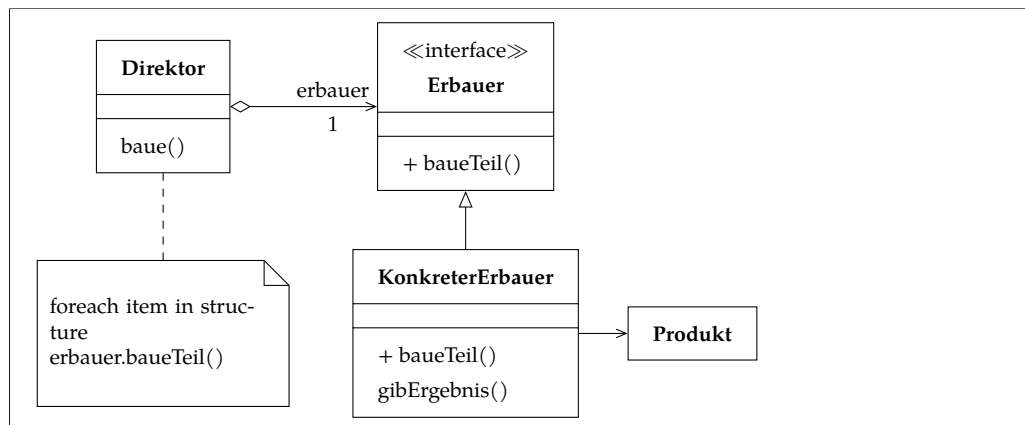
```

1580 \def\bEntwurfsEinzelstueck{
1581   \bEntwurfsEinzelstueckBeschreibung
1582
1583   \bEntwurfsEinzelstueckUml
1584
1585   \bEntwurfsEinzelstueckAkteure
1586
1587   \bEntwurfsEinzelstueckCode
1588 }

```

Erbauer (Builder)

\bEntwurfsErbauerUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

1589 \def\bEntwurfsErbauerUml{
1590   \begin{tikzpicture}
1591     \umlsimpleclass[x=7,y=0]{Produkt}{}{}
1592     \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Erbauer}{}{+ baueTeil()}
1593     \umlclass[x=4,y=0]{KonkreterErbauer}{}{
1594       + baueTeil()\n
1595       gibErgebnis()}
1596     \umlclass[x=0,y=3]{Direktor}{}{baue()}
1597
1598     \umluniagg[arg2=erbauer,pos2=0.7,mult2=1]{Direktor}{Erbauer}
1599     \umluniassoc{KonkreterErbauer}{Produkt}
1600     \umlinherit{KonkreterErbauer}{Erbauer}
1601
1602     \umlnote[x=0,y=0,width=3cm]{Direktor}{
1603       foreach item in structure\n
1604       erbauer.baueTeil()

```



```

1605 }
1606 \end{tikzpicture}
1607 \footcite{wiki:erbauer}
1608 }

```

\bEntwurfsErbauerAkteure Quelle: deutsche Wikipedia

Erbauer Der Erbauer spezifiziert eine abstrakte Schnittstelle zur Erzeugung der Teile eines komplexen Objektes.

KonkreterErbauer Der konkrete Erbauer erzeugt die Teile des komplexen Objekts durch Implementierung der Schnittstelle. Außerdem definiert und verwaltet er die von ihm erzeugte Repräsentation des Produkts. Er bietet auch eine Schnittstelle zum Auslesen des Produkts.

Direktor Der Direktor konstruiert ein komplexes Objekt unter Verwendung der Schnittstelle des Erbauers. Der Direktor arbeitet eng mit dem Erbauer zusammen: Er weiß, welche Baureihenfolge der Erbauer verträgt oder benötigt. Der Direktor entkoppelt somit den Konstruktionsablauf vom Klienten.

Produkt Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.

```

1609 \def\bEntwurfsErbauerAkteure{
1610   \begin{description}
1611     \item[Erbauer]
1612
1613     Der Erbauer spezifiziert eine abstrakte Schnittstelle zur Erzeugung der
1614     Teile eines komplexen Objektes.
1615
1616     \item[KonkreterErbauer]
1617
1618     Der konkrete Erbauer erzeugt die Teile des komplexen Objekts durch
1619     Implementierung der Schnittstelle. Außerdem definiert und verwaltet er
1620     die von ihm erzeugte Repräsentation des Produkts. Er bietet auch eine
1621     Schnittstelle zum Auslesen des Produkts.
1622
1623     \item[Direktor]
1624
1625     Der Direktor konstruiert ein komplexes Objekt unter Verwendung der
1626     Schnittstelle des Erbauers. Der Direktor arbeitet eng mit dem Erbauer
1627     zusammen: Er weiß, welche Baureihenfolge der Erbauer verträgt oder
1628     benötigt. Der Direktor entkoppelt somit den Konstruktionsablauf vom
1629     Klienten.
1630
1631     \item[Produkt]
1632
1633     Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.
1634     \footcite{wiki:erbauer}
1635   \end{description}
1636 }

```

\bEntwurfsErbauer

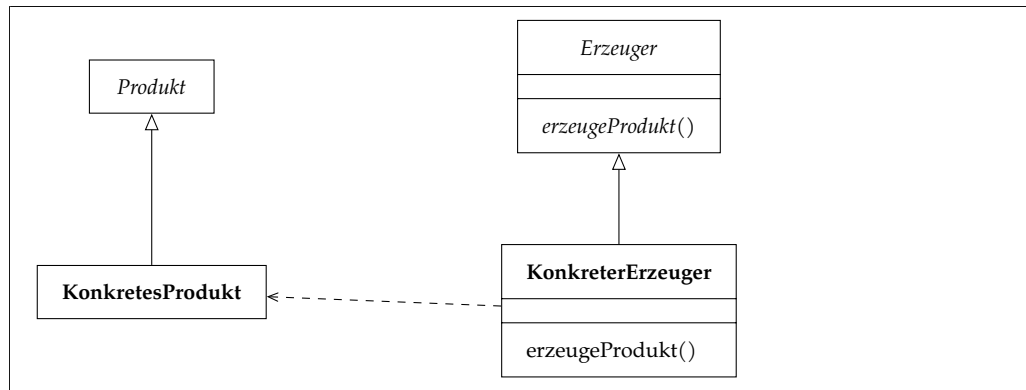
```

1637 \def\bEntwurfsErbauer{
1638   \bEntwurfsErbauerUml
1639   \bEntwurfsErbauerAkteure
1640 }

```

Fabrikmethode (Factory Method)

\bEntwurfsFabrikmethodeUml Quelle nach der deutschen Wikipedia



```

1641 \def\bEntwurfsFabrikmethodeUml{
1642   \begin{tikzpicture}
1643     \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
1644     \umlsimpleclass[below=2cm of Produkt]{KonkretesProdukt}
1645     \umlinherit{KonkretesProdukt}{Produkt}
1646
1647     \umlclass[type=abstract,right=4cm of Produkt]{Erzeuger}{}{
1648       \textit{erzeugeProdukt()}\
1649     }
1650     \umlclass[below=1.2cm of Erzeuger]{KonkreterErzeuger}{}{
1651       erzeugeProdukt()
1652     }
1653     \umlinherit{KonkreterErzeuger}{Erzeuger}
1654
1655     \umldep{KonkreterErzeuger}{KonkretesProdukt}
1656   \end{tikzpicture}
1657 }

```

bEntwurfsFabrikmethodeAkteure 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).

```

1658 \def\bEntwurfsFabrikmethodeAkteure{
1659   \begin{description}
1660     \item[Produkt]
1661
1662     Das Produkt ist der Basistyp (Klasse oder Schnittstelle) für das
1663     zu erzeugende Produkt.
1664
1665     \item[KonkretesProdukt]
1666
1667     KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.
1668
1669     \item[Erzeuger]
1670
1671     Der Erzeuger deklariert die Fabrikmethode, um ein solches Produkt
1672     zu erzeugen und kann eine Default-Implementierung beinhalten.
1673
1674     \item[KonkreterErzeuger]
1675

```

```

1676     KonkreterErzeuger überschreibt die Fabrikmethode, um die ihm
1677     entsprechenden konkreten Produkte zu erzeugen (z. B. indem er den
1678     Konstruktor einer konkreten Produkt-Klasse aufruft).
1679
1680     \footcite{wiki:fabrikmethode}
1681     \end{description}
1682 }

```

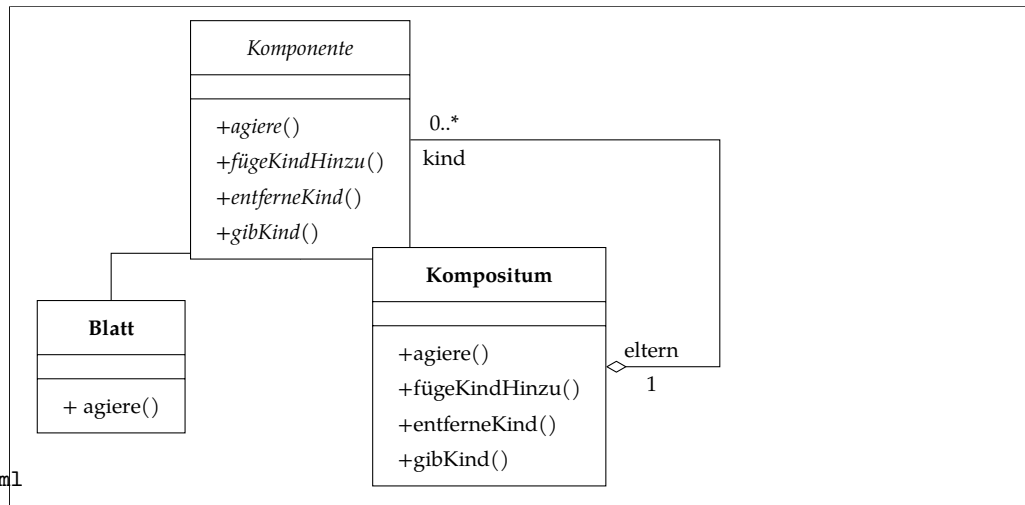
\bEntwurfsFabrikmethode

```

1683 \def\bEntwurfsFabrikmethode{
1684   \bEntwurfsFabrikmethodeUml
1685   \bEntwurfsFabrikmethodeAkteure
1686 }

```

Kompositum (Composite)



\bEntwurfsKompositumUml

```

1687 \def\bEntwurfsKompositumUml{
1688   \begin{tikzpicture}
1689     \umlclass[x=2.5,y=3,type=abstract]{Komponente}{}{
1690       \textit{+agiere()}\
1691       \textit{+fügeKindHinzu()}\
1692       \textit{+entferneKind()}\
1693       \textit{+gibKind()}
1694     }
1695     \umlclass[x=0]{Blatt}{}{+ agiere()}
1696     \umlclass[x=5]{Kompositum}{}{
1697       +agiere()\
1698       +fügeKindHinzu()\
1699       +entferneKind()\
1700       +gibKind()
1701     }
1702
1703     \umlVHVinherit{Kompositum}{Komponente}
1704     \umlVHVinherit{Blatt}{Komponente}
1705     \umlHVHAggreg[anchor1=east,arm1=1.5cm,arg1=eltern,mult1=1,arg2=kind,mult2=0..*,pos2=2.9,p
1706   \end{tikzpicture}
1707 }

```

\bEntwurfsFabrikmethode

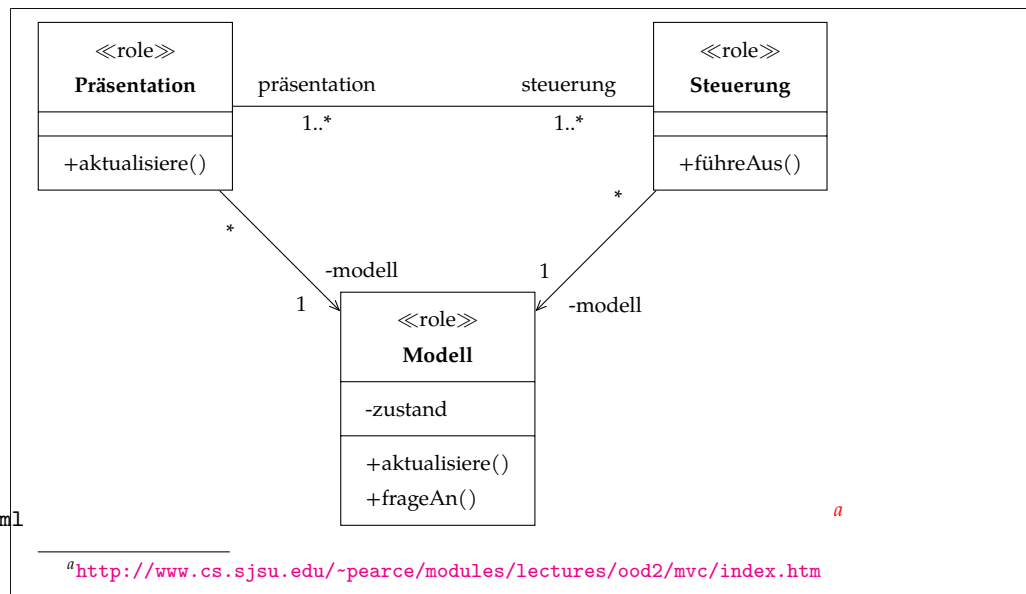
```

1708 \def\bEntwurfsKompositum{
1709   \bEntwurfsKompositumUml
1710   \bEntwurfsKompositumAkteure
1711 }

```

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

ModellPraesentationSteuerungUml



```

1712 \def\bEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml{
1713   \begin{tikzpicture}
1714     \umlclass[x=-4cm,type=role]{Präsentation}{{+aktualisiere()}}
1715     \umlclass[x=4cm,type=role]{Steuerung}{{+führeAus()}}
1716     \umlclass[y=-4cm,type=role]{Modell}{
1717       -zustand
1718     }{
1719       +aktualisiere()\\
1720       +frageAn()
1721     }
1722
1723     \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Präsentation}{Modell}
1724     \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Steuerung}{Modell}
1725     \umlassoc[arg1=präsentation,mult1=1..*,arg2=steuerung,mult2=1..*]{Präsentation}{Steuerung}
1726   \end{tikzpicture}
1727   \bFussnoteUrl{http://www.cs.sjsu.edu/~pearce/modules/lectures/ood2/mvc/index.htm}
1728 }

```

sModellPraesentationSteuerung

```

1729 \def\bEntwurfs{
1730   \bEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml
1731   \bEntwurfsModellPraesentationSteuerungAkteure
1732 }

```

Stellvertreter (Proxy)

\bEntwurfsStellvertreterUml

```

1733 \def\bEntwurfsStellvertreterUml{
1734   \begin{tikzpicture}
1735     \umlsimpleclass[x=-1,y=2]{Klient}
1736
1737     \umlclass[x=2,y=2]{Subjekt}{{+ agiere()}}
1738     \umlclass[x=0,y=-1]{KonkretesSubjekt}{{+ agiere()}}
1739     \umlclass[x=4,y=-1]{Stellvertreter}{{+ agiere()}}
1740
1741     \umlVHinherit{KonkretesSubjekt}{Subjekt}
1742     \umlVHinherit{Stellvertreter}{Subjekt}
1743     \umluniassoc{Stellvertreter}{KonkretesSubjekt}
1744     \umluniassoc{Klient}{Subjekt}
1745   \end{tikzpicture}
1746 }

```

\bEntwurfsStellvertreterCode

```

1747 \def\bEntwurfsStellvertreterCode{
1748   \b@EntwurfsCode{stellvertreter}{Subjekt}
1749   \b@EntwurfsCode{stellvertreter}{KonkretesSubjekt}
1750   \b@EntwurfsCode{stellvertreter}{Stellvertreter}
1751   \b@EntwurfsCode{stellvertreter}{Klient}
1752 }

```

\bEntwurfsStellvertreter

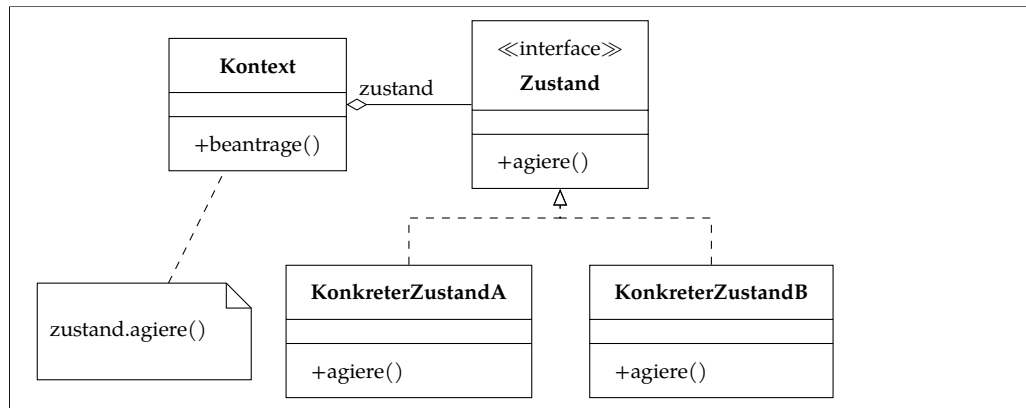
```

1753 \def\bEntwurfsStellvertreter{
1754   \bEntwurfsStellvertreterUml
1755   \bEntwurfsStellvertreterCode
1756 }

```

Zustand (State)

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



```

1757 \def\bEntwurfsZustandUml{
1758   \begin{tikzpicture}
1759     \umlclass[x=-1,y=3]{Kontext}{+beantrage()}
1760     \umlclass[x=3,y=3,type=interface]{Zustand}{+agiere()}
1761     \umlclass[x=1,y=0]{KonkreterZustandA}{+agiere()}
1762     \umlclass[x=5,y=0]{KonkreterZustandB}{+agiere()}
1763
1764     \umlVHVreal{KonkreterZustandA}{Zustand}
1765     \umlVHVreal{KonkreterZustandB}{Zustand}
1766
1767     \umlagg[arg=zustand,pos=0.4]{Kontext}{Zustand}
1768
1769     \umlnote[x=-2.5,y=0,width=2.5cm]{Kontext}{zustand.agiere()}
1770   \end{tikzpicture}
1771 }

```

\bEntwurfsZustandAkteure Quelle: Deutsche Wikipedia

Kontext (Context) definiert die clientseitige Schnittstelle und verwaltet die separaten Zustandsklassen.

State (Zustand) definiert eine einheitliche Schnittstelle aller Zustandsobjekte und implementiert gegebenenfalls ein Standardverhalten.

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

```

1772 \def\bEntwurfsZustandAkteure{
1773   \begin{description}
1774     \item[Kontext (Context)]
1775
1776     definiert die clientseitige Schnittstelle und verwaltet die separaten

```

```

1777 Zustandsklassen.
1778
1779 \item[State (Zustand)]
1780
1781 definiert eine einheitliche Schnittstelle aller Zustandsobjekte und
1782 implementiert gegebenenfalls ein Standardverhalten.
1783
1784 \item[KontreterZustand (ConcreteState)]
1785
1786 implementiert das Verhalten, das mit dem Zustand des Kontextobjektes
1787 verbunden ist.
1788 \end{description}
1789 }

```

\bEntwurfsZustandCode

```

1790 \def\bEntwurfsZustandCode{
1791   \b@EntwurfsCode{zustand}{Kontext}
1792   \b@EntwurfsCode{zustand}{Zustand}
1793 }

```

\bEntwurfsZustand

```

1794 \def\bEntwurfsZustand{
1795   \bEntwurfsZustandUml
1796   \bEntwurfsZustandAkteure
1797   \bEntwurfsZustandCode
1798 }

```

1799

er.sty

```
1800 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1801 \ProvidesPackage{bschlangaul-er}[2020/06/13 Zum Setzen von
1802 ER-Diagrammen]
1803 \RequirePackage{tikz-er2}
1804 \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);
```

Verkleinern und Vergrößern

<https://tex.stackexchange.com/a/4340>

```
\begin{center}
\resizebox{0.7\textwidth}{!}{
\begin{tikzpicture}[scale=1.5]
\node[entity] (Fahrer) at (0,0) {Fahrer};
\node[entity] (Fahrzeug) at (5,0) {Fahrzeug};
\node[entity] (Abteilung) at (10,0) {Abteilung};
\node[entity] (Garage) at (5,-4) {Garage};

