POWER BOX

Ein Energie-Workshop in 10 Lektionen

Grundlagen

«Energie» verstehen 1

Technik, Wirtschaft, Politik

Elektrizitätswirtschaft

Europaweit vernetzt 2

Produktion, Verbrauch, Umwelt

Solarenergie

Die Sonne kommt 3

Architektur, Wärme, Strom

Wohnen

Haushalten mit Energie 4

Geräte, Einkauf, Mobilität

Beleuchtung

Besseres Licht 5

Sparlampen, Komfort, Tageslicht

Bürogeräte

Good bye Stand-by 6

Computer, Kopierer, Fax

Haustechnik

Kostenbewusst bauen 7

Heizung, Lüftung, Klima

Wärme

Energie total nutzen 8

Wärmepumpen, Abwärmenutzung, Heizkraftwerke

Industrie

Umweltgerechte Produktion 9

Effizienz, Qualität, Markt

Hotellerie

Sterne und Strom 10

Kochen, Waschen, Energiemanagement

RAVEL

Bundesamt für Konjunkturfragen

v/d/f Hochschulverlag AG an der ETH Zürich

Vorwort

Sehr geehrte Dozentinnen und Dozenten, liebe Schülerinnen und Schüler

Neuste Untersuchungen zeigen: Energieeffizienz ist ein Massstab für Qualität und erhöht die Konkurrenzfähigkeit. Auch führende Persönlichkeiten aus Wirtschaft und Politik erkennen zunehmend die Bedeutung des effizienten Energieeinsatzes für Wirtschaft und Umwelt. Die Verschwendung im Umgang mit Energie hat Grenzen: Die Folgeschäden für Gesundheit, Klima und Entsorgung sind längerfristig nicht mehr tragbar. Der umsichtige und vorausschauende Umgang mit Energie dagegen vermeidet unnötige Kosten und Schäden.

Damit dieser neue Umgang selbstverständlich wird, müssen bereits Schülerinnen und Schüler damit vertraut gemacht werden. Das neue Lehrmittel «Power Box – ein Energie-Workshop in 10 Lektionen», das im Rahmen des Impulsprogrammes RAVEL (Rationelle Verwendung von Elektrizität) entstanden ist, entspricht einem oft geäusserten Bedürfnis. Energieexperten haben in Zusammenarbeit mit Lehrerinnen und Lehrern ein Lehrmittel berarbeitet und in Schulen getestet. Das Thema Energie, das in den meisten Lehrplänen bereits heute integriert oder wenigstens vorgesehen ist, wird damit weitgehend abgedeckt. Eine Marktstudie, die letztes Jahr von Studenten der HWV Olten (Höhere Wirtschafts- und Verwaltungsschule) durchgeführt wurde, hat bestätigt, dass das Interesse von Schülerinnen und Schülern an Energiethemen stark zunimmt. Solide Energiekenntnisse sind für die zukünftigen Generationen eine wichtige Basis für Entscheide in Fragen der Wirtschafts- und Umweltproblematik.

Mit dem neuen Lehrmittel wird das aktuelle Expertenwissen zur rationellen Energienutzung für den Lehrer kompakt zusammengefasst. Inhalt, Aufbau und Form sind konsequent auf die Bedürfnisse im Unterricht ausgerichtet. Der Ordner ist ein effizientes Hilfsmittel für die Unterrichtsvorbereitung.

Primär ist das Lehrmittel auf nichttechnische Zielgruppen ausgerichtet. Es eignet sich besonders für kaufmännische Schulen, Fachhochschulen, HWV, Mittelschulen und die oberste Volksschulstufe. Technisch formulierte Unterlagen wurden in eine allgemein verständliche Sprache «übersetzt». Neben Umweltaspekten kommen vor allem wirtschaftliche Überlegungen zum Zug.

Juni 1995

Prof. Dr. Beat Hotz-Hart

Vizedirektor
Bundesamt für Konjunkturfragen

Wer oder was ist RAVEL?

Maurice Ravel ist ein französischer Komponist des beginnenden 20. Jahrhunderts, der unter anderem ein energiegeladenes Musikwerk mit dem Titel «Bolero» geschrieben hat. Doch soll hier nicht von ihm, sondern vom Impulsprogramm des Bundes die Rede sein – auch wenn die Namensanalogie nicht ganz zufällig ist.

Die Förderung der rationellen Stromnutzung und das Auslösen von wirtschaftlichen Impulsen sind die Hauptziele des Impulsprogrammes RAVEL (Rationelle Verwendung von Elektrizität). Das Programm wird vom Bundesamt für Konjunkturfragen (BfK) betreut. Die Hauptansatzpunkte sind Forschung, Aus- und Weiterbildung sowie Öffentlichkeitsarbeit im Bereich Rationelle Verwendung von Elektrizität oder «Stromsparen».

Über 200 Experten aus Wirtschaft und Hochschulen engagieren sich für RAVEL. Bereits wurden über 300 Kurse mit gesamthaft mehr als 8000 Teilnehmern und Teilnehmerinnen durchgeführt. Lehrmittel, Kursunterlagen und Untersuchungsberichte wurden von über 80 000 Interessenten angefordert. Mitgetragen werden die Kurse von den zuständigen Organisationen und Verbänden aus Architektur, Haustechnik, Industrie, Elektrizitätswirtschaft, Umwelt, BIGA und Lehrerschaft.

So unterstützt RAVEL Lehrerinnen und Lehrer

Sämtliche Dokumentationen der Impulsprogramme RAVEL (Rationelle Verwendung von Elektrizität), PACER (Erneuerbare Energien) und IP Bau (Bauliche Erneuerung) sind auf CD-ROM erhältlich.
Bezug: EDMZ, 3000 Bern.

Für den Unterricht ist ein vergünstigter Bezug der Impulsprogramm-Dokumentationen möglich: Information und Bestellung beim BfK, Belpstrasse 53, 3003 Bern, Tel. 031-322 21 39.

Vollamtliche Lehrerinnen und Lehrer können kostenlos an den Weiterbildungskursen der Impulsprogramme teilnehmen.

Information und Anmeldung bei der Kursadministration der Impulsprogramme:
P. Müller, Hammerstrasse 62c, 8032 Zürich, Tel. 01-388 65 65.

Auch der Beizug von Energieexperten für den Unterricht ist möglich: Information und Vermittlung bei der Projektleitung «RAVEL in der Erstausbildung», Max Kugler, Meierwiesenstrasse 49, 8107 Buchs, Tel. 01-845 00 01, oder Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (EWZ), Elexpo, Beatenplatz 2, 8023 Zürich, Tel. 01-319 49 60.

RAVEL

Weitere Auskünfte:

INFOENERGIE Beratungszentrale, Postfach 31, 5200 Brugg,
Tel. 056-41 60 80, Fax 056-41 20 15,
Besuchsadresse: Kindergartenstrasse 1, 5200 Windisch.

INFOENERGIE Beratungszentrale, c/o Eidg. Forschungsanstalt, 8356 Tänikon,
Tel. 052-62 34 85, Fax 052-62 34 89.

Gebrauchsanleitung für den Ordner

Im Ordner werden 10 in sich abgerundete Themen behandelt. Zu jedem Thema gibt es ein handliches Faltblatt und fünf bis sechs Folienvorlagen (Bilder, Diagramme und Tabellen). Die Faltblätter können kopiert und an die Schülerinnen und Schüler abgegeben werden.

Die Reihenfolge der Themen richtet sich nach dem Schwierigkeitsgrad für den technischen Laien.

Allgemeine Energiefragen: Grundlagen, Elektrizitätswirtschaft

Technisch eher einfach: Solarenergie, Haushalt, Beleuchtung, Bürogeräte

Technisch eher schwierig: Haustechnik, Wärme, Industrie, Hotellerie

Ein Faltblatt enthält genügend Stoff für eine Lektion. Es können aber auch einzelne Teilthemen herausgegriffen oder sogar Projektarbeiten, Workshops oder Energie- und Umweltwochen daraus gestaltet werden.

Die Titelseite jedes Faltblattes gibt eine Einführung, einen Überblick und Hintergrundinformationen. Die Hauptaussagen werden in Stichworten und auf einer Folienvorlage zusammengefasst. Fragen zum Thema fördern die Sensibilisierung und erleichtern den Einstieg in die Lektion.

Auf den Innenseiten des Faltblattes sind die wichtigsten Inhalte in vier Textblöcken zusammengefasst und zusätzlich auf den verkleinerten Folienvorlagen dargestellt.

Die Rückseite enthält Aufgaben für den Unterricht: Berechnungen von Energiekosten, Diskussionsgrundlagen, Anregungen zum Handeln. Angaben zu weiterführender Literatur und Adressen ermöglichen jederzeit die Vertiefung der Themen.

Alle Folien sind einerseits als Verkleinerung im Faltblatt integriert und anderseits als Kopiervorlage in Originalgrösse A4 vorzufinden. Speziell die Folien zu den Diskussionen und Berechnungen sind im Faltblatt mit Lösungen und in der Kopiervorlage ohne Lösungen wiedergegeben.

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Konjunkturfragen (BfK)
Belpstr. 53, 3003 Bern
Tel. 031-322 21 39, Fax 031-371 82 89

Verlag und Bezug

© 1995 vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich

Tel. 01-632 42 42, Fax 01-252 34 03
(Fotokopieren für die Aus- und Weiterbildung erlaubt)

ISBN 3-7281-2250-5 (deutsch)
ISBN 3-7281-2251-3 (französisch)
ISBN 3-7281-2252-1 (italienisch)

EDMZ, 3000 Bern
Fax 031-992 00 23
Bestellnummer: 724.303 d, f, i

Erhältlich im Buchhandel

Projektgruppe

Projektleiter: Max Kugler,
ONION Unternehmensberatung, Buchs ZH

Projektbegleitung RAVEL: Jürg Nipkow,
ARENA, Zürich

Begleitgruppe Lehrer: Antonio Adamo, Martin Hoch, Roland Reichenbach, Hans Ruetz, Erich Renner

Autoren

Stefan Gasser, Amstein + Walthert AG, Zürich;
ab Mitte 1995: CIM-Bildungszentrum im Technopark, Zürich

Dr. Eric Bush, Amstein + Walthert AG, Zürich

Margrit de Lainsecq und Othmar Humm,
Oerlikon Journalisten AG, Zürich

Gestaltung, Satz

Klingele Grafik Design, Luzern

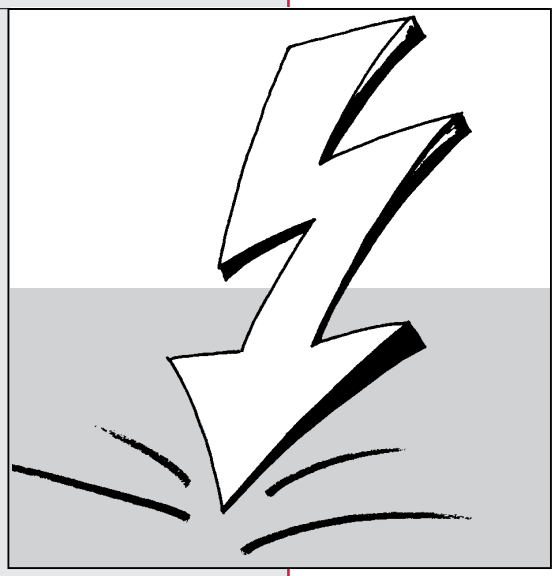
Sponsoren

Finanzielle und fachliche Unterstützung durch:
EWZ Elexpo, Zürich

sowie durch:
INFEL, Zürich
ABB, Baden

«Energie» verstehen

Folie 1



- Die heutige Energiepolitik basiert auf den beiden Volksabstimmungen vom September 1990.
- Heizöl ist heute dreimal billiger als Mineralwasser.
- Ist der Staubsauger mit 2 Kilowatt Leistung eine halbe Stunde in Aktion, verbraucht er 1 Kilowattstunde Strom.
- Nicht die Stromstärke, sondern die Spannung bedeutet Gefahr.

Welche Ziele hat sich Energie 2000 gesetzt?

Weshalb ist Benzin viel teurer als Heizöl?

Wieviel Energie verbraucht eine Lampe mit einer konstanten Leistung von 100 Watt in 10 Stunden?

Weshalb sind Hochspannungsmasten so hoch?

Ergänzende Infos zu diesem Thema sind in der Lektion «Elektrizitätswirtschaft» enthalten.

Was wir nicht sehen, spüren oder riechen können, stellt hohe Anforderungen an unser Vorstellungsvermögen. So ist es auch mit der Energie. «Unsichtbar wirkende Kraft» bedeutet das altgriechische enérgeia, von dem das deutsche Wort abgeleitet ist. Sichtbar sind dagegen die Energieträger, die Stoffe, die Energie in sich speichern: Erdöl, Erdgas, Uran und Wasserkraft. Aus ihnen wird in Raffinerien oder Kraftwerken Endenergie (Benzin, Heizöl, Strom) gewonnen. Danach gilt es, die Endenergie in Nutzenergie umzuwandeln; in der Lampe wird Strom zu Licht, im Ölkessel Heizöl zu Raumwärme, und der Benzinmotor macht aus Treibstoff Antriebskraft.

Der Weg vom Energieträger oder von der Primärenergie zur Nutzenergie ist lang. Er kostet Geld, Arbeitskraft und Energie: 40 Prozent der Primärenergie werden zu Nutzenergie, der Rest geht durch die Umwandlungsprozesse verloren – zum grössten Teil als Abwärme.

Beim Thema **Energie** sind zwei Aussagen von besonderer Bedeutung.

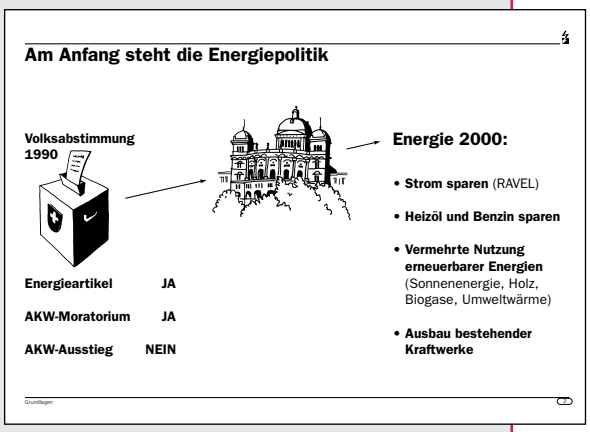
Erstens: Nur 40 Prozent der Primärenergie werden zu nutzbarer Antriebskraft, zu Licht oder Raumwärme, der Rest geht als Abwärme verloren.

Zweitens: Strom ist die hochwertigste und teuerste Energieform. Strom sparen heisst deshalb auch Geld sparen – und die Umwelt schonen.

