

# Computermathematik

L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X 2+3: Komplexe Dokumente & Grafiken

Maria Eichlseder

21. Oktober 2015

# Lern-Ziele

- ▶ Wissenschaftliche Dokumente
  - ▶ Dokumentstruktur planen
- ▶ Referenzen
  - ▶ Bilder einsetzen
  - ▶ Referenzen verwenden
  - ▶ Zitieren
- ▶ Algorithmen
  - ▶ Code und Pseudocode einsetzen können
- ▶ Grafiken
  - ▶ Diagramme sinnvoll einsetzen
  - ▶ Umsetzung in TikZ (o.ä.)

# „Wissenschaftliche“ Dokumente

# „Wissenschaftliche“ Dokumente

## Beispiele

- ▶ Publikationen
- ▶ Code-Dokumentation
- ▶ Skriptum
- ▶ Labor-Protokoll
- ▶ Technischer Bericht
- ▶ Bachelor-Arbeit

?



## $\LaTeX$ -Dokumentklassen

- ▶ `article`, `scrartcl`  
einseitig, kürzere Artikel
- ▶ `report`, `scrreprt`  
einseitig, längere Dokumente
- ▶ `book`, `scrbook`  
zweiseitig (Druck)
- ▶ `letter2`, `scrlttr2`,  
`beamer`, `moderncv`,  
`flashcards`, ...

## Lorem Ipsum

Mary Sue          John Doe

October 21, 2014

### Contents

<b>1 A first section</b>	<b>1</b>
1.1 With subsection . . . . .	1
<b>2 Another section</b>	<b>3</b>
2.1 With yet another subsection . . . . .	3

### 1 A first section

#### 1.1 With subsection

Hello, here is some text without a meaning. This text should show what a printed text will look like at this place.  $\sin^2(\alpha) + \cos^2(\beta) = 1$ . If you read this text, you will get no information  $E = mc^2$ . Really? Is there no information? Is there a difference between this text and some nonsense like “Huardest gefburn”? Kjift – not at all! A blind text like this gives you information about the selected font, how the letters are written and an impression of the look.  $\sqrt[n]{a} \cdot \sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{ab}$ . This text should contain all letters of the alphabet and it should be written in of the original language.  $\frac{\sqrt[n]{a}}{\sqrt[n]{b}} = \sqrt[n]{\frac{a}{b}}$ . There is no need for special content, but the length of words should match the language.  $a \sqrt[n]{b} = \sqrt[n]{a^n b}$ .

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

# Beispiel: Book

Lorem Ipsum

Mary Sue      John Doe

xxi Octobris MMXIV

- + Leerseite
- + Inhaltsverzeichnis
- + Leerseite

## Caput 2

### Ein Chapter

#### 2.1 Mit Section

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultricies augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc ante, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} x_i = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Etiam lobortis facilisis sem. Nullam nec mi et neque pharetra sollicitudin. Praesent imperdiet mi nec ante. Donec ullamcorper, felis non sodales commodo, lectus velit ultricies augue, a dignissim nibh lectus placerat pede. Vivamus nunc ante, molestie ut, ultricies vel, semper in, velit. Ut porttitor. Praesent in sapien. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Duis fringilla tristique neque. Sed interdum libero ut metus. Pellentesque placerat. Nam rutrum augue a leo. Morbi sed elit sit amet ante lobortis sollicitudin. Praesent blandit blandit mauris. Praesent lectus tellus, aliquet aliquam, luctus a, egestas a, turpis. Mauris lacinia lorem sit amet ipsum. Nunc quis urna dictum turpis accumsan semper.

$$\int_0^{\infty} e^{-\alpha x^2} dx = \frac{1}{2} \sqrt{\int_{-\infty}^{\infty} e^{-\alpha x^2} dx} \int_{-\infty}^{\infty} e^{-\alpha y^2} dy = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{\pi}{\alpha}}$$

3

# Typische Dokument-Bausteine

- ▶ Titelseite `\maketitle` oder `\begin{titlepage}`
- ▶ Abstract? Keywords? `\begin{abstract}`
- ▶ Inhaltsverzeichnis? `\tableofcontents`

## Inhalt

- ▶ Bibliographie `BIBTEX`
- ▶ Index von Bildern, Tabellen, Algorithmen, Stichwörtern?  
Paket `makeidx`, `\listoffigures`, `\listoftables`

# Inhalt?

## 1. Einleitung

Was? Warum? Wer hat schon ähnliches gemacht?