\node[relationship,align=center] (Fahrerlaubnis) at (2.5,0) {Fahrer-\\laubnis}
edge (Fahrer)
edge (Fahrzeug);

\node[relationship] (gehört) at (7.5,0) {gehört}
edge (Fahrzeug)
edge (Abteilung);

\node[relationship] (stehtIn) at (5,-2) {stehtIn}
edge (Fahrzeug)
edge (Garage);
\end{tikzpicture}
}
\end{center}
```

```
1805 \RequirePackage{soul}
1806 \RequirePackage{fontawesome}
```

Faulenzer

```
\let\ae=\bErMpAttribute
\let\ad=\bErDatenbankName
\let\ae=\bErMpEntity
\let\r=\bErMpRelationship
```

```
1807 \ExplSyntaxOn
```

```
\bErEntity
```

```
1808 \def\bErEntity#1{\textbf{#1}}
```

```
\bErRelationship
```

```
1809 \def\bErRelationship#1{\ul{#1}}
```

```
\bErAttribute
```

```
1810 \def\bErAttribute#1{\emph{#1}}
```


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

```
1811 \def\bErMpEntity#1{
1812   \bErEntity{#1}
1813   \marginpar{
1814     \bErEntity{\tiny\faSquareO{}}~E:~#1}
1815   }
1816 }
```

□

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

```
1817 \def\bErMpRelationship#1{
1818   \bErRelationship{#1}
1819   \marginpar{
1820     \bErRelationship{\tiny\faGg{}}~R:~#1}
1821   }
1822 }
```

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

```
1823 \def\bErMpAttribute#1{
1824   \bErAttribute{#1}
1825   \marginpar{
1826     \bErAttribute{\tiny\faCircleThin{}}~A:~#1}
1827   }
1828 }
```

`\bErDatenbankName` **Makro-Faulenzer:** `\let\d=\liErDatenbankName`
 datenbank name

```
1829 \def\bErDatenbankName#1{
1830   {
1831     \footnotesize\texttt{(#1)}
1832   }
1833 }
```

```
1834 \ExplSyntaxOff
```

```
1835
```

formale-sprachen.sty

```
1836 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1837 \ProvidesPackage{bschlangaul-formale-sprachen}[2021/02/21 Hilfsmakros
1838 zum Setzen von mathematischen Formeln bei dem Thema Formale Sprachen]

1839 \directlua{
1840   formale_sprachen = require('bschlangaul-formale-sprachen')
1841 }

1842 \RequirePackage{hyperref}

1843 \bLadePakete{mathe,typographie}

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

1844 \def\bMengeOhneMathe#1{\{ #1 \}}
1845 \def\bMenge#1{%
1846   \ifmmode%
1847     \bMengeOhneMathe{#1}%
1848   \else%
1849     $\bMengeOhneMathe{#1}$%
1850   \fi%
1851 }

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

1852 \def\bEpsilon{$\varepsilon$}

\bPotenzmenge Umgeben mit geschweiften Klammern in einer Mathematik-Umgebung

1853 \def\erzeuge@tiefgestellt#1{\directlua{formale_sprachen.erzeuge_tiefgestellt('#1')}}
1854 \def\bPotenzmengeOhneMathe#1{\{ \erzeuge@tiefgestellt{#1} \}}
1855 \def\bPotenzmenge#1{$\bPotenzmengeOhneMathe{#1}$}

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

1856 \let\bZustandsmengeOhneMathe=\bPotenzmengeOhneMathe
1857 \let\bZustandsmenge=\bPotenzmenge

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

1858 \def\bUeberfuehrungsFunktionOhneMathe#1{\delta(\erzeuge@tiefgestellt{#1})}
1859 \def\bUeberfuehrungsFunktion#1{
1860   \ifmmode
1861     \bUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}
1862   \else
1863     $\bUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}$
1864   \fi
1865 }

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

1866 \def\bAlphabet#1{$\Sigma = \{ #1 \}$}

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

1867 \def\bBandAlphabet#1{$\Gamma = \Sigma \cup \{ #1 \}$}

\bZustandsBuchstabe

1868 \def\bZustandsBuchstabe{z}

\bZustandsBuchstabeGross

1869 \def\bZustandsBuchstabeGross{Z}
```

```

\zustandsmengeNr
1870 \def\zustandsnamens@liste#1#2{
1871   $
1872   \{
1873     \directlua{formale_sprachen.erzeuge_zustandsnamens_liste('#1', '#2')}
1874   \}
1875   $
1876 }
1877 \def\bZustandsmengeNr#1{\zustandsnamens@liste{\bZustandsBuchstabe}{#1}}

\bZustandsmengeNrGross
1878 \def\bZustandsmengeNrGross#1{\zustandsnamens@liste{\bZustandsBuchstabeGross}{#1}}

\bZustandsname \bZustandsname{1}: $z_1$
1879 \def\bZustandsname#1{\$ \bZustandsBuchstabe_#1$}

\bZustandsnameGross \bZustandsnameGross{1}: $Z_1$
1880 \def\bZustandsnameGross#1{\$ \bZustandsBuchstabeGross_#1$}

\bAbleitung \bAbleitung{S -> aB -> ab}:  $S \vdash aB \vdash ab$ 
1881 \def\bAbleitung#1{\$ \directlua{formale_sprachen.formatiere_ableitung('#1')} \$}

bProduktionsRegeln (env.) \begin{bProduktionsRegeln}[P_1]
    S -> S A B | EPSILON,
    B A -> A B,
    A A -> a a,
    B B -> b b
\end{bProduktionsRegeln}

1882 \NewDocumentEnvironment { bProduktionsRegeln }
1883 { 0{P} +b }
1884 {
1885   \bGeschweifteKlammern{#1}
1886   {
1887     \begin{align*}
1888       \directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#2')}
1889     \end{align*}
1890   }{-0.2cm}{-1.5cm}
1891 } {}

\bProduktionen \bProduktionen{S -> A, A -> a}:  $\{S \rightarrow A, A \rightarrow a\}$ 
1892 \def\bProduktionen#1{
1893   \bMenge{\directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#1', true)}}
1894 }

\bZustandsnameTiefgestellt Automatisch tiefgestellte Nummerierung \z1
Makro-Faulenzer: \let\z=\liZustandsnameTiefgestellt
1895 \def\bZustandsnameTiefgestellt#1{
1896   \ifmmode
1897     \bZustandsBuchstabe\sb{#1}
1898   \else
1899     \$\bZustandsBuchstabe\sb{#1}$
1900   \fi
1901 }

1902 \ExplSyntaxOn

\bAusdruck \bAusdruck[L_2]{a_1,a_2,\dots,a_n}\{n \in N\}:  $L_2 = \{a_1,a_2,\dots,a_n \mid n \in N\}$ 
    Ohne „=:“: \bAusdruck[] {x}{y}:  $\{x \mid y\}$ 
    Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
    \$(.*) += +\\{ *(.*) ( *\\, *)?\\| ( *\\, *)?(.*) *\\}\\$
    \\bAusdruck[$1]{$2}{$5}

```

```

1903 \NewDocumentCommand{ \bAusdruck } { O{L} m m } {
1904   $
1905   \tl_if_empty:nTF {#1} {} {#1 =}
1906   \{
1907     \, #2 \,
1908     |
1909     \, #3 \,
1910   \}$
1911 }
1912 \ExplSyntaxOff

```

\bFlaci Link zur flaci.com Website: **\bFlaci{Grxk1oczg}**:

Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte Automaten, Compiler und Interpreter) Ein Projekt der Hochschule Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz: flaci.com/Grxk1oczg

```

1913 \def\bFlaci#1{%
1914   \par
1915   {%
1916     \scriptsize
1917     Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte
1918     Automaten, Compiler und Interpreter) Ein Projekt der Hochschule
1919     Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz:
1920     \href{https://flaci.com/#1}{flaci.com/#1}%
1921   }%
1922   \par
1923 }

```

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

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

```

1924 \ExplSyntaxOn
1925 \NewDocumentCommand {\bGrammatik} { O{G} m } {
1926   \tl_set:Nn \l_variablen_tl {V}
1927   \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
1928   \tl_set:Nn \l_produktionen_tl {P}
1929   \tl_set:Nn \l_start_tl {S}
1930
1931   \keys_define:nn { grammatik } {
1932     variablen .code:n = {\tl_set:Nn \l_variablen_tl {\bMenge{##1}}},
1933     alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\bMenge{##1}}},
1934     produktionen .code:n = {\tl_set:Nn \l_produktionen_tl {\bProduktionen{##1}}},
1935     start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
1936   }
1937
1938   \keys_set:nn { grammatik } { #2 }
1939
1940   $#1 = (
1941     \l_variablen_tl,
1942     \l_alphabet_tl,
1943     \l_produktionen_tl,
1944     \l_start_tl
1945   )$
1946 }
1947 \ExplSyntaxOff

```

1948

formatierung.sty

```
1949 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1950 \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.

```
1951 \RequirePackage{mathpazo}
1952 \RequirePackage[no-math]{fontspec}
1953 \setmainfont{texgyrepagella}
```

Farben

```
1954 \RequirePackage{xcolor}
1955 \definecolor{infogray}{rgb}{0.97,0.97,0.97}
```

Überschriften

```
1956 \RequirePackage{titlesec}
1957 \titleformat{\chapter}[display]{\bfseries}{0pt}{\LARGE}
1958 \titlespacing{\chapter}{0pt}{0pt}{*1}
1959 \titleformat{\paragraph}[hang]{\normalsize\bfseries}{\theparagraph}{1em}{}
1960 \setcounter{secnumdepth}{0}
```

Listen

```
1961 \RequirePackage{paralist}
1962 \renewcommand\labelitemi{-}
1963 \renewcommand\labelitemii{-}
1964 \renewcommand\labelitemiii{-}
1965 \renewcommand\labelitemiv{-}
1966 % Counter: enumi enumii enumiii enumiv
1967 % Styles: \arabic{counter} \alph{counter} \Alph{counter} \roman{counter} \Roman{counter}
1968 \renewcommand{\labelenumi}{(\alph{enumi})}
1969 \renewcommand{\labelenumii}{(\roman{enumii})}
```

Kasten

```
1970 \RequirePackage{mdframed}
```

liKasten (*env.*)

```
1971 \NewDocumentEnvironment { liKasten }{ } {
1972   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
1973 } {
1974   \end{mdframed}
1975 }
```

Header

```
1976 \RequirePackage{fancyhdr}
1977 \fancyhead[L,C,R]{}
1978 \fancyfoot[L]{}
1979 \fancyfoot[C]{}
1980 \fancyfoot[R]{\thepage}
1981 \pagestyle{fancy}
1982 \renewcommand{\headrulewidth}{0pt}
1983 \renewcommand{\footrulewidth}{0pt}
```

Zeilenabstände

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

```
1984 \RequirePackage{setspace}
```

1985

gantt.sty

```

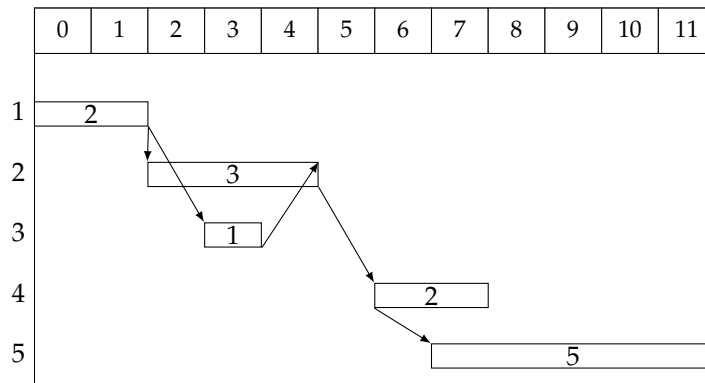
1986 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1987 \ProvidesPackage{bschlangaul-gantt}[2020/09/05]

\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}

```



```

1988 \RequirePackage{tikz-uml}
1989 \RequirePackage{pgfgantt}
1990 \setganttlinklabel{f-s}{}
1991 \setganttlinklabel{s-s}{}
1992 \setganttlinklabel{f-f}{}
1993 \setganttlinklabel{s-f}{}

1994

```

grafik.sty

```
1995 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
1996 \ProvidesPackage{bschlangaul-grafik}[2020/12/27 Lädt das Paket
1997 TikZ, um Grafiken zeichnen zu können und graphicx um Bilder laden zu können.]

1998 \ExplSyntaxOn

1999 \RequirePackage{tikz}

2000 \RequirePackage{graphicx}

\bGrafikLogoPfad

2001 \def\bGrafikLogoPfad#1{
2002   \bPfadLogo / #1
2003 }

\bGrafikCCLizenz

2004 \NewDocumentCommand{ \bGrafikCCLizenz } { 0{} } {
2005   \includegraphics[#1]{
2006     \bGrafikLogoPfad{CC-by-nc-sa.eps}
2007   }
2008 }

\bGrafikLogo

2009 \NewDocumentCommand{ \bGrafikLogo } { 0{} } {
2010   \includegraphics[#1]{
2011     \bGrafikLogoPfad{Logo_nur-Pfade.eps}
2012   }
2013 }

2014 \ExplSyntaxOff

2015
```


graph.sty

2016 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2017 \ProvidesPackage{bschlangaul-graph}[2020/06/09]

2018 \RequirePackage{tikz}

Für die die Adjazenzliste (xrightarrow)

2019 \RequirePackage{amsmath}

Für Adjazenz-Matrix

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

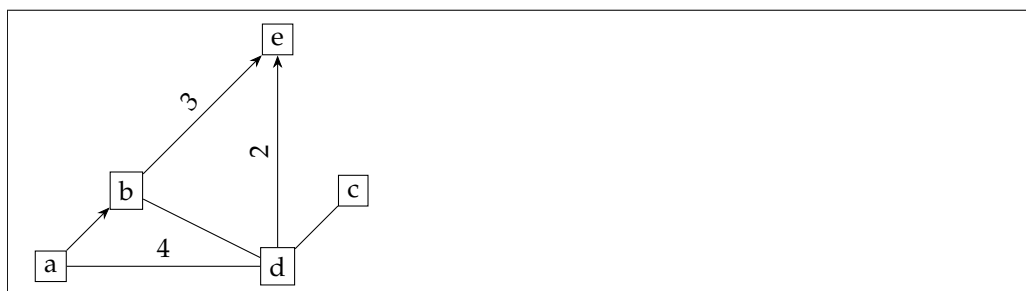
$$\begin{array}{c}
 a \quad b \quad c \quad d \quad e \\
 \begin{array}{c}
 a \\ b \\ c \\ d \\ e
 \end{array}
 \begin{pmatrix}
 0 & 1 & 0 & 4 & 0 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 3 \\
 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\
 4 & 1 & 1 & 0 & 2 \\
 0 & 0 & 0 & 0 & 0
 \end{pmatrix}
 \end{array}$$

2020 \RequirePackage{blkarray}

2021 \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}
```



```

2022 \tikzset{
2023   li graph/.style={
2024     every node/.style={
2025       rectangle,
2026       draw,
2027     },
2028     every edge/.style={
2029       >={Stealth[black]},
2030       draw,
2031     },
2032     every edge/.append style={
2033       every node/.style={
2034         sloped,
2035         auto,
2036       }
2037     }
2038   },
2039   li markierung/.style={
2040     ultra thick,
2041   }
2042 }

```

bGraphenFormat (*env.*) Dummy-Umgebung, zum Parsen durch Java gedacht.

```

\begin{bGraphenFormat}
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{bGraphenFormat}

```

```

2043 \NewDocumentEnvironment { bGraphenFormat }{ +b } {} {}

```

```

2044

```

hanoi.sty

```
2045 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2046 \ProvidesPackage{bschlangaul-hanoi}[2020/12/19 Paket zum Setzen
2047 von Hanoi-Grafiken]

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

2048 \RequirePackage{tikz}
2049 \RequirePackage{xcolor}

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

2050 \def\b@mset #1[#2]=#3{%
2051 \expandafter\xdef\csname #1#2\endcsname{#3}
2052 }
2053 \def\b@mget #1[#2]{%
2054 \csname #1#2\endcsname
2055 }
2056 \def\b@minc #1[#2]+=#3{%
2057 \pgfmathparse{\b@mget #1[#2]+#3}%
2058 \b@mset #1[#2]=\pgfmathresult
2059 }
2060
2061 \def\bHanoi#1#2{
2062   \edef\b@numdiscs{#1}
2063   \def\b@sequence{#2}
2064   \begin{tikzpicture}[line width=4mm,brown!40,line cap=round,xscale=3]
2065     % init colors
2066     \foreach[count=\j] \c in {red,green!80!black,blue,orange,violet,gray,yellow!80!black,purp
2067     \b@mset col[\j]={\c};
2068     % draw poles and init pole counters
2069     \foreach \j in {1,2,3}{
2070       \b@mset pos[\j]=0
2071       \draw (\j,-.5) -- +(0, .5 + .5*\b@numdiscs);
2072     }
2073     % draw base
2074     \draw (.5,-.5) -- +(3,0);
2075     % draw discs
2076     \foreach[count=\k] \i/\j in \b@sequence{
2077       \draw[draw={\b@mget col[\i]}] (\j,\b@mget pos[\j]) +(-.4*\i/\b@numdiscs,0) -- +(.4*\i/\
2078       \b@minc pos[\j]+=.5}
2079     }
2080   \end{tikzpicture}
2081 }

2082
```

index.sty

```
2083 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2084 \ProvidesPackage{bschlangaul-index}[2021/09/12 Den Index anzeigen
2085 lassen]

2086 \ExplSyntaxOn

2087 \RequirePackage{makeidx}

    Anzeigen des Indexes auf der rechten Seite
2088 \RequirePackage{showidx}

    Überschreiben des Makros aus showidx um kleinere Schrift zu bekommen
2089 \def\@showidx#1
2090 {%
2091 \insert
2092 \indexbox
2093 {
2094     \tiny
2095     \hsize\marginparwidth
2096     \hangindent\marginparsep \parindent\z@
2097     \everypar{}\let\par\@par \parfillskip\@flushglue
2098     \lineskip\normallineskip
2099     \baselineskip .8\normalbaselineskip\sloppy
2100     \raggedright \leavevmode
2101     \vrule \@height .7\normalbaselineskip \@width \z@\relax
2102     #1\relax
2103     \vrule \@height \z@ \@depth .3\normalbaselineskip \@width \z@
2104 }
2105 }

2106 \makeindex

2107 \ExplSyntaxOff

2108
```

java.sty

```
2109 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2110 \ProvidesPackage{bschlangaul-java}[2021/09/14 Ein Hüll-Paket um
2111 `syntax`, das sich um die Syntax-Hervorhebung des Java-Codes kümmert.]
```

Faulenzer

```
\let\j=\bJavaCode
```

```
2112 \ExplSyntaxOn
2113 \bLadePakete{syntax}
2114 \directlua{
2115   syntax = require('bschlangaul-java')
2116   syntax.importiere_konfiguration('tex_repo_lokaler_pfad', '\bPfadAufgaben')
2117   syntax.importiere_konfiguration('github_domain', '\bGithubDomain')
2118   syntax.importiere_konfiguration('github_raw_domain', '\bGithubRawDomain')
2119   syntax.importiere_konfiguration('github_tex_repo', '\bGithubRepoNameAufgaben')
2120   syntax.importiere_konfiguration('github_code_repo', '\bGithubRepoNameJava')
2121   syntax.importiere_konfiguration('git_branch', '\bGitBranch')
2122 }
```

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

```
2123 \newminted[bJavaAngabe]{java}
2124 {
2125   xleftmargin=1cm
2126 }
```

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

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

```
2127 \def\bJavaCode#1
2128 {
2129   \,
2130   \textcolor{blue}{
2131     \mintinline[
2132       fontsize=\normalsize,
2133       breakanywhere % https://github.com/gpoore/minted/issues/31#issuecomment-458640242
2134     ]{java}|#1|
2135   }
2136   \,
2137 }

2138 \def\b@GithubLink#1#2
2139 {
2140   \begin{flushright}
2141     \tiny
2142     Code-Beispiel~auf~Github~ansehen:~
2143     \href{#1}{\nolinkurl{#2}}
2144   \end{flushright}
2145 }
```

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

```
2146 \NewDocumentCommand{ \bJavaDatei }{ 0{firstline=3} m }
2147 {
2148   \inputminted[#1]{java}{
2149     \directlua{
2150       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', false)
2151     }
2152   }
```

