

Hinweise, Tips, häufig gestellte Fragen

Die nachstehenden Ausführungen spiegeln meine persönlichen Ansichten wider. Es gibt auch ganz andere Meinungen und vor allem viele ergänzende kluge und bemerkenswerte Gedanken.

Vorlesungen

Wichtigste Form der Lehrveranstaltungen an Universitäten (beachten Sie den Doppelgebrauch des Wortes: Vorlesung = Kurs, z.B. Mathematik für Physiker und die konkrete Vorlesung = die jeweilige Doppelstunde). Sie sind m.E. durch nichts zu ersetzen: weder durch Multimedia in irgendeiner Form, teleteaching usw. Eine Vorlesung ist auch nicht durch das Studieren eines entsprechenden Lehrbuches zu ersetzen (Ausnahme vielleicht für 1% der Studenten). Das liegt vor allem daran, dass ein noch so gutes Lehrbuch nicht das Klima einer Vorlesung, die Wechselwirkung zwischen Lesendem und Studenten und die Zwischenbemerkungen, Erläuterungen und Kommentare durch den Lesenden erfassen kann.

Eine Vorlesung stellt hohe Anforderungen an die Studenten! Sie müssen lernen mehrere Dingen gleichzeitig zu tun: Mitschreiben, Zuhören, Verstehen.

Frage: Wie und wieviel muss man in einer Vorlesung mitschreiben?

Antwort: Mindestens das, was an der Tafel steht muss mitgeschrieben werden. Wünschenswert ist, dass man auch Erläuterungen und Kommentare versucht mitzuschreiben. Schreiben Sie so mit, dass Sie später mit den Nachschriften etwas anfangen können (s.u.). Schreiben Sie nicht zu eng, damit Platz für Kommentare bleibt (s.u.). Am Anfang hat man immer das Gefühl, dass es in der Vorlesung zu schnell geht, dass man nicht mal mit Aufschreiben nachkommt. Das wird im Laufe der Zeit etwas besser. Man lernt das!

Frage: Darf man in der Vorlesung Fragen stellen?

Antwort: In der Regel ja. Der Lesende wird Ihnen sagen, ob es erwünscht ist oder nicht. Häufig wird er Sie darauf verweisen (müssen), diese Frage nach der Vorlesung zu klären, weil sonst der Gang der Dinge zu sehr gestört wird. Fragen Sie dann aber auch nach der Vorlesung! Wenn es mal wirklich sehr schnell geht, darf man den Lesenden auch "bremsen": man bittet ihn z.B. etwas nochmals zu wiederholen oder einen kurzen Stopp einzulegen.

Frage: Wieviel des gebotenen Stoffes soll man schon in der Vorlesung verstehen?

Antwort: Darauf gibt es keine allgemeine Antwort. In manchen Vorlesungen werden Sie fast alles, in manchen fast nichts sofort verstehen. (Es gibt eben schwere und weniger schwere Vorlesungen). Viel wichtiger ist es, dass Sie herausbekommen, warum Sie sehr wenig verstehen. Geht es (Ihnen) zu schnell, haben Sie sich schlecht vorbereitet, gibt es Lücken noch aus der Schulzeit? Es verlangt außerordentlich viel Selbstdisziplin, in der Vorlesung nicht "aufzugeben". Versuchen Sie immer am Ball zu bleiben, immer wieder den Einstieg zu erwischen und mit dem Mitschreiben und Mitdenken nicht nachzulassen. Vor allem: tun Sie rechtzeitig etwas, damit dieser Zustand sich nicht als Dauerzustand etabliert.

Frage: Warum wird alles so "abstrakt" gemacht, mit so wenig Anwendungen und

physikalischem Bezug? Das brauchen wir doch eigentlich gar nicht, oder?

