



# Physikalische Basiskonzepte

Andreas Kratzer

[kratzer@ph.tum.de](mailto:kratzer@ph.tum.de)

## Feststellung:

- Physik ist Grundlagenfach in vielen Disziplinen
- Heterogene Lernvoraussetzungen
- Fehlendes Verständnis für Basiskonzepte
- Fehlvorstellungen
- Fehlende Lernmotivation (wofür ist das gut?)
- Eine „große“ Vorlesung kann dem nicht gerecht werden

## Idee:

- e-learning Vorteile nutzen
- Korrektur von Wissenslücken und Fehlvorstellungen
- Anpassung an eigenes Leistungsvermögen, Lerntempo
- Freie Zeiteinteilung
- Anwendungsbeispiele zur Lernmotivation
- Auszugsweise auch in der Vorlesung einsetzbar

**Virtuelle Vorlesung oder Ergänzung zur Vorlesung**

## Defizite vieler multimedialer Lehr- und Lernmaterialien

- Multimedialität (meist hohe Textlastigkeit)
- Professionelles Informationsdesign
- Motivierende und nutzerfreundliche Lernumgebung
- Interaktivität
- Neue Lehr- und Lernkonzepte
- Evaluation
- Qualität der Medienbausteine

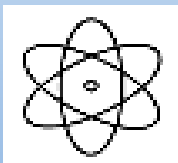
## **Gute e-learning Produkte brauchen Profis**



**Deshalb:**



**Medienzentrum der TUM**



**Fakultät Physik der TUM**

## **Gute e-learning Produkte kosten Geld**





## Fächergruppen

- Ingenieurwissenschaften
- Informatik
- Medizin
- Wirtschaftswissenschaft
- Schlüsselqualifikation
- Rechtswissenschaft
- Soziale Arbeit
- Lehrerbildung

## Vorstudien

Diplomarbeit 1: Evaluation einer Physikvorlesung durch eine qualitative Teilnehmerbefragung

Diplomarbeit 2: Analyse des Leistungsstandes von Studenten (MW) im Fach Physik mittels empirischer Auswertung von Prüfungsergebnissen

## Vorstudien

Diplomarbeit 1: Evaluation einer Physikvorlesung durch eine qualitative Teilnehmerbefragung

- Mangelnde didaktische Aufbereitung der Inhalte
- Fehlende Bezüge von Vorlesung, Übung und Prüfung zu den Ingenieurwissenschaften
- Zu hohes Niveau der Vorlesung und zu rasches Abarbeiten der Inhalte

## Vorstudien

Diplomarbeit 2: Analyse des Leistungsstandes von  
Studenten im Fach Physik mittels empirischer  
Auswertung von Prüfungsergebnissen

- Fehlerhafte Einschätzung des persönlichen  
Kenntnisstandes in Physik beim Eintritt ins Studium
- Physikalisches Grundwissen wird nur zu einem geringen Teil  
erworben
- Große Wissensdefizite im gesamten Fachgebiet,  
insbesondere in Optik und Atomphysik

**Art der Lehrveranstaltung:**

Virtuelle Vorlesung mit  
Übungen (2SWS),  
Einbindung in das Grundstudium  
der ingenieurwissenschaftlichen  
Studiengänge

**Zielgruppe:**

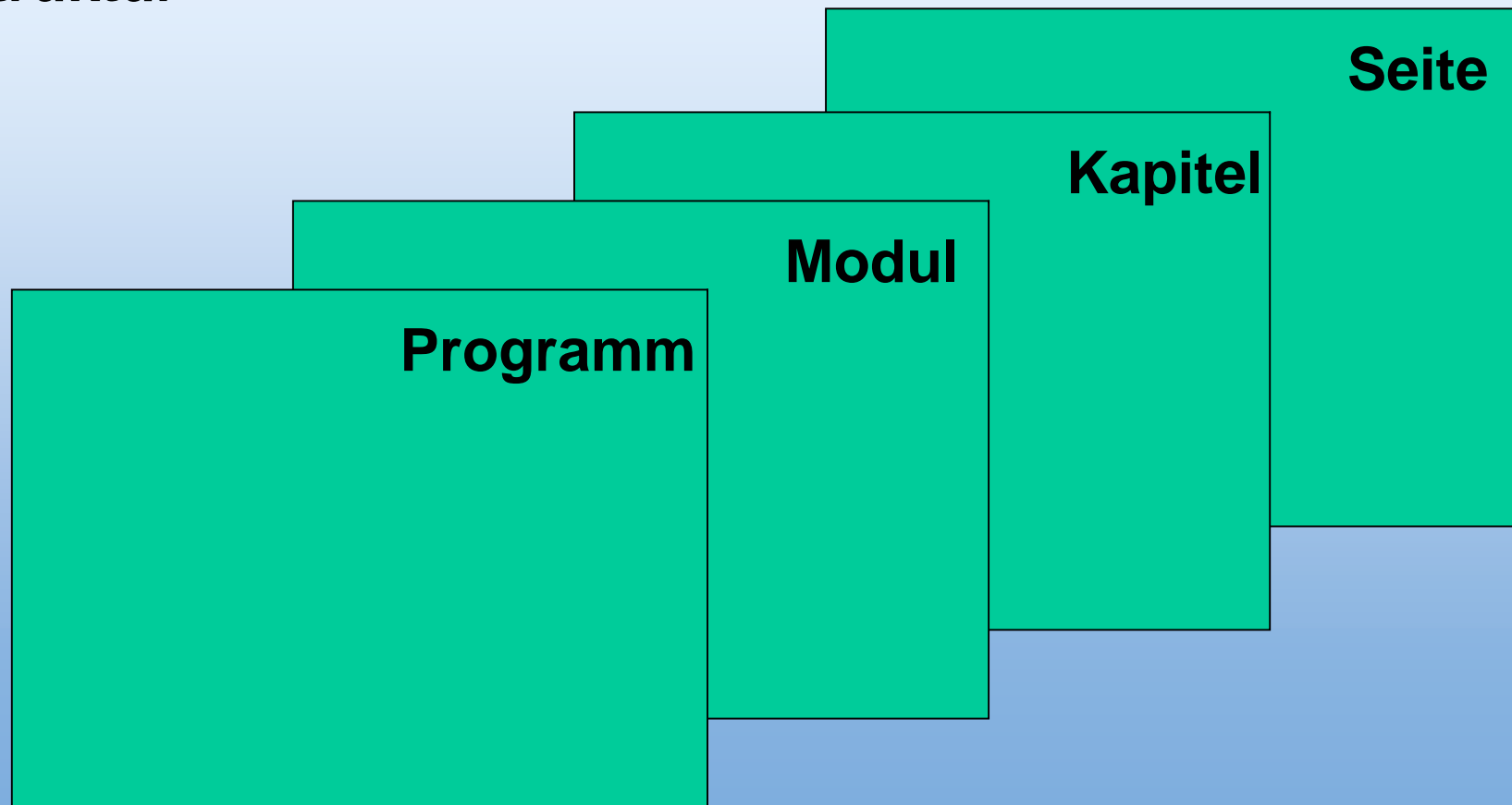
Studierende der  
Ingenieurwissenschaften im  
Anfängerstudium, Leistungskurs  
Physik an Gymnasien



## Inhalte:

- **Mechanik**
  - **Schwingungen**
  - **Wellen**
  - **Optik**
- 
- **Elektrodynamik**
  - **Thermodynamik**
  - **Atomphysik**

## Struktur



## Struktur

### Programm

- Modulauswahl
- Home
- Sitemap
- Glossar
- Kommunikation
- Tipps



## Modul

- Kurs
  - Beispiel
  - Experiment
  - Aufgabe
  - Test
- } ■ Grundwissen  
■ Theorie

## Didaktisch-methodisches Design

- Motivierende Lernumgebung
- Gliederung in modulare Einheiten
- Hoher Grad an Anschaulichkeit
- Hoher Grad an Interaktivität
- Lernzielkontrollen über Testumgebung
- Einstieg in das Lernprogramm über ein Praxisbeispiel

