

Präsentationen und Poster mit \LaTeX (-Beamer)

\LaTeX -Kurs der Unix-AG

Anika Rämer

17. Juni 2013



TU Kaiserslautern

Einführung

L^AT_EX-beamer

Struktur

Folienübergänge und Sonstiges

Themen

Poster

Informationen

Einführung

L^AT_EX-beamer

Struktur

Folienübergänge und Sonstiges

Themen

Poster

Informationen

- ▶ ... sind nichts anderes als normale Seiten im 4:3-Format
- ▶ alle \LaTeX -Befehle sind anwendbar

- ▶ ... sind nichts anderes als normale Seiten im 4:3-Format
- ▶ alle \LaTeX -Befehle sind anwendbar

Auswahl von Paketen zur Folienerstellung:

- ▶ prosper
- ▶ \TeX Power
- ▶ Foil \TeX
- ▶ Seminar
- ▶ \LaTeX -beamer

Präsentationsfolien mit \LaTeX ...

- ▶ ... sind nichts anderes als normale Seiten im 4:3-Format
- ▶ alle \LaTeX -Befehle sind anwendbar

Auswahl von Paketen zur Folienerstellung:

- ▶ prosper
 - ▶ \TeX Power
 - ▶ Foil \TeX
 - ▶ Seminar
 - ▶ \LaTeX -beamer
-
- ▶ Hier nur \LaTeX -beamer

- ▶ Open Source
- ▶ volle L^AT_EX-Funktionalität
- ▶ Präsentation ist pdf-Datei
- ▶ Trennung von Inhalt und Form

- ▶ Open Source
- ▶ volle L^AT_EX-Funktionalität
- ▶ Präsentation ist pdf-Datei
- ▶ Trennung von Inhalt und Form

- ▶ viele gute Layout-Vorschläge existieren
- ▶ meist schlichter, aber gut lesbaren Folienstil
- ▶ eigene Layout-Einstellungen sind auch möglich

- ▶ Quelltext kann unübersichtlich und lang werden
- ▶ Einarbeitungszeit länger als mit WYSIWYG-Programmen
- ▶ Übersetzungszeit nicht vernachlässigbar
- ▶ Fehlersuche etwas komplizierter als bei normalen L^AT_EX-Dokumenten
- ▶ Einbindung von Animationen und Medien nicht so einfach

Einführung

L^AT_EX-beamer

Struktur

Folienübergänge und Sonstiges

Themen

Poster

Informationen

Grundsätzlicher Aufbau einer Präsentation

```
1 \documentclass[Optionen]{beamer}
2 \usepackage{...}
3 % Kommentar

5 \begin{document}
6   \begin{frame}
7     \frametitle{Hello World}
8     Hello World
9   \end{frame}
10 \end{document}
```

- ▶ führt neue Befehle und Umgebungen, wie *frame* oder *block* ein

einige Beamer-Optionen

▶ Vorschaumodus:

```
1 \documentclass[draft]{beamer}
```

keine Grafiken und reduzierte Layout-Optionen

▶ Umdruckmodus:

```
1 \documentclass[handout]{beamer}
```

gedacht für mehrere Folien auf einer A4-Seite

▶ Notizen:

```
1 \setbeameroption{show notes on second screen}
```

zeigt Notizen auf zweitem Bildschirm rechts

- ▶ Kopf- und Fußzeile
- ▶ Ränder links und rechts
- ▶ Navigationsbalken und -symbole
- ▶ Logo
- ▶ Hintergrund
- ▶ Frametitel
- ▶ Frameinhalt

Die *frame*-Umgebung

Beispiel

```
1 \begin{frame}[Optionen]
2   \frametitle{Die {\it frame}-Umgebung}
3   \framesubtitle{Beispiel}
4   ... der Text hier ...
5 \end{frame}
```

- ▶ *frame*-Umgebung definiert Folieninhalt
- ▶ *frametitle*: Titel der Folie im Kopf
- ▶ *framesubtitle*: Untertitel der Folie

