

Vorschlag zur Verbesserung des Grundstudiums

Fachschaftsinitiative Physik¹

Daniel Brete, Tobias Burnus, Jens Koesling, Christian Blohm,² Kolja Groß,²
Karin Ebeling, Max Thele, Fabian Weise.

7. Januar 2001

Der gegenwärtige Aufbau des Grundstudiums im Diplomstudiengang Physik läßt nach Ansicht der Studierendenschaft durchaus Raum für Verbesserungen. In diesem Papier beschreiben wir die gegenwärtige Situation, legen unsere Hauptkritikpunkte dar und entwerfen ein Konzept, das diese Probleme größtenteils löst. Insbesondere wird mit diesem die nötige Mathematik früher bereitgestellt. Dies ermöglicht effizientere und vertiefendere Theorievorlesungen, ohne daß sich die aufgewendete Stundenzahl nennenswert erhöht. Unser Entwurf läßt sich mit geringem organisatorischen Aufwand umsetzen.

1 Vorbemerkung

Bei Treffen der Fachschaftsinitiative wurde zunehmend Unzufriedenheit mit der gegenwärtigen Studienstruktur geäußert. Im wesentlichen wurde bemängelt, daß die mathematischen Methoden erst in den Mathematikvorlesungen vermittelt werden, nachdem sie in der Physik schon gebraucht wurden. Das führt mit dazu, daß der Vorlesungsinhalt der ersten Semester oft erst einige Semester später verstanden wird.

Wir haben deshalb die Struktur des Grundstudiums diskutiert und uns dabei bemüht, nicht nur die Probleme zu bemängeln, sondern auch mit konstruktiven Vorschlägen zu ihrer Lösung beizutragen. Dabei haben wir die Modelle, die zu verschiedenen Zeiten an diesem Fachbereich verwendet wurden, und die anderer Universitäten verglichen. Besonderes Augenmerk legten wir dabei auf die Korrelation von Mathematik und Physik. Ziel war eine möglichst solide und ausführliche Physikausbildung ohne Überforderung der Studierenden, die sowohl die Studierendauer als auch die Gesamtstundenzahl weitgehend unverändert läßt.

So kam es, daß wir schließlich einen konkreten Vorschlag erarbeitet haben. Bei dessen Ausformulierung wurden wir auf das Ergebnis der letzten externen Evaluation durch die „Rollnik-Kommission“ aufmerksam, deren Bericht [2] uns der Dekan Professor Fumagalli dankenswerterweise kurzfristig zur Verfügung gestellt hat. Wir stellten fest, daß die Kritik der „Rollnik-Kommission“ in vielen Punkten der unseren ähnelt.

¹ fsi@physik.fu-berlin.de

² Studentischer Vertreter im FBR

2 Entwicklung des Studienganges

In diesem Abschnitt skizzieren wir die gegenwärtige Struktur des Diplomstudienganges und seine jüngere Entwicklung. Hiermit wollen wir eine Basis zur Diskussion der derzeitigen Probleme in der Lehre an diesem Fachbereich schaffen.

2.1 Studienaufbau im Sommersemester 1994

Mathematik. Das Grundstudium gliederte sich in drei Vorlesungen mit je 4 + 4 SWS³. Dabei wurden im ersten Semester die Analysis einer Veränderlichen, im zweiten Semester die Lineare Algebra und im dritten Semester die Vektoranalysis behandelt. Bei Wahl des Nebenfachs Mathematik im Hauptstudium wurde in der Regel die Vorlesung *Mathematik IV* (4 + 4 SWS, Funktionentheorie und Differentialgleichungen) im vierten Semester gehört.

Experimentalphysik und Theoretische Ergänzungen. In den ersten beiden Semestern wurde ein Kurs *Experimentalphysik* zu 4 + 2 SWS mit je zweistündigen *Theoretischen Ergänzungen* gehalten. Dabei wurden im ersten Semester die experimentellen Grundlagen der Newtonmechanik sowie die Wärmelehre behandelt. Das zweite Semester beinhaltete Elektrizität und Magnetismus.

Im dritten Semester (4 + 2 SWS) wurden Schwingungsphänomene in Mechanik, Akustik und Elektrizitätslehre sowie die Optik behandelt. Im vierten Semester (4 + 2 SWS) fand eine Einführung in die nichtklassische Physik statt.

Theoretische Physik. Im dritten Semester wurde als erste theoretische Vorlesung mit 4 + 2 SWS die *Theoretische Mechanik* gelesen. Hierauf folgte im vierten Semester die *Theoretische Elektrodynamik* (4 + 2 SWS) und im fünften Semester die *Quantentheorie I* (4 + 2 SWS). Als Prüfungsfach im Grundstudium konnte entweder die *Theoretische Mechanik* oder die *Theoretische Elektrodynamik* gewählt werden.

