**Infoblatt**

**Was kostet ein tropfender Wasserhahn im Jahr?**



Mit dieser Frage ist eine typische sogenannte Fermi-Aufgabe formuliert.

Professor Enrico Fermi (1901 – 1954, Kernphysiker) hat in seinen Seminaren Aufgaben gestellt, bei denen es keine exakte Lösung gibt, eine solche aber auch nicht unbedingt interessiert, sondern lediglich deren Größenordnung.

Zur Lösung von Fermi-Aufgaben muss man das gestellte Problem in Teilprobleme aufspalten und geeignete Annahmen treffen bzw. relevante Sachverhalte recherchieren.

(Bild rechts aus <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Faucet.JPG> ist zur Wiederverwendung gekennzeichnet)

**Antwort:**

Es kommt natürlich sehr darauf an, wie schnell der Wasserhahn tropft und wie groß die Tropfen sind.

Ein konkreter Versuch ergab das Folgende:

Bei dem zügig tropfenden Wasserhahn (etwa 1 Tropfen pro Sekunde) war ein 0,2-Liter-Becher in fünf Minuten halb voll. Pro Minute sind das dann 0,1 Liter : 5 = 0,02 Liter.

Pro Stunde sind es 0,02 Liter ∙ 60 = 1,2 Liter. Pro Tag sind es 24 ∙ 1,2 Liter = 28,8 Liter.

Pro Jahr sind es 365 ∙ 28,8 Liter = 10.512 Liter, also etwa 10.000 Liter = 10 m3

Im Jahr 2024 kostet in Stuttgart 1 m3 Wasser insgesamt etwa 5 €. Dieser Betrag ergibt sich aus den Kosten für das „Zuwasser“ (= Trinkwasser) plus den Kosten für „Abwasser“ (= Schmutzwasser).  
Für dieses Beispiel ergibt sich pro Jahr damit 10 ∙ 5 € = **50 €** (!).

**Stundenablauf:**

- Die Lehrkraft stellt die Leitfrage: *Was kostet ein tropfender Wasserhahn im Jahr?*

- Die Schülerinnen und Schüler geben Schätzungen ab.

- Im Unterrichtgespräch wird ein Plan entworfen: Die Schülerinnen und Schüler suchen in Gruppen, jeweils ausgestattet mit einem 0,2-Liter-Becher, einen Wasserhahn im Schulgebäude auf, bringen ihn zum zügigen Tropfen (etwa 1 Tropfen pro Sekunde) und ermitteln die Zeitdauer, bis der Becher halbvoll (0,1 Liter) bzw. voll ist. Die Lehrkraft darf beisteuern, dass ein Kubikmeter Wasser etwa 5 € kostet. Erwähnenswert dabei ist, dass nicht nur für die Anlieferung und Zurverfügungstellung des Trinkwassers Geld kostet, sondern natürlich auch die Zurücknahme des Schmutzwassers.

- Mithilfe der Information „x Liter in y Minuten“ und dem Arbeitsblatt erarbeiten die Gruppen, was ihr tropfender Wasserhahn im Jahr kosten würde.

**Didaktische Bemerkungen:**

Wichtig für das Kompetenzerleben der Schülerinnen und Schüler ist, dass die gestellte Frage von der Lehrkraft als schwierig konnotiert wird (vgl. auch die Ausführungen zu den Mkid-Stunden der Klasse 6, die Fermi-Aufgaben zum Inhalt haben) und sich diese beim Planungsgespräch maximal zurückhält.

Schlüssel zur Lösung der gestellten Fermi-Aufgabe ist wieder, die – auch außerhalb der Mathematik gültige – Universalstrategie *Spalte ein großes Problem in viele kleine Teilprobleme auf*. Dies sollte abschließend unbedingt thematisiert werden.

**Material:**

- einige 0,2-Liter-Becher

- einige Wasserhähne im Schulgebäude, die zum zügigen Tropfen gebracht werden können

# Viele Fermi-Fragen und Anregungen dazu findet man in: Büchter, A. u.a., Die Fermi-Box. Modellieren - Problemlösen – Argumentieren, Aufgabenkartei inkl. Kommentar für Lehrende, Klasse 5-7. Klett 2007

**A) Ergebnis der Messung am tropfenden Wasserhahn:**



Wasservolumen: ………………………………… Liter (*zum Beispiel 0,1 oder 0,2 Liter*)

Zeitdauer: …………………………. Minuten (*runde auf ganze Minuten*)

(Bild rechts aus <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Faucet.JPG> ist zur Wiederverwendung gekennzeichnet)

**B) Training zum Umrechnen:**Vor der Umrechnung des Wasservolumens auf ein ganzes Jahr sollen hier die Einzelschritte geübt werden.