```

2153 \b@GithubLink
2154 {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', false)}}
2155 {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', false)}}
2156 }

```

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

```

2157 \NewDocumentCommand{ \bJavaTestDatei }{ 0{firstline=3} m }
2158 {
2159   \inputminted[#1]{java}{
2160     \directlua{
2161       syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', true)
2162     }
2163   }
2164   \b@GithubLink
2165   {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', true)}}
2166   {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', true)}}
2167 }

```

\bJavaExamen \bJavaExamen{66116}{2015}{03}{Kunde} Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: \\bJavaDatei([.*\\bJavaDatei([.*\\])?)\\{.*examen_(\\d{5})_(\\d{4})_(\\d{2})/(.*)\\}\\bJavaExamen\$1{\$2}{\$3}{

```

2168 \NewDocumentCommand{ \bJavaExamen }{ 0{firstline=3} m m m m }
2169 {
2170   \inputminted[#1]{java}{
2171     \directlua{
2172       syntax.drucke_absoluten_examens_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')
2173     }
2174   }
2175   \b@GithubLink
2176   {\directlua{syntax.drucke_github_examens_url('#2', '#3', '#4', '#5')}}
2177   {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
2178   {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
2179 }

```

\bJavaExamenDatei

```

2180 \NewDocumentCommand{ \bJavaExamenDatei }{ 0{firstline=3} m }
2181 {
2182
2183 }

```

\bJavaExamenTestDatei

```

2184 \NewDocumentCommand{ \bJavaExamenTestDatei }{ 0{firstline=3} m }
2185 {
2186
2187 }

2188 \ExplSyntaxOff
2189

```

```

2190 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2191 \ProvidesPackage{bschlangaul-komplexitaetstheorie}[2021/07/08 Zum
2192 Setzen von Karp's NP-vollständigen Problemen, Hilfsmakros für die
2193 Polynomialzeitreduktion.]

```

Faulenzer

```
\let\n=\bProblemName
\let\r=\bPolynomiellReduzierbar
\let\b=\bProblemBeschreibung
```

2194 \bLadePakete{mathe}

Für das Makro `\bProblemBeschreibung` benötigt.

2195 \RequirePackage{mdframed}

`\bStrich L, \bStrich{L}: L, L'`

2196 \def\bStrich#1{#1^\prime}

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

Makro-Faulenzer: \let\n=\liProblemName

```
\bProblemName: SAT VERTEX COVER
```

2197 \def\bProblemName#1{\texttt{\textsc{#1}}}

\bProblemBeschreibung Zu setzen von Problem-Beschreibungen:

```
\bProblemBeschreibung
{}
{}
{}

```

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 $u \neq v \in S$ gilt, dass $\{u, v\}$ eine Kante in E ist?

Makro-Faulenzer: \let\b=\liProblemBeschreibung

```

2198 \def\bProblemBeschreibung#1#2#3{
2199   \begin{mdframed}[
2200     userdefinedwidth=9cm,
2201     align=center,
2202     backgroundcolor=white!0,
2203   ]
2204     \centerline{\large\bProblemName{#1}}
2205
2206     \medskip
2207
2208     \begin{description}
2209       \item[Gegeben:] #2
2210       \item[Frage:] #3
2211     \end{description}
2212   \end{mdframed}
2213 }
```

```

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

2214\NewDocumentCommand{ \bPolynomiellReduzierbar } { m O{p} m } {
2215\begin{displaymath}
2216 \bProblemName{#1}
2217 \preceq_{#2}
2218 \bProblemName{#3}
2219\end{displaymath}
2220}

\bProblemVertexCover

2221\def\bProblemClique{%
2222Das \textbf{Cliquesproblem} fragt nach der Existenz einer Clique der
2223Mindestgröße  $n$  in einem gegebenen Graphen.
2224\footcite[Seite 76]{theo:fs:4}
2225Eine Clique ist eine Teilmenge von Knoten in einem ungerichteten
2226Graphen, bei der \emph{jedes Knotenpaar durch eine Kante} verbunden ist.
2227\footcite{wiki:cliquesproblem}
2228}

\bProblemVertexCover

2229\def\bProblemVertexCover{%
2230%
2231Das \textbf{Knotenüberdeckungsproblem} (\bProblemName{Vertex Cover})
2232fragt, ob zu einem gegebenen einfachen Graphen und einer natürlichen
2233Zahl  $k$  eine Knotenüberdeckung der Größe von höchstens  $k$  existiert.
2234\footcite{wiki:knotenueberdeckung}
2235
2236Das heißt, ob es eine aus maximal  $k$  Knoten bestehende Teilmenge  $U$ 
2237der Knotenmenge gibt, so dass jede Kante des Graphen mit
2238mindestens einem Knoten aus  $U$  verbunden ist.
2239\footcite[Seite 78]{theo:fs:4}%
2240}

\bProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

2241\def\bProblemSubsetSum{%
2242Das \textbf{Teilsommenproblem} (\bProblemName{Subset Sum} oder
2243\bProblemName{SSP}) ist ein spezielles Rucksackproblem.
2244\footcite{wiki:teilsommenproblem}
2245Gegeben sei eine Menge von ganzen Zahlen  $I = \{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ .
2246Gesucht ist eine Untermenge, deren Elementsumme maximal, aber nicht
2247größer als eine gegebene obere Schranke  $c$  ist.
2248\footcite[Seite 74]{theo:fs:4}
2249}

\bProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

2250\def\bProblemSat{%
2251Das \textbf{Erfüllbarkeitsproblem der Aussagenlogik} \bProblemName{Sat}
2252und \bProblemName{k-SAT} mit  $k \geq 3$ ,  $k \in \mathbb{N}$  (Satz von
2253Cook) fragt, ob eine aussagenlogische Formel erfüllbar
2254ist.\footcite{wiki:sat} Das Erfüllbarkeitsproblem der
2255\emph{Aussagenlogik} ist in exponentieller Zeit in Abhängigkeit der
2256Anzahl der Variablen mit Hilfe einer Wahrheitstabelle entscheidbar.
2257Diese \emph{Wahrheitstabelle} kann nicht in polynomieller Zeit
2258aufgestellt werden.
2259\footcite[Seite 71]{theo:fs:4}
2260}

2261

```


kontrollflussgraph.sty

2262 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2263 \ProvidesPackage{bschlangaul-kontrollflussgraph}[2020/11/07]

Faulenzer

```
\let\b=\bBedingung
\let\c=\bKontrollCode
\let\f=\bBedingungFalsch
\let\k=\bKontrollTextzeileKnoten
\let\p=\bKontrollKnotenPfad
\let\w=\bBedingungWahr
```

TeX-Markup-Beispiel

```
\begin{bKontrollflussgraph}[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{bKontrollflussgraph}
```

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 = ...}]
```

```

2264 \RequirePackage{tikz}
2265 \usetikzlibrary{positioning}
2266 \tikzset{
2267   li kontrollfluss/.style={
2268     knoten/.style={
2269       circle,
2270       draw
2271     },
2272     usebox/.style={
2273       draw,
2274       rectangle,
2275       font=\scriptsize,
2276       anchor=west,
2277       align=left,
2278     },
2279     bedingung/.style={
2280       midway,
2281       draw=none,
2282       font=\scriptsize
2283     },
2284     knotenbeschriftung/.style={
2285       draw,
2286       rectangle,
2287       midway,
2288       font=\scriptsize
2289     },
2290     wahr/.style={
2291       thick
2292     },
2293     falsch/.style={
2294       dashed
2295     },
2296     every node/.style={
2297       circle,
2298       draw,
2299     },
2300     every edge/.append style={
2301       every node/.style={
2302         draw=none,
2303         bedingung,
2304       }
2305     },
2306     every path/.style={
2307       draw,
2308       ->,
2309     },
2310     every pin/.style={
2311       draw,
2312       dotted,
2313       rectangle,
2314       pin position=right
2315     },
2316     every pin edge/.style={
2317       dotted,
2318       arrows=-,
2319     }
2320   }
2321 }

```

Umgebungen

bKontrollflussgraph (*env.*)

```

2322 \NewDocumentEnvironment { bKontrollflussgraph } { 0{ } } {

```

```

2323 \begin{tikzpicture}[
2324   li kontrollfluss,
2325   #1
2326 ]
2327 } {
2328 \end{tikzpicture}
2329 }

```

Makros

\bAnweisung

```
2330 \def\bAnweisung#1(#2,#3){\node[knoten] at (#2,#3) (#1) {#1};}
```

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

```
2331 \def\bBedingung#1#2{node[bedingung,#1]{\texttt{#2}}}
```

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

```
2332 \def\bBedingungWahr#1{node[bedingung,#1]{\texttt{[true]}}}
```

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

```
2333 \def\bBedingungFalsch#1{node[bedingung,#1]{\texttt{[false]}}}
```

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

```
2334 \def\bKontrollCode#1{{\tiny\texttt{\textcolor{gray}{#1}}}}
```

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

```
2335 \def\bKontrollTextzeileKnoten#1{\raisebox{-2pt}{\tikz[scale=0.5,transform shape] \node[draw,c
```

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

```
2336 \ExplSyntaxOn
```

```
2337 \NewDocumentCommand { \bKontrollKnotenPfad } { m }
```

```
2338 {
```

```
2339   \seq_set_split:Nnn \l_tmpa_seq { - } { #1 }
```

```
2340   \seq_set_map:Nnn \l_tmpa_seq \l_tmpa_seq {\bKontrollTextzeileKnoten{##1}}
```

```
2341   \seq_use:Nn \l_tmpa_seq { ~~~~ }
```

```
2342 }
```

```
2343 \ExplSyntaxOff
```

```
2344
```

kopfzeile.sty

```
2345 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2346 \ProvidesPackage{bschlangaul-kopfzeile}[2021/08/20 Kopf-
2347 und Fußzeilen mit Hilfe des Pakets fancyhdr.]

2348 \ExplSyntaxOn

2349 \RequirePackage{bschlangaul-meta}

2350 \cs_new:Npn \kopfzeile_schrift:n #1
2351 {
2352   {
2353     \scriptsize
2354     #1
2355   }
2356 }

2357 \cs_new:Npn \setze_kopf_fusszeilen:nn #1 #2
2358 {
2359   \fancyhead{}
2360   \fancyhead[L]{\kopfzeile_schrift:n{\bMetaBschlangaulSammlung}}
2361   \fancyhead[C]{\kopfzeile_schrift:n{#1}}
2362   \fancyhead[R]{\kopfzeile_schrift:n{#2}}
2363
2364   \fancyfoot{}
2365   \fancyfoot[L]{\kopfzeile_schrift:n{\bMetaHermineFriends}}
2366   \fancyfoot[C]{\kopfzeile_schrift:n{\bMetaEmail}}
2367   \fancyfoot[R]{\kopfzeile_schrift:n{\thepage}}
2368
2369   \setlength{\headheight}{16pt}
2370   \renewcommand{\headrulewidth}{0.4pt}
2371   \renewcommand{\footrulewidth}{0.4pt}
2372 }

2373 \cs_new:Npn \setze_kopfzeile_oben_rechts:n #1
2374 {
2375   \fancyhead[R] {
2376     \kopfzeile_schrift:n { #1 }
2377   }
2378 }

2379 \cs_new:Npn \repariere_kopfzeile_breite:
2380 {
2381   \setlength{\headwidth}{\textwidth}
2382 }

2383 \ExplSyntaxOff

2384
```

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

literatur-dummy.sty

2385 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2386 \ProvidesPackage{bschlangaul-literatur-dummy}[2020/11/27]

\literatur

2387 \def\literatur{}

\footcite

2388 % \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}

2389 \NewDocumentCommand{ \footcite } { o m }{}

2390

literatur.sty

```
2391 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2392 \ProvidesPackage{bschlangaul-literatur}[2020/11/27]

2393 \RequirePackage{csquotes}
2394 \RequirePackage[
2395   bibencoding=utf8,
2396   citestyle=authortitle,
2397   backend=biber,
2398 ]{biblatex}
2399 \addbibresource{\bPfadAufgaben/Quellen/10_DB.bib}
2400 \addbibresource{\bPfadAufgaben/Quellen/20_OOMUP.bib}
2401 \addbibresource{\bPfadAufgaben/Quellen/30_AUD.bib}
2402 \addbibresource{\bPfadAufgaben/Quellen/40_SOSY.bib}
2403 \addbibresource{\bPfadAufgaben/Quellen/60_FUMUP.bib}
2404 \addbibresource{\bPfadAufgaben/Quellen/70_THEO.bib}
2405 \addbibresource{\bPfadAufgaben/Quellen/80_DDI.bib}
2406 \addbibresource{\bPfadAufgaben/Quellen/Allgemein.bib}
2407 \addbibresource{\bPfadAufgaben/Quellen/Examen.bib}
2408 \addbibresource{\bPfadAufgaben/Quellen/Wikipedia.bib}
2409 % To allow footnotes in the heading
2410 \RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}

\literatur

2411 \def\literatur{\printbibliography[heading=subbibliography]}
2412
```

makros.sty

```
2413 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2414 \ProvidesPackage{bschlangaul-makros}[2020/11/27 Eine Sammlung von
2415 häufig verwendeten Makros und Umgebungen, die thematisch zu keinem
2416 anderen Paket passen]

2417 \RequirePackage{hyperref}
2418 \RequirePackage{graphicx}

    Für die Umgebung bQuellen benötigt.
2419 \RequirePackage{paralist}
2420 \ExplSyntaxOn

\inhaltsverzeichnis

2421 \def\inhaltsverzeichnis {
2422   \begin{mdframed}
2423     \begin{group}
2424       \let\clearpage\relax
2425       \tableofcontents
2426     \end{group}
2427   \end{mdframed}
2428 }

\Emph \bEmph (\marginpar and \emph)

2429 \def\bEmph#1
2430 {
2431   \emph{#1}
2432   \marginpar{
2433     \tiny#1
2434   }
2435 }

\SLASH

2436 \newcommand\SLASH{\char`\\}

\bPseudoUeberschrift Text, der sich wie eine Überschrift verhält.

2437 \newcommand{\bPseudoUeberschrift}[1]{
2438   \bigskip
2439
2440   \par
2441   \noindent
2442   \textbf{#1}
2443
2444   \medskip
2445
2446   \keine_einrueckung:
2447 }

bProjektSprache (env.) \begin{bProjektSprache}{NameProjektSprache} \end{bProjektSprache}: Zum Ein-
betten von projekteigenen Minisprachen/DSLs (Domain-specific language) (z. B. Rela-
tionenSchema). Der Inhalt der Umgebung wird nicht von TeX kompiliert, sondern von
dem Java-Kommandozeilen-Programm didaktik.java verarbeitet.

2448 \NewDocumentEnvironment { bProjektSprache }{ o +b } {} {}

liEinbettung (env.)

2449 \NewDocumentEnvironment { liEinbettung }{ o +b } {#2} {}
```

Umgebungen, die Inhalte aus- und einblenden können

Die einfachste Möglichkeit, um den kompletten Inhalt einer Umgebung auszublenden ist die Verwendung +b in einer xparse erzeugten Umgebung. Manchmal funktioniert

diese Methode nicht. In der Dokumentation von xparse steht, dass dieses Feature etwas experimentell ist.

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

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

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

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

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

```
2450 \NewDocumentEnvironment{ bAntwort } { 0{standard} }
2451 {
2452   \ifANTWORT
2453   \else
2454     \setbox 0 \vbox
2455     \bgroup
2456   \fi
2457
2458   \str_case:nn {#1} {
2459     {standard} {
2460       \def\beschriftung{}
2461       \mdfsetup{backgroundcolor=gray!1}
2462     }
2463     {richtig} {
2464       \def\beschriftung{richtig}
2465       \mdfsetup{backgroundcolor=green!5,linecolor=green}
2466     }
2467     {falsch} {
2468       \def\beschriftung{falsch}
2469       \mdfsetup{backgroundcolor=red!3,linecolor=red}
2470     }
2471     {muster} {
2472       \def\beschriftung{Musterlösung}
2473       \mdfsetup{backgroundcolor=green!12,linecolor=green}
2474     }
2475   }
2476   \ifx\beschriftung\empty\else
2477     \noindent
2478     \textbf{\beschriftung{:}}
2479   \fi
2480   \begin{mdframed}[
2481     frametitle={\scriptsize\mdseries Lösungsvorschlag},
2482     innertopmargin=6pt,
2483     frametitleaboveskip=-10pt,
2484     frametitlealignment=\raggedleft
2485   ]
```



```

2486 }
2487 {
2488   \end{mdframed}
2489   \ifANTWORT
2490   \else
2491     \egroup
2492   \fi
2493 }

```

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

```

2494 \NewDocumentEnvironment{ bAdditum } { o }
2495 {
2496   \ifADDITUM
2497   \else
2498     \setbox 0 \vbox
2499     \bgroup
2500   \fi
2501
2502   \begin{mdframed}[backgroundcolor=yellow!5]
2503     \IfNoValueTF {#1}
2504     {
2505       \bPseudoUeberschrift{Additum}
2506     }
2507     {
2508       \bPseudoUeberschrift{Additum:~#1}
2509     }
2510   }
2511 {
2512   \end{mdframed}
2513
2514   \ifADDITUM
2515   \else
2516     \egroup
2517   \fi
2518 }

```

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

Exkurs: Linear rekursiv

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

```

2519 \NewDocumentEnvironment{ bExkurs }{ o +b }
2520 {
2521   \ifEXKURS
2522     \vspace{0.2cm}%
2523     \begin{mdframed}[
2524       backgroundcolor=white,
2525       bottomline=false,
2526       innermargin=1cm,
2527       leftline=true,
2528       linecolor=black,
2529       linewidth=0.1cm,
2530       outermargin=1cm,
2531       rightline=false,
2532       topline=false,
2533     ]

```

```

2534      \footnotesize
2535      \noindent%
2536      \textbf{Exkurs:~#1}\par%
2537      \noindent%
2538      #2
2539      \end{mdframed}
2540      \vspace{0.2cm}
2541 \else
2542 \fi
2543 }
2544 {}

```

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

```

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

```

Weiterführende Literatur:

- Quelle 1
- Quelle 2

```

2545 \cs_new:Npn \listen_punkt:n #1
2546 {
2547   \item #1
2548 }
2549 \NewDocumentEnvironment { bQuellen }{+b }
2550 {
2551   \seq_clear_new:N \l_quellen
2552   \seq_set_split:Nnn \l_quellen {\item} {#1}
2553   \seq_remove_all:Nn \l_quellen {}
2554   \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
2555     \footnotesize
2556     \noindent
2557     \textsf{\textbf{Weiterführende-Literatur:}}
2558     \medskip
2559     \begin{compactitem}
2560       \seq_map_function:NN \l_quellen {\listen_punkt:n}
2561     \end{compactitem}
2562   \end{mdframed}
2563
2564   \keine_einrueckung:
2565 } {}

```

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

```

2566 \NewDocumentCommand { \bFussnoteUrl } { o m }
2567 {
2568   \footnote{
2569     \url{#2}
2570     \IfNoValueTF{#1}
2571     {}
2572     {
2573       ~(#1)
2574     }
2575   }
2576 }
2577

```

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

```

2578 \NewDocumentCommand{ \bFussnoteLink } { o m m }
2579 {
2580   \footnote{
2581     \href{#3}{#2}
2582     \IfNoValueTF{#1}
2583     {}
2584     {
2585       ~(#1)
2586     }
2587   }
2588 }

```

\bLinie Eine horizontale Linie

```

2589 \def\bLinie{
2590   \par
2591   \noindent
2592   \rule
2593   {
2594     \textwidth
2595   }
2596   {
2597     0.4pt
2598   }
2599 }

```

\zB

```

2600 \def\zB{z.\,B.\~}

```

\ZB

```

2601 \def\ZB{Z.\,B.\~}

```

\dh

```

2602 \def\dh{d.\,h.\~}

```

```

2603 \ExplSyntaxOff

```

```

2604

```

master-theorem.sty

2605 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2606 \ProvidesPackage{bschlangaul-master-theorem}[2021/04/13]

