

# INGENIEURMATHEMATIK

Gilbert Helmberg, Innsbruck

(Dieser Vortrag wurde im Rahmen von mathematisch-didaktischen Veranstaltungen an der Universität Innsbruck am 23.3.1979, an der Universität Wien am 30.3.1979, sowie unter dem Titel "Erfahrungen mit der Lehre von Mathematik für Techniker" an der Universität Klagenfurt am 25.1.1979 gehalten.)

Gegenstand dieses Vortrages ist nicht ein bestimmtes Paket von mathematischen Inhalten, das in erster Linie für Ingenieure wesentlich erscheint, sondern vielmehr eine didaktische Situation an sich und ein Versuch zu ihrer Bewältigung: unser Bemühen um eine sinnvolle mathematische Ausbildung der Bauingenieur- und Vermessungsstudenten im ersten Studienabschnitt, das heißt in den ersten beiden Jahren, am Institut für Mathematik I der Fakultät für Bauingenieurwesen und Architektur der Universität Innsbruck (das die einzelnen Jahrgänge abwechselnd mit dem Institut für Mathematik II betreut).

Unsere Lehrsituation ist dadurch geprägt, daß wir Mathematik Studenten nahebringen sollen, die großenteils Mathematik nicht aus Interesse am Fach, sondern als Teil eines Studienplanes mit anderer Zielrichtung konsumieren. Meine eigenen Erfahrungen aus einer mehrjährigen Lehrtätigkeit an Höheren Schulen sind mir dabei immer noch von Nutzen. Umgekehrt halte ich es für möglich, daß einige unserer Erfahrungen mit der Lehre von Mathematik für Techniker, besonders wenn sie durch Erfolge legitimiert erscheinen, auch für den Mathematikunterricht an Höheren Schulen von Interesse sein können.

In der eben skizzierten Situation können unsere Hauptziele etwa so formuliert werden: Vermittle dem Studenten die anwendbare Beherrschung

1. eines für einen Bauingenieur- bzw Vermesser zweckmäßigen mathematischen Werkzeuges,
2. der wissenschaftlichen Denkweise,
3. der Möglichkeit, technisch-wissenschaftliche Informationen auszutauschen.

Zu jedem dieser Ziele ist noch einiges zu sagen. Vordergründig scheint das erstgenannte Ziel am ehesten einsichtig und wichtig. Aus diesem Grunde versuche ich, den frisch immatrikulierten Hörern der ersten Vorlesung den mathematischen "Fahrplan" für die nächsten zwei Jahre begreiflich zu machen. Als Tafelbild entwickelt er sich etwa wie auf Beilageblatt I angegeben.

Die oberste Zeile enthält drei typische Sachgebiete der Ingenieurausbildung, darunter ist jeweils ein in diesem Gebiet wesentlicher mathematischer Sachverhalt und seine mathematische Formulierung angeführt. So unverstänglich die entsprechenden Fragestellungen und Aussagen dem Hörer in diesem Augenblick noch scheinen mögen, am Ende des zweijährigen Kurses sollte er in der Lage sein, sie zu verstehen und mathematisch sachgerecht anzuwenden. Der Weg dahin kann nur Schritt für Schritt gegangen werden, indem alle hierfür notwendigen mathematischen Begriffe und Methoden, die sich ihrerseits wieder auf jeweils darunter angegebene mathematische Begriffe und Methoden stützen, der Reihe nach erarbeitet werden. Jedes der angegebenen Schlagwörter stellt im wesentlichen eine Kapitelüberschrift dar, und in der nächsten Vorlesung über "Mathematik IA" wird mit dem Kapitel "Folgen und Funktionen" begonnen.

