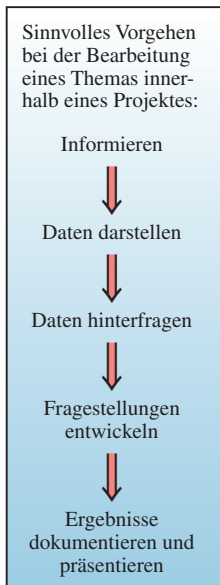


Untersuchungen zum Bevölkerungswachstum



Der Verlauf eines Projektes kann grob in vier Phasen eingeteilt werden:

- 1) Zielsetzung,
- 2) Planung,
- 3) Durchführung,
- 4) Präsentation.

Ein wesentlicher Aspekt bei Projektunterricht ist, dass die Schülerinnen und Schüler nach „eigenem Plan“ selbstständig arbeiten. In diesem Sinne sind die folgenden „Aufgaben“ nur als Anstöße gedacht und können jederzeit variiert werden. Sie müssen keinesfalls der Reihe nach „abgearbeitet“ werden. Die Anordnung in „historische Aspekte“, „Untersuchungen einzelner Länder“, „Untersuchungen zur Weltbevölkerung“, „Prognosen für Deutschland“ und „Prognosen zur Entwicklung der Weltbevölkerung“ kann als Vorschlag für Arbeitsaufträge einzelner Gruppen genutzt werden. Die einfachste Art, Informationsmaterial zur Bevölkerung einzelner Länder und zur Weltbevölkerung zu erhalten, ist das Internet. Empfehlenswerte Internetadressen und Literatur zum Projekt sind auf Seite 179 angegeben.

Historische Aspekte

Als Begründer der Wissenschaft von der Bevölkerung (Demographie) wird JOHN GRAUNT (1620–1674) angesehen. Auf der Grundlage der seit 1603 geführten Geburts- und Totenlisten der Stadt London schloss er auf Gesetzmäßigkeiten über das Bevölkerungswachstum, das Verhältnis der Geschlechter, den Altersaufbau usw.

Der führende Demograph des 18. Jahrhunderts ist JOHANN PETER SÜSSMILCH (1707–1767), der anhand bevölkerungsstatistischer Regelmäßigkeiten die göttliche Vorhersehung nachzuweisen versucht. Gegen Ende des 18. Jahrhunderts stellt der englische Geistliche, Ökonom und Sozialforscher THOMAS ROBERT MALTHUS (1766–1834) in seinem so genannten „Bevölkerungsgesetz“ die These auf, dass die Bevölkerung exponentiell, die zur Verfügung stehenden Unterhaltsmittel jedoch nur linear wachsen.



THOMAS ROBERT MALTHUS (1766–1834)

1 Informieren Sie sich über Leben und Werk der englischen Demographen GRAUNT und MALTHUS.

2 Die Entwicklung einer Bevölkerung und der ihr zur Verfügung stehenden Unterhaltsmittel soll nach dem „Bevölkerungsgesetz“ von MALTHUS untersucht werden.

- a) Betrachtet wird eine Bevölkerung, die zu Beginn eines bestimmten Jahres aus 1 Million Personen besteht und jährlich um 3 % wächst. Zum gleichen Zeitpunkt wären Unterhaltsmittel für 2 Millionen Personen verfügbar, wobei die Produktion der Unterhaltsmittel für jährlich 100 000 Personen gesteigert werden könnte. Untersuchen Sie diese Entwicklung mithilfe einer Tabellenkalkulation. In welchem Jahr z. B. übersteigt die Anzahl der Personen die zur Verfügung stehenden Mittel?
- b) Variieren Sie die angenommenen Daten und führen Sie eigene Untersuchungen durch.

Untersuchungen einzelner Länder

3 Aus der „International Data Base“ des amerikanischen „Bureau of Census“ kann man sich zum Beispiel die wichtigsten demographischen Daten für das Jahr 2000 fast aller Länger der Erde abrufen.