Die *frame*-Umgebung

Optionen

```
1 \begin{frame}[Optionen]
2   \frametitle{Die {\it frame}-Umgebung}
3   \framesubtitle{Beispiel}
4   ... der Text hier ...
5 \end{frame}
```

Optionen für vertikale Ausrichtung

t Oben

c Mitte (Standard)

b Unten

squeeze Folie vertikal zusammenziehen um Platz zu sparen

Die *frame*-Umgebung

noch mehr Optionen

```
1 \begin{frame}[Optionen]
2   \frametitle{Die {\it frame}-Umgebung}
3   \framesubtitle{Beispiel}
4   ... der Text hier ...
5 \end{frame}
```

einige Optionen für Inhalt und Layout

fragile z. B. für Quellcode-Umgebung

plain unterdrückt die Anzeige der Überschrift, Fußzeile und Sidebar

allowframebreaks große Texte automatisch auf mehrere Folien verteilen

label=XXX definiert Foliename für späteren Aufruf mit

```
\againframe{XXX}
```

Einführung

L^AT_EX-beamer

Struktur

Folienübergänge und Sonstiges

Themen

Poster

Informationen

Optionen

```
1 \title[ Kurztitel ]{ Titel }
2 \subtitle[ Kurzuntertitel ]{ Untertitel }
3 \author[ Kurznamen der Autoren ]{ Namen der Autoren }
4 \institute[ Kurzname Institut ]{ Institut }
5 \date[ Kurzdatum ]{ Datum }
6 \titlegraphic{ Datei }
```

Titelseite erstellen

```
1 \begin{frame}[plain]
2   \titlepage
3 \end{frame}
```

Titelseite

Beispiel

```
1 \title[\LaTeX-Beamer und Poster]{Präsentationen und  
  Poster mit \LaTeX(-Beamer)}  
2 \subtitle{\LaTeX-Kurs der Unix-AG}  
3 \author[A. R"amer]{Anika R"amer}  
4 \date[17.06.2011]{17.~Juni 2011}  
  
6 \titlegraphic{\includegraphics[width=6cm]{UnixAG}}
```

Präsentationen und Poster mit \LaTeX (-Beamer)

\LaTeX -Kurs der Unix-AG

Anika Rämmer

17. Juni 2013



TU Kaiserslautern

- ▶ mit den üblichen \LaTeX -Befehlen für Abschnitte, Kapitel usw.
- ▶ Inhaltsverzeichnis wird automatisch erstellt
- ▶ kann in Layout übernommen werden
- ▶ losgelöst vom Frametitle

```
1 \section[Einf.]{Einf"uhrung}
2 \subsection[Erste Schritte]{Was zuerst zu tun ist}
3
4 \begin{frame}
5   \frametitle{Zuallererst}
6 \end{frame}
```

- ▶ Anzeigen des Inhaltsverzeichnisses:

```
1 \tableofcontents [Optionen]
```

Optionen

currentsection aktuellen Abschnitt hervorheben (Rest halbtransparent)

currentsubsection aktuellen Unterabschnitt hervorheben

hideallsubsections keine Unterabschnitte

hideothersubsections Unterabschnitte nur für aktuellen Abschnitt

pausesections schrittweise aufdecken, nach jedem Abschnitt Pause

pausesubsections nach jedem Unterabschnitt Pause

- ▶ Anzeigen des Inhaltsverzeichnisses:

```
1 \tableofcontents [Optionen]
```

Optionen

sections=X zeige nur unter X angegebenen Abschnitte

sectionstyle=X Darstellung der Abschnitte (show, shaded, hide)

subsectionstyle=X Darstellung der Unterabschnitte (show, shade, hide)

- ▶ Vor jedem Abschnitt automatisch Inhaltsverzeichnis anzeigen:

```
1 \AtBeginSection []{  
2   \begin{frame}  
3     \tableofcontents [currentsection]  
4   \end{frame}  
5 }
```

```
1 \begin{itemize}
2   \item itemize
3 \end{itemize}
```

▶ itemize

```
1 \begin{enumerate}
2   \item enumerate
3 \end{enumerate}
```

1. enumerate

```
1 \begin{description}
2   \item[description] item
3 \end{description}
```

description item

Blockumgebung

- ▶ Blöcke zur Strukturierung der Folien
- ▶ weitere Blockumgebungen: alertblock und exampleblock

Blocktitel

```
1 \begin{block}{Blocktitel}
2   Blockinhalt
3 \end{block}
```

alertblock

Hier ist ein wichtiger Hinweis!

exampleblock

Ein Beispiel.