Die hochwertigste Form von Energie ist die Elektrizität, die im Gegensatz zur niederwertigen Wärme je nach Bedarf und ohne grosse Verluste sowohl in Antriebskraft als auch in Heizwärme oder Licht umgewandelt werden kann. Elektrizität hat nicht nur die höchste Wertigkeit, sie ist auch am teuersten: Obwohl ihr Anteil am Gesamtenergieverbrauch der Schweiz nur ein Fünftel beträgt, werden für Elektrizität 40 Prozent der Energieausgaben oder 7 Milliarden Franken aufgewendet. Die Zunahme des Elektrizitätsverbrauches konnte allerdings, wie auch diejenige des Heizöls, in den letzten Jahren gebremst werden. Dies gilt nicht für die Belange des individuellen Verkehrs: Benzin- und Dieselölverkäufe steigen ungehindert weiter.

Ein Teil der Energiekosten könnte mit wirtschaftlichen Massnahmen eingespart werden. Der effizientere Einsatz von Elektrizität und Wärme sowie die verstärkte Nutzung erneuerbarer Energiequellen ermöglichen es, Geld zu sparen und mit der Umwelt schonender umzugehen – ohne Komfortverzicht.

Folie 2

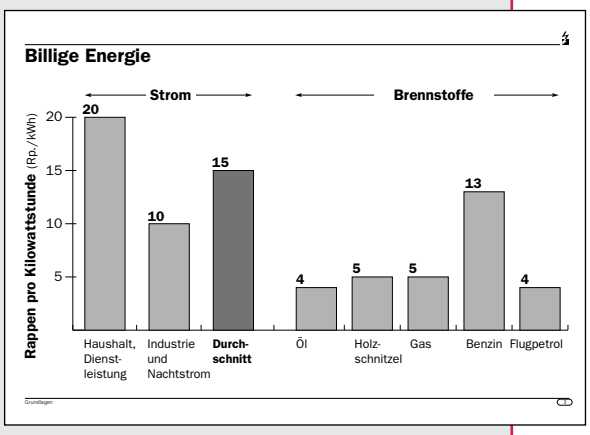


Als Antwort auf den Abstimmungsausgang von 1990 hat der Bundesrat Energie 2000 präsentiert. Die Umsetzung dieses Aktionsprogramms gibt den erneuerbaren Energien und der effizienten Stromnutzung Auftrieb.

Am Anfang steht die Energiepolitik

- In den letzten 100 Jahren ist der globale Energieverbrauch um das Zehnfache gestiegen. Auch heute noch wird der grösste Teil des weltweiten Wärme- und Strombedarfs durch Kohle, Gas und Erdöl gedeckt, die bei der Verbrennung Kohlendioxid freisetzen: 22 000 Millionen Tonnen im Jahr. Weil erwiesen ist, dass diese CO_2-Emissionen zum Treibhauseffekt beitragen, gehört der Klimaschutz zu den wichtigsten Zielen der weltweiten Energiepolitik.
- Das Klimaproblem betrifft alle Länder, auch die Schweiz. Unsere Handlungsfähigkeit ist aber insofern eingeschränkt, als die grossen fossilen Kraftwerke jenseits der Landesgrenzen stehen. In der schweizerischen Energiepolitik stehen daher eher die Förderung der erneuerbaren Energien und die rationelle Stromnutzung im Vordergrund.
- 1990 haben die Stimmbürger dem Energieartikel und dem Baustopp für Kernkraftwerke zugestimmt, zum Ausstieg aus der Kernenergienutzung aber nein gesagt. Als Antwort auf diesen Abstimmungsausgang hat der Bundesrat Energie 2000 präsentiert. Dieses Aktionsprogramm will folgende Ziele erreichen: Der Heizöl- und Benzinbedarf soll sinken, der Stromverbrauch nicht mehr wachsen. Die Kapazität der bestehenden Wasserkraftwerke darf um 5 Prozent, diejenige der Kernkraftwerke um 10 Prozent vergrössert werden. Bis ins Jahr 2000 sollen 3 Prozent mehr Wärme und 0,5 Prozent mehr Strom aus erneuerbaren Energien produziert werden.

Folie 3



Mit Ausnahme des stark besteuerten Benzins sind die fossilen Energien Öl, Gas und Kohle sowie Holz etwa dreimal billiger als Strom.

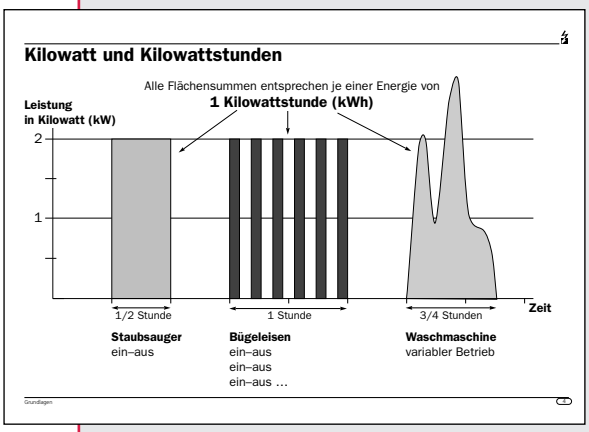
Billige Energie

- Die Strompreise werden von den Elektrizitätswerken festgelegt und variieren deshalb von Region zu Region. Die hier angegebenen Energiepreise sind Mittelwerte. Grosskunden aus der Industrie können Strom um die Hälfte billiger beziehen als Haushalte. Unterschieden wird ausserdem zwischen Nachtstrom (Niedertarif) und Tagstrom (Hochtarif).
- Mit Ausnahme der stark besteuerten Treibstoffe sind die fossilen Energien etwa dreimal billiger als Strom. Was den Energieinhalt anbelangt, entspricht 1 Liter Heizöl oder Benzin einem Kubikmeter Erdgas oder 10 kWh Strom.
- Die Energiepreise sind langsamer gestiegen als die allgemeinen Lebenskosten. Heizöl ist heute real 40 % und Strom 15 % billiger als vor 20 Jahren. Diese günstigen Preise verzögern den Umstieg auf umweltfreundliche, erneuerbare Energiequellen und schwächen den finanziellen Anreiz, Stromsparpotentiale auszuschöpfen. Müssten wir auch für die Umweltbelastung bezahlen, die durch unseren Energieverbrauch entsteht, wäre Heizöl nicht mehr dreimal billiger als Mineralwasser.
- Die Energiepreise spiegeln nur ein unvollständiges Bild der tatsächlichen Energiekosten, weil die sogenannten externen Kosten – die Kosten der Umweltbelastung und der Risiken der Energieanwendung – nicht berücksichtigt sind. Sofern diese in die Vergleichsrechnung einbezogen werden, ändert sich das Bild zugunsten von Solaranlagen, Holzheizungen, Wärmepumpen etc., aber auch zugunsten von Energiesparmassnahmen.

Folie 4

James Watt, Kilowatt und Kilowattstunden

- Zu Ehren von James Watt, der 1781 die moderne Kraftmaschine erfand, wird die energetische Leistung in Watt, der Energieverbrauch in Wattsekunden gemessen. Wir sprechen in dieser und den kommenden Lektionen von den grösseren Einheiten Kilowatt (kW) und Kilowattstunden (kWh). Häufig anzutreffen sind auch die Begriffe Kilojoule (1 kWh = 3600 Kilojoule bzw. kJ) oder Kilokalorien (1 kWh = 860 Kilokalorien bzw. kcal).
- Die Grundformel der Energietechnik lautet: **Energieverbrauch = Leistung x Zeit**. Nehmen wir also den Staubsauger mit einer Leistung von 2 kW aus dem Schrank, um damit eine halbe Stunde lang staubzusaugen, verbraucht das Gerät 1 kWh Energie.
- Danach geht's ans Hemdenbügeln. Obwohl wir der Einfachheit halber ein Bügeleisen wählen, das ebenfalls eine Leistung von 2 kW aufweist, müssen wir diesmal eine ganze Stunde arbeiten, bis wieder 1 kWh Strom verbraucht ist. Des Rätsels Lösung: Dieses Gerät ist ein «Ein-Aus-Verbraucher», bei dem sich Ein- und Aus-Zustand während des Betriebes automatisch abwechseln. Das Ein-Aus-Spiel regelt die Temperatur.
- Bei der Waschmaschine wird das Rechnen schwierig. Sie weist nämlich eine variable Leistung zwischen 0 und 3 kW auf, je nachdem, ob sie vorwäscht, kaltes Wasser aufwärmt oder die Trommel dreht. Die erste Kilowattstunde hat sie nach 45 Minuten verbraucht.

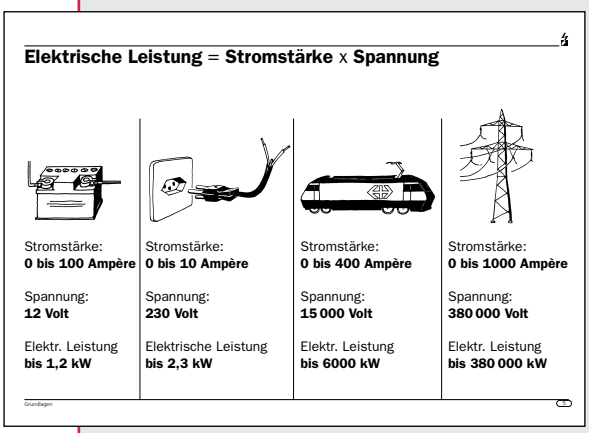


Zwischen Zeit- und Leistungsachse wird der in Kilowattstunden gemessene Energieverbrauch von Staubsauger, Bügeleisen und Waschmaschine als Fläche dargestellt.

Folie 5

Elektrische Leistung = Stromstärke x Spannung

- Die elektrische Leistung setzt sich aus der Stromstärke (in Ampère gemessen) und der elektrischen Spannung zusammen, die in Volt gemessen wird. Am Beispiel des Wasserfalls werden die abstrakten Begriffe fassbar: Seine Höhe stellt die elektrische Spannung, seine Wassermassen die Stromstärke dar. Der höchste Wasserfall der Welt, der Salto Angel, der als dünner Strahl über 1000 Meter hohe Felsen in den venezolanischen Dschungel stürzt, hat eine dem Rheinfall vergleichbare Leistung, dessen 50fach grössere Wassermassen über 50mal kleinere Felsen donnern. Am meisten Elektrizität liesse sich am Niagara-Fall gewinnen, weil dort die Höhe und die Wassermassen gross sind.
- Mathematisch ausgedrückt: Elektrische Leistung (Watt bzw. Voltampère) = Spannung (Volt) x Stromstärke (Ampère). In einer 100-Watt-Glühlampe, die an einem 230-Volt-Netz angeschlossen ist, fliessen knapp 0,5 Ampère Strom. Bei anderen Verbrauchern, beispielsweise bei Motoren, ist der Zusammenhang etwas komplizierter.
- Nicht die Stromstärke, sondern die Spannung ist für den Menschen gefährlich. Hohe Spannungen sind jedoch für den Stromtransport über lange Strecken unerlässlich, die Leitungsstränge wären sonst zu umfangreich. Höchstspannungsleitungen müssen strengen Sicherheitsanforderungen genügen: sie befinden sich hoch über dem Boden, und die Abstände zwischen den einzelnen Leitungen betragen mehrere Meter.



Gefährlich ist für den Menschen nicht die Stromstärke, sondern die Spannung – deshalb die Warntafeln an Hochspannungsmasten und Eisenbahnlinien.

Aufgaben

Energiekosten: *Wieviel kostet der Einsatz dieser Geräte?*

Anhand der gegebenen Stromstärke und der jährlichen Einschaltdauer sind die Leistung, der jährliche Energieverbrauch und die Energiekosten zu berechnen. Die Netzspannung beträgt 230 Volt, der Strompreis 20 Rappen pro Kilowattstunde.

Folie 6

Wieviel kostet der Einsatz der Geräte

Gerät	mittlere Stromstärke	jährliche Einschaltdauer
Rasierapparat	0,04 Ampère	50 Stunden
Kühlschrank	0,4 Ampère	4500 Stunden
Fernseher	0,5 Ampère	1000 Stunden
Wohnzimmerlampe	1,3 Ampère	1000 Stunden
Backofen	6,5 Ampère	300 Stunden
Elektroboiler	15 Ampère	750 Stunden

	Leistung	jährl. Energieverbrauch	jährliche Energiekosten
Rasierapparat	9,2 Watt	0,46 kWh	**0.09 Franken**
Kühlschrank	92 Watt	414 kWh	**82.80 Franken**
Fernseher	115 Watt	115 kWh	**23.00 Franken**
Wohnzimmerlampe	299 Watt	299 kWh	**59.80 Franken**
Backofen	1495 Watt	448,5 kWh	**89.70 Franken**
Elektroboiler	3450 Watt	2587,5 kWh	**517.50 Franken**

Grundlagen

Leistung =
Stromstärke x Spannung

Energieverbrauch =
Leistung x Einschaltdauer

Energiekosten =
Energieverbrauch x Strompreis

Welche Geräte entsprechen welchem Verbrauchertyp ?

Folie 7

Welche Geräte entsprechen welchem Verbrauchertyp?

	Einmal ein–aus	Intervall ein–aus	variable Leistung
Alter Kochherd	○	●	○
Tiefkühltruhe	○	●	○
Fotokopierer	○	○	●
Tischcomputer	●	○	○
Notebook	○	○	●
Stereoanlage	●	○	○
Rasierapparat	●	○	○
Zentralheizung	○	●	○
Auto	○	○	●

Grundlagen

Neuere Geräte arbeiten oft mit variabler Leistung. Vorteil: Der Energieverbrauch ist geringer. Nachteil: Verbrauch ist nicht berechenbar, nur messbar.

Diskussion:

- Was geschieht in der Energiepolitik?
- Weshalb spielt in der schweizerischen Energiepolitik die CO_2-Frage eine weniger wichtige Rolle als in der EU?
- Weshalb sind die Erdölpreise stärkeren Schwankungen ausgesetzt als die Strompreise?
- Weshalb ist die Energie im Verhältnis zu anderen Konsumgütern heute billiger als früher?

Weitere Unterlagen zum Thema

Wirtschaftsgeografie
Reichenbach und Ruetz
SKV-Verlag, ISBN 3-286-30472-7

Schweizer Energiefachbuch
Bezug: Künzler-Bachmann AG
Geltenwilenstr. 8, 9001 St. Gallen
Tel. 071 – 30 92 92
Fax 071 – 30 92 93

Gesamtenergiestatistik
Bundesamt für Energiewirtschaft
3003 Bern

Alle nachfolgenden RAVEL-Unterlagen
Bezug: EDMZ, 3000 Bern
Fax 031 – 992 00 23

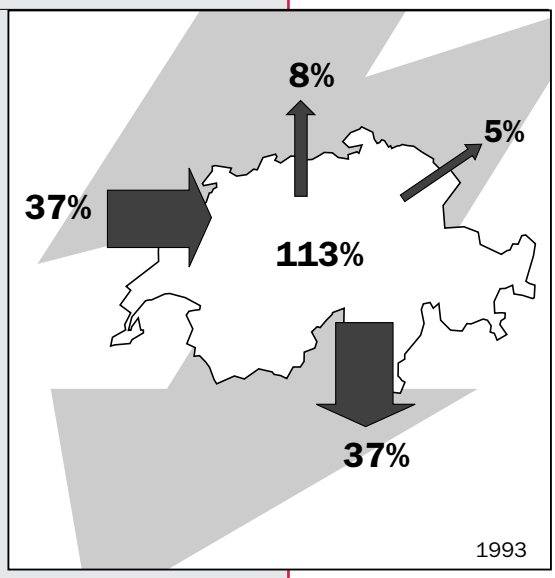
Kompetent antworten auf Energiefragen
Bestellnummer: 724.386.1 d

Industrieordner
Bestellnummer: 724.370 d

Externe Kosten und kalkulatorische Energiepreiszuschläge für den Strom- und Wärmebereich
Bestellnummer: 724.270 d

Europaweit vernetzt

Folie 1



- 7 Milliarden Franken gibt die Schweiz im Jahr für Elektrizität aus.
- Zwei Drittel des weltweit verbrauchten Stroms kommen aus fossilen Kraftwerken.
- Ein Norweger verbraucht sechsmal mehr Strom als eine Italienerin.
- Produktion und Verteilung von Strom belasten die Umwelt.