Grundpraktikum. Es wurde ein dreisemestriges Praktikum mit je 4 SWS angeboten, das alternativ auch in der vorlesungsfreien Zeit vor dem jeweiligen Semester absolviert werden konnte.

Nebenfach. Zur Wahl standen Informatik und Chemie zu je zwei Semestern mit 6 SWS.

2.2 Aktueller Studienaufbau (Wintersemester 2001/2002)

Mathematik. Gegenüber 1994 wurden die Übungen aller Veranstaltungen von 4 auf 2 SWS reduziert.

Experimentalphysik und Theoretische Ergänzungen. Die *Theoretischen Ergänzungen* und Experimentalphysikvorlesungen wurden zu integrierten Veranstaltungen zusammengefaßt, bei denen weiterhin im ersten und zweiten Semester

³ 4 + 4 SWS bedeutet vier Semesterwochenstunden (SWS) Vorlesung und vier SWS Übungen.

Sem.	Mathematik	Experimentalphysik	Theoretische Physik	GP	NF
1	Analysis im \mathbb{R}^1 4 + 4	Mechanik, Wärmelehre 4 + 2	Theoretische Ergänzungen 2		+
2	Lineare Algebra 4 + 4	Elektrizität und Magnetismus 4 + 2	Theoretische Ergänzungen 2	4	+
3	Analysis im \mathbb{R}^n 4 + 4	Schwingungsphänomene, Optik 4 + 2	Theoretische Mechanik 4 + 2	4	
4	(Gew. Diffgl., Funktionenth. 4 + 4) ¹	Nichtklassische Physik 4 + 2	Theoretische Elektrodyn. ² 4 + 2	4	
Gesamtstundenzahl: ³ Im Grundstudium: 70 In den ersten vier Semestern: 84					

¹Wird bei Wahl des Nebenfachs Mathematik im Hauptstudium empfohlen.

²Hauptstudiumsveranstaltung

³Ohne Nebenfach

Tabelle 2.1 Studienaufbau Sommersemester 1994 [3].

vier Stunden von einem Experimentalphysiker und zwei von einem theoretischen Physiker gelesen werden.

Die bisherigen Veranstaltungen *Physik II* und *III* mit insgesamt $(8 + 2) + 4$ SWS⁴ wurden zur neuen *Physik II* mit nur noch $(4 + 2) + 2$ SWS zusammengefaßt. Im dritten Semester wird nunmehr die bisher im vierten Semester gelegene *Einführung in die nichtklassische Physik* gelesen. Damit ist die Experimentalphysik im Grundstudium inhaltlich abgeschlossen. Neu hinzu kommt die Veranstaltung *Aktuelle Gebiete der Modernen Physik* (vierstündig ohne Übungen).

Theoretische Physik. Die *Theoretische Mechanik* findet weiterhin im dritten Semester $4 + 2$ -stündig statt.

Anstelle der *Theoretischen Elektrodynamik* wird nun im vierten Semester die Vorlesung *Quantentheorie I* ($4 + 2$ SWS) gehört, um die Voraussetzung für die Vorlesung *Atom- und Molekülphysik* zu schaffen. Dies ist nötig, damit das erste *Fortgeschrittenenpraktikum* im sechsten Semester begonnen werden kann.

Die *Theoretische Elektrodynamik* wurde in das Hauptstudium verschoben, auf $2 + 2$ SWS verkürzt und soll sich „auf fortgeschrittene Themen konzentrieren“ [1].

Grundpraktikum. Das Praktikum wurde von drei auf zwei Semester verkürzt.

Nebenfach. Neben Chemie oder Informatik kann jetzt auch das Fach Wirtschaftswissenschaft gewählt werden.

3 Probleme

Wir beobachten einen allgemeinen Trend, fortgeschrittene Inhalte zu einem immer früheren Zeitpunkt im Studium zu behandeln. Dadurch wird die Diskrepanz zwischen dem scheinbaren Niveau der Vorlesungen und dem tatsächlich beherrschten

⁴ $(8 + 2) + 4$ SWS bedeutet 8 Stunden Vorlesung gehalten von einem Experimentalphysiker, zwei Stunden gehalten von einem theoretischen Physiker sowie 4 Stunden Übungen.

Sem.	Mathematik	Experimentalphysik	Theoretische Physik	GP	NF
1	Analysis im \mathbb{R}^1 4 + 2	Mechanik, Wärmelehre 4 + 2	integrierte Ergänzungen 2		+
2	Lineare Algebra 4 + 2	Elektr., Magnetismus u. Optik 4 + 2	integrierte Ergänzungen 2	4	+
3	Analysis im \mathbb{R}^n 4 + 2	Einf. Quantenmechanik 4 + 2	Theoretische Mechanik 4 + 2	4	(+) ¹
4	(Gew. Diffgl., Funktionenth. 4 + 2) ²	Moderne Physik 4 + 0	Quantentheorie I ³ 4 + 2		
Gesamtstundenzahl: ⁴ Im Grundstudium: 58 In den ersten vier Semestern: 70					

¹Nur Nebenfach Wirtschaftswissenschaften

²Wird bei Wahl des Nebenfachs Mathematik im Hauptstudium empfohlen.