Faulenzer

\let\O=\bO

\let\o=\bOomega

\let\T=\bT

\let\t=\bTheta

\bMasterVariablenDeklaration

{3} % a

{3} % b

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

\bMasterFallRechnung

% 1. Fall

{für $\varepsilon = 4$: \}

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

% 2. Fall

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

% 3. Fall

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

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

\bMasterVariablenDeklaration

{ } % a

{ } % b

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

\bMasterFallRechnung

% 1. Fall

{ }

% 2. Fall

{ }

% 3. Fall

{ }

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

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

2607 \ExplSyntaxOn

2608 \RequirePackage{amsmath}

\bRundeKlammer

2609 \def\bRundeKlammer#1{

2610 \negthinspace \left(#1 \right)

2611 }

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

2612 \def\bThetaOhneMathe#1{

2613 \Theta \bRundeKlammer{#1}

2614 }

2615 \def\bTheta#1{

2616 \ifmmode

2617 \bThetaOhneMathe{#1}

2618 \else

2619 \$\bThetaOhneMathe{#1}\$

2620 \fi

2621 }

```

\Omega \Omega{n^2}: \Omega(n^2)
2622 \def\OmegaOhneMathe#1{
2623   \Omega \RundeKlammer{#1}
2624 }
2625 \def\Omega#1{
2626   \ifmmode
2627     \OmegaOhneMathe{#1}
2628   \else
2629     $\OmegaOhneMathe{#1}$
2630   \fi
2631 }

\O \O{n^2}: \mathcal{O}(n^2)
2632 \def\OOhneMathe#1{
2633   \mathcal{O} \RundeKlammer{#1}
2634 }
2635 \def\O#1{
2636   \ifmmode
2637     \OOhneMathe{#1}
2638   \else
2639     $\OOhneMathe{#1}$
2640   \fi
2641 }

\BT Makro-Faulenzer: \let\T=\liT
      \BT{16}{2}: 16 \cdot T(\frac{n}{2}) \BT{}{2}: T(\frac{n}{2})
2642 \def\BTOhneMathe#1#2{
2643   \tl_if_blank:nTF {#1}
2644   {}
2645   {#1 \cdot }
2646   T
2647   \RundeKlammer{\frac{n}{#2}}
2648 }
2649 \def\BT#1#2{
2650   \ifmmode
2651     \BTOhneMathe{#1}{#2}
2652   \else
2653     $\BTOhneMathe{#1}{#2}$
2654   \fi
2655 }

\bRekursionsGleichung \bRekursionsGleichung: T(n) = a \cdot T(\frac{n}{b}) + f(n)
2656 \def\bRekursionsGleichung{
2657   $T(n) = \BT{a}{b} + f(n)$
2658 }

\bBedingungEins \bBedingungEins: f(n) \in \mathcal{O}(n^{\log_b a - \varepsilon})
2659 \def\bBedingungEins{
2660   $f(n) \in \O{n^{\log\sb{b}a - \varepsilon}}$
2661 }

\bBedingungZwei \bBedingungZwei: f(n) \in \Theta(n^{\log_b a})
2662 \def\bBedingungZwei{
2663   $f(n) \in \Theta{n^{\log\sb{b}a}}$
2664 }

\bBedingungDrei \bBedingungDrei: f(n) \in \Omega(n^{\log_b a + \varepsilon})
2665 \def\bBedingungDrei{
2666   $f(n) \in \Omega{n^{\log\sb{b}a + \varepsilon}}$
2667 }

2668 \ExplSyntaxOff

```

\bMasterVariablen

```

2669 \def\bMasterVariablen{
2670   \begin{displaymath}
2671     T(n) = \bT{a}{b} + f(n)
2672   \end{displaymath}
2673
2674   \begin{itemize}
2675     \item[$a = $]
2676       Anzahl der rekursiven Aufrufe, Anzahl der Unterprobleme in der
2677       Rekursion
2678       ($a \geq 1$).
2679
2680     \item[$\textstyle{\frac{1}{b}} = $]
2681       Teil des Originalproblems, welches wiederum durch alle Unterprobleme
2682       repräsentiert wird, Anteil an der Verkleinerung des Problems ($b > 1$).
2683
2684     \item[$f(n) = $]
2685       Kosten (Aufwand, Nebenkosten), die durch die Division des Problems und
2686       die Kombination der Teillösungen entstehen. Eine von  $T(n)$ 
2687       unabhängige und nicht negative Funktion.
2688   \end{itemize}
2689   \footcite{wiki:master-theorem}
2690   \footcite[Seite 19-35]{aud:fs:2}
2691 }
```

\bMasterFaelle

```

2692 \def\bMasterFaelle{
2693   \begin{description}
2694     \item[1. Fall:]
2695        $T(n) \in \bTheta{n^{\log_{\sb{b}}a}} \$
2696
2697     \hfill falls \bBedingungEins
2698     für  $\varepsilon > 0$ 
2699
2700     \item[2. Fall:]
2701        $T(n) \in \bTheta{n^{\log_{\sb{b}}a} \cdot \log n} \$
2702
2703     \hfill falls \bBedingungZwei
2704
2705     \item[3. Fall:]
2706        $T(n) \in \bTheta{f(n)} \$
2707
2708     \hfill falls \bBedingungDrei
2709     für  $\varepsilon > 0$ 
2710     und ebenfalls für ein  $c$  mit  $0 < c < 1$  und alle hinreichend großen  $n$ 
2711     gilt:
2712        $a \cdot f(\textstyle{\frac{n}{b}}) \leq c \cdot f(n) \$
2713   \end{description}
2714 }$$$$ 
```

\bMasterVariablenDeklaration

```

2715 \def\bMasterVariablenDeklaration#1#2#3{
2716   \begin{description}
2717     \item[Allgemeine Rekursionsgleichung:] \strut
2718
2719     \bRekursionsGleichung
2720
2721     \item[Anzahl der rekursiven Aufrufe ($a$):] \strut
2722
2723     #1
2724
2725     \item[Anteil Verkleinerung des Problems ($b$):] \strut
2726
2727     #2
2728
2729     #3
2730   \end{description}
2731 }
```

```

2727   um  $\frac{1}{\#2}$  also  $b = \#2$ 
2728
2729   \item[Laufzeit der rekursiven Funktion ( $f(n)$ ):] \strut
2730
2731    $\#3$ 
2732
2733   \item[Ergibt folgende Rekursionsgleichung:] \strut
2734
2735    $T(n) = T(\#1\{\#2\} + \#3$ 
2736 \end{description}
2737 }

```

\bMasterFallRechnung

```

2738 \def\bMasterFallRechnung#1#2#3{
2739   \begin{description}
2740     \item[1. Fall:] \bBedingungEins:
2741
2742      $\#1$ 
2743
2744     \item[2. Fall:] \bBedingungZwei:
2745
2746      $\#2$ 
2747
2748     \item[3. Fall:] \bBedingungDrei:
2749
2750      $\#3$ 
2751   \end{description}
2752 }

```

\bMasterExkurs

```

2753 \def\bMasterExkurs{
2754   \begin{bExkurs}[Master-Theorem]
2755     \bMasterVariablen
2756
2757     \noindent
2758     Dann gilt:
2759
2760     \bMasterFaelle
2761   \end{bExkurs}
2762 }

```

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

```

2763 \def\bMasterWolframLink#1{
2764   Berechne die Rekursionsgleichung auf WolframAlpha:
2765   \href{https://www.wolframalpha.com/input/?i=\#1\{WolframAlpha\}
2766 }

```

```

2767

```

mathe.sty

```
2768 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2769 \ProvidesPackage{bschlangaul-mathe}[2020/06/10]
2770
2771 % for example \ltimes \rtimes
2772 %\RequirePackage{amssymb}
2773 \RequirePackage{amsmath}
2774
2775 %%
2776 % \mlq \mrq
2777 %%
2778 \DeclareMathSymbol{\mlq}{\mathord}{operators}{`}`}
2779 \DeclareMathSymbol{\mrq}{\mathord}{operators}{`'}`}
2780
```


meta.sty

```
2781 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2782 \ProvidesPackage{bschlangaul-meta}[2021/09/10 Sammlung
2783 von Textschnipseln, die das Projekt beschreiben]
```

```
2784 \ExplSyntaxOn
```

```
2785 \bLadePakete{grafik}
```

Einfache Makros (Low level)

\bMetaBschlangaulSammlung

```
2786 \def\bMetaBschlangaulSammlung
2787 {
2788   Die~Bschlangaul-Sammlung
2789 }
```

\bMetaHermineGanzerName

```
2790 \def\bMetaHermineGanzerName
2791 {
2792   Hermine ~ Bschlangaul
2793 }
```

\bMetaHermineFriends

```
2794 \def\bMetaHermineFriends
2795 {
2796   \bMetaHermineGanzerName{} ~ and ~ Friends
2797 }
```

\bMetaEmail

```
2798 \def\bMetaEmail
2799 {
2800   hermine.bschlangaul@gmx.net
2801 }
```

\bMetaEmailLink

```
2802 \def\bMetaEmailLink
2803 {
2804   \href
2805   {
2806     mailto:\bMetaEmail
2807   }
2808   {
2809     \bMetaEmail
2810   }
2811 }
```

\bMetaUeberDasProjekt

```
2812 \def\bMetaUeberDasProjekt
2813 {
2814   Eine~freie~Aufgabensammlung~mit~Lösungen~
2815   von~Studierenden~für~Studierende~
2816   zur~Vorbereitung~auf~die~1.~Staatsexamensprüfungen~
2817   des~Lehramts~Informatik~in~Bayern.
2818 }
```

\bMetaCCLink

```
2819 \def\bMetaCCLink
2820 {
2821   Diese~Materialsammlung~unterliegt~den~Bestimmungen~der~
2822   \href
2823   {
2824     https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.de
2825   }
```

```

2826 {
2827   Creative-Commons-Namensnennung-Nicht-kommerziell-Share-Alike-4.0-
2828   International-Lizenz
2829 }.
2830 }

```

`\bMetaHilfMit`

```

2831 \def\bMetaHilfMit
2832 {
2833   Hilf~mit!~
2834
2835   Die~Hermine~schafft~das~nicht~allein!~
2836
2837   Das~ist~ein~Community-Projekt!~
2838
2839   Verbesserungsvorschläge,~Fehlerkorrekturen,~weitere~Lösungen~sind~
2840   herzlich~willkommen~~~egal~wie~~~per~Pull-Request~oder~per~E-Mail~an~
2841   \bMetaEmailLink.
2842 }

```

`\bMetaNochKeineLoesung`

```

2843 \def\bMetaNochKeineLoesung
2844 {
2845   Diese ~ Aufgabe ~ hat ~ noch ~ keine ~ Lösung. ~
2846   \bMetaHilfMit
2847 }

```

`\bMetaHilfMit`

```

2848 \def\bMetaQuelltext
2849 {
2850   Der~\TeX-Quelltext~dieser~Aufgabe~kann~unter~folgender~
2851   URL~aufgerufen~werden:~
2852 }

```

Zusammengesetzte Makros (High level)

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

```

2853 \cs_new:Npn \logo_dann_text:nn #1 #2
2854 {
2855   \begin{center}
2856     \begin{minipage}[c]{5.5cm}
2857       #1
2858     \end{minipage}
2859
2860     \begin{minipage}[c]{10cm}
2861       #2
2862     \end{minipage}
2863   \end{center}
2864 }

```

`\bLogoTextProjekt`

```

2865 \def\bLogoTextProjekt
2866 {
2867   \logo_dann_text:nn
2868   {
2869     \bGrafikLogo[width=5cm]
2870   }
2871   {
2872     {
2873       \bfseries
2874       \bMetaBschlangaulSammlung
2875     }

```

```

2876 \par
2877
2878 \bMetaHermineFriends
2879 \par
2880
2881 \medskip
2882
2883 \begin{spacing}{1}
2884 \footnotesize
2885 \bMetaUeberDasProjekt
2886 \end{spacing}
2887 }
2888 }

```

\bLogoTextCCLizenz

```

2889 \def\bLogoTextCCLizenz
2890 {
2891 \logo_dann_text:nn
2892 {
2893 \centerline{\bGrafikCCLizenz[width=3cm]}
2894 }
2895 {
2896 \begin{spacing}{1}
2897 \scriptsize
2898 \bMetaCCLink
2899 \end{spacing}
2900 }
2901 }

2902 \ExplSyntaxOff
2903

```

minimierung.sty

```

2904 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2905 \ProvidesPackage{bschlangaul-minimierung}[2021/03/13 Für den
2906 Minimierungsalgorithmus von einem NEA zu einem DEA]

2907 \bLadePakete{typographie}

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

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

\bFussnoten

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

\bFussnote

2908 \def\bFussnote#1{\$x_{#1}\$}

2909 \def\b@fussnote@text#1#2{
2910 \bFussnote{#1}
2911 \quad
2912 {\footnotesize #2}
2913 }

\bFussnoteEinsText
2914 \def\bFussnoteEinsText{
2915 \b@fussnote@text{1}
2916 {Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.}
2917 }

\bFussnoteZweiText
2918 \def\bFussnoteZweiText{
2919 \b@fussnote@text{2}
2920 {Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.}
2921 }

\bFussnoteDreiText
2922 \def\bFussnoteDreiText{
2923 \b@fussnote@text{3}

```

```

2924 {In weiteren Iterationen markierte Zustände.}
2925 }

```

`\bFussnoteVierText`

```

2926 \def\bFussnoteVierText{
2927   \b@fussnote@text{4}
2928   {...}
2929 }

```

`\bFussnoten`

x_1	Paar aus End-/ Nicht-Endzustand kann nicht äquivalent sein.
x_2	Test, ob man mit der Eingabe zu einem bereits markiertem Paar kommt.
x_3	In weiteren Iterationen markierte Zustände.
x_4	...

```

2930 \def\bFussnoten{
2931   \bigskip
2932
2933   \noindent
2934   \bFussnoteEinsText
2935
2936   \noindent
2937   \bFussnoteZweiText
2938
2939   \noindent
2940   \bFussnoteDreiText
2941
2942   \noindent
2943   \bFussnoteVierText
2944 }

```

`\bLeereZelle` `\bLeereZelle: \emptyset`

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

```

2945 \def\bLeereZelle{\$\emptyset\$}

```

`\bZustandsPaarVariablenName`

```

2946 \def\bZustandsPaarVariablenName{z}

```

`\bZustandsPaar`

```

2947 \def\bZustandsPaar#1#2{
2948   $(
2949     \bZustandsPaarVariablenName_#1,
2950     \bZustandsPaarVariablenName_#2
2951   )$
2952 }

```

`liUebergangsTabelle (env.)`

```

2953 \renewcommand{\arraystretch}{1.4}
2954 \NewDocumentEnvironment{ liUebergangsTabelle } { m m } {
2955   \bPseudoUeberschrift{Übergangstabelle}
2956   \begin{center}
2957     \begin{tabular}{r|l|l}
2958       \textbf{Zustandspaar} & \textbf{#1} & \textbf{#2} \\ \hline
2959     \end{tabular}
2960   \end{center}
2961 }
2962 }

```

`\bUeberschriftDreiecksTabelle` `\bUeberschriftDreiecksTabelle:`

Minimierungstabelle (Table filling)

```

2963 \ExplSyntaxOn

```

```

2964 \def\bUeberschriftDreiecksTabelle{
2965   \bPseudoUeberschrift{Minimierungstabelle~(Table~filling)}
2966 }

```

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

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

```

2967 \def\bMinimierungErklaerung{
2968   %\footcite[Seite-19]{koenig}
2969   \bParagraphMitLinien{
2970     Der~Minimierungs-Algorithmus~(auch~Table-Filling-Algorithmus~genannt)~
2971     trägt~in~seinem~Verlauf~eine~Markierung~in~alle~
2972     diejenigen~Zellen~der~Tabelle~ein,~die~zueinander~nicht~äquivalente~
2973     Zustände~bezeichnen.~Die~Markierung~„ $x_{\sb{n}}$ “~in~einer~Tabellenzelle~( $i$ ,~
2974      $j$ )~bedeutet~dabei,~dass~das~Zustandspaar~( $i$ ,~ $j$ )~in~der~ $k$ -ten~
2975     Iteration~des~Algorithmus~markiert~wurde~und~die~Zustände~ $i$ ~und~ $j$ ~
2976     somit~zueinander~( $k-1$ )~äquivalent,~aber~nicht~ $k$ -äquivalent~und~
2977     somit~insbesondere~nicht~äquivalent~sind.~Bleibt~eine~Zelle~bis~zum~Ende~
2978     unmarkiert,~sind~die~entsprechenden~Zustände~zueinander~äquivalent.
2979   }
2980 }
2981 \ExplSyntaxOff

```

2982

musik-symbole.sty

2983 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

2984 \ProvidesPackage{bschlangaul-musik-symbole}[2022/09/05 Hüllpaket um lilyglyphs, um Musiksymbo

Option clash for package adjustbox <https://tex.stackexchange.com/a/263870/42311>

2985 \PassOptionsToPackage{export}{adjustbox}

2986 \RequirePackage{lilyglyphs}

2987

normalformen.sty

```
2988 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
2989 \ProvidesPackage{bschlangaul-normalformen}[2020/12/10]
2990 Hilfsmakros zum Setzen von Normalformen, Funktionalen Abhängigkeiten,
2991 Attributhülle]
```

Mathe für textit tex etc, typographie für geschweifte Klammer

```
2992 \bLadePakete{mathe,typographie}
2993 \directlua{
2994   helfer = require('bschlangaul-helfer')
2995   normalformen = require('bschlangaul-normalformen')
2996 }
```

Faulenzer

```
\let\ah=\bAttributHuelle
\let\ahL=\bLinksReduktion
\let\ahl=\bLinksReduktionInline
\let\ahr=\bRechtsReduktionInline
\let\fa=\bFunktionaleAbhaengigkeit
\let\FA=\bFunktionaleAbhaengigkeiten
\let\m=\bAttributMenge
\let\r=\bRelation
\let\u=\underline
```

```
2997 \def\bTeilen#1{
2998   \directlua{tex.print(normalformen.teilen('#1'))}
2999 }
```

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

```
3000 \def\bAttributHuelleOhneMathe#1{\text{AttrHülle}(\#1)}
3001 \def\bAttributHuelle#1{
3002   \ifmmode
3003     \bAttributHuelleOhneMathe{\#1}
3004   \else
3005     $\bAttributHuelleOhneMathe{\#1}$
3006   \fi
3007 }
```

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

```
3008 \def\bAttributMenge#1{\{ \textit{\#1} \}}
```

liAHuelle (env.)

```
3009 \NewDocumentEnvironment{ liAHuelle } { +b } {
3010   \begingroup
3011   \footnotesize
3012   \begin{multline*}
3013     \#1
3014   \end{multline*}
3015   \endgroup
3016 } { }
```

\bLinksReduktion Nur innerhalb von liAHuelle zu verwenden bzw. multline

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

```
3017 \def\bLinksReduktion#1#2#3{
3018   \shoveleft{
3019     \bAttributHuelleOhneMathe{FA,
3020       \bAttributMenge{\#1 \string\ #2}} =
3021   } \}
```



```

3022 \shoveright{
3023     \bAttributMenge{#3}
3024 } \
3025 }

```

```

\bLinksReduktionInline Makro-Faulenzer: \let\ahL=\liLinksReduktionInline
    \ahl{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}
    \ahl{A, E}{E}{A, E, F, B, \textbf{D}}: AttrHülle( $F, \{A, E \setminus E\} = \{A, E, F, B, D\}$ )
3026 \def\bLinksReduktionInline#1#2#3{%
3027     {%
3028         \footnotesize%
3029         $\bAttributHuelleOhneMathe{F,
3030             \bAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
3031             \bAttributMenge{#3}$
3032     }
3033 }

```

```

\bLinksReduktionInline Makro-Faulenzer: \let\ahr=\liLinksReduktionInline
    \ahr{gelöschte FA}{neue FA ohne rechts Attribut}{gegebene Attribute}{Ergebnis}
3034 \def\bRechtsReduktionInline#1#2#3#4{%
3035     {%
3036         \footnotesize%
3037         $\bAttributHuelleOhneMathe{
3038             F \setminus
3039             \bFunktionaleAbhaengigkeit{#1}
3040             \def\tmp{#2}\ifx\tmp\empty
3041             \else
3042                 \cup \bFunktionaleAbhaengigkeit{#2}
3043             \fi
3044             ,
3045             \bAttributMenge{#3}
3046         } =
3047         \bAttributMenge{#4}$
3048     }
3049 }