Welche Faktoren beeinflussen den Stromverbrauch eines Landes?

Welche Bedeutung haben Stauseen für die Elektrizitätswirtschaft der Schweiz?

Weshalb sind die CO_2-Emissionen fossiler Kraftwerke auch für die Schweiz relevant?

Was für Möglichkeiten gibt es, um die durch die Stromproduktion verursachte Umweltbelastung zu reduzieren?

Ergänzende Infos zu diesem Thema sind in der Lektion «Grundlagen» enthalten.

Elektrischer Strom gehört so selbstverständlich zu unserem Leben, dass wir erst bei Stromausfall merken: Ohne Strom steht vieles still. Für die Wirtschaft ist Elektrizität noch wichtiger als für die Privathaushalte. Grössere Unternehmen leisten sich teure Notstromversorgungen, um gegen Ausfälle gewappnet zu sein.

Elektrizität ist eine konzentrierte und teure Form von Energie. Obwohl ihr Anteil am Gesamtenergieverbrauch der Schweiz nur ein Fünftel beträgt, werden für Elektrizität 40 Prozent der Energieausgaben oder 7 Milliarden Franken aufgewendet. Für die Stromversorgung sind 1200 Elektrizitätswerke verantwortlich, die zu 75 Prozent der öffentlichen Hand gehören. Sie betreiben die vielen Wasserkraftwerke und die fünf Kernkraftwerke der Schweiz und betätigen sich daneben als «Händler», indem sie in anderen Werken Strom einkaufen und an ihre Kunden weiterverkaufen.

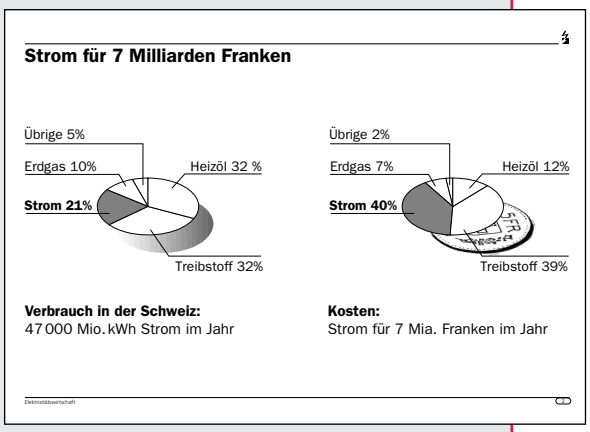
Beim Thema **Elektrizitätswirtschaft** ist eine Aussage von besonderer Bedeutung:

Die Schweiz ist keine Insel, Strom wird importiert und exportiert. Für Betrachtungen über Preisentwicklung und Umweltbelastung ist deshalb nicht nur die inländische, sondern auch die europäische Stromproduktion von Bedeutung.

Wichtigstes Stromimportland der Schweiz ist Frankreich, wichtigstes Exportland Italien. Die Schweiz verkauft mehr Strom, als sie zukauft; 1993 betrug der Exportüberschuss 13 Prozent, wobei über die Jahre hinweg geringfügige Abweichungen festzustellen sind. Möglich ist dieser grenzüberschreitende Handel, weil sich Strom im Gegensatz zur thermischen Energie über weite Distanzen transportieren lässt: Beim Ferntransport mit einer Hochspannung von 380 000 Volt beträgt der Verlust nur 1 Prozent auf 100 Kilometer. Bei tieferer Spannung wären zu umfangreiche Leitungsstränge notwendig (Spannung x Stromstärke = elektrische Leistung). In Unterwerken und lokalen Verteilsystemen wird die Spannung stufenweise reduziert; Strom aus der Steckdose hat noch 230 Volt.

Der Landesverbrauch von 47 000 Mio. kWh Strom im Jahr fliesst in die Industrie (35 Prozent), die Haushalte (30 Prozent), Dienstleistungsbetriebe (25 Prozent), Verkehr (8 Prozent) und Landwirtschaft (2 Prozent).

Folie 2



Strom ist teurer als Wärme: 40 % der Schweizer Energieausgaben entfallen auf Strom, obwohl der Anteil am Gesamtenergieverbrauch nur 21 % beträgt.

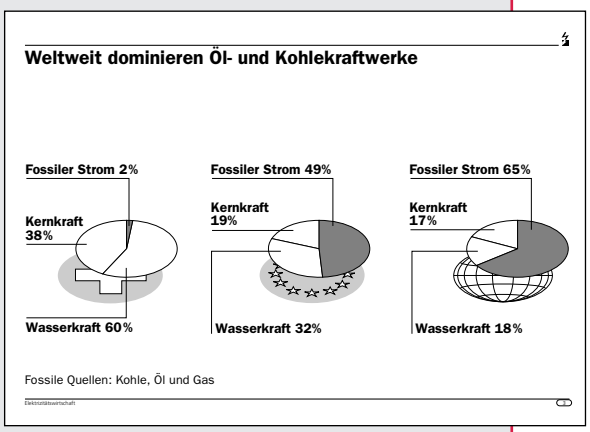
Strom für 7 Milliarden Franken

- 7 Milliarden Franken jährlich werden in der Schweiz für Strom ausgegeben – das sind 2 Prozent des Bruttoinlandprodukts oder 1000 Franken pro Einwohner.
- Im Durchschnitt kostet 1995 1 kWh Strom 15 Rappen, 1 kWh Treibstoff 13 Rappen, 1 kWh Erdgas 5 Rappen und 1 kWh Heizöl 4 Rappen. Treibstoff (Benzin und Diesel) ist deshalb teurer als Heizöl, weil die steuerliche Belastung beim Treibstoff zwei Drittel des Verkaufspreises ausmacht.
- Strom ist nicht überall gleich teuer; die Tarife liegen zwischen 10 und 25 Rappen je kWh. Der Preis variiert ausserdem je nach Tages- und Jahreszeit; Nacht- und Sommerstrom sind im Überangebot vorhanden und deshalb günstig, Winter- und Tagesstrom eher teuer. Für die Grossabnehmer in Industrie und Verkehr gelten reduzierte Tarife.

Strompreise im Vergleich

	Haushalte (Rp/kWh)	Industrie (Rp/kWh)
Schweiz	20	10
Deutschland	24	16
Frankreich	25	10
Japan	26	23
USA	15	9

Folie 3



In der Schweiz stammen nur 2 %, in Europa jedoch die Hälfte und weltweit 65 % des Stromes aus fossilen Kraftwerken. Fossile Quellen: Kohle, Öl und Gas.

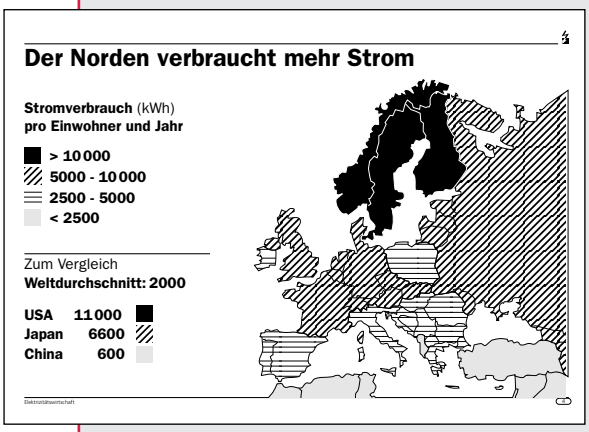
Weltweit dominieren Öl- und Kohlekraftwerke

- 60 Prozent des im Inland erzeugten Stroms stammt aus Wasserkraftwerken. Während Flusskraftwerke eine relativ konstante Produktion aufweisen, kann die in Stauseen gespeicherte Energie gezielt zu Spitzenverbrauchszeiten – im Winter und zur Mittagszeit – in Strom umgewandelt werden.
- Zur zweiten grossen Kraftwerkgruppe gehören Beznau I und II, Mühleberg, Gösgen und Leibstadt. Die fünf Kernkraftwerke produzieren zusammen 38 Prozent des Schweizer Stroms. Weltweit sind 429 Kernkraftwerke in Betrieb, davon nur 6 auf der Südhalbkugel.
- In der Schweiz stammen nur 2 Prozent, in Europa jedoch die Hälfte und weltweit gar zwei Drittel des Stroms aus fossilen Kraftwerken, die mit Kohle, seltener mit Erdöl oder Erdgas betrieben werden. Während bei Wasserkraftwerken bis 90 Prozent der im Wasser gespeicherten Energie in Strom umgewandelt werden, beträgt der Wirkungsgrad bei nuklearen und fossilen Kraftwerken nur 30 Prozent. Dezentrale Wärmekraftkopplungsanlagen, die ebenfalls fossil beschickt sind, schneiden besser ab, weil hier auch das «Abfallprodukt» Wärme genutzt wird.
- Obwohl sie heute erst einen winzigen Bruchteil des Strombedarfs decken, gehört die Zukunft längerfristig den Kraftwerken, die Sonne, Wind, Biomasse und Gezeitenenergie nutzen und dabei die Umwelt nicht oder nur geringfügig belasten. Strom aus diesen erneuerbaren Quellen ist allerdings zwei- bis zehnmal teurer als konventionell erzeugter Strom. Die Ausnahme: Windkraftwerke in Küstennähe sind bereits heute rentabel.

Folie 4

Der Norden verbraucht mehr Strom

- Wohlhabende Industrieländer verbrauchen pro Einwohner ein Vielfaches der Elektrizität, die den Menschen in Entwicklungsländern zur Verfügung steht. Aber nicht nur der Lebensstandard, auch die Effizienz der Stromnutzung, der Anteil an Schwerindustrie und das Klima beeinflussen den Pro-Kopf-Verbrauch.
- In der Schweiz hat sich der Stromverbrauch von 1960 bis 1990 verdoppelt. Die Rezession und effizientere Geräte und Anlagen haben seither wieder zu einem leichten Verbrauchsrückgang geführt.
- Europaweit sind die Skandinavier die grössten Stromverbraucher. Dazu tragen in erster Linie die langen Winter und die häufig eingesetzten Elektroheizungen bei. In Italien dagegen, das im Verhältnis zum Bruttosozialprodukt einen bescheidenen Pro-Kopf-Verbrauch aufweist, wirken sich die milden Winter und die Lichtverhältnisse des Südens aus.
- Europäer verbrauchen sechsmal soviel Strom wie die Bewohner der Schwellen- und Entwicklungsländer. In den USA ist der Pro-Kopf-Verbrauch doppelt so hoch wie in Europa. Die billigen Strompreise und der Wohlstand haben dort zu überdimensionierten Klimaanlagen und hoher Gerätedichte geführt. Gegenwärtig laufen aber auch in den USA Bestrebungen zu einem rationelleren Umgang mit Strom – Stichwort: Negawatt statt Megawatt!

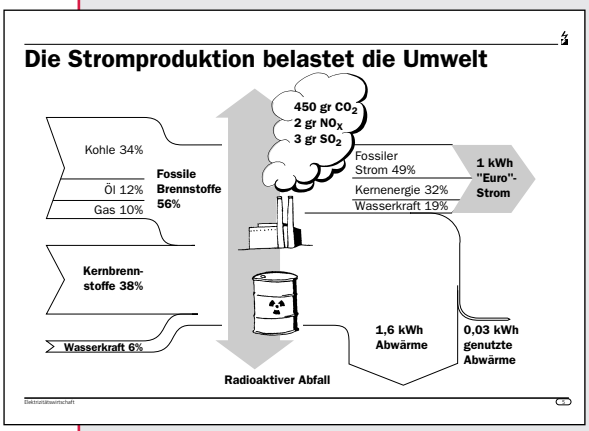


Elektroheizungen und dunkle Winter sind die Hauptursachen für den hohen Stromverbrauch der nördlichen Ländern.

Folie 5

Die Stromproduktion belastet die Umwelt

- In Europa verursacht die Produktion von 1 kWh Strom durchschnittlich 450 g CO_2-, 2 g NO_X- und 3 g SO_X-Emissionen, 1,6 kWh ungenutzte Abwärme und 0,01 g hochradioaktive Abfälle. Mit dieser Kilowattstunde lassen sich zum Beispiel 750 g Brot backen, 11 Stunden fernsehen, 1000 A4-Seiten kopieren, 10 A4-Blätter weisses Papier produzieren, 10 Kühe mit der Melkmaschine melken oder eine Dusche nehmen.
- Die Luftbelastung durch CO_2 und Spurengase sind auch für die Schweiz von Belang, obwohl hier keine grösseren fossilen Kraftwerke stehen. Doch die Schweiz ist ins europäische Verbundnetz eingebunden: Die grossen Elektrizitätswerke decken sich bei ungenügender Eigenproduktion auf dem europäischen Strommarkt ein. Da die Schweizer Kraftwerke den grössten Teil des Jahres mit voller Leistung arbeiten, kann jede in der Schweiz eingesparte kWh exportiert werden und im Ausland eine fossil erzeugte kWh ersetzen.
- Die in fossilen und nuklearen Kraftwerken anfallende Abwärme wird in Europa wenig genutzt, obwohl es technisch möglich wäre, sie über Fernwärmenetze zu Heizzwecken einzusetzen. Das Heizen mit Abwärme und der damit verbundene Ersatz von Ölheizungen könnte wesentlich zur Reduktion der globalen Umweltbelastung beitragen.
- Die Umweltbelastung durch die Stromproduktion lässt sich schlecht in Franken ausdrücken und hat auf die Strompreise keinen direkten Einfluss. Eine CO_2-Steuer könnte zu einem effizienten Einsatz von Strom und zu einer verbesserten Konkurrenzfähigkeit von Strom aus Sonne, Wind und Biomasse führen.



Bei der Produktion von 1 kWh «Euro»-Strom wird die Umwelt durchschnittlich mit 450 g CO_2, 2 g NO_X, 3 g SO_X, 1,6 kWh ungenutzter Abwärme und 0,01 g hochradioaktiver Abfälle belastet.

Aufgaben

Stromproduktion: *Woher kommt die Elektrizität?*

Bilde eine europäische «Hitliste» . Welches Land hat

- den höchsten Wasserkraftanteil?
- den höchsten Kernkraftanteil?
- den höchsten Anteil an fossiler Stromproduktion?
- den höchsten Exportanteil?

Anzugeben sind jeweils in Prozenten die ersten 5 Länder in der Reihenfolge.