Antwort: Das ist auch ein Standardproblem in den Anfängervorlesungen. Wie konkret ein Kurs aufgebaut ist, ist Geschmacks- und Erfahrungssache des Lesenden. Es hat sich als richtig erwiesen, sichere und feste Grundlagen zu legen, auf denen man wirklich ein Gebäude errichten kann, das nicht beim ersten Windstoß (= Blick in ein neues mathematisches Gebiet, Sondieren einer neuen mathematischen Anforderung) zusammenbricht. Sie sollten im Auge haben, dass Sie nie wieder in Ihrem Leben eine so zusammenhängende Ausbildung in Mathematik erhalten werden. Sie muss faktisch das Fundament für alles bilden, was Sie später an Mathematik noch brauchen, noch lernen werden. Daher werden in meiner Vorlesung exemplarisch die strukturellen Gesichtspunkte hervorgehoben. Es wird viel Wert auf das Woher und Warum der einzelnen Begriffe gelegt. Das Wort "abstrakt" ist außerordentlich relativ! Was Ihnen am Beginn des ersten Semesters als sehr abstrakt vorkommt, verliert schon bald seinen Schrecken und kann vertraut werden. Kann! Das setzt aber die intensive Beschäftigung mit dem Gegenstand voraus. Auch mir sind viele Begriffe eines neuen Gebietes, das ich mir erarbeiten will, sehr unverständlich und in diesem Sinne auch "abstrakt". Durch Beispiele, Analogien usw. wird das Nebulöse eines Gegenstandes langsam aufgelöst. Beispiele gibt es in der Vorlesung nie genug! Das geht schon aus Zeitgründen nicht. Auch hier sind Sie selbst gefragt - oder Sie fragen sich auch gegenseitig danach!

Zur Frage der physikalischen Anwendungen und der Relevanz des Gelernten für die Physik. Im ersten Semester ist es relativ schwer, ungekünstelte physikalisch relevante Beispiele zu geben. Das wird sofort verständlich, wenn man sich die Gebiete der (theoretischen Physik) hernimmt und gegenüber stellt, welche mathematische Gebiete darin die Grundlagen bilden. Ein Versuch dazu wird als Anhang angefügt. Generell werden Sie mit der Tatsache leben müssen, dass die Mathematik, die Sie in der Physik zu einem gewissen Zeitpunkt brauchen, noch nicht bereitgestellt ist (im ersten Semester ist das besonders krass). Hier hilft nur, das in den Physikvorlesungen dazu Gesagte erst einmal zur Kenntnis zu nehmen und als "Rezept" zu akzeptieren. Manchmal wird es Ihnen so vorkommen, als würde in der Physik in einer Sprache x fließend erzählt, während Sie gerade dabei sind, die ersten Vokabeln und Anfangsgründe der Grammatik dieser Sprache x zu erlernen. Leider gibt es kein Rezept, dieses Problem zu lösen. Alle Versuche, die Mathematik "parallel" zu den Bedürfnissen der Physik (in tragfähiger Form und nicht als Stückwerk) darzubieten, scheitern letztlich am unterschiedlichen strukturellen Aufbau der beiden Gebiete Mathematik und Physik.

Davon dürfen Sie sich keineswegs entmutigen lassen!

Das Nacharbeiten der Vorlesung

Es wird immer davon ausgegangen, dass Sie zu jeder Vorlesung (wenigstens minimal) vorbereitet kommen, d.h. dass Sie sich (wenigstens etwas) mit dem Inhalt der vergangenen Vorlesung auseinandergesetzt haben. Das Nacharbeiten der Vorlesung verlangt viel Disziplin und Ausdauer. Es geht jetzt darum, dass Sie den Inhalt verstehen. Dazu muß man mit "Bleistift und Papier" arbeiten, auch ein Buch hinzuziehen und vor allem, sich erläuternde Bemerkungen in die Vorlesung schreiben. Bedenken Sie: diese Nachschrift soll auch noch nach langer Zeit die Grundlage für Sie sein (nicht nur die Grundlage für eine Vorbereitung auf die Prüfung!). Wenn Sie schon am nächsten Tag das Gefühl haben, sich nicht in Ihrem Text zurechtzufinden, dann haben Sie nicht gut genug mitgeschrieben, nicht ausreichend nachgearbeitet. Wenn beim Nachvollziehen eines Beweises oder beim Nachdenken über einen Begriff "der