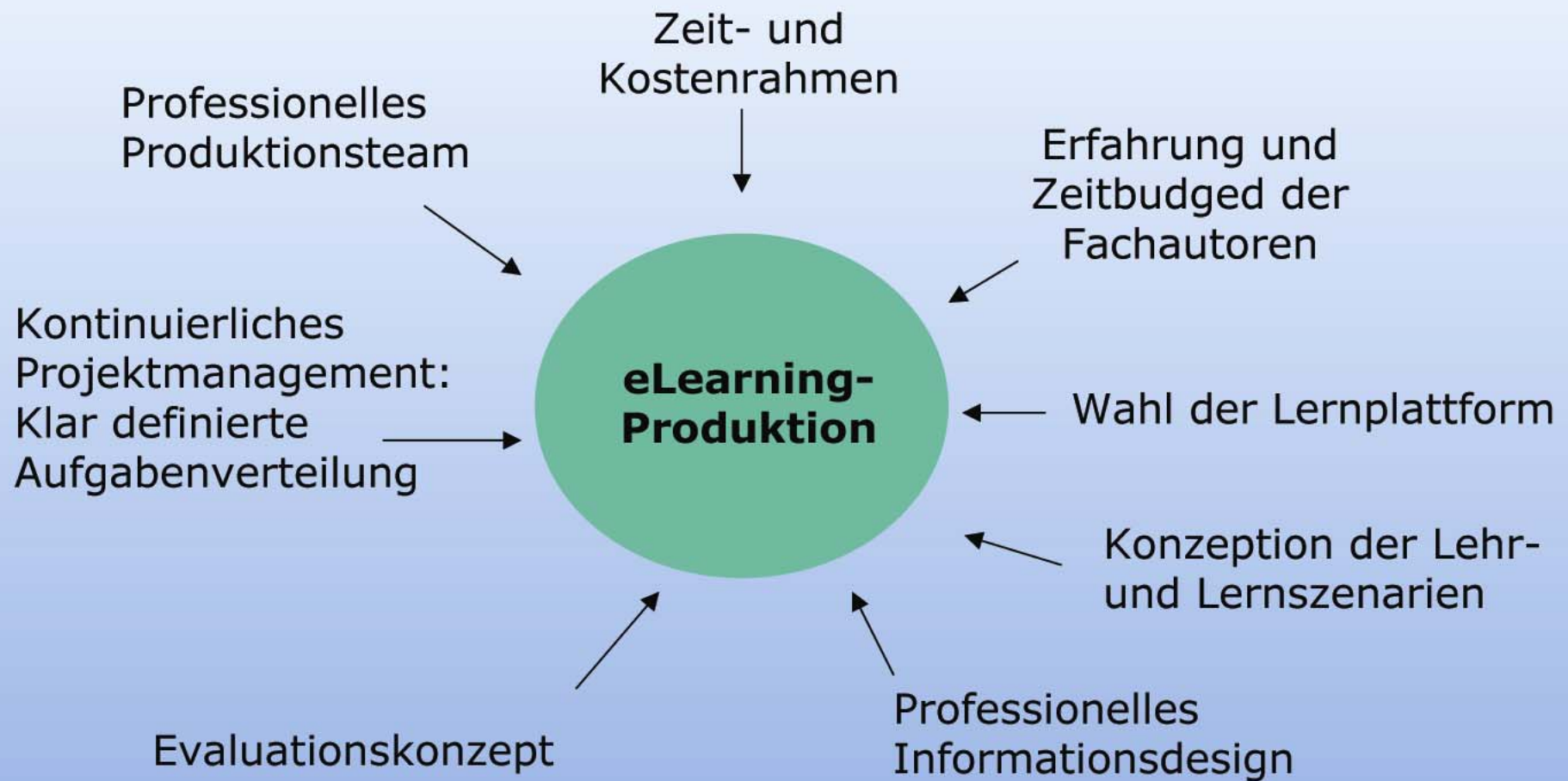
## Technisches Design

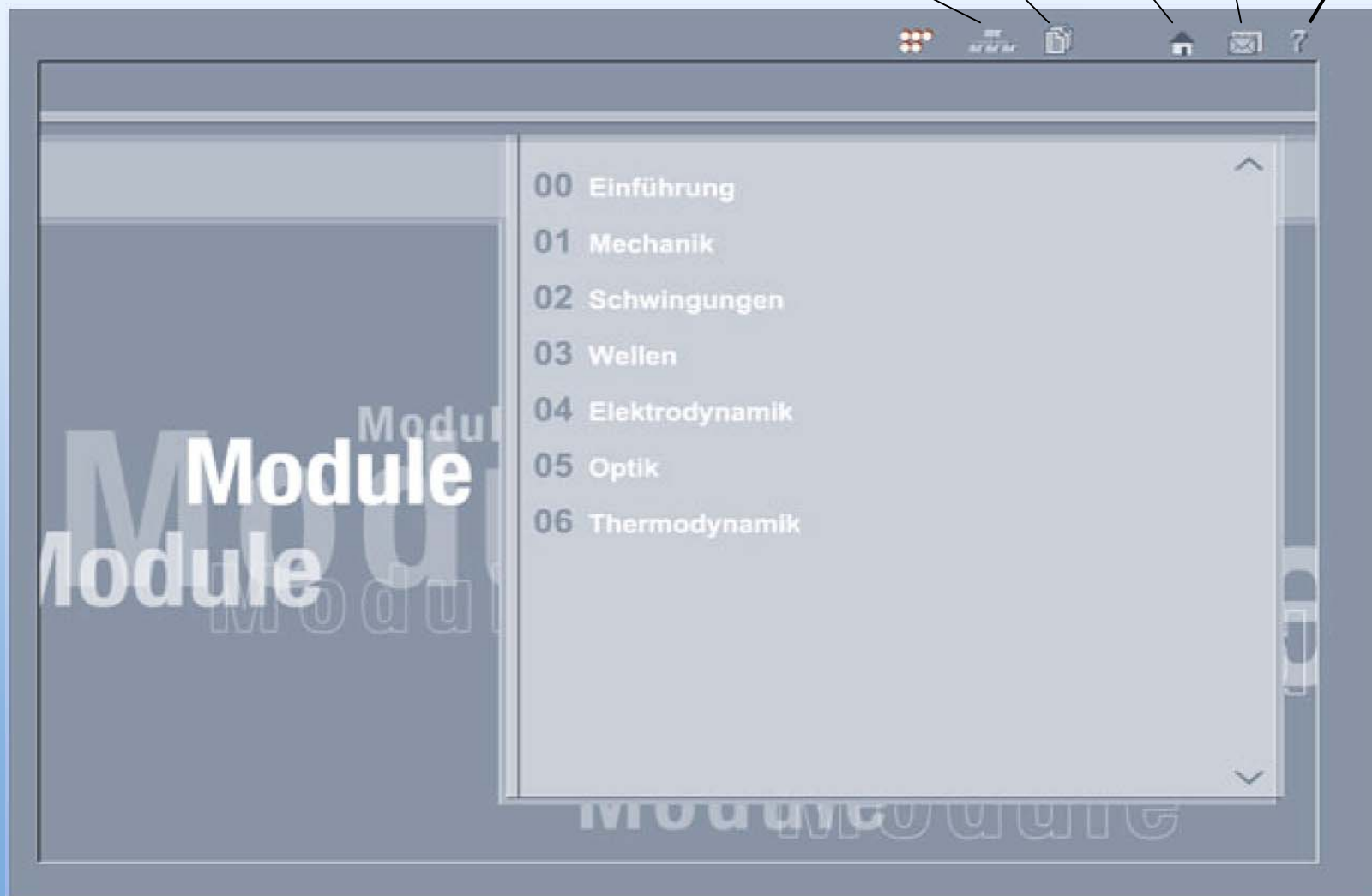
- Content-Entwicklung: LaTeX
- Lernumgebung: Macromedia Flash
- Browser: Browser mit Flash6-Plug-in
- Bildschirmauflösung: 1024x768
- Videos: Streaming Quicktime
- Erforderliche Plug-ins: Flash und Quicktime

## Interface Design

- Kontinuität in Struktur und Navigation
- Leicht auffindbare Bedienelemente
- Einfache Orientierung in der Lernumgebung
- Offenheit der Navigationsstruktur für individuelles Lernen
- Interaktive Grafiken, Simulationen und Experimente
- Professionelles Design

## Erfolgsfaktoren für e-learning Produktion







## Grundwissen

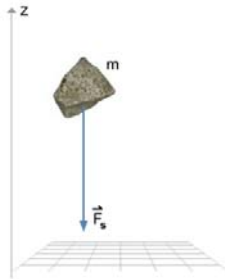
- Kapitelgliederung
- Durchgängiger Text
- Zweispalten-Konzept
- Graphiken und Animationen
- Keine Hervorhebung von Links
- Formel – “rollover“

→ PHYBAS

Mechanik

Kurs Beispiele Aufgaben Experiment Test

Freier Fall, schiefer Wurf und Kreisbewegung Seite 1 von 10



Ein alltägliches Beispiel einer Bewegung bei konstanter Beschleunigung ist der freie Fall einer Masse auf der Erdoberfläche unter dem Einfluss der Schwerkraft  $\vec{F}_s$ .