Folie 6

Stromproduktion Westeuropa 1990 (Mio. kWh/a)

	Wasserkraft	Kernenergie	Fossiler Strom	Total	(+) Export (-) Import	Anzahl KKW
Belgien	900	40 400	25 900	67 200	3700	7
Dänemark	400	0	23 100	23 500	- 7000	0
Deutschland	19 700	151 400	368 200	539 300	100	23
Finnland	27 500	18 300	9 200	55 000	0	4
Frankreich	56 500	297 700	45 300	399 500	45 800	57
Griechenland	2 000	0	30 100	32 100	- 700	0
Grossbritannien	7 000	58 600	231 700	297 300	12 000	35
Irland	700	0	12 500	13 200	0	0
Italien	37 200	0	167 800	205 000	- 34 700	0
Luxemburg	800	0	500	1 300	- 3 900	0
Niederlande	0	3 300	64 700	68 000	- 10 200	2
Norwegen	118 300	0	500	118 800	14 900	0
Österreich	36 100	0	14 000	50 100	2 300	0
Portugal	9 100	0	18 000	27 100	0	0
Schweden	72 100	65 900	5 900	143 900	0	12
Schweiz	29 800	22 800	1 200	53 800	2 500	5
Spanien	25 800	51 900	67 000	144 700	400	9
Westeuropa	443 900	710 300	1 085 600	2 239 800	1 200	152

Elektrizitätswirtschaft

Diskutiere die Stromproduktion verschiedener Länder:

Norwegen

Die Norweger haben weltweit den grössten Pro-Kopf-Verbrauch, eine hundertprozentige Strombedarfsdeckung mittels Wasserkraft und exportieren zudem 13 Prozent ihres Stromes ins Ausland.

- Wäre ein Ersatz der vielen Elektroheizungen durch Gas und eine gleichzeitige Steigerung des Exportes z.B. an Dänemark, welches praktisch den gesamten Strom mittels Kohle herstellt, sinnvoll und möglich?

Frankreich und Italien

Frankreich produziert jährlich 46 000 kWh mehr, als das Land braucht (das entspricht dem Jahresbedarf der Schweiz), es betreibt 57 Kernkraftwerke. Die Italiener produzieren 35 000 kWh weniger, als sie brauchen. Italien deckt die Stromversorgungslücke mit französischem Strom, etwa die Hälfte davon fliesst über Transitleitungen durch die Schweiz.

- Wieso stehen die 6 grossen Kernkraftwerke, die Italien für die Eigenversorgung bräuchte, nicht in Italien?
- Welche alternative Stromproduktion wäre für die Italiener möglich?

Schweiz

Die Schweiz hat einen Überschuss an Stromproduktion. Dieser ist in den letzten Jahren noch gestiegen, während der Bedarf stagnierte. Zusätzlich handelt die Schweiz mit Strom, v.a. zwischen Frankreich und Italien. Dies hat grosse Transitleitungen durch das Land zur Folge.

- Dient der Stromhandel der europäischen Integration?
- Verunstalten Hochspannungsleitungen unser Landschaftsbild?

Resultate:

Wasserkraft:	1	Norwegen	100%
	2	Österreich	72%
	3	Luxemburg	62%
	4	Schweiz	55%
	5	Schweden	50%
	5	Finnland	50%
Kernkraft:	1	Frankreich	75%
	2	Belgien	60%
	3	Schweden	46%
	4	Schweiz	42%
	5	Spanien	36%
Fossiler Strom	1	Dänemark	98%
	2	Niederlande	95%
	2	Irland	95%
	4	Griechenland	94%
	5	Italien	82%
Export	1	Norwegen	14%
	2	Frankreich	13%
	3	Belgien	6%
	4	Schweiz	5%
	5	Österreich	5%

Anteil an der Gesamtproduktion (%) =

$$\frac{\text{Produktion aus Wasserkraft}}{\text{Produktion total}} \times 100$$

Weitere Unterlagen zum Thema

Kompetent antworten auf Energiefragen
RAVEL
Bestellnummer: 724.386.1 d
Bezug: EDMZ, 3000 Bern
Fax 031 – 992 00 23

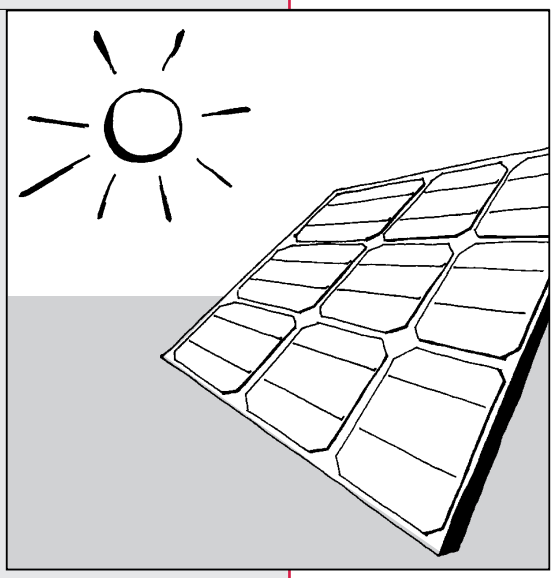
Strom – Zahlen und Fakten
Jahresbroschüre des VSE,
Verein Schweiz. Elektrizitätswerke
Postfach 6140, 8023 Zürich

Jahresbuch Energiedaten
BMWI
Bundesministerium für Wirtschaft
Postfach, D - 53123 Bonn
Tel. 0049 – 528 61 50

Statistik der Energiewirtschaft
Verein industrieller Kraftwirtschaft
Richard-Wagner-Strasse 41
D - 45128 Essen
Tel. 0049 – 201 810 840

Die Sonne kommt

Folie 1



- Sonnenenergie lässt sich überall nutzen.
- Ein Nullenergiehaus braucht weder Kamin noch Heizkessel.
- Sonnenkollektoren für Warmwasser sind konkurrenzfähig.
- Stromproduzierende Solarzellen lassen sich in Fassaden und Dächer integrieren.

Wie kommt ein Haus ohne Heizung durch den Winter?

Welches ist die günstigste Art der Sonnenenergienutzung?

Wie gross ist die Sonnenernte im Schweizer Mittelland?

Wo steht die grösste Solaranlage der Schweiz?

Ergänzende Infos zu diesem Thema sind in den Lektionen «Wärme» und «Wohnen» enthalten.

Der riesige Feuerball, um den unsere Erde kreist, hat eine Oberflächentemperatur von 5800 Grad Celsius. Doch wenn die ausgesandten Strahlen nach einer 150 Millionen Kilometer weiten Reise auf die Erdoberfläche treffen, ist aus der geballten eine sanfte Kraft geworden. Bei voller Einstrahlung beträgt die Intensität des Sonnenlichts 1000 Watt pro Quadratmeter.

Die Sonne sendet insgesamt 25 000 mal mehr Energie zur Erde, als die Menschheit in Form von Strom, Treibstoff und Heizöl verbraucht. In der dicht besiedelten Schweiz beträgt das Verhältnis noch 200 zu 1. Könnten wir die Sonnenenergie, die auf den Neuenburgersee trifft, ohne Verluste in Strom und Heizwärme umwandeln, wäre der Energiebedarf unseres Landes gedeckt.

Von diesem Szenario sind wir noch weit entfernt. Obwohl die Technik ausgereift ist, werden heute erst 0,005 Prozent des schweizerischen Strombedarfs und 0,02 Prozent des Wärmebedarfs durch Solaranlagen produziert.

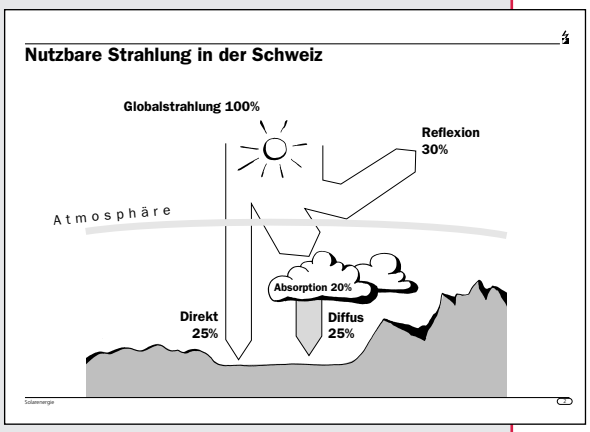
Die Probleme:

- **Besonders die solare Stromproduktion ist (noch) sehr teuer.**
- **Sonnenenergie ist keine konzentrierte Kraft – Anlagen zu ihrer Nutzung benötigen viel Platz.**

Gegenwärtig scheint der Einsatz von Öl, Erdgas, Kohle und Uran deshalb noch einfacher und billiger. Für die Umwelt allerdings bringt die Nutzung dieser Energien Probleme: Kernkraftwerke produzieren neben Strom hochradioaktive Abfälle. Beim Verbrennen fossiler Energien entsteht Kohlendioxid. Dieses heizt die Erdatmosphäre auf und führt zu Klimaveränderungen. Ausserdem reichen die Vorräte nicht ewig. Wenn die Ressourcen weiterhin im heutigen Tempo abgebaut werden, reichen die gesicherten Erdölreserven noch für 50, die Kohlenvorräte noch für 200 Jahre.

Zur vermehrten Nutzung der umweltfreundlichen und unerschöpflichen Energiequellen Sonne, Wind und Biomasse gibt es deshalb keine Alternative. Die bestehenden Hürden müssen überwunden werden: **1.** Die Serienproduktion von Solaranlagen macht die Sonnenenergie billiger. **2.** Die Sonnenenergienutzung braucht zwar viel Platz, doch dieser ist vorhanden – beispielsweise auf Hausdächern und Lärmschutzwänden von Autobahnen.

Folie 2



Die auf die Erde eintreffende Sonnenenergie teilt sich auf in direkte und diffuse Strahlung. Zusätzlich wird ein Teil von der Atmosphäre absorbiert, ein weiterer ins Weltall reflektiert.

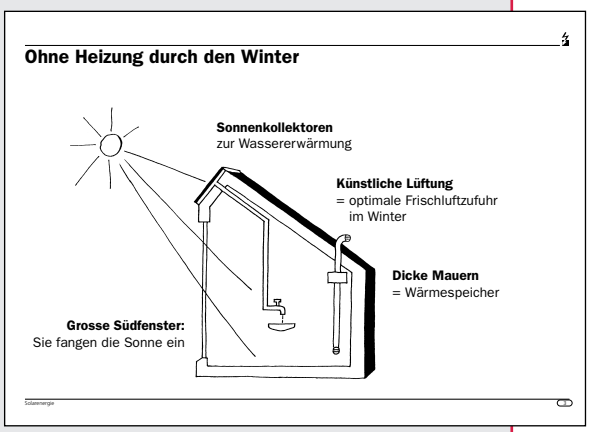
Nutzbare Strahlung in der Schweiz

- Nur die Hälfte der Sonnenstrahlen erreicht die Erde. 30 Prozent werden ins All reflektiert und 20 Prozent von der Lufthülle absorbiert. Der Rest trifft als direkte oder diffuse Strahlung auf die Erdoberfläche. Im Süden ist der direkte Strahlungsanteil grösser, während der Himmel im Norden häufiger bedeckt ist; dann ist die Strahlung diffus.

Die Sonnenernte		
Grönland	700	kWh/m² · Jahr
Schweizer Mittelland	1100	kWh/m² · Jahr
Tessin und Alpen	1400	kWh/m² · Jahr
Sahara	2200	kWh/m² · Jahr

- Wenn in Grönland die Sonneneinstrahlung nur dreimal schwächer ist als in der Sahara, dann ist der Sonnenkollektor auf dem Dach des schwedischen Ferienhauses ebenso sinnvoll wie der Solarkocher, auf dem sich eine Familie in Tansania ihre Mahlzeiten kocht. Sonnenenergie lässt sich überall nutzen.
- Grösser als die örtlichen sind die zeitlichen Schwankungen: im Schweizer Mittelland fallen drei Viertel der Sonnenernte im Sommer an. Noch ist das Problem, wie die überschüssige Sonnenenergie vom Sommer für den Winter aufbewahrt werden kann, erst teilweise gelöst. Die saisonale Speicherung ist zwar technisch machbar, aber sehr aufwendig und deshalb teuer.

Folie 3



Bei Nullenergiehäusern werden die grossen Südfenster zu Sonnenfängern und die dicken Aussen- und Innenwände zu Energiespeichern.

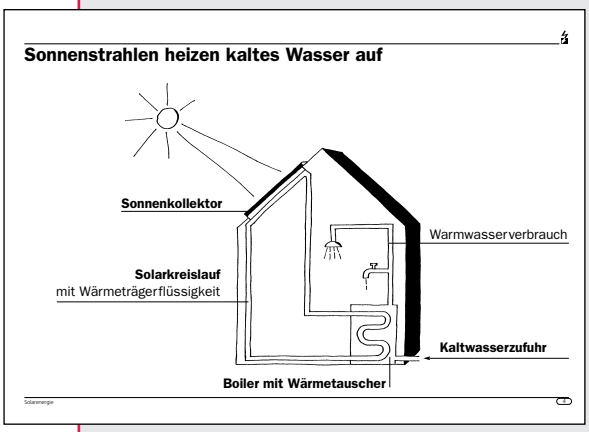
Ohne Heizung durch den Winter

- In Griechenland ist es nicht schwer, ohne Heizung durch den Winter zu kommen. Häuser ohne Kamin und ohne Heizkessel gibt es aber auch bei uns. Sie beziehen ihre Heizenergie direkt von der Sonne und werden deshalb Nullenergiehäuser genannt. Genaugenommen handelt es sich um Nullheizenergiehäuser oder Passivsolarhäuser, weil sie zwar kein Heizöl oder Holz, meistens aber noch Strom vom Netz benötigen.
- Ein richtig gebautes Passivhaus bietet seinen Bewohnern allen Komfort. Grosse Südfenster locken im Winter viel Sonne ins Haus. Die Verglasung lässt die Sonnenstrahlen passieren, hält aber die im Raum entstehende Wärme zurück.
- Passivsolarhäuser sind dick eingepackt. Zusätzliche Dämmaterialien sorgen dafür, dass die eingefangene Sonnenwärme nicht zu schnell durch Wände, Böden und Dächer entflieht. Die dicken Innen- und Aussenwände dienen als Speicher: Die Sonne wärmt sie auf, und bei sinkenden Temperaturen gibt das Speichermaterial die Wärme wieder an die Räume ab. Die Räume eines Passivsolarhauses verlieren auf diese Weise in einer kalten, sonnenarmen Winterwoche nur ein Grad Celsius Wärme!
- Wenn wir im Winter die Fenster öffnen, tauschen wir warme, verbrauchte gegen kalte, frische Luft. Im Passivsolarhaus würde durch das Fensterlüften zuviel Wärme verschenkt; für die Frischluftzufuhr wird deshalb eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung eingesetzt. Die Lüftungsanlage braucht zwar Strom, etwa soviel wie ein Kühlschrank; dieser Verbrauch ist aber im Verhältnis zur eingesparten Heizenergie bescheiden.

