

## Themen für Bachelor- und Masterarbeiten (auch Staatsexamensarbeiten)

### 1. Das Milne-Universum (Bachelor)

Das Milne-Universum ist der Gegenstand einer relativ einfachen kosmologischen Theorie, die nur die spezielle (d.h. nicht die allgemeine) Relativitätstheorie verwendet. In der Arbeit soll die Milne-Theorie so dargestellt werden, dass sie jemand, der nur die SRT kennt, leicht verstehen kann.

### 2. Beschleunigte Elektronen (Bachelor)

Ein beschleunigtes Elektron strahlt eine elektromagnetische Welle ab. Ein Elektron, das in einem Gravitationsfeld frei fällt, sollte also strahlen. Im Bezugssystem des Elektrons ist aber das Gravitationsfeld verschwunden, und das Elektron ruht. Also kann es nicht strahlen.

Dieses Paradox ist sehr alt, und es gibt eine umfassende Literatur dazu. In der Arbeit soll die Auflösung des Paradoxons in einer leicht verständlichen Art dargestellt werden.

### 3. Die „modifizierte Newtonsche Dynamik“ (MoND) (Master)

Die Sterne unserer Galaxie bewegen sich anscheinend nicht so, wie es den Keplerschen Gesetzen entspricht. Die Abweichung wäre zu erwarten, wenn es dunkle Materie gäbe. Eine andere Ursache könnte sein, dass die Newtonschen Gesetze nicht exakt gelten. In der Arbeit soll die entsprechende Theorie auf möglichst einfache Art dargestellt werden.

### 4. Praktische Realisierungen von Qubits (Master)

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. Insbesondere sollen supraleitende Qubits behandelt werden.

### 5. Räume in Physik und Mathematik (Bachelor)

Ein Quantencomputer operiert in einem hochdimensionalen Raum (dem Hilbertraum). Um ihn zu verstehen, muss Klarheit darüber bestehen, was man unter einem hochdimensionalen Raum versteht. Nun wird die Bezeichnung Raum in der Mathematik, in der Physik und in der Umgangssprache in unterschiedlichen Bedeutungen verwendet. Das führt zu Lernschwierigkeiten, u. a. im Zusammenhang mit dem Quantencomputer. Die Arbeit versuchen, soll Ordnung in das begriffliche Chaos zu bringen.

### 6. Von-Neumann-Entropie (Master)

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.

### 7. Thermodynamik schwarzer Löcher (Master)

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.

### **9. Chemische „Kraftmaschinen“ (Bachelor)**

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.

### **10. Zur thermischen Wellenlänge (Master)**

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.

### **11. Impuls- und Energieströme in elektromagnetischen Feldern (Bachelor)**

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 (zum Beispiel Maple) berechnet werden.

### **12. Extremalprinzipien in der Physik (Bachelor)**

„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

### **13. Entropiekonjugierte Größen (Master)**

Zu jeder der extensiven Größen Impuls, Drehimpuls, elektrische Ladung, Entropie und Stoffmenge gehört eine intensive Größe, nämlich Geschwindigkeit, Winkelgeschwindigkeit, 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.