lehramt-informatik

Hermine Bschlangaul *

August 24, 2021

Contents

1 Klassen **3**
1.1 Vorlage Theorie-Teil . . . 4
1.2 Vorlage Aufgabensammlung . . . 5
1.3 Vorlage Aufgabe . . . 6

2 Pakete **7**
2.1 aufgaben-einbinden.sty . . . 8
2.2 aufgaben-titel.sty . . . 9
2.3 automaten.sty . . . 10
2.3.1 Endlicher Automat . . . 10
2.3.2 Kellerautomat . . . 12
2.3.3 Turingmaschine . . . 13
2.4 basis.sty . . . 16
2.5 baum.sty . . . 20
2.5.1 Binärbaum . . . 21
2.5.2 AVL-Baum . . . 22
2.5.3 B-Baum . . . 23
2.6 checkbox.sty . . . 24
2.7 chomsky-normalform.sty . . . 25
2.8 cpm.sty . . . 27
2.8.1 Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle . . . 28
2.9 cyk-algorithmus.sty . . . 30
2.10 entwurfsmuster.sty . . . 31
2.10.1 Namensschema der Entwurfsmuster-Makros: . . . 31
2.10.2 Reihenfolge . . . 31
2.10.3 Abstrakte Fabrik (Abstract Factory) . . . 31
2.10.4 Adapter . . . 32
2.10.5 Beobachter (Observer) . . . 34
2.10.6 Dekorierer (Decorator) . . . 36
2.10.7 Einfache Fabrik (Simple Factory) . . . 37
2.10.8 Einzelstück (Singleton) . . . 38
2.10.9 Erbauer (Builder) . . . 38
2.10.10 Fabrikmethode (Factory Method) . . . 40
2.10.11 Kompositum (Composite) . . . 41
2.10.12 Modell-Präsentation-Steuerung (Model-View-Controller) . . . 42
2.10.13 Zustand (State) . . . 43
2.11 er.sty . . . 45
2.12 formale-sprachen.sty . . . 47
2.13 formatierung.sty . . . 51
2.13.1 Schriftarten / Typographie . . . 51
2.13.2 Farben . . . 51
2.13.3 Überschriften . . . 51

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

2.13.4 Listen . . . 51
2.13.5 Kasten . . . 51
2.13.6 Header . . . 51
2.14 gantt.sty . . . 52
2.15 grafik.sty . . . 53
2.16 graph.sty . . . 54
2.17 hanoi.sty . . . 56
2.18 komplexitaetstheorie.sty . . . 57
2.19 kontrollflussgraph.sty . . . 59
2.20 kopf-fusszeilen.sty . . . 61
2.21 literatur-dummy.sty . . . 62
2.22 literatur.sty . . . 63
2.23 makros.sty . . . 64
2.24 master-theorem.sty . . . 68
2.25 mathe.sty . . . 72
2.26 minimierung.sty . . . 73
2.27 normalformen.sty . . . 76
2.28 petri.sty . . . 79
2.29 potenzmengen-konstruktion.sty . . . 81
2.30 pseudo.sty . . . 83
2.31 pumping-lemma.sty . . . 84
2.32 quicksort.sty . . . 85
2.33 relationale-algebra.sty . . . 88
2.34 rmodell.sty . . . 89
2.35 sortieren.sty . . . 90
2.36 spalten.sty . . . 92
2.37 struktogramm.sty . . . 93
2.38 syntax.sty . . . 94
2.39 syntaxbaum.sty . . . 96
2.40 synthese-algorithmus.sty . . . 97
2.41 tabelle.sty . . . 100
2.42 typographie.sty . . . 101
2.43 uml.sty . . . 102
2.44 vollstaendige-induktion.sty . . . 104
2.45 wasserfall.sty . . . 106
2.46 wpkalkuel.sty . . . 107

3 Index **108**

1 Klassen

1.1 Vorlage Theorie-Teil

```
\documentclass{lehramt-informatik-haupt}

\begin{document}

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Theorie-Teil
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

\chapter{Thema des Theorie-Teils}

\literatur

\end{document}
```

1.2 Vorlage Aufgabensammlung

```
\documentclass{lehramt-informatik-haupt}
\liLadeAllePakete

\begin{document}
\liAufgabe{30_AUD/06_Graphen/20_Dijkstra/Aufgabe_Graph-A-I}
\liAufgabe{30_AUD/06_Graphen/20_Dijkstra/Aufgabe_Graph-M-A-P-R-N}
\liAufgabe{30_AUD/06_Graphen/20_Dijkstra/Aufgabe_Staedte-A-F}
\liExamensAufgabe{46114/2008/09/Thema-1/Aufgabe-2}
\liExamensAufgabe{46115/2013/03/Thema-2/Aufgabe-5}
\liExamensAufgabe{66112/2004/03/Thema-1/Aufgabe-5}
\liExamensAufgabe{66115/2013/09/Thema-2/Aufgabe-9}
\liExamensAufgabe{66115/2015/03/Thema-2/Aufgabe-7}
\liExamensAufgabe{66115/2016/03/Thema-2/Aufgabe-6}
\liExamensAufgabe{66115/2017/03/Thema-1/Aufgabe-1}
\liExamensAufgabe{66115/2018/03/Thema-2/Aufgabe-9}
\liExamensAufgabe{66115/2020/09/Thema-1/Teilaufgabe-2/Aufgabe-3}
\end{document}
```

1.3 Vorlage Aufgabe

```
\documentclass{lehramt-informatik-aufgabe}
\liLadePakete{}
\begin{document}
\liAufgabenTitel{}
\section{
\index{DB}
\footcite{examen:}
}

\end{document}
```

2 Pakete

2.1 aufgaben-einbinden.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-aufgaben-einbinden}[2020/06/13]
```

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

```
\def\liAufgabe#1{
  \input{\LehramtInformatikRepository/#1.tex}
}
```

`\liExamensAufgabe` Eine Examensaufgaben mit den Pfad relativ zu Staatsexamen einbinden, z. B. `\liExamensAufgabe{46116/2015/09/Thema-2/Teilaufgabe-1/Aufgabe-3}`

```
\def\liExamensAufgabe#1{
  \input{\LehramtInformatikRepository/Staatsexamen/#1.tex}
}
```

`\liExamensAufgabeTTA`

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

`\liExamensAufgabeTA`

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

`\liExamensAufgabeA`

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

2.2 aufgaben-titel.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-aufgaben-titel}[2020/07/07 Zum
Setzen von Aufgaben-Titel.]
```

```
\ExplSyntaxOn
```

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

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

`\liSetzeAufgabenTitel` Setzen des Titels über eine plist bzw über key-values. Das Makro sollte irgendwann einmal in `\liAufgabenTitel` umbenannt werden.

Die Schlüssel-Werte-Paare sind in der Datei basis.sty definiert.

```
\liSetzeAufgabenTitel{
  Titel = Aufgabe 2,
  Thematik = Petri-Netz,
  Fussnote = sosy:pu:4,
  FussnoteSeite = Seite 11,
  RelativerPfad = Staatsexamen/46116/2016/03/Thema-2/Teilaufgabe-1/Aufgabe-2.tex,
  ExamenNummer = 46116,
  ExamenJahr = 2016,
  ExamenMonat = 03,
  ExamenThemaNr = 2,
  ExamenTeilaufgabeNr = 1,
  ExamenAufgabeNr = 2,
}
```

```
\def\liSetzeAufgabenTitel#1{

  \_setze_variablen_zurueck:

  \tl_clear:N \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl

  \keys_set:nn { aufgabentitel } {
    #1
  }

  \_setze_relativen_pfad:

  \tl_if_empty:NTF \g_auf_titel_tl
  {
    \msg_fatal:nn { aufgabentitel } { kein-titel }
  }
  {
  }

  \_gib_examen_titel: {}

  \section{\_gib_aufgaben_titel:}

  \bigskip
}
```

```
\ExplSyntaxOff
```

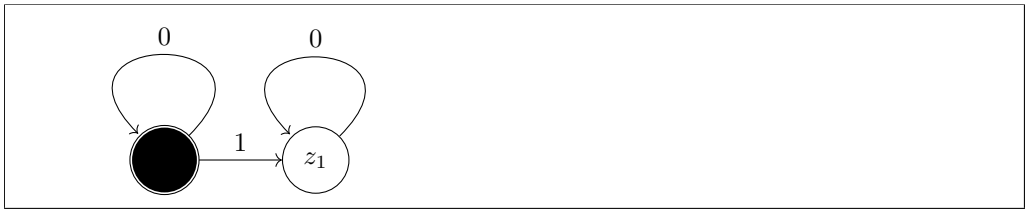
2.3 automaten.sty

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

2.3.1 Endlicher Automat

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

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

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




```
\RequirePackage{tikz}
\usetikzlibrary{arrows,automata,positioning}
\liLadePakete{mathe}
\directlua{
  automaten = require('lehramt-informatik-automaten')
}
```

`\liAutomat` `\liAutomat[`⟨*automaten-name*⟩`]{`⟨*zustaende=Z,alphabet=Σ,delta=δ,ende=E,start=z_0*⟩`}`

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

```
\ExplSyntaxOn
\NewDocumentCommand {\liAutomat} { O{A} m } {
  \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
  \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
  \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
  \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}
  \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
  \tl_set:Nn \l_typ_tl {}

  \keys_define:nn { automat } {
    zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},
    alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
    delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
    ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
```

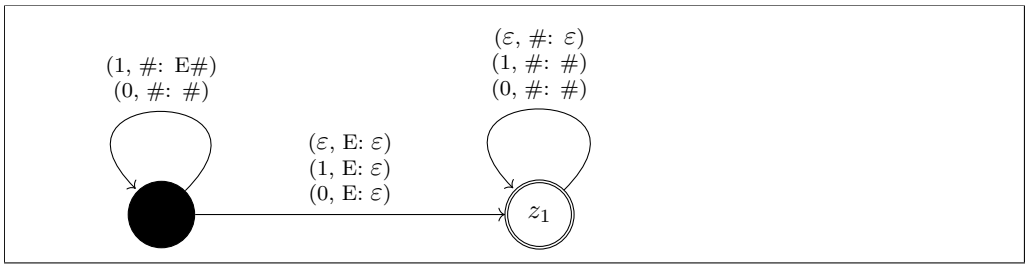
```
    start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
    dea .value_forbidden:n = true,
    dea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{DEA}}}},
    nea .value_forbidden:n = true,
    nea .code:n = {\tl_set:Nn \l_typ_tl {\sb{\text{NEA}}}},
  }

  \keys_set:nn { automat } { #2 }

  $#1 \l_typ_tl = (
    \l_zustaende_tl,
    \l_alphabet_tl,
    \l_delta_tl,
    \l_ende_tl,
    \l_start_tl
  )$
}
\ExplSyntaxOff
```

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

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

\tikzset{
  li automat/.style={
    ->,
    node distance=2cm
  },
}
```

2.3.2 Kellerautomat

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

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

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

\liKellerKante[above,loop]{1}{2}{
  EPSILON, KELLERBODEN, EPSILON;
  1, KELLERBODEN, KELLERBODEN;
  0, KELLERBODEN, KELLERBODEN;
}
\end{tikzpicture}
```



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

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

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

```
\ExplSyntaxOn
\NewDocumentCommand {\liKellerAutomat} { O{K} m } {
  \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
  \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
  \tl_set:Nn \l_kelleralphabet_tl {\Gamma}
  \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
  \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
  \tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {\#}
  \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}

  \keys_define:nn { kellerautomat } {
    zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},
    alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
    kelleralphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_kelleralphabet_tl {\liMenge{##1}}},
    delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
    start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
```

```
    kellerboden .code:n = {\tl_set:Nn \l_kellerboden_tl {##1}},
    ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
  }

  \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }

  $#1 = (
    \l_zustaende_tl,
    \l_alphabet_tl,
    \l_kelleralphabet_tl,
    \l_delta_tl,
    \l_start_tl,
    \l_kellerboden_tl,
    \l_ende_tl
  )$
}
\ExplSyntaxOff
```

\liKellerUebergang **Let-Abkürzung:** `\let\u=\liKellerUebergang`

`\liKellerUebergang{a, KELLERBODEN, A; b KELLERBODEN, EPSILON}`

(a, #: A)
(b, #: ε)

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

```
\ExplSyntaxOn
\def\liKellerUebergang#1{
  \directlua{automaten.drucke_keller_uebergaenge('#1')}
}
\ExplSyntaxOff
```

\liKellerKante `\liKellerKante[`⟨*tikz-optionen*⟩`]{`⟨*von*⟩`}{`⟨*zu*⟩`}{`⟨*übergange*⟩`}`

Let-Abkürzung: `\let\k=\liKellerKante`

```
\NewDocumentCommand{\liKellerKante} { O{above} m m m  } {
  \path (#2) edge[#1] node{\liKellerUebergang{#4}} (#3);
}
```

```
\tikzset{
  li keller knoten/.style={
    text width=2cm,
    align=center,
    font=\footnotesize,
  },
  li kellerautomat/.style={
    li automat,
    every edge/.append style={
      every node/.style={
        li keller knoten
      }
    }
  }
}
```

2.3.3 Turingmaschine

```
\RequirePackage{amssymb}
```

\liTuringLeerzeichen

□

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

`\liTuringMaschine` `\liTuringMaschine[`⟨*automaten-name*⟩`]`
`{`⟨*zustaende=Z,alphabet=*Σ*,bandalphabet=*Γ*,delta=*δ*,start=*z_0*,leerzeichen=*$\square$*,ende=E*⟩`}`

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

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

```
\ExplSyntaxOn
\NewDocumentCommand {\liTuringMaschine} { O{TM} m } {
  \tl_set:Nn \l_zustaende_tl {Z}
  \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
  \tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\Gamma}
  \tl_set:Nn \l_delta_tl {\delta}
  \tl_set:Nn \l_start_tl {z\sb{0}}
  \tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {\liTuringLeerzeichen}
  \tl_set:Nn \l_ende_tl {E}

  \keys_define:nn { kellerautomat } {
    zustaende .code:n = {\tl_set:Nn \l_zustaende_tl {\liMenge{##1}}},
    alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
    bandalphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_bandalphabet_tl {\liMenge{##1}}},
    delta .code:n = {\tl_set:Nn \l_delta_tl {##1}},
    start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
    leerzeichen .code:n = {\tl_set:Nn \l_leerzeichen_tl {##1}},
    ende .code:n = {\tl_set:Nn \l_ende_tl {\liMenge{##1}}},
  }

  \keys_set:nn { kellerautomat } { #2 }

  $\text{#1} = (
    \l_zustaende_tl,
    \l_alphabet_tl,
    \l_bandalphabet_tl,
    \l_delta_tl,
    \l_start_tl,
    \l_leerzeichen_tl,
    \l_ende_tl
  )$
}
\ExplSyntaxOff
```

`\liTuringUebergangZelle` Formatiert einen Zustandsübergang für eine Übergangstabelle.
Let-Abkürzung: `\let\t=\liTuringUebergangZelle`
`\liTuringUebergangZelle{z_1, LEER, R}`: (z_1: $\square$, R) `\liTuringUebergangZelle{z1, leer, l}`: (z_1: $\square$, L)

```
\ExplSyntaxOn
\def\liTuringUebergangZelle#1{
  \directlua{tex.print(automaten.gib_einen_turing_uebergang('#1'))}
}
\ExplSyntaxOff
```

`\liTuringUebergaenge` Nur in den TikZ-Grafiken zu verwenden. Setzt Zeilenumbrüche ans Ende. Nicht für die Tabelle geeignet.
Let-Abkürzung: `\let\t=\liTuringUebergaenge`
(z_1: $\square$, L)
($\square$: $\square$, R)

```
\ExplSyntaxOn
\def\liTuringUebergaenge#1{
  \directlua{automaten.drucke_turing_uebergaenge('#1')}
}
\ExplSyntaxOff
```

\liTuringKante `\liTuringKante[`⟨*tikz-optionen*⟩`]{`⟨*zustand-oder-lese*⟩`}{`⟨*schreibe*⟩`}{`⟨*richtung*⟩`}`

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

```
\NewDocumentCommand{\liTuringKante} { O{above} m m m  } {
  \path (#2) edge[#1] node{\liTuringUebergaenge{#4}} (#3);
}
```

\liTuringUeberfuehrung

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

```
\tikzset{
  li turingmaschine/.style={
    li automat,
    every edge/.append style={
      every node/.style={
        li keller knoten
      }
    }
  }
}
```

2.4 basis.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-basis}[2020/11/27]
\RequirePackage{xparse}
\ExplSyntaxOn
```

\liLadePakete

```
\NewDocumentCommand{\liLadePakete}{ m }
{
  \clist_map_inline:nn { #1 } { \RequirePackage{lehramt-informatik-##1} }
}
```

\liLadeAllePakete

```
\def\liLadeAllePakete{
  \liLadePakete{
    aufgaben-einbinden,
    automaten,
    baum,
    checkbox,
    chomsky-normalform,
    cpm,
    cyk-algorithmus,
    entwurfsmuster,
    er,
    formale-sprachen,
    gantt,
    grafik,
    graph,
    hanoi,
    kontrollflussgraph,
    makros,
    master-theorem,
    mathe,
    minimierung,
    normalformen,
    petri,
    potenzmengen-konstruktion,
    pseudo,
    quicksort,
    relationale-algebra,
    rmodell,
    sortieren,
    spalten,
    struktogramm,
    syntax,
    syntaxbaum,
    synthese-algorithmus,
    tabelle,
    typographie,
    uml,
    vollstaendige-induktion,
    wasserfall,
    wpkalkuel,
  }
}
```

Definition einer Komma-getrennten-Liste mit deren Hilfe die vielen globalen Token-List-Variablen definiert werden können.

```
\clist_new:N \g_auf_schluessel_clist
\clist_set:Nn \g_auf_schluessel_clist {
  titel,
  thematik,
```

```
  fussnote,
  fussnote_seite,
  relativer_pfad,
  examen_nummer,
  examen_jahr,
  examen_monat,
  examen_thema_nr,
  examen_teilaufgabe_nr,
  examen_aufgabe_nr,
}
```

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

```
\clist_map_inline:Nn \g_auf_schluessel_clist {
  \tl_new:c {g_auf_#1_tl}
}
```

Funktion über alle globalen Token-List-Variablen zurückzusetzten.

```
\cs_new:Npn \_setze_variablen_zurueck: {
  \clist_map_inline:Nn \g_auf_schluessel_clist {
    \tl_clear:c {g_auf_##1_tl}
  }
}
```

```
\keys_define:nn { aufgabentitel }
{
  Titel .tl_gset:N = \g_auf_titel_tl,
  Thematik .tl_gset:N = \g_auf_thematik_tl,
  Fussnote .tl_gset:N = \g_auf_fussnote_tl,
  FussnoteSeite .tl_gset:N = \g_auf_fussnote_seite_tl,
  RelativerPfad .tl_gset:N = \g_auf_relativer_pfad_tl,
  ExamenNummer .tl_gset:N = \g_auf_examen_nummer_tl,
  ExamenJahr .tl_gset:N = \g_auf_examen_jahr_tl,
  ExamenMonat .tl_gset:N = \g_auf_examen_monat_tl,
  ExamenThemaNr .tl_gset:N = \g_auf_examen_thema_nr_tl,
  ExamenTeilaufgabeNr .tl_gset:N = \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl,
  ExamenAufgabeNr .tl_gset:N = \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl,
}
```

```
\cs_gset:Npn \_setze_relativen_pfad: {
  \tl_if_empty:NTF \g_auf_relativer_pfad_tl
  {
    \bool_if:nTF
    {
      ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_nummer_tl &&
      ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_jahr_tl &&
      ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_monat_tl
    }
    {
      \tl_gset:Nn \g_auf_relativer_pfad_tl {
        Staatsexamen /
        \g_auf_examen_nummer_tl /
        \g_auf_examen_jahr_tl /
        \g_auf_examen_monat_tl /
        \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} { Thema - \g_auf_examen_thema_nr_tl / 
        \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} { Teilaufgabe - \g_auf_examen_tei
        \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} { Aufgabe - \g_auf_examen_aufgabe_nr_
      }
    }
    {}
  }
  {}
}
```

```
\cs_gset:Npn \_gib_examen_titel: {
  \cs_set:Nn \_trenner: { \, / \, }
```

```
  \bool_if:nTF
  {
    ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_nummer_tl &&
    ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_jahr_tl &&
    ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_monat_tl &&
    ! \tl_if_empty_p:N \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
  }
  {
    {
      \footnotesize
      \par
      \noindent
      Staatsexamen ~
      \g_auf_examen_nummer_tl \_trenner:
      \g_auf_examen_jahr_tl \_trenner:

      \tl_case:Nn \g_auf_examen_monat_tl
      {
        { 03 } { Frühjahr }
        { 09 } { Herbst }
      } \_trenner:

      \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_thema_nr_tl {} {
        Thema ~ Nr. ~ \g_auf_examen_thema_nr_tl \_trenner:
      }
      \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl {} {
        Teilaufgabe ~ Nr. ~ \g_auf_examen_teilaufgabe_nr_tl \_trenner:
      }
      \tl_if_empty:NTF \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl {} {
        Aufgabe ~ Nr. ~ \g_auf_examen_aufgabe_nr_tl
      }
      \par
      \bigskip
    }
  }
}
\cs_new:Npn \_gib_github_url: {
  \tl_if_empty:NTF \g_auf_relativer_pfad_tl {} {
    Github :~\href{
      \LehramtInformatikGithubRawDomain /
      \LehramtInformatikGithubTexRepo /
      \LehramtInformatikGitBranch /
      \g_auf_relativer_pfad_tl
    }{
      \g_auf_relativer_pfad_tl
    }
  }
}
\cs_new:Npn \_gib_aufgaben_titel: {
  \g_auf_titel_tl

  \tl_if_empty:NTF \g_auf_thematik_tl
  {}
  {
   \, ~ [
    \g_auf_thematik_tl
   ]
  }
}
\msg_new:nnn { aufgabentitel } { kein-titel }
  { Der~Schlüssel~ist~zwingend~notwendig }
\ExplSyntaxOff
```

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

biblatex not working with lualatex and babel

```
% \RequirePackage{polyglossia}
% \setmainlanguage{german}
```

2.5 baum.sty

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

```
\RequirePackage{tikz}
```

für `li binaer baum`

```
\RequirePackage{tikz-qtree}
```

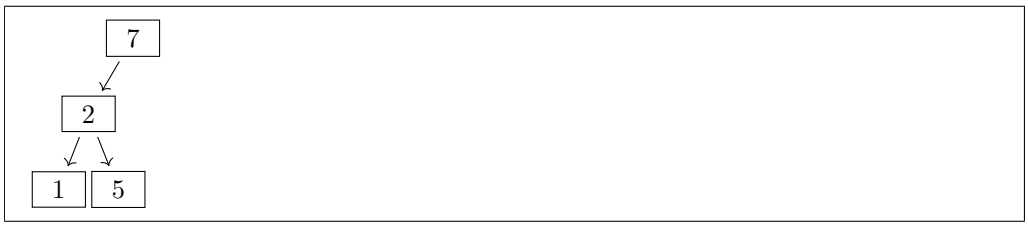
Für b baum