Folie 4

Sonnenstrahlen heizen kaltes Wasser auf

- Wer schon einmal einen schwarzen Gartenschlauch an der Sonne liegengelassen hat, um gegen Abend die Blumen damit zu giessen, hat vielleicht darüber gestaunt, wie warm das herausfliessende Wasser war. Nach dem gleichen einfachen Prinzip funktioniert ein Sonnenkollektor zur Bereitstellung des Warmwassers von Wohnhäusern: Sonnenstrahlen heizen kaltes Wasser auf.
- Am meisten Energie erbringt der Sonnenkollektor, der gegen Süden gerichtet ist und einen Anstellwinkel von 30 bis 60 Grad hat. Vom Kollektor strömt das erwärmte Wasser durch eine Verbindungsleitung zum Boiler. Ein Wärmetauscher überträgt die Energie vom Wasserkreislauf des Kollektors auf das Trinkwasser, das später aus der Brause und dem Wasserhahn fliesst. Es hat eine Temperatur von 50 bis 60 Grad.
- Ein Standard-Kollektor ist etwa fünf Quadratmeter gross. Im Winter reicht diese Fläche allerdings nicht, um den Warmwasserbedarf einer Familie zu decken. Im Boiler ist deshalb eine Steuerung integriert; wenn die Temperatur des solar erwärmten Wassers unter 50 oder 60 Grad sinkt, wird automatisch, meist elektrisch, nachgeheizt.
- Die Wassererwärmung ist die günstigste Art der Sonnenenergienutzung. Solar erwärmtes Wasser kommt einen Haushalt kaum teurer zu stehen als elektrisch aufgeheiztes Wasser.

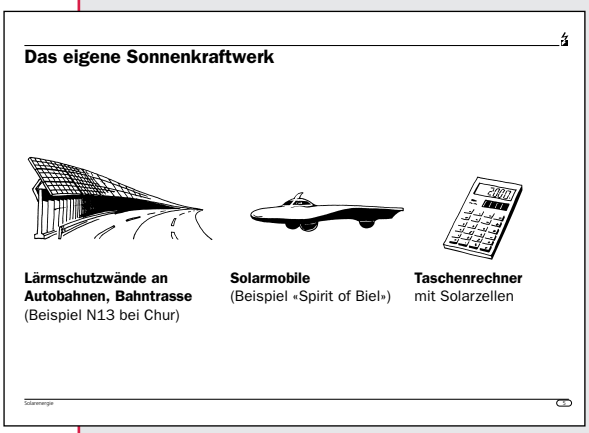


Die Wassererwärmung ist die günstigste Art der Sonnenenergienutzung.

Folie 5

Das eigene Sonnenkraftwerk

- Antoine César Becquerel entdeckte 1839 den photovoltaischen Effekt: Licht, das auf Halbleitermaterial, meistens Silizium, auftrifft, erzeugt zwischen der Unter- und Oberseite eine elektrische Spannung. Nach diesem Prinzip wandeln Solarzellen Sonnenlicht in Elektrizität um.
- Der solar erzeugte Gleichstrom kann über einen Wechselrichter in Wechselstrom umgewandelt und so ins öffentliche Elektrizitätsnetz eingespeist werden. Wer ein eigenes Solarkraftwerk auf dem Dach hat, benützt das Netz meistens als Speicher: Produziert die Anlage mehr Strom, als man gerade braucht, wird er dem Elektrizitätswerk verkauft. Arbeiten die Solarzellen bei schlechtem Wetter auf Sparflamme, wird der fehlende Strom vom Netz bezogen.
- Im Gegensatz zur solaren Wassererwärmung ist die solare Stromerzeugung noch sehr teuer. Eine Kilowattstunde Solarstrom kostet 1 bis 2 Franken, während Strom aus dem Netz tagsüber etwa 20 Rappen pro Kilowattstunde kostet. Wirtschaftlich ist die solare Stromproduktion erst dort, wo kein Anschluss ans Elektrizitätsnetz vorhanden ist.
- Auf dem Mont-Soleil im Jura steht eine der grössten Photovoltaikanlagen der Welt. Sie produziert im Jahr 700 000 Kilowattstunden Strom – soviel, wie 200 typische Haushalte verbrauchen.
- Das bekannteste Symbol für eine solare Zukunft ist das Solarmobil. Die Solarzellen auf den superleichten Elektroautos ermöglichen es den Favoriten an den regelmässig durchgeführten Solarmobil-Rennen, mit 100 Kilometern pro Stunde durch die australische Wüste zu flitzen.



An Lärmschutzwänden von Autobahnen, an Fassaden von Banken oder auf Hausdächern sind manchmal blaue Flächen zu sehen, die in der Sonne glitzern: Photovoltaikanlagen.

Aufgaben

Photovoltaikanlage: *Wie gross ist die benötigte Fläche?*

Eine Photovoltaikanlage soll den Strombedarf eines Einfamilienhauses decken. Wie gross muss die Anlage gebaut werden?

Jährlicher Stromverbrauch	3000 kWh
Maximale Sonnenleistung	1 kW/m^2
Jährliche Sonnenscheindauer	1000 Stunden
Wirkungsgrad der Photovoltaikanlage	10 %

$$\frac{3000 \text{ kWh}}{1 \text{ kW/m}^2 \cdot 1000 \text{ h} \cdot 0{,}1} = \mathbf{30 \text{ m}^2}$$

Angenommen, der gesamtschweizerische Energiebedarf für Heizung und Warmwasser würde mit Solarenergie gedeckt: Wie gross wäre die benötigte Fläche?

Energieverbrauch für

Heizung und Warmwasser	100 000 Mio. kWh
Strahlung pro m^2 und Jahr	1000 kWh
Wirkungsgrad Sonnenkollektoren	50 %

$$\frac{100\,000 \text{ Mio. kWh}}{1000 \text{ kWh/m}^2 \cdot 0{,}5} = \mathbf{200 \text{ km}^2}$$

Dies entspricht einem Sechstel des überbauten Areals der Schweiz.

Diskussion:

- Ist das errechnete Resultat ein realistisches Szenario?
- Welche Probleme sind mit der Realisierung verbunden?

Wassererwärmung: *Welches System eignet sich besser?*

Diskutieren Sie Vor- und Nachteile der beiden Systeme: Wann lohnen sich Sonnenkollektoren?

Folie 6

Wassererwärmung:
Welches System eignet sich besser?

	Ölfeuerung	Sonnen-kollektoren
Zuverlässigkeit des Systems	gut	gut
Krisensicherheit der Energiequelle	schlecht	gut
Anschaffungspreis	niedrig	hoch
Energiekosten	ja	keine
Platzbedarf	Öltank	Kollektor
Umweltbelastung	CO_2, Abgase	keine
Spitzenlastabdeckung an kalten Wintertagen	gut	schlecht

Solarenergie

Weitere Unterlagen zum Thema

Erneuerbare Energie
Infel-Broschüre
Bezug: Infel, Postfach, 8021 Zürich
Tel. 01 – 291 01 02

Niedrigenergiehäuser
O. Humm, ökobuch-Verlag,
Staufen 1991
ISBN 3-922 964-51-6

Photovoltaik und Architektur
O. Humm, P. Toggweiler
Birkhäuser, Basel 1993
ISBN 3-7643-2891-6

Nachfolgende PACER-Dokumentation
Bezug: EDMZ, 3000 Bern
Fax 031 – 992 00 23

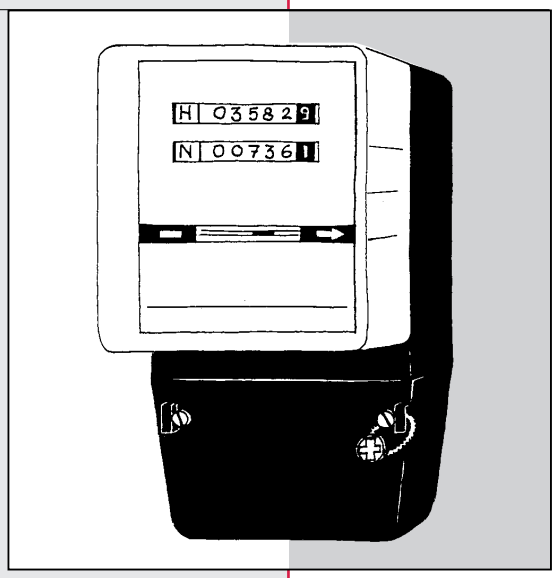
Sonne und Architektur
Video
Bestellnummer: 724.211 d

Solare Wassererwärmung
Video, Broschüre
Bestellnummer: 724.214.0 d

Photovoltaik
Video, Broschüre
Bestellnummer: 724.241 d

Haushalten mit Energie

Folie 1



- Eine Familie gibt für Energie einen Monatslohn aus.
- Effiziente Waschmaschinen sparen Wasser, Strom und Geld.
- Der elektrische Warmwasserboiler frisst zu Hause am meisten Kilowattstunden.
- In der Reduktion der Boilertemperatur auf 55 Grad steckt ein grosses Sparpotential.

Wieviel Strom beziehen die Schweizer Haushalte im Jahr?

Weshalb lohnt sich beim Kauf von Haushaltgeräten der Vergleich der Energieverbräuche?

Welche Massnahmen bringen am meisten gesparte Kilowattstunden?

Weshalb kann in einem Haus mit Ölfeuerung beim Heizen Strom gespart werden?

Ergänzende Infos zu diesem Thema sind in den Lektionen «Hotellerie», «Wärme» und «Solarenergie» enthalten.

Die knapp drei Millionen Schweizer Haushalte beziehen im Jahr rund 14 Milliarden Kilowattstunden Energie aus der Steckdose – das sind 30 Prozent des Landesbedarfs. Neben den zahlreichen elektrischen Geräten frisst zu Hause vor allem der Elektroboiler Strom, wenn auch meistens zum billigeren Nachttarif.

Nicht nur der Verbrauch, auch das Sparpotential ist gross. Durch den effizienten Umgang mit Elektrizität lässt sich im Haushaltsektor ein Drittel einsparen, ohne dass die Lebensqualität darunter leidet. Die entscheidende Weichenstellung geschieht beim Kauf: Der durchschnittliche Stromverbrauch der Haushaltgeräte konnte in den vergangenen Jahren massiv gesenkt werden, doch die Unterschiede von Modell zu Modell, von Marke zu Marke sind riesig. Wenig effiziente Geräte brauchen oft doppelt soviel Energie wie gleichwertige und gleich teure, aber sparsame Geräte.

Beim Thema **Stromverbrauch im Haushalt** sind zwei Aussagen von besonderer Bedeutung.

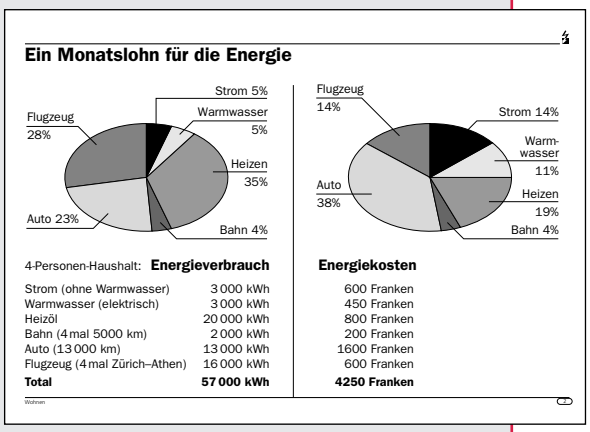
Erstens: Es lohnt sich, die Energiekosten als Kriterium beim Kaufentscheid zu berücksichtigen.

Zweitens: Strom sparen bedeutet Geld sparen – ohne Komfortverzicht.

In den Haushalten, in denen das Warmwasser elektrisch erwärmt wird, spart das richtige Einstellen der Boilertemperatur viele Kilowattstunden. Richtig einstellen heisst fast immer reduzieren: 55 Grad sind genug.

Ein energiebewusstes Verhalten lässt den Stromzähler langsamer laufen und schont das Portemonnaie. Die Empfehlungen, nur ebene Pfannen zu verwenden und beim Hinausgehen das Licht zu löschen, gehören zu den geläufigen Stromspartips. Weniger bekannt ist, dass der zu nahe beim Herd plazierte Kühlschrank 20 Prozent mehr Strom braucht, oder dass für Waschgänge bei 95 Grad fast doppelt soviel Strom nötig ist wie für das Waschen bei 60 Grad.

Folie 2

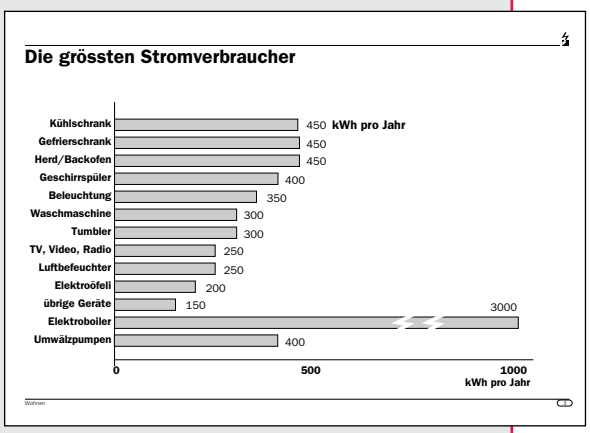


Am meisten Energie kosten das warme Haus und die Ferienreise per Flugzeug.

Ein Monatslohn für die Energie

- In der Schweiz entfällt ein Drittel des Gesamtstromverbrauchs auf die Privathaushalte. Das sind jährlich 14 Milliarden Kilowattstunden, die von den Elektrizitätswerken mit 2,8 Milliarden Franken in Rechnung gestellt werden. Eine Familie zahlt für Strom etwa 1000 Franken im Jahr. Für den gesamten Energieverbrauch – zur Rechnung vom Elektrizitätswerk kommen die Kosten für Heizöl und Benzin – gibt der Durchschnittshaushalt einen halben bis einen ganzen Monatslohn aus.
- Elektrizität ist sehr hochwertige Energie und kostet deshalb drei- bis fünfmal mehr als Wärme. Am teuersten ist der tagsüber verbrauchte Strom (20 Rappen pro Kilowattstunde); der Warmwasserboiler wird deshalb nachts zum Niedertarif aufgeheizt. Heizöl kostet 30 Rappen pro Liter oder 4 Rappen pro Kilowattstunde produzierter Wärme.
- Das Auto benötigt für 100 Kilometer Fahrt etwa 10 Liter Benzin (entsprechend 100 Kilowattstunden). Die SBB brauchen für die gleiche Strecke nur 10 Kilowattstunden pro Passagier.
- Fliegen kostet bis zu 15mal mehr Energie als per Bahn reisen. Weil die Fluggesellschaften keine Treibstoffzölle bezahlen müssen, wirkt sich der hohe Kerosin-Verbrauch jedoch nicht voll auf die Flugtarife aus. Wer neben dem Preisunterschied zwischen dem Bahn- und dem Flugticket auch den Unterschied beim Energieverbrauch kennen möchte, findet diese Information in den Katalogen einiger Reiseveranstalter.

Folie 3



Neben dem Elektroboiler fällt der Stromverbrauch von Backherd, Kühl- und Gefrierschrank am stärksten ins Gewicht.