```

```

\bFunktionaleAbhaengigkeit Makro-Faulenzer: \let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
    \fa{A, B -> C, D}:  $\{A, B\} \rightarrow \{C, D\}$  Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:  $\$(.*) \rightarrow$ 
    \fa{$1 -> $2}
3050 \def\bFunktionaleAbhaengigkeit#1{%
3051     \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeit('#1', false)}%
3052 }

```

```

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

```

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

```

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

```

```

3053 \NewDocumentCommand {\bFunktionaleAbhaengigkeiten} { O{FA} m } {
3054   \bGeschweifteKlammern
3055   {#1}
3056   {
3057     \begin{align*}
3058       \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeiten('#2')}
3059     \end{align*}
3060   }
3061   {-0.5cm}
3062   {-1.7cm}
3063 }

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

3064 \NewDocumentCommand {\bRelation} { O{R} m } {
3065   $\directlua{
3066     local name = helper.konvertiere_tiefgestellt('#1')
3067     tex.print(name)
3068   }$(\textit{\,,#2\,,})
3069 }

3070

```

o-notation.sty

```
3071 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3072 \ProvidesPackage{bschlangaul-o-notation}[2021/09/08]
```

Faulenzer

```
\let\O=\bONotationO
```

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}
```

```
3073 \ExplSyntaxOn
3074 \RequirePackage{amssymb}
3075 \RequirePackage{pgfplots}

Für echte Teilmenge \subsetneq:  $\subsetneq$ 
3076 \RequirePackage{amssymb}
```

\bRundeKlammer

```
3077 \def\bRundeKlammer#1{
3078   \negthinspace \left( #1 \right)
3079 }
```

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

```
3080 \cs_new:Npn \o_notation_O:n #1 {
3081   \mathcal{O} \bRundeKlammer{#1}
3082 }
3083 \def\bONotationO#1{
3084   \ifmmode
3085     \o_notation_O:n { #1 }
3086   \else
3087     $ \o_notation_O:n { #1 } $
3088   \fi
3089 }

3090
```

petri.sty

```
3091 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3092 \ProvidesPackage{bschlangaul-petri}[2020/12/03]
```

Faulenzer

```
\let\t=\bPetriTransitionsName
\let\tp=\bPetriTransPfeile
\let\k=\bPetriErreichKnotenDrei
```

```
3093 \RequirePackage{tikz}
3094 \usetikzlibrary{petri,arrows.meta}
```

Für die Darstellungsmatrix

```
3095 \RequirePackage{blkarray}
```

```
\def\TmpA#1{
  \bPetriSetzeSchluessel%
  \pgfkeys{/petri/.cd,#1}%
  \begin{tikzpicture}[li petri]
    \node at (-0.25,-0.25) {};
    \node at (\TmpX,\TmpY) {};

    \begin{scope}[transform canvas={scale=\TmpScale},x=2cm,y=2cm,]
      \node[place,tokens=\TmpPlaceOne,label=$p_1$] at (0,1) (p1) {};
      \node[place,tokens=\TmpPlaceTwo,label=$p_2$] at (2,2) (p2) {};
      \node[place,tokens=\TmpPlaceThree,label=east:$p_3$] at (2,0) (p3) {};

      \node[transition,label=east:$t_1$, \TmpTransitionOne] at (2,1) {}
        edge[pre] (p2)
        edge[post] (p3);
      \node[transition,label=$t_2$, \TmpTransitionTwo] at (1,1.5) {}
        edge[pre] (p1)
        edge[post] (p2);
      \node[transition,label=$t_3$, \TmpTransitionThree] at (1,0.5) {}
        edge[pre] (p3)
        edge[post] (p1);
      \node[transition,label=$t_4$, \TmpTransitionFour] at (1,1) {}
        edge[pre] (p2)
        edge[pre] (p3)
        edge[post] (p1);
    \end{scope}
  \end{tikzpicture}
}
```

\bPetriSetzeSchluessel

```
3096 \def\bPetriSetzeSchluessel{%
3097   \def\TmpTransitionOne{}%
3098   \def\TmpTransitionTwo{}%
3099   \def\TmpTransitionThree{}%
3100   \def\TmpTransitionFour{}%
3101   \def\TmpTransitionFive{}%
3102   \def\TmpTransitionSix{}%
3103   \def\TmpTransitionSeven{}%
3104   \def\TmpTransitionEight{}%
3105   \def\TmpTransitionNine{}%
3106   \def\TmpTransitionTen{}%
3107   \pgfkeys{/petri/.cd,
3108     p1/.store in=\TmpPlaceOne,p1/.default=0,p1,
3109     p2/.store in=\TmpPlaceTwo,p2/.default=0,p2,
3110     p3/.store in=\TmpPlaceThree,p3/.default=0,p3,
3111     p4/.store in=\TmpPlaceFour,p4/.default=0,p4,
```

```

3112 p5/.store in=\TmpPlaceFive,p5/.default=0,p5,
3113 p6/.store in=\TmpPlaceSix,p6/.default=0,p6,
3114 p7/.store in=\TmpPlaceSeven,p7/.default=0,p7,
3115 p8/.store in=\TmpPlaceEight,p8/.default=0,p8,
3116 p9/.store in=\TmpPlaceNine,p9/.default=0,p9,
3117 p10/.store in=\TmpPlaceTen,p10/.default=0,p10,
3118 t1/.store in=\TmpTransitionOne,t1/.default=activated,
3119 t2/.store in=\TmpTransitionTwo,t2/.default=activated,
3120 t3/.store in=\TmpTransitionThree,t3/.default=activated,
3121 t4/.store in=\TmpTransitionFour,t4/.default=activated,
3122 t5/.store in=\TmpTransitionFive,t5/.default=activated,
3123 t6/.store in=\TmpTransitionSix,t6/.default=activated,
3124 t7/.store in=\TmpTransitionSeven,t7/.default=activated,
3125 t8/.store in=\TmpTransitionEight,t8/.default=activated,
3126 t9/.store in=\TmpTransitionNine,t9/.default=activated,
3127 t10/.store in=\TmpTransitionTen,t10/.default=activated,
3128 scale/.store in=\TmpScale,scale/.default=0.5,
3129 x/.store in=\TmpX,x/.default=5,
3130 y/.store in=\TmpY,y/.default=5,
3131 }%
3132 }

3133 \tikzset{
3134   li petri/.style={
3135     activated/.style={
3136       very thick
3137     },
3138     inhibitor/.style={
3139       {Circle[open,length=2mm,fill=white]}-
3140     }
3141   }
3142 }

```

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

```

3143 \def\bPetriTransitionsNameOhneMathe#1{t\sb{#1}}
3144 \def\bPetriTransitionsName#1{
3145   \ifmmode
3146     \bPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}
3147   \else
3148     $\bPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}$
3149   \fi
3150 }

```

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

```

3151 \NewDocumentCommand{ \bPetriErreichTransition } { m m m O{} O{} } {
3152   \draw[->] (#1) edge[#4] node[pos=0.5,auto,sloped,#5]{$t\sb{#3}$} (#2);
3153 }

```

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

```

3154 \def\bPetriErreichKnotenDrei#1#2#3{(#1,#2,#3)}

```

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

```

3155 \def\bPetriTransPfeile#1{$\rightarrow \hspace{0.4cm} \bPetriTransitionsName{#1} \hspace{0.35cm}
3156

```

potenzmengen-konstruktion.sty

```
3157 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3158 \ProvidesPackage{bschlangaul-potenzmengen-konstruktion}[2021/02/21 Hilfsmakros
3159 einzusetzen bei der Potenzmengen-Konstruktion (Potenzmengen-Algorithmus)]
```

```
3160 \bLadePakete{formale-sprachen}
```

```
3161 \ExplSyntaxOn
```

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

\let\s=\bZustandsnameGross

\begin{tabular}{l|l|l}
Zustandsmenge & Eingabe $a$ & Eingabe $b$ \\ \hline
\z0 & \z0 & \z1 \\
\z1 & \z2 & \z1 \\
\z2 & \z0 & \z3 \\
\z3 & \z4 & \z3 \\
\z4 & \z5 & \z3 \\
\z5 & \z5 & \z3 \\
\end{tabular}
```

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

```
\def\z#1{
  \bZustandsMengenSammlung{#1}{
    {
      {0} {z0}
      {1} {z0, z1}
      {2} {z0, z1, z2}
      {3} {z0, z2}
      {4} {z0, z1, z2, z3}
      {5} {z0, z3}
      {6} {z0, z2, z3}
      {7} {z0, z1, z3}
    }
  }
}
```

```
3162 \def\bZustandsMengenSammlung#1#2{
3163   \bZustandsnameGross{#1}
3164   {
3165     \footnotesize
3166     \bPotenzmenge{
3167       \str_case:nn {#1} {#2
3168       }
3169     }
3170 }
```

```
\bZustandsMengenSammlungNr
```

```
3171 \def\bZustandsMengenSammlungNr#1#2{
3172   \bZustandsnameGross{#1}
3173   {
```

```
3174     \footnotesize
3175     \bZustandsmengeNr{
3176         \str_case:nn {#1} {#2
3177     }
3178 }
3179 }

3180 \ExplSyntaxOff
3181
```

pseudo.sty

```

3182 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3183 \ProvidesPackage{bschlangaul-pseudo}[2020/12/30 Paket zum Setzen
3184 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 .

```

3185 \RequirePackage[german,boxruled]{algorithm2e}

```

```

3186

```


pumping-lemma.sty

3187 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3188 \ProvidesPackage{bschlangaul-pumping-lemma}[2021/08/11 Enthält die
3189 Definitionen für das Pumping-Lemma in der Regulären Sprache und
3190 in der Kontextfreien Sprache]

\bPumpingRegulaer

```
3191 \def\bPumpingRegulaer{%
3192   Es sei  $L$  eine reguläre Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass für
3193   alle Wörter  $\omega$  in  $L$  mit  $|\omega| \geq j$  (jedes Wort  $\omega$  in
3194    $L$  mit Mindestlänge  $j$ ) jeweils eine Zerlegung  $\omega = uvw$ 
3195   existiert, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
3196
3197   \begin{enumerate}
3198     \item  $|v| \geq 1$ 
3199     (Das Wort  $v$  ist nicht leer.)
3200
3201     \item  $|uv| \leq j$ 
3202     (Die beiden Wörter  $u$  und  $v$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
3203
3204     \item Für alle  $i = 0, 1, 2, \dots$  gilt  $uv^i w$  in  $L$ 
3205     (Für jede natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^i w$  in der
3206     Sprache  $L$ )
3207   \end{enumerate}
3208
3209   Die kleinste Zahl  $j$ , die diese Eigenschaften erfüllt, wird
3210   Pumping-Zahl der Sprache  $L$  genannt.\footcite{wiki:pumping-lemma}
3211 }
```

\bPumpingKontextfrei

```
3212 \def\bPumpingKontextfrei{%
3213   Es sei  $L$  eine kontextfreie Sprache. Dann gibt es eine Zahl  $j$ , sodass
3214   sich alle Wörter  $\omega$  in  $L$  mit  $|\omega| \geq j$  zerlegen lassen in
3215    $\omega = uvwxy$ , sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:
3216
3217   \begin{enumerate}
3218     \item  $|vx| \geq 1$ 
3219     (Die Wörter  $v$  und  $x$  sind nicht leer.)
3220
3221     \item  $|vwx| \leq j$ 
3222     (Die Wörter  $v$ ,  $w$  und  $x$  haben zusammen höchstens die Länge  $j$ .)
3223
3224     \item Für alle  $i$  in  $\mathbb{N}_0$  gilt  $uv^iwx^iy$  in  $L$  (Für jede
3225     natürliche Zahl (mit  $0$ )  $i$  ist das Wort  $uv^iwx^iy$  in der
3226     Sprache  $L$ )
3227   \end{enumerate}
3228 }
3229
```

relationale-algebra.sty

```

3230 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3231 \ProvidesPackage{bschlangaul-relationale-algebra}[2020/12/11]
3232 \RequirePackage{amsmath}
3233 \RequirePackage{amssymb}

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

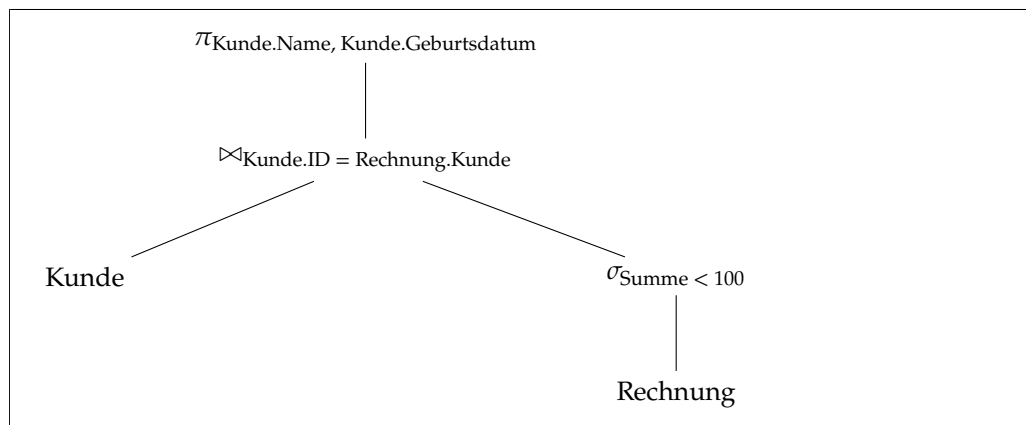
  \node[below=of pi]
    (theta join) {\bowtie_{\text{Kunde.ID = Rechnung.Kunde}}};
    edge (pi);

  \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}

```



```

3234 \RequirePackage{tikz}
3235 \usetikzlibrary{positioning}

    Privates Makros, das zwei Querstriche erzeugt.
3236 \def\o@join{\setbox0=\hbox{\bowtie}}%
3237 \rule[-.02ex]{.25em}{.4pt}\llap{\rule[\ht0]{.25em}{.4pt}}%
3238 }

```

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

```
3239 \def\leftouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie}}
```

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

```
3240 \def\rightouterjoin{\mathbin{\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}
```

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

```
3241 \def\fullouterjoin{\mathbin{\o@join\mkern-5.8mu\bowtie\mkern-5.8mu\o@join}}
```

```
3242
```

rmodell.sty

```
3243 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3244 \ProvidesPackage{bschlangaul-rmodell}[2020/09/01
3245 Makros und Umgebungen zum Setzen des Relationenmodells beim Thema
3246 Datenbanken.]
3247 \RequirePackage{soul}
```

Faulenzer

```
\let\l=a\lAttribut
\let\l=f\lFremd
\let\l=p\lPrimaer
\let\l=r\lRelationMenge
```

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

```
3248 \def\bPrimaer#1{\ul{#1}}
```

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

```
3249 \def\bFremd#1{{\setul{-0.9em}{}}\ul{#1}}
```

`bRelationenModell` (*env.*) `\begin{bRelationenModell}` `\end{bRelationenModell}`: Kleinere Schrift und Schreibmaschinenschrift.

```
3250 \def\b@Rmodell@Schrift{\footnotesize\ttfamily}
3251 \ExplSyntaxOn
3252 \NewDocumentEnvironment { bRelationenModell }
3253 { +b }
3254 {
3255   \medskip
3256   {
3257     \linespread{2}
3258     \setlength{\parindent}{0pt}
3259     \b@Rmodell@Schrift#1
3260   }
3261   \medskip
3262 } {}
3263 \ExplSyntaxOff
```

`\bRelationMenge` **Makro-Faulenzer:** `\let\l=r\lRelationMenge`

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

```
3264 \def\bRelationMenge#1#2{
3265 \noindent
3266 #1 : \{ [ #2 ] \}
3267 \par
3268 }
```

`\bAttribut` **Makro-Faulenzer:** `\let\l=a\lAttribut`

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

```
3269 \def\bAttribut#1{{\b@Rmodell@Schrift#1}}
```

`liRelationenSchemaFormat` (*env.*) 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}
```

```
3270 \NewDocumentEnvironment { liRelationenSchemaFormat }{ +b } {} {}
```

```
3271
```

sortieren.sty

```
3272 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3273 \ProvidesPackage{bschlangaul-sortieren}[2020/06/10 Schaubilder
3274 für händisches Sortieren bzw. einen Schreibtischlauf setzen]
```

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



```
3275 \RequirePackage{tikz}
3276 \usetikzlibrary{shapes.multipart,positioning}
```

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

```
3277 \def\bVertauschen#1{
3278   \directlua{
3279     local sortieren = require('bschlangaul-sortieren')
3280     sortieren('#1')
3281   }
3282 }
```

\bSortierPfeil

```
3283 \def\bSortierPfeil#1#2{
3284   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 north) -- ++(0,0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 north);
3285 }
```

\bSortierPfeilUnten

```
3286 \def\bSortierPfeilUnten#1#2{
3287   \draw[-latex] ([xshift=1mm]reihe.#1 south) -- ++(0,-0.25) -| ([xshift=-1mm]reihe.#2 south);
3288 }
```

\bSortierMarkierung

```
3289 \def\bSortierMarkierung#1#2{\node[
3290   draw,
3291   very thick,
3292   fit=(reihe.#1) (reihe.#2),
3293   inner sep=0pt
3294 ] {}
3295 }

3296 \tikzset{
3297   li sortierung zahlenreihe/.style={
3298     draw,
3299     thin,
3300     font=\large,
3301     rectangle split horizontal,
3302     rectangle split,
3303   }
3304 }
```

```

3305% https://tex.stackexchange.com/a/140895
3306\RequirePackage{forest,xstring}
3307\usetikzlibrary{calc}
3308
3309\makeatletter
3310\pgfmathdeclarefunction{strrepeat}{2}{%
3311  \begingroup\pgfmathint{#2}\pgfmathcount\pgfmathresult
3312  \let\pgfmathresult\pgfutil@empty
3313  \pgfutil@loop\ifnum\pgfmathcount>0\relax
3314    \expandafter\def\expandafter\pgfmathresult\expandafter{\pgfmathresult#1}%
3315    \advance\pgfmathcount-1\relax
3316  \pgfutil@repeat\pgfmathsmuggleone\pgfmathresult\endgroup}
3317\makeatother
3318
3319\def\myNodes{}
3320
3321\ExplSyntaxOn
3322\newcommand*{\sortList[1]}{%
3323  \clist_sort:Nn#1{\int_compare:nNnTF{##1}>{##2}\sort_return_swapped:\sort_return_same:}}
3324\ExplSyntaxOff
3325
3326\forestset{
3327  sort/.code={%
3328    \pgfmathparse{level()>\forestSortLevel}%
3329    \ifnum\pgfmathresult=0
3330      \StrSubstitute{\forestov{content}}{ }{ },{ }\myList%
3331      \sortList\myList
3332      \StrSubstitute{\myList}{ },{ }{ }\myList%
3333      \pgfmathparse{strrepeat("1",level())}%
3334      \xappto\myNodes{\noexpand\node at ($(\forestov{name})|-m)!-1!(\forestov{name}))$}
3335      (m\forestov{name}) {\myList}}%
3336    \pgfmathparse{level()=\forestSortLevel}%
3337    \ifnum\pgfmathresult=1
3338      \forestOget{\forestov{@first}}{name}\forestFirst
3339      \forestOget{\forestov{@last}}{name}\forestLast
3340      \xappto\myNodes{[<-]edge (\forestOv{\forestov{@first}}{name})
3341        \ifx\forestFirst\forestLast\else edge (\forestOv{\forestov{@last}}{name})\fi}}%
3342    \fi
3343    \ifnum\forestov{@parent}=0\else
3344      \xappto\myNodes{edge (m\forestOv{\forestov{@parent}}{name})}%
3345    \fi
3346    \gappto\myNodes{;}%
3347  \fi}}
3348
3349\forestset{sort level/.code=%
3350  \pgfmathparse{#1}\let\forestSortLevel\pgfmathresult
3351  \pgfmathparse{strrepeat("1",\forestSortLevel+1)}\let\forestOnes\pgfmathresult}
3352

```

spalten.sty

```
3353 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3354 \ProvidesPackage{bschlangaul-spalten}[2020/12/07 Lädt das Paket
3355 „multicol“, damit mehrspaltiger Satz mit Hilfe der Umgebung „multicols“
3356 realisiert werden kann.]
3357 \RequirePackage{multicol}
```

