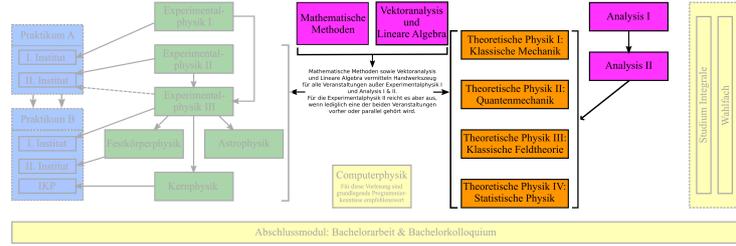


Mathematische Methoden und Theoretische Physik fürs Lehramt – nur fürs Lehramt?

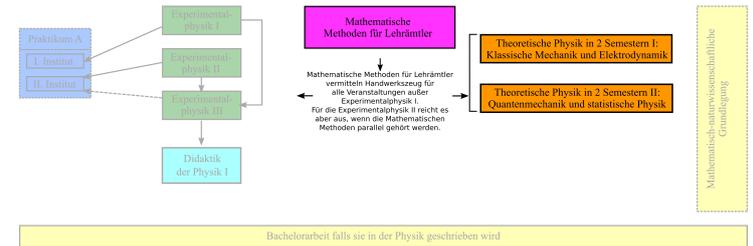
Universität zu Köln, Fachschaft Physik

Status quo

Fachwissenschaftlicher Bachelor-Studiengang



Lehramts-Bachelor-Studiengänge (Gym/Ge und BK)



Theoretische Physik in 2 Semestern

Traditionell

- Gym/Ge- und BK-Lehramtstudierende hören einen Teil der meist in historisch-genetischer Reihenfolge aufeinander aufbauenden **Veranstaltungen**, die für die Studierenden der Fachwissenschaft Physik konzipiert sind.
- Studierende anderer Lehramter haben eigene fachwissenschaftliche Veranstaltungen fokussieren sich in der Regel ebenfalls auf bestimmte Bereiche der Physik, in der Regel die Physik des 19. Jahrhunderts oder interdisziplinäre Themen wie Klima, Verkehrsphysik etc., in denen ebenfalls vornehmlich die Physik des 19. Jahrhunderts vorkommt.

Problem

Studierende kommen mit Weltbild-prägenden Themenbereichen der Physik in ihrem gesamten Studium nicht in Berührung. **Insbesondere fehlt Lehramtsstudierenden oft die Physik des 20. Jahrhunderts**, deren didaktische Reduktion eine besonders große Herausforderung und auch in Schulbüchern oft schlecht gemacht ist.

Ausweg in Köln

- *Theoretische Physik in 2 Semestern* für Studierende der Lehramter Gym/Ge und BK (sowie Ba GeoMet u.a.)
- Deckt alle Bereiche ab, die auch in den fachwissenschaftlichen Studiengängen vorkommen, allerdings in 2 statt 4 Semestern

„Das Buch (nicht der Autor) bemüht sich darum, dünn zu sein.“

(D. Stauffer)



Wie passt der Stoff von 4 Semestern in 2 Semester?

Viele „abgespeckte“ Veranstaltungen wie „Mathematik für XY“ funktionieren oft schlecht:

- Es wird einfach zu **schnell** vorgegangen oder
- sie sind **oberflächlich** oder
- sie lassen Beweise, Herleitungen und Beispiele weg, sodass das **Wissen leblos** bleibt und **Zusammenhänge oft nicht deutlich** werden.

Konzeption der Kölner Theoretischen Physik in 2 Semestern

- Wenn in der 4-semestrigen Theoretischen Physik das **Fachwerkhaus Etage für Etage** aufgebaut wird, wird in der *Theoretischen Physik in 2 Semestern* das **Ständerwerk** aufgebaut, aber das **Gefache** weggelassen.
- **Zu bestimmen, was Ständerwerk und was Gefache ist**, geschah nicht nach einem „Rezept“, sondern hat sich **über die Jahrzehnte heraus kristallisiert** durch enge Kommunikation eines kleinen Kreises von Dozenten, die die *Theoretische Physik in 2 Semestern* reiflich halten und Übungsleiter*innen und Studierende eng mit einbeziehen.
- Ein inzwischen sehr veralteter Zwischenstand wurde schon vor Langem publiziert: D. Stauffer: *Theoretische Physik* (Springer, 1989, 1993)

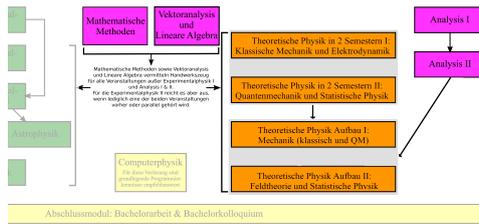
Erfahrung

(aus Studierendensicht)

- Bei der 4-semestrigen Theorie wird oft zu wenig klar, was physikalische Grundidee ist und was mathematischer Kniff, was das **Ständerwerk des Fachwerkhauses** ist und was das **Gefache**.
- Die *Theoretische Physik in 2 Semestern* baut das Ständerwerk ebenso solide wie die 4-semestrige Vorlesung, nur werden dessen **Struktur** und die **Funktionen** der einzelnen Balken viel **deutlicher**.

