

PAM-Projektunterricht

Klasse 4h, FS 2023

Leitung: A.H. Truong, Ch. Thalmann

Ziel

Sie vertiefen sich in Zweiergruppen in ein spezifisches Thema aus dem interdisziplinären Raum zwischen Mathematik und Physik. Sie üben sich in den Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens.

Zeitplan

- In der ersten PU-Lektion (Fr. 03. März) formen Sie Ihre Zweiergruppen und wählen Ihr Thema. Jedes Thema kann nur von einer Gruppe gewählt werden.
- Spätestens zum Ende der zweiten PU-Doppelktion erstellen Sie einen **Konzeptplan** für Ihr Projekt. Darin steht die Fragestellung, die Sie beantworten wollen, die mathematischen und physikalischen Werkzeuge, die Sie dafür einsetzen wollen, und ein provisorischer Zeitplan. Teilen Sie sich für die Auswertung und Bericht genug Zeit ein — das Hauptexperiment sollte nicht mehr als 1–2 Doppelktionen in Anspruch nehmen. Teilen Sie diesen Konzeptplan per Teams mit den Lehrpersonen.
- In den folgenden PU-Lektionen arbeiten Sie selbständig an der Lösung Ihrer Fragestellung. Führen Sie fortlaufend ein **Projektjournal**, in welchem Sie Ihren Fortschritt festhalten. Passen Sie den Zeitplan an, wenn Sie zu langsam oder zu schnell vorwärts kommen.
- In der letzten Doppelktion vor den Frühlingsferien (**Fr. 21. April** 24:00) geben Sie pro Zweiergruppe Ihr **Projektjournal** sowie einen wissenschaftlichen **Bericht** zu Ihrer Arbeit ab.
- Nach den Ferien findet der PU nur noch an zwei Freitagen statt: Am 12. Mai und am 26. Mai. An einem dieser Tage halten Sie eine **Präsentation** Ihrer Arbeit vor der Klasse. Aus Fairnessgründen sollen alle Zweiergruppen ihre Präsentation auf den **12. Mai** hin vorbereiten; die Zuteilung auf die zwei Durchführungstage findet erst zu Beginn der PU-Lektion am 12. Mai statt. Es besteht die Möglichkeit, sich für den ersten Durchführungstag freiwillig zu melden.

03.03.	Gruppenbildung, Themenwahl	14.04.	Projektarbeit
10.03.	Exkursion	21.04.	Projektarbeit, Abgabe
17.03.	Projektarbeit, Konzeptplan fertig	12.05.	Präsentationen
24.03.	Projektarbeit	19.05.	Auffahrt
31.03.	Projektarbeit	26.05.	Präsentationen
07.04.	Karfreitag	02.06.	Letzter Schultag

Eigenständigkeit

Die Zweiergruppen arbeiten selbständig und unabhängig voneinander. Die Lehrpersonen geben bei Bedarf richtungsweisende Ratschläge und stehen als Ansprechpersonen zur Verfügung.

Ort

Sie arbeiten während der PU-Doppelstunden prinzipiell am MNG (Schulzimmer, Mediothek, etc.). Sie erscheinen zu Beginn und am Ende jeder Doppelstunde im Schulzimmer für die Absenzenkontrolle. Beantragen Sie Ausnahmen (z.B. für Experimente im Freien) bei den Lehrpersonen.

Material

Die Sammlung des Physikinstituts umfasst viele Experimente, die Ihnen auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden können. Bitte melden Sie sich mindestens eine Woche im Voraus, damit die Experimente reserviert und vorbereitet werden können. Falls Sie Material brauchen, das die Schule nicht zur Verfügung stellen kann, müssen Sie es selber besorgen.

Die Bibliotheken der Mathematik- und Physik Institute sowie die Mediothek stehen Ihnen für Recherchen zur Verfügung. Es ist empfehlenswert, sich nicht nur auf Internetquellen abzustützen.

Produkte und Bewertung

Ihre Bewertung basiert auf drei Produkten:

- Das **Projektjournal** enthält nebst dem Konzeptplan auch alle Skizzen, Überlegungen, Herleitungen, Rohdaten, Auswertungen usw., die während Ihrer Arbeit anfallen. Halten Sie darin auch fortlaufend fest, wie gut Sie mit Ihrem Zeitplan vorwärts kommen.
- Der **Bericht** entspricht in Aufbau, Umfang und Format etwa einem ausführlichen Physik-Praktikumsbericht (ca. 10 Seiten). Er soll genügend Einführung und Erklärung enthalten, damit Ihre Klassenkamerad*innen dem Bericht folgen können und verstehen, was Sie gemacht haben. Halten Sie sich an die Regeln des wissenschaftlichen Arbeitens, insbesondere an das Verweisen auf Literaturquellen.
- Die **Präsentation** soll rund 15 Minuten dauern. Führen Sie Ihre Mitschüler*innen in Ihre Fragestellung ein, engagieren Sie sie für das Thema und zeigen Sie ihnen, was Sie erreicht haben. Benutzen Sie visuelle Hilfsmittel und Demonstrationsobjekte. Danach folgt eine kurze Diskussionsphase, in der Sie Fragen aus der Hörschaft beantworten.

Die **PU-Note** wird aus dem Bericht und der Präsentation mit der Gewichtung 2:1 berechnet. Das Projektjournal wird ggf. zu Rundungszwecken verwendet. Die PU-Note zählt dann sowohl in der Angewandten Mathematik als auch in der Physik als je eine Prüfungsnote.