So einsichtig dies sein mag, so scheint mir das zweite oben genannte Hauptziel doch noch wesentlicher zu sein, und Eindrücke von Studenten, die ich in höheren Semestern später noch einmal befragen konnte, haben mir dies bisher bestätigt. Gerade wenn der Ingenieur für ein Mitgehen mit den sich fortgesetzt weiterentwickelnden Möglichkeiten der Technik gerüstet sein soll, braucht er mehr als eine sich erweiternde Rezeptsammlung für seine Tätigkeit, nämlich die Fähigkeit, die neuen Inhalte zu verstehen, sachlich-kritisch zu beurteilen,

sie neu zu gestalten und sinnvoll einzusetzen. Ich glaube, daß ein guter Teil dieser Fähigkeit kurz als "Beherrschung der wissenschaftlichen Denkweise" bezeichnet werden kann, und daß gerade das mathematische Training hierfür geeignete Ausbildungsinhalte anbietet. Ein großer Teil dieser Inhalte wird später von anderen täglich abgerufenen Inhalten aus dem Gedächtnis verdrängt werden, das sachgerechte Umgehen mit diesen variablen Inhalten wird (hoffentlich) bleiben. Zum dritten genannten Ziel wäre noch zu sagen, daß der Ingenieur auch später darauf angewiesen sein wird, Bücher und Fachzeitschriften zu Rate zu ziehen und seine Erkenntnisse und Vorhaben anderen schriftlich und mündlich mitzuteilen.

Die genannten Ziele versuchen wir in den Lehrveranstaltungen "Mathematik IA" (5 Semesterwochenstunden Vorlesungen, 2 Semesterwochenstunden Übungen), "Mathematik IB" (4V, 2Ü), "Mathematik IIA" (5V, 2Ü), "Mathematik IIB" (2V, 1Ü) und "Einführung in die Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik" (3V, 1Ü) zu verwirklichen. Die letztgenannte Lehrveranstaltung ist zum Unterschied von den vorhergenannten ein Wahlfach im Sommersemester des 2. Jahres, die vier anderen sind verpflichtend und finden in aufeinanderfolgenden Semestern der ersten beiden Studienjahre statt. Im folgenden möchte ich einige charakteristische Züge der Vorlesungen, Übungen und Prüfungen im Rahmen dieser Lehrveranstaltungen schildern, die unseren Erfahrungen nach den Hörern helfen können, sich die entsprechenden Kenntnisse und Fertigkeiten anzueignen.

Eine Grundidee für die Vorlesung scheint mir zu sein, daß Mathematik (gerade wenn sie eher eine lästige Pflicht darstellt) gelegentlich auch Spaß machen sollte. So sonderbar es klingen mag, es scheint mir zu helfen, daß die Mathematikvorlesung jahrein jahraus Montag bis Freitag (bzw. bis Donnerstag im 2. Semester) von 8-9 Uhr stattfindet. Mag mancher noch unausgeschlafen sein, er ist zumindest noch nicht abgekämpft, und der tägliche Morgen-Denksport wird durch die Routine gestützt. Auch Mathematik IIB findet in diesem Rhythmus statt, aber nur bis Anfang Mai des Sommersemesters, um dann ohne zeitliche Zäsur der Wahrscheinlichkeitsrechnung Platz zu machen

(für die Hörer bringt dies die angenehme Möglichkeit mit sich, noch vor Ende des 2. Studienjahres die Teilprüfung aus Mathematik vollständig abzulegen). Mathematische Ableitungen bleiben richtig, auch wenn sie nicht nur mit tierischem Ernst entwickelt werden. Ebenso kann das Erlebnis der Macht mathematischer Methoden den "Spaß" an der Mathematik begünstigen: auch ein Computer würde den binomischen Lehrsatz nicht für alle natürlichen Zahlen als Exponenten durchprüfen können, mit drei Beweisschritten eines vollständigen Induktionsbeweises ist seine uneingeschränkte Gültigkeit mit einem Schlag gesichert.