Die Schwerkraft auf einen Körper mit der Masse  $m$  wirkt dabei senkrecht nach unten und hat den Betrag

$$F_s = m \cdot g.$$

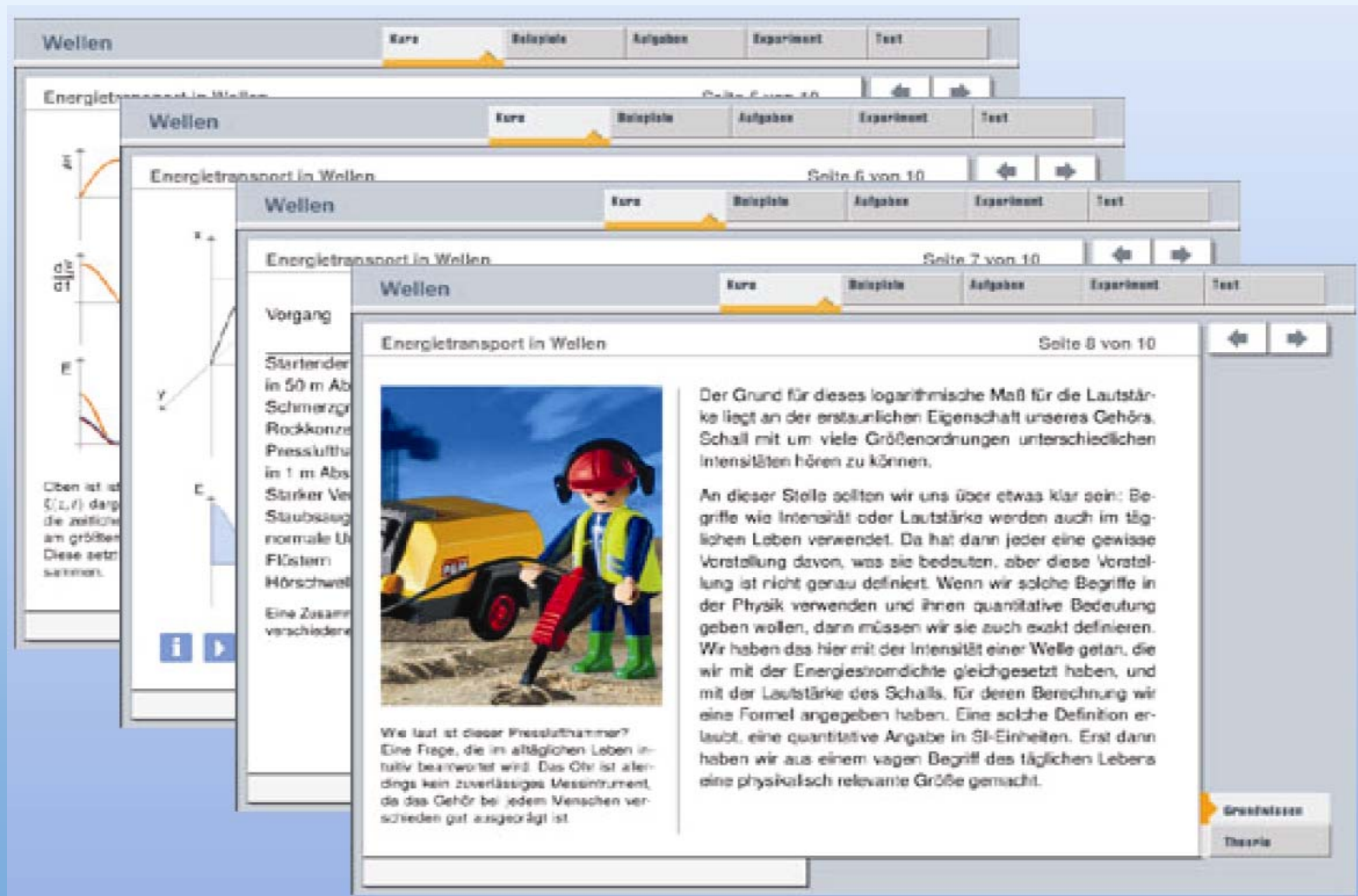
Die Konstante  $g$  hat demnach die Dimension einer Beschleunigung und wird deshalb Erdbeschleunigung genannt. Sie hat in guter Näherung überall in der Nähe der Erdoberfläche die Größe  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ .

Die Masse  $m$  wird auf Grund der Schwerkraft  $F_s$  Richtung Erde gezogen.

Konstante der Fallbeschleunigung

Grundwissen Theorie

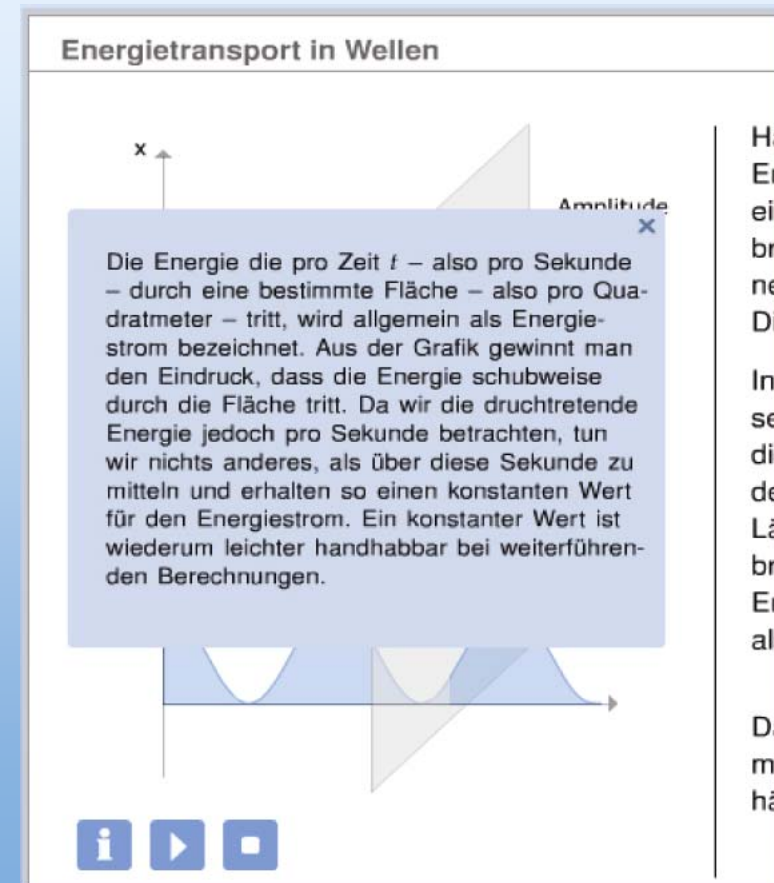
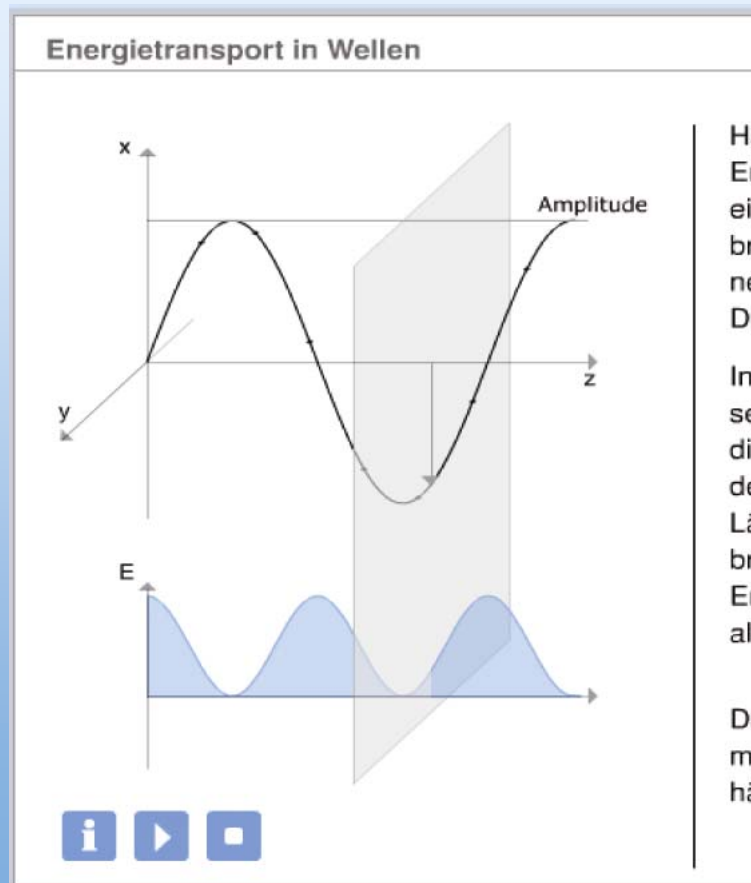
Konstante der Fallbeschleunigung