³Hauptstudiumsveranstaltung

⁴Ohne Nebenfach

Tabelle 2.2 Studienaufbau Wintersemester 2001/2002 [4].

Stoff immer größer. Dies führt dazu, daß selbst der in dieser Zeit sinnvoll vermittelbare Stoff häufig nicht mehr gelernt werden kann.

Im Einzelnen ergeben sich daraus folgende Probleme, die sich durch die Veränderungen seit 1994 weiter verschärft haben:

- Der Vorlesungszyklus *Mathematik für Physiker* ist aus einem von den Fachbereichen Physik und Mathematik gemeinsam erarbeiteten Programm entstanden. Über die Jahre hat sich die Struktur des Studiums der Physik mehrmals geändert, so daß die ursprünglich vorhandene Koordination von Physik und Mathematik wieder verloren ging.
- In den ersten beiden Semestern werden die Studierenden durch die (integrierten) *Theoretischen Ergänzungen* der Physikvorlesung überfordert, da das nötige mathematische Grundwissen zu diesem Zeitpunkt noch nicht vorhanden ist. Insbesondere kann nur dann davon ausgegangen werden, daß das Integrieren und Differenzieren beherrscht wird, wenn der Studierende in der Oberstufe den Leistungskurs Mathematik gewählt hat. Auch dann ist die Vektoranalysis kein Teil des Schulstoffes gewesen und muß in hinreichender Zeit erarbeitet werden.⁵
- Da aus den vorgenannten Gründen der Versuch, fortgeschrittene Newtonmechanik in den *Theoretischen Ergänzungen I* zu vermitteln, weitgehend vergeblich ist, muß sie in der *Theoretischen Mechanik* wiederholt werden. Dies führt dazu, daß zu wenig Zeit für den restlichen Stoff bleibt, so daß dieser entweder nur unvollständig oder zwar vollständig aber so schnell behandelt wird, daß der Großteil der Studierenden davon nicht profitiert. Die sinnvolle Behandlung von Themen wie der Kontinuumsmechanik und der Dynamik

⁵ In [2] heißt es hierzu:

Die Kommission ist besorgt, daß diese Beschränkung auf einen nur vierstündigen Kurs am Anfang des Studiums den Studierenden den Zugang zu fortgeschrittenen mathematischen Methoden erschweren kann, die in manchen Bereichen der theoretischen Physik immer wichtiger werden. Dies sollte der Fachbereich nochmals eingehend analysieren.

nichtlinearer Systeme ist unserer Erfahrung nach bei der gegenwärtigen Struktur nicht möglich. Dennoch heißt es in der Selbstdarstellung [1]:

Die [durch die integrierten Physikvorlesungen] in der Theoretischen Mechanik entstehende stoffliche Entlastung kann genutzt werden, um neben der Lagrange-Hamilton-Theorie auch die oft zu kurz kommende Kontinuumsmechanik, vor allem aber die Grundzüge der Dynamik nichtlinearer Systeme zu behandeln.

Diese Argumentation können wir nicht nachvollziehen. Eine stoffliche Entlastung können wir nicht erkennen, denn eine Veränderung der Stoffmenge oder der ihr zugeordneten Stundenzahl hat nicht stattgefunden.

- Die Abfolge der theoretischen Vorlesungen wurde 1999 geändert. Gegenwärtig folgt auf die *Theoretische Mechanik* die *Quantentheorie I*, dann die *Theoretische Elektrodynamik*. Diese neue Reihenfolge führt zu folgendem Problem. Sowohl in der Elektrodynamik als auch in der Quantentheorie benötigt man mathematische Methoden der Feldtheorie wie Funktionen- und Potentialtheorie, Poisson-Gleichung und Greensche Funktionen, die erstmals eingehender im vierten Semester vorgestellt werden. Diese Aufgabe fiel bisher der *Theoretischen Elektrodynamik* zu. Nun muß sie von der *Quantentheorie I* übernommen werden, ohne daß hierfür zusätzliche Zeit zur Verfügung steht. Dadurch kommt es zu einer Verdichtung des Stoffes, die die Verständnisschwierigkeiten bei diesem ohnehin nicht einfachen Thema weiter verstärkt.⁶
- Zur Elektrodynamik heißt es in der Selbstdarstellung des Fachbereichs [1]:
Die Elektrodynamik wurde auf (2 + 2) SWS verkürzt und ins Hauptstudium gelegt. Sie wird sich auf die fortgeschrittenen Themen konzentrieren.

