

Empfehlung der Konferenz der Fachbereiche Physik zum Umgang mit den Mathematikkenntnissen von Studienanfängern der Physik

Berlin, 7. November 2011 (Stand 28.02.2012)

Die Konferenz der Fachbereiche Physik (KFP) hat gemeinsam mit der AG Schule der DPG analysiert, welche mathematischen Inhalte in den aktuellen Lehrplänen der Schule verankert sind und welche Inhalte sehr früh im Physikstudium benötigt werden. Aus den dabei gewonnenen Erkenntnissen leitet sie diese Empfehlung ab. Insbesondere sieht die KFP die Hochschulen in der Verantwortung, eine Passgenauigkeit zwischen dem Niveau der mathematischen Fertigkeiten von Schulabsolventen und dem Niveau bei Studienbeginn herzustellen. Es darf daher nicht die Aufgabe von Vorkursen in Mathematik sein, eine Lücke zwischen dem in der Schule behandelten Stoff und dem bei Studienbeginn vorausgesetzten Stoff zu überbrücken. Vorkurse sollen vielmehr dazu genutzt werden, individuelle Lücken der Schulabgänger zu schließen und sicherzustellen, dass die in der Schule behandelten mathematischen Methoden von allen Studierenden der Physik ab Studienbeginn sicher und flexibel eingesetzt werden können. Mit der folgenden Empfehlung wird formuliert, welche mathematischen Inhalte in diesem Sinne bei Studienbeginn eines Physikstudiums in Deutschland vorausgesetzt werden.

Die ersten Semester eines Physikstudiums sind geprägt von einem frühen Einsatz zahlreicher mathematischer Methoden. Schon in den Experimentalphysikvorlesungen des ersten Semesters kann auf viele dieser Methoden nicht verzichtet werden. Seit vielen Jahren ist es daher üblich, den Studierenden mathematische Methoden einerseits möglichst früh mit der Zielsetzung des praktischen Einsatzes und andererseits noch einmal später im Studium mit dem Ziel des tiefgehenden Verständnisses zu vermitteln. Ersteres bieten die Veranstaltungen „Mathematische Methoden der Physik“ im ersten Semester – letzteres findet in den Vorlesungen zur Analysis und Linearen Algebra während der ersten 3 - 4 Semester statt. Zusätzlich können freiwillige Vorkurse zur Mathematik vor dem regulären Vorlesungsbeginn individuelle Lücken im Schulwissen ausgleichen.

Vorkurse zur Mathematik:

Freiwillige Vorkurse zur Mathematik vor Studienbeginn sind nicht geeignet, um größere Gebiete der Mathematik neu einzuführen. Sie dienen vielmehr dazu, die Heterogenität der Mathematikkenntnisse auszugleichen. Schulische Inhalte sollten wiederholt und in neue Zusammenhänge gestellt werden, die den Anwendungen in der Physik nahe stehen. Der flexible Umgang mit den mathematischen Methoden sollte geübt werden, so dass z.B. unterschiedliche Darstellungen (z.B. $f'(x)$, $\dot{x}(t)$, dx/dt) besprochen werden. Insgesamt sollte ausreichend viel Übungszeit für die behandelten Gebiete vorgesehen werden. Die Vorkurse dienen auch dazu, bei Studienbeginn den Studienanfängern die Sicherheit zu vermitteln, dass die Mathematikkenntnisse des Schulstoffs ausreichend sind, um ein Physikstudium aufzunehmen.

Mathematischen Methoden:

Veranstaltungen zu Mathematischen Methoden während des ersten oder während der ersten beiden Semester sollten die Aufgabe übernehmen, neue Gebiete der Mathematik einzuführen, die in der Schule nicht behandelt werden, im Physikstudium aber sehr früh gebraucht werden. Dabei sollte der praktische Einsatz der Methoden zur Lösung von physikalischen Problem im Vordergrund stehen. Eine enge Absprache zwischen den Dozenten zum zeitlichen Ablauf der Veranstaltungen ist notwendig, um die Reihenfolge der mathematischen Themen nach Möglichkeit zu optimieren. Der systematische Aufbau der Mathematik, beginnend mit Folgen und Reihen und den Beweisen zu allen wichtigen Sätzen kann dann „in Ruhe“ in den Veranstaltungen zur Analysis und Linearen Algebra stattfinden.