**Kreuze an** – richtig oder falsch.

**Addiere** **zur Probe** die Nummern der richtigen Behauptungen. Es muss sich die Zahl 11 ergeben.

1) Wenn in 5 Minuten 0,1 Liter aus dem Hahn getropft sind, dann sind es in 1 Minute 0,5 Liter.

o richtig o falsch

2) Wenn in 7 Minuten 0,2 Liter aus dem Hahn getropft sind, dann sind es in 1 Minute etwa 0,03 Liter.

o richtig o falsch

3) Wenn in 1 Minute 0,05 Liter aus dem Hahn getropft sind, dann sind es in 1 Stunde 3 Liter.

o richtig o falsch

4) Wenn in 1 Stunde 2,4 Liter aus dem Hahn getropft sind, dann sind es an 1 Tag 0,1 Liter.

o richtig o falsch

5) Wenn in 1 Minute 0,025 Liter aus dem Hahn getropft sind, dann sind es in 1 Tag 90 Liter.

o richtig o falsch

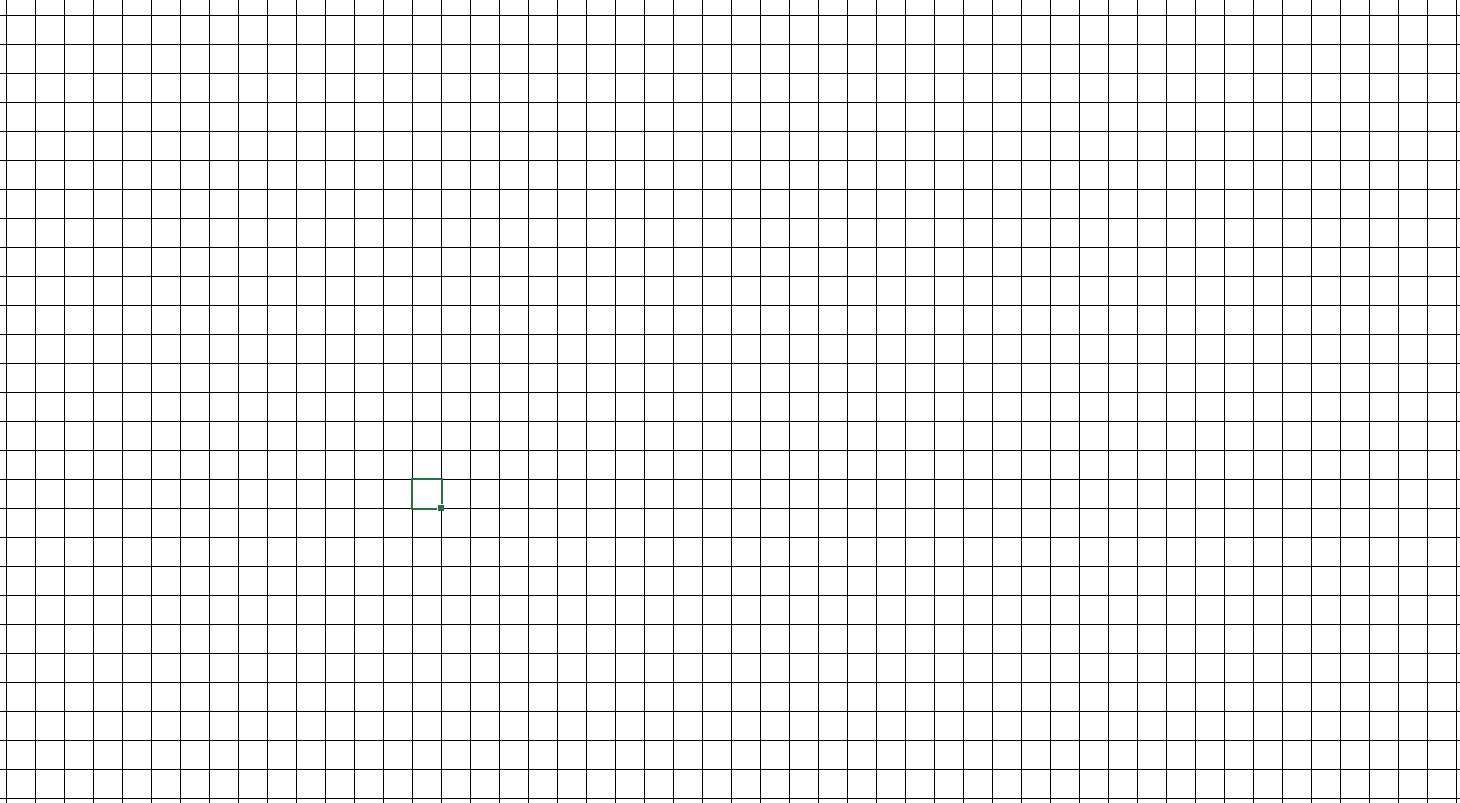
6) Wenn in 1 Tag 100 Liter aus dem Hahn getropft sind, dann sind es in 1 Jahr 36.500 Liter.