Reformvorschlag 1.0

- **Alle Studierenden** hören *Theoretische Physik in 2 Semestern* zum Aufbau des Ständerwerkes
- Zusätzlich **2-semestrige Aufbau-Veranstaltung** für Fachstudierende, in der das Gefache erarbeitet wird.



Vorteile

- **Ständerwerk klarer**
- Größere Überschneidung zwischen fachwissenschaftlichen und Lehramts-Studiengängen
- **Abstraktere Mathematik**, die für die *Theoretische Physik in 2 Semestern* in zwei Semestern nicht gebraucht wird (und im Lehramtsstudium auch jetzt nicht vorgesehen ist), **kann im Studienerlauf nach hinten geschoben werden**, weil sie erst für die Aufbau-Veranstaltung gebraucht wird. → Weniger Überforderung in der eh schon schwierigen Studieneingangsphase. Analysis bekommt eher die Funktion einer Vertiefung der im Rahmen des Studienbeginns erworbenen Mathematik-Kenntnisse
- **Größere Flexibilität bei der Gestaltung der Studienverläufe:**
 - a) Analysis kann, muss aber nicht mehr zu Beginn des Studiums belegt werden
 - b) Die Aufbau-Veranstaltung kann sowohl parallel zur *Theoretischen Physik in 2 Semestern* belegt werden als auch danach
 → runderer Start im Sommersemester, bessere Teilzeit-Studierbarkeit, kleiner Beitrag zur Entschuldung des Studiengangs

Bedenken

Mehr Absprache zwischen Dozierenden erforderlich

- Absprache zwischen Dozierenden ist erstrebenswert.
- Wenn Absprache notwendig ist, aber in der Praxis nicht klappt, kann das unerfreuliche Auswirkungen haben.
- Wenn Veranstaltungen zu stark aufeinander abgestimmt sind, wird die Freiheit, sie von Semester zu Semester weiter zu entwickeln eingeschränkt, weil die Studierenden ja nicht als geschlossene Kohorte durchs Studium gehen.
- Bei der 4-semestrigen Theoretischen Physik gab es mal die Aufteilung: Erst das Einfache (Newtonsche Mechanik und E-Statik), dann das Schwierige (Lagrange- und Hamilton-Mechanik sowie E-Dynamik). Damit wurden schlechte Erfahrungen gesammelt. Dies ist aber auch eine andere Aufteilungssystematik.

Reformvorschlag 2.0

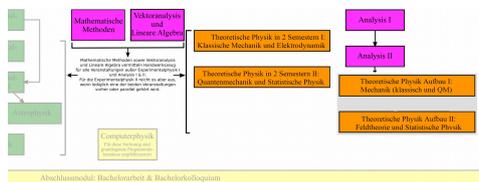
Hintergrund

Seit Jahren andauernde **Kontroverse**, ob die 4-semestrige Theoretische Physik **historisch-genetisch** (Maxwell-Gleichungen als Synthese von Coulomb- und Faraday-Gesetz, Statistische Physik als Verallgemeinerung der Wärmelehre, Quantenmechanik nach der E-Dynamik) oder **axiomatisch-abstrakt** (Kreuzprodukt verboten, nur Differenzialformen, Maxwell-Gleichungen aus den Raumaxiomen herleiten, Wärmelehre nur ein Anwendungsbeispiel der Statistischen Physik, Quantenmechanik vor E-Dynamik, die dann Feldtheorie heißt)

Vorschlag

Spiralcurriculum:

- Die *Theoretische Physik in 2 Semestern* bleibt **historisch-genetisch**.
- Die **Aufbau-Veranstaltung** füllt nicht einfach das Gefache im Ständerwerk das in der *Theoretischen Physik in 2 Semestern* gebaut wurde, sondern bekommt **axiomatisch-abstrakt** komplett von vorne. Auf Grund des schon vorhandenen Hintergrunds kann sie aber schneller voran gehen und hat Zeit für die mathematischen Kniffe, das Gefache etc.
- Der axiomatisch-abstrakte Ansatz bildet eine natürliche Einheit mit einem höheren Grad an Mathematisierung, Näherungsmethoden etc.
- Da die Aufbau-Veranstaltung nicht einfach eine Fortsetzung der *Theoretischen Physik in 2 Semestern* ist, ist eine unmittelbare detaillierte Absprache zwischen den Dozierenden nach wie vor hilfreich, zum Gelingen aber nicht unbedingt notwendig.