Blockumgebung

eigene Blöcke

Block, rund und mit Schatten

```
1 \setbeamertemplate{blocks}[rounded][shadow=true]
2 \setbeamercolor{block title}{fg=green!50!black,
3                               bg=blue!20!bg}
4 \setbeamercolor{block body}{fg=blue,bg=blue!5!bg}
```

Standard Block

```
1 \setbeamertemplate{blocks}[default]
```

```
1 \begin{columns}[<options>]
2   \begin{column}{5cm}
3     Zwei\\Zeilen.
4   \end{column}
5   \begin{column}{5cm}
6     Eine Zeile
7   \end{column}
8 \end{columns}
```

Optionen zur vertikalen Ausrichtung

- b** an letzten Zeilen ausrichten
- c** relativ zueinander, mittig ausrichten
- t** an ersten Zeilen ausrichten

Einführung

L^AT_EX-beamer

Struktur

Folienübergänge und Sonstiges

Themen

Poster

Informationen

Schrittweises Aufdecken

- ▶ Am einfachsten mit `\pause`

```
1 \begin{block}{Block1}
2   Hier ist Block 1. Noch alleine dargestellt.
3 \end{block}
4
5 \pause
6
7 \begin{block}{Block2}
8   Block 2 kommt erst auf der n"achsten Folie
9 \end{block}
```

Block1

Hier ist Block 1. Noch alleine dargestellt.

Block1

Hier ist Block 1. Noch alleine dargestellt.

Block2

Block 2 kommt erst auf der nächsten Folie

Schrittweises Aufdecken

- ▶ mehr Spielereien mit Overlays möglich:

```
1 \begin{itemize}
2   \item<-2,4> Punkt 1
3   \item<2,4> Punkt 2
4   \item<3-> Punkt 3
5 \end{itemize}
```

- ▶ Punkt 1

Schrittweises Aufdecken

- ▶ mehr Spielereien mit Overlays möglich:

```
1 \begin{itemize}
2   \item<-2,4> Punkt 1
3   \item<2,4> Punkt 2
4   \item<3-> Punkt 3
5 \end{itemize}
```

- ▶ Punkt 1
- ▶ Punkt 2

Schrittweises Aufdecken

- ▶ mehr Spielereien mit Overlays möglich:

```
1 \begin{itemize}
2   \item<-2,4> Punkt 1
3   \item<2,4> Punkt 2
4   \item<3-> Punkt 3
5 \end{itemize}
```

- ▶ Punkt 3

Schrittweises Aufdecken

- ▶ mehr Spielereien mit Overlays möglich:

```
1 \begin{itemize}
2   \item<-2,4> Punkt 1
3   \item<2,4> Punkt 2
4   \item<3-> Punkt 3
5 \end{itemize}
```

- ▶ Punkt 1
- ▶ Punkt 2
- ▶ Punkt 3

Schrittweises Aufdecken

- ▶ noch mehr Spielereien:

```
1 \begin{frame}
2   \color<2-3>[rgb]{1,0,0}Dieser Text wird rot.\\
3   \color{black}\only<-2>{Dieser Text nicht.\\}
4   \only<3-4>{Daf"ur wird dieser Text "uberschrieben.\\}
5   \invisible<4->{\alert<3>{Dieser Text wird bald
6     verschwinden.\\}}
7   \uncover<4->{W"ahrend dieser Text erst jetzt erscheint
8     .}
9 \end{frame}
```

Dieser Text wird rot.

Dieser Text nicht.