Dies kann nur so interpretiert werden, daß die grundlegenden Inhalte ins Grundstudium, also in die *Physik-II*-Vorlesung verlagert wurden. Doch diese wurde ihrerseits gerade mit der *Physik III* zusammengelegt, also im Umfang halbiert. Zudem stehen die mathematischen Grundlagen für die Elektrodynamik zu diesem Zeitpunkt noch nicht zur Verfügung. Es gibt keine Anhaltspunkte dafür, daß die Studienanfänger heute grundlegend bessere Vorkenntnisse mitbringen, die es ihnen ermöglichen, den unveränderten Stoffumfang in wesentlich kürzerer Zeit als noch vor wenigen Jahren und zudem in einer früheren Studienphase zu bewältigen.⁷

⁶ In [2] heißt es hierzu:

Die Kommission fragt sich, ob die Präsentation des Stoffes der Quantenmechanik schon im vierten Semester wirklich den Bedürfnissen der Studierenden gerecht wird. Das notwendige mathematische Rüstzeug für die Quantenmechanik umfaßt ebenso wie das der Elektrodynamik die Grundbegriffe der Vektoranalysis, ebene Wellen, Distributionen, etc. Die gleichzeitige Einführung dieser mathematischen Methoden und der neuen physikalischen Konzepte der Quantenmechanik stellt jedoch eine zusätzliche Schwierigkeit für die Studierenden dar.

⁷ In [2] heißt es hierzu:

Die Kommission hegt Zweifel, daß das Konzept für die Lehre der Elektrodynamik tragfähig ist, insbesondere da im zweiten Semester regelmäßig die mathematischen Grundlagen für die Elektrodynamik noch nicht gelegt sind. [...] Die Kommission empfiehlt daher dem Fachbereich, dieses Konzept gründlich zu überdenken und die bisherigen Erfahrungen auszuwerten, um zu einer befriedigenderen Lösung zu kommen.

4 Unser Vorschlag

Mathematik. Da die Probleme im wesentlichen durch die fehlenden mathematischen Kenntnisse verursacht werden, schlagen wir in Anlehnung an den Studienplan von 1970 vor, die Mathematik am Anfang des Studiums verstärkt zu hören. Das damals an dieser Universität gemeinsam von beiden Fachbereichen ausgearbeitete und praktizierte Modell sieht in den ersten beiden Semestern sechs Stunden Mathematikvorlesungen vor. Diese gliedern sich in zwei Analysisvorlesungen (je 4 + 2) und zwei Vorlesungen (je 2 + 2 SWS) über Lineare Algebra, die im ersten und zweiten Semester gehört werden. Im dritten Semester kann dann die bisherige *Mathematik IV* gehört werden.⁸

Ein Dialog zwischen beiden Fachbereichen sollte wiederhergestellt werden. Wir schlagen deshalb vor, die Ausbildungskommission wiedereinzusetzen und die Probleme in diesem Rahmen mit einem Vertreter des Fachbereichs Mathematik zu diskutieren.

Theoretische Ergänzungen. Da in den ersten beiden Semestern die *Theoretischen Ergänzungen* die meisten Studierenden mathematisch überfordern und ihnen Zeit für die zusätzlichen Mathematikvorlesungen gegeben werden sollte, schlagen wir vor, in den ersten beiden Semestern keine (integrierten) *Theoretischen Ergänzungen* mehr vorzusehen. Diese Theoriestunden sollen den jeweiligen Theorievorlesungen *Theoretische Mechanik* und *Theoretischen Elektrodynamik* zugeschlagen werden.

Experimentalphysik. Weiter schlagen wir vor, die bisher in *Physik II* kaum mehr behandelte Optik vor Elektrizität und Magnetismus im zweiten Semester zu behandeln und das Thema Elektrizität und Magnetismus im dritten Semester zweistündig fortzusetzen. Zu diesem Zeitpunkt stehen dann bereits die Integralsätze aus der Mathematik zur Verfügung. Aus diesem Grund erachten wir diese Reihenfolge für sinnvoll, auch wenn die Wellenoptik somit vor den Maxwellgleichungen behandelt wird. Der Bezug kann am Ende des dritten Semesters hergestellt werden.

Theoretische Mechanik. Die um zwei auf 6 + 2 SWS erweiterte Vorlesung *Theoretische Mechanik* bietet ausreichend Zeit, um mit angemessener Geschwindigkeit von Newton bis zu Hamilton-Jacobi zu kommen. Zumal zu diesem Zeitpunkt die Vektoranalysis aus der Mathematik vollständig bereit steht.