Lineare Gleichungssysteme

- ✓ Lösung einfacher linearer Gleichungssysteme
- ✓ Lösungsverfahren (z.B. Gauß-Algorithmus)
- ✓ Schnitte von Ebenen, Allgemeine Lösung in 3 Dimensionen
- ✓ Einführung des Matrix-Begriffs zur Darstellung von linearen Gleichungssystemen

Elementare Funktionen

- ✓ Funktionsbegriff
- ✓ Darstellung einer Funktion
- ✓ Polynome, Rationale Funktionen
- ✓ Binomischer Satz
- ✓ Trigonometrische Funktionen
- ✓ Exponentialfunktion
- ✓ Rechenregeln für Exponentialfunktion
- ✓ Logarithmus
- ✓ **Rechenregeln für Logarithmus**
- ✓ Arcusfunktionen
- ✓ Begriffe: monoton, stetig, umkehrbar
- ✓ Parameter in Funktionen, Bestimmung aus bekannten Funktionswerten
- ✓ Kurvenscharen für sin, exp, Polynome
- ✓ Funktionen mit mehreren Variablen
- ✓ Verketten von Funktionen
- ✓ Parität von Funktionen

Komplexe Zahlen

- ✓ Definitionen und Rechenregeln
- ✓ $i = \sqrt{-1}$
- ✓ Gaußsche Ebene
- ✓ Eulersche Formel
- ✓ Komplexkonjugation
- ✓ Wurzel, Potenz
- ✓ Logarithmus, trigonometrische Funktionen
- ✓ Hyperbolische Funktionen, Areafunktionen
- ✓ deMoivre's Theorem

Potenzreihenentwicklung von Funktionen

- ✓ Reihendarstellung von Funktionen
- ✓ Taylorentwicklung
- ✓ Konvergenzbereich
- ✓ Fehlerabschätzung
- ✓ Konvergenzradius
- ✓ Beispiele: Exponentialfunktion, Sinus, Cosinus, Logarithmus
- ✓ Addition, Multiplikation und Differentiation von Potenzreihen

Differentialrechnung

- ✓ Bedeutung: Steigung, Änderungsrate
- ✓ Differenzenquotient
- ✓ Nutzung des Begriffs "Grenzwert" an diesem Beispiel
- ✓ Ableitungen elementarer Funktionen: Polynome, sin, cos, exp, $1/x$
- ✓ Höhere Ableitungen
- ✓ **Produkt, Quotienten, Kettenregel**
- ✓ Partielle Differentiation
- ✓ Totales Differential

Differentialoperatoren

- ✓ Gradient
- ✓ Divergenz
- ✓ Rotation
- ✓ Laplaceoperator
- ✓ Differentialoperatoren in krummlinigen Koordinaten

wird vorausgesetzt
wird vorausgesetzt
wird vorausgesetzt

Studium

wird vorausgesetzt
wird vorausgesetzt
wird vorausgesetzt
wird vorausgesetzt
wird vorausgesetzt
wird vorausgesetzt
wird vorausgesetzt
wird vorausgesetzt
wird vorausgesetzt
Studium
wird vorausgesetzt
wird vorausgesetzt
wird vorausgesetzt
Studium
wird vorausgesetzt
Studium

Studium
Studium
Studium
Studium
Studium
Studium
Studium
Studium
Studium

Studium
Studium
Studium
Studium
Studium
Studium
Studium

wird vorausgesetzt
wird vorausgesetzt
wird vorausgesetzt

wird vorausgesetzt
wird vorausgesetzt
wird vorausgesetzt
Studium
Studium

Studium
Studium
Studium
Studium
Studium