Groschen gefallen" ist, schreiben Sie sich das mit Ihren Worten auf. Diese "Aha-Effekte" vergisst man nämlich mitunter wieder. Ergänzen Sie notfalls auch durch Skizzen und zusätzliche einfache Beispiele und vor allem Gegenbeispiele.

Ein wichtiger Hinweis: mathematische Sätze haben generell die Struktur: Voraussetzungen - Behauptungen. Ein guter Test, ob man einen Satz verstanden hat besteht darin, zu prüfen, was mit den Behauptungen passiert, wenn man Voraussetzungen weglässt oder abschwächt. Bleiben sie wahr, werden sie falsch, gibt es Beispiele, die das belegen?

Übungsaufgaben und Übungen

Das Lösen von Übungsaufgaben ist ein unverzichtbarer Bestandteil Ihrer Mathematikausbildung. Es ist die Stelle, wo Sie am meisten aktiv werden - und wo Sie die meisten Enttäuschungen erleben. Das Lösen von Übungsaufgaben erfordert wenigstens dreierlei: Stoffverständnis, Erfahrung (und die kommt nur durch Üben) und vor allem Ausdauer. Gewöhnen Sie sich von Anfang an daran, Lösungen ordentlich, übersichtlich und auch noch nach Jahren nachvollziehbar aufzuschreiben - egal, ob Sie die Aufgaben abgeben sollen oder nur für sich arbeiten. Selten wird es passieren, dass Sie alle Aufgaben lösen können - aus verschiedenen Gründen (keine Zeit, keine Ahnung,...). Das ist normal. Nicht normal wäre es, wenn Sie permanent keine der Aufgaben lösen können.

Das Korrigieren der ÜA kann nicht im Detail erfolgen. Sie werden also nicht erwarten können, dass Ihnen jeder gemachte Fehler aufgezeigt und kommentiert wird. Fragen Sie nach, wenn Sie mit der Korrektur nicht zurecht kommen.

Auch wenn es für Sie ganz merkwürdig klingt: die gestellten ÜA reichen nicht aus, um auf gewissen Gebieten (typisch: Konvergenzuntersuchungen, Differenzieren, Integrieren, Lösen von Differentialgleichungen usw.) genügend Fertigkeiten zu erlangen. Hier sind Ihre eigenen Aktivitäten gefragt!

Die Lehrveranstaltung, die **Übung** heißt, ist ebenfalls ein wichtiger Bestandteil Ihres Studiums. Hier können Sie am meisten gestaltend eingreifen. Sie können wesentlich mitbestimmen, wie Übungen ablaufen, was behandelt wird. Das setzt Ihre Aktivität voraus. Nutzen Sie die einmalige Gelegenheit, Aufgaben an der Tafel vorzuführen (Sie lernen ungemein viel dabei!). Stellen Sie Fragen, üben Sie den Dialog mit Ihrem Übungsleiter!

Auch in den Übungen wird erwartet, dass Sie vorbereitet hinkommen. Man muss sich wenigstens minimal mit den Aufgaben beschäftigt haben, die auf dem Programm stehen und auch über den Stoff der Vorlesung etwas Bescheid wissen. Die Übungen sind nicht dazu da, den Vorlesungsstoff Ihnen nochmals von A - Z zu wiederholen.

Das Zeitproblem

Sie werden nie genügend Zeit haben! Zeitprobleme werden Sie ständig begleiten!

Das klingt wenig verlockend - aber ist bis zu einem gewissen Grad normal.