Dieser Text wird bald verschwinden.

Schrittweises Aufdecken

- ▶ noch mehr Spielereien:

```
1 \begin{frame}
2   \color<2-3>[rgb]{1,0,0}Dieser Text wird rot.\\
3   \color{black}\only<-2>{Dieser Text nicht.\\}
4   \only<3-4>{Daf"ur wird dieser Text "uberschrieben.\\}
5   \invisible<4->{\alert<3>{Dieser Text wird bald
6     verschwinden.\\}}
7   \uncover<4->{W"ahrend dieser Text erst jetzt erscheint
8     .}
9 \end{frame}
```

Dieser Text wird rot.

Dieser Text nicht.

Dieser Text wird bald verschwinden.

Schrittweises Aufdecken

- ▶ noch mehr Spielereien:

```
1 \begin{frame}
2   \color<2-3>[rgb]{1,0,0}Dieser Text wird rot.\\
3   \color{black}\only<-2>{Dieser Text nicht.\\}
4   \only<3-4>{Daf"ur wird dieser Text "uberschrieben.\\}
5   \invisible<4->{\alert<3>{Dieser Text wird bald
6     verschwinden.\\}}
7   \uncover<4->{W"ahrend dieser Text erst jetzt erscheint
8     .}
9 \end{frame}
```

Dieser Text wird rot.

Dafür wird dieser Text überschrieben.

Dieser Text wird bald verschwinden.

Schrittweises Aufdecken

- ▶ noch mehr Spielereien:

```
1 \begin{frame}
2   \color<2-3>[rgb]{1,0,0}Dieser Text wird rot.\\
3   \color{black}\only<-2>{Dieser Text nicht.\\}
4   \only<3-4>{Daf"ur wird dieser Text "uberschrieben.\\}
5   \invisible<4->{\alert<3>{Dieser Text wird bald
6     verschwinden.\\}}
7   \uncover<4->{W"ahrend dieser Text erst jetzt erscheint
8     .}
9 \end{frame}
```

Dieser Text wird rot.

Dafür wird dieser Text überschrieben.

Während dieser Text erst jetzt erscheint.

- ▶ in Aufzählungen:

```
1 \item<1-> Punkt 1  
2 \item<2-> Punkt 2
```

Schrittweises Aufdecken

- ▶ in Aufzählungen:

```
1 \item<1-> Punkt 1  
2 \item<2-> Punkt 2
```

- ▶ besser und einfacher:

```
1 \item<+> Punkt 1  
2 \item<+> Punkt 2
```

Schrittweises Aufdecken

- ▶ in Aufzählungen:

```
1 \item<1-> Punkt 1
2 \item<2-> Punkt 2
```

- ▶ besser und einfacher:

```
1 \item<+> Punkt 1
2 \item<+> Punkt 2
```

- ▶ ganz kompakt:

```
1 \begin{itemize}[<+>]
2 \item Punkt 1
3 \item Punkt 2
4 ...
5 \end{itemize}
```

Folienübergänge

- ▶ In beamer auch animierte Folienübergänge möglich
- ▶ jeder PDF-Betrachter interpretiert diese anders
- ▶ besser sparsam damit umgehen

```
1 \slidetransitioncommand<(overlay specification)>[(options  
  )]
```

duration=(seconds) Anzahl der Sekunden, die der Effekt benötigt. Ohne Angabe ist eine Sekunde. Kürzer ist möglich.

direction=(degree) Erlaubte Werte sind 0, 90, 180, 270 und für glitter effect auch 315.