## 2. Methoden, Grundlagen

Was braucht man dazu? Wie macht man das?

## 3. Ergebnisse

Was ist passiert?

## 4. Diskussion

Was bedeutet das?



# Dateien aufteilen – nur Hauptdokument kompilieren

## main.tex

```
\documentclass{report}
\usepackage{...}
\newcommand{...}

\begin{document}
  \title{Theorie von...}
  \author{Mary Sue}
  \maketitle
  \tableofcontents

  \input{einfuehrung}
  \input{theorie}
  \input{ergebnisse}
\end{document}
```

## einfuehrung.tex

```
\chapter{Einführung}
Wir beschreiben...
```

## theorie.tex

```
\chapter{Theorie}
Die theoretischen
Grundlagen ...
```

## ergebnisse.tex

```
\chapter{Ergebnisse}
Unsere Experimente..
```

# Eigene Titelseite – nützliche Zutaten

## Manuelle Abstände

```
\vspace*{5cm}      % vertikal  
\hspace*{2mm}     % horizontal
```

## Automatische Abstände (proportional auffüllen)

```
oben  
\vfill  
links \hfill rechts  
\vfill  
unten
```

## Linien

```
\rule{5cm}{1mm}   % 5cm lang und 1mm dick
```

## Autor, Titel, Datum auslesen

```
\usepackage{titling}  
\theauthor, \thetitle, \thedata
```

# Referenzieren

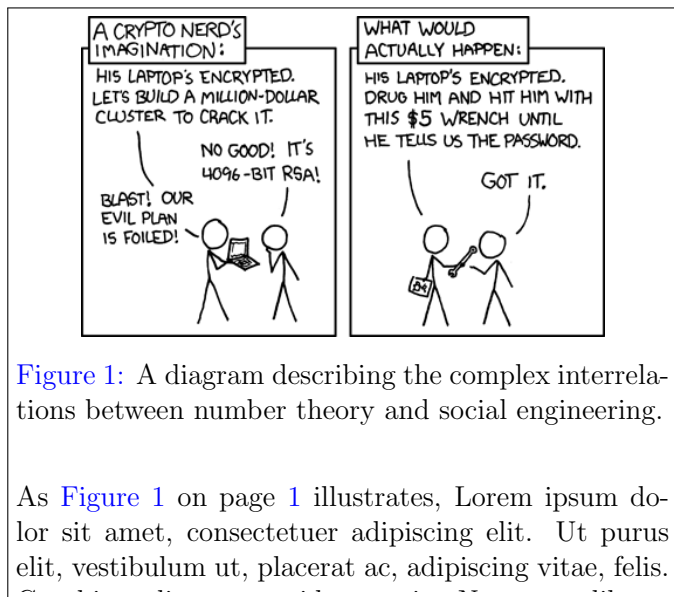
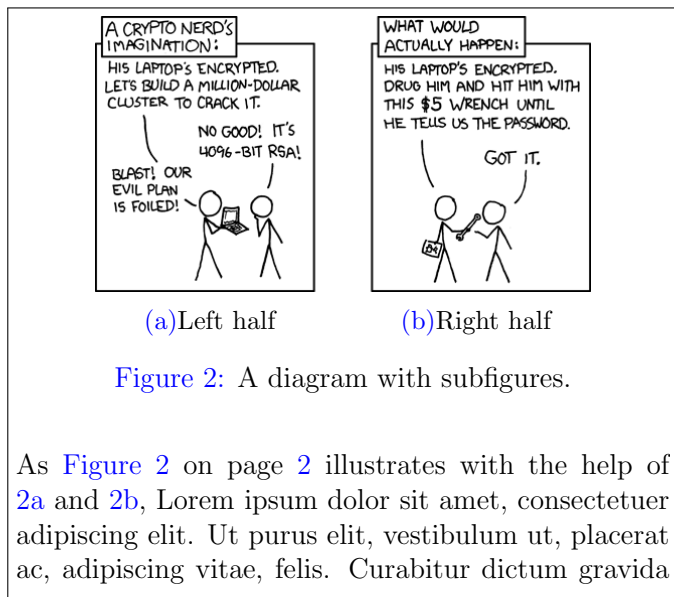


Figure 1: A diagram describing the complex interrelations between number theory and social engineering.