Wo es nur irgendwie geht, wird versucht, die Aktivität der Hörer anzuregen, durch Fragen ins Publikum zu provozieren, und jede Zwischenfrage und Richtigstellung wird dankbar verwertet. Strenge Beweisführung an jenen Stellen, an denen der Hörer diese in ihren Denknöten und als im Bereich seiner Möglichkeiten liegend kennenlernen sollte, wird bewußt und gekennzeichnet abgelöst von Heuristik an jenen Stellen, an denen die exakte Überlegung einen unverhältnismäßig aufwendigen mathematischen Apparat erfordern würde. Da einerseits der Vorlesung eine Vorlage zugrunde liegt, die sich an der Technischen Hochschule Eindhoven (Niederlande) bereits bewährt hat, andererseits die Inhalte doch von Jahr zu Jahr den Kontakten mit Nachbarfächern entsprechend variieren, gibt es kein Buch oder Skriptum, das den Hörern zur Verfügung stünde. Wir sehen es auch nicht als Aufgabe unseres Institutes an, ein Skriptum anzufertigen, unterstützen gerne jede diesbezügliche Initiative seitens der Hörer, haben aber die Erfahrung gemacht, daß diese der Führung persönlicher Skripten gegenüber den Schwierigkeiten einer druckreifen Herausgabe so eines Skriptums den Vorzug geben.

Anläßlich einer Diskussion mit Studenten in den stürmischen sechziger-Jahren ist mir noch die Frage eines Kollegen in Erinnerung: "Wie findet man einen Studenten?" Tatsächlich scheint es für Studenten wie eh und je schwierig, die Schwelle der Türe zum Professor (oft auch zum Assistenten) zu übersteigen. Eine Antwort auf die oben gestellte Frage ist: wenn der Student nicht zum Propheten kommt, muß der Prophet eben zum Studenten kommen, z.B. in

der Mensa. Es kostet mich manchmal auch meinerseits eine gewisse Überwindung, dort eine Gruppe von Hörern zu fragen, ob ich störe, wenn ich mich zu ihnen setze. Bisher habe ich allerdings noch nie eine bejahende Antwort bekommen und schlimmstenfalls gäbe es ja auch andere Tische in der Mensa. Der persönliche Kontakt, der sich bisher aus diesen Gesprächen ergab, hat sicher wiederholt nachhaltigen Einfluß auf die Gestaltung sowohl der Vorlesung als auch der Übungen und Prüfungen ausgeübt.

Die Übungen spielen sich in fünf möglichst gleich großen Gruppen zu je 10 bis 18 Hörern (je nach Studienjahr) ab. Jedes Wochenende werden Studienblätter mit 7 oder 8 Aufgaben plus einigen Zusatzaufgaben ausgegeben, davon ist eine als verpflichtend besonders gekennzeichnet (ein im vergangenen Semester ausgegebener Übungszettel ist auf Beilageblatt II wiedergegeben). Die Teilnahme an den Übungen und die Meldung zum Vorrechnen von Übungsaufgaben ist jedem Studenten freigestellt, nur für die verpflichtende Aufgabe kann jeder Anwesende aufgerufen werden. Während des Semesters muß jeder Teilnehmer aber mindestens 5 Aufgaben zur Zufriedenheit des Übungsgruppenleiters vorgerechnet haben. Außerdem findet drei Mal im Semester eine Übungsklausur statt, in der jeweils 6 Aufgaben angeboten werden, die mit leicht veränderten Zahlenangaben in den vorhergehenden Übungsnachmittagen gerechnet wurden (auch ein Klausurangabenzettel ist auf Beilageblatt III wiedergegeben). Von diesen können 4 beliebige Aufgaben bearbeitet werden (auch mehr, aber angerechnet werden maximal 4 richtige Aufgaben). Außer Taschenrechnern dürfen keine Hilfsmittel verwendet werden; wer den Saal verläßt, liefert seine Arbeit ab, aber die Arbeitszeit ist von 14 Uhr an praktisch unbeschränkt (bisher hatte kein Teilnehmer Lust länger als bis 19 Uhr zu arbeiten). Für einen positiven Semesterübungserfolg ist die richtige Bearbeitung von mindestens 6 Aufgaben insgesamt erforderlich. Teilweise richtige Aufgaben zählen nicht mit, reine Rechenfehler werden angezeichnet, beeinträchtigen jedoch den Charakter einer Aufgabe als "richtig" nicht.