```
\usetikzlibrary{shapes.multipart}
```

2.5.1 Binärbaum

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

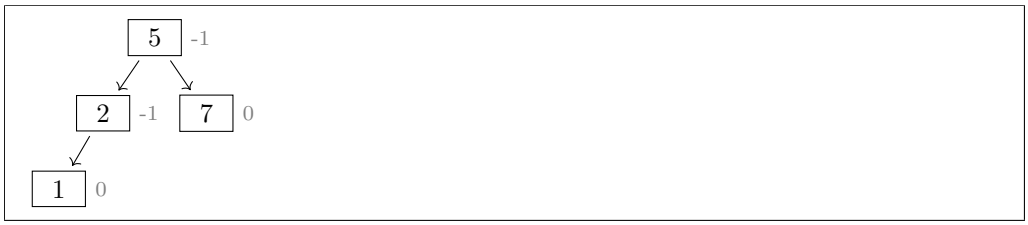
```
\begin{tikzpicture}[li binaer baum]
\Tree
[.7
  [.2
    [.1 ]
    [.5 ]
  ]
  \edge[blank]; \node[blank]{};
]
\end{tikzpicture}
```




```
\tikzset{
  li binaer baum/.style={
    shorten <=2pt,
    shorten >=2pt,
    ->,
    every tree node/.style={
      minimum width=2em,
      draw,
      rectangle
    },
    blank/.style={
      draw=none
    },
    edge from parent/.style={
      draw,
      edge from parent path={(\tikzparentnode) -- (\tikzchildnode)}
    },
    level distance=1cm,
    every label/.style={
      gray,
      font=\footnotesize,
      label position=0,
      label distance=0cm,
    }
  },
}
```

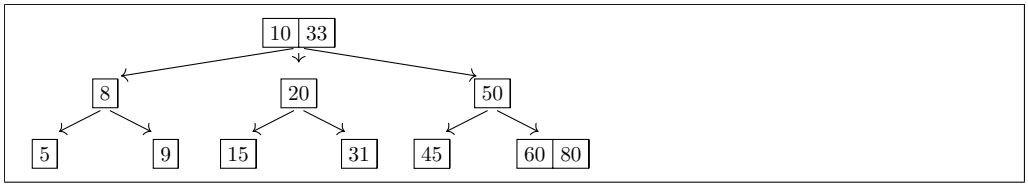
2.5.2 AVL-Baum

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



2.5.3 B-Baum

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




```
\tikzset{
  li bbaum knoten/.style={
    rectangle split parts=10,
    rectangle split,
    rectangle split horizontal,
    rectangle split ignore empty parts,
    draw,
    fill=white
  },
  li bbaum/.style={
    every node/.style={
      li bbaum knoten
    },
    level 1/.style={
      level distance=12mm,
      sibling distance=25mm,
    },
    every child/.style={
      shorten <= 2pt,
      shorten >= 6pt,
      ->,
    },
    level 2/.style={
      level distance=9mm,
      sibling distance=15mm,
    },
  }
}
```

2.6 checkbox.sty

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

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

```
\def\liRichtig{\item[$\boxtimes$]}
```

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

```
\def\liFalsch{\item[$\square$]}
```

2.7 chomsky-normalform.sty

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

\ExplSyntaxOn

\liLadePakete{typographie}
```

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

```
\def\liChomskyUeberschrift#1{
  {
    \bfseries
    \sffamily
    \str_case:nn {#1} {
      {1} {Elimination~der~$\varepsilon$-Regeln}
      {2} {Elimination~von~Kettenregeln}
      {3} {Separation~von~Terminalzeichen}
      {4} {Elimination~von~mehrelementigen~Nonterminalketten}
    }
  }
}
```

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

```
\def\li@chomsky@erklaerung@texte#1{
  \str_case:nn {#1} {
    %
    {1} {
      Alle~Regeln~der~Form~$A~\rightarrow~\varepsilon$~werden~eliminiert.~
      Die~Ersetzung~von~$A$~wird~durch~$\varepsilon$~in~allen~anderen~
      Regeln~vorweggenommen.
    }
    {2} {
      Jede~Produktion~der~Form~$A~\rightarrow~B$~mit~$A,~B~\in~S$~wird~
      als~Kettenregel~bezeichnet.~Diese~tragen~nicht~zur~Produktion~
      von~Terminalzeichen~bei~und~lassen~sich~ebenfalls~eliminieren.
    }
    {3} {
      Jedes~Terminalzeichen~$\sigma$,~das~in~Kombination~mit~anderen~
      Symbolen~auftaucht,~wird~durch~ein~neues~Nonterminal~
      $S\sb{\sigma}$~ersetzt~und~die~Menge~der~Produktionen~durch~die~
      Regel~$S\sb{\sigma}~\rightarrow~\sigma$~ergänzt.
    }
    {4} {
      Alle~Produktionen~der~Form~
      $A\rightarrow~B\sb{1}~B\sb{2}~\dots~B\sb{n}$~
      werden~in~die~Produktionen~
      $A~\rightarrow~
      A\sb{n-1}~B\sb{n},~A\sb{n-1}~\rightarrow~
      A\sb{n-2}~B\sb{n-1},~\dots,~
      A\sb{2}~\rightarrow~B\sb{1}~B\sb{2}$~zerteilt.~
      Nach~der~Ersetzung~sind~alle~längeren~Nonterminalketten~
      vollständig~heruntergebrochen~und~die~Chomsky-Normalform~erreicht.
    }
  }
}
\def\liChomskyErklaerung#1{
  {
    \itshape
    \footnotesize
    \liParagraphMitLinien{\li@chomsky@erklaerung@texte{#1}}
  }
```

```
}
```

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

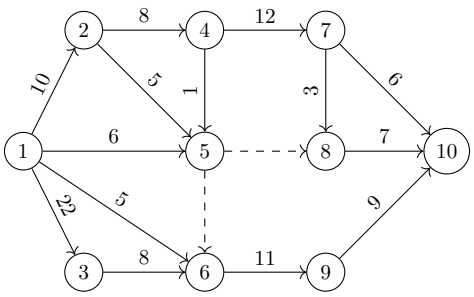
```
\def\liChomskyUeberErklaerung#1{
  \liChomskyUeberschrift{#1}\par
  \liChomskyErklaerung{#1}
}

\ExplSyntaxOff

```

2.8 cpm.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-cpm}[2020/09/03]
\RequirePackage{tikz}
\liLadePakete{mathe}
```

Let-Abkürzungen

```
\let\f=\footnotesize
\let\FZ=\liCpmFruehesterI
\let\SZ=\liCpmSpaetesterI
\let\v=\liCpmVon
\let\vz=\liCpmVonZu
\let\z=\liCpmZu
```




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

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

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


\begin{tabular}{|l|l|l|l|l|l|l|l|}
\hline
$i$ & a & b & c  & d  & e  & f  & g  \\\hline\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}
```

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

```
\ExplSyntaxOn
\NewDocumentCommand { \liCpmEreignis } { O{} m m m  } {
  \tl_set:Nn \l_name_tl {}

  \keys_define:nn { cpmEreignis } {
    name .code:n = {\tl_set:Nn \l_name_tl {##1}},
  }

  \keys_set:nn { cpmEreignis } { #1 }

  \tl_if_empty:NT \l_name_tl {
    \tl_set:Nn \l_name_tl {#2}
  }
```

```
  \node[circle,draw] (\l_name_tl) at (#3,#4) {#2};
}
\ExplSyntaxOff
```

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

```
\ExplSyntaxOn
\NewDocumentCommand { \liCpmVorgang } { O{} m m m  } {
  \tl_set:Nn \l_schein_tl {}
  \tl_set:Nn \l_kritisch_tl {}

  \keys_define:nn { cpmVorgang } {
    schein .code:n = {\tl_set:Nn \l_schein_tl {dashed}},
    kritisch .code:n = {\tl_set:Nn \l_kritisch_tl {thick}},
  }

  \keys_set:nn { cpmVorgang } { #1 }

  \path[->,\l_schein_tl,\l_kritisch_tl] (#2) edge node[auto,sloped] {#4} (#3);
}
\ExplSyntaxOff
```

2.8.1 Hilfsmakros für Zeitpunkt-Tabelle

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

\liCpmVonZu **Let-Abkürzung:** \let\vz=\liCpmVonZu
\liCpmVonZu{1}(2-3): $1_{(2\to3)}$

```
\def\liCpmVonZuOhneMathe#1(#2-#3){#1_{\scriptscriptstyle(#2\rightarrow#3)}}
\def\liCpmVonZu#1(#2-#3){%
  \ifmmode%
    \liCpmVonZuOhneMathe{#1}(#2-#3)%
  \else%
    $\liCpmVonZuOhneMathe{#1}(#2-#3)$%
  \fi%
}
```

\liCpmVon **Let-Abkürzung:** \let\v=\liCpmVon
\liCpmVon{1}(2): $1_{(\to2)}$

```
\def\liCpmVonOhneMathe#1(#2){#1_{\scriptscriptstyle(\rightarrow#2)}}
\def\liCpmVon#1(#2){%
  \ifmmode%
    \liCpmVonOhneMathe{#1}(#2)%
  \else%
    $\liCpmVonOhneMathe{#1}(#2)$%
  \fi%
}
```

\liCpmZu **Let-Abkürzung:** \let\z=\liCpmZu
\liCpmZu{1}(2): $1_{(\leftarrow2)}$

```
\def\liCpmZuOhneMathe#1(#2){#1_{\scriptscriptstyle(\leftarrow#2)}}
\def\liCpmZu#1(#2){%
  \ifmmode%
    \liCpmZuOhneMathe{#1}(#2)%
  \else%
    $\liCpmZuOhneMathe{#1}(#2)$%
```

```
  \fi%
}
```

`\liCpmSpaetesterI` Spätester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann
Let-Abkürzung: `\let\SZ=\liCpmSpaetesterI`

```
\def\liCpmSpaetesterI{$SZ_i$}
```

`\liCpmFruehesterI` Frühester Zeitpunkt, zu dem Ereignis i eintreten kann.
Let-Abkürzung: `\let\FZ=\liCpmFruehesterI`

```
\def\liCpmFruehesterI{$FZ_i$}
```

2.9 cyk-algorithmus.sty

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

```
\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}
```

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

```
\def\liKurzeTabellenLinie#1{\\\cline{1-#1}}
```

`\liWortInSprache` $\Rightarrow abc \in L(Y)$

```
\NewDocumentCommand{ \liWortInSprache } { m O{L(G)} } {
  \bigskip
  \noindent
  $\Rightarrow #1 \in #2$
}
```

`\liWortNichtInSprache` $\Rightarrow abc \notin L(G)$

```
\NewDocumentCommand{ \liWortNichtInSprache } { m O{L(G)} } {
  \bigskip
  \noindent
  $\Rightarrow #1 \notin #2$
}
```

2.10 entwurfsmuster.sty

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

2.10.1 Namensschema der Entwurfsmuster-Makros:

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

2.10.2 Reihenfolge

1. `Uml`: Uml-Klassendiagramm `\liEntwurfsEinzelstueckUml`
2. `Akteure`: Akteure, beteiligte Klassen `\liEntwurfsEinzelstueckAkteure`
3. `Code`: Allgemeines Code-Beispiel `\liEntwurfsEinzelstueckCode`
4. `ohne`: Ohne Suffix, Bündelung der einzelnen Makros eines Entwurfsmusters `\liEntwurfsEinzelstueckAkteure`

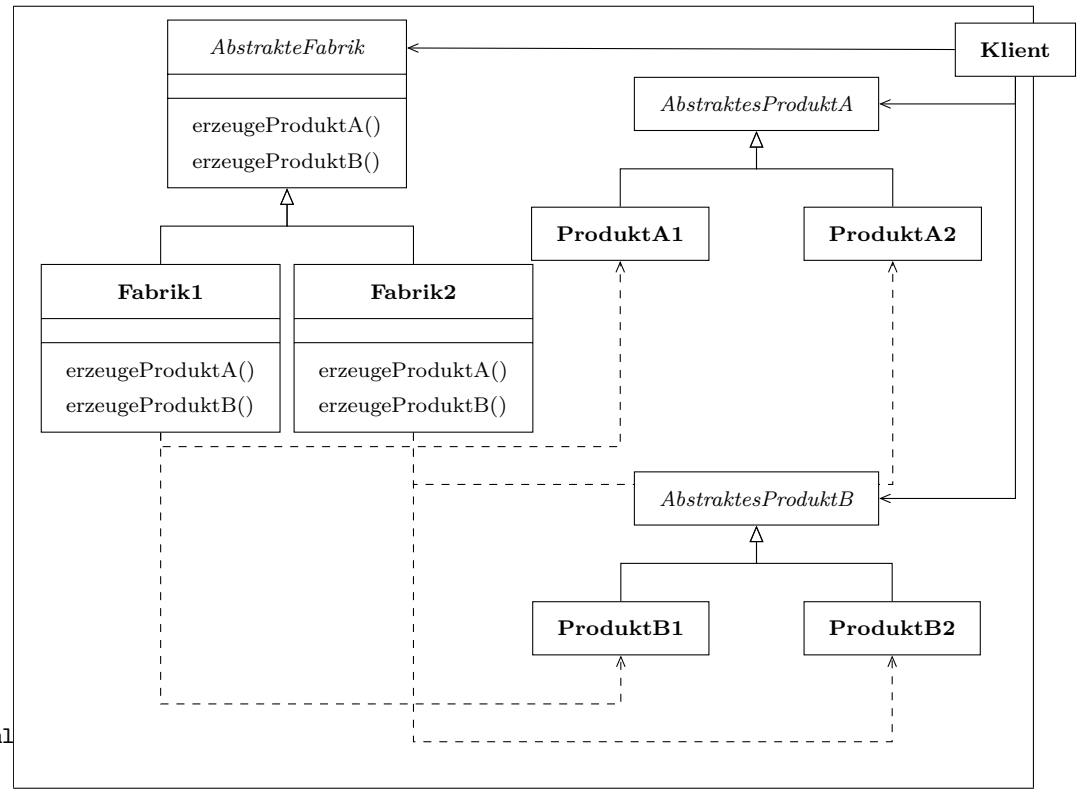
```
\RequirePackage{lehramt-informatik-uml}
```

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

```
\RequirePackage{lehramt-informatik-syntax}
\def\li@EntwurfsCode#1#2{
  \liJavaDatei{entwurfsmuster/#1/allgemein/#2}
}
```

2.10.3 Abstrakte Fabrik (Abstract Factory)

`\liEntwurfsAbstrakteFabrikUml`




```
\def\liEntwurfsAbstrakteFabrikUml{
  \begin{tikzpicture}
    \umlclass[type=abstract]{AbstrakteFabrik}{}{
      erzeugeProduktA()\\
      erzeugeProduktB()\\
    }
```

```
    \umlclass[below left=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik1}{}{
      erzeugeProduktA()\\
      erzeugeProduktB()\\
    }
    \umlclass[below right=1cm and -1.5cm of AbstrakteFabrik]{Fabrik2}{}{
      erzeugeProduktA()\\
      erzeugeProduktB()\\
    }
    \umlVHVinherit{Fabrik1}{AbstrakteFabrik}
    \umlVHVinherit{Fabrik2}{AbstrakteFabrik}

    \umlsimpleclass[right=3cm of AbstrakteFabrik,type=abstract]{AbstraktesProduktA}
    \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA1}
    \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktA]{ProduktA2}
    \umlVHVinherit{ProduktA1}{AbstraktesProduktA}
    \umlVHVinherit{ProduktA2}{AbstraktesProduktA}

    \umlsimpleclass[above right=0cm and 1cm of AbstraktesProduktA]{Klient}

    \umlsimpleclass[below=4.5cm of AbstraktesProduktA,type=abstract]{AbstraktesProduktB}
    \umlsimpleclass[below left=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB1}
    \umlsimpleclass[below right=1cm and -1cm of AbstraktesProduktB]{ProduktB2}
    \umlVHVinherit{ProduktB1}{AbstraktesProduktB}
    \umlVHVinherit{ProduktB2}{AbstraktesProduktB}

    \umlVHVdep[arm1=-1.3cm,arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktA1}
    \umlVHVdep[arm2=-1cm]{Fabrik1}{ProduktB1}

    \umlVHVdep[arm1=-1.8cm,arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktA2}
    \umlVHVdep[arm2=-1.5cm]{Fabrik2}{ProduktB2}

    \umluniassoc[anchor2=25]{Klient}{AbstrakteFabrik}
    \umlVHuniassoc[arm1=-1cm]{Klient}{AbstraktesProduktA}
    \umlVHuniassoc{Klient}{AbstraktesProduktB}
  \end{tikzpicture}
}
```

iEntwurfsAbstrakteFabrikCode

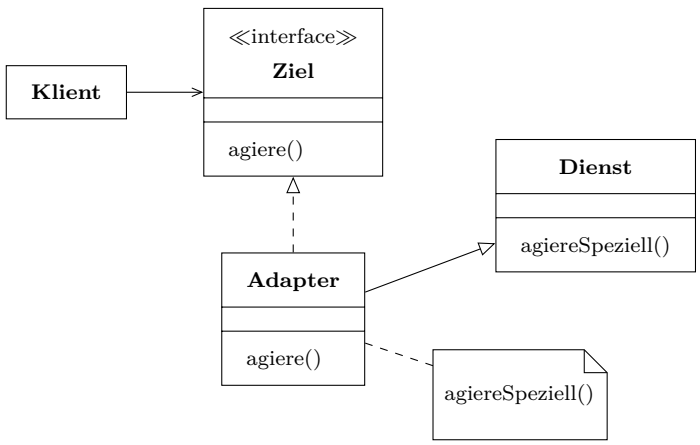
```
\def\liEntwurfsAbstrakteFabrikCode{
  \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Produkte}
  \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{AbstrakteFabrik}
  \li@EntwurfsCode{abstrakte_fabrik}{Klient}
}
```

\liEntwurfsAbstrakteFabrik

```
\def\liEntwurfsAbstrakteFabrik{
  \liEntwurfsAbstrakteFabrikUml
  \liEntwurfsAbstrakteFabrikCode
}
```

2.10.4 Adapter

\liEntwurfsAdapterUml




```
\def\liEntwurfsAdapterUml{
  \begin{tikzpicture}
    \umlsimpleclass[x=1,y=3]{Klient}{}{}
    \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Ziel}{}{agiere()}
    \umlclass[x=4,y=0]{Adapter}{}{agiere()}
    \umlclass[x=8,y=1.5]{Dienst}{}{agiereSpeziell()}

    \umlreal{Adapter}{Ziel}
    \umluniassoc{Klient}{Ziel}
    \umlinherit{Adapter}{Dienst}

    \umlnote[x=7,y=-1,width=2cm]{Adapter}{agiereSpeziell()}
  \end{tikzpicture}
  \footcite[so ähnlich wie GoF]{wiki:adapter}
}
```

\liEntwurfsAdapterAkteure

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

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

Dienst (Adaptee) Der Dienst bietet wiederzuverwendende Dienstleistungen mit fest definierter Schnittstelle an.

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

```
\def\liEntwurfsAdapterAkteure{
  \begin{description}

    \item[Ziel (Target)]

    Das Ziel definiert die Schnittstelle, die der Klient nutzen kann.

    \item[Klient (Client)]

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

    \item[Dienst (Adaptee)]

    Der Dienst bietet wiederzuverwendende Dienstleistungen mit fest
    definierter Schnittstelle an.

    \item[Adapter]

    Der Adapter adaptiert die Schnittstelle des Dienstes auf die
    Schnittstelle zum Klienten.\footcite{wiki:adapter}
```

```
  \end{description}
}
```

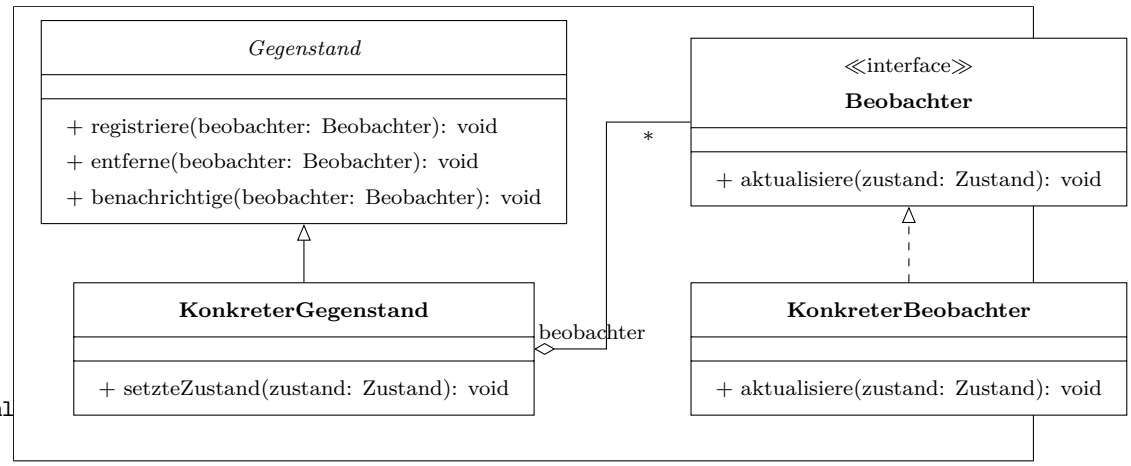
\liEntwurfsAdapterCode

```
\def\liEntwurfsAdapterCode{
  \li@EntwurfsCode{adapter}{Dienst}
  \li@EntwurfsCode{adapter}{Ziel}
  \li@EntwurfsCode{adapter}{Adapter}
  \li@EntwurfsCode{adapter}{Klient}
}
```

\liEntwurfsAdapter

```
\def\liEntwurfsAdapter{
  \liEntwurfsAdapterUml
  \liEntwurfsAdapterAkteure
  \liEntwurfsAdapterCode
}
```

2.10.5 Beobachter (Observer)



\liEntwurfsBeobachterUml

```
\def\liEntwurfsBeobachterUml{
  \begin{tikzpicture}
    \umlclass[x=0,y=0,type=abstract]{Gegenstand}{}{
      + registriere(beobachter: Beobachter): void\\
      + entferne(beobachter: Beobachter): void\\
      + benachrichtige(beobachter: Beobachter): void\\
    }
    \umlclass[x=0,y=-3]{KonkreterGegenstand}{}{
      + setzteZustand(zustand: Zustand): void
    }
    \umlinherit{KonkreterGegenstand}{Gegenstand}

    \umlclass[x=8,y=0,type=interface]{Beobachter}{}{
      + aktualisiere(zustand: Zustand): void
    }
    \umlclass[x=8,y=-3]{KonkreterBeobachter}{}{
      + aktualisiere(zustand: Zustand): void
    }
    \umlreal{KonkreterBeobachter}{Beobachter}

    \umlHVHaggreg[arg1=beobachter,pos1=0.8,mult2=*,pos2=2.5]
    {KonkreterGegenstand}{Beobachter}
  \end{tikzpicture}
}
```