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

```
3358 \def\bSpaltenUmbruch{\vfill\strut\columnbreak}
```

```
3359
```

sql.sty

3360 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

3361 \ProvidesPackage{bschlangaul-sql}[2021/09/02 Zu Setzen von SQL]

Faulenzer

\let\s=\bSqlCode

Latex-Markup-Beispiel

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

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

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

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

3362 \bLadePakete{syntax}

3363 \RequirePackage{fancyvrb}

3364 \DefineVerbatimEnvironment {bSqlErgebnis} {Verbatim}

3365 {

3366 fontsize=\scriptsize

3367 }

\bSqlCode **Makro-Faulenzer:** \let\s=\liSqlCode

3368 \def\bSqlCode#1

3369 {

3370 \mintinline{sql}|#1|

3371 }

3372 \ExplSyntaxOff

3373

struktogramm.sty

3374 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

3375 \ProvidesPackage{bschlangaul-struktogramm}[2021/01/31 Lädt das
3376 Paket struktex zum Setzen von Struktogrammen]

3377 \RequirePackage{struktex}

3378

syntax.sty

```
3379 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3380 \ProvidesPackage{bschlangaul-syntax}[2020/06/10 Ein Hüll-Paket um
3381 `minted`.]
```

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

```
3382 \ExplSyntaxOn

3383 \RequirePackage{hyperref}

3384 \RequirePackage{minted}
3385 % pygmentize -L styles
3386 \usemintedstyle{colorful}
3387 %\BeforeBeginEnvironment{minted}{\begin{mdframed}}
3388 %\AfterEndEnvironment{minted}{\end{mdframed}}
3389 %\setminted{breaklines=true,linenos}
3390 \setminted
3391 {
3392   breaklines=true,
3393   linenos=false,
3394   fontsize=\footnotesize,
3395 }
```

`\bAssemblerCode`

```
3396 \def\bAssemblerCode#1
3397 {
3398   \mintinline{asm}|#1|
3399 }
```

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

```
3400 \NewDocumentCommand { \bAssemblerDatei } { m }
3401 {
3402   \inputminted{asm}{#1}
3403 }
```

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

```
3404 \NewDocumentCommand { \bMinispracheDatei } { m }
3405 {
3406   \inputminted{componentpascal}{#1}
3407 }
```

`\bHaskellCode` `\bHaskellCode{haskell}`: Zum Setzen von Haskell-Code.

```
3408 \def\bHaskellCode#1
3409 {
3410   \mintinline{haskell}|#1|
3411 }
```

`\bHaskellDatei` `\bHaskellDatei{relativer-pfad}`: Relativer Pfad zu einer Haskell-Datei.

```
3412 \NewDocumentCommand { \bHaskellDatei } { m }
3413 {
3414   \inputminted{haskell}{#1}
3415 }
```

```
3416 \ExplSyntaxOff
```

```
3417
```

syntaxbaum.sty

3418 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

3419 \ProvidesPackage{bschlangaul-syntaxbaum}[2021/02/14 Zum Setzen von

3420 Syntaxbäumen mit Hilfe des Pakets tikz-qtree]

TeX-Markup-Beispiel

```
\begin{tikzpicture}[b syntaxbaum,level distance=1cm]
\Tree [.S 0 [ 0 [.S $\varepsilon$ ] 0 ] 0 ]
\end{tikzpicture}
```



```
3421 \RequirePackage{tikz-qtree}
3422 \tikzset{b syntaxbaum/.style={
3423     every internal node/.style={
3424         draw,circle
3425     },
3426     every leaf node/.style={
3427         draw,rectangle
3428     },
3429 }
3430 }
3431
```

synthese-algorithmus.sty

```
3432 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3433 \ProvidesPackage{bschlangaul-synthese-algorithmus}[2021/03/19
3434 Hilfsmakros zum Setzen des Synthese-Algorithmuses zur Umformung einer
3435 Relation in die 3. Normalform]

3436 \bLadePakete{
3437   normalformen,
3438   mathe,
3439   typographie
3440 }

3441 \ExplSyntaxOn
```

Faulenzer

```
\let\schrittE=\bSyntheseUeberErklaerung
```

TeX-Markup Grundgerüst

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

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

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

TeX-Markup Linksreduktion

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

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

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

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

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

TeX-Markup Rechtsreduktion

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

\bPseudoUeberschrift{F}

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

```
\bPseudoUeberschrift{A}

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

TeX-Markup Relationen formen

```
\let\r=\bRelation
\let\u=\underline

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

(a) Kanonische Überdeckung

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

(i) Linksreduktion

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

(ii) Rechtsreduktion

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

(iii) Löschen leerer Klauseln

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

(iv) Vereinigung

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

(b) Relationsschemata formen

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

(c) Schlüssel hinzufügen

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

(d) Entfernung überflüssiger Teilschemata

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

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

```
3442 \def\bSyntheseUeberschrift#1
3443 {
3444   {
3445     \bfseries
3446     \rmfamily
3447     \str_case:nn {#1} {
3448       {1} {Kanonische~Überdeckung}
3449       {1-1} {Linksreduktion}
3450       {1-2} {Rechtsreduktion}
```

```

3451 {1-3} {Löschen-leerer-Klauseln}
3452 {1-4} {Vereinigung}
3453 {2} {Relationsschemata-formen}
3454 {3} {Schlüssel-hinzufügen}
3455 {4} {Entfernung-überflüssiger-Teilschemata}
3456 }
3457 }
3458 }

```

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

```

3459 \def\b@synthese@erklaerung@texte#1
3460 {
3461   \str_case:nn {#1} {
3462     {1} {
3463       Die-kanonische-Überdeckung---also-die-kleinst-mögliche-noch-
3464       äquivalente-Menge-von-funktionalen-Abhängigkeiten-kann-in-vier-
3465       Schritten-erreicht-werden.
3466     }
3467     {1-1} {
3468       Führe-für-jede-funktionale-Anhängigkeit-
3469        $\alpha \rightarrow \beta$ -in- $F$ -die-Linksreduktion-durch,~
3470       überprüfe-also-für-alle-
3471        $A \in \alpha$ ,~ob- $A$ -überflüssig-ist,~d.h.-ob-
3472        $\beta \subseteq \text{AttributHuelle}\{F, \alpha\}$ .
3473     }
3474     {1-2} {
3475       Führe-für-jede-(verbliebene)-funktionale-Abhängigkeit- $\alpha \rightarrow \beta$ -die-Rechtsreduktion-durch,~überprüfe-also-für-
3476       alle- $B \in \beta$ ,~ob- $B \in \text{AttributHuelle}\{F, (\alpha \rightarrow \beta)\}$ ,~
3477        $\alpha \rightarrow \beta$ -gilt.~In-diesem-Fall-ist- $B$ -auf-der-rechten-Seite-
3478       überflüssig-und-kann-eliminiert-werden,~dh- $\alpha \rightarrow \beta$ -wird-durch- $\alpha \rightarrow (\beta \cup B)$ -
3479       ersetzt.
3480     }
3481     {1-3} {
3482       Entferne-die-funktionalen-Abhängigkeiten-der-Form- $\alpha \rightarrow \emptyset$ ,~die-im-2.-Schritt-möglicherweise-
3483       entstanden-sind.
3484     }
3485     {1-4} {
3486       Fasse-mittels-der-Vereinigungsregel-funktionale-Abhängigkeiten-
3487       der-Form- $\alpha \rightarrow \beta_{\{1\}}, \dots, \alpha \rightarrow \beta_{\{n\}}$ ,~so-dass- $\alpha \rightarrow \beta_{\{1\}} \cup \dots \cup \beta_{\{n\}}$ -
3488       verbleibt.
3489     }
3490     % Kemper Seite 197
3491     {2} {
3492       Erzeuge-für-jede-funktionale-Abhängigkeit- $\alpha \rightarrow \beta$ -in- $F$ -ein-Relationenschema- $\mathcal{R} \subseteq \alpha$ -
3493       := $\alpha \cup \beta$ .
3494     }
3495     {3} {
3496       Falls-eines-der-in-Schritt-2.-erzeugten-Schemata- $\mathcal{R} \subseteq \alpha$ -
3497       einen-Schlüsselkandidaten-von- $\mathcal{R}$ -bezüglich- $F$ -
3498       enthält,~sind-wir-fertig,~sonst-wähle-einen-Schlüsselkandidaten-
3499        $\mathcal{K} \subseteq \mathcal{R}$ -aus-und-definiere-folgendes-
3500       zusätzliche-Schema:~ $\mathcal{R} \subseteq \mathcal{K}$ :~= $\mathcal{K}$ -
3501       und- $\mathcal{F} \subseteq \mathcal{K}$ :~= $\emptyset$ 
3502     }
3503     {4} {
3504       Eliminiere-diejenigen-Schemata- $\mathcal{R} \subseteq \alpha$ ,~die-in-einem-
3505       anderen-Relationenschema- $\mathcal{R} \subseteq \alpha'$ -enthalten-sind,~d.h.-
3506        $\mathcal{R} \subseteq \mathcal{R} \subseteq \alpha'$ .
3507     }
3508   }
3509 }

```

```

3513     }
3514   }
3515 }
3516 \def\bSyntheseErklaerung#1
3517 {
3518   {
3519     \itshape
3520     \footnotesize
3521     \bParagraphMitLinien{\b@synthese@erklaerung@texte{#1}}
3522   }
3523 }

```

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

```

3524 \def\bSyntheseUeberErklaerung#1
3525 {
3526   \bSyntheseUeberschrift{#1}\par
3527   \bSyntheseErklaerung{#1}
3528 }

3529 \ExplSyntaxOff
3530

```

tabelle.sty

3531 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]

3532 \ProvidesPackage{bschlangaul-tabelle}[2020/12/05 Lädt das Paket tabluarx]

3533 \RequirePackage{tabularx}

3534

tex-dokumentation.sty

```
3535 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3536 \ProvidesPackage{bschlangaul-tex-dokumentation}[2021/09/12 Hilfsmakros
3537 für die DTX-Dokumentation]

3538 \ExplSyntaxOn

3539 \RequirePackage{mdframed}

3540 \newenvironment{bBeispiel}
3541 {
3542   \begin{mdframed}
3543 }
3544 {
3545   \end{mdframed}
3546 }

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

3547 \cs_new:Npn \let_abkuerzung:nn #1 #2
3548 {
3549   \texttt{
3550     {
3551       \textbackslash let
3552       \textbackslash #1
3553       =
3554       \textbackslash #2
3555     }
3556 }
3557 \def\bmakroFaulenzer #1 #2
3558 {
3559   \par
3560   \noindent
3561   \textbf{Makro-Faulenzer:~}
3562   \let_abkuerzung:nn {#1}{#2}
3563   \par
3564 }

3565 \prop_new:N \l_faulenzer_prop

\bfaulenzer

3566 \def\bfaulenzer#1
3567 {
3568   \prop_clear:N \l_faulenzer_prop
3569   \prop_put_from_keyval:Nn \l_faulenzer_prop {#1}
3570   \subsubsection{Faulenzer}
3571   \prop_map_inline:Nn \l_faulenzer_prop
3572   {
3573     \noindent
3574     \let_abkuerzung:nn {##1} {##2}
3575     \par
3576   }
3577   \bigskip
3578 }

3579 \ExplSyntaxOff

3580
```

typographie.sty

```
3581 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3582 \ProvidesPackage{bschlangaul-typographie}[2021/03/20 Typographische Makros,
3583 die das Erscheinungsbild verändern. Die Schriftdefinition sind in
3584 formatierung.sty definiert.]
```

```
3585 \ExplSyntaxOn
```

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

```
3586 \RequirePackage{fontawesome}
```

\bErledigt \bErledigt: ☑

```
3587 \let\bErledigt=\faCheckSquare0
```

\bNichtsZuTun \bNichtsZuTun: ∅ Nichts zu tun

```
3588 \def\bNichtsZuTun{\emptyset~Nichts~zu~tun}
```

\bParagraphMitLinien \bParagraphMitLinien{Lorem ipsum...}:

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

```
3589 \def\bParagraphMitLinien#1
```

```
3590 {
```

```
3591 \noindent
```

```
3592 \vrule height 2pt depth -1.6pt width 0.4cm
```

```
3593 \enspace
```

```
3594 #1
```

```
3595 \enspace
```

```
3596 \leaders\vrule height 2pt depth -1.6pt \hfill \null
```

```
3597 \par
```

```
3598 \medskip
```

```
3599 }
```

\bGeschweifteKlammern Große geschweifte Klammer mit Istgleich-Zeichen.

Variable = {	Inhalt	}
--------------	--------	---

```
3600 \def\bGeschweifteKlammern#1#2#3#4
```

```
3601 {
```

```
3602 \par
```

```
3603 \medskip
```

```
3604 \noindent
```

```
3605 #1 \, $= \Bigl\{
```

```
3606 \vspace{#3}
```

```
3607 #2
```

```
3608 \vspace{#4}
```

```
3609 \begin{flushright}$\Bigr\}\end{flushright}
```

```
3610 \par
```

```
3611 }
```

```
3612 \ExplSyntaxOff
```

```
3613
```

uml.sty

```

3614 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3615 \ProvidesPackage{bschlangaul-uml}[2020/06/13 Ein Hüll-Paket um
3616 `tikz-uml', das einige Design-Einstellungen vornimmt und manche
3617 Erweiterung bereitstellt]

3618 \RequirePackage{tikz-uml}

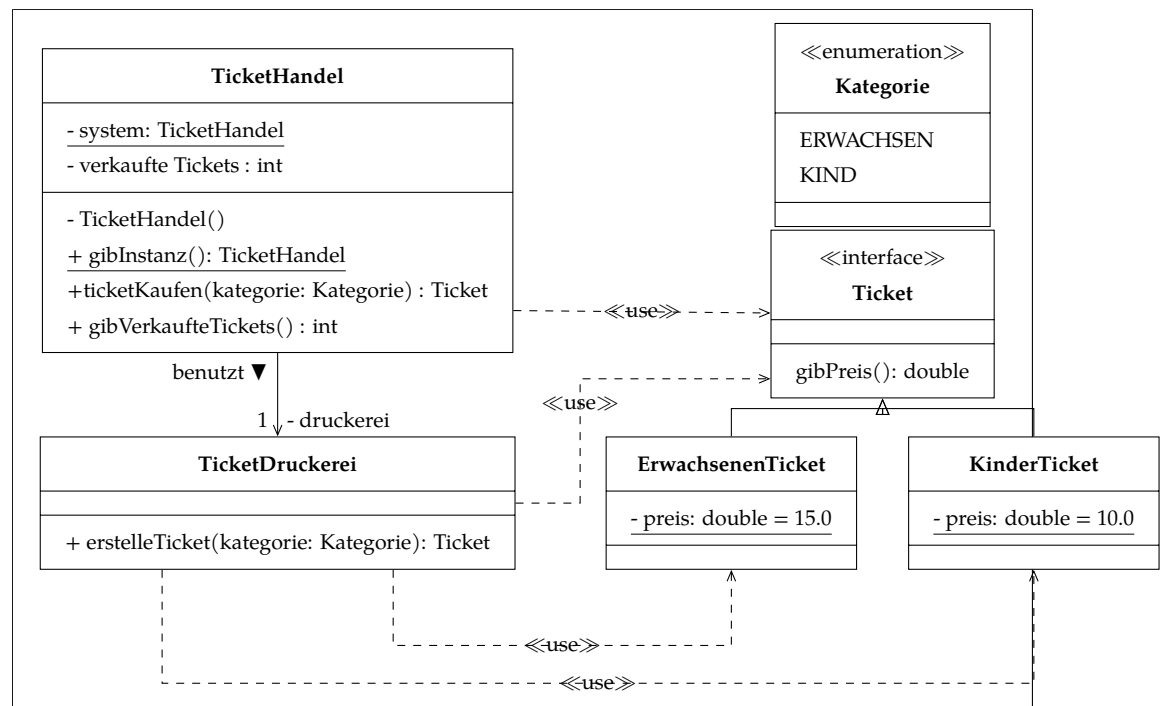
3619 \RequirePackage{tikz-uml-activity}

    Not compatible with wasysym
3620 %\RequirePackage{mathabx}
3621 \RequirePackage{wasysym}

3622 \usetikzlibrary{positioning}

3623 \tikzumlset{
3624   fill class=white!0,
3625   font=\footnotesize,
3626   fill object=white!0,
3627   fill note=white!0,
3628   fill state=white!0,
3629   % Use case
3630   fill usecase=white!0,
3631   fill system=white!0,
3632 }

```



```
\bUm1Leserichtung \umluniassoc[arg1=,mult2=1,arg2=- druckerei,name=benutzt]{TicketHandel}{TicketDruckerei}  
\bUm1Leserichtung[pos=below left,dir=down,distance=0cm]{benutzt}
```

```

3633 \NewDocumentCommand{ \bUmlLeserichtung } { O{dir=right} m }
3634 {
3635   \def\@bDirLeft{}
3636   \def\@bDirRight{ \RIGHTarrow}
3637   \pgfkeys{/lese/dir/.is choice}
3638   \pgfkeys{/lese/dir/up/.code={\def\@bDirRight{ \UParrow}}}
3639   \pgfkeys{/lese/dir/down/.code={\def\@bDirRight{ \DOWNarrow}}}
3640   \pgfkeys{/lese/dir/left/.code={\def\@bDirRight{}\def\@bDirLeft{ \LEFTarrow }}}
3641   \pgfkeys{/lese/dir/right/.code={\def\@bDirRight{ \RIGHTarrow}}}
3642
3643   \def\@bPos{above}

```

```

3644 \pgfkeys{/lese/pos/.code={\def\bPos{##1}}}
3645
3646 \def\bDistance{0cm}
3647 \pgfkeys{/lese/distance/.code={\def\bDistance{##1}}}
3648
3649 \pgfkeys{/lese/.cd,#1}
3650
3651 \node[\bPos = \bDistance of #2-middle] {
3652     \@bDirLeft{\footnotesize#2}\@bDirRight
3653 };
3654 }
3655

```

vollstaendige-induktion.sty

```
3656 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3657 \ProvidesPackage{bschlangaul-vollstaendige-induktion}[2021/07/01
3658 Hilfsmakros zum Setzen der Vollständigen Induktion, vor allem die
3659 Überschriften für die einzelnen Schritte]
```

Faulenzer

```
\let\m=\bInduktionMarkierung
\let\e=\bInduktionErklaerung
```

```
\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 n! \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

```
3660 \bLadePakete{
3661   typographie,
3662   mathe,
3663   syntax
3664 }
3665 \ExplSyntaxOn
```

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

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

```
3666 \def\bInduktionMarkierung#1
3667 {
```

```

3668 \textcolor{violet}{#1}
3669 }

```

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

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

```

3670 \def\bInduktionErklaerung#1
3671 {
3672   \scriptsize\text{#1}
3673 }

```

`\bInduktionAnfang`

```

3674 \def\bInduktionAnfang{
3675   \bPseudoUeberschrift{Induktionsanfang}
3676
3677   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
3678   \bParagraphMitLinien{
3679     Beweise,~dass~$A(1)$~eine~wahre~Aussage~ist.
3680   }
3681 }

```

`\bInduktionVoraussetzung`

```

3682 \def\bInduktionVoraussetzung{
3683   \bPseudoUeberschrift{Induktionsvoraussetzung}
3684
3685   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
3686   \bParagraphMitLinien{
3687     Die~Aussage~$A(k)$~ist~wahr~für~ein~beliebiges~$k$ \in \mathbb{N}$.
3688   }
3689 }

```

`\bInduktionSchritt`

```

3690 \def\bInduktionSchritt{
3691   \bPseudoUeberschrift{Induktionsschritt}
3692
3693   % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
3694   \bParagraphMitLinien{
3695     Beweise,~dass~wenn~$A(n=k)$~wahr~ist,~
3696     auch~$A(n=k+1)$~wahr~sein~muss.
3697   }
3698 }

3699 \ExplSyntaxOff
3700

```

wasserfall.sty

```
3701 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3702 \ProvidesPackage{bschlangaul-wasserfall}[2020/06/10 Zu Setzen des
3703 Diagramms zum Wasserfallmodell]
```

Latex-Markup-Beispiel

```
\begin{tikzpicture}[b wasserfall]
\node {Systemanforderung}; % A-1
\node {Softwareanforderung};
\node {Analyse};
\node {Entwurf};
\node {Implementierung};
\node {Test};
\node {Betrieb};