Zeiteinteilung, Arbeitsstil, Arbeitsumfang - all das werden Sie - von Ausnahmen abgesehen - (neu oder überhaupt erst) lernen müssen. Das geht nicht von heute auf morgen.

Sie werden häufig das Gefühl haben, dass Ihnen die Zeit davonläuft, dass Sie bei weitem nicht geschafft haben, was Sie sich vorgenommen haben oder was vielleicht von Ihnen erwartet wurde. Der gravierende Unterschied zur Schule besteht darin, dass Sie dort eine relativ schnelle Rückkopplung über den Stand Ihres Wissens und die Erledigung Ihrer Aufgaben bekamen. Nun sind Sie für alles selbst verantwortlich

und eigentlich niemandem Rechenschaft schuldig (wenigstens für relativ lange Zeit). Hier ein paar Tips:

- Arbeiten Sie planmäßig (richtig aufschreiben, was man erledigen muss, wann man es tun will usw.), verschaffen Sie sich eine Übersicht, wie lange Sie wirklich arbeiten an den einzelnen Punkten, suchen Sie dann Reserven.

- Überlegen Sie, wozu Sie längere zusammenhängende Zeiten brauchen (z.B. zum Nacharbeiten der Vorlesungen) und wo kürzere Zeiten reichen. Die kürzeren Zeiten sind die Reserven! Häufig denkt man, dass es sich nicht lohnt, wegen einer halben Stunde mit etwas anzufangen. Das ist ein Irrtum, man muss nur das Richtige in dieser Zeit tun. Man braucht nicht unbedingt die abgeschiedene Ruhe seiner "Studierstube", um etwas über eine Übungsaufgabe nachzudenken oder sich gewisse mathematische Begriffe nochmals durch den Kopf gehen zu lassen. (Das gilt nicht nur für Mathematik).

Ein häufiger Fehler: man unterschätzt, wie lange es dauert, bis man einen Begriff oder ein Theorem richtig verstanden hat. Immer wieder darüber nachdenken ist nötig.

Einige Richtlinien: Eine Vorlesung nachzuarbeiten dauert i.a. genau so lange wie die Vorlesung selbst (es kann bei schwierigen Dingen und wenn man noch Bücher hinzuziehen will ein Vielfaches betragen), das Lösen der ÜA ist nicht in 2 Stunden getan. Ein häufig zu hörender Verzweiflungsruf: "Jetzt habe ich schon 2 Stunden an den Aufgaben gesessen und bin immer noch nicht fertig!" Die Antwort darauf kann nur lauten: "Das war auch so beabsichtigt."

Versuchen Sie mit Geduld Ihren eigenen Arbeitsstil zu finden, wechseln Sie nicht dauernd hektisch Ihre "Methode". Wenn Sie nicht zurecht kommen - fragen Sie. Fragen Sie ruhig auch zum Arbeitsstil und zu ganz "banalen" Dingen. Das ist allemal nützlicher als wie das Kaninchen auf die Schlange zu schauen.

Welche Bücher? Vorlesungsskripten?

Sie werden kaum Vorlesungen angeboten bekommen, die nach genau einem Buch konzipiert sind - und das ist auch gut so.

Zu jeder Vorlesung bekommen Sie ein gewisses Literaturangebot. Freunden Sie sich mit einem oder mit zwei Büchern daraus an, die Sie regelmäßig benutzen, die anderen nimmt man, um dies oder jenes mal nachzuschauen, Anregungen, Beispiele usw. zu erhalten. Es dauert i.a. einige Zeit, bevor man sagt: ja, mit diesem Buch komme ich gut zurecht. Das hängt von vielen Dingen ab: von der eigenen Mentalität (verglichen mit dem Stil des Autors), von der Zeit, die man investiert usw. Vermeiden Sie, hektisch in 10 Büchern zu blättern, wenn Sie einen gewissen Gegenstand nicht verstanden haben in der Vorlesung. Sie erreichen damit nichts (erzeugen aber jede Menge Frust). Ohne eigene Anstrengungen, viel Fleiß und Geduld (auch wenn das sehr altmodisch klingt), nützt Ihnen auch das beste Buch nichts.