\liEntwurfsBeobachterAkteure

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

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

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

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

```
\def\liEntwurfsBeobachterAkteure{
  \begin{description}
    \item[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.\footcite[Seite
    251]{gof}

    \item[Beobachter (Observer)]

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

    \item[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.

    \item[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.
    \footcite{wiki:beobachter}
  \end{description}
}
```

\liEntwurfsBeobachterCode

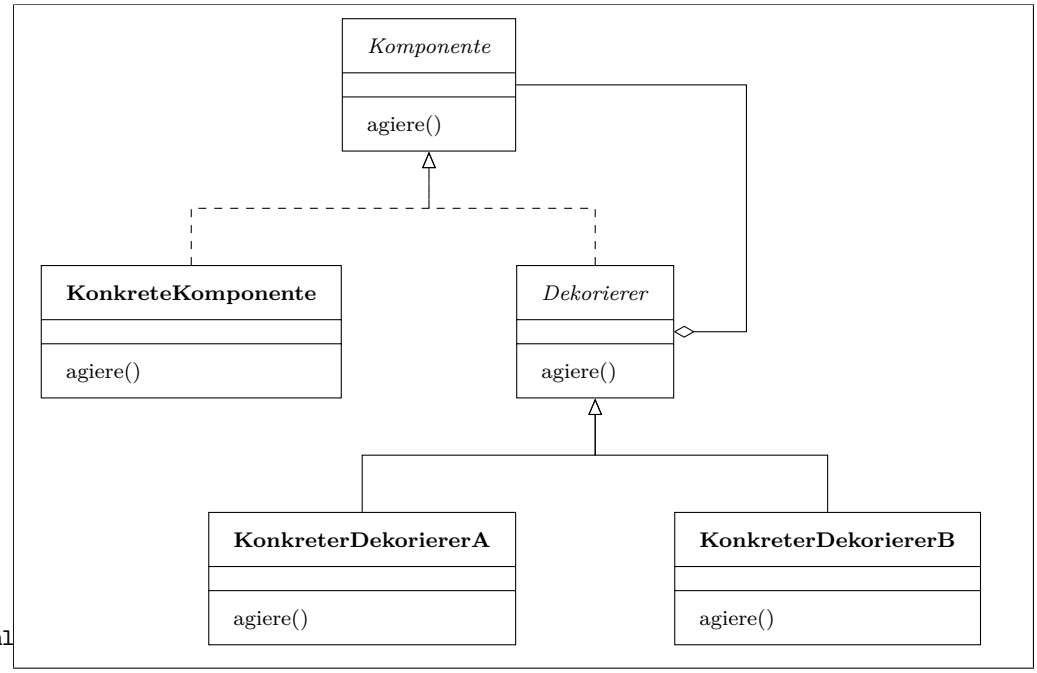
```
\def\liEntwurfsBeobachterCode{
  \li@EntwurfsCode{beobachter}{Gegenstand}
  \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterGegenstand}
  \li@EntwurfsCode{beobachter}{Beobachter}
  \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterA}
  \li@EntwurfsCode{beobachter}{KonkreterBeobachterB}
```

```
  \li@EntwurfsCode{beobachter}{Klient}
}
```

\liEntwurfsBeobachter

```
\def\liEntwurfsBeobachter{
  \liEntwurfsBeobachterUml
  \liEntwurfsBeobachterAkteure
  \liEntwurfsBeobachterCode
}
```

2.10.6 Dekorierer (Decorator)



\liEntwurfsDekoriererUml

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

    \umlVHVreal{KonkreteKomponente}{Komponente}
    \umlVHVreal{Dekorierer}{Komponente}

    \umlclass[below left=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererA}{}{agiere()}
    \umlclass[below right=1.5cm and 0cm of Dekorierer]{KonkreterDekoriererB}{}{agiere()}

    \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererA}{Dekorierer}
    \umlVHVinherit{KonkreterDekoriererB}{Dekorierer}

    \umlHVHaggreg[arm1=2cm]{Dekorierer}{Komponente}
    \footcite{wiki:dekorierer}
  \end{tikzpicture}
}
```

\liEntwurfsDekoriererCode

```
\def\liEntwurfsDekoriererCode{
  \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Komponente}
  \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreteKomponente}
  \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Dekorierer}
  \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererA}
  \li@EntwurfsCode{dekorierer}{KonkreterDekoriererB}
  \li@EntwurfsCode{dekorierer}{Klient}
}
```

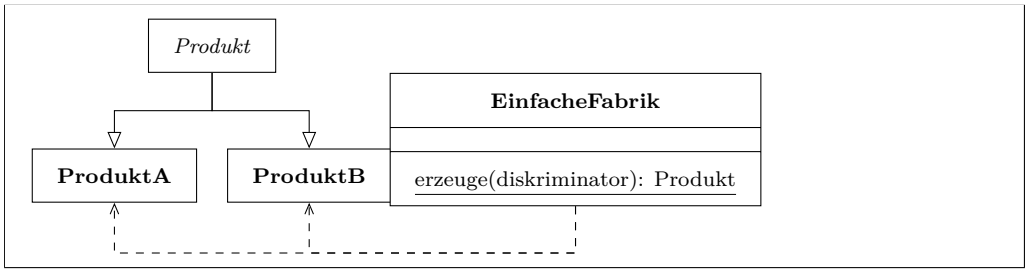
\liEntwurfsDekorierer

```
\def\liEntwurfsDekorierer{
  \liEntwurfsDekoriererUml
  \liEntwurfsDekoriererAkteure
  \liEntwurfsDekoriererCode
}
```

2.10.7 Einfache Fabrik (Simple Factory)

\liEntwurfsEinfacheFabrikUml

Quelle: https://refactoring.guru/design-patterns/factory-comparison




```
\def\liEntwurfsEinfacheFabrikUml{
  \begin{tikzpicture}
    \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
    \umlsimpleclass[below left=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktA}
    \umlsimpleclass[below right=1cm and -0.65cm of Produkt]{ProduktB}
    \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktA}
    \umlVHVinherit{Produkt}{ProduktB}
    \umlclass[below right=0cm and 1.5cm of Produkt]{EinfacheFabrik}{
    }{
      \umlstatic{erzeuge(diskriminator): Produkt}\\
    }
    \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktA}
    \umlVHVdep[arm1=-1.5cm]{EinfacheFabrik}{ProduktB}
  \end{tikzpicture}
}
```

ntwurfsEinfacheFabrikAkteure

Quelle: frei überstetzt aus GoF

EinfacheFabrik Eine Klasse mit einer Erzeugunsmethode, 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.

```
\def\liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure{
  \begin{description}
    \item[EinfacheFabrik]

    Eine Klasse mit einer Erzeugunsmethode, die über eine größere
    Bedingung verschiedene Objekt instanziert.

    \item[Produkt]

    Eine abstrakte Klasse, die von den konkreten Produkten geerbt wird.

    \item[KonkretesProdukt]

    Ein konkretes Produkt, das von der einfachen Fabrik erzeugt wird.
  \end{description}
}
```

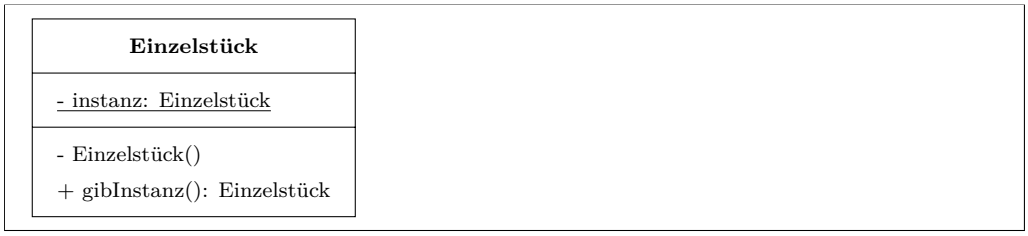
\liEntwurfsEinfacheFabrik

```
\def\liEntwurfsEinfacheFabrik{
  \liEntwurfsEinfacheFabrikUml
  \liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure
}
```

2.10.8 Einzelstück (Singleton)

\liEntwurfsEinzelstueckUml

Quelle nach der deutschen Wikipedia




```
\def\liEntwurfsEinzelstueckUml{
  \begin{tikzpicture}
    \umlclass{Einzelstück}{
    \umlstatic{- instanz: Einzelstück}\\
    }{
    - Einzelstück()\\
    + gibInstanz(): Einzelstück
    }
  \end{tikzpicture}
}
```

iEntwurfsEinzelstueckAkteure

Quelle: frei überstetzt aus GoF

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

```
\def\liEntwurfsEinzelstueckAkteure{
  \begin{description}
    \item[Einzelstück (Singleton)]

    stellt eine statische Methode bereit, mit deren Hilfe die Klienten
    nur auf eine einzige Instanz der Klasse zugreifen können.
  \end{description}
}
```

\liEntwurfsEinzelstueckCode

```
\def\liEntwurfsEinzelstueckCode{
  \li@EntwurfsCode{einzelstueck}{Einzelstueck}
}
```

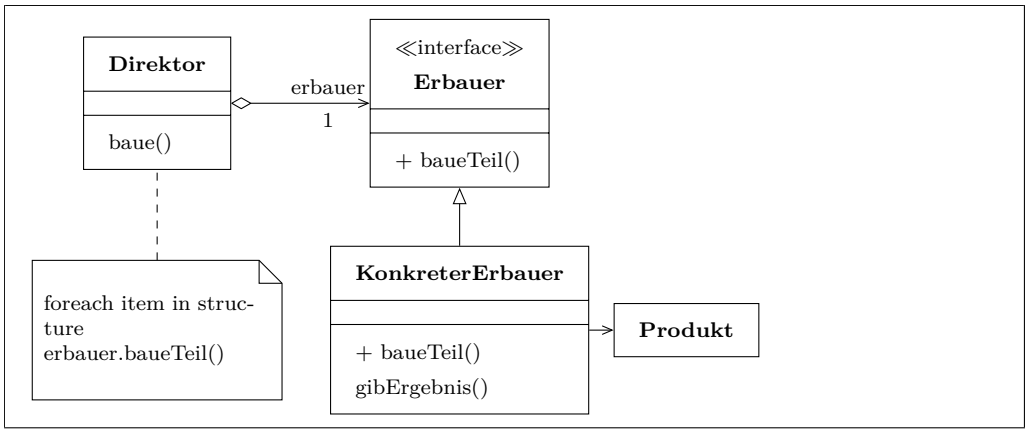
\liEntwurfsEinzelstueck

```
\def\liEntwurfsEinzelstueck{
  \liEntwurfsEinzelstueckUml
  \liEntwurfsEinzelstueckAkteure
  \liEntwurfsEinzelstueckCode
}
```

2.10.9 Erbauer (Builder)

\liEntwurfsErbauerUml

Quelle nach der deutschen Wikipedia




```
\def\liEntwurfsErbauerUml{
  \begin{tikzpicture}
    \umlsimpleclass[x=7,y=0]{Produkt}{}{}
    \umlclass[x=4,y=3,type=interface]{Erbauer}{}{+ baueTeil()}
    \umlclass[x=4,y=0]{KonkreterErbauer}{}{
      + baueTeil()\\
      gibErgebnis()}
    \umlclass[x=0,y=3]{Direktor}{}{baue()}

    \umluniaggreg[arg2=erbauer,pos2=0.7,mult2=1]{Direktor}{Erbauer}
    \umluniassoc{KonkreterErbauer}{Produkt}
    \umlinherit{KonkreterErbauer}{Erbauer}

  \umlnote[x=0,y=0,width=3cm]{Direktor}{
    foreach item in structure\\
    erbauer.baueTeil()
  }
  \end{tikzpicture}
  \footcite{wiki:erbauer}
}
```

`\liEntwurfsErbauerAkteure` Quelle: deutsche Wikipedia

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

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

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

Produkt Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.

```
\def\liEntwurfsErbauerAkteure{
  \begin{description}
    \item[Erbauer]

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

    \item[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.

    \item[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.

    \item[Produkt]

    Das Produkt repräsentiert das zu konstruierende komplexe Objekt.
    \footcite{wiki:erbauer}
  \end{description}
}
```

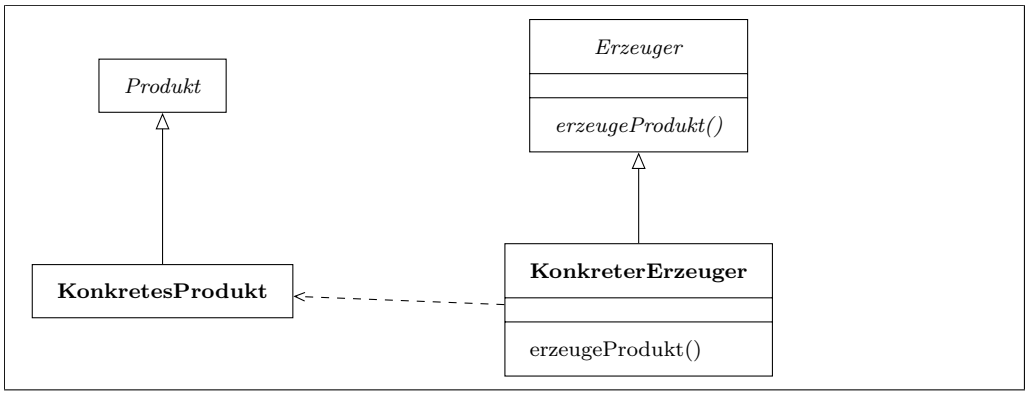
\liEntwurfsErbauer

```
\def\liEntwurfsErbauer{
  \liEntwurfsErbauerUml
  \liEntwurfsErbauerAkteure
}
```

2.10.10 Fabrikmethode (Factory Method)

\liEntwurfsFabrikmethodeUml

Quelle nach der deutschen Wikipedia




```
\def\liEntwurfsFabrikmethodeUml{
  \begin{tikzpicture}
    \umlsimpleclass[type=abstract]{Produkt}
    \umlsimpleclass[below=2cm of Produkt]{KonkretesProdukt}
    \umlinherit{KonkretesProdukt}{Produkt}

    \umlclass[type=abstract,right=4cm of Produkt]{Erzeuger}{}{
      \textit{erzeugeProdukt()}\\
    }
    \umlclass[below=1.2cm of Erzeuger]{KonkreterErzeuger}{}{
    erzeugeProdukt()
    }
    \umlinherit{KonkreterErzeuger}{Erzeuger}

    \umldep{KonkreterErzeuger}{KonkretesProdukt}
  \end{tikzpicture}
}
```

EntwurfsFabrikmethodeAkteure

Quelle: deutsche Wikipedia

Produkt Das Produkt ist der Basistyp (Klasse oder Schnittstelle) für das zu erzeugende Produkt.

KonkretesProdukt KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.

Erzeuger Der Erzeuger deklariert die Fabrikmethode, um ein solches Produkt zu erzeugen und kann eine Default-Implementierung beinhalten.

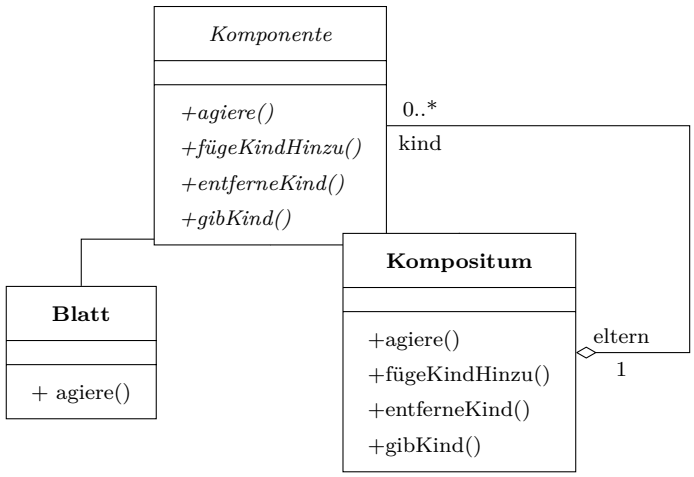
KonkreterErzeuger KonkreterErzeuger überschreibt die Fabrikmethode, um die ihm entsprechenden konkreten Produkte zu erzeugen (z. B. indem er den Konstruktor einer konkreten Produkt-Klasse aufruft).

```
\def\liEntwurfsFabrikmethodeAkteure{
  \begin{description}
    \item[Produkt]

    Das Produkt ist der Basistyp (Klasse oder Schnittstelle) für das
    zu erzeugende Produkt.

    \item[KonkretesProdukt]

    KonkretesProdukt implementiert die Produkt-Schnittstelle.

    \item[Erzeuger]

    Der Erzeuger deklariert die Fabrikmethode, um ein solches Produkt
    zu erzeugen und kann eine Default-Implementierung beinhalten.

    \item[KonkreterErzeuger]

    KonkreterErzeuger überschreibt die Fabrikmethode, um die ihm
    entsprechenden konkreten Produkte zu erzeugen (z. B. indem er den
    Konstruktor einer konkreten Produkt-Klasse aufruft).

    \footcite{wiki:fabrikmethode}
  \end{description}
}
```

`\liEntwurfsFabrikmethode`

```
\def\liEntwurfsFabrikmethode{
  \liEntwurfsFabrikmethodeUml
  \liEntwurfsFabrikmethodeAkteure
}
```

2.10.11 Kompositum (Composite)



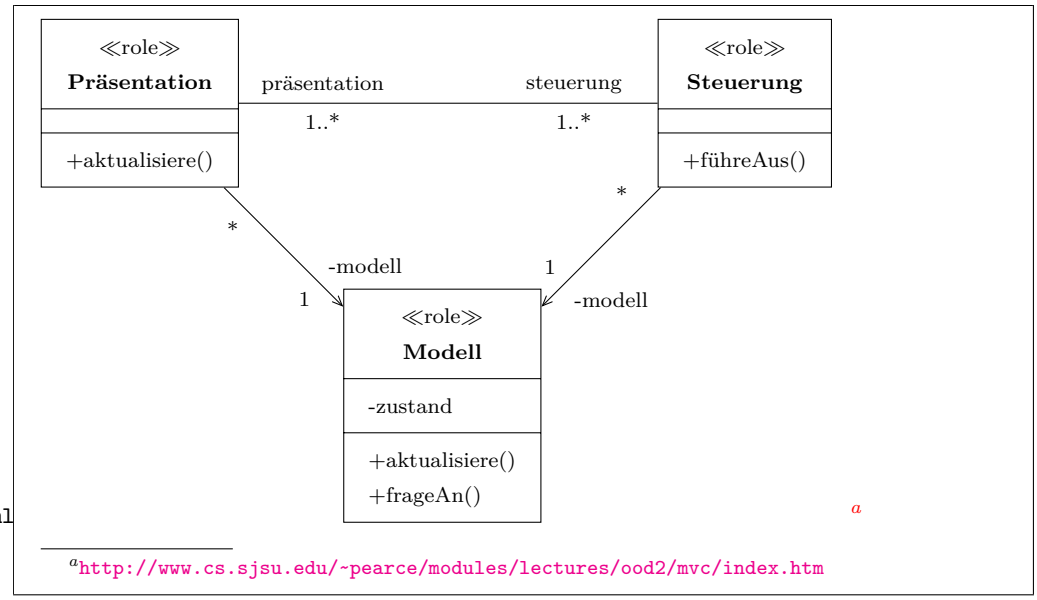
`\liEntwurfsKompositumUml`

```
\def\liEntwurfsKompositumUml{
  \begin{tikzpicture}
    \umlclass[x=2.5,y=3,type=abstract]{Komponente}{}{
      \textit{+agiere()}\\
      \textit{+fügeKindHinzu()}\\
      \textit{+entferneKind()}\\
      \textit{+gibKind()}
    }
    \umlclass[x=0]{Blatt}{}{+ agiere()}
    \umlclass[x=5]{Kompositum}{}{
      +agiere()\\
      +fügeKindHinzu()\\
      +entferneKind()\\
      +gibKind()
    }

    \umlVHVinherit{Kompositum}{Komponente}
    \umlVHVinherit{Blatt}{Komponente}
    \umlHVHaggreg[anchor1=east,arm1=1.5cm,arg1=eltern,mult1=1,arg2=kind,mult2=0..*,pos2=2.9,p
  \end{tikzpicture}
}
```

\liEntwurfsFabrikmethode

```
\def\liEntwurfsKompositum{
  \liEntwurfsKompositumUml
  \liEntwurfsKompositumAkteure
}
```

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



odellPraesentationSteuerungUml

```
\def\liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml{
  \begin{tikzpicture}
    \umlclass[x=-4cm,type=role]{Präsentation}{}{+aktualisiere()}
    \umlclass[x=4cm,type=role]{Steuerung}{}{+führeAus()}
    \umlclass[y=-4cm,type=role]{Modell}{
      -zustand
    }{
      +aktualisiere()\\
      +frageAn()
    }

    \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Präsentation}{Modell}
    \umluniassoc[arg2=-modell,mult2=1,mult1=*]{Steuerung}{Modell}
```

```
    \umlassoc[arg1=präsentation,mult1=1..*,arg2=steuerung,mult2=1..*]{Präsentation}{Steuerung
  \end{tikzpicture}
  \liFussnoteUrl{http://www.cs.sjsu.edu/~pearce/modules/lectures/ood2/mvc/index.htm}
}
```

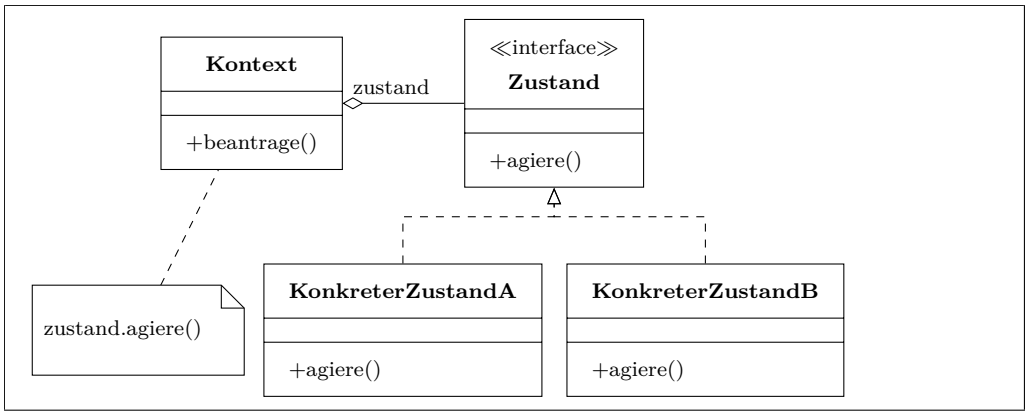
ModellPraesentationSteuerung

```
\def\liEntwurfs{
  \liEntwurfsModellPraesentationSteuerungUml
  \liEntwurfsModellPraesentationSteuerungAkteure
}
```

2.10.13 Zustand (State)

\liEntwurfsZustandUml

Quelle: Englische Wikipedia, so ähnlich wie in GoF




```
\def\liEntwurfsZustandUml{
  \begin{tikzpicture}
    \umlclass[x=-1,y=3]{Kontext}{}{+beantrage()}
    \umlclass[x=3,y=3,type=interface]{Zustand}{}{+agiere()}
    \umlclass[x=1,y=0]{KonkreterZustandA}{}{+agiere()}
    \umlclass[x=5,y=0]{KonkreterZustandB}{}{+agiere()}

    \umlVHVreal{KonkreterZustandA}{Zustand}
    \umlVHVreal{KonkreterZustandB}{Zustand}

    \umlaggreg[arg=zustand,pos=0.4]{Kontext}{Zustand}

    \umlnote[x=-2.5,y=0,width=2.5cm]{Kontext}{zustand.agiere()}
  \end{tikzpicture}
}
```

\liEntwurfsZustandAkteure

Quelle: Deutsche Wikipedia

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

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

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

```
\def\liEntwurfsZustandAkteure{
  \begin{description}
    \item[Kontext (Context)]

    definiert die clientseitige Schnittstelle und verwaltet die separaten
    Zustandsklassen.

```

```
    \item[State (Zustand)]

    definiert eine einheitliche Schnittstelle aller Zustandsobjekte und
    implementiert gegebenenfalls ein Standardverhalten.