Erlaunern Sie die für Deutschland in Fig. 1 angegebenen Zahlen, insbesondere den Unterschied zwischen „rate of natural increase“ und „annual rate of growth“.

| | |
|---|------|
| Birth per 1,000 population | 9 |
| Death per 1,000 population | 10 |
| Rate of natural increase (percent) | -0.1 |
| Annual rate of growth (percent) | 0.3 |
| Life expectancy at birth (years) | 77.4 |
| Infant deaths per 1,000 live births | 5 |
| Total fertility rate (per woman) | 1.4 |

Fig. 1

- 4** a) Ermitteln Sie die 10 Länder der Erde mit der zur Zeit größten Bevölkerungszahl.
 b) Welche Länder haben die größten natürlichen Wachstumsraten?
 c) Nutzen Sie das Zahlenmaterial zur Untersuchung eigener Fragestellungen.

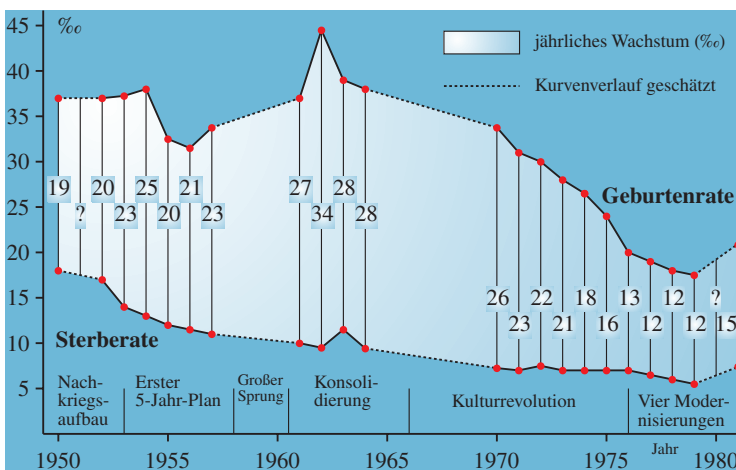


Fig. 2

5 In Fig. 2 ist die Entwicklung der Geburten- und der Sterberate in der Volksrepublik China bis zum Jahr 1981 dargestellt.

- a) Beschaffen Sie sich neuere Daten über die Entwicklung der Bevölkerung in China.
 b) Welche wirtschaftlichen oder sozialen Maßnahmen wurden in China zur Senkung der Geburtenrate ergriffen?

6 Am 1. Oktober 1983 wurde Indien der United Nations-Preis für Familienplanung verliehen.

Untersuchen Sie die Bevölkerungsentwicklung in Indien.

| Jahr | Bevölkerung (in Mio.) | Jahr | Bevölkerung (in Mio.) | Jahr | Bevölkerung (in Mio.) |
|------|------------------------|------|------------------------|------|------------------------|
| 1790 | 3,9 | 1870 | 38,6 | 1950 | 152,3 |
| 1800 | 5,3 | 1880 | 50,2 | 1960 | 180,7 |
| 1810 | 7,2 | 1890 | 63,0 | 1970 | 205,1 |
| 1820 | 9,6 | 1900 | 76,2 | 1980 | 227,7 |
| 1830 | 12,9 | 1910 | 92,2 | 1990 | 249,9 |
| 1840 | 17,1 | 1920 | 106,0 | 2000 | 275,6 |
| 1850 | 23,2 | 1930 | 123,2 | | |
| 1860 | 31,4 | 1940 | 132,2 | | |

Fig. 3

7 Fig. 3 zeigt die Entwicklung der Bevölkerung der USA von 1790 bis 2000. Trägt man die Punkte in ein passendes Koordinatensystem ein, liegen die Punkte näherungsweise auf einem S-förmigen Graphen.

- a) Der Beginn der Entwicklung scheint exponentiell zu verlaufen. Bis zu welchem Jahr ergibt sich eine gute Näherung?
 b) Bis zu welchem Jahr ergibt ein logistischer Ansatz (vgl. Seite 112) eine gute Näherung?

