

Bildquellen

- S. 20: Hochrad © Sam DCruz; Shutterstock.com (Nr. 40558633)
- S. 20: Kreisverkehr © Vladimir Mucibabic; Shutterstock.com (Nr. 94914229)
- S. 21: Baustelle © Petair; Fotolia.com (Nr. 54371300)
- S. 22, 36: Riesenrad © MEV (Nr. 41046)
- S. 23: Park © majeczka; Shutterstock.com (Nr. 86016514)
- S. 25: Buddenturm © Rüdiger Wölk; Wikimedia.com (24.07.2015)
- S. 26: Diskokugel © Peter Atkins; Fotolia.com (Nr. 47818158)
- S. 27: Bällebad © 1991 Larry D. Moore; Wikimedia.com (11.6.2015)
- S. 28: Gymnastikball © andresr; Shutterstock.com (Nr. 84517594)
- S. 29: Tortilla Chips © Joe Gough; Fotolia.com (Nr. 73003285)
- S. 33: Wandern © sonne fleckl; Fotolia.com (Nr. 32388889)
- S. 35: Haus © Maisna; Shutterstock.com (Nr. 80710660)
- S. 43: Schüßler Salze © Deep Silent63; Wikimedia.com (19.02.2015)

Gedruckt auf umweltbewusst gefertigtem, chlorfrei gebleichtem und alterungsbeständigem Papier.

1. Auflage 2015

Nach den seit 2006 amtlich gültigen Regelungen der Rechtschreibung

© Auer Verlag

AAP Lehrerfachverlage GmbH, Augsburg

Alle Rechte vorbehalten

Das Werk und seine Teile sind urheberrechtlich geschützt. Jede Nutzung in anderen als den gesetzlich zugelassenen Fällen bedarf der vorherigen schriftlichen Einwilligung des Verlages.

Hinweis zu § 52 a UrhG: Weder das Werk noch seine Teile dürfen ohne eine solche Einwilligung eingescannt und in ein Netzwerk eingestellt werden. Dies gilt auch für Intranets von Schulen und sonstigen Bildungseinrichtungen.

Illustrationen: Stefanie Aufmuth, Corina Beurenmeister, Cartoonstudio Meder, Julia Flasche, Carmen Hochmann, Steffen Jähde, Hendrik Kranenberg, Stefan Lohr, Denise Müller, Tina Pohl, Frau Schüler, Thorsten Trantow, Bettina Weller, Bettina Weyland, Georg Wieborg, Hanni Wohofsky, Michael Wrede

Umschlagfoto: fotolia © Rudyanto Wijaya

Satz: fotosatz griesheim GmbH

Druck und Bindung: Kessler Druck + Medien GmbH & Co. KG, Bobingen

ISBN 978-3-403-07361-1

www.auer-verlag.de

Übersicht aller Karten	4
1 □ Hintergrundinformationen und Hinweise	6
1.1 Hintergrundinformationen	6
1.2 Hinweise für den Unterricht	8
1.3 Literaturangaben	9
2 □ Fermi-Aufgaben	10
2.1 Gleichungen	10
2.2 Kreis, Zylinder, Kegel und Kugel	19
2.3 Ähnlichkeit und Dreiecksberechnungen	29
2.4 Potenzen und Wurzeln	38
2.5 Daten und Zufall	47
2.6 Prognosen, Wachstum und Potenzfunktionen	57
3 □ Hinweise zur Lösung von Fermi-Aufgaben	66
3.1 Beispielaufgaben mit Lösungen	66
3.2 Schätzwerte zur Orientierung	68



■ Übersicht aller Karten

2.1 Gleichungen

- 1) Nussmischung (S. 10)
 - 2) Oma und Enkelin (S. 10)
 - 3) Schweine und Hühner (S. 11)
 - 4) Hotel (S. 11)
 - 5) Schuhkarton (S. 12)
 - 6) Busfahrt (S. 12)
 - 7) Einkauf in der Bäckerei (S. 13)
 - 8) Geld abheben (S. 13)
 - 9) Ausflug ins Museum (S. 14)
 - 10) Taxifahrt (S. 14)
 - 11) Neues Auto (S. 15)
 - 12) Wasserverbrauch (S. 15)
 - 13) Anhalteweg (S. 16)
 - 14) Parabeln im Alltag (S. 16)
 - 15) Kopfsprung (S. 17)
 - 16) Basketball (S. 17)
 - 17) Feuerwerk (S. 18)
 - 18) Schuss des Torwarts (S. 18)