o richtig o falsch

7) 36.500 Liter sind 365 m3.

o richtig o falsch

**C) Berechnung der Kosten pro Jahr und Antwort**



Antwort: Unser tropfender Wasserhahn würde pro Jahr etwa ……………………… € kosten.

**Verlaufsplan**

SuS … Schülerinnen und Schüler L … Lehrerin bzw. Lehrer

GA … Gruppenarbeit (max. vier SuS pro Gruppe!) FEU … fragendentwickelnder Unterricht

Die Zeitangaben dienen nur zur groben Orientierung!

Je nach zur Verfügung stehender Zeit wird man noch eine Knobelaufgabe aus der Knobelaufgaben-Sammlung einschieben.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Phase / Zeit** | **L / SuS** | **Medien** |
| **1. Einstieg**  FEU  5 Min. | L stellt das Problem vor:  *Ein Wasserhahn tropft, was kostet das verschwendete Wasser in einem Jahr?*  SuS schätzen die Kosten oder vorab das Wasservolumen in einem Jahr.  Die Schätzungen werden an der Tafel notiert. | aus dramaturgischer Sicht wünschenswert: ein tropfender Wasserhahn  Tafel |
| **2. Erarbeitung eines Plans**  FEU  5 Min. | Im Unterrichtgespräch (L hält sich dabei maximal zurück) wird ein Plan entworfen:  Die SuS suchen in Gruppen, jeweils ausgestattet mit einem 0,2‑Liter‑Becher, einen Wasserhahn im Schulgebäude auf, bringen ihn zum zügigen Tropfen (etwa 1 Tropfen pro Sekunde) und ermitteln die Zeitdauer (runden auf ganze Minuten), bis der Becher halbvoll (0,1 Liter) bzw. voll ist.  Es werden die zur Umrechnung nötigen Fakten (1 Stunde = 60 Minuten usw.) genannt und an der Tafel notiert.  L informiert darüber, dass 1 m3 Wasser etwa 5 € kostet (Kosten für „Zuwasser“, auch Trinkwasser genannt + Kosten für „Abwasser“, auch Schmutzwasser genannt). | Tafel |
| **3. Ausführung des Plans**  GA  20 Min. | SuS führen die Messung an verschiedenen Wasserhähnen im Schulgebäude durch, notieren die Daten unter  A) auf dem Arbeitsblatt und bearbeiten dann die Punkte B) (hier wird der Fokus auf die Einzelschritte gesetzt) und C) auf dem Arbeitsblatt.  L geht während der GA umher und berät zurückhaltend. | 0,2-Liter-Becher  Uhr  Arbeitsblatt  Taschenrechner |
| **4. Reflexion**  FEU  10 Min. | Die Ergebnisse werden genannt und mit den Schätzungen verglichen.  Die Einzelschritte des Lösungsweges werden benannt.  L verweist auf die verwendete Universalstrategie  *Teile ein großes Problem in viele kleine Teilprobleme auf.*  Die Ergebnisse werden interpretiert – das hat nun doch ein größeres Ausmaß als man denkt!  Dabei hebt L auch auf den ökologischen Aspekt der Verschwendung bei einem tropfenden Wasserhahn ab. |  |