8 Beschaffen Sie sich das Zahlenmaterial zur Entwicklung der Bevölkerung einzelner Länder (z. B. Deutschland oder Schweden). Untersuchen Sie, in welchen Zeiträumen exponentielles bzw. logistisches Wachstum brauchbare Näherungen an die tatsächlichen Daten liefern. Falls starke Schwankungen in einer Bevölkerungsentwicklung auftreten, suchen Sie nach Gründen für dieses Verhalten.

Untersuchungen zur Weltbevölkerung

In der Tabelle von Fig. 1 sind Schätzungen über die Größe der Weltbevölkerung in früheren Jahrhunderten angegeben.

| Jahr | 1700 | 1750 | 1800 | 1850 | 1900 | 1950 | 1970 | 1980 | 1990 | 2000 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Bevölkerung (in Mrd.) | 0,594 | 0,707 | 0,841 | 1,000 | 1,542 | 2,555 | 3,771 | 4,454 | 5,278 | 6,121 |

Fig. 1

- 9** a) Veranschaulichen Sie die angegebenen Daten aus Fig. 1.
 b) Ab welchem Jahr ungefähr nimmt die Weltbevölkerung sehr stark zu? Geben Sie Gründe für diese deutliche Zunahme an.
 c) Versuchen Sie, Daten zur Weltbevölkerung vor dem Jahr 1700 zu finden.
- 10** a) Zeigen Sie, dass bei der Entwicklung der Weltbevölkerung über den gesamten Zeitraum kein exponentielles Wachstum vorliegt.
 b) Gibt es Zeitintervalle, in denen dieses Modell brauchbare Näherungen ergibt?

Welche Gründe haben die UN wohl bewogen, einen bestimmten Tag als Geburtstag des sechsmilliardsten Erdenbürger festzusetzen?

Am 12. Oktober sind wir sechs Milliarden

Niemand hat die einzelnen Menschen auf der Erde jemals gezählt. Durch Schätzungen jedoch steht der Geburtstag des sechsmilliardsten Menschen fest. Der 12. Oktober soll es sein, so sagen die Vereinten Nationen und weisen auf die damit verbundenen Probleme hin.

Sonntag aktuell vom 3. Oktober 1999

11 Gesucht ist eine Funktion f vom Typ

$$f(t) = \frac{a}{1 + b \cdot t},$$

deren Graph die Daten der Tabelle in Fig. 1 gut annähert.

a) Zeigen Sie mit einer Funktionsanpassung (vgl. Seite 114), dass sich für die Funktion f näherungsweise

$$f(t) = \frac{0,5884}{1 - 0,00306 \cdot t}$$

ergibt, wobei $t = 0$ dem Jahr 1700 entspricht und $f(t)$ in Milliarden angegeben wird.

b) Zeichnen Sie den Graphen der Funktion f .

c) Ermitteln Sie die Jahre, in denen die Weltbevölkerung die Marken von 1 Milliarde, 2 Milliarden usw. überschritten hat.

Vergleichen Sie Ihre Ergebnisse mit denen, die Sie in der Literatur bzw. im Internet finden (z. B. Veröffentlichungen der Vereinten Nationen).

12 Im Jahre 1960 erschien in der Zeitschrift SCIENCE ein viel beachteter Artikel über die Entwicklung der Weltbevölkerung.

Eine große Zahl von Leserbriefen war die Reaktion.

Erklären Sie aufgrund des Ergebnisses der Rechnung in Aufgabe 11 die Wahl der Artikelüberschrift.

Doomsday: Friday, 13 November, A. D. 2026

At this date human population will approach infinity if it grows as it has grown in the last two millennia.

SCIENCE, Bd. 132 (1960), S. 1291

13 Mithilfe der in Aufgabe 11 ermittelten Funktion lässt sich die Verdoppelungszeit der Weltbevölkerung zu einem vorgegebenen Jahr ermitteln.