Theoretische Elektrodynamik. Um neben der eigentlichen *Elektrodynamik* auch noch die Spezielle Relativitätstheorie behandeln zu können, ist eine sechsstündige Vorlesung nach unserer Meinung unverzichtbar. Denn bisher wurde – bis auf höchstens einen kleinen Exkurs in der zweistündigen *Theoretische Elektrodynamik* – weitgehend auf die SRT verzichtet. Eine systematische Einführung in

⁸ In [2] heißt es hierzu:

Die Kommission regt an, die Möglichkeiten einer besseren Anfängerbetreuung zu prüfen. Hinsichtlich der Defizite in der Mathematik ist sich die Kommission bewußt, daß es ein grundsätzlich nicht behebbares Problem ist, die in der theoretischen Physik erforderlichen fortgeschrittenen mathematischen Konzepte rechtzeitig in den Mathematikvorlesungen bereitzustellen. Der Fachbereich sollte jedoch prüfen, ob es möglich ist, in den ersten beiden Semestern die Mathematikausbildung zu verstärken, um bessere Grundlagen für die theoretischen Vorlesungen zu legen.

diese findet bisher nicht statt. Verglichen mit dem derzeitigen Modell erhöht sich die Stundenzahl um lediglich zwei,⁹ gegenüber 1994 bleibt die Zahl unverändert. Die *Theoretische Elektrodynamik* sollte im vierten Semester gehört werden. Dafür gibt es viele Gründe:

- Nur so wird im Grundstudium überhaupt die Elektrodynamik theoretisch vertieft, wobei unmittelbar an die Elektrizitätslehre aus *Physik III* angeknüpft werden kann, so daß der Zeitverlust durch Wiederholung gering ist.
- Wissen aus der Elektrodynamik wird in fast jeder Hauptstudiumsvorlesung vorausgesetzt – einschließlich der *Quantentheorie I*.
- Es scheint aus didaktischen Gründen sinnvoll, nach der *Theoretischen Mechanik*, einer Teilchentheorie, zunächst eine Feldtheorie zu behandeln, bevor man mit der Quantentheorie ein Modell kennenlernt, das beide Aspekte vereint.

Quantenmechanik. Um auch weiterhin rechtzeitig für die Vorlesung *Atom- und Molekülphysik* im fünften Semester Grundlagen der Quantenmechanik bereitzustellen und gleichzeitig die unbefriedigende Situation in der bisherigen Vorlesung *Physik III* (Einführung in die Quantenmechanik), die an mangelnder theoretischer Unterfütterung leidet, zu verbessern, schlagen wir vor, im vierten Semester diese Vorlesung zur Hälfte von einem Theoretiker halten zu lassen. Ziel ist dabei die gründliche Einführung in die elementaren Konzepte der Quantenmechanik, die für die Atom- und Molekülphysik benötigt werden und die Grundlagen für die Quantenvorlesung legen. Dies bedeutet jedoch nicht, daß *Quanten I* oder *II* im Umfang gekürzt werden sollten.

Der Schwerpunkt liegt auf der langsamen Einführung der Begriffe und mathematischen Konzepte. Fortgeschrittene Techniken und Inhalte sollten weiterhin der *Quantentheorie I* vorbehalten bleiben. (An der Erarbeitung eines Stoffkataloges für diese Vorlesung beteiligen wir uns gerne.)

Moderne Physik. Diese erst kürzlich eingeführte Veranstaltung halten wir für eine Bereicherung des Studienplans, die jedoch nicht eine Verkürzung der Stundenzahl des bisherigen Kanons der Experimentalphysik rechtfertigt. Als Kompromiß schlagen wir daher vor, diese Veranstaltung nur noch zweistündig durchzuführen. Sollte es möglich sein, zusätzliche Stunden für diesen Bereich aufzuwenden, würden wir es begrüßen, wenn diese Veranstaltung auch weiterhin vierstündig angeboten würde, jedoch sind uns die grundlegenden Experimentalphysikvorlesungen wichtiger.

5 Weitere Vorteile

Mathematik. Die *Einführung in die Quantenmechanik*, *Quantentheorie I* und die *Theoretische Elektrodynamik* können auf den Stoff von *Mathematik IV*, d.h. Residuensatz, Potenzreihenansätze, Greensche Funktionen, . . . , zurückgreifen.

⁹ Bisher: *Theoretische Ergänzungen* und *Theoretische Elektrodynamik* jeweils zweistündig

Sem.	Mathematik		Experimentalphysik	Theoretische Physik	GP	NF
1	Analysis im \mathbb{R}^1 4 + 2	Lineare Alg. I 2 + 2	Mechanik, Wärmelehre 4 + 2	—		+
2	Analysis im \mathbb{R}^n 4 + 2	Lineare Alg. II 2 + 2	Optik, Elektrizitätsl. I 4 + 2	—	4	+
3	Gew. Diffgl., Funktionenth. 4 + 2		Elektrizitätslehre II 2 + 2	Theoretische Mechanik 6 + 2	4	(+)
4	—	Moderne Physik 2 + 0	Einf. Quantenmechanik (2 + 2) + 2	Theor. Elektrodyn. + SRT 6 + 2		
Gesamtstundenzahl: ¹ Im Grundstudium: 60 In den ersten vier Semestern: 74						

¹Ohne Nebenfach

Tabelle 4.1 Vorgeschlagener neuer Studienaufbau.