Wir sind uns dessen bewußt, daß diese Übungsklausuren im Verhältnis wesentlich weniger anspruchsvoll sind als Schularbeiten an Höheren Schulen. Der Zweck der Übungsklausuren ist in erster Linie auch

nicht der einer Prüfung sondern der eines Anreizes, sich aktiv an den Übungen zu beteiligen. Wer das tut, ist praktisch des positiven Erfolges seiner Teilnahme sicher. Daß Studenten nach 6 richtig gerechneten Klausuraufgaben auch abschalten können, ist eine ihnen erlaubte Strategie, die sich höchstens nachteilig auf die Übungsnote und auf den Verständniserfolg aus den Übungen für die Prüfung über die Vorlesung auswirkt.

Wer trotzdem sein Soll an 5 befriedigend vorgerechneten Aufgaben und 6 richtigen Klausuraufgaben nicht erfüllt, erhält nachträglich eine (für das Vorrechnen wiederholbare) weitere Gelegenheit, unter etwas verschärften Bedingungen dieses Ziel doch noch zu erreichen.

Über jedes Semester legt jeder Student bei mir einzeln eine mündliche Prüfung ab (als Prüfungsteil einer Teilprüfung der ersten Diplomprüfung ist diese öffentlich), die etwa eine halbe bis drei Viertel Stunde dauert. Die Reihenfolge der einzelnen Semesterprüfungen ist unwesentlich, Voraussetzung ist nur der positive Abschluß der zugehörigen Übungen. In einem Prüfungsgespräch werden 3 Themen des betreffenden Stoffes behandelt. Über das 1. Thema darf der Student nach eigener Wahl zu sprechen beginnen, um in einem Gebiet, das ihm liegt, die anfängliche Spannung etwas abbauen zu können, bevor sich der Prüfer mit Fragen einschaltet. Vom Studenten wird Kenntnis der behandelten Definitionen und Sätze erwartet, die Beweise kann er, soweit ich ihn dazu bitte, an Hand seines mitgebrachten persönlichen Skriptums erläutern. Für Prüfungen mit nichtgenügendem Erfolg gibt es je nach Anzahl ungenügend beherrschter Themen verschiedene Wiederholungsmöglichkeiten (im Studienjahr 1977/78 erbrachten von 154 Prüfungen 29 kein positives Ergebnis).

Wenn man von unserer ziemlich konstanten Zahl von ca. 80 Hörern im ersten Studienjahr ausgeht, können alle Hörer in den ersten 16 Wochen eines Semesters einmal geprüft werden, wenn durchschnittlich jeden Tag 1 Termin zur Verfügung steht. Mehr Termine führen zu Schwierigkeiten, weil manche Tage infolge von Vorträgen, Sitzungen und Kongressen ausfallen. Im Verhältnis zu schriftlichen Prü-

fungen ist der Arbeitsaufwand ohnehin groß und nur bei der gegebenen Hörerzahl zu verantworten, aber der Anreiz zu eingehender Beschäftigung mit dem Stoff für den Studenten, der Kontakt zwischen Professor und Studenten, und die unmittelbar gegebene Möglichkeit der Rückkoppelung, die sich bisher aus dieser Abwicklung der Prüfungen ergaben, scheinen mir immer noch den Aufwand zu rechtfertigen.

Der vorangegangenen Schilderung unserer didaktischen Situation sollte mit einer gesunden Skepsis begegnet werden. Tatsächlich bin ich auf einige Probleme nicht näher eingegangen. Immerhin versuchen wir uns dieser Probleme bewußt zu sein und ihnen wirksam zu begegnen. In einer Vorlesungsstunde des 3. Semesters komme ich einmal unangekündigt mit einem Pack von Fragebögen in den Hörsaal und bitte die etwas verduzt reagierenden Studenten, uns ihre Meinung über das zu sagen, was wir ihnen als unsere Leistung anbieten. Auch die Einfügung zusätzlicher Bemerkungen auf diesem Fragebogen steht jedem Hörer frei. Ein Auszug des letzten Fragebogens mit den entsprechenden Antwortenzahlen ist diesem Bericht beigelegt (Beiblatt IV-VII). Die Bemerkungen sind nicht wiedergegeben. Die schmeichelhaften kann ich anstandshalber nicht gut anführen, und die weniger schmeichelhaften würden alleine auch kein richtiges Bild liefern. Wir versprechen den Hörern auch keine Befriedigung aller Wünsche, sondern ein ernsthaftes Nachdenken darüber, was verbessert werden könnte - und eine offene Begründung, wenn wir denken auf Wünsche nicht eingehen zu können.