- a) Schreiben Sie den Term der in Aufgabe 11 a) ermittelten Funktion so um, dass $t = 1700$ dem Jahr 1700 entspricht.
 b) Zeigen Sie, dass sich für die Verdoppelungszeit t_v in Abhängigkeit von der Zeit t näherungsweise der Term $t_v = 1013,4 - 0,5 \cdot t$ ergibt.
 c) Berechnen Sie die Verdoppelungszeiten zu selbst ausgewählten Jahren; überprüfen Sie die berechneten Werte mit der Wirklichkeit.

Bevor Sie Aufgabe 14 lösen, schätzen Sie!

14 Gesucht ist die Anzahl aller der Personen, die bis zum Jahr 2000 jemals auf der Erde gelebt haben. Nimmt man t_0 (in Jahren v. Chr.) als Beginn der Menschheit an und geht man von einer mittleren Lebenserwartung von 25 Jahren aus, so ist

$$\frac{1}{25} \int_{t_0}^{2000} f(t) dt \quad \text{mit} \quad f(t) = \frac{0,5884}{1 - 0,00306 \cdot (t - 1700)} \quad (\text{vgl. Aufgabe 11 a)})$$

ein Näherungswert für die gesuchte Anzahl.

- Von welchen Werten für t_0 geht man heute aus?
- Variieren Sie t_0 und berechnen Sie jeweils das Integral mit einem CAS-Programm.

15 Wie beurteilen Sie nach Bearbeitung der Aufgaben 11, 12, 13 und 14 die Modellierung der Daten zur Entwicklung der Weltbevölkerung durch die Funktion aus Aufgabe 11 a)?

Prognosen für Deutschland

Deutschland entwickelt sich zum Land der Alten. In fünfzig Jahren wird die Zahl der unter 20-Jährigen nur noch halb so groß sein wie die der über 60-Jährigen. Die Statistiker schlagen deshalb Alarm.