The screenshot displays the PHYBAS software interface, which is designed for learning physics through interactive modules. The interface consists of several overlapping windows, each representing a different chapter or section of the course. The windows are titled 'Wellen' (Waves) and 'Energietransport in Wellen' (Energy transport in waves). Each window has a navigation bar at the top with tabs for 'Kurs' (Course), 'Beispiele' (Examples), 'Aufgaben' (Exercises), 'Experiment' (Experiment), and 'Test'. The foreground window, titled 'Energietransport in Wellen', is on 'Seite 8 von 10' (Page 8 of 10). It contains a text-based explanation of sound intensity, a small image of a person using a jackhammer, and a section titled 'Vorgang' (Process) with a list of questions. The text explains that the logarithmic measure for sound intensity is used because of the wide range of intensities that the human ear can hear. It also mentions that the intensity of a wave is related to the energy flux density and the sound intensity of the sound. The 'Vorgang' section lists several questions, including 'Wie laut ist dieser Presslufthammer?' (How loud is this pneumatic hammer?).



## Info – Text zu allen Bildern



## Theorie

- Kapitelgliederung
- Zuordnung zu Grundwissen
- Durchgängiger Text

→ PHYBAS

Schwingungen    Kurs    Beispiele    Aufgaben    Experiment    Test

Die harmonische Schwingung    Seite 2 von 3

Wir können diese Differentialgleichung mit dem Ansatz

$$z(t) = A \cdot \sin(\omega_0 t + \phi) \quad (5)$$

lösen. Wenn wir  $z(t)$  zweimal nach der Zeit differenzieren, erhalten wir

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = -A \cdot \omega_0^2 \cdot \sin(\omega_0 t + \phi). \quad (6)$$

Wenn wir diesen Ausdruck sowie  $z(t)$  in die Differentialgleichung (3) einsetzen, sehen wir, dass diese für beliebige Zeiten  $t$  und Amplitude  $A$  nur erfüllt ist, wenn

$$\omega_0^2 - \frac{D}{m} = 0 \quad \text{oder} \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{D}{m}} \quad (7)$$

Wir sehen also, dass die Kreisfrequenz  $\omega_0$  und damit die Schwingungsdauer des Federpendels durch Masse  $m$  und Federkonstante  $D$  eindeutig bestimmt ist.

Die Amplitude  $A$  und die Phase  $\phi$  der Schwingung können jedoch zunächst beliebig gewählt werden. Sie werden erst durch die sogenannten Anfangsbedingungen eines speziellen Schwingungsvorgangs festgelegt. Diese Anfangsbedingungen beschreiben zum Beispiel den Zustand des Oszillators zur Zeit  $t = 0$  des Loslassens, also die Auslenkung

$$z(t = 0) = z_0 \quad (8)$$

und dessen Geschwindigkeit

$$\left( \frac{dz}{dt} \right)_{t=0} = v_0. \quad (9)$$

Grundwissen  
Theorie

## Kurs = Grundwissen + Theorie



→ PHYBAS

Schwingungen Kurs Beispiele Aufgaben Experiment Test

Die harmonische Schwingung Seite 4 von 9

Der Zeitverlauf der Auslenkung  $z(t)$  ist bei harmonischen Schwingungen sinusförmig. Dies zeigt sich bei einem Vergleich mit einer Kreisbewegung. Der zeitliche Verlauf lässt sich durch

$$z(t) = A_0 \cdot \sin(\omega_0 t + \phi)$$

beschreiben, wobei  $z(t)$  die momentane Auslenkung aus der Ruhelage in Abhängigkeit von der Zeit ist.

Die Kreisfrequenz  $\omega_0$  ist zur Schwingungsfrequenz proportional:  $\omega_0 = 2\pi f$ .

Nach einer Schwingungsdauer  $T$  ist  $\omega_0 T$  um  $\omega_0 \cdot T = 2\pi \cdot f \cdot T$  größer geworden. Da  $f \cdot T = 1$  ist, hat also das Argument der Sinusfunktion um  $2\pi$  zugenommen. Die Sinusfunktion ist dann zum Ausgangswert zurückgekehrt und die nächste Schwingungsperiode beginnt.

Grundwissen  
Theorie

→ PHYBAS

Schwingungen Kurs Beispiele Aufgaben Experiment Test

Die harmonische Schwingung Seite 2 von 3

Wir können diese Differentialgleichung mit dem Ansatz

$$z(t) = A \cdot \sin(\omega_0 t + \phi) \quad (5)$$

lösen. Wenn wir  $z(t)$  zweimal nach der Zeit differenzieren, erhalten wir

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = -A \cdot \omega_0^2 \cdot \sin(\omega_0 t + \phi). \quad (6)$$

Wenn wir diesen Ausdruck sowie  $z(t)$  in die Differentialgleichung (3) einsetzen, sehen wir, dass diese für beliebige Zeiten  $t$  und Amplitude  $A$  nur erfüllt ist, wenn

$$\omega_0^2 - \frac{D}{m} = 0 \quad \text{oder} \quad \omega_0 = \sqrt{\frac{D}{m}} \quad (7)$$

Wir sehen also, dass die Kreisfrequenz  $\omega_0$  und damit die Schwingungsdauer des Federpendels durch Masse  $m$  und Federkonstante  $D$  eindeutig bestimmt ist.

Die Amplitude  $A$  und die Phase  $\phi$  der Schwingung können jedoch zunächst beliebig gewählt werden. Sie werden erst durch die sogenannten Anfangsbedingungen eines speziellen Schwingungsvorgangs festgelegt. Diese Anfangsbedingungen beschreiben zum Beispiel den Zustand des Oszillators zur Zeit  $t = 0$  des Loslassens, also die Auslenkung

$$z(t = 0) = z_0 \quad (8)$$

und dessen Geschwindigkeit

$$\left(\frac{dz}{dt}\right)_{t=0} = v_0. \quad (9)$$

Grundwissen  
Theorie

## Beispiele:

- Auf Modulebene
- Abgeschlossene Beispiele
- Teilweise mit Video

→ PHYBAS

Mechanik

Kurs Beispiele Aufgaben Experiment Test

Flugantriebe Seite 3 von 4

Der Wirkungsgrad ist das Verhältnis der erbrachten Leistung  $P = F \cdot v$  zur zugeführten Leistung  $P = dW/dt = \frac{1}{2} (dm/dt) \cdot v^2$ , also

$$\eta = \frac{F \cdot v_1}{\frac{1}{2} \dot{m} v_2^2 - \frac{1}{2} \dot{m} v_1^2} = \frac{2 \dot{m} (v_2 - v_1) \cdot v_1}{\dot{m} (v_2^2 - v_1^2)}$$

Hier wird der zusätzlich austretende Massenstrom, der durch die Verbrennungsgase im Triebwerk entsteht, vernachlässigt. Nach Umformen und Kürzen erhält man

$$\eta = \frac{2}{1 + \frac{v_2}{v_1}}$$

Man erkennt hier, dass sich der Wirkungsgrad bei Verringerung der Ausstoßgeschwindigkeit  $v_2$  erhöht. Damit sinkt allerdings der Schub. Zur Kompensation müssen daher die Massenströme erhöht werden, das heißt, die Durchmesser der Triebwerke müssen vergrößert werden.

