KONFERENZ DER FACHBEREICHE PHYSIK

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.

Mathematische Inhalte in Stichworten Empfehlung der Behandlung des Stoffes in der Schule **KFP** • = wird in der Regel behandelt • = wird teils behandelt und teils nicht • = wird in der Regel nicht behandelt Baden-Württemberg Mecklenburg-Vorp. Schleswig-Holstein Rheinland-Pfalz Niedersachsen Sachsen-Anhalt Brandenburg Sachsen Bayern Bremen Elementare mathematische Fertigkeiten aus der Mittelstufe Berechnung von Flächen- und Volumeninhalten wird vorausgesetzt geometrischer Formen Umstellen von Gleichungen wird vorausgesetzt wird vorausgesetzt ✓ Zahlbegriff, reelle und rationale Zahlen wird vorausgesetzt ▼ Einheitenbehaftete Größen, Umrechnungen wird vorausgesetzt Folgen und Reihen ✓ Beispiele von Folgen Studium ✓ Konvergenz / Divergenz von Folgen, Studium Arithmetische Reihen Studium Geometrische Reihen Studium Konvergenz und Divergenz von Reihen Studium Konvergenzsätze für Reihen Studium Cauchy-Produkt Studium Partialsummen, Leibniz-, Wurzel-, Studium Quotientenkriterium Vektoren Skalare und Vektoren wird vorausgesetzt Komponentendarstellung wird vorausgesetzt ✓ Kartesische Koordinaten wird vorausgesetzt Polarkoordinaten in zwei Dimensionen Studium Zylinderkoordinaten Studium Kugelkoordinaten Studium Rechenregeln für Vektoren wird vorausgesetzt Winkel zwischen Vektoren wird vorausgesetzt Gerade im Raum wird vorausgesetzt ✓ Ebene im Raum wird vorausgesetzt ✓Lineare Unabhängigkeit wird vorausgesetzt Skalarprodukt wird vorausgesetzt Kreuzprodukt wird vorausgesetzt Einfache Vektorfunktionen (z.B. v = dr/dt) Studium Vektorfelder Studium Einheitsvektor, orthonormales System Studium Spatprodukt Studium Schwarzsche Ungleichung Studium Rechenregeln mit Matrizen Studium Addition und Multiplikation Studium Inverse Matrix Studium Einheitsmatrix Studium Streckung, Punktspiegelung und Drehung als Studium Beispiele Verschiebung und Drehung des Studium Koordinatensystems Determinanten Studium Transponieren Studium Kronecker-Delta Studium Eigenvektoren und Eigenwerte Studium Symmetrische Matrizen, quadratische Formen, Studium Hauptachsentransformation Studium Tensoren Spur einer Matrix Studium

									•			4	1			
	Lineare Gleichungssysteme															
V	Lösung einfacher linearer Gleichungssysteme	wird vorausgesetzt	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Lösungsalgorithmen (z.B. Gauß-Algorithmus) Schnitte von Ebenen, Allgemeine Lösung in 3	wird vorausgesetzt	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Dimensionen	wird vorausgesetzt	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Einführung des Matrix-Begriffs zur Darstellung von	Studium														
	linearen Gleichungssystemen	Otadiam														
	Elementare Funktionen															
•	Funktionsbegriff	wird vorausgesetzt	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
v	Darstellung einer Funktion	wird vorausgesetzt	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Polynome, Rationale Funktionen Binomischer Satz	wird vorausgesetzt wird vorausgesetzt	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•
	Trigonometrische Funktionen	wird vorausgesetzt			•	•	•								•	
~	Exponentialfunktion	wird vorausgesetzt	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
V	Rechenregeln für Exponentialfunktion	wird vorausgesetzt	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Logarithmus	wird vorausgesetzt	•	•	•	•	•	•	•	•	•	٠	•	•	•	•
	Rechenregeln für Logarithmus Arcusfunktionen	wird vorausgesetzt Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	Ç) <u> </u>	•	•	•
V	Begriffe: monoton, stetig, umkehrbar	wird vorausgesetzt		•	•	•	•		•	•		•			•	•
J	Parameter in Funktionen, Bestimmung aus	_					_				_	_		_	_	
	bekannten Funktionswerten	wird vorausgesetzt	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Kurvenscharen für sin, exp, Polynome	wird vorausgesetzt														
V	Funktionen mit mehreren Variablen Verketten von Funktionen	Studium wird vorausgesetzt	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Parität von Funktionen	Studium				•		•			•				•	•
	Komplexe Zahlen	O														
,	Definitionen und Rechenregeln i = Wurzel(-1)	Studium Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1:		•	•	• •
1	Gaußsche Ebene	Studium													•	•
X	Eulersche Formel	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	`		•	•	•
V	Komplexkonjugation	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Wurzel, Potenz	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Logarithmus, trigonometrische Funktionen Hyperbolische Funktionen, Areafunktionen	Studium Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	deMoivre's Theorem	Studium		•											•	•
	Potenzreihenentwicklung von Funktionen Reihendarstellung von Funktionen	Studium											_	_		
v	Taylorentwicklung	Studium													•	
· ·	Konvergenzbereich	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Fehlerabschätzung	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
L	Konvergenzradius	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
1	Beispiele: Exponentialfunktion, Sinus, Cosinus, Logarithmus	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Addition, Multiplikation und Differentiation von	O														
	Potenzreihen	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Differentialrechnung															
V	Bedeutung: Steigung, Änderungsrate	wird vorausgesetzt	•								•		•	-		•
Ł	Differenzenquotient	wird vorausgesetzt	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
v	Nutzung des Begriffs "Grenzwert" an diesem	wird vorausgesetzt														
	Beispiel	Wild Voludogoodize														
V	Ableitungen elementarer Funktionen: Polynome, sin, cos, exp, 1/x	wird vorausgesetzt	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
L	Höhere Ableitungen	wird vorausgesetzt	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•
∨ —	Produkt, Quotienten, Kettenregel	wird vorausgesetzt	•	•	•	•	•	•	\odot	•	•	•	•	•	•	•
	Partielle Differentiation	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •
•	Totales Differential	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •
	Differentialoperatoren															
	Gradient	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•
	Divergenz Rotation	Studium Studium	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•
	Laplaceoperator	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•		•			•	•
	Differentialoperatoren in krummlinigen		_	Ī	_	_	_	_	-	_		·				-
	Koordinaten	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•