    \item[KontreterZustand (ConcreteState)]

    implementiert das Verhalten, das mit dem Zustand des Kontextobjektes
    verbunden ist.
  \end{description}
}
```

\liEntwurfsZustand

```
\def\liEntwurfsZustand{
  \liEntwurfsZustandUml
  \liEntwurfsZustandAkteure
}
```

2.11 er.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-er}[2020/06/13 Zum Setzen von
ER-Diagrammen]
```

```
\RequirePackage{tikz-er2}
\usetikzlibrary{positioning}
```

```
\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}
```

```
\RequirePackage{soul}
\RequirePackage{fontawesome}
```

Let-Abkürzungen

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

```
\ExplSyntaxOn
```

`\liErEntity`

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

`\liErRelationship`

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

`\liErAttribute`

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

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

```
\def\liErMpEntity#1{
  \liErEntity{#1}
  \marginpar{
    \liErEntity{\tiny\faSquareO{}~E:~#1}
  }
}
```

□

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

```
\def\liErMpRelationship#1{
  \liErRelationship{#1}
  \marginpar{
    \liErRelationship{\tiny\faGg{}~R:~#1}
  }
}
```

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

```
\def\liErMpAttribute#1{
  \liErAttribute{#1}
  \marginpar{
    \liErAttribute{\tiny\faCircleThin{}~A:~#1}
  }
}
```

`\liErDatenbankName` **Let-Abkürzung:** `\let\d=\liErDatenbankName`
datenbank name

```
\def\liErDatenbankName#1{
  {
    \footnotesize\texttt{(#1)}
  }
}
```

```
\ExplSyntaxOff
```

2.12 formale-sprachen.sty

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

\directlua{
  formale_sprachen = require('lehramt-informatik-formale-sprachen')
}

\RequirePackage{hyperref}
\RequirePackage{lehramt-informatik-mathe}
```

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

```
\def\liMengeOhneMathe#1{\{ #1 \}}
\def\liMenge#1{%
\ifmmode%
\liMengeOhneMathe{#1}%
\else%
$\liMengeOhneMathe{#1}$%
\fi%
}
```

`\liEpsilon` `\liEpsilon`: ε
Let-Abkürzung: `\let\e=\liEpsilon`

```
\def\liEpsilon{$\varepsilon$}
```

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

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

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

```
\let\liZustandsmengeOhneMathe=\liPotenzmengeOhneMathe
\let\liZustandsmenge=\liPotenzmenge
```

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

```
\def\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe#1{\delta(\erzeuge@tiefgestellt{#1})}
\def\liUeberfuehrungsFunktion#1{
\ifmmode
  \liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}
\else
  $\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe{#1}$
\fi
}
```

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

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

`\liBandAlphabet` `\liBandAlphabet{\liTuringLeerzeichen}`: $\Gamma = \Sigma \cup \{\Box\}$

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

`\liZustandsBuchstabe`

```
\def\liZustandsBuchstabe{z}
```

`\liZustandsBuchstabeGross`

```
\def\liZustandsBuchstabeGross{Z}
```

`\liZustandsmengeNr`

```
\def\zustandsnamens@liste#1#2{
  $
    \{
      \directlua{formale_sprachen.erzeuge_zustandsnamens_liste('#1', '#2')}
    \}
  $
}
\def\liZustandsmengeNr#1{\zustandsnamens@liste{\liZustandsBuchstabe}{#1}}
```

`\liZustandsmengeNrGross`

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

`\liZustandsname` `\liZustandsname{1}`: `$z_1$`

```
\def\liZustandsname#1{$\liZustandsBuchstabe_#1$}
```

`\liZustandsnameGross` `\liZustandsnameGross{1}`: `$Z_1$`

```
\def\liZustandsnameGross#1{$\liZustandsBuchstabeGross_#1$}
```

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

```
\def\liAbleitung#1{$\directlua{formale_sprachen.formatiere_ableitung('#1')}$}
```

`liProduktionsRegeln`

```
\begin{liProduktionsRegeln}[P_1]
  S -> S A B | EPSILON,
  B A -> A B,
  A A -> a a,
  B B -> b b
\end{liProduktionsRegeln}
```

```
\NewDocumentEnvironment { liProduktionsRegeln }
{ O{P} +b }
{
  \noindent
  $#1 = \{$
  \vspace{-0.2cm}
  \begin{align*}
    \directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#2')}
  \end{align*}
  \vspace{-1.5cm}
  \begin{flushright}\}\end{flushright}
} {}
```

`\liProduktionen` `\liProduktionen{S -> A, A -> a}`: $\{S \to A, A \to a\}$

```
\def\liProduktionen#1{
  \liMenge{\directlua{formale_sprachen.produktions_regeln('#1', true)}}
}
```

`\liZustandsnameTiefgestellt` Automatisch tiefgestellte Nummerierung `\z1`
Let-Abkürzung: `\let\z=\liZustandsnameTiefgestellt`

```
\def\liZustandsnameTiefgestellt#1{
  \ifmmode
    \liZustandsBuchstabe\sb{#1}
  \else
    $\liZustandsBuchstabe\sb{#1}$
  \fi
}
```

```
\ExplSyntaxOn
```

`\liAusdruck` `\liAusdruck[L_2]{a_1,a_2,\dots,a_n}{n \in N}`: $L_2 = \{\, a_1, a_2, \ldots, a_n \mid n \in N \,\}$
Ohne „=“: `\liAusdruck[]{x}{y}`: $\{\, x \mid y \,\}$
Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:

```
\$(.*) += +\\\{ *(.*?)( *\\, *)?\|( *\\, *)?(.*?) *\\\}\$
\\liAusdruck[$1]{$2}{$5}
```

```
\NewDocumentCommand{ \liAusdruck } { O{L} m m } {
  $
   \tl_if_empty:nTF {#1} {} {#1 =}
   \{
    \, #2 \,
    |
    \, #3 \,
  \}$
}
\ExplSyntaxOff
```

`\liFlaci` Link zur flaci.com Website: `\liFlaci{Grxk1oczg}`:

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

```
\def\liFlaci#1{%
  \par
  {%
    \scriptsize
    Der Automat auf flaci.com (FLACI: Formale Sprachen, abstrakte
    Automaten, Compiler und Interpreter) Ein Projekt der Hochschule
    Zittau/Görlitz und der Pädagogischen Hochschule Schwyz:
    \href{https://flaci.com/#1}{flaci.com/#1}%
  }%
  \par
}
```

`\liGrammatik` `\liGrammatik[`⟨*grammtik-name*⟩`]{`⟨*variablen=V,alphabet=Σ,produktionen=P,start=S*⟩`}`
`\liGrammatik{variablen={}, alphabet={}}`

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

```
\ExplSyntaxOn
\NewDocumentCommand {\liGrammatik} { O{G} m } {
  \tl_set:Nn \l_variablen_tl {V}
  \tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\Sigma}
  \tl_set:Nn \l_produktionen_tl {P}
  \tl_set:Nn \l_start_tl {S}

  \keys_define:nn { grammatik } {
    variablen .code:n = {\tl_set:Nn \l_variablen_tl {\liMenge{##1}}},
    alphabet .code:n = {\tl_set:Nn \l_alphabet_tl {\liMenge{##1}}},
    produktionen .code:n = {\tl_set:Nn \l_produktionen_tl {\liProduktionen{##1}}},
    start .code:n = {\tl_set:Nn \l_start_tl {##1}},
  }

  \keys_set:nn { grammatik } { #2 }

  $#1 = (
    \l_variablen_tl,
    \l_alphabet_tl,
    \l_produktionen_tl,
    \l_start_tl
  )$
```

```
}
\ExplSyntaxOff

```

2.13 formatierung.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-formatierung}[2020/11/27]
```

2.13.1 Schriftarten / Typographie

```
\RequirePackage{mathpazo}
\RequirePackage[no-math]{fontspec}
\setmainfont{texgyrepagella}
\setsansfont{QTAncientOlive}
\RequirePackage{sectsty}
\allsectionsfont{\fontspec{QTAncientOlive}}
```

2.13.2 Farben

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

2.13.3 Überschriften

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

2.13.4 Listen

```
\RequirePackage{paralist}
\renewcommand\labelitemi{-}
\renewcommand\labelitemii{-}
\renewcommand\labelitemiii{-}
\renewcommand\labelitemiv{-}
% Counter: enumi enumii enumiii enumiv
% Styles: \arabic{counter} \alph{counter} \Alph{counter} \roman{counter} \Roman{counter}
\renewcommand{\labelenumi}{(\alph{enumi})}
\renewcommand{\labelenumii}{(\roman{enumii})}
```

2.13.5 Kasten

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

liKasten

```
\NewDocumentEnvironment { liKasten }{ } {
  \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
} {
  \end{mdframed}
}
```

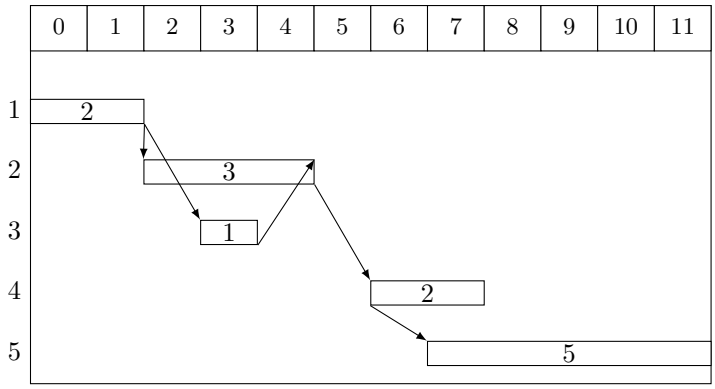
2.13.6 Header

```
\RequirePackage{fancyhdr}
\fancyhead[L,C,R]{}
\fancyfoot[L]{}
\fancyfoot[C]{}
\fancyfoot[R]{\thepage}
\pagestyle{fancy}
\renewcommand{\headrulewidth}{0pt}
\renewcommand{\footrulewidth}{0pt}
```

2.14 gantt.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-gantt}[2020/09/05]
```

```
\begin{ganttchart}[x unit=0.75cm, y unit chart=0.8cm]{0}{11}
\ganttitlelist{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}
```




```
\RequirePackage{tikz-uml}
\RequirePackage{pgfgantt}
\setganttlinklabel{f-s}{}
\setganttlinklabel{s-s}{}
\setganttlinklabel{f-f}{}
\setganttlinklabel{s-f}{}
```

2.15 grafik.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-grafik}[2020/12/27 Lädt das Paket
TikZ, um Grafiken zeichnen zu können.]
\RequirePackage{tikz}

```

2.16 graph.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-graph}[2020/06/09]
\RequirePackage{tikz}
```

Für die die Adjazenzliste (xrightarrow)

```
\RequirePackage{amsmath}
```

Für Adjazenz-Matrix

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

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

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

```
\tikzset{
  li graph/.style={
    every node/.style={
      rectangle,
      draw,
    },
    every edge/.style={
      >={Stealth[black]},
      draw,
    },
    every edge/.append style={
      every node/.style={
        sloped,
        auto,
      }
    }
  },
  li markierung/.style={
    ultra thick,
  }
}
```

`liGraphenFormat` Dummy-Umgebung, zum Parsen durch Java gedacht.

```
\begin{liGraphenFormat}
a: 0 0
b: 1 1
c: 4 1
d: 3 0
e: 2 2
a -> b
b -- d
b -> e: 3
c -- d
d -> e: 2
d -- a: 4
\end{liGraphenFormat}
```

```
\NewDocumentEnvironment { liGraphenFormat }{ +b } {} {}
```

2.17 hanoi.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-hanoi}[2020/12/19 Paket zum Setzen
von Hanoi-Grafiken]
```

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

```
\RequirePackage{tikz}
\RequirePackage{xcolor}
```

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

```
\def\li@mset #1[#2]=#3{%
\expandafter\xdef\csname #1#2\endcsname{#3}
}
\def\li@mget #1[#2]{%
\csname #1#2\endcsname
}
\def\li@minc #1[#2]+=#3{%
\pgfmathparse{\li@mget #1[#2]+#3}%
\li@mset #1[#2]=\pgfmathresult
}

\def\liHanoi#1#2{
  \edef\li@numdiscs{#1}
  \def\li@sequence{#2}
  \begin{tikzpicture}[line width=4mm,brown!40,line cap=round,xscale=3]
    % init colors
    \foreach[count=\j] \c in {red,green!80!black,blue,orange,violet,gray,yellow!80!black,purp
    \li@mset col[\j]={\c};
    % draw poles and init pole counters
    \foreach \j in {1,2,3}{
      \li@mset pos[\j]=0
      \draw (\j,-.5) -- +(0, .5 + .5*\li@numdiscs);
    }
    % draw base
    \draw (.5,-.5) -- +(3,0);
    % draw discs
    \foreach[count=\k] \i/\j in \li@sequence{
      \draw[draw={\li@mget col[\i]}] (\j,\li@mget pos[\j]) +(-.4*\i/\li@numdiscs,0) -- +(.4*\
      \li@minc pos[\j]+={.5}
    }
  \end{tikzpicture}
}
```

2.18 komplexitaetstheorie.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-komplexitaetstheorie}[2021/07/08 Zum
Setzen von Karps NP-vollständigen Problemen, Hilfsmakros für die
Polynomialzeitreduktion.]
```

Let-Abkürzungen

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

```
\liLadePakete{mathe}
```

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

```
\RequirePackage{mdframed}
```

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

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

`\liProblemName` Zu Setzen von Problemnamen wie zum Beispiel SAT, COL, VERTEX COVER
Let-Abkürzung: `\let\n=\liProblemName`
`\liProblemName`: SAT VERTEX COVER

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

`\liProblemBeschreibung` Zu setzen von Problem-Beschreibungen:

```
\liProblemBeschreibung
{}
{}
{}
```

CLIQUE

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

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

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

```
\def\liProblemBeschreibung#1#2#3{
  \begin{mdframed}[
    userdefinedwidth=9cm,
    align=center,
    backgroundcolor=white!0,
  ]
    \centerline{\large\liProblemName{#1}}

    \medskip

    \begin{description}
    \item[Gegeben:] #2
    \item[Frage:] #3
    \end{description}
  \end{mdframed}
}
```

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

```
\NewDocumentCommand{ \liPolynomiellReduzierbar } { m O{p}  m } {
\begin{displaymath}
  \liProblemName{#1}
  \preceq_{#2}
  \liProblemName{#3}
\end{displaymath}
}
```

\liProblemVertexCover

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

\liProblemVertexCover

```
\def\liProblemVertexCover{%
%
Das \textbf{Knotenüberdeckungsproblem} (\liProblemName{Vertex Cover})
fragt, ob zu einem gegebenen einfachen Graphen und einer natürlichen
Zahl $k$ eine Knotenüberdeckung der Größe von höchstens $k$ existiert.
\footcite{wiki:knotenueberdeckung}

Das heißt, ob es eine aus maximal $k$ Knoten bestehende Teilmenge $U$
der Knotenmenge gibt, so dass jede Kante des Graphen mit
mindestens einem Knoten aus $U$ verbunden ist.
\footcite[Seite 78]{theo:fs:4}%
}
```

\liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

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

\liProblemSubsetSum Kein Karp-21-Problem

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

2.19 kontrollflussgraph.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-kontrollflussgraph}[2020/11/07]
\RequirePackage{tikz}
\usetikzlibrary{positioning}
\tikzset{
  li kontrollfluss/.style={
    knoten/.style={
      circle,
      draw
    },
    usebox/.style={
      draw,
      rectangle,
      font=\scriptsize,
      anchor=west,
      align=left,
    },
    bedingung/.style={
      midway,
      draw=none,
      font=\scriptsize
    },
    knotenbeschriftung/.style={
      draw,
      rectangle,
      midway,
      font=\scriptsize
    },
    wahr/.style={
      thick
    },
    falsch/.style={
      dashed
    },
    every node/.style={
      circle,
      draw,
    },
    every edge/.append style={
      every node/.style={
        draw=none,
        bedingung,
      }
    },
    every path/.style={
      draw,
      ->,
    },
    every pin/.style={
      draw,
      dotted,
      rectangle,
      pin position=right
    },
    every pin edge/.style={
      dotted,
      arrows=-,
    }
  }
}
```

liKontrollflussgraph

```
\NewDocumentEnvironment { liKontrollflussgraph } { O{} } {
  \begin{tikzpicture}[
    li kontrollfluss,
    #1
  ]
} {
  \end{tikzpicture}
}
```

\liAnweisung

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

```
\ExplSyntaxOn
\NewDocumentCommand { \liKontrollKnotenPfad }{ m }
{
  \seq_set_split:Nnn \l_tmpa_seq { - } { #1 }
  \seq_set_map:NNn \l_tmpa_seq \l_tmpa_seq {\liKontrollTextzeileKnoten{##1}}
  \seq_use:Nn \l_tmpa_seq { ~~~~ }
}
\ExplSyntaxOff
```

2.20 kopf-fusszeilen.sty

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

```
\ExplSyntaxOn
```

```
\fancyhead{}
\fancyhead[RO,LE]{{\scriptsize\LehramtInformatikTitel}}
\fancyhead[LO,RE]{{\scriptsize\today}}
\fancyfoot{}
\fancyfoot[LE,RO]{\thepage}
\fancyfoot[LO,CE]{{\scriptsize\LehramtInformatikAutorName}}
\fancyfoot[CO,RE]{{\scriptsize\LehramtInformatikAutorEmail}}
\renewcommand{\headrulewidth}{0.4pt}
\renewcommand{\footrulewidth}{0.4pt}
```

```
\ExplSyntaxOff
```

2.21 literatur-dummy.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-literatur-dummy}[2020/11/27]
```

\literatur

```
\def\literatur{}
```

\footcite

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

```

2.22 literatur.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-literatur}[2020/11/27]
```

```
\RequirePackage{csquotes}
\RequirePackage[
  bibencoding=utf8,
  citestyle=authortitle,
  backend=biber,
]{biblatex}
\addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/10_DB.bib}
\addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/20_OOMUP.bib}
\addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/30_AUD.bib}
\addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/40_SOSY.bib}
\addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/60_FUMUP.bib}
\addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/70_THEO.bib}
\addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/80_DDI.bib}
\addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Allgemein.bib}
\addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Examen.bib}
\addbibresource{\LehramtInformatikRepository/Quellen/Wikipedia.bib}
% To allow footnotes in the heading
\RequirePackage[stable,multiple]{footmisc}
```

\literatur

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

2.23 makros.sty

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

```
\RequirePackage{hyperref}
```

```
\RequirePackage{graphicx}
```

Für die Umgebung `liQuellen` benötigt.

```
\RequirePackage{paralist}
```

`\inhaltsverzeichnis`

```
\def\inhaltsverzeichnis {
  \begin{mdframed}
    \begingroup
    \let\clearpage\relax
    \tableofcontents
    \endgroup
  \end{mdframed}
}
```

`\memph` `\mephm` (`\marginpar` and `\emph`)

```
\newcommand{\memph}[1]{\emph{#1}\marginpar{\tiny#1}}
```

`\SLASH`

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

`\liPseudoUeberschrift` Text, der sich wie eine Überschrift verhält.

```
\newcommand{\liPseudoUeberschrift}[1]{
\bigskip
\noindent
\textsf{\textbf{#1}}
\noindent
}
```

`\liBeschriftung` Ähnlich dem Makro `\liPseudoUeberschrift{}`. Am Ende des Textes wird ein Doppelpunktzeichen angehängt.

```
\newcommand{\liBeschriftung}[1]{
\par
\noindent
\medskip
\textbf{#1}:
\medskip
\noindent
}
```

`\hinweis`

```
\def\hinweis#1{{\footnotesize[#1]}}
```

`liProjektSprache` `\begin{liProjektSprache}{NameProjektSprache} \end{liProjektSprache}`: Zum Einbetten von projekteigenen Minisprachen/DSLs (Domain-specific language) (z. B. RelationenSchema). Der Inhalt der Umgebung wird nicht von TeX kompiliert, sondern von dem Java-Kommandozeilen-Programm `didaktik.java` verarbeitet.

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

`liEinbettung`

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

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

```
\RequirePackage{xparse}
\ExplSyntaxOn
```

```
\NewDocumentEnvironment{ liAntwort } { O{standard} }
{
  \str_case:nn {#1} {
    {standard} {
      \def\beschriftung{}
      \mdfsetup{backgroundcolor=gray!5,linecolor=gray}
    }
    {richtig} {
      \def\beschriftung{richtig}
      \mdfsetup{backgroundcolor=green!5,linecolor=green}
    }
    {falsch} {
      \def\beschriftung{falsch}
      \mdfsetup{backgroundcolor=red!3,linecolor=red}
    }
    {muster} {
      \def\beschriftung{Musterlösung}
      \mdfsetup{backgroundcolor=green!12,linecolor=green}
    }
  }
  \ifx\beschriftung\empty\else
  \noindent
  \textbf{\beschriftung{}:}
  \fi
  \begin{mdframed}
}
{\end{mdframed}}
```

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

```
\NewDocumentEnvironment{ liAdditum } { o }
{
  \begin{mdframed}[backgroundcolor=yellow!5]
  \IfNoValueTF {#1}
  { \liPseudoUeberschrift{Additum} }
  { \liPseudoUeberschrift{Additum:~#1} }
}
{\end{mdframed}}
```

`liExkurs`

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

> **Exkurs: Linear rekursiv**
> Die häufigste Rekursionsform ist die lineare Rekursion, bei der in jedem Fall der rekursiven Definition höchstens ein rekursiver Aufruf vorkommen darf.