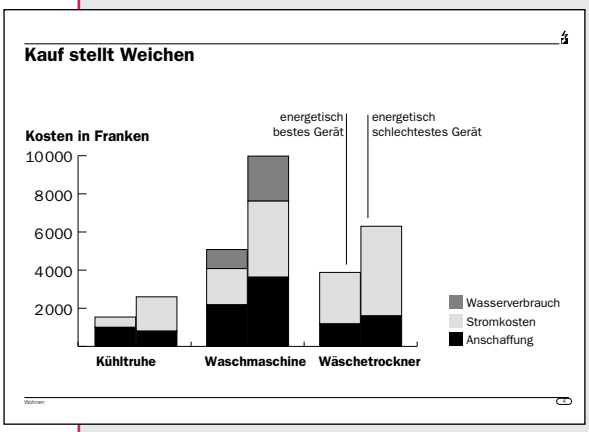
Die grössten Stromverbraucher

- 14 Milliarden Kilowattstunden pro Jahr werden in der Schweiz für die Wassererwärmung verbraucht – das sind sechs Prozent des gesamten Energieverbrauchs. In den vielen Haushalten, die zwar nicht mit Elektrizität heizen, jedoch das Wasser elektrisch erwärmen, ist der Boiler mit Abstand der grösste Stromverbraucher.
- Kühl- und Gefrierschrank, Herd und Backofen, Elektroöfeli, Geschirrspüler, Waschmaschine und Tumbler gehören ebenfalls zu den Grossverbrauchern. Durch den Einsatz sparsamerer Geräte und ein energiebewusstes Verhalten – Waschtrommel füllen, Deckel auf den Kochtopf setzen, Kühlschrank nicht neben dem Herd plazieren – lässt sich der Energiebedarf dieser Verbrauchergruppe halbieren.
- Verglichen mit Waschmaschinen oder Kühlschränken sind Lampen Kleinstverbraucher. Der Ersatz von Glühbirnen durch Stromsparlampen bringt deshalb im einzelnen Haushalt wenig, landesweit jedoch viel: Würde ein Drittel der Glühlampen im Wohnbereich durch Stromsparlampen ersetzt, könnten jährlich 400 Mio. Kilowattstunden Strom oder gut 60 Millionen Franken gespart werden.
- Fernseher und Video belasten die Stromrechnung auch im Stand-by-Zustand (Bereitschaftsbetrieb). Ein TV-Gerät bezieht im Betrieb rund 70 Watt Leistung, während des Wartens 10 Watt. Da gibt es nur eines: Nach dem Fernsehen den Hauptschalter ausschalten und good bye Stand-by!

Folie 4

Kauf stellt Weichen

- Eine Viertelmillion Kühlschränke, 90 000 Gefriergeräte, 120 000 Waschmaschinen, 110 000 Geschirrspüler und 75 000 Mikrowellengeräte werden jährlich in der Schweiz ersetzt oder neu gekauft. Oft orientieren sich Konsumentinnen und Konsumenten dabei einseitig am Verkaufspreis.
- Der Vergleich der – von Modell zu Modell sehr unterschiedlichen – Energieverbrauchswerte zahlt sich jedoch aus. Bei einer Waschmaschine, die zwölf Jahre in Betrieb ist, sind die gesamten Strom- und Wasserkosten bis zu dreimal so hoch wie der Kaufpreis.
- Auch bei Kühlschränken und Geschirrspülern kann der Stromverbrauch von Gerät zu Gerät um den Faktor 2 variieren. Beim Kochen dagegen hängt der Energieverbrauch weniger vom vorhandenen Kochherd als von der Köchin ab. Sie spart, wenn sie frühzeitig abschaltet, dem Dampfkochtopf den Vorzug gibt und nur Pfannen mit ebenem Boden und gut passendem Deckel verwendet.
- Wie lassen sich die energieeffizienten Geräte finden? Kostenlose Auskunft erteilen die Elektrizitätswerke und die Energieberatungsstellen; sie verfügen über Verbrauchswerte und Preise aller auf dem Markt erhältlichen Haushaltgeräte. Die Energieverbrauchswerte werden aber auch in der Warendeklaration und im Verkaufsprospekt angegeben.

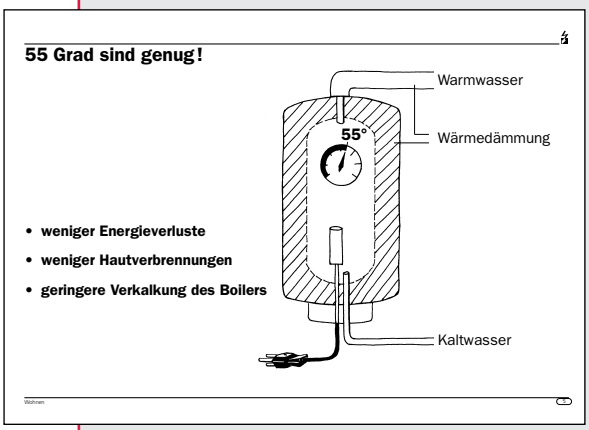


Der Energie- und Wasserverbrauch muss, neben den Anschaffungskosten, ein wichtiges Kriterium beim Kauf eines Haushaltgerätes sein.

Folie 5

55 Grad sind genug!

- Aufgeheizt wird der Boiler nachts mit Strom zum Niedertarif. Die elektrische Warmwasserversorgung hat einen Wirkungsgrad von 70 Prozent, der Rest des Strom-Inputs sind Bereitschaftsverluste des Boilers und der Leitungen. Die Wahl effizienter Armaturen und das richtige Dimensionieren sowie die gute Wärmedämmung von Boiler und Warmwasserleitungen verringern diese Verluste.
- Viel lässt sich auch mit der Reduktion der Boilertemperatur erreichen: 55 Grad genügen. Eine 10 Grad tiefere Temperatur reduziert die Energieverluste um einen Fünftel. Weil der Boiler bei tieferen Temperaturen weniger Kalk ansetzt, lebt er dabei erst noch länger. Pro Person und Tag rechnet man mit einem Warmwasserbedarf von 30 bis 80 Litern.
- Während ein Drittel der Schweizer Haushalte über Elektroboiler verfügt, sind es sechs Prozent, die mit Elektrizität heizen. Elektroheizungen brauchen enorm viel Strom; sogar in einem gut gedämmten Einfamilienhaus beträgt der Jahresbedarf 20 000 Kilowattstunden. Weil der Winterstrom knapp und kostbar ist, dürfen heute nur noch in Ausnahmefällen Elektroheizungen eingebaut werden.
- Gross im Kommen sind dagegen die effizienten Wärmepumpenheizungen. Eine Wärmepumpe kann mit einem Drittel Strom und zwei Dritteln Umweltwärme 100 Prozent Heizenergie produzieren.
- Auch die Öl- und die Gasheizung brauchen Strom: für den Antrieb der Umwälzpumpe, die das Heizwasser durch die Radiatoren pumpt. Oft ist diese überdimensioniert und wälzt das Doppelte der tatsächlich erforderlichen Wassermenge um – das kostet achtmal mehr Antriebsstrom, als nötig wäre!



Eine um 10 Grad tiefere Boilertemperatur reduziert die Energieverluste um einen Fünftel.

Aufgaben

Kostenvergleich: *Welche Waschmaschine schneidet besser ab?*

Gesucht wird die Waschmaschine mit den niedrigeren Gesamtkosten für ein 6-Familien Haus mit 1000 Waschgängen im Jahr. Der Strom kostet 20 Rappen pro Kilowattstunde, der Wasserpreis beträgt 3 Franken pro Kubikmeter.

Folie 6

Kostenvergleich:
Welche Waschmaschine schneidet besser ab?

	Modell A	Modell B
Kaufpreis	**4675.– Franken**	**4441.– Franken**
Stromverbrauch pro Waschgang	**1,08 kWh**	**1,98 kWh**
Stromverbrauch in 12 Jahren	12960 kWh	23760 kWh
Stromkosten in 12 Jahren	2592.– Franken	4752.– Franken
Wasserverbrauch pro Waschgang	**91,2 Liter**	**154,8 Liter**
Wasserverbrauch in 12 Jahren	1094 m^3	1858 m^3
Wasserkosten in 12 Jahren	3283.– Franken	5573.– Franken
Gesamtkosten in 12 Jahren	10550.– Franken	14766.– Franken

Strompreis: 20 Rp./kWh
Wasserpreis: 3 Fr./m^3
6-Familien-Haus mit 1000 Waschgängen pro Jahr

Wohnen

Gesamtkosten =
Kaufpreis + Stromkosten + Wasserkosten

Diskussion: Welche Energiesparmassnahme ist vertretbar? Wer realisiert sie?

- Die Boilertemperatur auf 55 Grad senken
- Beim Kochen Deckel auf die Pfanne setzen
- Dampfkochtöpfe und Isolierpfannen verwenden
- Die Waschtemperatur senken und nicht mehr vorwaschen
- Die Waschmaschine nie auf 95 Grad einstellen
- Die Stereoanlage von Hand ausschalten und den Stand-by-Verbrauch stoppen
- Im Flur Stromsparlampen einsetzen
- Im Wohnzimmer Stromsparlampen einsetzen
- Den Boiler in den Ferien ausschalten
- Den alten Kühlschrank durch einen neuen Ökokühlschrank ersetzen
- Keine indirekte Halogenbeleuchtung verwenden

Persönlicher Energieverbrauch: Wieviel Energie verbrauchen Sie, und wieviel bezahlen Sie dafür?

Annahmen:

- 100 Kilometer Bahnfahren braucht 10 Kilowattstunden pro Person (1 kWh kostet 10 Rappen).
- Ein Auto benötigt für dieselbe Strecke 10 Liter Benzin, entsprechend 100 Kilowattstunden (Benzin kostet 12 Rappen pro kWh).
- Ein Flugzeug verbraucht für 100 km 13 Liter Kerosin pro Person (Kerosin kostet 4 Rappen pro kWh).

Weitere Unterlagen zum Thema

Information zur Gerätedatenbank und Beratung
Infel, Lagerstrasse 1, 8021 Zürich
Tel. 01 – 291 01 02

Alle nachfolgenden RAVEL-Unterlagen
Bezug: EDMZ, 3000 Bern
Fax 031 – 992 00 23

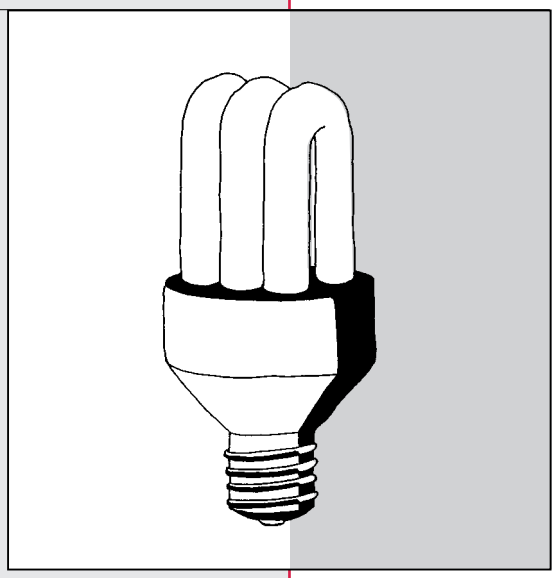
Haushaltgeräte
Leitfaden zur Gerätewahl
Bestellnummer: 724.347 d

RAVEL zahlt sich aus
Bestellnummer: 724.387 d/f
(kostenlos)

Stromverbrauchserhebung in Haushalten
Bestellnummer: 724.397.23.51 d/f

Besseres Licht

Folie 1



- Jede siebte Kilowattstunde fliesst in Beleuchtungen.
- Glühlampen brauchen fünfmal mehr Elektrizität als Stromsparlampen.
- Tageslicht erhöht den Komfort und reduziert die Stromrechnung.
- Verbesserte Beleuchtungstechniken sind verfügbar – mit der Anwendung hapert es aber noch.

Wie gross ist der Anteil am Gesamtstromverbrauch, der für Beleuchtungen eingesetzt wird ?

Welche Technologien der Lichterzeugung sind besonders verbreitet ?

Mit welchen Massnahmen kann bei Beleuchtungen überhaupt Strom gespart werden ?

Inwieweit hängen Tageslicht und Stromverbrauch zusammen ?

Ergänzende Infos zu diesem Thema sind in den Lektionen «Haustechnik» und «Solarenergie» enthalten.

80 Prozent seiner Sinneseindrücke nimmt der Mensch über das Auge wahr. Der Stellenwert von Licht für die Gesundheit, das Wohlbehagen, die Leistungsfähigkeit und die Sicherheit der Menschen kann nicht hoch genug eingeschätzt werden. Deshalb ist das Postulat einer guten Beleuchtung völlig unbestritten – auch unter ökologischen Gesichtspunkten. Nur: Mit besseren Lampen und Leuchten, einer Regelung nach Bedarf und einer lichtorientierten Architektur kann Strom gespart und trotzdem eine dem Menschen zuträgliche Beleuchtung sichergestellt werden.

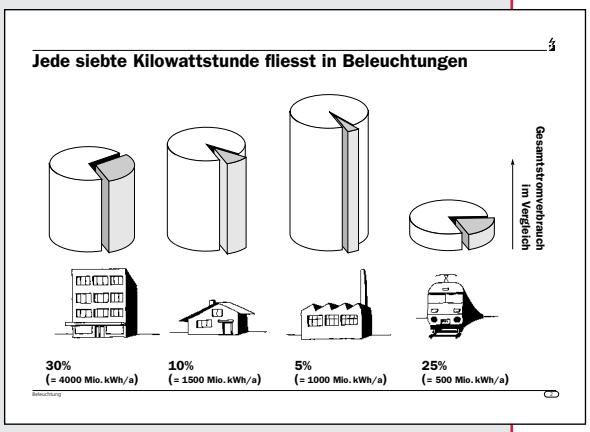
Mit «nur» 14 Prozent des schweizerischen Gesamtstromverbrauches ist der Anteil für die Beleuchtung – in Anbetracht der Bedeutung – kleiner als vermutet. Immerhin entspricht dieser Siebtel des Gesamtverbrauches 7 Milliarden kWh oder dem Stromverbrauch des Kantons Zürich. Zu den Begriffen: Mit «Lampe» ist der Lichterzeuger – die «Birne» – und mit «Leuchte» die Fassung und der Lampenschirm, die Verpackung der Lampe, gemeint.

Weniger Strom, mehr Komfort – dazu drei Punkte:

- Die **Beleuchtungstechnik** hat sich in den letzten Jahren verbessert, nicht nur der Lampen, auch der Leuchten, der Steuer- und Regelungseinrichtungen. Aber: die neue Technik muss verstärkt eingesetzt werden – in Schulen und Spitälern, in Büros und Werkstätten, in Sportsstätten und Restaurants.
- **Tageslichtnutzung** liegt im Trend; führende Architekten haben das Thema erfolgreich umgesetzt und damit einen Standard geschaffen, der allgemein anerkannt ist.
- **Sanierungen von Beleuchtungen** sind in vielen Fällen wirtschaftlich interessant und verbessern gleichzeitig den Sehkomfort.

