

## Drei goldene Regeln: Wie erstelle ich eine schöne Abgabe?

Hilfestellung zur Bearbeitung von Übungsaufgaben im Mathematikstudium

© 2020–2023 Michael Eisermann, Friederike Stoll und Arne Geyer

eiserm.de/lehre/Goldene-Regeln.pdf

**Mathematik lebt von Kommunikation!** Oberstes Ziel Ihrer Mathematikausbildung ist, dass Sie Ideen und Argumente, Begriffe und Techniken nicht nur passiv nachvollziehen, sondern auch aktiv entwickeln und kommunizieren lernen. Das ist von Anfang an in Ihrem Studium extrem wichtig und ebenso später in jedem qualifizierten Beruf. Dazu gehören einerseits ein gut verständlicher Stil (für Menschen) und andererseits die präzise Formulierung (insbesondere auch für Computer). Genau das üben Sie in Ihren wöchentlichen Hausaufgaben. Wie sieht eine gute Ausarbeitung aus?

**I. Logisch und begründet:** Argumentieren Sie sorgfältig!

0. **Die Logik ist Ihre Autokorrektur!** Ihre Lösung, Beweis oder Rechnung muss korrekt sein, also schrittweise nachvollziehbar und insgesamt vollständig. Kennzeichnen Sie logische Zusammenhänge durch Implikationspfeile ( $\Rightarrow$ ,  $\Leftarrow$ ,  $\Leftrightarrow$ ) oder erklärende Wörter (*daraus folgt, also gilt, denn*). Unbegründete Behauptungen oder unkommentierte Formeln genügen keinesfalls. Da helfen auch keine einschüchternden Floskeln; schreiben Sie *leicht, klar, trivial* nur, wenn es wirklich zutrifft.
1. **Sagen Sie, was Sie tun werden! Tun Sie es! Sagen Sie, dass Sie es getan haben!** Machen Sie deutlich, was Ihre Voraussetzungen und was Ihre Behauptungen sind, was schon gezeigt wurde und was Sie noch zeigen wollen, sowohl am Anfang als auch bei wichtigen Zwischentappen.
2. **Sie wollen verstanden werden? Dann machen Sie sich verständlich!** Nutzen Sie die bewährte Notation und Fachsprache. Alles, was Sie verwenden, jeder Begriff und jede Bezeichnung muss klar definiert sein, wenn nicht schon in der Vorlesung oder der Aufgabe, dann in Ihrer Abgabe.

**II. Vollständig und effizient:** Schreiben Sie weder zu wenig noch zu viel!

3. **Die passende Detailtiefe.** Erklären Sie das Wesentliche! Walzen Sie Einfaches nicht unnötig aus. Dazu müssen Sie zunächst verstehen, was wesentlich und was einfach ist. Nicht alles ist „trivial“, was Sie zunächst dafür halten. Manchmal steckt der Teufel im Detail. Anderes erweist sich als einfacher als vermutet. Die gewählte Detailtiefe hängt schließlich von Kontext und Zielgruppe ab.
4. **Werkzeuge erkennen und nutzen.** Erfinden Sie das Rad nicht immer wieder neu! Nutzen Sie vorherige Ergebnisse aus Vorlesung oder Übung – oder derselben Aufgabe. Nennen Sie explizit, was Sie verwenden. Nutzen Sie Analogien: Rechnungen oder Beweisideen, die schon oft geübt wurden, sollen Sie erkennen und wiederverwenden und soweit nötig geeignet anpassen.
5. **Formeln oder Worte?** Manchmal sagt eine präzise Formel mehr als ausschweifende Worte, insbesondere als Vorbereitung zur Programmierung. Andermal ist eine verbale Erklärung bequemer und hilfreicher als eine schwerfällige Formel, solange die gemeinte Formalisierung dadurch klar wird. Im Zweifel ist die Kombination ideal: präzise Formel mit hilfreicher Erläuterung.

**III. Einladend und ästhetisch:** Geben Sie Ihrer Abgabe den verdienten Feinschliff!

6. **Sie schreiben für Menschen, nicht für Computer!** Ihre Abgabe schreiben Sie in einer natürlichen Sprache (Deutsch, Englisch, Französisch, ...) in vollständigen, grammatikalisch korrekten Sätzen. Eine gute Lösung ist kein kryptisches Orakel, sondern eine klare, strukturierte Darstellung.
7. **Richtig schön!** Ihre Reinfassung soll nicht nur korrekt und vollständig, sondern auch optisch schön gestaltet sein: lesbare Schrift, saubere Zeichnungen, übersichtliche Anordnung. Ist zu viel durchgestrichen, schreiben Sie es lieber nochmal ins Reine. Sie wollen stolz auf Ihre Abgabe sein!

Wenn Sie diese goldenen Regeln achten und ehren, werden Sie viel Freude mit der Mathematik haben: Besser zu formulieren hilft klarer zu denken. Besser zu lösen hilft erfolgreicher zu lernen.

**Fordern und fördern.** Die obigen Regeln sollen und werden Ihnen helfen. Wir legen sie umgekehrt auch bei der Korrektur an: Wer diese Regeln bei Hausaufgaben missachtet, muss mit Punktabzug rechnen.