Der Wirkungsgrad ist vom Verhältnis der Austrittsgeschwindigkeit zur Eintrittsgeschwindigkeit der Luftströmung abhängig. Je mehr sich dieses Verhältnis dem Wert 1 annähert, desto besser ist der Wirkungsgrad des Triebwerks. Dies gilt für Propellertriebwerke genauso wie für Stromtriebwerke.

Grundwissen  
Theorie

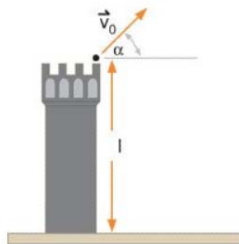
## Aufgaben:

- Auf Modulebene
- Abgeschlossene Aufgaben
- Druck-Version als download

→ PHYBAS

Mechanik    Kurs    Beispiele    **Aufgaben**    Experiment    Test

Aufgabe: Steinwurf von Turm    Seite 1 von 9



Von einem Turm der Höhe  $l$  wird unter dem Winkel  $\alpha$  ein Stein mit der Anfangsgeschwindigkeit  $v_0$  geworfen.

- Wie groß muss  $\alpha$  gewählt werden, damit der Stein möglichst weit entfernt vom Turm auftrifft?
- Geben Sie die entsprechenden Winkel für die größte Wurfentfernung für  $l = 0$  und für einen sehr hohen Turm  $l \rightarrow \infty$  an.
- Zu welcher Zeit  $t_m$  erreicht der Stein für  $l = 0$  seine maximale Höhe?

PDF-Download (ZIP)

Grundwissen  
Theorie



## Aufgaben - Lösungen:

Erläuterung

Rechnung

→ PHYBAS

Mechanik   Kurs   Beispiele   Aufgaben   Experiment   Test

Lösung: Steinwurf von Turm   Seite 2 von 9

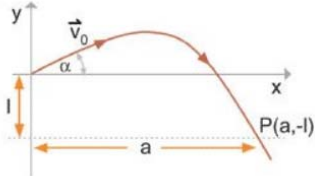
In der Skizze können wir die ungefähre Flugbahn des Stein sehen. Der Abstand  $a$  vom Turm ist zu berechnen. Wir setzen die Turmspitze als den Nullpunkt unserer y-Achse. Der Landepunkt des Steins hat damit die Koordinaten  $(a, -l)$ .

Wir stellen die Ortskoordinaten als Vektor abhängig von der Zeit dar.

Zum Zeitpunkt  $t_P$  erreicht der Stein den Punkt  $P$ :

Aus der y-Koordinate von Gleichung (1) erhalten wir ein Polynom 2. Grades.

(a)



$$\vec{r}(t) = \begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t \\ v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t - \frac{1}{2} g t^2 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} a \\ -l \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_0 \cdot \cos \alpha \cdot t_P \\ v_0 \cdot \sin \alpha \cdot t_P - \frac{1}{2} g t_P^2 \end{pmatrix} \quad (1)$$

$$\frac{1}{2} g t_P^2 - v_0 \sin \alpha t_P - l = 0$$

Grundwissen  
Theorie

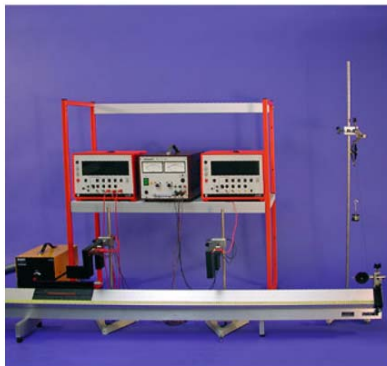
## Experimente:

- Auf Modulebene
- Abgeschlossene Experimente
- Messergebnisse in Excel
- Erläuterung der Auswertung

→ PHYBAS

Mechanik    Kurs    Beispiele    Aufgaben    Experiment    Test

Beschleunigte Bewegung auf Luftkissenbahn - Einführung    Seite 1 von 4



Der Versuchsstand der Luftkissenbahn dient der Vertiefung des Verständnisses für Beschleunigung, Kraft und deren Zusammenhang.

Die Geschwindigkeit des Wagens kann durch Zeitmessungen bestimmt werden. Ziel ist es durch verschiedene Experimente und entsprechender Nutzung der Daten die Massenverhältnisse bzw. die absolute Masse des Wagens und der Masse am Seilzug zu ermitteln.

Beschreibung  
Aufbau  
Durchführung

Grundwissen  
Theorie

## Test

- auf Modulebene
- variable Zusammenstellung

multiple choice

drag and drop

The screenshot shows the PHYBAS Test interface. The top navigation bar includes 'Schwingungen', 'Kurs', 'Beispiele', 'Aufgaben', 'Experiment', and 'Test'. The main content area displays a question: 'Wodurch ist eine harmonische Schwingung bedingt?' (What causes a harmonic oscillation?). Below the question are four multiple-choice options:

1. Der Zeitverlauf der Auslenkung ist sinusförmig.
2. Die rücktreibende Kraft ist proportional zur Auslenkung.
3. Die Amplitude ist proportional zur Frequenz.
4. Die Frequenz der Schwingung liegt im hörbaren Bereich.

At the bottom, there are four radio buttons for selection. The second option is selected, indicated by a green checkmark. A 'weiter' (next) button is on the right. Below the question area are buttons for 'Grundwissen' and 'Theorie'.

The screenshot shows the PHYBAS Test interface for a drag-and-drop question. The top navigation bar is the same. The main content area displays a question: 'Wir zeigen verschiedene Zeitverläufe erzwungener Schwingungen. Es ist jeweils der Verlauf der anregenden Kraft sowie der zugehörige Zeitverlauf der Auslenkung der sich ergebenden erzwungenen Schwingung für fünf unterschiedliche Fälle zu sehen. Ordnen Sie zu!' (We show different time courses of forced oscillations. In each case, the course of the driving force and the corresponding time course of the displacement of the resulting forced oscillation for five different cases are shown. Sort them!).

Below the text, there are five pairs of graphs. Each pair consists of a solid line representing the driving force  $z(t)$  and a dashed line representing the forced oscillation  $z(t)$ . The cases are labeled as follows:

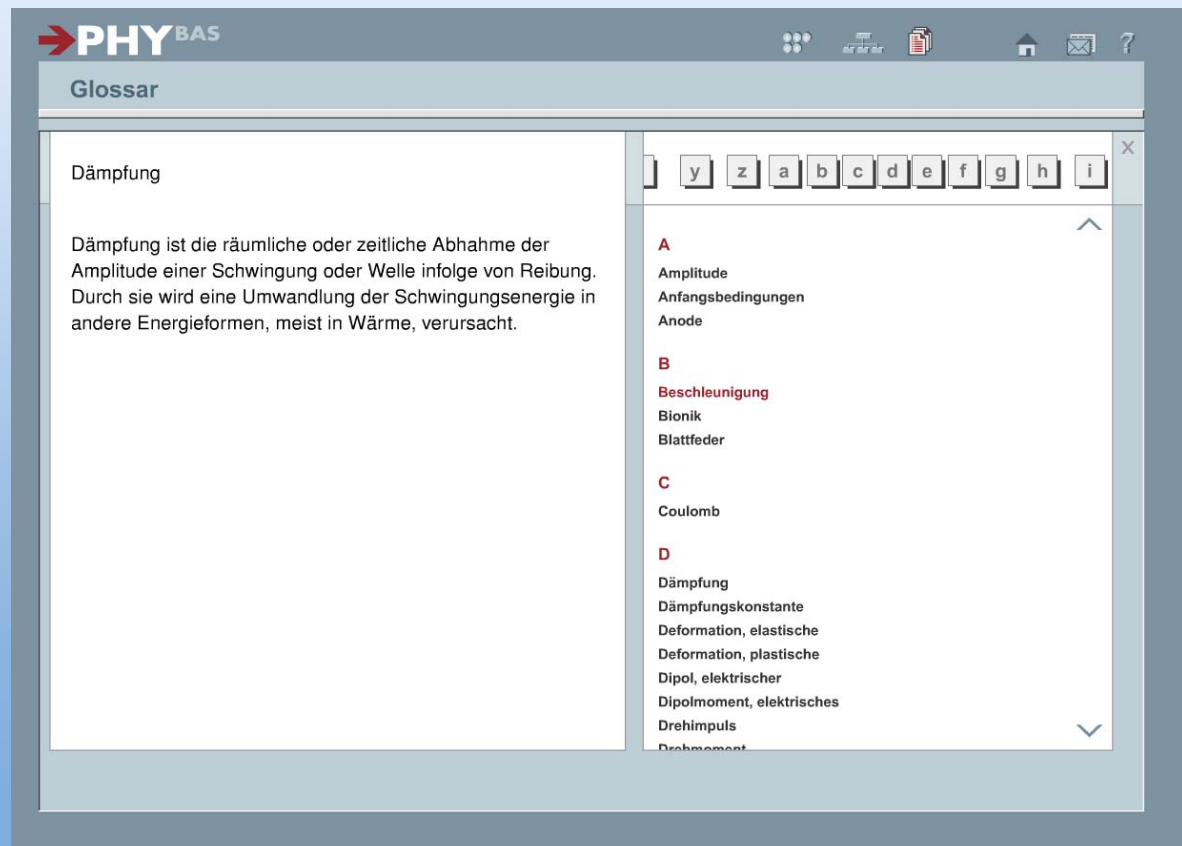
- Anregung mit der Resonanzfrequenz
- Anregung weit oberhalb der Resonanzfrequenz
- Anregung weit unterhalb der Resonanzfrequenz
- Anregung knapp oberhalb der Resonanzfrequenz
- Anregung knapp unterhalb der Resonanzfrequenz

At the bottom, there are buttons for 'Auswertung' (evaluation), 'Grundwissen', and 'Theorie'.



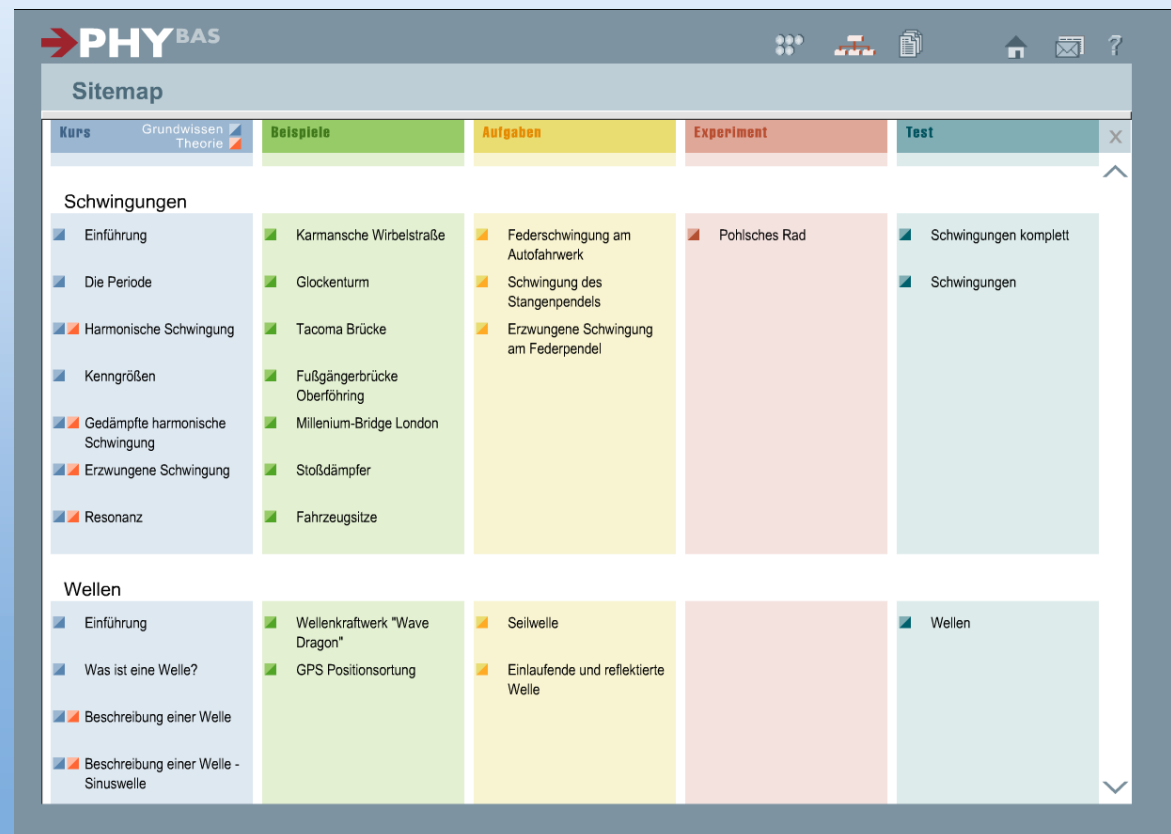
## Glossar:

- Für alle Module
- Links im Kurs
- Auch direkt nutzbar



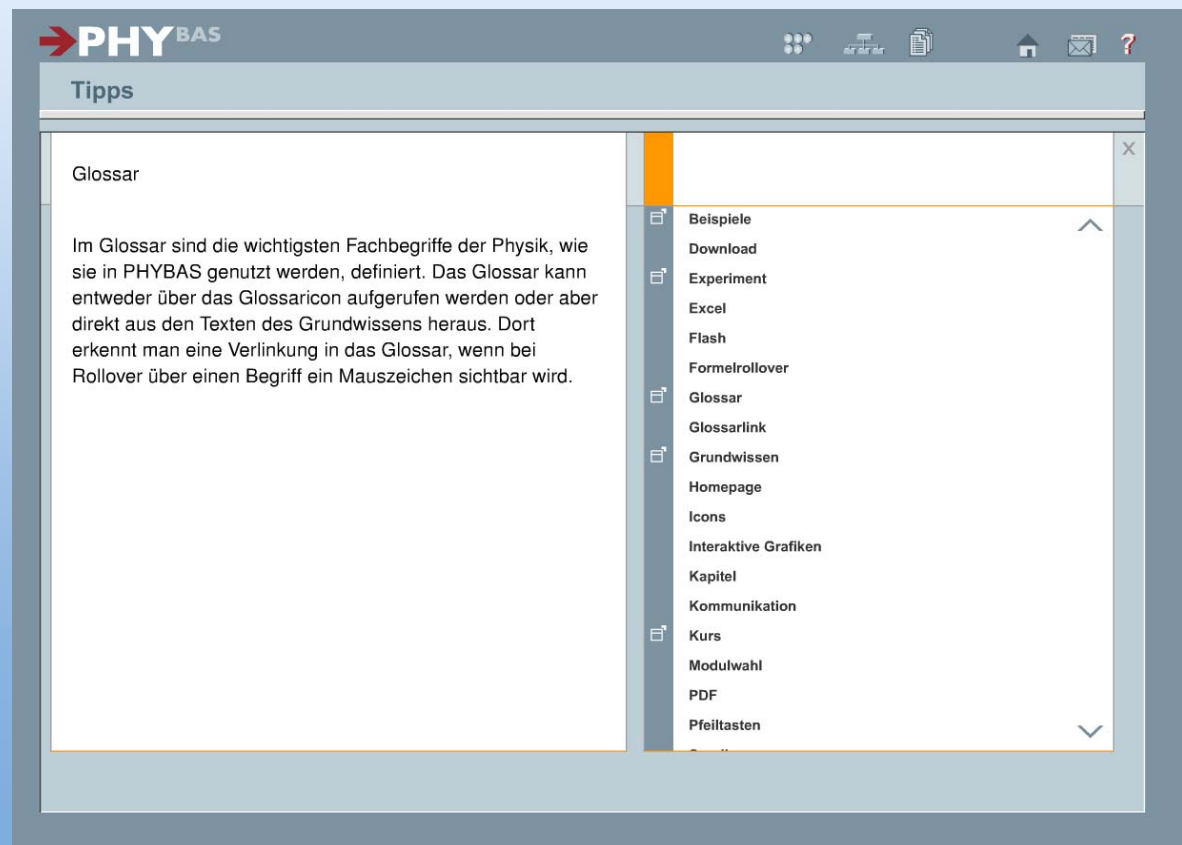
## Sitemap:

- Vollständige Übersicht
- Direktes Anwählen

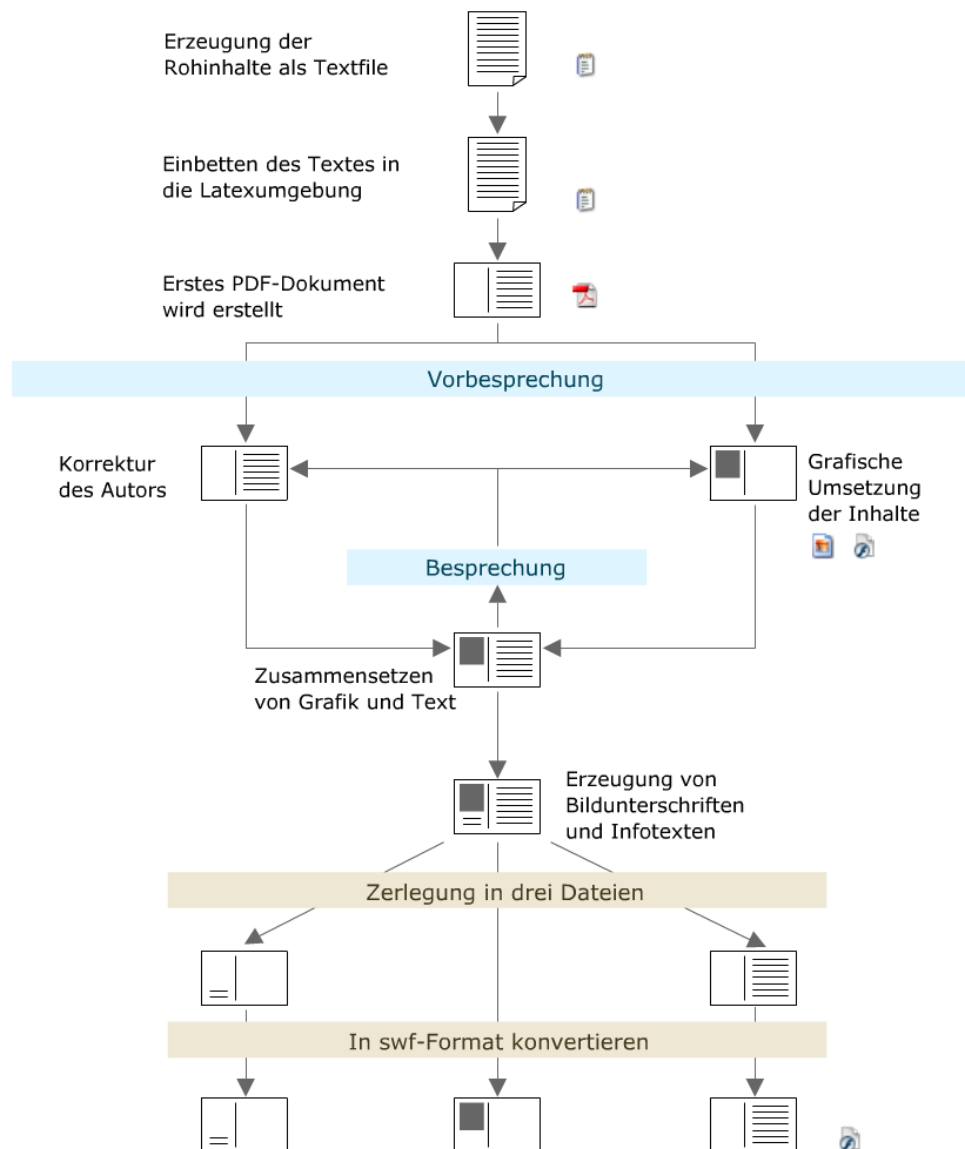


## Tipps:

- Aufbau
- Handhabung



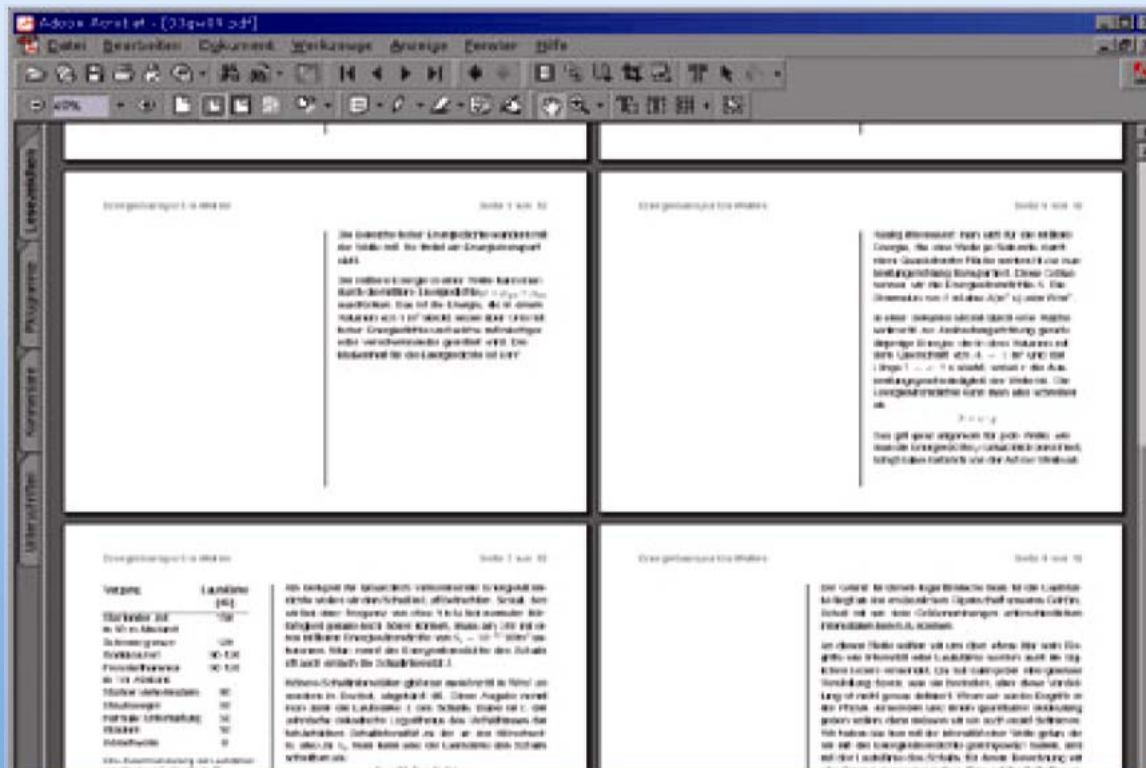
## Workflow:



# Technik - Seitenaufbau in LaTeX

Energietransport in Wellen

Seite 8 von 10



```

125 $$ S = c \cdot \rho \cdot v $$
126 Das gilt ganz allgemein für jede W
127 der Art der Welle ab.
128 }
129
130 \BroadPage{
131 \setlength{\tabcolsep}{0mm}
132 \begin{tabular}{lc}
133 Vorgang & Lautstärke \\
134 & [dB] \\
135 Startender Jet & 150 \\
136 in 50m Abstand & 120 \\
137 Schmerzgrenze & 120 \\
138 Rockkonzert & 90-120 \\
139 Presslufthammer & 90-120 \\
140 in 1m Abstand & 60 \\
141 Starker Verkehrslärm & 60 \\
142 Staubsauger & 60 \\
143 normale Unterhaltung & 50 \\
144 Flüstern & 30 \\
145 Hörschwelle & 0 \\
146 \end{tabular}
147
148 \small
149 Eine Zusammenstellung der Lautstärk
150 }{
151 Als Beispiel für tatsächlich vorkom
152 einer Frequenz von etwa 1 kHz bei n
153 von  $S_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$  ankomm
154
155 Höhere Schallintensitäten gibt man
156 Lautstärke  $L$  des Schalls. Dabei i
157 der an der Hörschwelle, also zu  $S_0$ 
158 $$ L = 10 \cdot \log(I/I_0) $$