Bisher haben wir 3 Hörerbefragungen abgehalten. Von einigen Fragen abgesehen, die auf spezielle Situationen der entsprechenden Jahrgänge abgestimmt waren, ist der Fragebogen im wesentlichen gleichgeblieben. Er geht auf ein Modell zurück, das um 1970 an der Technischen Hochschule Eindhoven verwendet wurde. Unter anderem wird bei der Auswertung pro Frage ein "Unzufriedenheitsgrad" ermittelt, indem die Antworten 1,2,3, bzw. mit 0, 1, 2 Punkten gewertet werden und über alle Hörer gemittelt wird, die bei dieser Frage eine Meinung geäußert haben. Wir haben immer noch zu lernen, aber wir hoffen, daß die Ergebnisse der Befragungen jeweils den Hörern im

4. Semester und denen der folgenden Jahrgänge zugute kommen.

Die didaktische Herausforderung, vor der wir stehen, bleibt immer dieselbe: eine Begegnung von Mensch und Mathematik zu vermitteln, die für den Menschen von bleibendem Wert sein soll.



BEIBLATT I

Hydromechanik

Baudynamik

Qualitätskontrolle

Flächendurchfluß  
(Satz von Stokes)

Schwingungsverhalten  
eines einseitig ein-  
gespannten Balkens

Konfidenzintervall  
für die Erwartung  
einer Zufallsgröße

$$\oint_{\partial S} \langle v, ds \rangle = \iint_S \langle \text{rot } v, n \rangle ds$$

S

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + c^2 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = 0$$

$$P(\xi(\omega) \in [a, b]) = 1 - \alpha$$

$$u(0, t) = 0; \quad u(x, 0) = f(x)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x^2}(0, t) = 0; \quad \frac{\partial u}{\partial t}(x, 0) = g(x)$$

$u(x, t)$  beschränkt

Vektor-Analyse  
mehrfache Integrale  
lineare Abbildungen

part. Diff.-Gleichungen  
gew. Diff.-Gleichungen  
Fourierreihen und -integrale

Statistik  
Zufallsgrößen  
Wahrscheinlichkeit



Reihen

euclidische Geometrie  
komplexe Zahlen  
lineare Algebra  
Integration  
Differentiation  
Grenzwerte  
Folgen und Funktionen

BEIHLATT II

Übungen. Mathematik I, Institut für Mathematik I, 1979-76-2)

150. Geben Sie die allgemeine Lösung der Differentialgleichung  $y'' + 6y' + 25y = 2 \cos 3x$  an.  
Berechnen Sie die Amplitude der stationären Lösung und ihre Phasenverschiebung gegenüber der wirkenden Kraft.
151. Berechnen Sie für die Differentialgleichung  $y'' + 2y' + 5y = 3 \sin 0,5x$  die Amplitude der stationären Lösung in Abhängigkeit von der Frequenz der einwirkenden Kraft. Stellen Sie die Abhängigkeit graphisch dar und bestimmen Sie die Resonanzfrequenz.
152. Geben Sie die allgemeine Lösung der Differentialgleichung  $x'' + k^2x = A_0 \cos kt$  an.  
Skizzieren Sie die stationäre Lösung für  $A_0 = +2$ ,  $k = 1$ .
153. Gegeben sei eine gewichtslose Feder mit der rücktreibenden Kraft  $F = -10x$  und der Reibung  $R = -8\dot{x}$  ( $x$  ist die Auslenkung von der Ruhelage). An die Feder wird ein Massenpunkt mit der Masse  $m = 2$  angehängt. Welche Bahn beschreibt der Massenpunkt unter Berücksichtigung der Gravitation ( $g = 10$ ), wenn er zur Zeit  $t = 0$  die Auslenkung  $x_0 = 2$  und die Geschwindigkeit  $v_0 = 1$  besitzt?