As Figure 1 on page 1 illustrates, Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis.



# Bilder

Datei einbinden – file.png/.jpg/.pdf

```
\usepackage{graphicx}  
\includegraphics [...] {file}
```

## Parameter

- ▶ width, scale – Bild skalieren
- ▶ trim, clip, page – Bildteile ausschneiden

## Positionierung?

# Float-Umgebungen & Referenzen I

## ► Bilder

```
As \figurename~\ref{fig:crypto}
on page~\pageref{fig:crypto} illustrates,

\begin{figure}
  \centering
  \includegraphics{xkcd}
  \caption{A diagram describing...}
  \label{fig:crypto}
\end{figure}
```

Floats floaten!

{  
Das ist erwünscht!  
Beschriftung & Referenz sind Pflicht!

## Float-Umgebungen & Referenzen II

### ► Tabellen

```
\begin{table}  
  \caption{...}\label{...}  
  \begin{tabular}{lr}  
    ...  
  \end{tabular}  
\end{table}
```

### ► Algorithmen, Code

```
\begin{algorithm}  
  ... kommt gleich  
\end{algorithm}
```



# Noch mehr Nummerierung mit Referenzen

## Kapitel und Abschnitte

```
\chapter{Theorie}\label{chap:theorie}  
\section{Ergebnisse}\label{sec:ergebnisse}
```

## Formeln

```
\begin{equation}  
  a^2 + b^2 = c^2 \quad \label{eq:dreieck}  
\end{equation}  
In Gleichung~\eqref{eq:dreieck}...
```

## Aufzählungspunkte

```
\begin{enumerate}  
\item \label{summe} Summiere alle Werte  $x_i$   
\end{enumerate}
```

Donald E. Knuth showed [2] that the implementation of fundamental algorithms. . .

Examples are provided by Graham et al. [1, p. 13–15].

### References

- [1] Ronald L. Graham, Donald E. Knuth, and Oren Patashnik. *Concrete mathematics – a foundation for computer science*. Addison-Wesley, 1989.
- [2] Donald E. Knuth. *The Art of Computer Programming, Volume I: Fundamental Algorithms*. Addison-Wesley, 1968.

# Literatur zitieren – BIBTEX

## dokument.tex

```
Donald E.~Knuth showed~\cite{artof}...  
...by Graham et~al.~\cite[p.~13--15]{concr}.  
  
\bibliographystyle{plain}  
\bibliography{literatur}
```

## literatur.bib

```
@book{artof,  
  author      = {Donald E. Knuth},  
  title       = {The Art of Computer  
                Programming, Volume {I}:  
                Fundamental Algorithms},  
  publisher   = {Addison-Wesley},  
  year        = {1968},  
}
```

# Literatur zitieren – BIB<sub>T</sub>E<sub>X</sub>

- ▶ **Mehrfach kompilieren** notwendig

```
pdflatex dokument.tex
```

```
bibtex dokument
```

```
pdflatex dokument.tex
```

```
pdflatex dokument.tex
```

- ▶ **BIB<sub>T</sub>E<sub>X</sub>-Einträge** am einfachsten aus Datenbanken

(Universitäts-Bibliotheken, Google Scholar, DBLP, ...)

- ▶ **Verschiedene Zitier-Stile** in Gebrauch

(Nummern, Autor und Jahr, ...)

- ▶ **Nachfolger: BIB<sub>L</sub>A<sub>T</sub>E<sub>X</sub>**

- ▶ Flexibler, internationaler, einfacher

- ▶ (Noch) nicht überall gut integriert (Verlage, IDEs, ...)

# Hyperlinks und URLs

## Klickbare ref und cite im PDF

```
\usepackage{hyperref}
```

## URLs

```
\url{www.tugraz.at}
```

```
\href{www.tugraz.at}{TU Graz}
```

# Algorithmen

## Source Code

Die Funktion nimmt einen **unsigned int** als Parameter. Der Returnwert ist ebenfalls ein **unsigned int**.

---

```
unsigned factorial(unsigned n);
```

---

Die vollständige Implementierung ist in `code.c`.