► Zum Beispiel:

```
1 \transblindshorizontal
2 \transblindsvertical
3 \transsplitverticalout
4 \transboxin
5 \transboxout
6 \transdissolve
7 \transglitter
8 \transsplithorizontalin
9 \transsplithorizontalout
```

Bilder einbinden

Bild einbinden

```
1 \pgfdeclareimage[height=7cm,width=7cm]{Bildname}{Pfad zum  
Bild}
```

Bild anzeigen

```
1 \pgfuseimage{Bildname}
```

Alternative

```
1 \usepackage{graphicx}  
2 ...  
3 \includegraphics[height=7cm]{Pfad zum Bild}
```

Bilder einbinden

Beispiel

```
1 \begin{frame}
2   \begin{figure}
3     \includegraphics[height=3cm]{UnixAG}
4     \caption[fig:UnixAG]{Unix AG der TU Kaiserslautern}
5   \end{figure}
6 \end{frame}
```



TU Kaiserslautern

Abbildung: Unix AG der TU Kaiserslautern

- ▶ Notizen zu jeder Folie auf zweitem Bildschirm anzeigen

```
1 \setbeameroption{show notes on second screen=right}
```

- ▶ Ausgabe wird in Breite verdoppelt
- ▶ hier links Folien, rechts Notizen
- ▶ Notizen beliebig innerhalb des Frames setzen:

```
1 (...)
2 \note{Hier eine Notiz}
3 (...)
4 \note[item]{und noch eine Notiz, diesmal geordnet}
5 (...)
```

Einführung

L^AT_EX-beamer

Struktur

Folienübergänge und Sonstiges

Themen

Poster

Informationen

- ▶ Viele Stile schon in \LaTeX -beamer verfügbar
- `/usr/share/texmf/tex/latex/beamer/beamertheme*.sty`
- ▶ Alles komplett konfigurierbar
- ▶ Hier: \LaTeX -Kurs-Stil von Thomas Fischer

- ▶ Die Themes sind aufgeteilt in:
- ▶ Color Theme – Farbschema
- ▶ Font Theme – Schriften
- ▶ Inner Theme – Textdarstellungen und Blöcke
- ▶ Outer Theme – Kopf, Fuß, Rand
- ▶ Presentation Theme – alles zusammen

```
1 \usepackage{theme}
```

- ▶ Beispiele: default, bars, boxes, classic, lined, plain, shadow, sidebar, split, tree
- ▶ abgeleitete Stile: Berlin, Darmstadt, Dresden, Frankfurt, Goettingen, Hannover, Ilmenau, Luebeck, . . . , Warsaw

```
1 \useinnertheme{inner theme}
```

- ▶ Zeichen für itemize
- ▶ Platzierung der Zeichen
- ▶ Beispiele: default, circles, inmargin, rectangles, rounded

Themes

Outer Theme

```
1 \useoutertheme{outer theme}
```

- ▶ Kopf- und Fußzeile
- ▶ Sidebars
- ▶ Logo
- ▶ Folientitel

- ▶ Beispiele: default, infolines, miniframes, shadow, sidebar, smoothbars, smoothtree, split, tree

Themes

Color Theme

```
1 \usecolortheme{color theme}
```

- ▶ Farben für Überschrift
- ▶ Farben für Text
- ▶ Farben für Blöcke
- ▶ Farben für Hintergrund

- ▶ Beispiele: default, albatross, beaver, beetle, crane, dolphin, dove, fly, lily, orchid, rose, seagull, seahorse, whale, wolferine
- ▶ Tiere für Hintergrund
- ▶ Pflanzen für Blöcke

Themes

selbst Hand anlegen

```
1 \mode<presentation>
2 %\useoutertheme{...}
3 \setbeamerfont{frametitle}{size={\Large},shape={\itshape}}
4 \setbeamercolor{structure}{fg=blue}
5 \setbeamercolor{normal text}{bg=green!20}
6 \setbeamercolor{block title}{fg=red,bg=blue!30!bg}
7 \setbeamercolor{block body}{fg=green!20,bg=blue!50}
```

Block

Blockinhalt

- ▶ fast alles möglich.
- ▶ nur nicht übertreiben!
- ▶ Anregungen in den vorhandenen Stildateien

Themes

Hintergrundbild

```
1 \newcommand{\logoheight}{0.3\paperheight}
2 \setbeamertemplate{background canvas}{%
3   \parbox[b]{0\paperwidth}{%
4     \vspace*{\paperheight}%
5     \vspace*{-.92em}%
6   }%
7   \parbox[b]{\paperwidth}{%
8     \hfill%
9     \includegraphics[viewport=0 0 46 57,height=\
10      logoheight]
11     {logo}%
12   }
```