Geben Sie die allgemeine Lösung folgender Differentialgleichungen an

154.  $y^{iv} - 2y'' + y = 24x e^x$ .

155.  $y''' - 2y'' - 5y' + 6y = \sin x$ .

156.  $y' + 36y = e^{-x} \sin 6x$ .

Zusatzaufgaben.

226. Berechnen Sie den spitzen Winkel zwischen den Geraden

a)  $2x + 3y - 7 = 0$  und  $x - 5y + 4 = 0$

b)  $x + 2y + z - 1 = 0$ ,  $x - 2y + z + 1 = 0$  und  $x - y - z - 1 = 0$ ,  
 $x - y + 2z + 1 = 0$ .

227. Berechnen Sie den Abstand der Geraden

$\underline{x} = (2, 1, 0) + \lambda(1, 2, 3)$  und

$\underline{x} = (2, -4, -7) + \mu(-2, 1, 1)$ .

3. Übungsklausur, Mathematik I/b, Institut für Mathematik I,  
SS 1979, 1979 - 06 - 27

Bitte bearbeiten Sie vier der folgenden Aufgaben. Die Lösungen müssen begründet und lesbar geschrieben sein. Sie werden gebeten nicht mit Bleistift zu schreiben.

1) Ermitteln Sie alle komplexen Zahlen, die den Gleichungen

$$a) z^3 = 1 + i\sqrt{3} \quad b) z^4 = 50\sqrt{2}(1+i)$$

genügen.

2) Berechnen Sie unter Verwendung der Euler'schen Formeln:

$$a) \int e^{\alpha x} \cos \beta x \, dx \quad b) \int \sin^2 x \cos 2x \, dx .$$

3) Die Umkehrfunktion von  $y = \coth x$  ist  $x = \operatorname{Ar} \coth y$ .

Zeigen Sie

$$\operatorname{Ar} \coth y = \frac{1}{2} \log \frac{y+1}{y-1}, \quad |y| > 1 \quad \left( \coth x = \frac{e^x + e^{-x}}{e^x - e^{-x}} \right)$$

und berechnen Sie  $\frac{d}{dy} \operatorname{Ar} \coth y$ .

4. Die Krümmung der Kettenlinie  $y(x) = \frac{c}{g} \cosh \frac{g}{c} x + B$

ist im Scheitelpunkt (= tiefster Punkt) durch  $y'' = 0, \text{in}^{-1}$  gegeben, das spezifische Gewicht des Seiles ist  $g = 4 \text{ N/m}$ . Berechnen Sie die Horizontalkomponente  $c$  der Seilkraft.

5. Die Auslenkung  $\theta(t)$  eines schwingenden, reibungsfreien Pendels der Länge  $l$  unter dem Einfluß der Schwerkraft wird durch die Gleichung

$$\theta'' + \frac{g}{l} \theta = 0$$

beschrieben.

Berechnen Sie die Auslenkung in Abhängigkeit von der Zeit zu den Anfangsbedingungen  $\theta(0) = \frac{\pi}{3}$ ,  $\theta'(0) = 0$ .

6. Geben Sie die allgemeine Lösung der Differentialgleichung  $y'' + 2y' + 5y = 17 \sin 2x$  an.

Berechnen Sie die Amplitude der stationären Lösung und ihre Phasenverschiebung gegenüber der wirkenden Kraft.

Wir wünschen allen Hörern schöne Ferien!

Dieser Fragebogen dient dazu, dem Professor und den Übungsleitern eine Übersicht über eventuelle Wünsche zur Verbesserung von Vorlesung, Übungen und Prüfungen zu verschaffen. Wir haben zu den verschiedenen Fragen 4 oder 6 Antwortmöglichkeiten vorgeschlagen. Wir bitten, eine davon einzukreisen oder anzukreuzen. Die Antwortmöglichkeiten haben unabhängig von der speziellen Formulierung stets dieselbe Bedeutung.