2.2 Kreis, Zylinder, Kegel und Kugel

- 1) Flächeninhalte (Kreis) (S. 19)
 - 2) Fahrradfahren (Kreis) (S. 19)
 - 3) Das Hochrad (Kreis) (S. 20)
 - 4) Großer Kreis (Kreis) (S. 20)
 - 5) Pizza (Kreis) (S. 21)
 - 6) Durchfahrt verboten (Kreis) (S. 21)
 - 7) „Singapore Flyer“ (Kreis) (S. 22)
 - 8) Scheibenwischer (Kreis) (S. 22)
 - 9) Litfaßsäule (Zylinder) (S. 23)
 - 10) Mülleimer (Zylinder) (S. 23)
 - 11) Mais (Zylinder) (S. 24)
 - 12) Waffeltüte (Kegel) (S. 24)
 - 13) Slalom (Kegel) (S. 25)
 - 14) Der Buddenturm (Kegel) (S. 25)
 - 15) Diskokugel (Kugel) (S. 26)
 - 16) Basketball (Kugel) (S. 26)
 - 17) Weihnachtsbaum (Kugel) (S. 27)
 - 18) Bällebad (Kugel) (S. 27)
 - 19) Verschiedene Kugeln (Kugel) (S. 28)
 - 20) Gymnastikbälle und Würfel (Kugel) (S. 28)

2.3 Ähnlichkeit und Dreiecksberechnungen

- 1) Tüte Chips (S. 29)
 - 2) Dreieckige Lebensmittel (S. 29)
 - 3) Nussecken (S. 30)
 - 4) Dreieckiges Grundstück (S. 30)
 - 5) Verkehrsschilder (S. 31)
 - 6) Pausenbrot (S. 31)
 - 7) Leiter (S. 32)
 - 8) Barrierefreier Eingang (S. 32)
 - 9) Wanderstock und Baum (S. 33)
 - 10) Gießkanne (S. 33)
 - 11) Bleistift (S. 34)
 - 12) Baum (S. 34)
 - 13) Giebelwand (S. 35)
 - 14) Steigung und Gefälle im Straßenverkehr (S. 35)
 - 15) Schatten im Schnee (S. 36)
 - 16) London Eye (S. 36)
 - 17) Die Tiroler Zugspitzbahn (S. 37)
 - 18) Trinkpäckchen (S. 37)

2.4 Potenzen und Wurzeln

- 1) Schulbücher (S. 38)
 - 2) Turm aus Dosen (S. 38)
 - 3) Weihnachtsbaum (S. 39)
 - 4) Fläche der Schulen (S. 39)
 - 5) Feldertrag (S. 40)
 - 6) Bevölkerungsdichte (S. 40)
 - 7) Lichtgeschwindigkeit (S. 41)
 - 8) Papier (S. 41)
 - 9) Elektronenmasse (S. 42)
 - 10) Dickes Haar (S. 42)
 - 11) Schüßler Salze (S. 43)
 - 12) Blutkörperchen (S. 43)
 - 13) Bakterien in der Küche (S. 44)
 - 14) Mikroplastik (S. 44)
 - 15) Segeln (S. 45)
 - 16) Rennwagen (S. 45)
 - 17) Ballonfahrt (S. 46)
 - 18) Windchill (S. 46)

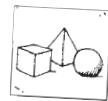


2.5 Daten und Zufall

- 1) Kartenspiele (S. 47)
- 2) Musikinstrumente (S. 47)
- 3) Musikgeschmack (S. 48)
- 4) Umweltbewusstsein (S. 48)
- 5) Obst (S. 49)
- 6) Beliebte Haustiere (S. 49)
- 7) Medienkonsum (S. 50)
- 8) Smartphone (S. 50)
- 9) Alter der Schülerschaft (S. 51)
- 10) Siedler von Catan (S. 51)
- 11) „Mensch-ärgere-dich-nicht“ (S. 52)
- 12) Obstkorb (S. 52)
- 13) Apfelauswahl (S. 53)
- 14) Kino und Katze (S. 53)
- 15) Gleiche Autos (S. 54)
- 16) Wasser (S. 54)
- 17) Eisdiele (S. 55)
- 18) Shopping (S. 55)
- 19) Ein Euro (S. 56)
- 20) Olympisches Glück (S. 56)