- ▶ Universitätslogo unten rechts
- ▶ Folieninhalt wird über das Logo geschrieben

```
1 \mode<handout>  
2 %\useoutertheme{...}  
3 \setbeamercolor{structure}{fg=black}  
4 \setbeamercolor{normal text}{}  
5 \pgfpagesuselayout{8 on 1}[a4paper]
```

- ▶ weniger Farben für den Druck
- ▶ Aufruf mit `\documentclass[handout]{beamer}`

Einführung

L^AT_EX-beamer

Struktur

Folienübergänge und Sonstiges

Themen

Poster

Informationen

- ▶ diverse Pakete
 - ▶ beamerposter
 - ▶ a0poster
 - ▶ poster

- ▶ diverse Pakete
 - ▶ `beamerposter`
 - ▶ `a0poster`
 - ▶ `poster`

- ▶ diverse Pakete
 - ▶ **beamerposter**
 - ▶ a0poster
 - ▶ poster

beamerposter

- ▶ basiert auf beamer und a0poster (gleicher Autor wie beamer)
- ▶ ⇒ beamer-Themes verwendbar

Pakete

- ▶ Poster: `\usepackage[orientation=portrait,size=a0]{beamerposter}`
- ▶ Außerdem: `\usepackage{textpos}`

Nutzung

- ▶ Wie beamer, nur ein frame
- ▶ hilfreich: `textpos` für Blöcke
- ▶ `\setlength{\TPHorizModule}{1cm}`: Horizontale Einheit
- ▶ `\setlength{\TPVertModule}{1cm}`: Vertikale Einheit

Poster

Grundsätzlicher Aufbau

```
1 \documentclass [Optionen]{beamer}
2 \usepackage [orientation=portrait ,size=a0]{beamerposter}
3 \usepackage {weitere Pakete...}
4 % Kommentar

6 \begin{document}
7   \begin{frame}
8     \frametitle{Titel des Posters}
9     Posterinhalt...
10    \end{frame}
11 \end{document}
```

- ▶ Blöcke, mehrspaltige Umgebungen, Einfügen von Bildern, Aufzählungen etc. wie gewohnt.

Poster

Positionierung von Blöcken: Textpos

textblock

- ▶ um Inhalt: textblock

```
1 \begin{textblock}{Breite}(x,y)...\end{textblock}
```

geschachtelte textblocks

```
1 \begin{textblock}{83}(0,-70)
2   \begin{block}{oben}...\end{block}
3   \begin{textblock}{41}(0,1) %linke Spalte
4     \begin{block}{links}...\end{block}
5   \end{textblock}
6   \begin{textblock}{41}(42,1) %rechte Spalte
7     \begin{block}{rechts}...\end{block}
8   \end{textblock}
9 \end{textblock}
```

Poster

Heat relaxation and transport in semiconductors

Loehn beam-B09 of enst. demonstrator addressing: Eff. of anisotropic heat conduction in silicon. In silicon, the thermal conductivity is anisotropic. This leads to anisotropic heat relaxation and transport. The effect is investigated by comparing the results of a 3D simulation with those of a 2D simulation. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon. The results are compared with the results of a 3D simulation. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon.

Heat relaxation and transport in semiconductors
 The effects of anisotropic heat conduction on the heat relaxation and transport in silicon are investigated. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon. The results are compared with the results of a 3D simulation. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon.

Heat relaxation and transport in semiconductors
 The effects of anisotropic heat conduction on the heat relaxation and transport in silicon are investigated. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon. The results are compared with the results of a 3D simulation. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon.

Heat relaxation and transport in semiconductors
 The effects of anisotropic heat conduction on the heat relaxation and transport in silicon are investigated. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon. The results are compared with the results of a 3D simulation. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon.