---

```
#include<stdio.h>
unsigned factorial(unsigned n) {
    int result = 1, i;
    for (i = 1; i <= n; i++)
        result *= i;
    return result;
}
int main(int argc, char **argv) {
    printf("%d! = %d\n", 9, factorial(9));
    return 0;
}
```

## Source Code

- ▶ Wenn der Code im Vordergrund steht (z.B. Dokumentation)  
Nicht, um Algorithmus zu erklären
- ▶ Umgebung `verbatim`

```
\begin{verbatim} ... \end{verbatim}  
oder inline \verb|...|
```

- ▶ Paket `listings`

```
\usepackage{listings}  
\lstset{keywordstyle=\bfseries , language=C}  
  
\begin{lstlisting} ... \end{lstlisting}  
oder inline \lstinline!...!  
oder aus Datei  
\lstinputlisting{main.c}
```



---

**Algorithmus 1** Berechnung der Fakultät  $n!$ 

---

**Eingabe:** eine Zahl  $n \in \mathbb{N}$

**Ausgabe:**  $N = n!$ , die Fakultät von  $n$

- 1: initialisiere  $N := 1$
  - 2: **for**  $i = 1, \dots, n$  **do**
  - 3:     setze  $N := N \cdot i$
  - 4: gib Ergebnis  $N$  aus
- 

Algorithmus 1 beschreibt die iterative Berechnung der Fakultät einer Zahl. Das geht auch mit mehr Worten:

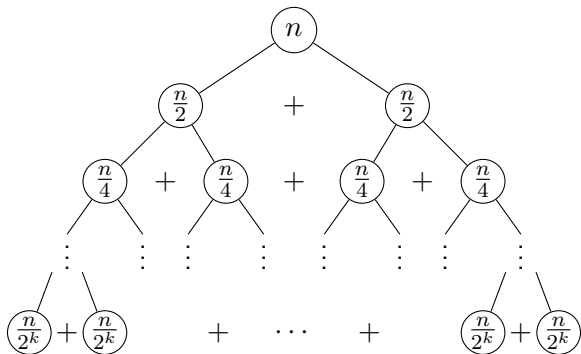
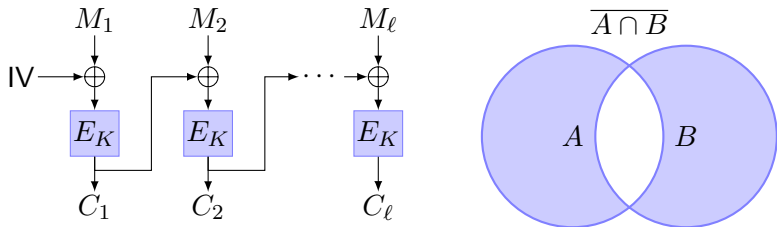
1. Multipliziere alle Zahlen von 1 bis  $n$  zusammen.
2. Das Ergebnis ist die gesuchte Zahl  $N = n!$ .

## Pseudocode

- ▶ Wenn der Algorithmus im Vordergrund steht, zum Erklären
- ▶ Umgebung `enumerate`
- ▶ Paket `algorithmic` und Konsorten

```
\usepackage{algorithm, algorithmic}
...
\begin{algorithm}
  \caption{...} \label{...}
  \begin{algorithmic}
    \STATE initialisiere  $N := 1$ 
    \FOR {$i = 1, \dots, n$}
      \STATE setze  $N := N \cdot i$ 
    \ENDFOR
  \end{algorithmic}
\end{algorithm}
```

# Grafiken



# Warum würde man das in $\text{\LaTeX}$ machen wollen?

Gibt es nicht genug externe Tools?

## Vorteil von „normalen“ Tools mit `includegraphics`

(Programme für Vektorgrafiken, UML-Diagramme, Statistik, ...)

- ▶ leichter zu bedienen
- ▶ weniger Aufwand, wenn man das Tool kennt
- ▶ spezialisiert auf das jeweilige Gebiet
- ▶ oft weit verbreitet, Konsistenz mit anderen

## Vorteil von $\text{\LaTeX}$ -Lösungen

(TikZ, Asymptote, pstricks, ...)