Mathematische Methoden

Kritik der „Methoden“-Veranstaltungen

- **„Methoden“-Veranstaltungen haben vor allem im Rahmen der Ba/Ma-Umstellung Einzug in die Curricula gehalten**, nicht nur in der Physik.
- Zielsetzung ist in der Regel, „das Handwerkszeug“ für die eigentlichen Fachvorlesungen zu vermitteln.
 - **Utilitaristische Hauptzielsetzung, rechnen zu lernen**
- Fast immer: „zu wenig Zeit für zu viel Stoff“
- Zusammen mit utilitaristischer Hauptzielsetzung findet vornehmlich **trockene Kochrezept-Vermittlung** statt, losgelöst von den eigentlichen Fragestellungen des Faches sowie den Interessen sowohl der Studierenden als auch der Dozierenden
- Oft **Musterbeispiel für Bulimie-Lernen**
 - Die gelernten Methoden sind nach der Klausur wieder weg stehen nicht mehr zur Verfügung, wenn sie in den Fachveranstaltungen gebraucht werden.
- Nach allen Regeln der (Schul-)Didaktik ist die Konzeption von „Methoden“-Veranstaltungen an Hochschulen genau falsch herum: Man weiß seit den 1970er Jahren, dass **eins der größten Probleme** beim Naturwissenschaftlichen Unterricht ist, **dass die Stufe des qualitativen Verstehens** zu kurz kommt oder komplett **übersprungen wird** und direkt quantitativ gearbeitet wird. (oft eingelöster Anspruch der Dozenten)

Laufende Debatte

(seit Jahren immer wieder)

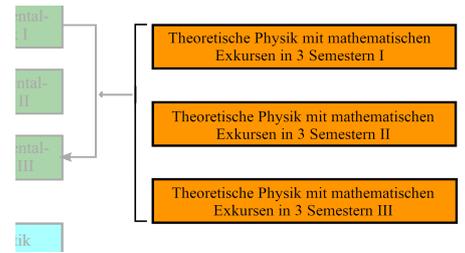
- Viele Dozierende legen großen Wert auf eine Vorweg-Veranstaltung *Mathematischen Methoden*, damit man danach „richtig und ungebremst mit der Physik loslegen kann“ (J. Krug).
- Ein Teil der Dozierenden wollen die *Mathematischen Methoden* als Exkurse in die Physik-Veranstaltungen integrieren.

„Mathematische Methoden“ falscher Name?

- Die Erfahrungen sowohl von Studierenden als auch von Dozierenden zeigen, dass **vielle typische Probleme** von „Methoden“-Veranstaltungen nicht oder nur in geringem Umfang **existieren**.
- Dennoch zeigt die Erfahrung auch, dass vieles, was in den *Mathematischen Methoden* erlernt wird, **in den Fachvorlesungen** faktisch nicht zur Verfügung steht und **immer wieder Exkurse dazu eingeschoben** werden müssen.
- Eine genauere Reflexion der Veranstaltungskonzeption hat ergeben, dass die *Mathematischen Methoden* (wahrscheinlich angesichts der laufenden Debatte und Kritik an „Methoden“-Veranstaltungen) im Wesentlichen „an der Physik entlang entwickelt sind“ (R. Klesse), also eigentlich **Ausgewählte spannende Probleme der Physik** und nicht *Mathematischen Methoden* heißen müssten. Allerdings ist eine Schwierigkeit, dass diese Probleme recht unverunden nebeneinander stehen.
- Es wird zwar viel gerechnet, aber es werden **quantitative Methoden verwendet, um qualitative Fragestellungen zu beantworten**; insofern wird die qualitative Stufe der Erschließung nicht ausgelassen.

Reformvorschlag

Zusammenführung von *Mathematischen Methoden für das Lehramt* und *Theoretischer Physik in 2 Semestern* zu einer *Theoretischen Physik in 3 Semestern mit mathematischen Exkursen*



Offene Frage

Auf die *Mathematischen Methoden* wird auch in den Experimentalphysik-Vorlesungen aufgebaut. Klappt das trotzdem? Müsstes die dann auch umgestaltet werden?