Themen

Die folgenden Projekte sind als Anregungen gedacht. Sie müssen Ihr Projekt zuerst vielleicht genauer formulieren und eingrenzen, später etwas variieren oder ausbauen. Sie können nach Rücksprache mit den Lehrkräften auch ein eigenes Projekt verfolgen. Es wird ein mathematisch hochstehendes Niveau und, falls möglich, auch ein experimenteller Teil erwartet.

1. **Velopneu:** Relativ zum Fahrrad bewegt sich ein Stück Pneu gleichmässig auf einem Kreis um die Radnabe. Sie können die Bahn, die momentane Geschwindigkeit und die Beschleunigung problemlos berechnen. Was passiert, wenn Sie dieselbe Bewegung relativ zur Strasse anschauen? Wie sehen Bahn, Geschwindigkeit und Beschleunigung aus?
2. **Looping:** Untersuchen Sie die Kinematik und Dynamik eines reibungsfreien Wagens, der antriebslos durch einen senkrecht stehenden, kreisförmigen Looping rollt. Was ändert sich, wenn man den Wagen durch eine rollende Kugel ersetzt? Welche Form müsste der Looping haben, damit die Kräfte auf die Passagiere sanft anwachsen und abklingen?
3. **Brachistochrone:** Erforschen Sie die Eigenschaften einer Brachistochronenkurve. Führen Sie mechanische Experimente durch, um die Behauptung zu Prüfen (z.B. eine Kugel auf verschiedenen Kurven rollen lassen). Wie präzise können Sie die Bewegung der Kugel beschreiben?
4. **Planetenkreis:** Laut Newtons Gravitationsgesetz ist die Gravitationskraft zwischen zwei Massen umgekehrt proportional zum Quadrat ihres Abstands: $F_G \propto r^{-2}$. Newton hat berechnet, dass bei einem Kraftgesetz $\propto r^{-5}$ ein Planet unter geeigneten Startbedingungen auf einer perfekt halbkreisförmigen Bahn in den Stern stürzen könnte. Prüfen Sie das nach.

5. **Burg:** Eine Kanone soll eine Burg treffen, die um eine gewisse waagerechte und senkrechte Distanz entfernt auf einem Hügel steht. Wie groß ist die minimale Abschussgeschwindigkeit, mit welcher die Kugel die Burg erreichen kann? Welcher Abschusswinkel gehört dazu?
6. **Regenbogen:** Ein Regenbogen kommt durch Sonnenlicht zustande, das in kugelförmige Regentropfen hineingebrochen, auf der Innenseite einmal reflektiert und dann wieder in die Luft hinausgebrochen wird. Simulieren Sie diesen Strahlenverlauf für viele parallele einfallende Strahlen. Bei welchem Winkel zur Sonne ist das austretende Licht am hellsten?
7. **Magnus Glider:** Aus zwei zusammengeklebten Wegwerfbechern kann man einen Gleiter basteln, welchen man mit einem Gummiband in die Luft schießen kann. Erforschen Sie die seltsame Flugbahn eines solchen Gleiters.
8. **Büroklammerkette:** Verbinden Sie eine Anzahl Büroklammern zu einer Kette und hängen Sie sie an ihren zwei Enden auf. Beschreiben Sie die Form der hängenden Kette mathematisch. Wie ändert sich die Kurve, wenn sie in regelmäßigen Abständen mit Gewichten belastet wird (Hängebrücke)? Zudem kann man die Kette als Pendel baumeln lassen. Wie hängt die Periode von ihren physikalischen Parametern ab?
9. **Schaumzerfall:** Untersuchen Sie die Behauptung, dass Schaum (z.B. auf einem alkoholfreien Bier) exponentiell zerfällt. Führen Sie dafür einige Experimente durch. Wie gut passt das Modell auf die Realität?
10. **Steigendes Wasser:** Wasser steigt durch eine Sandsäule oder in einem senkrecht gehaltenen Löschpapier auf. Verfolgen Sie den Wasserpegel als Funktion der Zeit. Welche Form hat die Funktion? Wie hängen ihre Parameter von den physikalischen Begebenheiten ab? Wo bleibt das Wasser stehen?
11. **Jäger und Beute:** Eine Gazelle flieht vor einem Geparden und schlägt plötzlich einen rechtwinkligen Haken. Welche Bahn beschreibt der Gepard, wenn er zu jeder Zeit auf die aktuelle Position der Gazelle zurennt?
12. **Wasserwelle:** Simulieren Sie die Bewegung einer Wasserwelle in Echtzeit.
13. **Fata Morgana:** Auf welcher Bahn verläuft ein Lichtstrahl durch ein Medium mit linear abnehmendem Brechungsindex?
14. **Raketengleichung:** Eine Rakete stößt mit konstanter Rate und mit konstanter Relativgeschwindigkeit Verbrennungsgase aus. Welche absolute Geschwindigkeit erreicht die Rakete nach einer gewissen Zeit? Denken Sie daran, dass die Rakete an Masse verliert.
15. **Abkühlung:** Eine heiße Tasse Kaffee kühlt ab. Wie verhält sich die Temperatur als Funktion der Zeit? Kommt es darauf an, ob die Wärme in erster Linie durch Wärmeleitung oder durch Strahlung abgegeben wird?
16. **Viskosimeter:** Modellieren Sie die Sinkbewegung einer Metallkugel in Öl oder Wasser. Vergleichen Sie Ihre Voraussagen mit eigenen Messungen. Bestimmen Sie daraus experimentell die Viskosität Ihrer Flüssigkeit. Als Ergänzung könnten Sie das Aufsteigen einer Luftblase in der Flüssigkeit untersuchen.