- ▶ skalierbar (immer Vektorgrafik), nicht pixelig, lesbar (!)
- ▶ Einheitlichkeit innerhalb des Dokuments
- ▶ muss kein neues Tool für jede neue Aufgabe starten/lernen
- ▶ Code relativ leicht durch andere Sprache erzeugbar

# TikZ

## TikZ ist *kein* Zeichenprogramm

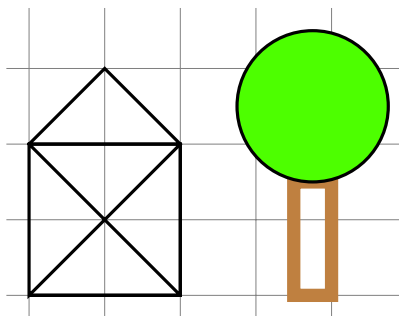
- ▶ ...oder doch?
- ▶  $\LaTeX$ -Paket zum Erstellen von Grafiken  
natürlich eine Programmiersprache, kein GUI :)
- ▶ Beispiele: <http://texample.net/tikz/examples/>

## TikZ verwenden

```
\usepackage{tikz}
...
\begin{tikzpicture}
  ...
\end{tikzpicture}
```

oder `\tikz{...}` als inline-Befehl

## Basics



in tikzpicture:

```
\draw (0,0) -- (2,0) -- (2,2) -- (0,2) -- (0,0)
      -- (2,2) -- (1,3) -- (0,2) -- (2,0);
\draw[color=brown, line width=5pt]
      (3.5,0) rectangle (4,1.5);
\draw[fill=green!70!yellow]
      (3.75,2.5) circle (1);
```

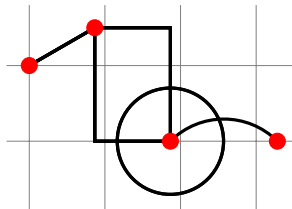
# Punkte

## Koordinatensysteme

- ▶ Euklidisch:  $(x, y)$  mit  $x$ - und  $y$ -Koordinate [cm]
- ▶ Polarkoordinaten:  $(\varphi:r)$  mit Winkel  $\varphi$  [Grad], Radius  $r$  [cm]
- ▶ relativ:  $+(x, y)$ ,  $++(x, y)$  mit Abstand zum letzten Punkt
- ▶ 3D:  $(x, y, z)$

„Pinselspitze“ bewegt sich weiter

```
\draw (0,0)
  -- (30:1)
  rectangle ++(1,-1.5)
  circle (.5)
  arc (135:45:1);
```





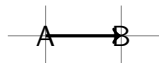
# Beschriftung

## Nodes

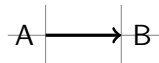
```
\draw (0,0) node {Asdf};
```



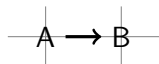
```
\draw[->] (0,0) node {A}
           -- (1,0) node {B};
```



```
\draw[->] (0,0) node[left] {A}
           -- (1,0) node[right] {B};
```



```
\node (a) at (0,0) {A};
\node (b) at (1,0) {B};
\draw[->] (a) -- (b);
```



# Kurven

## Eingangs-Winkel

```
\draw[out=90, in=-90] (6,0) to (7,2);
```



## Krümmung der Linie

```
\draw[bend left=30] (3,0) to (4,2);
```

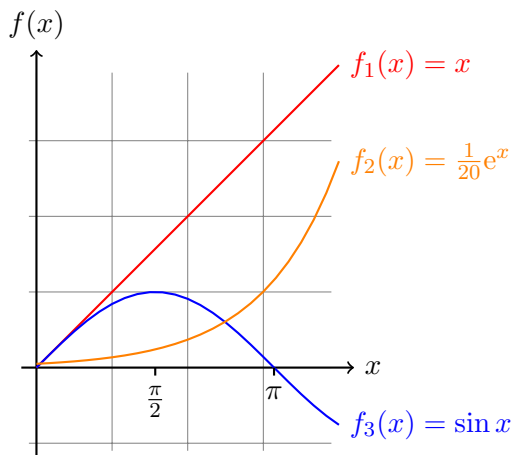


## „Magnetische“ Kontrollpunkte (Bézier splines)

```
\draw (0,0) .. controls (0,1)
               and (1,1)
               .. (2,0);
```



