

Fermi-Fragen Mathematik, die zu reden gibt

Bei der Arbeit an Fermi-Fragen ist Kommunikation von zentraler Bedeutung: Prozesse und Inhalte müssen ausgehandelt werden, in Gruppen finden rege Diskussionen statt, es gilt zu argumentieren und darzustellen. Und natürlich kommt dabei die Mathematik selbst nicht zu kurz ...

Werner Jundt

Die Schülerinnen und Schüler der 8c im Pestalozzi-Schulhaus in Burgdorf arbeiten in der heutigen Doppelstunde an Fermi-Fragen. Drei Fragen stehen zur Auswahl, alle aus dem vor kurzem behandelten Themenbereich Kreisberechnungen.

- Wie viele Velo-Pedalumdrehungen macht die Durchschnitts-8-Klässlerin/der Durchschnitts-8-Klässler pro Jahr?
- Wenn alle Einwohnerinnen und Einwohner Burgdorfs Hand in Hand einen Kreis bilden würden – wie oft hätte die Gesamtbevölkerung der Schweiz darin Platz?
- Wie oft könnte man mit dem in der Schweiz jährlich
- verbrauchten WC-Papier den Erdäquator umspannen?

Jede Gruppe – bestehend aus drei Schülerinnen und Schülern – entscheidet sich für eine der Fragen, und schon wird eifrig über das Vorgehen diskutiert, Vorschläge werden geäussert und zum Teil auch gleich wieder verworfen. Während in einigen Gruppen rasch Notizen und auch schon Berechnungen entstehen, suchen andere noch nach einem Lösungsansatz. Was wissen wir – und was müssten wir noch wissen? Und wie kommen wir dazu? Mit den Laptops gehen die 8. Klässler routiniert um. Aber auch Google weiss nicht alles.

Es wird disputiert, skizziert, gerechnet

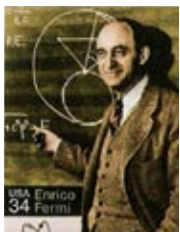
Luca braucht ein Messband. «Wie viele Leute bringt man auf einen Quadratmeter?» Luca macht sich am Boden zu schaffen. Am Tisch nebenan verhandeln Vera, Anissa und Rebecca, wie viel WC-Papier man im

Durchschnitt wohl pro Tag braucht. Und kaum sind sie sich einig geworden, stellt Anissa wieder alles in Frage mit der Überlegung, dass es Unterschiede zwischen Knaben und Mädchen geben könnte. Also machen sie sich bei einer Knabengruppe schlau – und können dabei auch noch ihre Daten zur Einwohnerzahl der Schweiz vergleichen. Nun muss die Länge der WC-Zettel bestimmt werden. Messen wollen auch die Knaben, die die Frage nach den Pedalumdrehungen bearbeiten. Sie gehen nach unten zu ihren Velos.

«Isch ja gschpunne – cha das sy?», hört man, aber auch: «Radiusquadrat mal Pi». – «Wie viele Quadratmeter hat ein Quadratkilometer?» und «Man kann nicht nur auf die Füsse schauen, oben brauchen Leute mehr Platz.» Blätter füllen sich mit Zahlen und Skizzen. Die Rechner lau-

mathbu.ch 7
www.schulverlag.ch

3.770.00 €
27.50 (27.50)



Enrico Fermi war einer der bedeutendsten Physiker des 20. Jahrhunderts. Oft stellte er seinen Studierenden eigenartige Fragen – nicht nur aus der Physik. Auf den ersten Blick schienen sie gar nicht beantwortbar zu sein. Fermi war der Meinung, ein denkender Mensch müsse zu jeder Frage eine Antwort finden. Bei seinen Fragen ging es auch nicht um exakte Resultate. Vielmehr legte er Wert darauf, dass man die richtige «Grössenordnung» herausfand.

Aus mathbu.ch 7, Lernumgebung 6: «Signor Enrico lässt fragen»



«Der Mangel an mathematischer Bildung gibt sich durch nichts so auffallend zu erkennen wie durch masslose Schärfe im Zahlenrechnen.»