\foreach \i [count=\j] in {2,...,7}
{
  \draw[->, thick] (A-\i) -| (A-\j);
  \draw[->, thick] (A-\j) -| (A-\i);
}
\end{tikzpicture}

3704 \RequirePackage{tikz}
3705 \usetikzlibrary{chains,positioning,shadows}

3706 \tikzset{
3707   b wasserfall/.style={
3708     >=stealth,
3709     node distance = 2mm and -8mm,
3710     start chain = A going below right,
3711     every node/.style = {
3712       draw,
3713       text width=24mm,
3714       minimum height=12mm,
3715       align=center,
3716       inner sep=1mm,
3717       fill=white,
3718       drop shadow={fill=black},
3719       on chain=A
3720     },
3721   }
3722 }

3723
```

wpkalkuel.sty

```
3724 \NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
3725 \ProvidesPackage{bschlangaul-wpkalkuel}[2020/06/13 Hilfsmakros zum
3726 Setzen des WP-Kalküls]
```

Faulenzer

```
\let\wp=\bWpKalkuel
\let\equivalent=\bWpEquivalent
\let\erklaerung=\bWpErklaerung
```

```
3727 \RequirePackage{amsmath}
```

```
3728 \ExplSyntaxOn
```

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

```
3729 \def\bWpKalkuelOhneMathe#1#2
3730 {
3731   \text{wp}(\texttt{\scriptsize"#1"},\thinspace #2)
3732 }
3733 \def\bWpKalkuel#1#2{
3734   \ifmmode
3735     \bWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}
3736   \else
3737     $\bWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}$
3738   \fi
3739 }

3740 \cs_new:Npn \mathe_umgebung:n #1
3741 {
3742   \medskip
3743
3744   \hspace{1em}#1
3745
3746   \medskip
3747 }
```

\bWpPseudoMatheUmgebung

```
3748 \def\bWpPseudoMatheUmgebung#1
3749 {
3750   \mathe_umgebung:n{#1$}
3751 }
```

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

```
3752 \def\bWpEquivalent#1
3753 {
3754   \mathe_umgebung:n {
3755     $\equiv$
3756     \hspace{1em}
3757     $#1$
3758   }
3759 }
```

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

```
3760 \newlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}
3761 \def\bWpErklaerung#1
3762 {
3763   \setlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}{\leftskip}
3764   \setlength{\leftskip}{0.5cm}
3765
3766   \par
3767   \noindent
3768   {
```



```

3769 \scriptsize
3770 #1
3771 }
3772 \par
3773
3774 \setlength{\leftskip}{\@Skip@Erklaerung@Reset}
3775 }

```

\bWpErklaerungVerzweigung

```

3776 \def\bWpErklaerungVerzweigung
3777 {
3778   $\bWpKalkuelOhneMathe{if~\{~b~\}~then~\{~a1~\}~else~\{~a2~\}}{Q}
3779   \equiv
3780   (b \land \bWpKalkuelOhneMathe{a1}{Q})
3781   \lor
3782   (\neg b \land \bWpKalkuelOhneMathe{a2}{Q})$
3783 }