2.6 Prognosen, Wachstum und Potenzfunktionen

- 1) Milchpreis (S. 57)
- 2) Taufliegen (S. 57)
- 3) Einwohner Deutschlands (S. 58)
- 4) Einwohner Europas (S. 58)
- 5) Weltbevölkerung (S. 59)
- 6) Science Fiction? (S. 59)
- 7) Festnetzanschluss (S. 60)
- 8) Internetnutzung (S. 60)
- 9) Über 50-Jährige (S. 61)
- 10) Geldanlage (S. 61)
- 11) Laptop-Finanzierung (S. 62)
- 12) Alkohol im Blut (S. 62)
- 13) Gerüchteküche (S. 63)
- 14) Tauchen (S. 63)
- 15) Guthaben verdoppeln (S. 64)
- 16) Bakterienkultur (S. 64)
- 17) Radioaktivität (S. 65)
- 18) Tutanchamun (S. 65)



Aufgabe 3

Das Hochrad

Hochräder wurden bereits im 19. Jahrhundert entwickelt.



- a) Wie viele Umdrehungen macht das Vorderrad eines Hochrades bei einer Strecke von 20 km?
 b) Wie viele Umdrehungen macht das Hinterrad bei der gleichen Strecke?

**Tipp:**

- Schätze mithilfe der Holzlatten die Größe der Räder!

**Weiterführende Aufgabe:**

- Wie viele Umdrehungen machen Vorder- und Hinterrad jeweils bei einer Strecke von 58,7 km?



Aufgabe 4

Großer Kreis

Im Straßenverkehr gibt es viele Kreisverkehre.



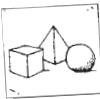
Wie groß ist die Grünfläche im Inneren dieses Kreisverkehrs?

**Tipp:**

- Schätze die Größe mithilfe der Autos und Bäume!

**Weiterführende Aufgabe:**

- Wie groß ist die Betonfläche der Fahrbahn?

**Aufgabe 9****Litfaßsäule**

Litfaßsäulen werden für Werbung genutzt.



Wie groß ist die Werbefläche, die an einer Litfaßsäule zur Verfügung steht?

**Tipp:**

- Bestimme die Mantelfläche!

**Weiterführende Aufgabe:**

- Wie viele Plakate im Format DIN-A3 kann man hier anbringen?

Aufgabe 10**Mülleimer**

Um Parkflächen sauber zu halten, werden in der Regel mehrere Mülleimer im Park aufgestellt.



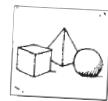
Wie groß ist das Fassungsvermögen eines solchen Mülleimers?

**Tipp:**

- Schätze, wie hoch die Sitzfläche der Bank ist!

**Weiterführende Aufgabe:**

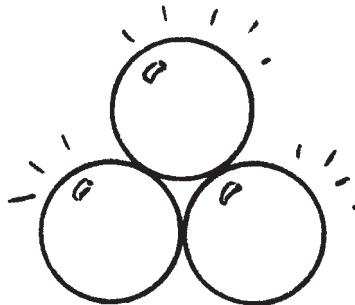
- Wie viel Blech wird für die Herstellung eines Mülleimers benötigt?



Aufgabe 19

Verschiedene Kugeln

Kugeln gibt es aus verschiedenen Materialien und in verschiedenen Größen. Eine Grundschule bestellt Holz- und Styroporkugeln in einem handlichen Format.



- a) Wie viele Holzkugeln haben die gleiche Masse wie ein Federmäppchen?
 b) Wie viele Styroporkugeln haben die gleiche Masse wie ein bepackter Schulranzen?

**Tipps:**

- Die Größen *Masse, Volumen und Dichte* hängen zusammen!
- Berechne zunächst das Volumen der Kugeln!

**Weiterführende Aufgabe:**

- Welche Masse hat ein Set Murmeln?



Aufgabe 20

Gymnastikbälle und Würfel

Stell dir Folgendes vor:

In einem Gymnastikball befindet sich ein Würfel. In diesem Würfel befindet sich ein weiterer Gymnastikball und in diesem Ball befindet sich dann noch ein weiterer Würfel. Dabei sind die einzelnen Körper immer so groß, dass sie genau in den nächstgrößeren Körper hineinpassen.