```
\NewDocumentEnvironment{ liExkurs }{o +b}{
  \vspace{0.2cm}%
  \begin{mdframed}[
    backgroundcolor=white,
    bottomline=false,
    innermargin=1cm,
    leftline=true,
    linecolor=black,
    linewidth=0.1cm,
    outermargin=1cm,
    rightline=false,
    topline=false,
  ]
```

```
  \footnotesize
  \noindent%
  \textbf{Exkurs:~#1}\par%
  \noindent%
  #2
  \end{mdframed}
  \vspace{0.2cm}
}{}
```

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

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

Weiterführende Literatur:

- Quelle 1
- Quelle 2

```
\cs_new:Npn \listen@punkt #1 {\item #1}
\NewDocumentEnvironment { liQuellen }{ +b }
{
  \seq_clear_new:N \l_quellen
  \seq_set_split:Nnn \l_quellen {\item} {#1}
  \seq_remove_all:Nn \l_quellen {}
  \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
  \footnotesize
  \noindent
  \textsf{\textbf{Weiterführende~Literatur:}}
  \medskip
  \begin{compactitem}
  \seq_map_function:NN \l_quellen {\listen@punkt}
  \end{compactitem}
  \end{mdframed}
  %
  \makeatletter
  \par\@afterindentfalse\@afterheading
  \makeatother
} {}
```

liLernkartei

```
\NewDocumentEnvironment { liLernkartei }{ m +b }
{
  \begin{mdframed}
  \footnotesize
  \noindent%
  \textbf{Lernkarteikarte:~#1}\par%
  \noindent%
  #2
  \end{mdframed}
} {}
```

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

```
\NewDocumentEnvironment { liDiagramm }{ m +b }
{
  \begin{mdframed}[backgroundcolor=white!0]
  \small
  \noindent%
  \textit{#1}:
  \begin{center}
```

```
  #2
  \medskip
  \end{center}
  \end{mdframed}
} {}
\ExplSyntaxOff
```

\liFussnoteUrl

\liFussnoteUrl[⟨*zusätzlicher-text*⟩]{⟨*url*⟩} \liFussnoteUrl[zusätzlicher Text]{url}: Eine HTTP-URL als Fußnote setzen.

```
\NewDocumentCommand{\liFussnoteUrl} { o m } {
  \footnote{\url{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ (#1)}}
}
```

\liFussnoteLink

\liFussnoteLink[⟨*zusätzlicher-text*⟩]{⟨*link-text*⟩}{⟨*url*⟩} \liFussnoteLink[zusätzlicher Text]{tex
Einen Link, d. h. einen Link-Text und eine URL als Fußnote setzen.

```
\NewDocumentCommand{\liFussnoteLink} { o m m } {
  \footnote{\href{#3}{#2}\IfNoValueTF{#1}{}{ (#1)}}
}
```

\zB

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

\ZB

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

\dh

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

2.24 master-theorem.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-master-theorem}[2021/04/13]
```

Let-Abkürzungen

```
\let\O=\liO
\let\o=\liOmega
\let\T=\liT
\let\t=\liTheta

 \liMasterVariablenDeklaration
 {3} % a
 {3} % b
 {\mathcal{O}(1)} % f(n)

 \liMasterFallRechnung
 % 1. Fall
 {für $\varepsilon = 4$: \\
 $f(n) = 5n^2 \in \O{n^{\log_2 {8 - 4}}} = \O{n^{\log_2 4}} = \O{n^2}$}
 % 2. Fall
 {$f(n) = 5n^2 \notin \t{n^{\log_2 {8}}} = \t{n^3}$}
 % 3. Fall
 {$f(n) = 5n^2 \notin \o{n^{\log_2 {8 + \varepsilon}}}$}

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


 \liMasterVariablenDeklaration
 {} % a
 {} % b
 {} % f(n) ohne $mathe$

 \liMasterFallRechnung
 % 1. Fall
 {}
 % 2. Fall
 {}
 % 3. Fall
 {}

 $\Rightarrow T(n) \in \t{n^2 \cdot \log n}$
 \liMasterWolframLink{T[n]=9T[n/3]\%2B5n^2}
```

```
\ExplSyntaxOn
\RequirePackage{amsmath}
```

\liRundeKlammer

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

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

```
\def\liThetaOhneMathe#1{
  \Theta \liRundeKlammer{#1}
}
\def\liTheta#1{
  \ifmmode
    \liThetaOhneMathe{#1}
  \else
    $\liThetaOhneMathe{#1}$
  \fi
}
```

\liOmega \liOmega{n^2}: $\Omega\big(n^2\big)$

```
\def\liOmegaOhneMathe#1{
  \Omega \liRundeKlammer{#1}
}
\def\liOmega#1{
  \ifmmode
    \liOmegaOhneMathe{#1}
  \else
    $\liOmegaOhneMathe{#1}$
  \fi
}
```

\liO \liO{n^2}: $\mathcal{O}\big(n^2\big)$

```
\def\liOOhneMathe#1{
  \mathcal{O} \liRundeKlammer{#1}
}
\def\liO#1{
  \ifmmode
    \liOOhneMathe{#1}
  \else
    $\liOOhneMathe{#1}$
  \fi
}
```

\liT **Let-Abkürzung:** \let\T=\liT
\liT{16}{2}: $16 \cdot T\big(\frac{n}{2}\big)$ \liT{}{2}: $T\big(\frac{n}{2}\big)$

```
\def\liTOhneMathe#1#2{
  \tl_if_blank:nTF {#1}
  {}
  {#1 \cdot }
  T
  \liRundeKlammer{\frac{n}{#2}}
}
\def\liT#1#2{
  \ifmmode
    \liTOhneMathe{#1}{#2}
  \else
    $\liTOhneMathe{#1}{#2}$
  \fi
}
```

\liRekursionsGleichung \liRekursionsGleichung: $T(n) = a \cdot T\big(\frac{n}{b}\big) + f(n)$

```
\def\liRekursionsGleichung{
  $T(n) = \liT{a}{b} + f(n)$
}
```

\liBedingungEins \liBedingungEins: $f(n) \in \mathcal{O}\big(n^{\log_b a-\varepsilon}\big)$

```
\def\liBedingungEins{
  $f(n) \in \liO{n^{\log\sb{b}a - \varepsilon}}$
}
```

\liBedingungZwei \liBedingungZwei: $f(n) \in \Theta\big(n^{\log_b a}\big)$

```
\def\liBedingungZwei{
  $f(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a}}$
}
```

\liBedingungDrei \liBedingungDrei: $f(n) \in \Omega\big(n^{\log_b a+\varepsilon}\big)$

```
\def\liBedingungDrei{
  $f(n) \in \liOmega{n^{\log\sb{b}a + \varepsilon}}$
}
```

```
\ExplSyntaxOff
```

\liMasterVariablen

```
\def\liMasterVariablen{
  \begin{displaymath}
  T(n) = \liT{a}{b} + f(n)
  \end{displaymath}

  \begin{itemize}
  \item[$a =$]
  Anzahl der Unterprobleme in der Rekursion

  \item[$\textstyle{\frac{1}{b}} =$]
  Teil des Originalproblems, welches wiederum durch alle Unterprobleme
  repräsentiert wird

  \item[$f(n) =$]
  Kosten (Aufwand, Nebenkosten), die durch die Division des Problems und
  die Kombination der Teillösungen entstehen
  \end{itemize}
  \footcite{wiki:master-theorem}
  \footcite[Seite 19-35 (PDF 11-24)]{aud:fs:2}
}
```

\liMasterFaelle

```
\def\liMasterFaelle{
  \begin{description}
  \item[1. Fall:]
  $T(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a}}$

  \hfill falls \liBedingungEins
  für $\varepsilon > 0$

  \item[2. Fall:]
  $T(n) \in \liTheta{n^{\log\sb{b}a} \cdot \log n}$

  \hfill falls \liBedingungZwei

  \item[3. Fall:]
  $T(n) \in \liTheta{f(n)}$

  \hfill falls \liBedingungDrei
  für $\varepsilon > 0$
  und ebenfalls für ein $c$ mit $0 < c < 1$ und alle hinreichend großen $n$
  gilt:
  $a \cdot f(\textstyle {\frac {n}{b}})\leq c \cdot f(n)$
  \end{description}
}
```

liMasterVariablenDeklaration

```
\def\liMasterVariablenDeklaration#1#2#3{
  \begin{description}
    \item[Allgemeine Rekursionsgleichung:] \strut

    \liRekursionsGleichung

    \item[Anzahl der rekursiven Aufrufe ($a$):] \strut

    #1

    \item[Anteil Verkleinerung des Problems ($b$):] \strut

    um $\frac{1}{#2}$ also $b = #2$

    \item[Laufzeit der rekursiven Funktion ($f(n)$):] \strut
```

```

    $#3$

    \item[Ergibt folgende Rekursionsgleichung:] \strut

    $T(n) = \liT{#1}{#2} + #3$
  \end{description}
}
```

\liMasterFallRechnung

```
\def\liMasterFallRechnung#1#2#3{
  \begin{description}
  \item[1. Fall:] \liBedingungEins:

  #1

  \item[2. Fall:] \liBedingungZwei:

  #2

  \item[3. Fall:] \liBedingungDrei:

  #3
  \end{description}
}
```

\liMasterExkurs

```
\def\liMasterExkurs{
  \begin{liExkurs}[Master-Theorem]
  \liMasterVariablen

  \noindent
  Dann gilt:

  \liMasterFaelle
  \end{liExkurs}
}
```

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

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

```

2.25 mathe.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-mathe}[2020/06/10]

% for example \ltimes \rtimes
%\RequirePackage{amssymb}
\RequirePackage{amsmath}

%%
% \mlq \mrq
%%
\DeclareMathSymbol{\mlq}{\mathord}{operators}{``}
\DeclareMathSymbol{\mrq}{\mathord}{operators}{`'}

```

2.26 minimierung.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-mathe}[2021/03/13 Für den
Minimierungsalgorithmus von einem NEA zu einem DEA]
```

```
\liLadePakete{typographie}
```

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

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

\liFussnoten

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

\liFussnote

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

```
\def\li@fussnote@text#1#2{
  \liFussnote{#1}
  \quad
  {\footnotesize #2}
}
```

\liFussnoteEinsText

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

\liFussnoteZweiText

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

\liFussnoteDreiText

```
\def\liFussnoteDreiText{
  \li@fussnote@text{3}
```

```
  {In weiteren Iterationen markierte Zustände.}
}
```

\liFussnoteVierText

```
\def\liFussnoteVierText{
  \li@fussnote@text{4}
  {…}
}
```

\liFussnoten

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

```
\def\liFussnoten{
  \bigskip

  \noindent
  \liFussnoteEinsText

  \noindent
  \liFussnoteZweiText

  \noindent
  \liFussnoteDreiText

  \noindent
  \liFussnoteVierText
}
```

\liLeereZelle

\liLeereZelle: $\emptyset$

Let-Abkürzung: \let\l=\liLeereZelle

```
\def\liLeereZelle{$\emptyset$}
```

\liZustandsPaarVariablenName

```
\def\liZustandsPaarVariablenName{z}
```

\liZustandsPaar

```
\def\liZustandsPaar#1#2{
  $(
    \liZustandsPaarVariablenName_#1,
    \liZustandsPaarVariablenName_#2
  )$
}
```

liUebergangsTabelle

```
\renewcommand{\arraystretch}{1.4}
\NewDocumentEnvironment{ liUebergangsTabelle } { m m } {
  \liPseudoUeberschrift{Übergangstabelle}
  \begin{center}
  \begin{tabular}{r||l|l}
  \textbf{Zustandspaar} & \textbf{#1} & \textbf{#2} \\\hline
} {
  \end{tabular}
  \end{center}
}
```

iUeberschriftDreiecksTabelle

\liUeberschriftDreiecksTabelle: **Minimierungstabelle (Table filling)**

```
\ExplSyntaxOn
\def\liUeberschriftDreiecksTabelle{
  \liPseudoUeberschrift{Minimierungstabelle~(Table~filling)}
}
```

`\liMinimierungErklaerung` **Let-Abkürzung:** `\let\erklaerung=\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. ————

```
\def\liMinimierungErklaerung{
  %\footcite[Seite~19]{koenig}
  \liParagraphMitLinien{
    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~„$x\sb{n}$"~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.
  }
}
\ExplSyntaxOff
```

2.27 normalformen.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-normalformen}[2020/12/10
Hilfsmakros zum Setzen von Normalformen, Funktionalen Abhänigkeiten,
Attributhülle]
\liLadePakete{mathe}
\directlua{
  helfer = require('lehramt-informatik-helfer')
  normalformen = require('lehramt-informatik-normalformen')
}
```

Let-Abkürzungen

```
\let\ah=\liAttributHuelle
\let\ahL=\liAttributHuelleLinksReduktion
\let\ahl=\liAttributHuelleLinksReduktionInline
\let\ahr=\liAttributHuelleLinksReduktionInline
\let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit
\let\FA=\liFunktionaleAbhaengigkeiten
\let\m=\liAttributMenge
\let\r=\liRelation
\let\u=\underline
```

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

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

```
\def\liAttributHuelleOhneMathe#1{\text{AttrHülle}(#1)}
\def\liAttributHuelle#1{
\ifmmode
  \liAttributHuelleOhneMathe{#1}
\else
  $\liAttributHuelleOhneMathe{#1}$
\fi
}
```

`\liAttributMenge` **Let-Abkürzung:** `\let\m=\liAttributMenge`

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

`liAHuelle`

```
\NewDocumentEnvironment{ liAHuelle } { +b } {
  \begingroup
  \footnotesize
  \begin{multline*}
    #1
  \end{multline*}
  \endgroup
} { }
```

`AttributHuelleLinksReduktion` Nur innerhalb von `liAHuelle` zu verwenden bzw. `multline`
Let-Abkürzung: `\let\ahL=\liAttributHuelleLinksReduktion`
`\ahL{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}`

```
\def\liAttributHuelleLinksReduktion#1#2#3{
  \shoveleft{
    \liAttributHuelleOhneMathe{FA,
    \liAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
    } \\
  \shoveright{
    \liAttributMenge{#3}
```

```
  } \\
}
```

utHuelleLinksReduktionInline **Let-Abkürzung:** `\let\ahL=\liAttributHuelleLinksReduktionInline`
`\ahl{ursprüngliche linke Attributmenge}{ohne dieses Attribut}{Ergebnis}`
`\ahl{A, E}{E}{A, E, F, B, \textbf{D}}`: AttrHülle$(F, \{A,\ E \mid E\}) = \{A,\ E,\ F,\ B,\ \boldsymbol{D}\}$

```
\def\liAttributHuelleLinksReduktionInline#1#2#3{
  $\liAttributHuelleOhneMathe{F,
  \liAttributMenge{#1 \string\ #2}} =
  \liAttributMenge{#3}$
}
```

utHuelleLinksReduktionInline **Let-Abkürzung:** `\let\ahr=\liAttributHuelleLinksReduktionInline`
`\ahr{gelöschte FA}{neue FA ohne rechts Attribut}{gegebene Attribute}{Ergebnis}`

```
\def\liAttributHuelleRechtsReduktionInline#1#2#3#4{
  $\liAttributHuelleOhneMathe{
    F \setminus
    \liFunktionaleAbhaengigkeit{#1}
    \def\tmp{#2}\ifx\tmp\empty
    \else
      \cup \liFunktionaleAbhaengigkeit{#2}
    \fi
    ,
    \liAttributMenge{#3}
  } =
  \liAttributMenge{#4}$
}
```

\liFunktionaleAbhaengigkeit **Let-Abkürzung:** `\let\fa=\liFunktionaleAbhaengigkeit`
`\liFunktionaleAbhaengigkeit{A, B -> C, D}` Regulärer Ausdruck zum Konvertieren:
`\$(.*?) \\rightarrow (.*?)\$ \\fa{$1 -> $2}`

```
\def\liFunktionaleAbhaengigkeit#1{%
  \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeit('#1')}%
}
```

liFunktionaleAbhaengigkeiten

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

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

```
\NewDocumentCommand {\liFunktionaleAbhaengigkeiten} { O{FA} m } {
  \par
  \noindent
  #1 $= \{$
  \par
  \directlua{normalformen.drucke_funk_abhaengigkeiten('#2')}
  \par
  \noindent$\}$
}
```

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

```
\NewDocumentCommand {\liRelation} { O{R} m } {
  $\directlua{
    local name = helfer.konvertiere_tiefgestellt('#1')
    tex.print(name)
```

```
  }$(\textit{\,#2\,})
}
```

2.28 petri.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-petri}[2020/12/03]
```

Let-Abkürzungen

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

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

Für die Darstellungsmatrix

```
\RequirePackage{blkarray}
```

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

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

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

\liPetriSetzeSchluessel

```
\def\liPetriSetzeSchluessel{%
  \def\TmpTransitionOne{}%
  \def\TmpTransitionTwo{}%
  \def\TmpTransitionThree{}%
  \def\TmpTransitionFour{}%
  \def\TmpTransitionFive{}%
  \def\TmpTransitionSix{}%
  \def\TmpTransitionSeven{}%
  \def\TmpTransitionEight{}%
  \def\TmpTransitionNine{}%
  \def\TmpTransitionTen{}%
  \pgfkeys{/petri/.cd,
    p1/.store in=\TmpPlaceOne,p1/.default=0,p1,
    p2/.store in=\TmpPlaceTwo,p2/.default=0,p2,
    p3/.store in=\TmpPlaceThree,p3/.default=0,p3,
    p4/.store in=\TmpPlaceFour,p4/.default=0,p4,
    p5/.store in=\TmpPlaceFive,p5/.default=0,p5,
```

```
    p6/.store in=\TmpPlaceSix,p6/.default=0,p6,
    p7/.store in=\TmpPlaceSeven,p7/.default=0,p7,
    p8/.store in=\TmpPlaceEight,p8/.default=0,p8,
    p9/.store in=\TmpPlaceNine,p9/.default=0,p9,
    p10/.store in=\TmpPlaceTen,p10/.default=0,p10,
    t1/.store in=\TmpTransitionOne,t1/.default=activated,
    t2/.store in=\TmpTransitionTwo,t2/.default=activated,
    t3/.store in=\TmpTransitionThree,t3/.default=activated,
    t4/.store in=\TmpTransitionFour,t4/.default=activated,
    t5/.store in=\TmpTransitionFive,t5/.default=activated,
    t6/.store in=\TmpTransitionSix,t6/.default=activated,
    t7/.store in=\TmpTransitionSeven,t7/.default=activated,
    t8/.store in=\TmpTransitionEight,t8/.default=activated,
    t9/.store in=\TmpTransitionNine,t9/.default=activated,
    t10/.store in=\TmpTransitionTen,t10/.default=activated,
    scale/.store in=\TmpScale,scale/.default=0.5,
    x/.store in=\TmpX,x/.default=5,
    y/.store in=\TmpY,y/.default=5,
  }%
}
```

```
\tikzset{
  li petri/.style={
    activated/.style={
      very thick
    },
    inhibitor/.style={
      {Circle[open,length=2mm,fill=white]}-
    }
  }
}
```

`\liPetriTransitionsName` **Let-Abkürzung:** `\let\t=\liPetriTransitionsName`

```
\$t_(\d+)\$ \t$1
```

```
\def\liPetriTransitionsNameOhneMathe#1{t\sb{#1}}
\def\liPetriTransitionsName#1{
  \ifmmode
    \liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}
  \else
    $\liPetriTransitionsNameOhneMathe{#1}$
  \fi
}
```

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

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

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

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

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

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

2.29 potenzmengen-konstruktion.sty

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

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

```
\def\z#1{
  \liZustandsMengenSammlungNr{#1}{
    {
      {0} {0}
      {1} {0,1}
      {2} {0,2}
      {3} {0,1,3}
      {4} {0,2,3}
      {5} {0,3}
    }
  }
}
\let\s=\liZustandsnameGross

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

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

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

```
\def\liZustandsMengenSammlung#1#2{
  \liZustandsnameGross{#1}
  {
    \footnotesize
    \liPotenzmenge{
      \str_case:nn {#1} #2
    }
  }
}
```

`\liZustandsMengenSammlungNr`

```
\def\liZustandsMengenSammlungNr#1#2{
  \liZustandsnameGross{#1}
  {
```

```
    \footnotesize
    \liZustandsmengeNr{
      \str_case:nn {#1} #2
    }
  }
}
\ExplSyntaxOff
```

2.30 pseudo.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-pseudo}[2020/12/30 Paket zum Setzen
von Pseudo-Code, Hüll-Paket um algorithm2e]
```

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

Algorithmus 1: Minimaler Spannbaum nach Kruskal

Data: $G = (V, E, w)$: ein zusammenhängender, ungerichteter, kantengewichteter Graph kruskal(G)
$E' \leftarrow \emptyset$;
$L \leftarrow E$;
Sortiere die Kanten in L aufsteigend nach ihrem Kantengewicht.;
while $L \neq \emptyset$ **do**
  wähle eine Kante $e \in L$ mit kleinstem Kantengewicht;
  entferne die Kante e aus L;
  if *der Graph* $(V, E' \cup \{e\})$ *keinen Kreis enthält* **then**
    $E' \leftarrow E' \cup \{e\}$;
  end
end
Result: $M = (V, E')$ ist ein minimaler Spannbaum von G.