									h			1			
	Integralrechnung														
•	Bestimmtes Integral	wird vorausgesetzt	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •
Y	Interpretation als Fläche unter einer Kurve und als Kumulieren einer Große	wird vorausgesetzt	•	•	•	•	•	•	•	•	• (3	•	•	• •
V	Integral als Summe (von infinitesimalen Größen)	wird vorausgesetzt													
✓	Nutzung des Begriffs "Grenzwert" an diesem Beispiel	wird vorausgesetzt													
v	Unbestimmtes Integral, Stammfunktion	wird vorausgesetzt	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	Integrale elementarer Funktionen	wird vorausgesetzt	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •
v	Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung	wird vorausgesetzt	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •
V	Linearität der Integration	wird vorausgesetzt	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •
	Partielle Integration	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •
V	Substitutionsregel	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •
-	Unendliche Integrationsgrenzen	wird vorausgesetzt	•	•	•	•	•	•	\odot	•	•	•	•	•	• • •
~	Partialbruchzerlegung	Studium	•	•	•	•	•	•	·	•	•	•	•	•	• •
	Kurvenintegrale	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• ••
	Flächenintegrale	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• ••
	Integration in Polarkoordinaten	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• ••
	Volumenintegral	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• • •
	Integration in Zylinder und Kugelkoordinaten	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •
	Gauß'scher und Stoke'scher Integralsatz	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •
	D''' (1.1.1.1														
	Differentialgleichungen	01 "													
	Wachstum einer Population, Radioaktiver Zerfall	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• • •
	Harmonische Schwingung eines Federpendels	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Ordnungen	Studium Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Lineare Differentialgleichungen Inhomogene Differentialgleichungen		•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Lösung durch Trennung der Variablen,	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
	Separationsverfahren	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •
	Anfangswertprobleme	Studium								_			_		
	Allgemeine lineare DGL n-ter Ordnung	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•
	Das Iterationsverfahren von Picard-Lindelöf	Studium	•	•	•			•	•	•	•		•		
	Potenzreiheneinsatz	Studium													
	Taylor Reihenentwicklung	Studium											•		
	Potenzverfahren	Studium													
	Wronskideterminante	Studium		•		•	•		•	•	•		•		•
	Reduktionsverfahren	Studium													
	Defective Matrices	Studium											•		
	Bolodivo Mainoo	Otadiam		Ť	Ť	Ť	Ť	Ť	Ť	•				Ť	
	Statistik														
	Zufallsgrösse, Ergebnis, Ergebnismenge, Ereignis,														
	Laplacesche Wahrscheinlichkeit	wird vorausgesetzt	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •
	Zufallsexperiment	wird vorausgesetzt	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •
	Binominalverteilung	wird vorausgesetzt	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	
	Normalverteilung	wird vorausgesetzt	•	•	•	•	•	•	()	•	•	•	•	•	• •
		Č													
	Verschiedenes														
	Vollständige Induktion	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• • •
	Kegelschnitte	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• ••
	Fourier-Transformation	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •
	Delta Distribution	Studium	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	• •

Die Tabelle listet all diejenigen mathematischen Methoden stichpunktartig auf, die früh im Physikstudium benötigt werden. Die farbigen Punkte geben an, inwieweit das jeweilige Thema in den einzelnen Bundesländern von der Schule behandelt wird. Zu jedem Thema ist die Empfehlung der KFP angegeben, ob das Thema bei Studienbeginn vorausgesetzt wird und daher in den Vorkursen behandelt werden kann, um individuelle Lücken auszugleichen (Stichwort "wird vorausgesetzt") oder ob es im Studium z.B. in der Veranstaltung Mathematischen Methoden eingeführt werden sollte (Stichwort Studium). Erläuterung des Farbcodes siehe oben, weiße Felder bedeuten, dass keine Daten vorlagen. Zwei farbige Punkte in einem Feld bedeuten im Falle von Bremen und Thüringen, dass es Wahlmöglichkeiten der Schulen für Schwerpunkte gibt oder Kurse mit unterschiedlichem Anforderungsniveau existieren bzw. dass unterschiedliche Angaben aus verschiedenen Quellen vorlagen.

Die Tabelle wurde am 28.02.2012 für das Bundesland Nordrhein-Westfalen in der Rubrik Vektoren nachgebessert. Aufgrund eines Fehlers bei der Datenerhebung waren für die Themen Rechenregeln für Vektoren, Winkel zwischen Vektoren, Gerade im Raum, Ebene im Raum, Lineare Unabhängigkeit und Skalarprodukt in NRW falsche Farben abgedruckt.