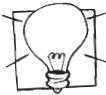
Wie groß ist die Oberfläche aller vier Körper zusammen?

**Tipp:**

- Schätze die Größe eines Gymnastikballs!

**Weiterführende Aufgabe:**

- Wie groß ist das Volumen der beiden Würfel zusammen?



3. Hinweise zur Lösung von Fermi-Aufgaben

3.1 Beispielaufgaben mit Lösungen

Die Lösungswege von Fermi-Aufgaben können sehr individuell und vielfältig sein. Die Beispielaufgaben und ihre Lösungen dienen daher nur als Anhaltspunkt dafür, wie diese Aufgaben bearbeitet werden können.

Beispielaufgabe 1: Gymnastikbälle und Würfel (S. 28)

Grundaufgabe: Stell dir Folgendes vor: In einem Gymnastikball befindet sich ein Würfel. In diesem Würfel befindet sich ein weiterer Gymnastikball und in diesem Ball befindet sich dann noch ein weiterer Würfel. Dabei sind die einzelnen Körper immer so groß, dass sie genau in den nächstgrößeren Körper hineinpassen.

Wie groß ist die Oberfläche aller vier Körper zusammen?

Weiterführende Aufgabe: Wie groß ist das Volumen der beiden Würfel zusammen?

Beispiellösung für die Grundaufgabe:

Annahmen

- Balldurchmesser: 45 – 95 cm
 - Die Körper berühren sich

Mathematische Annahmen und Grundlagen

- Kugeloberfläche $O_K = 4\pi r^2 = \pi d^2$
 - Balldurchmesser = Raumdiagonale des eingeschlossenen Würfels
 - Kantenlänge $a = d : \sqrt{3}$
 - Würfeloberfläche $O_W = 6a^2$ (a = Kantenlänge)
 - enthaltene Körper (geordnet): Kugel 1 > Würfel 1 > Kugel 2 > Würfel 2

Zwischenergebnisse

- Kugel 1: $d_1 = 45 - 90 \text{ cm} \rightarrow O_{K1} = 6\,361,7 - 25\,446,9 \text{ cm}^2$
 - Würfel 1: $d_1 = 45 - 90 \text{ cm}; a_1 = 26,0 - 52,0 \text{ cm} \rightarrow O_{W1} = 4\,056 - 16\,224 \text{ cm}^2$
 - Kugel 2: $d_2 = a_1 = 26,0 - 52,0 \text{ cm} \rightarrow O_{K2} = 2\,123,7 - 8\,494,9 \text{ cm}^2$
 - Würfel 2: $d_2 = 26,0 - 52,0 \text{ cm}; a_2 = 15,0 - 30,0 \text{ cm} \rightarrow O_{W2} = 1\,350 - 5\,400 \text{ cm}^2$

Mögliche Ergebnisse

- Ergebnis mit minimalen Annahmen: $O_{K1} + O_{W1} + O_{K2} + O_{W2} = 13\ 891,4 \text{ cm}^2$
 - Ergebnis mit maximalen Annahmen: $O_{K1} + O_{W1} + O_{K2} + O_{W2} = 55\ 565,8 \text{ cm}^2$



Beispiellösung für die weiterführende Aufgabe:

Annahmen

- Balldurchmesser: 45 – 95 cm
- Die Körper berühren sich.

Mathematische Annahmen und Grundlagen

- Balldurchmesser = Raumdiagonale des eingeschlossenen Würfels
- Würfervolumen $V = a^3$ (a = Kantenlänge)

Zwischenergebnisse

- Würfel 1: $a_1 = 26,0 - 52,0$ cm $\rightarrow V_{W1} = 17\,576 - 140\,608$ cm³
- Würfel 2: $a_2 = 15,0 - 30,0$ cm $\rightarrow V_{W2} = 3\,375 - 27\,000$ cm³

Mögliche Ergebnisse

- Ergebnis mit minimalen Annahmen: $V_{W1} + V_{W2} = 20\,951$ cm³
- Ergebnis mit maximalen Annahmen: $V_{W1} + V_{W2} = 167\,608$ cm³

Beispielaufgabe 2: Kino und Katze (S.53)

Grundaufgabe: Katzen sind beliebte Haustiere.