1. Der derzeitige Zustand ist in Ordnung
2. Es sind einige Verbesserungen erwünscht
3. Es sind ansehnliche Verbesserungen erwünscht.

Die Antwort keine Meinung kreuzen Sie bitte dann an, wenn Sie die vorhergehenden Antworten nicht ankreuzen wollen oder können.

Sie werden nochmals ersucht, pro Frage genau eine Ziffer anzukreuzen, und zwar die, deren Antwort am meisten mit Ihrer Meinung übereinstimmt.

Weiters sei betont, daß der Fragebogen völlig anonym behandelt wird. Sie brauchen nicht zu fürchten, auf Grund Ihrer Antworten oder eventueller Bemerkungen zu den einzelnen Fragen irgendwelchen Benachteiligungen ausgesetzt zu werden.

#### I. Fragen zur Vorlesung (SS 1977 und WS 1977/78) (insgesamt 38)

##### 1) Finden Sie die an der Tafel gezeichneten Figuren

- |                        |    |
|------------------------|----|
| 1) klar?               | 35 |
| 2) zuwenig klar?       | 3  |
| 3) viel zu wenig klar? |    |
| 4) keine Meinung       |    |

##### 2) Finden Sie das Tafelbild

- |                                 |    |
|---------------------------------|----|
| 1) übersichtlich?               | 23 |
| 2) zu wenig übersichtlich?      | 15 |
| 3) viel zu wenig übersichtlich? |    |
| 4) keine Meinung                |    |

##### 3) Finden Sie den geschriebenen Text auf der Tafel

- |                          |    |
|--------------------------|----|
| 1) lesbar?               | 33 |
| 2) zu wenig lesbar?      | 5  |
| 3) viel zu wenig lesbar? |    |
| 4) keine Meinung         |    |

- 4) Wird in der Vorlesung
- |                                |   |                 |   |
|--------------------------------|---|-----------------|---|
| 1) gerade das richtige Quantum |   | 25              |   |
| 2) zu wenig                    | 2 | 2) zu viel      | 9 |
| 3) viel zu wenig               |   | 3) viel zu viel |   |
| 4) keine Meinung               |   |                 | 2 |
- Stoff als bekannt vorausgesetzt?
- 5) Wie finden Sie die Gliederung der Vorlesung?
- |                                 |  |    |
|---------------------------------|--|----|
| 1) übersichtlich?               |  | 36 |
| 2) zu wenig übersichtlich?      |  | 1  |
| 3) viel zu wenig übersichtlich? |  | 1  |
| 4) keine Meinung                |  |    |
- 6) Finden Sie das Tempo der Vorlesung
- |                     |   |                     |   |
|---------------------|---|---------------------|---|
| 1) richtig?         |   | 24                  |   |
| 2) zu langsam?      | 2 | 2) zu schnell?      | 8 |
| 3) viel zu langsam? |   | 3) viel zu schnell? | 1 |
| 4) keine Meinung    |   |                     | 3 |
- 7) Glauben Sie, daß die Vorlesung
- |                      |   |                  |    |
|----------------------|---|------------------|----|
| 1) im richtigen Maße |   | 21               |    |
| 2) zu stark          | 3 | 2) zu wenig      | 10 |
| 3) viel zu stark     |   | 3) viel zu wenig |    |
| 4) keine Meinung     |   |                  | 4  |
- auf Einzelheiten eingeht?
- 8) Wie finden Sie die Aussprache des Professors?
- |                            |  |    |
|----------------------------|--|----|
| 1) deutlich?               |  | 38 |
| 2) zu wenig deutlich?      |  |    |
| 3) viel zu wenig deutlich? |  |    |
| 4) keine Meinung           |  |    |
- 9) Haben Sie das Gefühl, daß sich der Professor im allgemeinen
- |                       |  |    |
|-----------------------|--|----|
| 1) klar               |  | 38 |
| 2) zu wenig klar      |  |    |
| 3) viel zu wenig klar |  |    |
| 4) keine Meinung      |  |    |
- ausdrückt?
- 10) Erklärt der Professor schwierige Punkte
- |                        |  |    |
|------------------------|--|----|
| 1) klar?               |  | 32 |
| 2) zu wenig klar?      |  | 5  |
| 3) viel zu wenig klar? |  | 1  |
| 4) keine Meinung       |  |    |