Stuttgarter Zeitung vom 20. Juli 2000

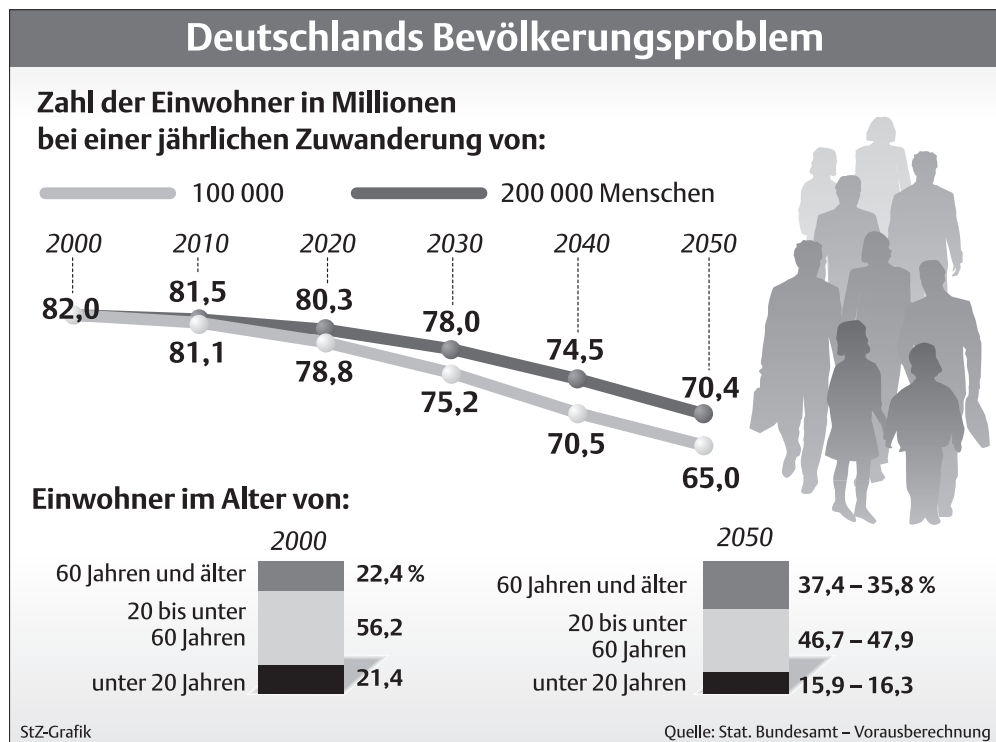


Fig. 1

16 Fig. 1 zeigt die Ergebnisse von Modellrechnungen zum Bevölkerungswachstum in Deutschland.

- Nennen Sie Gründe, warum es wichtig ist, Prognosen für die Entwicklung der Bevölkerung eines Landes zu erarbeiten.
- Welche Faktoren außer der jährlichen Zuwanderung sollten bei der Erstellung einer Prognose für die Entwicklung einer Bevölkerung berücksichtigt werden? Führen Sie eigene Modellrechnungen durch.
- Nach der angegebenen Prognose wird es in Deutschland zu erheblichen Veränderungen bei der Altersstruktur kommen. Welche Bereiche der Gesellschaft werden hierdurch am stärksten betroffen sein? Kennen Sie Vorschläge, um die Problematik zu entschärfen?

Projekt

Prognosen zur Entwicklung der Weltbevölkerung

„Die Zukunft ist nicht mehr so, wie wir sie uns einst vorgestellt haben und wie sie aussehen könnte, wenn die Menschen ihre Hirne und ihre Möglichkeiten besser genutzt hätten. Dennoch kann die Zukunft noch immer das bieten, was wir vernünftigerweise brauchen.“

AURELIO PECCEI, Gründer des Club of Rome, 1981

17 Im Jahre 1972 erregte das Buch „Die Grenzen des Wachstums. Bericht des Club of Rome zur Lage der Menschheit“ weltweites Aufsehen.

Informieren Sie sich über neuere Prognosen des Club of Rome.

18 Das Wachstum der Weltbevölkerung ist nicht exponentiell und kann für die Zeit nach 1990 auch nicht hinreichend genau durch die Funktion aus Aufgabe 11 beschrieben werden.

a) Beschaffen Sie sich aus der „International Data Base“ die Daten zur Weltbevölkerung für die Zeit von 1950 bis 2050. Veranschaulichen Sie diese (Abstand 5 Jahre).

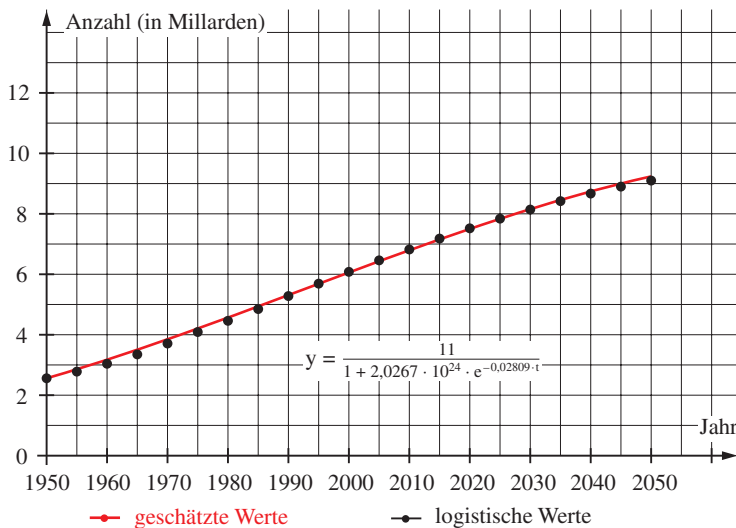


Fig. 1

b) Gesucht ist eine Funktion g vom Typ

$$g(t) = \frac{a \cdot S}{a + (S - a) \cdot e^{-Skt}}$$

aus a) gut annähert. Setzen Sie $t = 0$ für das Jahr 1950, $a = 2,56$ (in Mrd.) für den Anfangswert, $S = 11$ (in Mrd.) als Sättigungsgrenze und $g(50) = 6,08$ (in Mrd.). Berechnen Sie hiermit bei einem logistischen Ansatz die Konstante k (vgl. Seite 114).