Denken Sie an den sog. "**Erhaltungssatz der Mühe**": ein gewisser Gegenstand der Mathematik bedarf - um hinreichend gut verstanden zu werden - einen gewissen Aufwand an Anstrengungen. Diesen Aufwand können Sie durch keinen Trick, durch kein noch so gutes Buch, durch keine noch so perfekte Vorlesung wesentlich verringern! Die Suche nach dem Nürnberger Trichter ist auch hier zwecklos! Die hier beschriebene Situation ist einer der am weitesten verbreiteten Fehlern - nicht nur bei Studienanfängern.

Noch ein wichtiger Hinweis: Nicht alle Autoren verwenden die gleichen Bezeichnungen, manche mathematischen Begriffe sind in der Literatur nicht einheitlich definiert. Schauen Sie also zunächst nach, ob der Autor einen bestimmten Begriff auch genau-

so definiert wie in der Vorlesung.

Die Frage nach Vorlesungsskripten ist heikel. Es gibt ernsthafte Verfechter wie ernsthafte Gegner. Zu meiner Vorlesung gibt es kein (von mir bereitgestelltes) Skript. Dafür gibt es mehrere Gründe: zum einen ist es eine Frage der Zeit und des Aufwandes, wenn man das selbst machen muss. Zum anderen halte ich es für eine Anfängervorlesung nicht für gut. Dem Studenten wird die Möglichkeit genommen, das Anfertigen einer eigenen Nachschrift zu erlernen. Das wiederum halte ich für unabdingbar.

Anhang 1

Welche Gebiete der theoretischen Physik benötigen welche Gebiete der Mathematik?
? - Eine grobe Übersicht!

Wenn Sie einen lehrbuchartigen Eindruck davon bekommen möchten, dann schauen Sie einmal in die Lehrbuchreihe:

W.Thirring: Lehrbuch der Mathematischen Physik (Bände 1 - 4)

Theoretische Mechanik: aus der Differential- und Integralrechnung vor allem Kurvenintegrale; gewöhnliche Differentialgleichungen und Variationsrechnung. Modernere Darstellungen benötigen viel mehr! Unter anderem: Mannigfaltigkeiten, Differentialgleichungen auf Mannigfaltigkeiten, Tensoren, Differentialformen, partielle Differentialgleichungen erster Ordnung, ...

Elektrodynamik: partielle Differentialgleichungen, Differentialformen, Theorie der Distributionen (wenigstens, um zu verstehen, was für ein mathematisches Objekt die sog. "Deltafunktion" ist, die bei den Mathematikern Deltadistribution heißt). Es wird auch etwas Funktionentheorie benötigt und Integraltransformationen, wie etwa Laplace- und Fouriertransformation, Fourierreihen. Wenn man die spezielle Relativitätstheorie mit einbezieht, dann werden auch Tensoren benötigt.

Thermodynamik und Statistik: Wahrscheinlichkeitstheorie (und hier liegt ein Schwachpunkt der Mathematikausbildung für Physiker: dazu wird Ihnen nichts geboten). Variationsrechnung.

Quantenmechanik: Partielle Differentialgleichungen (Schrödingergleichung!) und vor allem: Theorie der Operatoren im Hilbertraum, Spektraltheorie. Hier werden Sie große Diskrepanzen zwischen dem sehr pragmatischen Gebrauch mathematischer Begriffe und Objekte in der Physik und deren exakte Herausarbeitung in der Mathematik feststellen. In meinem Kurs wird auf dieses Gebiet viel Wert gelegt. Man vergleiche unter dem link "Texte" auch die Hinweise und Bemerkungen zu den mathematischen Grundlagen der Quantenmechanik.