1) Wird Ihrer Meinung nach der Stoff der Vorlesung

- |                                |    |
|--------------------------------|----|
| 1) genügend                    | 25 |
| 2) zu wenig                    | 10 |
| 3) viel zu wenig               |    |
| 4) keine Meinung<br>motiviert? | 3  |

2) Halten Sie die Anzahl der Beispiele in der Vorlesung für

- |                    |                  |  |
|--------------------|------------------|--|
| 1) richtig?        | 17               |  |
| 2) zu gering? 20   | 2) zu groß?      |  |
| 3) viel zu gering? | 3) viel zu groß? |  |
| 4) keine Meinung   | 1                |  |

3) Wie beurteilen Sie die Qualität der Beispiele?

- |                            |    |
|----------------------------|----|
| 1) Sie ist gut.            | 26 |
| 2) Sie könnte besser sein. | 11 |
| 3) Sie ist schlecht.       |    |
| 4) keine Meinung           | 1  |

4) Haben Sie

- |                  |    |
|------------------|----|
| 1) genügend      | 36 |
| 2) zu wenig      | 2  |
| 3) viel zu wenig |    |
| 4) keine Meinung |    |

Gelegenheit, in der Vorlesung Fragen zu stellen?

5) Hält sich die Vorlesung

- |                     |                  |
|---------------------|------------------|
| 1) im richtigen Maß | 7                |
| 2) zu wenig 5       | 2) zu stark      |
| 3) viel zu wenig    | 3) viel zu stark |
| 4) keine Meinung    | 26               |

an Lehrbücher oder andere Literatur?

6) Haben Sie das Gefühl, daß Ihnen diese Vorlesung in anderen Lehrveranstaltungen

- |                    |    |
|--------------------|----|
| 1) hilft?          | 34 |
| 2) wenig hilft?    | 1  |
| 3) zu wenig hilft? | 3  |
| 4) keine Meinung.  |    |

17) Entspricht die derzeitige Prüfungspraxis Ihrer Vorstellung vom Sinn einer Prüfung?

- |                   |    |
|-------------------|----|
| 1) gut            | 36 |
| 2) nicht sehr gut |    |
| 3) schlecht       |    |
| 4) keine Meinung. | 2  |

Fragen zu den Übungen:

18) Wie entspricht die derzeitige Praxis der Mathematikübungen Ihrer Auffassung vom Zweck solcher Übungen?

- |                   |    |
|-------------------|----|
| 1) gut            | 16 |
| 2) nicht sehr gut | 16 |
| 3) schlecht       | 4  |
| 4) keine Meinung  | 2  |

19) Wie schließt sich der Inhalt der Übungen an den Vorlesungsstoff an?

- |                           |    |
|---------------------------|----|
| 1) gut                    | 28 |
| 2) könnte besser sein     | 9  |
| 3) muß viel besser werden |    |
| 4) keine Meinung          | 1  |

20) Finden Sie das Tempo, in dem die Übungen behandelt werden,

- |                       |                     |
|-----------------------|---------------------|
| 1) gut?               | 16                  |
| 2) zu schnell? 17     | 2) zu langsam? 1    |
| 3) viel zu schnell? 4 | 3) viel zu langsam? |
| 4) keine Meinung      |                     |

21) Sind die Verbesserungen des Übungsleiters

- |                                |    |
|--------------------------------|----|
| 1) verständlich?               | 20 |
| 2) zu wenig verständlich?      | 15 |
| 3) viel zu wenig verständlich? | 3  |
| 4) keine Meinung               |    |

22) Unterbricht der Übungsleiter die Übung

- |                    |                |
|--------------------|----------------|
| 1) hinreichend oft | 30             |
| 2) zu wenig 6      | 2) zu oft 2    |
| 3) viel zu wenig   | 3) viel zu oft |
| 4) keine Meinung   |                |

um Korrekturen oder Erklärungen abzugeben?