Dieser Ansatz ermöglicht es, die Mathematik rechtzeitig zu lernen, trotzdem bleibt der systematische Aufbau der Mathematik erhalten, was wir für sehr wichtig erachten.

Das Argument, zuviel Mathematik in den ersten beiden Semestern sei nicht sinnvoll, da dies zu einer Überforderung schwächerer Anfänger führe, ist nicht stichhaltig. Denn unserer Ansicht nach tritt die Überforderung eher in den Physikveranstaltungen – insbesondere in den *Theoretischen Ergänzungen* – durch zu geringe mathematische Kenntnisse auf.

Sechsstündige Mathematikvorlesungen sind im bundesweiten Vergleich keineswegs ungewöhnlich. Vielmehr ist eine vierstündige Vorlesung die untere Grenze. Auch der Gesamtstundenumfang in diesem Teilfach von gegenwärtig 12 + 6 SWS (ohne Hauptstudiumsnebenfach Mathematik) ist sehr gering. Dies illustriert ein Vergleich mit der Technischen Universität Berlin, wo 18 + 14 SWS Mathematik im Grundstudium vorgesehen sind¹⁰ und vollständig zum Prüfungsstoff im Vordiplom gehören [6].

Der Umstrukturierungsaufwand in der Mathematik ist gering. Da die Analysisvorlesung unverändert bleibt, kann sie vom Studiengang Bioinformatik weiter mitgenutzt werden.

Theoretische Physik. Die Theoretische Physik erhält wieder ihre traditionelle Struktur (Elektrodynamik vor Quanten), dennoch wird die Vorlesung *Atom- und Molekülphysik* gut vorbereitet.

Experimentalphysik. Derzeit geht die experimentelle Einführung in die Quantenmechanik im dritten Semester neben der *Theoretischen Mechanik* weitgehend unter. Sie ist jetzt besser positioniert und kann zudem von besseren Mathematikkenntnissen und den in der *Theoretischen Mechanik* erworbenen Rechenfähigkeiten profitieren. Zugleich wird das dritte Semester durch die nur noch zweistündige Experimentalvorlesung entlastet.

¹⁰ Siehe auch Tabelle 9.1 Seite 11

Grundpraktikum. Das *Grundpraktikum II* wird durch die Vorlesung *Experimentalphysik II* weiterhin gut vorbereitet.

Organisation. Der Vorschlag erfordert nur die Neukonzeption einer einzigen Vorlesung, des theoretischen Teils der *Einführung in die Quantenmechanik* im vierten Semester. Die übrigen Veränderungen sind weitgehend Umordnungen; deshalb wäre auch die Übergangsphase unproblematisch. Der Vorschlag kommt fast ohne zusätzliche Stunden aus, die Einsparungen gegenüber 1994 bleiben nahezu vollständig erhalten. Hinzu kommen nur 2 + 2 Stunden. Die Vorteile der umgeordneten Mathematikveranstaltungen sind im wesentlichen unabhängig von den anderen vorgeschlagenen Änderungen des Studienganges. Angesichts des geringen organisatorischen Aufwandes könnte man dieses Konzept bereits für die Studienanfänger im Wintersemester 2002/2003 realisieren.

6 Weitere Wünsche

Wir haben uns bemüht einen fast stundenneutralen und damit realistischen Entwurf zu präsentieren. Dabei konnten naturgemäß nicht alle Wünsche an ein Grundstudium berücksichtigt werden. Sollte es möglich sein den Gesamtstundenumfang des Grundstudiums wieder etwas auszuweiten, was uns nicht unrealistisch erscheint, wenn man bedenkt, daß 1994 hierfür noch 70 SWS, gegenüber heute 58 SWS zur Verfügung standen, haben wir folgende Wünsche, die eventuell auch im fakultativen Bereich realisiert werden sollten. Auch an der TU werden im viersemstrigen Grundstudium selbst heute noch 79 SWS aufgewendet (Tabelle 9.1 Seite 11).

Rechenübung. Ein nicht zu vernachlässigender Anteil der Studierenden hat in der Schule keinen Mathematik-Leistungskurs besucht und deshalb nicht nur Defizite im Bereich der mathematischen Theorie, sondern insbesondere auch im praktischen Rechnen. Dieses Problem ist seit längerem bekannt. In [1] heißt es dazu:

Auffällige und am häufigsten beobachtete Defizite werden in den Kenntnissen an Schulmathematik bei all denjenigen festgestellt, die entweder keinen Mathematik-Leistungskurs belegt hatten oder nicht unmittelbar nach dem Schulabschluss ihr Studium beginnen. Das zeigt sich in der Einführungsvorlesung Physik I, vielfach aber auch noch in Physik II, in teilweise sehr großen Schwierigkeiten, einfachste mathematische Operationen sicher und zügig auszuführen und einfache theoretisch-physikalische Übungsaufgaben selbstständig zu lösen. Offensichtlich reicht der vor Semesterbeginn fakultativ angebotene Brückenkurs nicht aus, um die Lücken zu schließen. Die Theorie-Dozenten dieser beiden Lehrveranstaltungen haben deshalb als Hilfe zusätzliche Hilfe in Form von Rechenübungen (fakultativ) angeboten. Sie wurden bezeichnenderweise intensiv genutzt.