```
\RequirePackage[german,boxruled]{algorithm2e}
```

2.31 pumping-lemma.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-pumping-lemma}[2021/08/11 Enthält die
Definitionen für das Pumping-Lemma in der Regulären Sprache und
in der Kontextfreien Sprache]
```

\liPumpingRegulaer

```
\def\liPumpingRegulaer{%
  Es sei $L$ eine reguläre Sprache. Dann gibt es eine Zahl $j$, sodass für
  alle Wörter $\omega \in L$ mit $|\omega| \geq j$ (jedes Wort $\omega$ in
  $L$ mit Mindestlänge $j$) jeweils eine Zerlegung $\omega = uvw$
  existiert, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:

  \begin{enumerate}
  \item $|v| \geq 1$
  (Das Wort $v$ ist nicht leer.)

  \item $|uv| \leq j$
  (Die beiden Wörter $u$ und $v$ haben zusammen höchstens die Länge $j$.)

  \item Für alle $i = 0, 1, 2, \dots$ gilt $uv^iw \in L$
  (Für jede natürliche Zahl (mit $0$) $i$ ist das Wort $uv^{i}w$ in der
  Sprache $L$)
  \end{enumerate}

  Die kleinste Zahl $j$, die diese Eigenschaften erfüllt, wird
  Pumping-Zahl der Sprache $L$ genannt.\footcite{wiki:pumping-lemma}
}
```

\liPumpingKontextfrei

```
\def\liPumpingKontextfrei{%
  Es sei $L$ eine kontextfreie Sprache. Dann gibt es eine Zahl $j$, sodass
  sich alle Wörter $\omega \in L$ mit $|\omega| \geq j$ zerlegen lassen in
  $\omega = uvwxy$, sodass die folgenden Eigenschaften erfüllt sind:

  \begin{enumerate}
  \item $|vx| \geq 1$
  (Die Wörter $v$ und $x$ sind nicht leer.)

  \item $|vwx| \leq j$
  (Die Wörter $v$, $w$ und $x$ haben zusammen höchstens die Länge $j$.)

  \item Für alle $i \in \mathbb{N}_0$ gilt $u v^i w x^i y \in L$ (Für jede
  natürliche Zahl (mit $0$) $i$ ist das Wort $u v^i w x^i y$ in der
  Sprache $L$)
  \end{enumerate}
}
```

2.32 quicksort.sty

```
% https://tex.stackexchange.com/a/142634
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-quicksort}[2020/06/12]

%---------------------------------------------------
% USAGE:
% \QSinitialize{comma, separated, numerical, values}
% \loop
% \QSpivotStep
% \ifnum\value{pivotcount}>0
%   \QSsortStep
% \repeat
%---------------------------------------------------

% xintfrac does not load xinttools, this must be done explicitely if needed as here.
\RequirePackage{xintfrac, xinttools}

\RequirePackage{tikz}

%-----------------------------------------------------------------
% FIRST PART: TikZ styles and macros for the actual drawing
\newcounter{cellcount}%  used for coordinates of the node
\newcounter{pivotcount}% when it will remain at zero, will signal the sort is finished.

% Styles defined by Tom Bombaldi. (modified: all share the same size)
% (re-modified \bf -> \bfseries due to extremely annoying warnings from
% KOMA-script which are truly a pain and do not make any sense regarding \bf:
% if I want to use \bf, and know what I am doing, why should I get HARASSED
% by police of LaTeX good conduct ? )
\tikzset{l/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=lime!70!gray},
        o/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=olive!50},
        r/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black, t
% this is the "b" style as used in the image below
%        b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=magenta!50!black,
% nicer:
        b/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=white, text=magenta
        g/.style={minimum width=6mm, minimum height=6mm, draw=black, fill=gray, text=white, f

% NOTE the b style was originally the same as the r(aised) style apart from
% not being raised, but I find it nicer with a somewhat different
% specification. I have not updated the images though.

% How the nodes are drawn depending on whether on the left of the pivot value
% or on the right, or is a pivot value, or a raised pivot during selection phase.

\def\DecoLEFT #1{%
   \xintFor* ##1 in {#1} \do
   {\stepcounter{cellcount}\node[o] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
}

\def\DecoINERT #1{%
   \xintFor* ##1 in {#1} \do
   {\stepcounter{cellcount}\node[g] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
}

\def\DecoRIGHT #1{%
   \xintFor* ##1 in {#1} \do
   {\stepcounter{cellcount}\node[l] at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
}

\def\DecoLEFTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
     \xintFor* ##1 in {#1} \do
```

```
     {\stepcounter{cellcount}%
      \xintifForLast {\node[r]}{\node[o]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
}

\def\DecoINERTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
     \xintFor* ##1 in {#1} \do
     {\stepcounter{cellcount}%
      \xintifForLast {\node[b]}{\node[g]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
}

\def\DecoRIGHTwithPivot #1{\stepcounter{pivotcount}%
     \xintFor* ##1 in {#1} \do
     {\stepcounter{cellcount}%
      \xintifForLast {\node[r]}{\node[l]} at (\arabic{cellcount},0) {##1};}%
}

%-----------------------------------------------------------------
% SECOND PART: the actual sorting routines.

\def\QS@sort@a #1{\expandafter \QS@sort@b \expandafter {\xintLength {#1}}{#1}}
\def\QS@sort@b #1{\ifcase #1
                      \expandafter\QS@sort@empty
                    \or\expandafter\QS@sort@single
                  \else\expandafter\QS@sort@c
                  \fi
}%
\def\QS@sort@empty  #1{}
\def\QS@sort@single #1{\QSIr {#1}}

% This step is to pick the last as pivot.
\def\QS@sort@c #1%
   {\expandafter\QS@sort@d\expandafter {\romannumeral0\xintnthelt {-1}{#1}}{#1}}%

% Here \QSLr, \QSIr, \QSr have been let to \relax.
% The trick with \xintApplyUnbraced is that for example when selecting
% the elements smaller than pivot, if we had been using \xintApply we
% would have had at the minimum an empty brace pair. Thus we use the
% "unbraced" variant, but then the \QS@select@smaller has added in
% anticipation a level of braces.
\def\QS@sort@d #1#2{%
    \QSLr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@smaller  {#1}}{#2}}%
    \QSIr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@equal    {#1}}{#2}}%
    \QSRr {\xintApplyUnbraced {\QS@select@greater {#1}}{#2}}%
}%
\def\QS@select@smaller #1#2{\xintifLt {#2}{#1}{{#2}}{ }}% space will stop a f-expansion
\def\QS@select@equal   #1#2{\xintifEq {#2}{#1}{{#2}}{ }}% space will stop a f-expansion
\def\QS@select@greater #1#2{\xintifGt {#2}{#1}{{#2}}{ }}% space will stop a f-expansion

%
% NOTE 1: thus, each comparison with the pivot is done three (!) times.
%
% NOTE 2: we may well end up with \QSLr {<empty>} situations. THis is handled
% silently by the \xintFor loops, and also when \QSLr becomes \QS@sort@a, the
% latter must handle correctly an empty argument.

%-----------------------------------------------------------------
% THIRD PART: the main macros \QSpivotStep, \QSsortStep and \QSinitialize.

% This draws all with suitable highlighting for the newly chosen pivots
% (which will be shown raised)
```

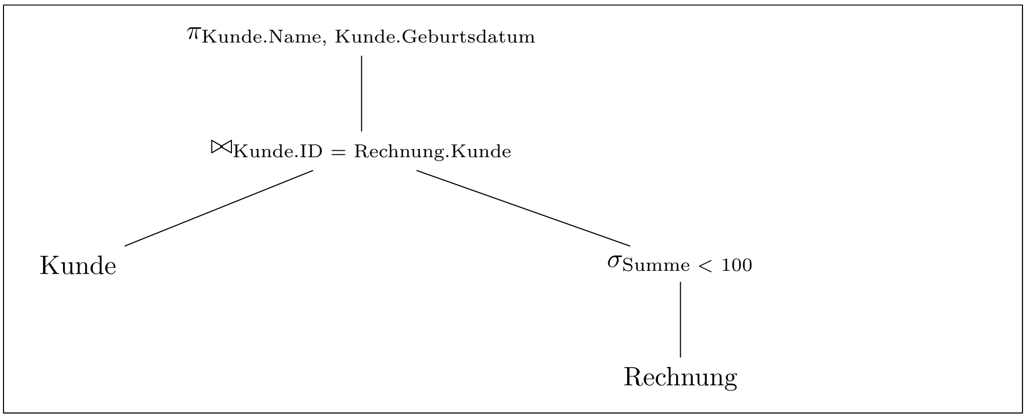
```
\def\QSpivotStep {\let\QSLr\DecoLEFTwithPivot
                \let\QSIr\DecoINERT
                \let\QSIrr\DecoINERT
                \let\QSRr\DecoRIGHTwithPivot
\par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}%
            \setcounter{cellcount}{0}\setcounter{pivotcount}{0}%
            \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
}

% This sorts and then draws, showing where the pivot chosen in the previous
% step go. Next time they will have become "inert". If pivotcount is still at
% zero on exit from \QSpivotStep, then this is the signal to stop before
% executing \QSsortStep.
\def\QSsortStep {\def\QSLr {\noexpand\QS@sort@a}%
                 \def\QSRr {\noexpand\QS@sort@a}%
                 \def\QSIr {\noexpand\QSIrr}%
                 \let\QSIrr\relax
                    \edef\QS@list{\QS@list}%
                \let\QSLr\relax
                \let\QSRr\relax
                \let\QSIr\relax
                    \edef\QS@list{\QS@list}%
                \let\QSLr\DecoLEFT
                \let\QSIr\DecoINERTwithPivot
                \let\QSIrr\DecoINERT
                \let\QSRr\DecoRIGHT
\par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}%
            \setcounter{cellcount}{0}%
            \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
}

\def\QSinitialize #1{%
    % first, we convert the comma separated values into a list of braced items
    % we use an \edef, and anyhow many \edef's will be used later
    \edef\QS@list {\noexpand\QSRr {\xintCSVtoList {#1}}}%
    \let\QSRr\DecoRIGHT
    % The \QSRr marker mutated to draw the last element as
    % pivot and the earlier ones with the suitable style.
    %
    % The list of marked braced items \QS@list is used both for drawing
    % (as here) and for doing the exchange of elements during sort.
    \par\centerline{\rule[1.5mm]{0pt}{8mm}\setcounter{cellcount}{0}%
                \begin{tikzpicture}\QS@list\end{tikzpicture}}
}
```

2.33 relationale-algebra.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-relationale-algebra}[2020/12/11]
\RequirePackage{amsmath}
\RequirePackage{amssymb}
```

Zum Zeichen 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}
```




```
\RequirePackage{tikz}
\usetikzlibrary{positioning}
```

Privates Makros, das zwei Querstriche erzeugt.

```
\def\o@join{\setbox0=\hbox{$\bowtie$}%
  \rule[-.02ex]{.25em}{.4pt}\llap{\rule[\ht0]{.25em}{.4pt}}%
}
```

\leftouterjoin `A \leftouterjoin B`: $A ⟕ B$

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

\rightouterjoin `A \rightouterjoin B`: $A ⟖ B$

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

\fullouterjoin `A \fullouterjoin B`: $A ⟗ B$

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

```

2.34 rmodell.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-rmodell}[2020/09/01
Makros und Umgebungen zum Setzen des Relationenmodells beim Thema
Datenbanken.]
\RequirePackage{soul}
```

Let-Abkürzungen

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

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

```
\def\liPrimaer#1{\ul{#1}}
```

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

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

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

```
\def\li@Rmodell@Schrift{\footnotesize\ttfamily}
\ExplSyntaxOn
\NewDocumentEnvironment { liRmodell }
{ +b }
{
  \medskip
  {
    \linespread{2}
    \setlength{\parindent}{0pt}
    \li@Rmodell@Schrift#1
  }
  \medskip
} {}
\ExplSyntaxOff
```

`\liRelationMenge` **Let-Abkürzung:** `\let\r=\liRelationMenge`

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

```
\def\liRelationMenge#1#2{
\noindent
#1 : \{[ #2 ]\}
\par
}
```

`\liAttribut` **Let-Abkürzung:** `\let\a=\liAttribut`

`\liAttribut{text}`: Gleiche Schrift wie Umgebung `liRmodell`

```
\def\liAttribut#1{{\li@Rmodell@Schrift#1}}
```

`liRelationenSchemaFormat` Dummy-Umgebung, zum Parsen durch Java gedacht.

```
\begin{liRelationenSchemaFormat}
Springer(Startnummer*, Nachname, Vorname, Geburtsdatum, Körpergröße)
Sprung(SID*, Beschreibung, Schwierigkeit)
springt(SID[Sprung], Startnummer[Springer], Durchgang)
\end{liRelationenSchemaFormat}
```

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

2.35 sortieren.sty

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

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

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

```
\def\liVertauschen#1{
  \directlua{
    local sortieren = require('lehramt-informatik-sortieren')
    sortieren('#1')
  }
}
```

`\liSortierPfeil`

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

`\liSortierPfeilUnten`

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

`\liSortierMarkierung`

```
\def\liSortierMarkierung#1#2{\node[
  draw,
  very thick,
  fit=(reihe.#1) (reihe.#2),
  inner sep=0pt
] {};
}
```

```
\tikzset{
  li sortierung zahlenreihe/.style={
    draw,
    thin,
    font=\large,
    rectangle split horizontal,
    rectangle split,
  }
}
```

```
% https://tex.stackexchange.com/a/140895
\RequirePackage{forest,xstring}
\usetikzlibrary{calc}

\makeatletter
\pgfmathdeclarefunction{strrepeat}{2}{%
  \begingroup\pgfmathint{#2}\pgfmath@count\pgfmathresult
    \let\pgfmathresult\pgfutil@empty
    \pgfutil@loop\ifnum\pgfmath@count>0\relax
      \expandafter\def\expandafter\pgfmathresult\expandafter{\pgfmathresult#1}%
      \advance\pgfmath@count-1\relax
    \pgfutil@repeat\pgfmath@smuggleone\pgfmathresult\endgroup}
\makeatother

\def\myNodes{}

\ExplSyntaxOn
\newcommand*\sortList[1]{%
  \clist_sort:Nn#1{\int_compare:nNnTF{##1}>{##2}\sort_return_swapped:\sort_return_same:}}
\ExplSyntaxOff

\forestset{
  sort/.code={%
    \pgfmathparse{level()>\forestSortLevel}%
    \ifnum\pgfmathresult=0
      \StrSubstitute{\forestov{content}}{ }{,}[\myList]%
      \sortList\myList
      \StrSubstitute{\myList}{,}{ }[\myList]%
      \pgfmathparse{strrepeat("1",level())}%
      \xappto\myNodes{\noexpand\node at ($(\forestov{name}|-m)!-1!(\forestov{name})$)
        (m\forestov{name}) {\myList}}%
      \pgfmathparse{level()==\forestSortLevel}%
      \ifnum\pgfmathresult=1
        \forestOget{\forestov{@first}}{name}\forestFirst
        \forestOget{\forestov{@last}}{name}\forestLast
        \xappto\myNodes{{[<-]edge (\forestOv{\forestov{@first}}{name})
          \ifx\forestFirst\forestLast\else edge (\forestOv{\forestov{@last}}{name})\fi}}%
      \fi
      \ifnum\forestov{@parent}=0\else
        \xappto\myNodes{edge (m\forestOv{\forestov{@parent}}{name})}%
      \fi
      \gappto\myNodes{;}%
    \fi}}

\forestset{sort level/.code=%
  \pgfmathparse{#1}\let\forestSortLevel\pgfmathresult
  \pgfmathparse{strrepeat("1",\forestSortLevel+1)}\let\forestOnes\pgfmathresult}
```

2.36 spalten.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-spalten}[2020/12/07 Lädt das Paket
„multicol", damit mehrspaltiger Satz mit Hilfe der Umgebung „multicols"
realisiert werden kann.]
\RequirePackage{multicol}
```

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

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

2.37 struktogramm.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-struktogramm}[2021/01/31 Lädt das
Paket struktex zum Setzen von Struktogrammen]
\RequirePackage{struktex}

```

2.38 syntax.sty

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

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

Let-Abkürzungen
`\let\j=\liJavaCode`
`\let\s=\liSqlCode`

```
\ExplSyntaxOn
```

```
\directlua{
  syntax = require('lehramt-informatik-syntax')
  syntax.importiere_konfiguration('tex_repo_lokaler_pfad', '\LehramtInformatikRepository')
  syntax.importiere_konfiguration('github_domain', '\LehramtInformatikGithubDomain')
  syntax.importiere_konfiguration('github_raw_domain', '\LehramtInformatikGithubRawDomain')
  syntax.importiere_konfiguration('github_tex_repo', '\LehramtInformatikGithubTexRepo')
  syntax.importiere_konfiguration('github_code_repo', '\LehramtInformatikGithubCodeRepo')
  syntax.importiere_konfiguration('git_branch', '\LehramtInformatikGitBranch')
}
```

```
\RequirePackage{hyperref}
```

```
\RequirePackage{minted}
% pygmentize -L styles
\usemintedstyle{colorful}
%\BeforeBeginEnvironment{minted}{\begin{mdframed}}
%\AfterEndEnvironment{minted}{\end{mdframed}}
%\setminted{breaklines=true,linenos}
\setminted{
  breaklines=true,
  linenos,
  fontsize=\footnotesize,
}
```

`\liJavaCode` Im Zeilenfluss einen kurzen Java-Code-Ausschnitt setzen.
Let-Abkürzung: `\let\j=\liJavaCode`

```
\def\liJavaCode#1{\,\mintinline{java}|#1|\,}
```

`\liLatexCode` Im Zeilenfluss einen kurzen LaTeX-Code-Ausschnitt setzen.

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

```
\def\li@GithubLink#1#2{
  \begin{flushright}
    \tiny
    Code-Beispiel~auf~Github~ansehen:~
    \href{#1}{\nolinkurl{#2}}
  \end{flushright}
}
```

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

```
\NewDocumentCommand{\liJavaDatei}{ O{firstline=3} m }{
  \inputminted[#1]{java}{
    \directlua{
      syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', false)
    }
  }
  \li@GithubLink
```

```
    {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', false)}}
    {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', false)}}
}
```

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

```
\NewDocumentCommand{\liJavaTestDatei}{ O{firstline=3} m }{
  \inputminted[#1]{java}{
    \directlua{
      syntax.drucke_absoluten_pfad('#2', true)
    }
  }
  \li@GithubLink
    {\directlua{syntax.drucke_github_url('#2', true)}}
    {\directlua{syntax.drucke_relativen_repo_pfad('#2', true)}}
}
```

\liJavaExamen `\liJavaExamen{66116}{2015}{03}{Kunde}` Regulärer Ausdruck zum Konvertieren: `\\liJavaDatei(\[.` `\\liJavaExamen$1{$2}{$3}{$4}{$5}`

```
\NewDocumentCommand{\liJavaExamen}{ O{firstline=3} m m m m }{
  \inputminted[#1]{java}{
    \directlua{
      syntax.drucke_absoluten_examens_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')
    }
  }

  \li@GithubLink
  {\directlua{syntax.drucke_github_examens_url('#2', '#3', '#4', '#5')}}
  {\directlua{syntax.drucke_relativen_examens_repo_pfad('#2', '#3', '#4', '#5')}}
}
```

\liAssemblerCode

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

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

```
\NewDocumentCommand{\liAssemblerDatei}{ m }{
  \inputminted{asm}{#1}
}
```

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

```
\NewDocumentCommand{\liMinispracheDatei}{ m }{
  \inputminted{componentpascal}{#1}
}
```

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

```
\def\liHaskellCode#1{\mintinline{haskell}|#1|}
```

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

```
\NewDocumentCommand{\liHaskellDatei}{ m }{
  \inputminted{haskell}{#1}
}

\ExplSyntaxOff
```

\liSqlCode `\liHaskellCode{sql}`: Zum Setzen von SQL-Code.
Let-Abkürzung: `\let\s=\liSqlCode`

```
\def\liSqlCode#1{\mintinline{sql}|#1|}

```

2.39 syntaxbaum.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-syntaxbaum}[2021/02/14 Zum Setzen von
Syntaxbäumen mit Hilfe des Pakets tikz-qtree]
\RequirePackage{tikz-qtree}

\tikzset{li parsetree/.style={
    every internal node/.style={
      draw,circle
    },
    every leaf node/.style={
      draw,rectangle
    },
  }
}

```

2.40 synthese-algorithmus.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-synthese-algorithmus}[2021/03/19
Hilfsmakros zum Setzen des Synthese-Algroithmuses zur Umformung einer
Relation in die 3. Normalform]
```

```
\liLadePakete{normalformen,mathe,typographie}
\ExplSyntaxOn
```

Let-Abkürzungen

`\let\schrittE=\liSyntheseUeberErklaerung`

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

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

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

1. **Kanonische Überdeckung**

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

   (a) **Linksreduktion**

   — *Führe für jede funktionale Anhängigkeit $\alpha \to \beta \in F$ die Linksreduktion durch, überprüfe also für alle $A \in \alpha$, ob A überflüssig ist, d. h. ob $\beta \subseteq AttrHülle(F, \alpha - A)$.*

   (b) **Rechtsreduktion**

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

   (c) **Löschen leerer Klauseln**

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

   (d) **Vereinigung**

   — *Fasse mittels der Vereinigungsregel funktionale Abhängigkeiten der Form $\alpha \to \beta_1, \ldots, \alpha \to \beta_n$, so dass $\alpha \to \beta_1 \cup \cdots \cup \beta_n$ verbleibt.* —

2. **Relationsschemata formen**

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

3. **Schlüssel hinzufügen**

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

4. **Entfernung überflüssiger Teilschemata**

— *Eliminiere diejenigen Schemata R_α, die in einem anderen Relationenschema $R_{\alpha'}$ enthalten sind, d. h. $R_\alpha \subseteq R_{\alpha'}$.* —

\liSyntheseUeberschrift **Let-Abkürzung:** `\let\schritt=\liSyntheseUeberschrift`

```
\def\liSyntheseUeberschrift#1{
  {
    \bfseries
    \sffamily
    \str_case:nn {#1} {
      {1} {Kanonische~Überdeckung}
      {1-1} {Linksreduktion}
      {1-2} {Rechtsreduktion}
      {1-3} {Löschen~leerer~Klauseln}
      {1-4} {Vereinigung}
      {2} {Relationsschemata~formen}
      {3} {Schlüssel~hinzufügen}
      {4} {Entfernung~überflüssiger~Teilschemata}
    }
  }
}
```