Das sagte der berühmte Mathematiker Karl Friedrich Gauss.

aus *mathbu.ch 8, Lernumgebung 15: «Etwa»*



fen heiss. Während bei den Knaben die Diskussion auch mal heftig wird, arbeiten sich zwei Mädchen daneben konzentriert durch ihren Zahlenwald. Erste Resultate lösen zum Teil Skepsis aus. Man disputiert, rechnet nach – und variiert sogar die Annahmen. Hier wird kommuniziert. Hier findet Mathematik statt!

Schon die Aufmachung entscheidet

Auch Vergleiche mit anderen Gruppen führen zu Diskussionen. Mit eigenen Überlegungen zum WC-Papier-Verbrauch kommen die drei Mädchen auf gut zwei Meter pro Tag. Aber eine Knabengruppe hat im Internet für die Schweiz vier Meter pro Tag und Person gefunden. Natürlich behaupten die Knaben, ihr Wert sei der richtige – schliesslich steht's so im Netz. Aber muss man dem «www» alles glauben? Hier mischt sich der Lehrer ein: «Die Zahl im Netz ist doch wohl auch eine Schätzung. Wisst ihr, wie sie zustande gekommen ist? Die Mädchen können zeigen, wie ihr Wert hergeleitet wird.»

In der zweiten Lektion werden die Überlegungen und Ergebnisse auf einem Poster festgehalten. «Hochformat oder Querformat?» – «Wer

schreibt am schönsten?» – «Ich musste schon in der Hauswirtschaft alles machen, und ihr habt einfach faul zugeschaut!» – «Wo ist der blaue Filzschreiber? Dürfen wir euren brauchen?» Die besten Berechnungen sind nichts wert, wenn sie nicht verständlich und überzeugend dargestellt werden können. Das zeigt sich auch in der anschliessenden Rückmelderrunde. Jede Gruppe wählt Arbeit aus, die sie genauer anschaut und bespricht. Schon die Aufmachung entscheidet darüber, ob eine andere Gruppe überhaupt auf die Arbeit eingeht. In der Vorbereitung auf die Rückmeldung ist es zuerst still, dann macht sich Murmeln breit: «Hier kommt man gut nach, aber das verstehe ich nicht.» – «Die Information ist gut, aber die Reihenfolge ist falsch.» In den Kritiken kommen dann vor allem Kriterien der Darstellung zur Sprache. Inhaltliches Interesse taucht dort auf, wo eine andere Gruppe die gleiche Frage bearbeitet hat.

Die Lehrperson wird in einer der folgenden Lektionen noch auf bestimmte mathematische Aspekte fokussieren müssen. Bei derartigen Aufgabenstellungen ist vor allem der Umgang mit der Genauigkeit immer wieder ein Thema. Was heisst «ca.

139-mal um die Erde? Warum nicht 140? Bei leicht anderen Annahmen käme man auf 170. Und die andere Gruppe erhält 280. Wer hat recht? Beide! Die Grössenordnung ist die gleiche, und darum geht es. Präzise Werte sind weder zu haben, noch gefragt. Aber Emanzipation vom Taschenrechner, der so viele Stellen liefert, will auch gelernt sein.

Argumentieren und darstellen

In einer derartigen Unterrichtsanlage müssen Prozesse und Inhalte ausgehandelt werden. Da gibt es nicht einfach «richtig» oder «falsch», höchstens bessere oder weniger gute Überlegungen. Und die sind zu begründen! HarmoS (Harmonisierung der obligatorischen Schule) nennt Mathematik-Kompetenzen wie «Argumentieren» und «Darstellen». Das kann vom ersten Schuljahr an gelernt und geübt werden, nämlich wenn verlangt wird, seine Vorstellungen und Überlegungen anderen verständlich zu machen. Bei der Bearbeitung von Fermi-Fragen auf der Mittel- und Oberstufe kann insbesondere ein Gefühl für Grössenordnungen und Genauigkeit entwickelt und ein verantwortungsvoller Umgang mit Zahlen eindrücklich besprochen und geübt werden.

Kommunizieren im Mathematikunterricht, das heisst, eigene Ideen einbringen und vertreten, auf andere Vorschläge reagieren, disputieren, einen Konsens finden, Fragen und Ergebnisse formulieren und darstellen und auf Darstellungen anderer Feedback geben. Mathematische Kontexte sind für ein derartiges Training sehr geeignet.