Beispiel: Möbel Pfister ersetzte in allen 28 Filialen die konventionelle Spotbeleuchtung durch Stromsparspots. Resultat: Der Stromverbrauch sank um 75 Prozent, was die Stromrechnung um 1,1 Mio. Franken pro Jahr reduzierte, die Amortisationsfrist dauerte 2,5 Jahre – danach «Gewinn» – die Lichtqualität ist gleich gut wie vor der Sanierung, aber das Raumklima ist besser, weil weniger Abwärme anfällt; dadurch konnte auch Energie bei der Kühlung der Verkaufsräume gespart werden.

Folie 2

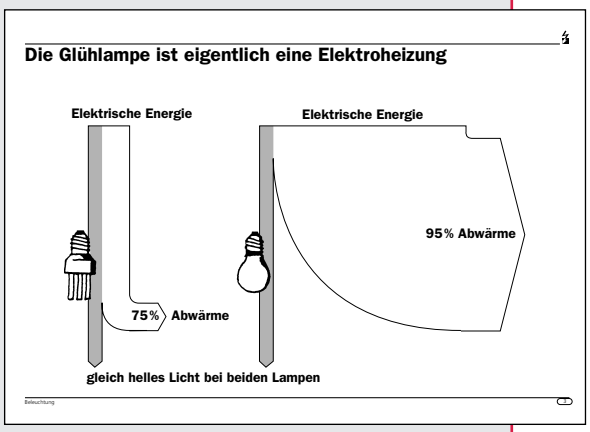


Die Anteile für Beleuchtung am Gesamtstromverbrauch in Dienstleistungsbetrieben (Büros, Läden etc.), in Haushalten, in der Industrie und im Verkehr.

Jede siebte Kilowattstunde fliesst in Beleuchtungen

- 14 Prozent des in der Schweiz verbrauchten Stromes fliessen in Beleuchtungen; die Hälfte dieses Verbrauchsanteiles, also 7 Prozent, wird in Dienstleistungsbetrieben eingesetzt, in Büros, Läden, Schulen und Spitälern.
- In einem Bürohaus geht jede dritte kWh Strom in die Beleuchtung. Je nach Art und Belegung des Gebäudes variieren die Beleuchtungsanteile am Gesamtstromverbrauch allerdings stark.
- In einem Bürohaus der 70er Jahre – einem in der Schweiz sehr häufigen Gebäudetyp – kann allein bei der Beleuchtung 40 Prozent Elektrizität eingespart werden.
- Im Verkehr entfällt rund ein Fünftel des Stromverbrauches auf die Beleuchtung – die Strassenbeleuchtung macht sich hier bemerkbar. In den Haushalten beträgt der Anteil für die Beleuchtung 10 Prozent, in der Industrie 5 Prozent.

Folie 3



Vergleich der Lichtausbeute und der Abwärme von Energiesparlampen und von Glühlampen (in Prozent).

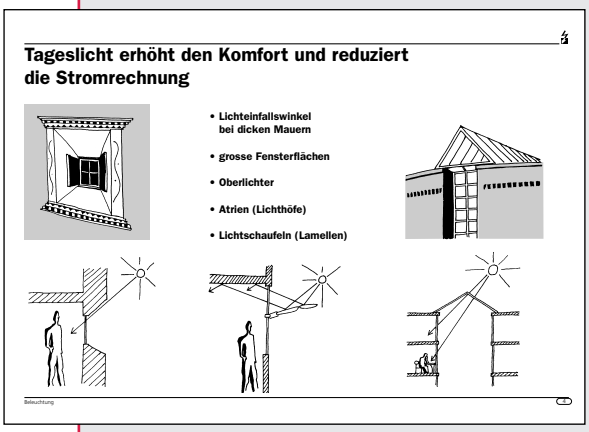
Die Glühlampe ist eigentlich eine Elektroheizung

- Für die Erzeugung von künstlichem Licht werden zwei Prinzipien angewendet: der glühende Draht, sozusagen das Prinzip der Sonne, und die Gasentladung, die dem Blitz während eines Gewitters ähnelt.
- Nach dem Prinzip des glühenden Drahts funktionieren zwei verbreitete Lampentypen: Die Glühlampe und die Halogenlampe. Diese Lampen setzen nur gerade 5 Prozent des Stromes in Licht um, 95 Prozent fallen als Wärme an.
- Die Halogenlampe ist die kompakte Ausgabe der Glühlampe und – entgegen der landläufigen Meinung – keineswegs energiesparend.
- Das Prinzip der Gasentladung nutzt die Leuchterscheinung von Gas, das von Elektrizität durchströmt ist. Die Lichtausbeute ist im Vergleich zum Glühdraht rund fünfmal grösser: Ein Viertel des Stromes wird in Licht und «nur» 75 Prozent in Wärme umgewandelt.
- Die Fluoreszenzlampe, fälschlicherweise als Neon-Röhre bezeichnet, ist das typische Beispiel der Gasentladungslampe. (In der Röhre ist Argon oder Krypton, kein Neon.) Die Energiesparlampe ist nichts anderes als eine «gefaltete» Fluoreszenzröhre.
- Mit einer Lichtausbeute von 35 Prozent des eingesetzten Stromes steht die Natriumdampflampe – auch eine Entladungslampe – zuoberst auf der Hitliste der Energiesparlampen. Viele Strassen sind mit dem orangen Licht des Natriumdampfes beleuchtet. (Nachteil: schlechte Farbwiedergabe.)
- Verbreitet ist die völlig irrige Annahme, das Aus- und Wiedereinschalten von Fluoreszenz- oder Energiesparlampen lohne sich nicht, weil der Stromaufwand dafür unverhältnismässig hoch sei – entsprechend einer halben Stunde Brenndauer beispielsweise. Die Fakten: Bereits einige Minuten, während deren die Lampe ausgeschaltet ist, sparen Strom, ohne die Lebensdauer der Lichtquelle zu beeinträchtigen.

Folie 4

Tageslicht erhöht den Komfort und reduziert die Stromrechnung

- Die Architektur – also die Form und die Gestaltung – eines Gebäudes hat einen massgeblichen Einfluss auf den Heizwärme- und den Stromverbrauch. Bezüglich Heizwärmeverbrauch ist die Grösse und Beschaffenheit der Bauhülle ausschlaggebend, der Stromverbrauch ist in erster Linie von der künstlichen Beleuchtung abhängig.
- Geeignete Bauformen, grosse und gut plazierte Verglasungen sowie intelligente Sonnenschutzeinrichtungen verbessern die Tageslichtnutzung und reduzieren damit den Beleuchtungsaufwand erheblich. Helle Decken, Böden und Wände «schlucken» weniger Licht.
- Ein Gebäude mit sehr guter Tageslichtnutzung braucht viermal weniger Strom für die Beleuchtung als ein gleich grosses Haus ohne geeignete Architektur.
- Neue Technologien bringen auf neuen Wegen Licht ins Haus. Beispiele: Lichtkamine mit Oberlichtern und Spiegeln lassen Licht in dunkle Ecken fallen; Lichtschaufeln spiegeln Licht in den hinteren Teil des Raumes.
- Ein intelligenter Sonnenschutz verhindert den direkten Strahlungseinfall auf den Arbeitsplatz – aber nicht die Nutzung des Tageslichtes. Der schlechte, leider häufige Fall: Starke Sonnenstrahlung verlangt die automatische Schliessung des Sonnenstorens. Im verdunkelten Raum muss dann aber das Licht eingeschaltet werden.

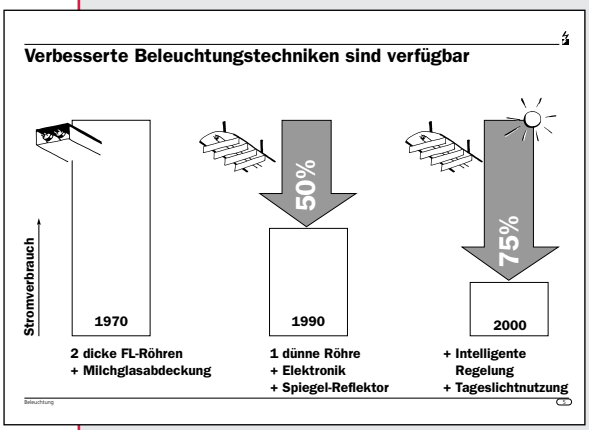


Tageslichtnutzung in traditioneller, moderner und futuristischer Manier.

Folie 5

Verbesserte Beleuchtungstechniken sind verfügbar

- Der Technologiesprung von der Glühlampe zur Fluoreszenzlampe reduzierte den Elektrizitätsverbrauch, bezogen auf den Lichtstrom, um den Faktor 5. Da aber gleichzeitig das Beleuchtungsniveau stieg, blieb unter dem Strich nur ein geringer Minderverbrauch an Elektrizität.
- Ein weiterer Technologiesprung verbesserte die «gute, alte» Fluoreszenzröhre wesentlich. Das Resultat: Bei gleichem Beleuchtungsniveau ist der Stromverbrauch geringer, die Lichtfarben sind besser, die Lebensdauer ist länger und die Lampe flimmert weniger. Mit dem Stromverbrauch sinkt auch die Abwärme – der Aufwand für die Klimatisierung sinkt oder entfällt. – Und die Gründe für diese Verbesserung? Bessere Verarbeitungstechnik ermöglicht dünnere Röhren mit höherer Leistung, kostengünstige gewölbte Spiegel und elektronische Betriebsgeräte statt Spulen mit hohen Verlusten.
- In diesem Jahrzehnt findet ein weiterer Technologiesprung statt: Die Beleuchtung soll sich dem tatsächlichen Bedarf anpassen können. Dies setzt eine tageslicht- und präsenzabhängige Beleuchtungsregelung mit Lichtsensoren und Anwesenheitsdetektoren voraus. Stundenplanprogrammierte Beleuchtungsregelung in Schulhäusern – via Computer im Rektorat – bringen sensationell hohe Stromeinsparquoten.



Stromeinsparquoten aufgrund zweier Technologiesprünge.

Aufgaben

Qualität und Stromverbrauch einer Beleuchtung

Wie können der Stromverbrauch und die Qualität der Beleuchtung der Schulzimmer eines Schulhauses beurteilt werden?

Für die Berechnung sind folgende Annahmen zu treffen oder eigene Werte zu diskutieren und festzulegen:

Belegung: 45 Stunden pro Woche, davon 30 mit künstlicher Beleuchtung, 40 Wochen pro Jahr; Betriebszeit: 1200 Stunden pro Jahr.

Fläche des Schulzimmers: 100 m² (oder ausmessen)

Anzahl Schulzimmer: 20 (oder einsetzen)

Strompreis: 20 Rappen pro Kilowattstunde

Anzahl Lampen: zählen

Leistung der Lampen bei Röhrenlängen von 60 cm: 20 Watt
Röhrenlängen von 120 cm: 40 Watt
Röhrenlängen von 150 cm: 65 Watt

Stromverbrauch (kWh) =

$$\frac{\text{Anzahl Lampen} \cdot \text{Leistung (Watt)} \cdot \text{Stunden}}{1000}$$

Stromkosten (Fr.) =

Verbrauch (kWh) · Strompreis (Fr./kWh)

Spezifischer Stromverbrauch (kWh/m²) =

$$\frac{\text{Stromverbrauch (kWh)}}{\text{Fläche des Schulzimmers (m}^2\text{)}}$$

Folie 6

Stromverbrauch: was heisst gut, was schlecht?

	Spezifischer Stromverbrauch pro Jahr und m²	Stromkosten pro Jahr für: 1 Schulzimmer	20 Schulzimmer
gut	**12 kWh**	**240 Franken**	**4800 Franken**
mittel	**18 kWh**	**360 Franken**	**7200 Franken**
schlecht	**24 kWh**	**480 Franken**	**9600 Franken**
Eigenes Schulhaus		Eigenes Schulzimmer	Alle Zimmer im Schulhaus
	____ kWh	**____ Franken**	**____ Franken**

Beleuchtung 6

- Hat das Schulzimmer eine nach dem Stundenplan programmierte Beleuchtungsregelung ?
- Wird die Beleuchtung nach der Präsenz oder nach dem Tageslicht gesteuert ?
- Wer löscht das Licht nach der Schulstunde ?

Diskussion: Welche Lampe eignet sich besser?

Folie 7

Welche Lampe eignet sich besser ?

Anschlussleistung für gleich viel Licht	**15 Watt**	**75 Watt**
Lebensdauer	**10 000 Stunden**	**1000 Stunden**
Energiekosten (für 10 000 Std; 20 Rp/kWh)	30 **Franken**	150 **Franken**
Preis der Lampen	**28 Franken**	**10 Franken**
Gesamtkosten für eine Brenndauer von 10 000 Stunden	58 **Franken**	160 **Franken**
Dimmbarkeit	teuer	problemlos
Schaltfreundlichkeit	gut	sehr gut
Farbwiedergabe	hoch	sehr hoch
Entsorgung	Sondermüll	Hausabfall

Beleuchtung 7

- Welcher Lampentyp eignet sich aufgrund der aufgeführten Kriterien besonders für die Beleuchtung von Küche, Schlafzimmer, Wohnzimmer, Badezimmer, Korridor, Garage, Aussenbeleuchtung, Treppenhaus?

Weitere Unterlagen zum Thema

Alle Nachfolgenden RAVEL-Unterlagen
Bezug: EDMZ, 3000 Bern
Fax 031 – 992 00 23

Grundlagen der Beleuchtung.
Bestellnummer: 724.329.1 d

Effiziente Beleuchtung von Verkaufsflächen.
Bestellnummer: 724.329.4 d

Zeitgemässe Beleuchtung von Bürobauten.
Bestellnummer: 724.329.2 d

Zeitgemässe Beleuchtung von Industriebauten.
Bestellnummer: 724.329.3 d

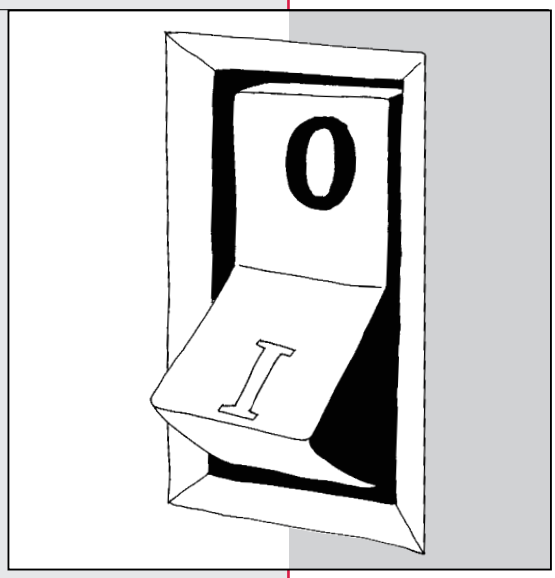
Kompetent antworten auf Energiefragen.
Bestellnummer: 724.386.1 d

Neuer Komfort mit Tageslicht.
Bestellnummer: 724.306 d/f

RAVEL-Handbuch: Strom rationell nutzen.
Bezug im Buchhandel
ISBN 3 7281 1830 3

Good bye Stand-by

Folie 1



- Vier Fünftel des in Bürogeräten eingesetzten Stromes fliessen in Kopierer und Personalcomputer.
- Der grösste Teil des Stromes, nämlich rund zwei Drittel, wird während des Wartens – im Stand-by – verbraucht.
- Abschalten vor Pausen schadet den Geräten nicht – aber reduziert die Stromrechnung.
- Bürogeräte energiebewusst einkaufen ist einfach: die guten Geräte tragen ein Label von Energie 2000.