3784 \ExplSyntaxOff
3785

```

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		
\\#	..... 543	1872, 1906, 2245, 3008, 3266, 3605, 3778
\,	..... 809, 961, 1257, 1275, 1907, 1909, 2129, 2136, 2600, 2601, 2602, 3068, 3605	\} 641, 1844, 1854, 1866, 1867, 1874, 1910, 2246, 3008, 3266, 3609, 3778
\@par	..... 2097	_ 3020, 3030
\@Skip@Erklaerung@Reset	..... 3760, 3763, 3774	_ 123, 264, 358, 465, 473, 479, 481, 750, 782, 902, 940, 948, 951, 954
\@afterheading	..... 1022	
\@afterindentfalse	..... 1021	
\@bDirLeft	3635, 3640, 3652	
\@bDirRight	3636, 3638, 3639, 3640, 3641, 3652	
\@bDistance	3646, 3647, 3651	
\@bPos	..... 3643, 3644, 3651	
\@depth	..... 2103	
\@flushglue	..... 2097	
\@height	..... 2101, 2103	
\@showidx	..... 2089	
\@width	..... 2101, 2103	
\\	177, 179, 203, 207, 211, 357, 1287, 1315, 1316, 1319, 1320, 1323, 1324, 1419, 1420, 1421, 1528, 1562, 1564, 1594, 1603, 1648, 1690, 1691, 1692, 1697, 1698, 1699, 1719, 2436, 2958, 3021, 3024	
\{	..... 641, 1844, 1854, 1866, 1867,	
\aufgabe	..... 63, 87	
\aufgabenpfad	..... 96, 411, 890	
B		
\b@chomsky@erklaerung@texte	..... 1126, 1162	
\b@EntwurfsCode	..... 1304, 1355, 1356, 1357, 1406, 1407, 1408, 1409, 1475, 1476, 1477, 1478, 1479, 1480, 1507, 1508, 1509, 1510, 1511, 1512, 1578, 1748, 1749, 1750, 1751, 1791, 1792	
\b@EntwurfsCodeAllgemein	..... 1303	
\b@fussnote@text	2909, 2915, 2919, 2923, 2927	
\b@GithubLink	..... 2138, 2153, 2164, 2176	
\b@mget	... 2053, 2057, 2077	
\b@minc	..... 2056, 2078	
\b@mset	2050, 2058, 2067, 2070	
\b@numdiscs	2062, 2071, 2077	
\b@Rmodell@Schrift	... 3250, 3259, 3269	
\b@SansFett	... 163, 177, 179, 181, 203, 207, 211	
\b@sequence	... 2063, 2076	
\b@synthese@erklaerung@texte	..... 3459, 3521	
\bAbleitung	..... 1881	
bAdditum (env.)	..... 2494	
A		
\addbibresource	..... 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408	
\ADDITUMfalse	..... 664	
\ADDITUMtrue	..... 16, 664	
\AddToHook	..... 103, 107, 306, 385, 404	
\advance	..... 3315	
\AfterEndEnvironment	3388	
\Alpha	..... 1967	
\alph	..... 1967, 1968	
\alpha	3469, 3471, 3472, 3475, 3477, 3478, 3479, 3480, 3481, 3485, 3491, 3492, 3497, 3498, 3499, 3502, 3510, 3511, 3512	
\ANTWORTfalse	..... 668	
\ANTWORTtrue	..... 668	
\arabic	..... 1967	
\arraystretch	..... 2953	
\AtBeginDocument	..... 200	

\bAlphabet	1866	1367, 1382, 1417,	\bEntwurfsEinzelstueckUml
bAntwort (env.)	2450	1441, 1488, 1520,	..... 1559, 1583
\bAnweisung	2330	1535, 1560, 1570,	\bEntwurfsErbauer .. 1637
\baselineskip	2099	1590, 1610, 1642,	\bEntwurfsErbauerAkteure
\bAssemblerCode	3396	1659, 1688, 1713,	..... 1609, 1639
\bAssemblerDatei ...	3400	1734, 1758, 1773,	\bEntwurfsErbauerUml .
\bAttribut	3269	1887, 1972, 2064,	..... 1589, 1638
\bAttributHuelle		2140, 2199, 2208,	\bEntwurfsFabrikmethode
..... 3000, 3472, 3477		2215, 2323, 2422,	..... 1683, 1708
\bAttributHuelleOhneMathe		2480, 2502, 2523,	\bEntwurfsFabrikmethodeAkteure
..... 3000, 3003,		2554, 2559, 2670,	..... 1658, 1685
3005, 3019, 3029, 3037		2674, 2693, 2716,	\bEntwurfsFabrikmethodeUml
\bAttributMenge		2739, 2754, 2855,	..... 1641, 1684
. 3008, 3020, 3023,		2856, 2860, 2883,	\bEntwurfsKompositum 1708
3030, 3031, 3045, 3047		2896, 2956, 2957,	\bEntwurfsKompositumAkteure
\bAufgabe	361, 444	3012, 3057, 3197,	..... 1710
\bAufgabenMetadaten 81,		3217, 3387, 3542, 3609	\bEntwurfsKompositumUml
262, 363, 375, 408, 475		\bbeginngroup 2423, 3010, 3311	..... 1687, 1709
\bAufgabenTitel	484	\bEmph	2429
\bAusdruck	1903	\bEntwurfs	1729
\bAutomat	495	\bEntwurfsAbstrakteFabrik	
\bAutomatenKante	527	..... 1359	\bEntwurfsModellPraesentationSteuerungAkteure
\bBandAlphabet	1867	\bEntwurfsAbstrakteFabrikBeschreibungModellPraesentationSteuerungUml	
bBaum (env.)	1089	..... 1307, 1360	..... 1712, 1730
\bBedingung	2331	\bEntwurfsAbstrakteFabrikCode	\bEntwurfsStellvertreter
\bBedingungDrei .....		..... 1354, 1364	..... 1753
..... 2665, 2708, 2748		\bEntwurfsAbstrakteFabrikUml	\bEntwurfsStellvertreterCode
\bBedingungEins .....		..... 1312, 1362	..... 1747, 1755
..... 2659, 2697, 2740		\bEntwurfsAdapter .. 1411	\bEntwurfsStellvertreterUml
\bBedingungFalsch ..	2333	\bEntwurfsAdapterAkteure	..... 1733, 1754
\bBedingungWahr	2332	..... 1381, 1413	\bEntwurfsZustand .. 1794
\bBedingungZwei		\bEntwurfsAdapterCode	\bEntwurfsZustandAkteure
..... 2662, 2703, 2744		..... 1405, 1414	..... 1772, 1796
\bBindeAufgabeEin ...	245	\bEntwurfsAdapterUml .	\bEntwurfsZustandCode
\bBindePdfEin	199	..... 1366, 1412	..... 1790, 1797
\bCheckboxAngekreuzt	1106	\bEntwurfsBeobachter 1482	\bEntwurfsZustandUml .
\bCheckboxLeer	1107	\bEntwurfsBeobachterAkteure	..... 1757, 1795
\bChomskyErklaerung .		..... 1440, 1484	\bEpsilon
..... 1126, 1167		\bEntwurfsBeobachterCode	1852
\bChomskyUeberErklaerung		..... 1474, 1485	\bErAttribute
..... 1165		\bEntwurfsBeobachterUml	..... 1810, 1824, 1826
\bChomskyUeberschrift		..... 1416, 1483	\bErDatenbankName .. 1829
..... 1114, 1166		\bEntwurfsDekorierer 1514	\bErEntity 1808, 1812, 1814
\bCpmEreignis	1175	\bEntwurfsDekoriererAkteure	..... 3587
\bCpmFruehErklaerung	1246	..... 1516	\bErMpAttribute 1823
\bCpmFruehI ... 1239, 1259		\bEntwurfsDekoriererCode	\bErMpEntity
\bCpmSpaetErklaerung	1264	..... 1506, 1517	1811
\bCpmSpaetI ... 1232, 1277		\bEntwurfsDekoriererUml	\bErMpRelationship . 1817
\bCpmVon	1215	..... 1487, 1515	\bErRelationship
\bCpmVonOhneMathe ...		\bEntwurfsEinfacheFabrik	..... 1809, 1818, 1820
..... 1215, 1218, 1220		..... 1550	\beschriftung
\bCpmVonZu	1207	\bEntwurfsEinfacheFabrikAkteure	..... 2460, 2464,
\bCpmVonZuOhneMathe .		..... 1534, 1552	2468, 2472, 2476, 2478
..... 1207, 1210, 1212		\bEntwurfsEinfacheFabrikUml	\bEta
\bCpmVorgang	1192	..... 1519, 1551	3469,
\bCpmZu	1223	\bEntwurfsEinzelstueck	3472, 3476, 3477,
\bCpmZuOhneMathe ....		..... 1580	3478, 3481, 3491,
..... 1223, 1226, 1228		\bEntwurfsEinzelstueckAkteure	3492, 3493, 3498, 3499
\BeforeBeginEnvironment		..... 1569, 1585	\bExamensAufgabe . 373, 447
..... 3387		\bEntwurfsEinzelstueckBeschreibung	\bExamensAufgabeA ... 456
\begin	117, 175,	..... 1554, 1581	\bExamensAufgabeTA .. 453
192, 354, 973, 982,		\bEntwurfsEinzelstueckCode	\bExamensAufgabeTTA . 450
990, 1096, 1313,		..... 1577, 1587	\bExams (env.)
			2519
			\bFaulenzer
			3566
			\bFlaci
			1913
			\bFremd
			3249

\bfseries . 67, 166, 231, 271, 974, 997, 1116, 1957, 1959, 2873, 3445	\bKontrollKnotenPfad 2336	\bOmegaOhneMathe
\bFunktionaleAbhaengigkeit 3039, 3042, 3050	\bKontrollTextzeileKnoten 2335, 2340	. . . . . 2622, 2627, 2629
\bFunktionaleAbhaengigkeiten 3053	\bKurzeTabellenLinie 1287	\bONotationO 3080
\bFussnote 2908, 2910	\bLadeAllePakete . . . . .	. . . . . 2632, 2637, 2639
\bFussnoteDreiText 2922, 2940	\bLadePakete 5, 135, 142, 154, 343, 419, 488, 491, 670, 675, 1113, 1174, 1843, 2113, 2194, 2785, 2907, 2992, 3160, 3362, 3436, 3660	\bbool 786, 904
\bFussnoteEinsText 2914, 2934	\bLeereZelle 2945	\bbowtie 3236, 3239, 3240, 3241
\bFussnoteLink 2578	\bLinie 2589	\bBox 593
\bFussnoten 2930	\bLinksReduktion . . . 3017	\bboxtimes 1106
\bFussnoteUrl . . 1727, 2566	\bLinksReduktionInline 3026, 3034	\bParagraphMitLinien 1162, 1247, 1265, 2969, 3521, 3589, 3678, 3686, 3694
\bFussnoteVierText 2926, 2943	\bLogoTextCCLizenz 114, 319, 2889	\bPetriErreichKnotenDrei 3154
\bFussnoteZweiText 2918, 2937	\bLogoTextProjekt 111, 316, 2865	\bPetriErreichTransition 3151
\bGeschweifteKlammern 1885, 3054, 3600	\bMakroFaulenzer . . . 3547	\bPetriSetzeSchluessel 3096
\bGitBranch . 663, 945, 2121	\bMasterExkurs 2753	\bPetriTransitionsName 3143, 3155
\bGithubDomain 659, 942, 2117	\bMasterFaelle . 2692, 2760	\bPetriTransitionsNameOhneMathe 3143, 3146, 3148
\bGithubRawDomain 660, 2118	\bMasterFallRechnung 2738	\bPetriTransPfeile . 3155
\bGithubRepoNameAufgaben 661, 943, 2119	\bMasterVariablen 2669, 2755	\bPfadAufgaben 199, 248, 368, 380, 445, 448, 451, 454, 457, 658, 2116, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408
\bGithubRepoNameJava 662, 2120	\bMasterVariablenDeklaration 2715	\bPfadLogo 658, 2002
\bGrafikCCLizenz 2004, 2893	\bMasterWolframLink 2763	\bPolynomiellReduzierbar 2214
\bGrafikLogo 991, 2009, 2869	\bMenge . . 505, 506, 508, 547, 548, 549, 553, 605, 606, 607, 611, 1844, 1893, 1932, 1933	\bPotenzmenge 1853, 1857, 3166
\bGrafikLogoPfad 2001, 2006, 2011	\bMengeOhneMathe 1844, 1847, 1849	\bPotenzmengeOhneMathe 1854, 1855, 1856
\bGrammatik 1924	\bMetaBschlangaulSammlung 999, 2360, 2786, 2874	\bPrimaer 3248
bGraphenFormat (env.) 2043	\bMetaCCLink . . 2819, 2898	\bProblemBeschreibung 2198
\bgroup 2455, 2499	\bMetaEmail 2366, 2798, 2806, 2809	\bProblemClique 2221
\bHanoi 2050	\bMetaEmailLink 2802, 2841	\bProblemName 2197, 2204, 2216, 2218, 2231, 2242, 2243, 2251, 2252
\bHaskellCode 3408	\bMetaHermineFriends 1007, 2365, 2794, 2878	\bProblemSat 2250
\bHaskellDatei 3412	\bMetaHermineGanzerName 2790, 2796	\bProblemSubsetSum 2241, 2250
\Bigl 3605	\bMetaHilfMit 120, 2831, 2846, 2848	\bProblemVertexCover 2221, 2229
\Bigr 3609	\bMetaNochKeineLoesung 2843	\bProduktionen . 1892, 1934
\bigskip . . 98, 112, 115, 317, 320, 936, 1289, 1294, 2438, 2931, 3577	\bMetaQuelltext 122, 357, 2848	bProduktionsRegeln (env.) 1882
\bInduktionAnfang . . 3674	\bMetaSetze . . 83, 263, 365, 377, 410, 464, 477	bProjektSprache (env.) 2448
\bInduktionErklaerung 3670	\bMetaUeberDasProjekt 2812, 2885	\bPruefungsNummer . . . 157
\bInduktionMarkierung 3666	\bMinimierungErklaerung 2967	\bPruefungsTitel 160
\bInduktionSchritt . 3690	\bMinispracheDatei . 3404	\bPseudoUeberschrift 2437, 2505, 2508, 2955, 2965, 3675, 3683, 3691
\bInduktionVoraussetzung 3682	\bNichtsZuTun 3588	\bPumpingKontextfrei 3212
bJavaAngabe (env.) . . 2123	\bO 2632, 2660	\bPumpingRegulaer . . 3191
\bJavaCode 2127	\bOmega 2622, 2666	bQuellen (env.) 2545
\bJavaDatei . . . 1305, 2146		
\bJavaExamen 2168		
\bJavaExamenDatei . . 2180		
\bJavaExamenTestDatei 2184		
\bJavaTestDatei 2157		
\bKellerAutomat 536		
\bKellerKante 574		
\bKellerUebergang 569, 575		
\bKontrollCode 2334		
bKontrollflussgraph (env.) 2322		

2700, 2705, 2717, 2721, 2725, 2729, 2733, 2740, 2744, 2748, 3198, 3201, 3204, 3218, 3221, 3224	\itshape 1160, 3519	\leftarrow 1223	654, 1029, 1102, 1109, 1171, 1284, 1299, 1800, 1836, 1949, 1986, 1995, 2016, 2045, 2083, 2109, 2190, 2262, 2345, 2385, 2391, 2413, 2605, 2768, 2781, 2904, 2983, 2988, 3071, 3091, 3157, 3182, 3187, 3230, 3243, 3272, 3353, 3360, 3374, 3379, 3418, 3432, 3531, 3535, 3581, 3614, 3656, 3701, 3724
J	\j 2066, 2067, 2069, 2070, 2071, 2076, 2077, 2078	\leftouterjoin 3239	\neg 3782
K	\k 2076	\leftskip . 3763, 3764, 3774	\negthinspace .. 2610, 3078
\keine . 100, 1018, 2446, 2564	\keys . 139, 469, 504, 516, 546, 556, 604, 614, 757, 1179, 1183, 1197, 1202, 1931, 1938	\leq 2712, 3201, 3221	\NewDocumentCommand 496, 537, 574, 595, 637, 670, 1176, 1193, 1232, 1239, 1288, 1293, 1903, 1925, 2004, 2009, 2146, 2157, 2168, 2180, 2184, 2214, 2337, 2389, 2566, 2578, 3053, 3064, 3151, 3400, 3404, 3412, 3633
\kopfzeile 2350, 2360, 2361, 2362, 2365, 2366, 2367, 2376	L	\let 1856, 1857, 2097, 2424, 3312, 3350, 3351, 3547, 3562, 3574, 3587	\NewDocumentEnvironment 1089, 1882, 1971, 2043, 2322, 2448, 2449, 2450, 2494, 2519, 2549, 2954, 3009, 3252, 3270
\l ... 497, 498, 499, 500, 501, 502, 505, 506, 507, 508, 509, 511, 513, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 1177, 1180, 1185, 1186, 1189, 1194, 1195, 1198, 1199, 1204, 1926, 1927, 1928, 1929, 1932, 1933, 1934, 1935, 1941, 1942, 1943, 1944, 2339, 2340, 2341, 2551, 2552, 2553, 2560, 3565, 3568, 3569, 3571	\l 2660, 2663, 2666, 2695, 2701	\loadclass 4, 132, 152, 219, 330, 418	\newif 664, 666, 668
\labelenumi 1968	\l 497, 498, 499, 500, 501, 502, 505, 506, 507, 508, 509, 511, 513, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 1177, 1180, 1185, 1186, 1189, 1194, 1195, 1198, 1199, 1204, 1926, 1927, 1928, 1929, 1932, 1933, 1934, 1935, 1941, 1942, 1943, 1944, 2339, 2340, 2341, 2551, 2552, 2553, 2560, 3565, 3568, 3569, 3571	\liAHuelle (env.) 3009	\newlength 3760
\labelenumii 1969	\l 497, 498, 499, 500, 501, 502, 505, 506, 507, 508, 509, 511, 513, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 1177, 1180, 1185, 1186, 1189, 1194, 1195, 1198, 1199, 1204, 1926, 1927, 1928, 1929, 1932, 1933, 1934, 1935, 1941, 1942, 1943, 1944, 2339, 2340, 2341, 2551, 2552, 2553, 2560, 3565, 3568, 3569, 3571	\liEinbettung (env.) .. 2449	\newminted 2123
\labelitemi 1962	\l 497, 498, 499, 500, 501, 502, 505, 506, 507, 508, 509, 511, 513, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 1177, 1180, 1185, 1186, 1189, 1194, 1195, 1198, 1199, 1204, 1926, 1927, 1928, 1929, 1932, 1933, 1934, 1935, 1941, 1942, 1943, 1944, 2339, 2340, 2341, 2551, 2552, 2553, 2560, 3565, 3568, 3569, 3571	\liKasten (env.) 1971	\node 1189, 2330, 2335, 3289, 3334, 3651
\labelitemii 1963	\l 497, 498, 499, 500, 501, 502, 505, 506, 507, 508, 509, 511, 513, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 1177, 1180, 1185, 1186, 1189, 1194, 1195, 1198, 1199, 1204, 1926, 1927, 1928, 1929, 1932, 1933, 1934, 1935, 1941, 1942, 1943, 1944, 2339, 2340, 2341, 2551, 2552, 2553, 2560, 3565, 3568, 3569, 3571	\lineskip 2098	\noexpand 3334
\labelitemiii 1964	\l 497, 498, 499, 500, 501, 502, 505, 506, 507, 508, 509, 511, 513, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 1177, 1180, 1185, 1186, 1189, 1194, 1195, 1198, 1199, 1204, 1926, 1927, 1928, 1929, 1932, 1933, 1934, 1935, 1941, 1942, 1943, 1944, 2339, 2340, 2341, 2551, 2552, 2553, 2560, 3565, 3568, 3569, 3571	\linespread 3257	\noindent 27, 45, 53, 66, 91, 119, 356, 915, 1093, 1290, 1295, 2441, 2477, 2535, 2537, 2556, 2591, 2757, 2933, 2936, 2939, 2942, 3265, 3560, 3573, 3591, 3604, 3767
\labelitemiv 1965	\l 497, 498, 499, 500, 501, 502, 505, 506, 507, 508, 509, 511, 513, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 1177, 1180, 1185, 1186, 1189, 1194, 1195, 1198, 1199, 1204, 1926, 1927, 1928, 1929, 1932, 1933, 1934, 1935, 1941, 1942, 1943, 1944, 2339, 2340, 2341, 2551, 2552, 2553, 2560, 3565, 3568, 3569, 3571	liRelationenSchemaFormat (env.) 3270	\nolinkurl 2143
\land 3780, 3782	\l 497, 498, 499, 500, 501, 502, 505, 506, 507, 508, 509, 511, 513, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 1177, 1180, 1185, 1186, 1189, 1194, 1195, 1198, 1199, 1204, 1926, 1927, 1928, 1929, 1932, 1933, 1934, 1935, 1941, 1942, 1943, 1944, 2339, 2340, 2341, 2551, 2552, 2553, 2560, 3565, 3568, 3569, 3571	\listen 2545, 2560	\normalbaselineskip 2099, 2101, 2103
\LARGE 177, 211, 1957	\l 497, 498, 499, 500, 501, 502, 505, 506, 507, 508, 509, 511, 513, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 1177, 1180, 1185, 1186, 1189, 1194, 1195, 1198, 1199, 1204, 1926, 1927, 1928, 1929, 1932, 1933, 1934, 1935, 1941, 1942, 1943, 1944, 2339, 2340, 2341, 2551, 2552, 2553, 2560, 3565, 3568, 3569, 3571	\literatur 2387, 2411	\normallineskip 2098
\Large 68, 203, 975, 998	\l 497, 498, 499, 500, 501, 502, 505, 506, 507, 508, 509, 511, 513, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 1177, 1180, 1185, 1186, 1189, 1194, 1195, 1198, 1199, 1204, 1926, 1927, 1928, 1929, 1932, 1933, 1934, 1935, 1941, 1942, 1943, 1944, 2339, 2340, 2341, 2551, 2552, 2553, 2560, 3565, 3568, 3569, 3571	liUebergangsTabelle (env.) 2953	\normalsize ... 1959, 2132
\large 55, 179, 983, 1006, 2204, 3300	\l 497, 498, 499, 500, 501, 502, 505, 506, 507, 508, 509, 511, 513, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 1177, 1180, 1185, 1186, 1189, 1194, 1195, 1198, 1199, 1204, 1926, 1927, 1928, 1929, 1932, 1933, 1934, 1935, 1941, 1942, 1943, 1944, 2339, 2340, 2341, 2551, 2552, 2553, 2560, 3565, 3568, 3569, 3571	\llap 3237	\notin 1296
\leaders 3596	\l 497, 498, 499, 500, 501, 502, 505, 506, 507, 508, 509, 511, 513, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 1177, 1180, 1185, 1186, 1189, 1194, 1195, 1198, 1199, 1204, 1926, 1927, 1928, 1929, 1932, 1933, 1934, 1935, 1941, 1942, 1943, 1944, 2339, 2340, 2341, 2551, 2552, 2553, 2560, 3565, 3568, 3569, 3571	\LoadClass 4, 132, 152, 219, 330, 418	\null 3596
\leavevmode 2100	\l 497, 498, 499, 500, 501, 502, 505, 506, 507, 508, 509, 511, 513, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 1177, 1180, 1185, 1186, 1189, 1194, 1195, 1198, 1199, 1204, 1926, 1927, 1928, 1929, 1932, 1933, 1934, 1935, 1941, 1942, 1943, 1944, 2339, 2340, 2341, 2551, 2552, 2553, 2560, 3565, 3568, 3569, 3571	\log 2660, 2663, 2666, 2695, 2701	\numexpr 146
\left 2610, 3078	\l 497, 498, 499, 500, 501, 502, 505, 506, 507, 508, 509, 511, 513, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 1177, 1180, 1185, 1186, 1189, 1194, 1195, 1198, 1199, 1204, 1926, 1927, 1928, 1929, 1932, 1933, 1934, 1935, 1941, 1942, 1943, 1944, 2339, 2340, 2341, 2551, 2552, 2553, 2560, 3565, 3568, 3569, 3571	\logo 2853, 2867, 2891	\o 3080, 3085, 3087
\LEFTarrow 3640	\l 497, 498, 499, 500, 501, 502, 505, 506, 507, 508, 509, 511, 513, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 1177, 1180, 1185, 1186, 1189, 1194, 1195, 1198, 1199, 1204, 1926, 1927, 1928, 1929, 1932, 1933, 1934, 1935, 1941, 1942, 1943, 1944, 2339, 2340, 2341, 2551, 2552, 2553, 2560, 3565, 3568, 3569, 3571	\lor 3781	\o@join 3236, 3239, 3240, 3241
	\l 497, 498, 499, 500, 501, 502, 505, 506, 507, 508, 509, 511, 513, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 1177, 1180, 1185, 1186, 1189, 1194, 1195, 1198, 1199, 1204, 1926, 1927, 1928, 1929, 1932, 1933, 1934, 1935, 1941, 1942, 1943, 1944, 2339, 2340, 2341, 2551, 2552, 2553, 2560, 3565, 3568, 3569, 3571	\ltimes 2771	\Omega 2623
	\l 497, 498, 499, 500, 501, 502, 505, 506, 507, 508, 509, 511, 513, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 1177, 1180, 1185, 1186, 1189, 1194, 1195, 1198, 1199, 1204, 1926, 1927, 1928, 1929, 1932, 1933, 1934, 1935, 1941, 1942, 1943, 1944, 2339, 2340, 2341, 2551, 2552, 2553, 2560, 3565, 3568, 3569, 3571	M	
	\l 497, 498, 499, 500, 501, 502, 505, 506, 507, 508, 509, 511, 513, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 1177, 1180, 1185, 1186, 1189, 1194, 1195, 1198, 1199, 1204, 1926, 1927, 1928, 1929, 1932, 1933, 1934, 1935, 1941, 1942, 1943, 1944, 2339, 2340, 2341, 2551, 2552, 2553, 2560, 3565, 3568, 3569, 3571	\makeatletter 3309	
	\l 497, 498, 499, 500, 501, 502, 505, 506, 507, 508, 509, 511, 513, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 617,		

<code>\omega</code>	3193, 3194, 3214, 3215	3532, 3536, 3582, 3615, 3657, 3702, 3725	S
P			<code>\sb</code> 501, 511, 513, 542, 600, 1142, 1143, 1147, 1150, 1151, 1152, 1234, 1236, 1241, 1243, 1897, 1899, 2660, 2663, 2666, 2695, 2701, 2973, 3143, 3152, 3491, 3492, 3493, 3498, 3502, 3503, 3506, 3507, 3510, 3511, 3512
<code>\pagestyle</code>	.. 402, 968, 1981	Q	<code>\scriptscriptstyle</code> 1207, 1215, 1223
<code>\par</code>	..... 22, 26, 29, 51, 60, 89, 274, 277, 280, 285, 290, 914, 935, 977, 985, 992, 1001, 1009, 1020, 1166, 1914, 1922, 2097, 2440, 2536, 2590, 2876, 2879, 3267, 3526, 3559, 3563, 3575, 3597, 3602, 3610, 3766, 3772	<code>\quad</code>	..... 2911
<code>\paragraph</code>	..... 1959	R	
<code>\parfillskip</code>	..... 2097	<code>\raggedleft</code>	..... 2484
<code>\parindent</code>	.... 2096, 3258	<code>\raggedright</code>	..... 2100
<code>\PassOptionsToPackage</code>	2985	<code>\raisebox</code>	..... 2335
<code>\path</code>	... 528, 575, 638, 1204	<code>\relax</code>	..... 146, 2101, 2102, 2424, 3313, 3315
<code>\pdfvariable</code>	..... 146	<code>\renewcommand</code>	..... ... 299, 301, 1962, 1963, 1964, 1965, 1968, 1969, 1982, 1983, 2370, 2371, 2953
<code>\pgfkeys</code>	... 3107, 3637, 3638, 3639, 3640, 3641, 3644, 3647, 3649	<code>\repariere</code>	.. 105, 387, 2379
<code>\pgfmath@count</code>	..... .... 3311, 3313, 3315	<code>\RequirePackage</code>	..... .. 15, 133, 134, 153, 155, 230, 235, 305, 344, 425, 430, 443, 489, 592, 672, 1026, 1032, 1033, 1105, 1173, 1302, 1303, 1803, 1805, 1806, 1842, 1951, 1952, 1954, 1956, 1961, 1970, 1976, 1984, 1988, 1989, 1999, 2000, 2018, 2019, 2020, 2048, 2049, 2087, 2088, 2195, 2264, 2349, 2388, 2393, 2394, 2410, 2417, 2418, 2419, 2608, 2772, 2773, 2986, 3074, 3075, 3076, 3093, 3095, 3185, 3232, 3233, 3234, 3247, 3275, 3306, 3357, 3363, 3377, 3383, 3384, 3421, 3533, 3539, 3586, 3618, 3619, 3620, 3621, 3704, 3727
<code>\pgfmath@smuggleone</code>	3316	<code>\right</code>	..... 2610, 3078
<code>\pgfmathdeclarefunction</code>	..... 3310	<code>\RIGHTarrow</code>	... 3636, 3641
<code>\pgfmathhint</code>	..... 3311	<code>\Rightarrow</code>	... 1291, 1296
<code>\pgfmathparse</code>	..... .... 2057, 3328, 3333, 3336, 3350, 3351	<code>\rightarrow</code>	..... .. 641, 1130, 1135, 1143, 1147, 1149, 1150, 1152, 1207, 1215, 3155, 3469, 3476, 3478, 3481, 3486, 3491, 3492, 3497
<code>\pgfmathresult</code>	..... .... 2058, 3311, 3312, 3314, 3316, 3329, 3337, 3350, 3351	<code>\rightouterjoin</code>	.... 3240
<code>\pgfutil@empty</code>	..... 3312	<code>\rmfamily</code>	..... .. 167, 1117, 2077, 3446
<code>\pgfutil@loop</code>	..... 3313	<code>\Roman</code>	..... 1967
<code>\pgfutil@repeat</code>	.... 3316	<code>\roman</code>	..... 1967, 1969
<code>\preceq</code>	..... 2217	<code>\rtimes</code>	..... 2771
<code>\prime</code>	..... 2196	<code>\rule</code>	..... 28, 2592, 3237
<code>\printbibliography</code>	. 2411		
<code>\printindex</code>	..... 406		
<code>\ProcessKeysOptions</code>	. 145		
<code>\prop</code>	. 3565, 3568, 3569, 3571		
<code>\ProvidesClass</code>	..... 2, 130, 150, 217, 327, 416		
<code>\ProvidesPackage</code>	. 428, 441, 461, 487, 655, 1030, 1103, 1110, 1172, 1285, 1300, 1801, 1837, 1950, 1987, 1996, 2017, 2046, 2084, 2110, 2191, 2263, 2346, 2386, 2392, 2414, 2606, 2769, 2782, 2905, 2984, 2989, 3072, 3092, 3158, 3183, 3188, 3231, 3244, 3273, 3354, 3361, 3375, 3380, 3419, 3433,		
			T
			<code>\tableofcontents</code> 302, 399, 2425

<code>\TeX</code>	2850	799, 800, 859, 878,	1714, 1715, 1716,
<code>\text</code>	511, 513,	882, 886, 892, 906,	1737, 1738, 1739,
	616, 3000, 3672, 3731	907, 908, 909, 920,	1759, 1760, 1761, 1762
<code>\textbackslash</code>		926, 929, 932, 950,	<code>\umldep</code>
	3551, 3552, 3554	958, 1177, 1180,	1655
<code>\textbf</code>	20,	1185, 1186, 1194,	<code>\umlHVHaggreg</code>
	1254, 1272, 1808,	1195, 1198, 1199,	1436, 1502, 1705
	2222, 2231, 2242,	1905, 1926, 1927,	<code>\umlinherit</code>
	2251, 2442, 2478,	1928, 1929, 1932,	1375,
	2536, 2557, 2958, 3561	1933, 1934, 1935, 2643	1426, 1600, 1645, 1653
<code>\textcolor</code>	2130, 2334, 3668	<code>\tmp</code>	<code>\umlnote</code> ..
<code>\textit</code>	35, 1094,	3040	1377, 1602, 1769
	1648, 1690, 1691,	<code>\TmpPlaceEight</code>	<code>\umlreal</code>
	1692, 1693, 3008, 3068	3115	1373, 1434
<code>\textsc</code>	2197	<code>\TmpPlaceFive</code>	<code>\umlsimpleclass</code>
<code>\textsf</code>	2557	3112	1329, 1330,
<code>\textstyle</code>	2680, 2712	<code>\TmpPlaceFour</code>	1331, 1335, 1337,
<code>\texttt</code>	1831,	3111	1338, 1339, 1368,
	2197, 2331, 2332,	<code>\TmpPlaceNine</code>	1521, 1522, 1523,
	2333, 2334, 3549, 3731	3116	1591, 1643, 1644, 1735
<code>\textwidth</code> ..	28, 2381, 2594	<code>\TmpPlaceOne</code>	<code>\umlstatic</code>
<code>\thema</code>	74, 876, 899	3108	1528, 1562
<code>\thematik</code>	31, 79	<code>\TmpPlaceSeven</code>	<code>\umluniaggreg</code>
<code>\thepage</code>	1980, 2367	3114	1598
<code>\theparagraph</code>	1959	<code>\TmpPlaceSix</code>	<code>\umluniassoc</code>
<code>\thesection</code>	231	3113	1349, 1374, 1599,
<code>\Theta</code>	2613	<code>\TmpPlaceTen</code>	1723, 1724, 1743, 1744
<code>\thinspace</code>	3731	<code>\TmpPlaceThree</code>	<code>\umlVHuniassoc</code> .
<code>\thispagestyle</code>	201	3110	1350, 1351
<code>\tikz</code>	2335	<code>\TmpPlaceTwo</code>	<code>\umlVHVdep</code> .
<code>tikz: b binaer baum</code>	33	3109	1343, 1344,
<code>tikz: bbaum</code>	35	<code>\TmpScale</code>	1346, 1347, 1530, 1531
<code>\tikzchildnode</code>	1050	3128	<code>\umlVHVinherit</code> ..
<code>\tikzparentnode</code>	1050	<code>\TmpTransitionEight</code> .	1326,
<code>\tikzset</code>		3104, 3125	1327, 1332, 1333,
	530, 577, 643, 1035,	<code>\TmpTransitionFive</code> ..	1340, 1341, 1499,
	1061, 2022, 2266,	3101, 3122	1500, 1524, 1525,
	3133, 3296, 3422, 3706	<code>\TmpTransitionFour</code> ..	1703, 1704, 1741, 1742
<code>\tikzumlset</code>	3623	3100, 3121	<code>\umlVHVreal</code>
<code>\times</code>	641	<code>\TmpTransitionNine</code> ..	1493, 1494, 1764, 1765
<code>\tiny</code>	118, 355,	3105, 3126	<code>\UParrow</code>
	1814, 1820, 1826,	<code>\TmpTransitionOne</code> ...	352, 370, 382, 951, 2569
	2094, 2141, 2334, 2433	3097, 3118	<code>\url</code> .
<code>\titel</code>	266, 268, 308, 388, 966	<code>\TmpTransitionSeven</code> .	352, 370, 382, 951, 2569
<code>\titleformat</code>	231, 1957, 1959	3103, 3124	<code>\usemintedstyle</code>
<code>\titlespacing</code>	1958	<code>\TmpTransitionSix</code> ...	3386
<code>\tl</code>	19, 33, 42,	3102, 3123	<code>\usetikzlibrary</code> ..
	69, 238, 242, 246,	<code>\TmpTransitionTen</code> ...	490,
	253, 256, 467, 497,	3106, 3127	1034, 1804, 2021,
	498, 499, 500, 501,	<code>\TmpTransitionThree</code> .	2265, 3094, 3235,
	502, 505, 506, 507,	3099, 3120	3276, 3307, 3622, 3705
	508, 509, 511, 513,	<code>\TmpTransitionTwo</code> ...	
	538, 539, 540, 541,	3098, 3119	V
	542, 543, 544, 547,	<code>\TmpX</code>	<code>\varepsilon</code>
	548, 549, 550, 551,	3129	1119,
	552, 553, 596, 597,	<code>\TmpY</code>	1130, 1131, 1852,
	598, 599, 600, 601,	3130	2660, 2666, 2698, 2709
	602, 605, 606, 607,	<code>\trenner</code>	<code>\vbox</code>
	608, 609, 610, 611,	807, 868,	2454, 2498
	748, 754, 784, 788,	872, 879, 883, 898,	<code>\vfill</code>
	789, 790, 793, 798,	917, 918, 924, 927, 930	109, 174, 184, 191,
		<code>\ttfamily</code>	195, 314, 980, 988, 3358
		3250	<code>\vrule</code>
			2101, 2103, 3592, 3596
			<code>\vspace</code>
			178,
			180, 205, 209, 287,
			299, 971, 994, 1012,
			2522, 2540, 3606, 3608
			X
			<code>\xappto</code> ...
			3334, 3340, 3344
			<code>\xdef</code>
			2051
			Z
			<code>\z@</code>
			2096, 2101, 2103
			<code>\ZB</code>
			2601
			<code>\zB</code>
			2600
			<code>\zustandsnamens@liste</code>
		
			1870, 1877, 1878