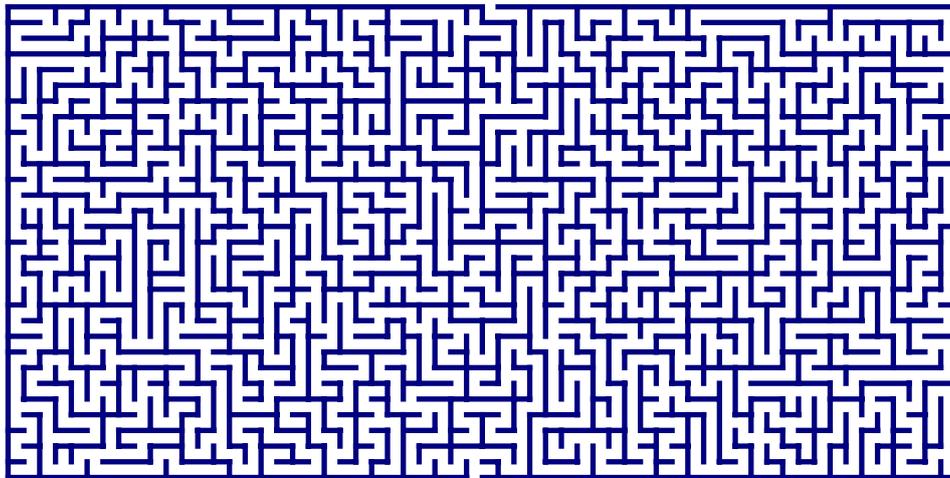
Das gilt auch in Klausuren: Dort haben Sie weniger Zeit, daher legen wir die Regeln der Ästhetik (6,7) weniger streng aus — solange wir Ihre Ausführungen eindeutig verstehen können. Die Regeln der Logik (0,1,2) gelten immer. Die Regeln der Effizienz (3,4,5) erzwingen sich von selbst: Schreiben Sie zu viel, so vergeuden Sie Ihre knappe Zeit. Vergessen Sie wesentliche Schritte, so erwirtschaften Sie weniger Punkte. Gewinnen Sie also Routine, üben Sie sich Woche für Woche in diesen Techniken!

Diese Regeln sind nicht willkürlich. Sie gelten sinngemäß für jede gelungene, faire Kommunikation. Im Studium: Hausaufgaben, Seminarvortrag, Abschlussarbeit, wissenschaftlicher Artikel oder Buch, etc. Im Beruf: Präsentation, Programmierung, Dokumentation, etc. Dazu benötigen Sie langjährige Erfahrung und treffsichere Abwägung, angepasst an Ihre jeweilige Zielgruppe (Zuhörer:innen, Leser:innen).

**Lernen Sie schrittweise! Wir helfen Ihnen.** Besonders am Anfang des Studiums legen wir großen Wert auf kleinschrittige Erklärungen, Genauigkeit und Vollständigkeit: Wir machen es gut vor, Sie sollen es kritisch übernehmen. Anfangs sind Ihre eigenen Schritte noch zaghaft und wacklig, doch durch wöchentliches Training in der Vorlesung und vor allem in der Übung lernen Sie schon bald sicher zu laufen.

Nehmen Sie sich genug Zeit und beginnen Sie rechtzeitig mit Ihrer Bearbeitung, dann können Sie alles noch einmal überdenken und korrekturlesen. Nach der Abgabe bieten wir Ihnen unsere Lösungen. Anfangs sind diese sehr ausführlich, später sind manche Schritte dort nur kurz zusammengefasst oder als Idee skizziert; in Ihrer Abgabe sollen Sie diese angemessen ausführen. Als zusätzliche Hilfe enthalten manche Lösungshinweise zudem Heuristiken, Erläuterungen, Ergänzungen oder mögliche Alternativen.

Niemand ist perfekt, wir leider auch nicht: Bitte fragen Sie nach, wo Sie einen Fehler oder eine Unklarheit vermuten. Wir freuen uns über Ihr Engagement und Ihre Rückfragen!



**Wie löse ich ein mathematisches Problem?** Eine Lösung aufzuschreiben ist Handwerk, sie zu finden hingegen ist Kunst! George Pólya erklärt hierzu in seinem Buch *How to solve it* folgende vier Phasen:

1. Zuerst müssen Sie das vorliegende Problem verstehen: Was ist das Ziel? Wo liegt der Start?
2. Anschließend machen Sie sich einen Plan: Was sind mögliche Wege vom Start zum Ziel?
3. Führen Sie Ihren Plan sorgfältig aus: Führt Ihr vermuteter Weg vom Start zum Ziel?
4. Schließlich schauen Sie zurück: Was lässt sich vereinfachen oder verbessern?

Das ist meist kein geradliniger Prozess, sondern ein verzweigtes Erkunden und planvolles Probieren. Dazu benötigen Sie Kreativität und Sorgfalt, Geduld und Erfahrung! Ahmen Sie erfolgreiche Techniken nach. Folgen Sie guten Vorbildern, insb. aus Vorlesung und Übung. Nutzen Sie vorhandene Werkzeuge. Betrachten Sie Beispiele und Spezialfälle. Machen Sie sich Skizzen. Konkretisierung kann vereinfachen. Abstraktion kann vereinfachen. Probleme zu lösen lernen Sie nur, indem Sie selbst Probleme lösen. Ein Instrument lernen Sie nicht durch den Besuch von Konzerten, sondern nur durch regelmäßiges Üben. Schließlich ganz wichtig: Lernen Sie, Fragen zu stellen, sich selbst und Ihren Kommilitonen und uns!