Heat relaxation and transport in semiconductors
 The effects of anisotropic heat conduction on the heat relaxation and transport in silicon are investigated. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon. The results are compared with the results of a 3D simulation. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon.

Heat relaxation and transport in semiconductors
 The effects of anisotropic heat conduction on the heat relaxation and transport in silicon are investigated. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon. The results are compared with the results of a 3D simulation. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon.

Heat relaxation and transport in semiconductors
 The effects of anisotropic heat conduction on the heat relaxation and transport in silicon are investigated. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon. The results are compared with the results of a 3D simulation. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon.

Heat relaxation and transport in semiconductors
 The effects of anisotropic heat conduction on the heat relaxation and transport in silicon are investigated. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon. The results are compared with the results of a 3D simulation. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon.

Heat relaxation and transport in semiconductors
 The effects of anisotropic heat conduction on the heat relaxation and transport in silicon are investigated. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon. The results are compared with the results of a 3D simulation. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon.

Heat relaxation and transport in semiconductors
 The effects of anisotropic heat conduction on the heat relaxation and transport in silicon are investigated. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon. The results are compared with the results of a 3D simulation. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon.

Heat relaxation and transport in semiconductors
 The effects of anisotropic heat conduction on the heat relaxation and transport in silicon are investigated. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon. The results are compared with the results of a 3D simulation. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon.

Heat relaxation and transport in semiconductors
 The effects of anisotropic heat conduction on the heat relaxation and transport in silicon are investigated. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon. The results are compared with the results of a 3D simulation. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon.

Heat relaxation and transport in semiconductors
 The effects of anisotropic heat conduction on the heat relaxation and transport in silicon are investigated. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon. The results are compared with the results of a 3D simulation. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon.

Heat relaxation and transport in semiconductors
 The effects of anisotropic heat conduction on the heat relaxation and transport in silicon are investigated. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon. The results are compared with the results of a 3D simulation. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon.

Heat relaxation and transport in semiconductors
 The effects of anisotropic heat conduction on the heat relaxation and transport in silicon are investigated. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon. The results are compared with the results of a 3D simulation. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon.

Heat relaxation and transport in semiconductors
 The effects of anisotropic heat conduction on the heat relaxation and transport in silicon are investigated. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon. The results are compared with the results of a 3D simulation. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon.

Heat relaxation and transport in semiconductors
 The effects of anisotropic heat conduction on the heat relaxation and transport in silicon are investigated. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon. The results are compared with the results of a 3D simulation. The results show that the anisotropy of the thermal conductivity has a significant impact on the heat relaxation and transport in silicon.



Heat Relaxation and Transport in Semiconductors

Anika Rämmer¹, Dhanan Dhanraj², Bibbel Rothert¹

Motivation

During the irradiation of dielectrics or semiconductors with a laser pulse or a swift heavy ion, electrons are excited from the valence band into the conduction band. This exciting electrons help pump. Therefore, it is important to account for the transient electron density in the conduction band, when modeling the heat relaxation and transport in these materials. A first approach simplifying the electron density as well as the temperature dynamics was given in [1] and is based on the two temperature model introduced in [2].

The Duality-Dependent Two Temperature Model (nTTM)

Assumptions
 Electrons and holes
 • are thermalized into separate Boltzmann distribution functions,
 • have the same temperature T_e , but different charge
 • have opposite temperature fluctuations.

System of Equations
 Energy of electron-hole pairs:

$$E_{e-h} = \frac{1}{2} (T_e + T_h) + \frac{1}{2} (T_e - T_h)$$

 Energy of electron:

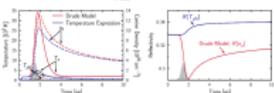
$$E_e = \frac{1}{2} (T_e + T_h) + \frac{1}{2} (T_e - T_h)$$

 Electron-hole pair density:

$$n_{e-h} = \frac{1}{2} (n_e + n_h) + \frac{1}{2} (n_e - n_h)$$

The Drude Model

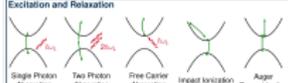
The velocity used in the original nTTM [1] depends only on the lattice temperature. The influence of the transient carrier density on reflecting and heat carrier absorption is neglected. This can be described with help of the Drude model:



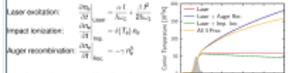
Parameters used here:
 • Drude model: $\tau = 0.15$ fs, $\nu = 0.5$ fs⁻¹
 • Temperature expression: see [2]

Observation: Reflections calculated with the Drude model and the temperature expression, respectively, show opposite behavior.