c) Zeigen Sie, dass sich für $1950 \leq t \leq 2050$ näherungsweise die Funktion g mit

$$g(t) = \frac{11}{1 + 2,0267 \cdot 10^{24} \cdot e^{-0,02809 \cdot t}}$$
 ergibt.

Fig. 1 zeigt die geschätzten Werte (Stand: 5.10.2000) und den Graphen dieser Funktion.

d) Berechnen Sie den Wendepunkt des Graphen der Funktion g . Welche Bedeutung hat der Wendepunkt im Zusammenhang mit der Entwicklung der Weltbevölkerung?

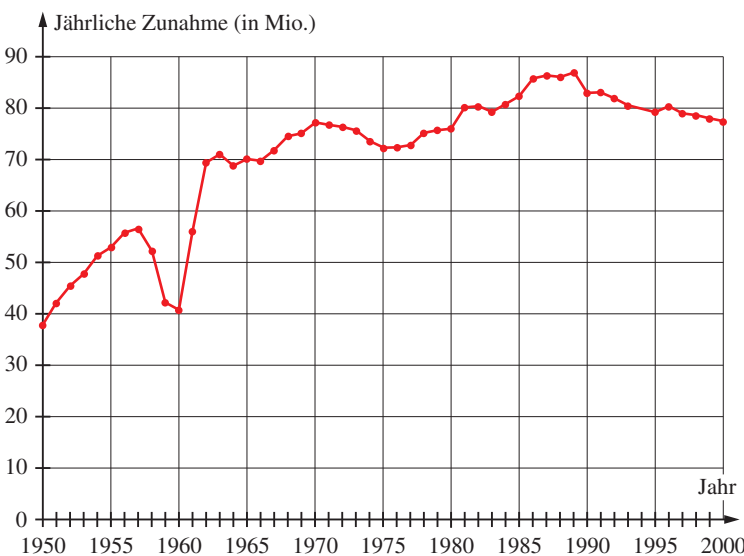


Fig. 2

19 Betrachtet man den durchschnittlichen jährlichen Zuwachs der Weltbevölkerung im Rückblick, so findet man von 1950 bis 2000 den in Fig. 2 dargestellten Verlauf. Wie man sieht, unterliegt er unterschiedlichen Schwankungen, die allerdings nicht sehr groß sind, wenn man den Zeitraum nach 1965 betrachtet.

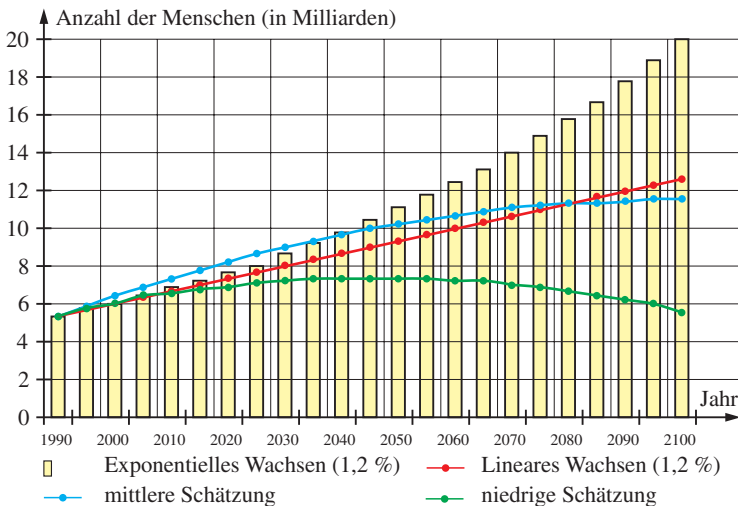
a) Wie groß ist der jährliche Bevölkerungszuwachs im Jahr 2000?

b) In welchem Jahr war der Bevölkerungszuwachs am größten? Vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit dem von Aufgabe 15 d).

c) Wie ist die Abweichung um das Jahr 1960 zu erklären?

