

Themen für Staatsexamens-, Bachelor- und Masterarbeiten in der Arbeitsgruppe (Stand Januar 2023)

1. Energieströme in Gravitationsfeldern (vergeben)

So wie man die Energiestromverteilung in elektromagnetischen Feldern mit der Formel $\mathbf{E} \times \mathbf{H}$ berechnet, kann man auch die Energieströmung in Gravitationsfeldern mit einer analogen Formel berechnen. In der Arbeit sollen Energiestromlinienbilder berechnet und gezeichnet werden für einige einfache Verteilungen von Massenströmen, etwa für einen Ring der im homogenen Gravitationsfeld der Erde rotiert, oder für eines Rad, oder auch für die rotierende Erde im Gravitationsfeld der Sonne.

2. Praktische Realisierungen von Qubits (vergeben)

Quantencomputer sind im Kommen, und sie werden auch ein Unterrichtsthema sein. Das Thema kann aus unterschiedlichen Perspektiven behandelt werden. Uns geht es hier um einen Aspekt: Wie kann man Qubits technisch realisieren? Wie schafft man es konkret, Qubits zu verschränken und zu manipulieren.

3. Von-Neumann-Entropie

Im Zusammenhang mit dem Quantencomputer bekommt ein Entropiebegriff eine zunehmende Bedeutung, der 1932 von von Neumann eingeführt worden war. Die von-Neumann-Entropie soll in der Arbeit möglichst plausibel vorgestellt werden für jemanden, der Grundkenntnisse der Quantenphysik hat.

4. Thermodynamik schwarzer Löcher

Schwarze Löcher sind ein gigantisches Entropiereservoir. Sie enthalten den weitaus größten Teil der Entropie des Universums. Im Zusammenhang mit diesem Thema werden oft Aussagen formuliert über die Information, die in schwarzen Löchern unwiederbringlich verloren geht. Diese Aussagen sollten kritisch diskutiert werden.

5. Deep learning und künstliche Intelligenz (wahrscheinlich vergeben)

Deep learning und KI sind auf dem Vormarsch. Welches Verständnis sollte man als Allgemeinbildungsgut begreifen? Was sollte man in diesem Zusammenhang im Physikunterricht ansprechen?

6. Die Herleitung quantenstatistischer Formeln aus der phänomenologischen Thermodynamik

Das Thema hört sich kompliziert an, ist es aber nicht. Es geht darum, ein Verfahren möglichst einfach darzustellen, das es gestattet, die Fermi-Dirac- und die Bose-Einstein-Verteilung aus wenigen einfachen Vorgaben abzuleiten. Es gibt hierzu eine gut lesbare Literatur.

7. Bilanzen mengenartiger Größen an Windrädern (vergeben)

Energie- und Impulsbilanz bei Windrädern, aber auch bei deren „Umkehrung“, also dem Propeller von Flugzeug und Hubschrauber. Wie lässt sich ein Wirkungsgrad definieren, etwa in Analogie zum exergetischen Wirkungsgrad.

8. Chemische „Kraftmaschinen“

Ein bekanntes physikalisches Spielzeug ist der Trinkvogel (siehe Wikipedia). Er ist aus Glas und kann sich neigen und wieder aufrichten – und das tut er auch, wenn man dafür sorgt, dass sein Schnabel in der tiefen Position in Wasser taucht. Es handelt sich dabei um eine „chemische Kraftmaschine“. So wie eine Wärmekraftmaschine ein Temperaturgefälle ausnutzt, so beruht die chemische Maschine auf einem chemischen Potentialgefälle. Vor einiger Zeit wurde nun eine weitere chemische Kraftmaschine erfunden, siehe etwa

<http://www.popularmechanics.com/science/energy/a16045/evaporation-engine/>

Es sollen diese beiden „Maschinen“ genauer untersucht werden. Dabei soll es insbesondere um die Frage nach dem maximalen Wirkungsgrad gehen.

9. Zur thermischen Wellenlänge

Man kann für die Teilchen eines Gases aus der Teilchenmasse und der Temperatur eine Größe der Dimension einer Länge definieren. Man nennt diese Größe die thermische Wellenlänge der Teilchen. Diese „Länge“ ist in verschiedenen Zusammenhängen wichtig, und sie hat eine einfache Interpretation. Sie soll an Hand verschiedener Beispiele diskutiert werden.

10. Impuls- und Energieströme in elektromagnetischen Feldern

Die Impulsstromdichte und die Energiestromdichte im elektromagnetischen Feld hängt auf einfache Art mit den Feldstärken zusammen. Welche Stromverteilungen ergeben sich für einfache Standardfelder: Punktladung, Kondensator, Spule, ebene Sinuswelle, Rechteckwelle, Welle einer Dipolantenne,... Wie ändert sich die Verteilungen bei Bezugssystemwechsel? Die Stromdichtefelder sollten mit einer hochwertigen Software (COMSOL zum Beispiel?) berechnet werden.

11. Extremalprinzipien in der Physik

„Das System strebt in einen Zustand minimaler Energie“, „Es stellt sich ein Zustand minimaler Entropieproduktion ein“ etc. Extremalprinzipien wie diese gibt es noch zahlreiche andere. Sie sollen zusammengetragen und miteinander verglichen werden. Analogien sollen herausgestellt werden

12. Quaternionen in der Physik

„Quaternionen sind ein Zahlenbereich, der den Zahlenbereich der reellen Zahlen erweitert – ähnlich den komplexen Zahlen und über diese hinaus.“ (Wikipedia)

Die Quaternionen haben in der Geschichte der Physik eine gewisse Rolle gespielt, sind aber wieder von der Bildfläche verschwunden.

In der Arbeit sollen die Quaternionen möglichst elementar eingeführt und vorgestellt werden, und es soll an mindestens einem Beispiel ihre Brauchbarkeit für die Physik gezeigt werden. Evtl, könnten auch die Oktonionen kurz eingeführt werden.

13. Entropiekonjugierte Größen

Zu jeder der extensiven Größen Impuls, Drehimpuls, elektrische Ladung, Entropie und Stoffmenge gehört eine intensive Größe, nämlich Geschwindigkeit, Winkengeschwindigkeit, elektrisches Potenzial, Temperatur und chemisches Potenzial. Das Produkt aus extensiver und zugehöriger intensiver Größe ergibt eine Energie. Man sagt auch extensive und intensive Größe seien „energie-konjugiert“. Man kann nun auch Pärchen einführen, die entropiekonjugiert sind. Die jeweiligen „intensiven“ Größen sind aber nicht im Gebrauch und scheinen recht unanschaulich zu sein. Trotzdem ist diese Strukturierung der Physik für die Beschreibung bestimmter Vorgänge wahrscheinlich besonders passend. Das soll untersucht werden.