

## Beispielfragen für eine mündliche Prüfung in Thermodynamik / statistische Physik

**Generell gilt: keine Panik!** Die Prüfung soll im Idealfall ein angenehmes Gespräch zwischen Ihnen und mir im Beisein einer Beisitzer:in sein, bei dem wir uns über Thermodynamik und statistische Physik unterhalten.

Wichtig ist mir dabei, dass Sie mir das Gefühl geben, mit den Inhalten der Vorlesung etwas anfangen zu können (mit Abstufungen ca. von „gehört haben - kennen - verstehen und anwenden können“). Idealerweise können Sie verschiedene Konzepte der Vorlesung miteinander verbinden, also z.B.:

Definition der Temperatur in Thermodynamik - Lagrange-Multiplikatoren in der statistischen Physik - Rolle/Interpretation der Temperatur im kanonischen bzw. großkanonischen Ensemble - Zusammenhang mit Wärmeflüssen (Temperaturunterschiede!), Entropietransport und die Anwendung davon in Carnot-Maschinen (Stichwort Wirkungsgrad).

Mit so einem „Komplex“ kann man dann schon eine ganze Prüfung füllen und nebenbei z.B. noch Dinge wie Wärme und Prozessgrößen ansprechen.

Eine Prüfung, in der all diese Themen korrekt besprochen werden, und in der ich das Gefühl habe, sie haben die Konzepte und ihre Zusammenhänge verstanden, wäre eine ziemlich gute. Aber natürlich ist auch Wissen von einzelnen Fakten oder das erklären können von diesem oder jenem Konzept etc. schon ein Anfang!

Generell ist mein Ziel in der Prüfung, festzustellen, was Sie wissen - nicht, was Sie nicht wissen. Erzählen Sie mir also gerne das, was Sie wissen. Wenn ich trotzdem die Grenzen Ihres Wissens teste, dann tue ich das nur, weil ich auch eine gute von einer sehr guten Prüfung unterscheiden können muss.

Erfahrungsgemäß ist es tendenziell auch eher besser zu sagen, dass man etwas nicht weiß, als etwas falsches zu sagen. Trotzdem können Sie gerne Mutmaßungen anstellen („Weiß ich jetzt nicht, aber weil ich X und auch Y noch im Kopf habe, könnte es doch wegen dem und dem so sein, dass die Antwort das und das ist.“) - das zeigt im besten Fall, dass Sie das Themenfeld so gut verstanden haben, dass Sie Ihr Wissen sinnvoll „extrapolieren“ können.

Wenn Sie einen black out haben - keine Sorge, das ist uns allen schon mal passiert. Wir können dann gerne auf ein anderes Themenfeld ausweichen.

Und hier sind dann auch ein paar **Beispielfragen**, die Sie zur Vorbereitung gerne mit Ihren Kommilitone:innen diskutieren können. Auch Fragen nach einer Art „Zusammenfassung“ des Inhalts von Übungsaufgaben wären möglich.

Aus den letzten Semestern gibt es außerdem Beispielfragen, siehe z.B. <https://bildungsportal.sachsen.de/opal/auth/RepositoryEntry/29812064257/CourseNode/1621564997570442009>

Was ist ein Mikro- bzw. Makrozustand? Geben Sie ein konkretes Beispiel für einen Mikrozustand in Quantenmechanik und in einem klassischen System.

Wie definieren wir Wahrscheinlichkeiten bei Zufallsexperimenten mit diskreten Ergebnissen? Wie ist Wahrscheinlichkeit bei kontinuierlichen Zufallsvariablen definiert?

Welche Eigenschaften haben Wahrscheinlichkeiten?

Was ist die Definition von Mittelwert und Standardabweichung/Varianz? Was ist die Interpretation der Standardabweichung?

Nennen Sie eine wichtige Wahrscheinlichkeitsverteilung und diskutieren Sie deren Eigenschaften (z.B. Form, Zusammenhang mit anderen Wahrscheinlichkeitsverteilungen, Mittelwert, Standardabweichung)

Wie ist die informationstheoretische Entropie definiert? Was ist die Interpretation dieser Größe?

Was ist ein Ensemble? Was versteht man unter Ensemble-Mittel (gerne konkretes Beispiel), und wie hängt dieses mit dem Zeitmittel zusammen (auch bei Zeitmittel: was ist ein Beispiel)?

Was ist eine Dichtematrix? Wie kann man mit ihr Erwartungswerte berechnen?

Was ist ein reiner Zustand vs. ein gemischter Zustand? Wie können Sie diese in der Praxis unterscheiden (z.B. in einer Übungsaufgabe mittels einer kleinen Rechnung)?

Wie berechnet man die Zeitentwicklung der Dichtematrix, und worauf beruht diese Formel?

Was ist ein theoretisches Bild, in dem gemischte Zustände ganz natürlich auftreten?

Was ist die Definition der Entropie in der statistischen Physik (mit Dichtematrix oder Wahrscheinlichkeiten)? Mit welchem physikalischen Prinzip hängt Entropie zusammen? Warum ist sie eine gute Größe, um dieses Prinzip in eine Formel zu gießen (hier genügt ein Beispiel)?

Wie sind mikrokanonisches, kanonisches und großkanonisches Ensemble definiert? Geben Sie ein Beispiel/zeichnen Sie eine entsprechende physikalische Situation.

Was besagt das Maximalprinzip der Entropie?

Was folgt aus dem Maximalprinzip der Entropie im mikrokanonischen, kanonischen und großkanonischen Ensemble für die Dichtematrix? Wie geht diese Rechnung (wichtigste Schritte)?

Wie funktioniert Extremierung mit Nebenbedingungen (was ist das praktische „Kochrezept“ dafür)?

Was ist die allgemeine Definition der Zustandssumme, und wie sieht diese z.B. für Zustände  $i$  mit Energien  $E_i$  im kanonischen Ensemble aus?

Warum wird die Zustandssumme oft als zentrale (bzw. sehr nützliche) Größe in der Thermodynamik angesehen?

Was besagt der Gleichverteilungssatz im kanonischen Ensemble?

Was ist in der Thermodynamik ein Zustand, eine Zustandsgröße? Was bedeutet in diesem Kontext intensiv vs. extensiv?

Was ist eine Zustandsänderung? Was passiert dabei mit einer Zustandsgröße? Was mit einer Prozessgröße? Kennen Sie Beispiele für Prozessgrößen? Können Sie (z.B. mit einem Bild) erläutern, warum diese Prozessgrößen sind?

Was ist eine reversible bzw. irreversible Zustandsänderung? Geben Sie auch ein Beispiel!

Was versteht man unter thermodynamischem Gleichgewicht?

Was ist Temperatur? Vergleichen Sie hierbei auch die „klassische“ Thermodynamik und statistische Physik.

Was ist Wärme? Was ist eine Wärmekapazität, und wie lässt sich diese durch „Nebenbedingungen“ in Größen mit eigenem Namen unterteilen?

Nennen und erklären Sie Hauptsätze 0 bis 3 der Thermodynamik.