Für eine solche Rechenübung im ersten Semester, die gegenwärtig unseres Wissens nicht angeboten wird, besteht auch bei Realisierung unseres Konzepts weiterhin Bedarf. Sie sollte regelmäßig angeboten und ins Vorlesungsverzeichnis aufgenommen werden.

Theoretische Mechanik II. Über den gegenwärtigen Stoffumfang hinausgehende Themen können auch nach unserem Vorschlag in der *Theoretischen Mechanik I*

nicht behandelt werden, da auch wir für diesen Bereich keine zusätzlichen Stunden vorsehen. Möchte man Themen wie die Kontinuumsmechanik und die in den letzten Jahrzehnten ständig wichtiger gewordene Mechanik nichtlinearer Systeme behandeln, werden zusätzliche Stunden benötigt. Für wünschenswert halten wir eine beispielsweise 2 + 2-stündige Vorlesung *Theoretische Mechanik II* mit diesen Themen. Keinesfalls sollte jedoch die *Theoretische Mechanik I* mit diesen Inhalten überfrachtet werden.

Datenanalyse und Statistik. Dieser Problemkreis wird allgemein in den Physikstudiengängen in Deutschland etwas stiefmütterlich behandelt. Seine Bedeutung wächst jedoch ständig. In unserem Fachbereich gibt – es abgesehen von einem sehr elementaren Kontakt im Grundpraktikum – keine Veranstaltung zu diesem Thema. Denkbar wäre ein zweistündiges Tutorium im zweiten Semester ähnlich der Rechenübungen im ersten.

Wir möchten betonen, daß uns alle in diesem Abschnitt vorgebrachten Wünsche wesentlich weniger bedeutsam erscheinen als der restliche Teil unseres Konzeptes.

7 Zusammenfassung

Ausgehend von den Koordinationsproblemen zwischen der Physik und Mathematik wurde ein Konzept entwickelt, daß dieses Problem entschärft und gleichzeitig weitere von den Studierenden beobachtete Probleme, die auch von der „Rollnik-Kommission“ [2] beobachtet wurden, löst. Kern des Konzeptes ist es, die Mathematikausbildung von bisher vier auf drei Semester zu konzentrieren, ohne die Stundenzahl zu verringern. Die wesentlichen Vorteile des Gesamtkonzeptes sind im Einzelnen:

- *Theoretische Mechanik, Theoretische Elektrodynamik* und *Quantentheorie* profitieren von besseren mathematischen Vorkenntnissen.
- Die Überforderung durch mangelnde Mathematikkennntnisse in den *Theoretischen Ergänzungen* wird vermieden.
- Sechsstündige Theoretische Mechanik ermöglicht eine komplette und gründliche Vorlesung von Newton bis Hamilton-Jacobi.
- Sechstündige *Theoretische Elektrodynamik* ermöglicht eine bessere Behandlung der eigentlichen *Elektrodynamik*. Zudem bleibt Zeit für das Thema Magnetismus in Materie. Auch die Spezielle Relativitätstheorie kann – nach langer Zeit wieder – angemessen behandelt werden.
- *Atom- und Molekülphysik* wird durch *Theoretische Ergänzungen zur Einführung in die Quantenmechanik* weiterhin angemessen vorbereitet.

Das vorgestellte Konzept kommt mit einer geringfügigen Erhöhung der Stundenzahl um 2 + 2 SWS in den ersten vier Semestern aus, wobei der Gesamtumfang

immer noch deutlich geringer als 1994 ist. Angesichts des geringen organisatorischen Aufwands könnte das Konzept bereits zum Wintersemester 2002/2003 umgesetzt werden.

8 Literatur

- [1] *Selbstdarstellung des Fachbereiches Physik der FUB anlässlich der Evaluation von Studium und Lehre durch eine externe Gutachterkommission am 24.1.2001.* <http://www.physik.fu-berlin.de/eval01.html>.
- [2] *Gutachterlicher Bericht zur Evaluation von Studium und Lehre im Fach Physik an den Berliner Universitäten.* 2001. („Rollnik-Bericht“.)
- [3] Kommentiertes Vorlesungsverzeichnis Sommersemester 1994.
- [4] Kommentiertes Vorlesungsverzeichnis Wintersemester 2001/2002.
- [5] Vorlesungsverzeichnis Sommersemester 1970.
- [6] *Der Diplomstudiengang Physik* der Technische Universität Berlin, <http://www.physik.tu-berlin.de/einrichtungen/StudFach/stufon/dipl.html>.