```



## Technik - Seitenlayout

```
% weiterer Groessenoptionen erlaubt, vorausgesetzt es ist
% entsprechende .clo vorhanden. Hier werden die .clo's d
% sizes-Paketes geladen, welches aus diesem Grund instal
% sein sollte.
\documentclass[17pt,a4paper,landscape,fleqn]{scrartcl}
```

```
\input{style_gw.tex}
\input{rollover.tex}
```

```
% --[Kommandos zum Fuellen einer Seite]-----
%
```

```
% Syntax:
```

```
% \BroadPage(Inhalt linke Seite)(Inhalt rechte Seite)
```

```
% Die Einstellungen fuer \BroadPage sind so gewaehlt, da
% Trennlinie die Textbreite nach dem Goldenen Schnitt (0
```

```
% Subtrahiert (0,382 - 0,028 = 0,354 und 0,618 - 0,028 = 0,590)
%
\newcommand{\BroadPage}[2]{%
\begin{minipage}[b][\textheight][b]{0.354\textwidth}\raggedright
\setlength{\parskip}{1.5ex plus0.5ex minus0.5ex}
#1
\end{minipage}\hfill{}\rule[Opt]{\seprulewidth}{\textheight}\hfill{}
\begin{minipage}[b][\textheight][t]{0.590\textwidth}
\setlength{\parskip}{1.5ex plus0.5ex minus0.5ex}
#2
\end{minipage}}
|
% Einstellungen fuer \HalfPage:
%
% 0,5 - 0,028 = 0,472
\newcommand{\HalfPage}[2]{%
\begin{minipage}[b][\textheight][b]{0.472\textwidth}\RaggedRight
\setlength{\parskip}{1.5ex plus0.5ex minus0.5ex}
#1
\end{minipage}\hfill{}\rule[Opt]{\seprulewidth}{\textheight}\hfill{}
\begin{minipage}[b][\textheight][t]{0.472\textwidth}\RaggedRight
\setlength{\parskip}{1.5ex plus0.5ex minus0.5ex}
#2
\end{minipage}}
%
% Einstellungen fuer \EmptyPage:
%
% wie HalfPage ohne Mittellinie für leere Seite gedacht mit \EmptyPa
\newcommand{\EmptyPage}[2]{%
\begin{minipage}[b][\textheight][t]{0.472\textwidth}\RaggedRight
\setlength{\parskip}{1.5ex plus0.5ex minus0.5ex}
#1
\end{minipage}
\begin{minipage}[b][\textheight][t]{0.472\textwidth}\RaggedRight
\setlength{\parskip}{1.5ex plus0.5ex minus0.5ex}
#2
\end{minipage}}
```

## Technik - Rollover

```
% weiterer Groessenoptionen erlaubt, v
% entsprechende .clo vorhanden. Hier w
% sizes-Paketes geladen, welches aus d
% sein sollte.
\documentclass[17pt,a4paper,landscape,
\input{style_gw.tex}
\input{rollover.tex}
```

```
% --[Kommandos zum Fuellen einer Seite]-----
%
% Syntax:
%
% \BroadPage{Inhalt linke Seite}{Inhalt rechte Seite}
%
% Die Einstellungen fuer \BroadPage si
% Trennlinie die Textbreite nach dem G
```

```
\newcommand{\Amplitude}{\Acrobatmenu{rollover:+amplitude_der_eigenschwingung}{A_E}}
\newcommand{\Amplitudee}{\Acrobatmenu{rollover:+amplitude_durch_erreger_verursacht}{A_E}}
\newcommand{\Frequenz}{\Acrobatmenu{rollover:+frequenz}{f}}
\newcommand{\Frequenze}{\Acrobatmenu{rollover:+frequenz_des_erregers}{f_E}}
\newcommand{\Kreisfrequenz}{\Acrobatmenu{rollover:+kreisfrequenz}{\omega_0}}
\newcommand{\Kreisfrequenzd}{\Acrobatmenu{rollover:+kreisfrequenz_mit_d:ampfung}{\omega_D}}
\newcommand{\Kreisfrequenze}{\Acrobatmenu{rollover:+kreisfrequenz_des_erregers}{\omega_E}}
\newcommand{\Auslenkung}{\Acrobatmenu{rollover:momentane_auslenkung}{z}}
\newcommand{\Auslenkunga}{\Acrobatmenu{rollover:momentane_auslenkung}{\alpha}}
\newcommand{\Phase}{\Acrobatmenu{rollover:+phasenverschiebung}{\phi}}
\newcommand{\Phasepie}{\Acrobatmenu{rollover:+phasenverschiebung_des_erregers}{\phi_E}}
\newcommand{\Phasesigma}{\Acrobatmenu{rollover:+phasenverschiebung_zum_erreger}{\sigma}}
```

```
\BroadPage(
\
){
Die Abnahme der \Acrobatmenu{call:_root.myGlossar:amplitude}{Amplitude} folgt dann einer Exponentialfunktion:
$Amplitude(t) = Amplitude \cdot e^{(-Daempft)}$
Dabei ist $Daempft$ die sogenannte \Acrobatmenu{call:_root.myGlossar:daempfungskonstante}{D"ampfungskonstante}.
Sie ist bei sonst gleichen Parametern unso grö"ss er, je grö"ss er die Reibungskraft ist.
Auch die \Acrobatmenu{call:_root.myGlossar:kreisfrequenz}{Kreisfrequenz} des Systems wird durch die
\Acrobatmenu{call:_root.myGlossar:daempfung}{D"ampfung} beeinflusst, allerdings bei
nicht allzu starker \Acrobatmenu{call:_root.myGlossar:daempfung}{D"ampfung} nur wenig.
Die \Acrobatmenu{call:_root.myGlossar:kreisfrequenz}{Kreisfrequenz} $\Kreisfrequenzd$ ist für den
gedämpften \Acrobatmenu{call:_root.myGlossar:harmonischeroszillator}{harmonischen Oszillator}
$Kreisfrequenzd = \sqrt{Kreisfrequenz^2 - Daempft^2}$.
Sie ist also immer kleiner als die \Acrobatmenu{call:_root.myGlossar:kreisfrequenz}{Kreisfrequenz}
$Kreisfrequenz$ des entsprechenden ungedämpften \Acrobatmenu{call:_root.myGlossar:oszillator}{Oszillators}.
Der zeitliche Verlauf der Auslenkung einer ged"ampften \Acrobatmenu{call:_root.myGlossar:schwingung}{Schwingung}
wird also
$Auslenkung(t) = Amplitude \cdot e^{(-Daempft)} \cdot \sin(Kreisfrequenzd t + Phase)$.
}
```

## Verwaltung in XML

```
<modul>
  <modulinfo>
    <modulName>Mechanik</modulName>
    <modulText>m01/mechanik.txt</modulText>
  </modulinfo>
  <ku>
    <kapitel>
      <kapitelInfo>
        <kapitelName>Einführung</kapitelName>
        <kapitelL1File>m01/01gw00.swf</kapitelL1File>
        <kapitelTpages>0</kapitelTpages>
      </kapitelInfo>
      <kapitelSeiten>
        <seite>
          <L2>m01/01gw00_01_b.swf</L2>
          <L3 myType="u">m01/01gw00_01_u.swf</L3>
        </seite>
        <seite>
          <L2>m01/01gw00_02_b.swf</L2>
          <L3 myType="u">m01/01gw00_02_u.swf</L3>
        </seite>
        <seite>
          <L2>m01/01gw00_03_b.swf</L2>
```



## Physik

Andreas Kratzer  
Leitung

Friedrich E. Wagner  
Inhalt

Siegfried Haslbeck  
Inhalt, LaTeX

## Medienzentrum

Manfred Stross  
Leitung

Gabriele Meise  
Grafik

Andrea Strubbe  
Grafik

Bernhard Maier  
Programmierung

Helmut Wirth  
Video

Annette Baumann  
Content Management