## Beispiel: Funktionsgraphen

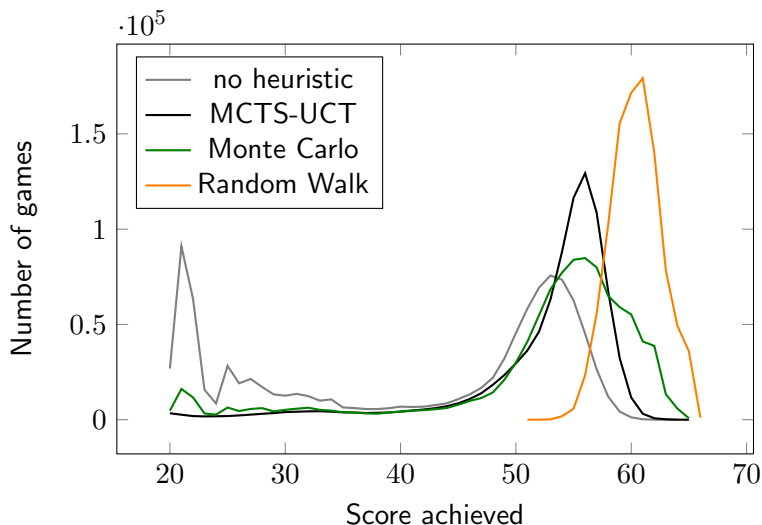


...

```
\draw[domain=0:4] plot (\x, {1/20*exp(\x)});
```

...

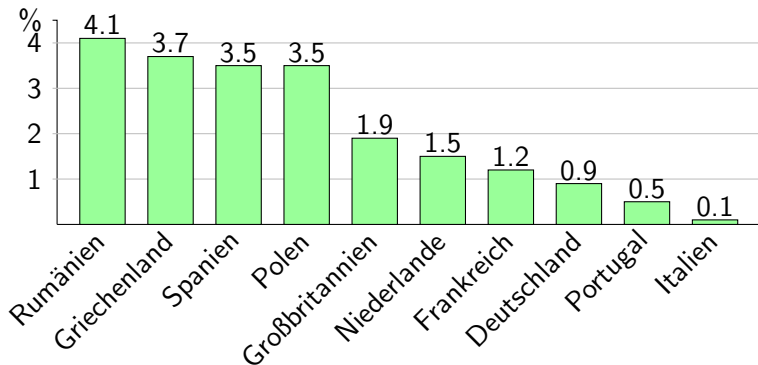
## Beispiel: Daten plotten



- ▶ Paket pgfplots mit axis-Umgebung und `\addplot`

## Beispiel: Statistik

Abbildung: Wachstumsrate des realen BIP für die zehn bevölkerungsreichsten Staaten der EU 2005.



- ▶ `\foreach`-Schleifen für Balken

# foreach-Schleifen

## Überall in $\LaTeX$

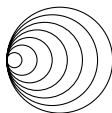
```
\usepackage{pgffor}
...
\foreach \x in {99,98,...,0}
  { \x bottles of beer \\ }
```

99bottles of beer  
98bottles of beer  
97bottles of beer  
96bottles of beer  
...

## In TikZ

```
\foreach \r/\col in {2/red,
                    3/green,
                    4/blue}
  \fill[\col] (0,-\r*\r) circle (\r);

\draw (0,0) foreach \r in {1,...,7}
  { ++(1,0) circle (\r) };
```



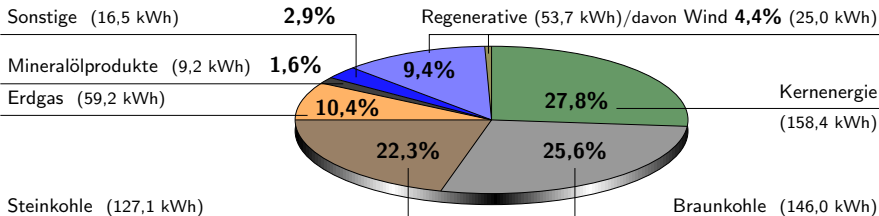
# (Kein gutes) Beispiel: Statistik

Beispiel aus *Die Zeit* (2005), via TikZ-Manual v3 S. 95:

## Kohle ist am wichtigsten

Energiemix bei der deutschen Stromerzeugung 2004

Gesamte Netto-Stromerzeugung in Prozent, in Milliarden Kilowattstunden (Mrd. kWh)



Kommentare?

## Bessere Beispiele

**TEX**ample.net }

<http://www.texample.net/tikz/examples/>