9 Die Studienverlaufspläne im Überblick

Sem.	Mathematik	Experimentalphysik	Theoretische Physik	AP ¹	
1	Grundl. Analysis, Lin. Algebra 6 + 4	Mechanik, Elektrizitätslehre 4 + 0	–	2 + 4 0 + 8	Wahl- pflicht ² 6 Wahl- bereich ³ mind. 4
2	Analysis im \mathbb{R}^1 , Lin. Algebra 6 + 4	Optik, EM Schwingungen u. Wellen 4 + 0	Einf. Theo. Phys. I 2 + 4	2 + 4 0 + 8	
3	Analysis im \mathbb{R}^n , Lin. Algebra 3 + 3	SRT, exp. Einf. QM 2 + 1	Einf. Theo. Phys. II 4 + 2	2 + 4 0 + 8	
4	Gew. u. part. Diffgl., Fouriertrans. 3 + 3	–	Theoretische Mechanik 4 + 2		
Gesamtstundenzahl: ⁴ Im Grundstudium: 79 In den ersten vier Semestern: 79					

¹Das Physikalische Anfängerpraktikum (AP) besteht entweder aus dem Grundpraktikum mit 2 + 4 SWS (Vorlesung und Praktikum) oder aus 8 SWS Projektlabor.

²Astrophysik, Chemie, Technische Optik oder Elektronik

³Fremdspracherwerb; überfachliche Studieninhalte: „studium integrale“ bzw. „generale“

⁴Ohne Wahlpflichtfach und Wahlbereich. Das AP wurde mit 2 + 4 SWS gerechnet.

Tabelle 9.1 Studienaufbau des Grundstudiums an der Technischen Universität [6].

Sem.	Mathematik	Experimentalphysik	Theoretische Physik	GP	NF
1	Analysis im \mathbb{R}^1 4 + 4	Mechanik, Wärmelehre 4 + 2	Theoretische Ergänzungen 2		+
2	Lineare Algebra 4 + 4	Elektrizität und Magnetismus 4 + 2	Theoretische Ergänzungen 2	4	+
3	Analysis im \mathbb{R}^n 4 + 4	Schwingungsphänomene, Optik 4 + 2	Theoretische Mechanik 4 + 2	4	
4	(Gew. Diffgl., Funktionenth. 4 + 4) ¹	Nichtklassische Physik 4 + 2	Theoretische Elektrodyn. ² 4 + 2	4	
Gesamtstundenzahl: ³ Im Grundstudium: 70 In den ersten vier Semestern: 84					

¹Wird bei Wahl des Nebenfachs Mathematik im Hauptstudium empfohlen.

²Hauptstudiumsveranstaltung

³Ohne Nebenfach

Tabelle 9.2 Studienaufbau Sommersemester 1994 [3].

Sem.	Mathematik	Experimentalphysik	Theoretische Physik	GP	NF
1	Analysis im \mathbb{R}^1 4 + 2	Mechanik, Wärmelehre 4 + 2	integrierte Ergänzungen 2		+
2	Lineare Algebra 4 + 2	Elektr., Magnetismus u. Optik 4 + 2	integrierte Ergänzungen 2	4	+
3	Analysis im \mathbb{R}^n 4 + 2	Einf. Quantenmechanik 4 + 2	Theoretische Mechanik 4 + 2	4	(+) ¹
4	(Gew. Diffgl., Funktionenth. 4 + 2) ²	Moderne Physik 4 + 0	Quantentheorie I ³ 4 + 2		
Gesamtstundenzahl: ⁴ Im Grundstudium: 58 In den ersten vier Semestern: 70					

¹Nur Nebenfach Wirtschaftswissenschaften

²Wird bei Wahl des Nebenfachs Mathematik im Hauptstudium empfohlen.

³Hauptstudiumsveranstaltung

⁴Ohne Nebenfach

Tabelle 9.3 Studienaufbau Wintersemester 2001/2002 [4].

Sem.	Mathematik		Experimentalphysik	Theoretische Physik	GP	NF
1	Analysis im \mathbb{R}^1 4 + 2	Lineare Alg. I 2 + 2	Mechanik, Wärmelehre 4 + 2	—		+
2	Analysis im \mathbb{R}^n 4 + 2	Lineare Alg. II 2 + 2	Optik, Elektrizitätsl. I 4 + 2	—	4	+
3	Gew. Diffgl., Funktionenth. 4 + 2		Elektrizitätslehre II 2 + 2	Theoretische Mechanik 6 + 2	4	(+)
4	—	Moderne Physik 2 + 0	Einf. Quantenmechanik (2 + 2) + 2	Theor. Elektrodyn. + SRT 6 + 2		
Gesamtstundenzahl: ¹ Im Grundstudium: 60 In den ersten vier Semestern: 74						

¹Ohne Nebenfach

Tabelle 9.4 Vorgeschlagener neuer Studienaufbau.