Wie viele Kinobesucher besitzen eine Katze als Haustier?

Weiterführende Aufgabe: Wie viele Zoobesucher besitzen Fische als Haustiere?

Beispiellösung für die Grundaufgabe:

Recherche / Annahmen

- Größe eines Kinosaals: 45 – 265 Sitzplätze
- Anzahl der Kinosäle: 1 – 8
- Besucherquote: ca. 75 % (Durchschnitt)
- Katze als Haustier: 10 – 25 % aller Haushalte

Mathematischer Ansatz

- Anzahl der Kinobesucher pro Abend: $\text{Saal}_{\text{Anzahl}} \cdot \text{Platz}_{\text{Anzahl}} \cdot \text{Besucherquote}$
- Anzahl der Katzenbesitzer: $\text{Kinobesucher}_{\text{Anzahl}} \cdot \text{Katzenbesitzer}_{\text{Anteil}}$

Zwischenergebnis

- Anzahl der Kinobesucher pro Abend: 34 – 1590

Mögliche Ergebnisse

- Ergebnis mit minimalen Annahmen: 4 Katzenhalter
- Ergebnis mit maximalen Annahmen: 398 Katzenhalter



2.2 Kreis, Zylinder, Kegel und Kugel

- Aufgabe 2) GröÙe Fahrradreifen: 26 – 29 " (Zoll); 1 Zoll = 2,54 cm
- Aufgabe 4) Autolänge: 3 – 5 m, Baumhöhe: 3 – 10 m, Buschhöhe: 1 – 3 m
- Aufgabe 5) Durchmesser einer runden Pizza: 25 – 32 cm
- Aufgabe 7) „Singapore Flyer“: Höhe 165 m, Durchmesser 150 m;
Höhe eines normalen Riesenrades: Höhe 40 – 60 m, Durchmesser 35 – 55 m
- Aufgabe 8) Länge Heckscheibenwischer: 30 – 38 cm
- Aufgabe 11) Konservendose: Durchmesser 7 – 10 cm, Höhe 5 – 12 cm
- Aufgabe 12) Waffeltüte: Durchmesser 4 – 8 cm, Höhe 10 – 16 cm
- Aufgabe 13) Slalomhütchen: Durchmesser 10 – 20 cm, Höhe 20 – 75 cm;
durchschnittliches Volumen eines Bonbons: 3 cm³
- Aufgabe 14) Höhe Buddenturm: ca. 30 m
- Aufgabe 16) Ein Basketball besitzt 4 schwarze Streifen. Jeder davon hat ungefähr die Länge des Umfangs.
- Aufgabe 19) Masse von 1 cm³ Holz: 0,5 g; Masse von 1 cm³ Styropor: 0,04 g
- Aufgabe 20) Durchmesser eines Gymnastikballs: 45 – 95 cm

2.3 Ähnlichkeit und Dreiecksberechnungen

- Aufgabe 1) Tortilla-Chip: gleichseitiges Dreieck mit Seitenlänge ca. 7 cm
- Aufgabe 3) GröÙe Backblech: Breite 30 – 40 cm; Länge 40 – 60 cm
- Aufgabe 5) MaÙe dreieckiges Verkehrsschild: meist gleichseitig, Kantenlänge 10 – 65 cm
- Aufgabe 6) Brotbox: Länge 15 – 18 cm, Breite 10 – 13 cm, Höhe 5 – 10 cm
- Aufgabe 7) Aufstellwinkel für Leiter: 65 – 75°;
Höhe eines Fensters im ersten Stock: 4,5 – 5,0 m
- Aufgabe 11) Entfernung Erde-Mond: ca. 384 400 km;
Durchmesser Mond: ca. 3 476 km
- Aufgabe 12) Abstand Daumen-Zeigefinger: 12 – 25 cm
- Aufgabe 14) steile Streckenabschnitte: 15 – 24 %
- Aufgabe 15) Einfallswinkel der Sonne (Mittagszeit): 18 – 62°
- Aufgabe 16) London Eye: Höhe 135 m, Durchmesser 126 m;
eine Umdrehung: 30 – 40 min.
- Aufgabe 17) Zugspitzbahn: Länge 3 600 m, Fahrzeit 10 min, Höhendifferenz 1 725 m,
Entfernung Eibsee – Zugspitze (Luftlinie) ca. 4 km