20 Welche jährlichen Bevölkerungszuwächse prognostiziert das U.S. Census Bureau für den Zeitraum von 2000 bis 2050?

- 21** a) Ermitteln Sie die bisherigen und die bis zum Jahr 2050 prognostizierten Wachstumsraten der Weltbevölkerung.
 b) Wie groß war die Wachstumsrate im Jahr 2000? Welcher Mittelwert ergibt sich ungefähr für den Zeitraum von 1995 bis 2000?



22 Fig. 1 zeigt verschiedene Schätzungen für die Entwicklung der Weltbevölkerung (so genannte Projektionen oder auch Szenarien) bis zum Jahr 2100.

- a) Welche Bevölkerungszahl ergibt sich für das Jahr 2100 bei exponentiellem Wachstum von 1,2% jährlich?
 b) Die niedrigste Schätzung geht davon aus, dass das Wachstum stark gebremst werden kann. Lesen Sie aus Fig. 1 die maximale Bevölkerungszahl ab. Wann wird dieser Höchststand erreicht?
 c) Welche Art von Wachstum wird bei der mittleren Schätzung angenommen? Von welcher Maximalzahl für die Weltbevölkerung geht man aus?

Fig. 1

„Die globale Armut ist ein Pulverfass, das durch unsere Gleichgültigkeit explodieren kann.“
 Aus der letzten Fernsehansprache des amerikanischen Präsidenten W. J. CLINTON im Januar 2001.

- 23** a) In dem Interview mit der „Welt“ verdeutlicht ALLAIS die Problematik der Bevölkerungsexplosion an folgender Aufgabe: Wie viele Einwohner würden nach 800 Jahren auf einen Quadratmeter kommen (Meere, Nord- und Südpol inbegriffen), wenn man von einer Wachstumsrate von 2% ausgeht? Rechnen Sie!
 b) ALLAIS hält 10 Mio. Einwohner für Frankreich für optimal. Was halten Sie davon?

24 Welche Aussagen über die Entwicklung der Weltbevölkerung enthalten die „World Population Prospects: The 1998 Revision“ der Vereinten Nationen?

25 Die Frage, wie viele Milliarden Menschen die Erde überhaupt ernähren kann, wird sehr unterschiedlich beantwortet. Von welchen Schätzungen geht man aus? Informieren Sie sich.

Gefährlicher als die Bombe – Die Explosion der Bevölkerung

„Das Hauptproblem der Welt besteht darin, dem Bevölkerungswachstum Einhalt zu gebieten. Ich gehe so weit zu sagen: Alle sprechen zu Recht von der Gefahr der Atombombe. Aber die Gefahr der Atombombe ist gar nichts verglichen mit der Gefahr, die aus der Weltbevölkerungsexplosion resultiert. Falls die Atombombe eingesetzt wird, dann wegen der Folgen des Bevölkerungswachstums.“

Aus einem Interview des französischen Nobelpreisträgers MAURICE ALLAIS mit der Zeitung „Die Welt“ am 30.1.1989

Internetadressen:

Statistisches Bundesamt Wiesbaden (<http://www.statistik-bund.de>),
 Deutsche Stiftung Weltbevölkerung (<http://www.dsw-online.de>),
 U.S. Bureau of the Census (<http://www.census.gov>),
 United Nations Population Division (<http://www.popin.org>),
 Population Reference Bureau, Washington (<http://www.prb.org>).

Literatur:

A. HAUPT, T. KANE: *Handbuch der Weltbevölkerung*, Balance Verlag, Stuttgart, 1999,
 T. R. MALTHUS: *Das Bevölkerungsgesetz*, dtv, München, 1977.