Excitation and Relaxation



Influence of Different Processes



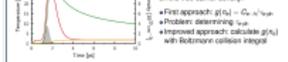
In all graphs shown here, silicon is excited by a laser pulse with the following parameters:
 • Fluence: 100 mJ/cm²
 • Pulse duration: 900 fs (FWHM)
 • Wavelength: 900 nm

Thermostat and cooling are neglected

Electron recombination: Auger recombination / outbalanced recombination
 Electron-Phonon Coupling
 The coupling parameter has to depend on the carrier density:

$$C_{e-ph} = C_{e-ph}^0 \cdot \frac{n_e}{n_{e0}}$$

 • Free approach: determining n_e
 • Empirical approach: calculate $n_e(t)$ with Boltzmann equation integral



See poster by N. Bouvier et al. "Electron-Phonon Coupling in Highly Excited Silicon" for more details.

Heat and Carrier Transport

Heat current:

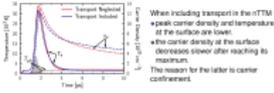
$$\vec{J}_Q = -\kappa \nabla T_e + \frac{1}{2} (T_e - T_h) \nabla (n_e - n_h)$$

Carrier current:

$$\vec{J}_c = -q_e n_e \vec{v}_e + q_h n_h \vec{v}_h$$

Using the following definitions:
 • reduced Fermi levels: $\eta_e = \frac{E_e - E_{c0}}{k_B T_e}$ (electrons) and $\eta_h = -\frac{E_h - E_{v0}}{k_B T_h}$ (holes)
 • Fermi-Dirac integrals: $F_n(x) = \int_0^\infty \frac{z^n}{1 + \exp(z - x)} dz$, Abramowitz [3] [4]

Influence of Transport



When including transport in the nTTM a peak carrier density and temperature of the surface are lower. The carrier density of the surface decreases slower than expected by the model. This is due to the fact that the carrier confinement.

Carrier Confinement



Observation: Carriers are confined in a region of about 200 nm beneath the surface.
 Current density beneath the surface: negative carrier \rightarrow carries more towards the surface.

Conclusions and Outlook

The nTTM is a powerful tool to describe heat relaxation and transport in laser-irradiated semiconductors. By applying the Drude model, the influence of the transient heat carrier density on the optical parameters has been included into the model. In future, we plan to couple the model to a kinetic approach similar to what has been done in [4]. In addition, the nTTM will be used to describe transport in semiconductors and dielectrics after excitation with a swift heavy ion.

References

- [1] M. Anis, Ph.D. thesis, RWTH Aachen (2011)
- [2] N. Anis, S. J. Peeterhans, and L. Paulsen, *Sol. Phys.* **40**, 979-975 (1974)
- [3] D. F. Ziegler, A. T. Traulsen, and D. W. Schwenk, *Journal of Physics B* **36**, 661-669 (2003)
- [4] D. O. Gurev, A. M. Moshkalev, S. G. Semak, *Phys. Rev. B* **64**, 111401 (2001)

Einführung

L^AT_EX-beamer

Struktur

Folienübergänge und Sonstiges

Themen

Poster

Informationen

- ▶ Uni-CI-ähnliches Theme (unter Entwicklung):
<http://www-user.physik.uni-kl.de/jmr>
- ▶ <http://bitbucket.org/rivanvx/beamer>
- [beameruserguide.pdf](#)

- ▶ <http://www.unix-ag.uni-kl.de/latex-kurs/>

Vielen Dank an Benjamin Gänger und Steffen Wolf für die Folien aus den Vorjahren.