\liSyntheseErklaerung **Let-Abkürzung:** `\let\erklaerung=\liSyntheseErklaerung`

```
\def\li@synthese@erklaerung@texte#1{
  \str_case:nn {#1} {
    {1} {
      Die~kanonische~Überdeckung~--~also~die~kleinst~mögliche~noch~
      äquivalente~Menge~von~funktionalen~Abhängigkeiten~kann~in~vier~
      Schritten~erreicht~werden.
    }
    {1-1} {
      Führe~für~jede~funktionale~Anhängigkeit~
      $\alpha~\rightarrow~\beta~\in~F$~die~Linksreduktion~durch,~
      überprüfe~also~für~alle~
      $A~\in~\alpha$,~ob~$A$~überflüssig~ist,~d.~h.~ob~
      $\beta~\subseteq~\liAttributHuelle{F,~\alpha~--A}.$
    }
    {1-2} {
      Führe~für~jede~(verbliebene)~funktionale~Abhängigkeit~$\alpha~
      \rightarrow~\beta$~die~Rechtsreduktion~durch,~überprüfe~also~für~
      alle~$B~\in~\beta$,~ob~$B~\in~\liAttributHuelle{F~--~(\alpha~
      \rightarrow~\beta)~\cup~(\alpha~\rightarrow~(\beta~--B)),~
      \alpha}$~gilt.~In~diesem~Fall~ist~B~auf~der~rechten~Seite~
      überflüssig~und~kann~eleminiert~werden,~\dh~$\alpha~
      \rightarrow~\beta$~wird~durch~$\alpha~\rightarrow~(\beta~--B)$~
      ersetzt.
    }
    {1-3} {
      Entferne~die~funktionalen~Abhängigkeiten~der~Form~$\alpha~
      \rightarrow~\emptyset$,~die~im~2.~Schritt~möglicherweise~
      entstanden~sind.
    }
    {1-4} {
      Fasse~mittels~der~Vereinigungsregel~funktionale~Abhängigkeiten~
      der~Form~$\alpha~\rightarrow~\beta\sb{1},~\dots,~\alpha~\rightarrow~
      \beta\sb{n}$,~so~dass~$\alpha~\rightarrow~\beta\sb{1}~\cup~\dots~\cup~
      \beta\sb{n}$~verbleibt.
    }
    % Kemper Seite 197
    {2} {
      Erzeuge~für~jede~funktionale~Abhängigkeit~$\alpha~\rightarrow~
      \beta~\in~F\sb{c}$~ein~Relationenschema~$\mathcal{R}\sb{\alpha}~
```

```
      :=~\alpha~\cup~\beta$.
    }
    {3} {
      Falls~eines~der~in~Schritt~2.~erzeugten~Schemata~$R\sb{\alpha}$~
      einen~Schlüsselkandidaten~von~$\mathcal{R}$~bezüglich~$F\sb{c}$~
      enthält,~sind~wir~fertig,~sonst~wähle~einen~Schlüsselkandidaten~
      $\mathcal{K}~\subseteq~\mathcal{R}$~aus~und~definiere~folgendes~
      zusätzliche~Schema:~$\mathcal{R}\sb{\mathcal{K}}~:=~\mathcal{K}$~
      und~$\mathcal{F}\sb{\mathcal{K}}~:=~\emptyset$
    }
    {4} {
      Eliminiere~diejenigen~Schemata~$R\sb{\alpha}$,~die~in~einem~
      anderen~Relationenschema~$R\sb{\alpha'}$~enthalten~sind,~d.~h.~
      $R\sb{\alpha}~\subseteq~R\sb{\alpha'}$.
    }
  }
}
\def\liSyntheseErklaerung#1{
  {
    \itshape
    \footnotesize
    \liParagraphMitLinien{\li@synthese@erklaerung@texte{#1}}
  }
}
```

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

```
\def\liSyntheseUeberErklaerung#1{
  \liSyntheseUeberschrift{#1}\par
  \liSyntheseErklaerung{#1}
}

\ExplSyntaxOff
```

2.41 tabelle.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-tabelle}[2020/12/05 Lädt das Paket tabluarx]
\RequirePackage{tabularx}

```

2.42 typographie.sty

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

```
\ExplSyntaxOn
```

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

```
\RequirePackage{fontawesome}
```

`\liErledigt` `\liErledigt`: ☑

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

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

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

`\liParagraphMitLinien` `\liParagraphMitLinien{Lorem ipsum...}`:
— Lorem ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor sit, ipsum dolor sit ———————————————————————————————

```
\def\liParagraphMitLinien#1{
  \noindent
  \vrule height 2pt depth -1.6pt width 0.4cm
  \enspace
  #1
  \enspace
  \leaders\vrule height 2pt depth -1.6pt \hfill \null
  \par
  \medskip
}
```

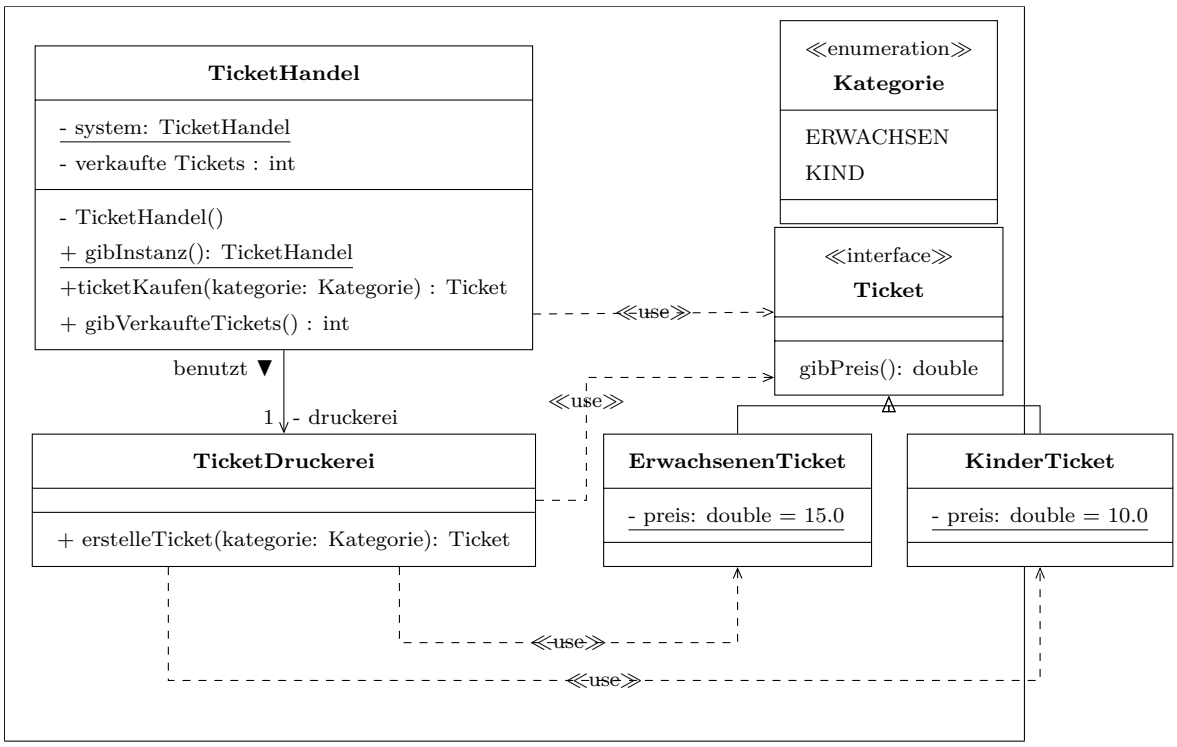
```
\ExplSyntaxOff
```

2.43 uml.sty

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

```
\RequirePackage{tikz-uml}
\RequirePackage{tikz-uml-activity}
% Not compatible with wasysym
%\RequirePackage{mathabx}
\RequirePackage{wasysym}
\usetikzlibrary{positioning}
```

```
\tikzumlset{
  fill class=white!0,
  font=\footnotesize,
  fill object=white!0,
  fill note=white!0,
  fill state=white!0,
  % Use case
  fill usecase=white!0,
  fill system=white!0,
}
```



\liUmlLeserichtung

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

```
\NewDocumentCommand{ \liUmlLeserichtung } { O{dir=right} m } {
  \def\@liDirLeft{}
  \def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}
  \pgfkeys{/lese/dir/.is choice}
  \pgfkeys{/lese/dir/up/.code={\def\@liDirRight{ \UParrow}}}
  \pgfkeys{/lese/dir/down/.code={\def\@liDirRight{ \DOWNarrow}}}
  \pgfkeys{/lese/dir/left/.code={\def\@liDirRight{}\def\@liDirLeft{\LEFTarrow }}}
  \pgfkeys{/lese/dir/right/.code={\def\@liDirRight{ \RIGHTarrow}}}

  \def\@liPos{above}
  \pgfkeys{/lese/pos/.code={\def\@liPos{##1}}}

```

```
  \def\@liDistance{0cm}
  \pgfkeys{/lese/distance/.code={\def\@liDistance{##1}}}

  \pgfkeys{/lese/.cd,#1}

  \node[\@liPos = \@liDistance of #2-middle] {
    \@liDirLeft{\footnotesize#2}\@liDirRight
  };
}
```

2.44 vollstaendige-induktion.sty

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

Let-Abkürzungen

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

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

Lade häufig benötigte Pakete

```
\RequirePackage{lehramt-informatik-typographie}
\RequirePackage{lehramt-informatik-mathe}
\RequirePackage{lehramt-informatik-syntax}
```

```
\ExplSyntaxOn
```

`\liInduktionMarkierung` Hilfsmakro um Teile von mathematischen Formeln markieren zu können.
Let-Abkürzung: `\let\m=\liInduktionMarkierung`

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

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

Let-Abkürzung: `\let\e=\liInduktionErklaerung`

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

`\liInduktionAnfang`

```
\def\liInduktionAnfang{
  \liPseudoUeberschrift{Induktionsanfang}

  % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
  \liParagraphMitLinien{
    Beweise,~dass~$A(1)$~eine~wahre~Aussage~ist.
  }
}
```

`\liInduktionVoraussetzung`

```
\def\liInduktionVoraussetzung{
  \liPseudoUeberschrift{Induktionsvoraussetzung}

  % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
  \liParagraphMitLinien{
    Die~Aussage~$A(k)$~ist~wahr~für~ein~beliebiges~$k \in \mathbb{N}$.
  }
}
```

`\liInduktionSchritt`

```
\def\liInduktionSchritt{
  \liPseudoUeberschrift{Induktionsschritt}

  % https://de.wikibooks.org/wiki/Mathe_für_Nicht-Freaks:_Vollständige_Induktion
  \liParagraphMitLinien{
    Beweise,~dass~wenn~$A(n=k)$~wahr~ist,~
    auch~$A(n=k+1)$~wahr~sein~muss.
  }
}
```

```
\ExplSyntaxOff
```

2.45 wasserfall.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-wasserfall}[2020/06/10]
\RequirePackage{tikz}
\tikzset{wasserfall/.style={
  >=stealth,
  node distance = 2mm and -8mm,
  start chain = A going below right,
  every node/.style = {
    draw,
    text width=24mm,
    minimum height=12mm,
    align=center,
    inner sep=1mm,
    fill=white,
    drop shadow={fill=black},
    on chain=A
  },
}}
\usetikzlibrary{chains,positioning,shadows}

```

2.46 wpkalkuel.sty

```
\NeedsTeXFormat{LaTeX2e}[1995/12/01]
\ProvidesPackage{lehramt-informatik-wpkalkuel}[2020/06/13]
```

Let-Abkürzungen

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

```
\RequirePackage{amsmath}
```

```
\ExplSyntaxOn
```

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

```
\def\liWpKalkuelOhneMathe#1#2{
  \text{wp}(\texttt{\scriptsize"#1"},\thinspace #2)
}
\def\liWpKalkuel#1#2{
  \ifmmode
    \liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}
  \else
    $\liWpKalkuelOhneMathe{#1}{#2}$
  \fi
}
```

\MatheEnv

```
\def\MatheEnv#1{
  \medskip

  \hspace{1em}#1

  \medskip
}
```

\Mathe

```
\def\Mathe#1{
  \MatheEnv{$#1$}
}
```

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

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

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

```
\newlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}
\def\liWpErklaerung#1{
  \setlength{\@Skip@Erklaerung@Reset}{\leftskip}
  \setlength{\leftskip}{0.5cm}

  \par
  \noindent
  {
    \scriptsize
    #1
  }
  \par

  \setlength{\leftskip}{\@Skip@Erklaerung@Reset}
}
```

\liWpErklaerungVerzweigung

```
\def\liWpErklaerungVerzweigung{
  $\liWpKalkuelOhneMathe{if~\{~b~\}~then~\{~a1~\}~else~\{~a2~\}}{Q}
  \equiv
  (b \land \liWpKalkuelOhneMathe{a1}{Q})
  \lor
  (\neg b \land \liWpKalkuelOhneMathe{a2}{Q})$
}
```

```
\ExplSyntaxOff
```

3 Index

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

Symbols

\# 109
\, ... 331, 386, 1174, 1176, 1677, 1678, 1679, 2005, 2475
\@Skip@Erklaerung@Reset . . . 2785, 2787, 2798
\@afterheading 1644
\@afterindentfalse . 1644
\@liDirLeft 2680, 2685, 2697
\@liDirRight 2681, 2683, 2684, 2685, 2686, 2697
\@liDistance 2691, 2692, 2696
\@liPos . . 2688, 2689, 2696
\\ . . 596, 619, 620, 623, 624, 627, 628, 720, 721, 722, 829, 858, 860, 886, 895, 940, 982, 983, 984, 989, 990, 991, 1011, 1551, 1908, 1966, 1969
\{ 207, 1109, 1119, 1131, 1132, 1137, 1151, 1173, 1392, 1953, 1995, 2350, 2801
\} 207, 1109, 1119, 1131, 1132, 1139, 1157, 1177, 1393, 1953, 1999, 2350, 2801
_ 27, 35, 44, 46, 287, 306, 330, 331, 345, 346, 352, 355, 358, 368, 380
\␣ 1965, 1973

A

\addbibresource 1521, 1522, 1523, 1524, 1525, 1526, 1527, 1528, 1529, 1530
\advance 2399
\AfterEndEnvironment 2468
\allsectionsfont . . . 1223
\Alph 1237
\alph 1237, 1238
\alpha 2575, 2577, 2578, 2581, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2591, 2597, 2598, 2603, 2604, 2605, 2608, 2616, 2617, 2618
\arabic 1237, 2194, 2199, 2204, 2210, 2216, 2222
\arraystretch 1903

B

\BeforeBeginEnvironment 2467
\begin 617, 668, 683, 718, 742, 789, 821, 836, 856, 866, 882, 902, 934, 951, 980, 1005, 1026, 1041, 1153, 1157, 1243, 1318, 1346, 1355, 1362, 1470, 1543, 1595, 1600, 1608, 1633, 1638, 1649, 1659, 1663, 1746, 1750, 1766, 1789, 1812, 1827, 1906, 1907, 1957, 2114, 2134, 2275, 2297, 2311, 2467, 2478
\begingroup 1544, 1955, 2395
\beschriftung 1575, 1579, 1583, 1587, 1591, 1593
\beta 2575, 2578, 2582, 2583, 2584, 2587, 2597, 2598, 2599, 2604, 2605
\bf 2172, 2173, 2174
\bfseries . . 475, 1227, 1229, 2172, 2178, 2180, 2182, 2183, 2552
\bigskip 48, 364, 598, 603, 1553, 1881
\bool 309, 332
\bowtie 2320, 2323, 2324, 2325
\Box 159
\boxtimes 463

C

\c 1320, 1321
\cdot 1721, 1774, 1785
\centerline 1351, 2273, 2295, 2310
\chapter 1227, 1228
\char 1551
\clearpage 1545
\cline 596
\clist 226, 270, 271, 284, 288, 2407
\columnbreak 2442
\cs 287, 306, 330, 331, 368, 380, 1627
\csname 1305, 1308
\cup 1132, 1982, 2584, 2598, 2605

D

\DeclareMathSymbol 1851, 1852
\DecoINERT 2197, 2270, 2271, 2293
\DecoINERTwithPivot 2213, 2292
\DecoLEFT 2192, 2291
\DecoLEFTwithPivot 2207, 2269
\DecoRIGHT 2202, 2294, 2304
\DecoRIGHTwithPivot 2219, 2272
\definecolor 1225
\delta 65, 107, 165, 207, 1123
\dh 1679, 2586
\directlua 58, 137, 195, 200,

1103, 1118, 1138, 1146, 1154, 1160, 1938, 1943, 1990, 1997, 2002, 2362, 2454, 2486, 2491, 2492, 2496, 2501, 2502, 2506, 2512, 2513
\do 2193, 2198, 2203, 2208, 2214, 2220
\dots 506, 510, 1392, 2121, 2597, 2598
\DOWNarrow 2684
\draw 1325, 1328, 1331, 2069, 2368, 2371

E

\edef 1316, 2286, 2290, 2302, 2303
\else 570, 578, 586, 1113, 1127, 1165, 1591, 1694, 1704, 1714, 1728, 1949, 1981, 2064, 2232, 2425, 2427, 2768
\emph 1073, 1373, 1402, 1404, 1550
\empty 1591, 1980
\emptyset 1895, 2592, 2613, 2646
\end 656, 679, 704, 739, 773, 805, 833, 849, 863, 871, 898, 927, 948, 973, 998, 1018, 1038, 1056, 1155, 1157, 1245, 1334, 1358, 1359, 1366, 1475, 1548, 1597, 1605, 1624, 1640, 1641, 1655, 1666, 1667, 1748, 1761, 1786, 1809, 1824, 1834, 1910, 1911, 1959, 2124, 2144, 2275, 2297, 2311, 2468, 2482
\endcsname 1305, 1308
\endgroup 1547, 1960, 2400
\enspace 2650, 2652
environments:
liAdditum 1598
liAHuelle 1954
liAntwort 1569
liDiagramm 1657
liEinbettung 1568
liExkurs 1606
liGraphenFormat . 1297
liKasten 1242
liKontrollflussgraph 1469
liLernkartei 1647
liProduktionsRegeln 1147
liProjektSprache 1567
liQuellen 1627
liRelationenSchemaFormat 2354
liRmodell 2334
liUebergangsTabelle 1903
\equiv 2783, 2802
\erzeuge@tiefgestellt ... 1118, 1119, 1123
\expandafter 1305, 2228, 2230, 2231, 2232, 2240, 2398
\ExplSyntaxOff 50, 92, 134, 139, 192, 197, 202, 393, 528, 550, 565, 1097, 1179, 1214, 1490, 1505, 1669, 1744, 1931, 2097, 2347, 2408, 2526, 2633, 2657, 2736, 2807
\ExplSyntaxOn 22, 61, 102, 135, 160, 193, 198, 223, 470, 534, 551, 1070, 1169, 1191, 1483, 1495, 1570, 1683, 1913, 2078, 2335, 2405, 2453, 2549, 2643, 2708, 2761

F

\faCheckSquareO 2645
\faCircleThin 1089
\faGg 1083
\fancyfoot 1249, 1250, 1251, 1499, 1500, 1501, 1502
\fancyhead 1248, 1496, 1497, 1498
\faSquareO 1077
\fi 572, 580, 588, 1115, 1129, 1167, 1594, 1696, 1706, 1716, 1730, 1951, 1983, 2066, 2233, 2425, 2426, 2429, 2431, 2770
\fontspec 1223
\footcite 680, 702, 749, 772, 804, 899, 926, 972, 1371, 1374, 1381, 1386, 1391, 1395, 1401, 1406, 1510, 1762, 1763, 1918, 2127
\footnote 1671, 1675
\footnotesize 147, 341, 424, 520, 1094, 1566, 1619, 1634, 1650, 1862, 1956, 2082, 2091, 2334, 2473, 2625, 2671, 2697
\footrulewidth . 1254, 1504
\foreach . 1320, 1323, 1330
\forestFirst .. 2422, 2425
\forestLast ... 2423, 2425
\forestOget ... 2422, 2423
\forestOnes 2435
\forestOv 2424, 2425, 2428
\forestov . 2414, 2418, 2419, 2422, 2423, 2424, 2425, 2427, 2428
\forestset 2410, 2433
\forestSortLevel 2412, 2420, 2434, 2435
\frac 1723, 1754, 1785, 1800
\fullouterjoin 2325

G

\g 29, 37, 270, 271, 284, 288, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 307, 311, 312, 313, 316, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 334, 335, 336, 337, 345, 346, 348, 354, 355, 357, 358, 360, 361, 369, 374, 376, 381, 383, 387
\Gamma . 106, 164, 207, 1132
\gappto 2430
\geq 1399, 2110, 2115, 2131, 2135

H

\hbox 2320
\headrulewidth . 1253, 1503
\hfill 1770, 1776, 1781, 2653
\hinweis 1566
\hline 1908
\href 370, 1187, 1675, 1838, 2481
\hspace .. 2072, 2775, 2783
\ht 2321

I

\i 1330, 1331
\ifcase 2229
\ifmmode 568, 576, 584, 1111, 1125, 1163, 1692, 1702, 1712, 1726, 1947, 2062, 2766
\IfNoValueTF 1601, 1671, 1675
\ifnum 2156, 2397, 2413, 2421, 2427
\ifx 1591, 1980, 2425
\in 494, 600, 1399, 1736, 1739, 1742, 1768, 1774, 1779, 2110, 2121, 2131, 2141, 2575, 2577, 2583, 2604, 2724
\inhaltsverzeichnis 1542
\input . 4, 7, 10, 13, 16, 394
\inputminted 2485, 2495, 2505, 2517, 2520, 2524

\int 2407
\item 463, 464, 685, 689, 694, 699, 743, 752, 757, 765, 837, 842, 846, 867, 903, 908, 915, 923, 952, 957, 961, 966, 1042, 1047, 1052, 1356, 1357, 1627, 1631, 1751, 1754, 1758, 1767, 1773, 1778, 1790, 1794, 1798, 1802, 1806, 1813, 1817, 1821, 2115, 2118, 2121, 2135, 2138, 2141
\itshape 519, 2624

J

\j 1320, 1321, 1323, 1324, 1325, 1330, 1331, 1332

K

\k 1330
\keys 31, 70, 82, 112, 122, 170, 180, 292, 538, 542, 556, 561, 1198, 1205

L

\l 63, 64, 65, 66, 67, 68, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 79, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 536, 539, 544, 545, 548, 553, 554, 557, 558, 563, 1193, 1194, 1195, 1196, 1199, 1200, 1201, 1202, 1208, 1209, 1210, 1211, 1486, 1487, 1488, 1630, 1631, 1632, 1639
\labelenumi 1238
\labelenumii 1239
\labelitemi 1232
\labelitemii 1233
\labelitemiii 1234
\labelitemiv 1235
\land 2803, 2805
\LARGE 1227
\large 1351, 2384
\leaders 2653
\left 1686
\LEFTarrow 2685
\leftarrow 582
\leftouterjoin 2323
\leftskip 2787, 2788, 2798
\LehramtInformatikAutorEmail 1502
\LehramtInformatikAutorName 1501
\LehramtInformatikGitBranch 373, 2461
\LehramtInformatikGithubCodeRepo 2460
\LehramtInformatikGithubDomain 2457
\LehramtInformatikGithubRawDomain 371, 2458
\LehramtInformatikGithubTexRepo 372, 2459
\LehramtInformatikRepository 4, 7, 10, 13, 16, 1521, 1522, 1523, 1524, 1525, 1526, 1527, 1528, 1529, 1530, 2456
\LehramtInformatikTitel 1497
\leq 1785, 2118, 2138
\let 1121, 1122, 1545, 2269, 2270, 2271, 2272, 2285, 2287, 2288, 2289, 2291, 2292, 2293, 2294, 2304, 2396, 2434, 2435, 2645
\li@chomsky@erklaerung@texte 485, 521
\li@EntwurfsCode 613, 659, 660, 661, 707, 708, 709, 710, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 874
\li@EntwurfsCodeAllgemein 612
\li@fussnote@text 1859, 1865, 1869, 1873, 1877
\li@GithubLink 2477, 2490, 2500, 2511
\li@mget . 1307, 1311, 1331
\li@minc 1310, 1332
\li@mset 1304, 1312, 1321, 1324
\li@numdiscs 1316, 1325, 1331
\li@Rmodell@Schrift 2334, 2343, 2353
\li@sequence . . 1317, 1330
\li@synthese@erklaerung@texte 2566, 2626
\liAbleitung 1146
liAdditum (environment) 1598
liAHuelle (environment) 1954
\liAlphabet 1131
liAntwort (environment) 1569
\liAnweisung 1477
\liAssemblerCode . . . 2515
\liAssemblerDatei . . 2516
\liAttribut 2353
\liAttributHuelle 1945, 2578, 2583
\liAttributHuelleLinksReduktion 1962
\liAttributHuelleLinksReduktionInline 1971, 1976
\liAttributHuelleOhneMathe 1945, 1948, 1950, 1964, 1972, 1977
\liAttributHuelleRechtsReduktionInline 1976
\liAttributMenge 1953, 1965, 1968, 1973, 1974, 1985, 1987
\liAufgabe 3
\liAufgabenTitel 23
\liAusdruck 1170
\liAutomat 61
\liAutomatenKante 93
\liBandAlphabet 1132
\liBedingung 1478
\liBedingungDrei 1741, 1781, 1821
\liBedingungEins 1735, 1770, 1813
\liBedingungFalsch . 1480
\liBedingungWahr . . . 1479
\liBedingungZwei 1738, 1776, 1817
\liBeschriftung 1558
\liChomskyErklaerung 485, 526
\liChomskyUeberErklaerung 524
\liChomskyUeberschrift 473, 525
\liCpmEreignis 534
\liCpmFruehesterI . . . 591
\liCpmSpaetesterI . . . 590
\liCpmVon 574
\liCpmVonOhneMathe 574, 577, 579
\liCpmVonZu 566
\liCpmVonZuOhneMathe 566, 569, 571
\liCpmVorgang 551
\liCpmZu 582
\liCpmZuOhneMathe 582, 585, 587
liDiagramm (environment) 1657
liEinbettung (environment) 1568
\liEntwurfs 1021

\liEntwurfsAbstrakteFabrik 663
\liEntwurfsAbstrakteFabrikCode 658, 665
\liEntwurfsAbstrakteFabrikUml 616, 664
\liEntwurfsAdapter . . 712
\liEntwurfsAdapterAkteure 682, 714
\liEntwurfsAdapterCode 706, 715
\liEntwurfsAdapterUml 667, 713
\liEntwurfsBeobachter 783
\liEntwurfsBeobachterAkteure 741, 785
\liEntwurfsBeobachterCode 775, 786
\liEntwurfsBeobachterUml 717, 784
\liEntwurfsDekorierer 815
\liEntwurfsDekoriererAkteure 817
\liEntwurfsDekoriererCode 807, 818
\liEntwurfsDekoriererUml 788, 816
\liEntwurfsEinfacheFabrik 851
\liEntwurfsEinfacheFabrikAkteure 835, 853
\liEntwurfsEinfacheFabrikUml 820, 852
\liEntwurfsEinzelstueck 876
\liEntwurfsEinzelstueckAkteure 865, 878
\liEntwurfsEinzelstueckCode 873, 879
\liEntwurfsEinzelstueckUml 855, 877
\liEntwurfsErbauer . . 929
\liEntwurfsErbauerAkteure 901, 931
\liEntwurfsErbauerUml 881, 930
\liEntwurfsFabrikmethode 975, 1000
\liEntwurfsFabrikmethodeAkteure 950, 977
\liEntwurfsFabrikmethodeUml 933, 976
\liEntwurfsKompositum 1000
\liEntwurfsKompositumAkteure 1002
\liEntwurfsKompositumUml 979, 1001
\liEntwurfsModellPraesentation 1021
\liEntwurfsModellPraesentationAkteure 1023
\liEntwurfsModellPraesentationCode 1004, 1022
\liEntwurfsZustand . 1058
\liEntwurfsZustandAkteure 1040, 1060
\liEntwurfsZustandUml 1025, 1059
\liEpsilon 1117
\liErAttribute 1073, 1087, 1089
\liErDatenbankName . 1092
\liErEntity 1071, 1075, 1077
\liErledigt 2645
\liErMpAttribute . . . 1086
\liErMpEntity 1074
\liErMpRelationship 1080
\liErRelationship 1072, 1081, 1083
\liExamensAufgabe 6
\liExamensAufgabeA . . . 15
\liExamensAufgabeTA . . 12
\liExamensAufgabeTTA . . 9
liExkurs (environment) 1606
\liFalsch 464
\liFlaci 1180
\liFremd 2333
\liFunktionaleAbhaengigkeit . . . 1979, 1982, 1989
\liFunktionaleAbhaengigkeiten 1992
\liFussnote . . . 1858, 1860
\liFussnoteDreiText 1872, 1890
\liFussnoteEinsText 1864, 1884
\liFussnoteLink 1674
\liFussnoten 1880
\liFussnoteUrl . 1019, 1670
\liFussnoteVierText 1876, 1893
\liFussnoteZweiText 1868, 1887
\liGrammatik 1191
liGraphenFormat (environment) 1297
\liHanoi 1304
\liHaskellCode 2522
\liHaskellDatei 2523
\liInduktionAnfang . 2711
\liInduktionErklaerung 2710
\liInduktionMarkierung 2709
\liInduktionSchritt 2727
\liInduktionVoraussetzung 2719
\liJavaCode 2475
\liJavaDatei . . 614, 2484
\liJavaExamen 2504
\liJavaTestDatei . . . 2494
liKasten (environment) 1242
\liKellerAkteure . . . 102
\liKellerKante 140
\liKellerUmgang 135, 141
\liKontrollCode 1481
liKontrollflussgraph (environment) 1469
\liKontrollKnotenPfad 1483
\liKontrollTextzeileKnoten 1482, 1487
\liKurzeTabellenLinie 596
\liLadeAllePakete . . . 228
\liLadePakete 54, 57, 224, 229, 472, 533, 1341, 1857, 1937, 2077, 2548
\liLatexCode 2476
\liLeereZelle 1895
liLernkartei (environment) 1647
\liMasterExkurs 1826
\liMasterFaelle 1765, 1833
\liMasterFallRechnung 1811
\liMasterVariablen 1745, 1828
\liMasterVariablenDeklaration 1788
\liMasterWolframLink 1836
\liMenge . . . 71, 72, 74, 113, 114, 115, 119, 171, 172, 173, 177, 1109, 1160, 1199, 1200
\liMengeOhneMathe 1109, 1112, 1114
\liMinimierungErklaerung 1917
\liMinispracheDatei 2519
\linespread 2341
\liNichtsZuTun 2646
\liO 1708, 1736
\liOmega 1698, 1742
\liOmegaOhneMathe 1698, 1703, 1705
\liOOhneMathe 1708, 1713, 1715
\liParagraphMitLinien . 521, 1919, 2626, 2647, 2715, 2723, 2731
\liPetriErreichKnotenDrei 2071
\liPetriErreichTransition 2068
\liPetriSetzeSchluessel 2013
\liPetriTransitionsName 2060, 2072
\liPetriTransitionsNameOhneMathe . . . 2060, 2063, 2065
\liPetriTransPfeile 2072
\liPolynomiellReduzierbar 1361
\liPotenzmenge 1118, 1122, 2083

\liPotenzmengeOhneMathe ... 1119, 1120, 1121
\liPrimaer 2332
\liProblemBeschreibung 1345
\liProblemClique ... 1368
\liProblemName 1344, 1351, 1363, 1365, 1378, 1389, 1390, 1398, 1399
\liProblemSat 1397
\liProblemSubsetSum 1388, 1397
\liProblemVertexCover 1368, 1376
\liProduktionen 1159, 1201
liProduktionsRegeln (environment) 1147
liProjektSprache (environment) 1567
\liPseudoUeberschrift 1552, 1602, 1603, 1905, 1915, 2712, 2720, 2728
\liPumpingKontextfrei 2129
\liPumpingRegulaer . 2108
liQuellen (environment) 1627
\liRekursionsGleichung 1732, 1792
\liRelation 2001
liRelationenSchemaFormat (environment) 2354
\liRelationMenge ... 2348
\liRichtig 463
liRmodell (environment) 2334
\liRundeKlammer . 1685, 1689, 1699, 1709, 1723
\liSetzeAufgabenTitel . 25
\liSortierMarkierung 2373
\liSortierPfeil 2367
\liSortierPfeilUnten 2370
\liSpaltenUmbruch .. 2442
\liSqlCode 2527
\listen@punkt .. 1627, 1639
\liStrich 1343
\liSyntheseErklaerung 2566, 2631
\liSyntheseUeberErklaerung 2629
\liSyntheseUeberschrift 2550, 2630
\liT 1718, 1733, 1747, 1808
\liTeilen 1942
\literatur 1509, 1533
\liTheta 1688, 1739, 1768, 1774, 1779
\liThetaOhneMathe 1688, 1693, 1695
\liTOhneMathe 1718, 1727, 1729
\liTuringKante 203
\liTuringLeerzeichen 159, 167
\liTuringMaschine ... 160
\liTuringUeberfuehrung 206
\liTuringUebergaenge 198, 204
\liTuringUebergangZelle 193
\liUeberfuehrungsFunktion 1123
\liUeberfuehrungsFunktionOhneMathe ... 1123, 1126, 1128
liUebergangsTabelle (environment) 1903
\liUeberschriftDreiecksTabelle 1913
\liUmlLeserichtung . 2679
\liVertauschen 2361
\liWortInSprache 597
\liWortNichtInSprache 602
\liWpEquivalent 2782
\liWpErklaerung 2785
\liWpErklaerungVerzweigung 2800
\liWpKalkuel 2762
\liWpKalkuelOhneMathe 2762, 2767, 2769, 2801, 2803, 2805
\liZustandsBuchstabe 1133, 1142, 1144, 1164, 1166
\liZustandsBuchstabeGross ... 1134, 1143, 1145
\liZustandsmenge ... 1121
\liZustandsmengeNr 1135, 2092
\liZustandsmengeNrGross 1143
\liZustandsMengenSammlung 2079
\liZustandsMengenSammlungNr 2088
\liZustandsmengeOhneMathe 1121
\liZustandsname 1144
\liZustandsnameGross ... 1145, 2080, 2089
\liZustandsnameTiefgestellt 1162
\liZustandsPaar 1897
\liZustandsPaarVariablenName ... 1896, 1899, 1900
\llap 2321
\log 1736, 1739, 1742, 1768, 1774
\loop 2154
\lor 2804
\ltimes 1844

M

\makeatletter .. 1643, 2393
\makeatother .. 1645, 2401
\marginpar 1076, 1082, 1088, 1550
\mathbb .. 1399, 2141, 2724
\mathbin . 2323, 2324, 2325
\mathcal .. 1709, 2604, 2609, 2611, 2612, 2613
\Mathe 2779
\MatheEnv 2772, 2780, 2783
\mathord 1851, 1852
\mdfsetup 1241, 1576, 1580, 1584, 1588
\medskip .....
\meintinline 1353, 1561, 1563, 1637, 1665, 2339, 2345, 2655, 2773, 2777
\memph 1550
\meintinline 2475, 2476, 2515, 2522, 2527
\mkern ... 2323, 2324, 2325
\mlq 1849, 1851
\mrq 1849, 1852
\msg 39, 391
\myList 2414, 2415, 2416, 2419
\myNodes 2403, 2418, 2424, 2428, 2430

N

\NeedsTeXFormat 1, 19, 52, 220, 398, 459, 466, 530, 593, 608, 1063, 1099, 1216, 1256, 1265, 1270, 1299, 1337, 1409, 1492, 1507, 1513, 1535, 1681, 1841, 1854, 1933, 2008, 2074, 2099, 2104, 2148, 2314, 2327, 2356, 2437, 2444, 2449, 2529, 2544, 2635, 2639, 2659, 2701, 2738, 2758
\neg 2805
\negthinspace 1686
\newcounter ... 2168, 2169
\NewDocumentCommand . 62, 103, 140, 161, 203, 224, 535, 552, 597, 602, 1170, 1192, 1361, 1484, 1511, 1670, 1674, 1992, 2001, 2068, 2484, 2494, 2504, 2516, 2519, 2523, 2679
\NewDocumentEnvironment 1147, 1242, 1297, 1469, 1567, 1568, 1571, 1598, 1606, 1628, 1647, 1657, 1904, 1954, 2336, 2354
\newlength 2785
\node 548, 1477, 1482, 2194, 2199,

2204, 2210, 2216, 2222, 2373, 2418, 2696
\noexpand 2282, 2283, 2284, 2303, 2418
\noindent 343, 599, 604, 1150, 1554, 1556, 1560, 1564, 1592, 1620, 1622, 1635, 1651, 1653, 1661, 1830, 1883, 1886, 1889, 1892, 1994, 1999, 2349, 2648, 2791
\nolinkurl 2481
\normalsize 1229
\notin 605
\null 2653

O

\o@join 2320, 2323, 2324, 2325
\Omega 1699
\omega 2110, 2111, 2131, 2132
\or 2231

P

\pagestyle 1252
\par 342, 363, 525, 1181, 1189, 1559, 1621, 1644, 1652, 1993, 1996, 1998, 2273, 2295, 2310, 2351, 2630, 2654, 2790, 2796
\paragraph 1229
\parindent 2342
\path 94, 141, 204, 563
\pgfkeys . . 2024, 2682, 2683, 2684, 2685, 2686, 2689, 2692, 2694
\pgfmath@count 2395, 2397, 2399
\pgfmath@smuggleone 2400
\pgfmathdeclarefunction 2394
\pgfmathint 2395
\pgfmathparse 1311, 2412, 2417, 2420, 2434, 2435
\pgfmathresult 1312, 2395, 2396, 2398, 2400, 2413, 2421, 2434, 2435
\pgfutil@empty 2396
\pgfutil@loop 2397
\pgfutil@repeat 2400
\preceq 1364
\prime 1343
\printbibliography . 1533
\ProvidesPackage 2, 20, 53, 221, 399, 460, 467, 531, 594, 609, 1064, 1100, 1217, 1257, 1266, 1271, 1300, 1338, 1410, 1493, 1508, 1514, 1536, 1682, 1842, 1855, 1934, 2009, 2075, 2100, 2105, 2149, 2315, 2328, 2357, 2438, 2445, 2450, 2530, 2545, 2636, 2640, 2660, 2702, 2739, 2759

Q

\QS@list 2275, 2286, 2290, 2297, 2303, 2308, 2311
\QS@select@equal 2250, 2254
\QS@select@greater 2251, 2255
\QS@select@smaller 2246, 2249, 2253
\QS@sort@a 2228, 2261, 2282, 2283
\QS@sort@b 2228, 2229
\QS@sort@c 2232, 2239
\QS@sort@d 2240, 2248
\QS@sort@empty . 2230, 2235
\QS@sort@single 2231, 2236
\QSinitialize 2153, 2265, 2300
\QSIr . 2236, 2242, 2250, 2270, 2284, 2289, 2292
\QSIrr 2271, 2284, 2285, 2293
\QSLr 2242, 2249, 2260, 2261, 2269, 2282, 2287, 2291
\QSpivotStep 2155, 2265, 2269, 2280
\QSr 2242
\QSRr 2251, 2272, 2283, 2288, 2294, 2303, 2304, 2305
\QSsortStep 2157, 2265, 2281, 2282
\quad 1861

R

\raisebox 1482
\relax 1545, 2242, 2285, 2287, 2288, 2289, 2397, 2399
\renewcommand . . . 1232, 1233, 1234, 1235, 1238, 1239, 1253, 1254, 1503, 1504, 1903
\repeat 2158
\RequirePackage . . 55, 158, 222, 226, 395, 401, 402, 462, 532, 611, 612, 1066, 1068, 1069, 1107, 1108, 1218, 1219, 1222, 1224, 1226, 1231, 1240, 1247, 1258, 1259, 1268, 1272, 1273, 1274, 1302, 1303, 1342, 1411, 1510, 1515, 1516, 1532, 1539, 1540, 1541, 1569, 1684, 1845, 1846, 2010, 2012, 2102, 2162, 2164, 2316, 2317, 2318, 2331, 2359, 2390, 2441, 2447, 2452, 2463, 2464, 2532, 2637, 2644, 2663, 2664, 2666, 2667, 2705, 2706, 2707, 2740, 2760
\right 1686
\RIGHTarrow . . . 2681, 2686
\Rightarrow 600, 605
\rightarrow 207, 489, 494, 502, 506, 508, 509, 511, 566, 574, 2072, 2575, 2582, 2584, 2587, 2592, 2597, 2598, 2603
\rightouterjoin 2324
\Roman 1237
\roman 1237, 1239
\romannumeral 2240
\rtimes 1844
\rule 2273, 2295, 2310, 2321

S

\sb 67, 77, 79, 108, 166, 501, 502, 506, 509, 510, 511, 1164, 1166, 1736, 1739, 1742, 1768, 1774, 1923, 2060, 2069, 2597, 2598, 2599, 2604, 2608, 2609, 2612, 2613, 2616, 2617, 2618
\scriptscriptstyle 566, 574, 582
\scriptsize 1183, 1422, 1429, 1435, 1497, 1498, 1501, 1502, 2710, 2763, 2793
\section 46
\seq . 1486, 1487, 1488, 1630, 1631, 1632, 1639
\setbox 2320
\setcounter 1230, 2274, 2296, 2310
\setganttlinklabel . . 1260, 1261, 1262, 1263
\setlength 2342, 2787, 2788, 2798
\setmainfont 1220
\setmainlanguage 396
\setminted 2469, 2470
\setminus 1978
\setsansfont 1221
\setul 2333

\sffamily 476, 1227, 1229, 1331, 2553
\shoveleft 1963
\shoveright 1967
\Sigma 64, 105, 163, 1131, 1132, 1194
\sigma 499, 501, 502
\SLASH 1551
\small 1660
\sort 2407
\sortList 2406, 2415
\square 464
\stepcounter 2194, 2199, 2204, 2207, 2209, 2213, 2215, 2219, 2221
\str .. 477, 486, 1573, 2084, 2093, 2554, 2567
\string 1965, 1973
\StrSubstitute . 2414, 2416
\strut 1790, 1794, 1798, 1802, 1806, 2442
\subseteq 2578, 2611, 2618

T

\tableofcontents ... 1546
\text 77, 79, 182, 1945, 2710, 2763
\textbf ... 1071, 1369, 1378, 1389, 1398, 1555, 1562, 1593, 1621, 1636, 1652, 1908
\textcolor 1481, 2709
\textit 940, 982, 983, 984, 985, 1662, 1953, 2005
\textsc 1344
\textsf 1555, 1636
\textstyle 1754, 1785
\texttt 1094, 1344, 1478, 1479, 1480, 1481, 2763
\thepage 1251, 1500
\theparagraph 1229
\Theta 1689
\thinspace 2763
\tikz 1482
tikz: bbaum 23
tikz: li binaer baum 21
\tikzchildnode 419
\tikzparentnode 419
\tikzset 96, 143, 209, 404, 430, 1276, 1413, 2050, 2176, 2380, 2534, 2741
\tikzumlset 2669
\times 207
\tiny 1077, 1083, 1089, 1481, 1550, 2479
\titleformat .. 1227, 1229
\titlespacing 1228
\tl . 29, 37, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 71, 72, 73, 74, 75, 77, 79, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 285, 289, 307, 311, 312, 313, 316, 321, 322, 323, 334, 335, 336, 337, 348, 354, 357, 360, 369, 383, 536, 539, 544, 545, 553, 554, 557, 558, 1172, 1193, 1194, 1195, 1196, 1199, 1200, 1201, 1202, 1719
\tmp 1980
\TmpPlaceEight 2032
\TmpPlaceFive 2029
\TmpPlaceFour 2028
\TmpPlaceNine 2033
\TmpPlaceOne 2025
\TmpPlaceSeven 2031
\TmpPlaceSix 2030
\TmpPlaceTen 2034
\TmpPlaceThree 2027
\TmpPlaceTwo 2026
\TmpScale 2045
\TmpTransitionEight 2021, 2042
\TmpTransitionFive 2018, 2039
\TmpTransitionFour 2017, 2038
\TmpTransitionNine 2022, 2043
\TmpTransitionOne 2014, 2035
\TmpTransitionSeven 2020, 2041
\TmpTransitionSix 2019, 2040
\TmpTransitionTen 2023, 2044
\TmpTransitionThree 2016, 2037
\TmpTransitionTwo 2015, 2036
\TmpX 2046
\TmpY 2047
\today 1498
\ttfamily 2334

U

\ul 1072, 2332, 2333
\umlaggreg 1035
\umlassoc 1017
\umlclass 618, 622, 626, 670, 671, 672, 719, 724, 729, 732, 790, 791, 792, 797, 798, 827, 857, 884, 885, 888, 939, 942, 981, 987, 988, 1006, 1007, 1008, 1027, 1028, 1029, 1030
\umldep 947
\umlHVHaggreg 737, 803, 997
\umlinherit 676, 727, 892, 937, 945
\umlnote ... 678, 894, 1037
\umlreal 674, 735
\umlsimpleclass .. 633, 634, 635, 639, 641, 642, 643, 669, 822, 823, 824, 883, 935, 936
\umlstatic 829, 858
\umluniaggreg 890
\umluniassoc 653, 675, 891, 1015, 1016
\umlVHuniassoc .. 654, 655
\umlVHVdep 647, 648, 650, 651, 831, 832
\umlVHVinherit 630, 631, 636, 637, 644, 645, 800, 801, 825, 826, 995, 996
\umlVHVreal 794, 795, 1032, 1033
\UParrow 2683
\url 1671
\usemintedstyle 2466
\usetikzlibrary .. 56, 403, 1067, 1275, 1412, 2011, 2319, 2360, 2391, 2668, 2756

V

\value 2156
\varepsilon 478, 489, 490, 1117, 1736, 1742, 1771, 1782
\vfill 2442
\vrule 2649, 2653
\vspace 1152, 1156, 1607, 1625

X

\xappto .. 2418, 2424, 2428
\xdef 1305
\xintApply 2244
\xintApplyUnbraced .. 2243, 2249, 2250, 2251
\xintCSVtoList 2303
\xintFor 2193, 2198, 2203, 2208, 2214, 2220, 2261
\xintifEq 2254
\xintifForLast 2210, 2216, 2222
\xintifGt 2255
\xintifLt 2253
\xintLength 2228
\xintnthelt 2240

Z

\ZB 1678
\zB 1677
\zustandsnamens@liste ... 1135, 1142, 1143