Wieviel Strom brauchen unsere Bürogeräte?

Welche Geräte sind daran besonders beteiligt?

Lässt sich der Stromverbrauch überhaupt beeinflussen?

Wie? Und von wem?

Mit welchen Auswirkungen ist zu rechnen?

Ergänzende Infos zu diesem Thema sind in der Lektion «Grundlagen» enthalten.

Die Bürogeräte verbrauchen «nur» 3 Prozent des in der Schweiz eingesetzten Stromes. Der verhältnismässig geringe Anteil darf nicht zu falschen Schlüssen verleiten. Denn diese 1,5 Mia. kWh entsprechen immerhin 60 Prozent der Jahresproduktion des Kernkraftwerkes Beznau I oder Mühleberg. Die Bürogeräte sind zudem das erste Glied einer Wirkungskette: Die Wärmeabgabe von Personalcomputern und Fotokopierern muss in vielen Bürogebäuden über eine Klimaanlage weggeschafft werden, um behagliche Raumtemperaturen zu ermöglichen – das braucht viel Strom. In vielen Fällen ist dieser «sekundäre» Energieaufwand grösser als derjenige für die Bürogeräte selber. Der negative Effekt wird noch verstärkt, indem Planungen der Klimaanlagen fälschlicherweise auf den, in der Regel zu hohen, Angaben der Bürogeräteschilder – und nicht auf dem effektiven Stromverbrauch – beruhen und dadurch unnötige Investitionen getätigt und graue Energien zur Herstellung von Einrichtungen verschleudert werden.

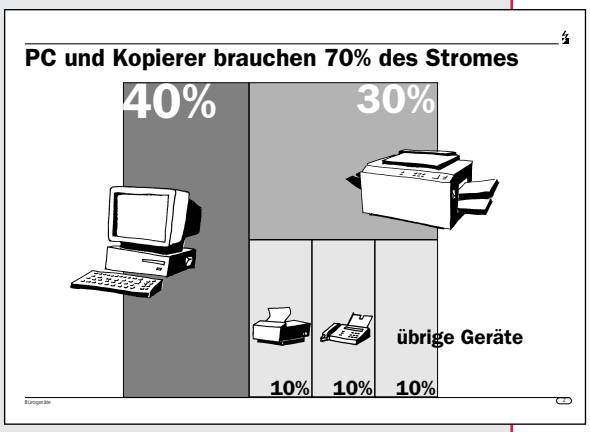
Zum Thema **Stromverbrauch von Bürogeräten** sind zwei Aussagen von besonderer Bedeutung:

Erstens: 70 Prozent des Stromes fliessen in PC und Kopierer.

Zweitens: Die Geräte verbrauchen den überwiegenden Anteil des Stromes nicht während der eigentlichen Arbeitsphase, sondern in der Bereitschaftsstellung.

Der Bildschirm, der PC oder der Kopierer «verheizen» während dieser sogenannten Stand-by-Zeiten wertvollen Strom. Der Schalter als Symbol des «Ausschaltens vor Pausen und Sitzungen» ist deshalb besonders sinnfällig. Kopierer und Laserdrucker arbeiten nach dem gleichen technischen Prinzip, bei dem eine Wärmestrahlung Tonerpartikel zum Schmelzen bringt und dadurch fixiert. Ohne dieses «Einbrennen» wäre die Kopie oder der Ausdruck nicht wischfest. Auch im Stand-by werden die Walzen fortwährend mit Strom auf die notwendige Temperatur geheizt. Im PC sind die mechanischen Teile – Ventilator, Laufwerk und Festplatte – die grossen internen Stromverbraucher. Je nach Typ und Marke, aber auch je nach Generation der Geräte variieren die Stromverbrauchswerte sehr stark. Um aus dem riesigen Angebot an Bürogeräten auch bezüglich des Stromverbrauches die richtige Wahl zu treffen, sollte auf das Label Energie 2000 geachtet werden.

Folie 2

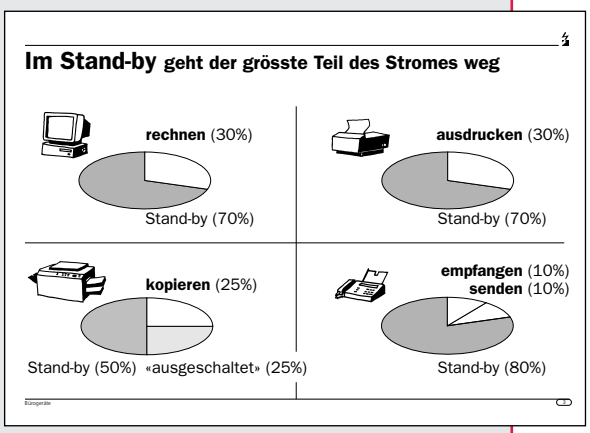


Die Anteile der Gerätearten am gesamten für Bürogeräte eingesetzten Strom.

PC und Kopierer brauchen 70 % des Stromes

- Bürogeräte benötigen 3 Prozent des gesamten Stromverbrauches in der Schweiz. Das sind 1,5 Milliarden kWh – mehr als 300 000 Familien im privaten Haushalt verbrauchen.
- Bezogen auf den Stromverbrauch des Büros insgesamt beträgt der Anteil der Bürogeräte 20 bis 40 Prozent; Beleuchtung, Haustechnik und diverse andere Anlagen verbrauchen 60 bis 80 Prozent.
- Lediglich vier Gerätetypen teilen den Bürogerätestrom unter sich auf: PC, Kopierer, Drucker und Fax. Andere Bürogeräte fallen kaum ins Gewicht.
- Zwei gegenläufige Trends lassen sich beobachten: Anzahl und Leistungsfähigkeit der Geräte steigen rasant an, aber der Verbrauch je Gerät sinkt. Ende der 80er Jahre bezog ein üblicher PC 160 Watt aus dem Netz, heute verbraucht ein hundertfach stärkeres Gerät nur die Hälfte des Stromes.
- Weisses Büropapier braucht in der Herstellung viermal mehr Energie als Umweltschutzpapier.

Folie 3



Betriebsmodi (Arbeit, Stand-by und AUS) und ihre Anteile am gesamten Stromverbrauch des jeweiligen Gerätes.

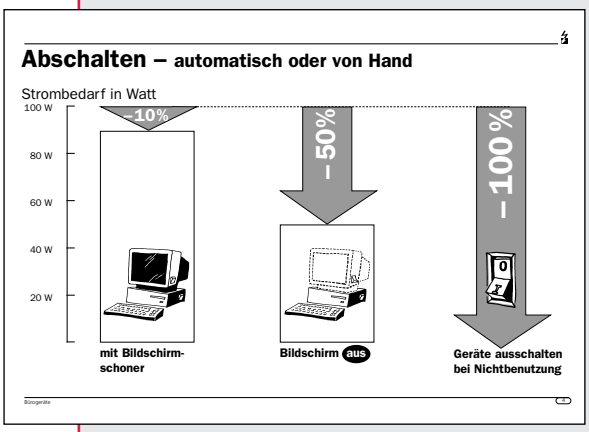
Im Stand-by geht der grösste Teil des Stromes weg

- Bei Bürogeräten sind vier Betriebszustände zu unterscheiden: Arbeitszustand, Stand-by (Bereitschaft), energiesparender Ruhezustand (sleepmode, noch nicht bei allen Geräten) und AUS (ausgeschaltet).
- Die Stand-by-Zeiten sind wesentlich länger als die Arbeitszeiten; der Stromverbrauch im Stand-by ist dadurch höher. Beim Fax wird dies besonders deutlich: nur 20 Prozent des Stromverbrauches entfallen auf Senden und Empfangen von Informationen.
- Grosse Kopiergeräte sind selbst im ausgeschalteten Zustand «heimliche Stromfresser», weil über das eingesteckte Netzkabel – im Unterschied zu anderen Geräten – ununterbrochen Strom fliesst. Ein Gerät mit einem Kopiervolumen von 500 Seiten pro Tag verbraucht rund die Hälfte des Stromes im Stand-by, 25 Prozent im ausgeschalteten Zustand zur Warmhaltung der Walzen– also nachts und an Wochenenden – und nur ein Viertel zum Kopieren. (Neuerdings sind auch Geräte erhältlich, die im ausgeschalteten Zustand tatsächlich stromlos sind.)
- Weil Notebooks häufig ohne Netzanschluss und mit nur geringer Batterie-Kapazität arbeiten, ist ein stromsparendes Energiemanagement ein Muss für den störungsfreien Betrieb. Was nicht gebraucht wird, ist im Stand-by ausser Betrieb: Die Harddisk bleibt stehen, der Prozessor arbeitet langsamer, und der Bildschirm ist ausgeschaltet. Fazit: Notebooks brauchen zehnmal weniger Energie als leistungsgleiche PC. In naher Zukunft werden auch Tischgeräte mit dieser energiesparenden Technik ausgerüstet.

Folie 4

Abschalten – automatisch oder von Hand

- Das Abschalten von Bürogeräten ist die einfachste und billigste Massnahme bei gleichzeitig grossem Stromspareffekt. Wer nicht jedesmal den Schalter betätigen will, beispielsweise aufgrund häufiger Unterbrüche der PC-Arbeit, kann dies automatisieren: Bei Nichtgebrauch geht der PC auf OFF, bei Bedarf auf ON.
- ETH-Studie widerlegt Vorurteile: Entgegen weitverbreiteter Vorurteile wird die Lebensdauer von Bürogeräten aufgrund häufigen Ein- und Ausschaltens keineswegs verkürzt. Auch der Stromverbrauch der Startphase weicht kaum vom regulären Betrieb ab.
- Bildschirmschoner stellen den Bildschirm nach einigen arbeitsfreien Minuten auf «dunkel». Zwar wird der Bildschirm geschont, aber die Bildröhre bleibt warm; die Energieeinsparung beträgt rund 10 Prozent. Leider täuscht der Effekt des Schoners einen Sparbetrieb vor, was das Ausschalten als (noch) weniger dringlich erscheinen lässt.
- Je nach Programm kann das Ein- und Ausschalten zeitaufwendig sein. Wer dies umgehen will, sollte den Bildschirm – automatisch oder von Hand – ausschalten. Für das automatische Ausschalten haben sich Schaltgeräte bewährt. Das Kleingerät wird als Teil eines 230-Volt-Verlängerungskabels zwischen PC und Bildschirm geschaltet. Der Stromverbrauch während der Pausen wird halbiert (PC und Bildschirm brauchen etwa gleich viel Strom).

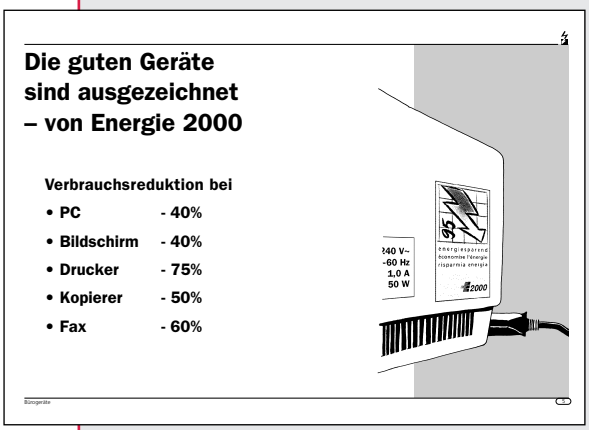


Stromsparquoten von drei verschiedenen Massnahmen beim Personalcomputer.

Folie 5

Die guten Geräte sind ausgezeichnet – von Energie 2000

- Stromeffiziente Bürogeräte tragen das Energiespar-Label von Energie 2000 – einen briefmarkengrossen Kleber. Die Grenzwerte zur Erreichung des Gütezeichens werden jährlich verschärft und der neuesten Technologie angepasst. Geräte mit Label sind nicht teurer als andere.
- Die Nachfrage energiebewusster Kunden zwingt die Produzenten zur vermehrten Beachtung dieses Kaufkriteriums. Das verbesserte Angebot wiederum beeinflusst Kunden und Anwender.
- Die Stadtverwaltung Zürich beispielsweise schafft nur noch Bürogeräte an, die mit diesem Label **Energie 2000** ausgezeichnet sind. In den USA ist der sogenannte **Energy Star** als Gütezeichen eine Voraussetzung für die Anschaffung von Bürogeräten durch die öffentliche Verwaltung. Die Leistungswerte sind in der Regel auf der Geräterückseite (Schild oder Kleber) aufgeführt.



Verbrauchsreduktionen bei verschiedenen Bürogeräten.

Stromverbrauchswerte (Drucker und Kopierer: einfache Bauart)

Gerät	übliches Gerät	Gerät mit Label «Energie 2000»	**Verbrauchsreduktion**
PC	50 Watt	30 Watt	**– 40 %**
Bildschirm	50 Watt	30 Watt	**– 40 %**
Drucker*	60 Watt	15 Watt	**– 75 %**
Kopierer**	160 Watt	80 Watt	**– 50 %**
Fax	25 Watt	10 Watt	**– 60 %**

* 10 Seiten pro Minute ** 30 Seiten pro Minute

Aufgaben

Energiekosten: *Wie gross sind die Unterschiede?*

- Wie hoch sind die Stromkosten eines üblichen PC, eines PC mit Label Energie 2000 und eines Notebooks im Vergleich?
- Wie wirken sich diese Unterschiede am Hauptsitz einer Zürcher Grossbank mit 1600 Geräten aus?

Für die Berechnung sind folgende Annahmen zu treffen oder eigene Werte zu diskutieren und festzulegen:

Einsatzdauer:	5 Jahre
Einschaltdauer:	2000 Stunden pro Jahr
davon Arbeiten:	500 Stunden pro Jahr
Strompreis:	20 Rappen pro Kilowattstunde (kWh)
Anzahl Geräte:	1600

Folie 6

Vergleich von Stromverbrauchswerten dreier PC-Typen

Betriebszustand	üblicher PC	PC mit Label «Energie 2000»	Notebook
Leistung im Stand-by	100 Watt	60 Watt	5 Watt
Leistung bei der Arbeit	100 Watt	60 Watt	20 Watt
Kosten pro PC	200.– Fr.	120.– Fr.	17.50 Fr.
Ganzes Gebäude	320 000.– Fr.	192 000.– Fr.	2800.– Fr.

Bürogeräte

$$\frac{\text{Leistung im Stand-by} \cdot 1500 \cdot 5 \cdot 0{,}2}{1000}$$

$$+ \frac{\text{Leistung bei der Arbeit} \cdot 500 \cdot 5 \cdot 0{,}2}{1000}$$

= Kosten in Franken für 5 Jahre

- Tragen die Geräte im Büro, an der Schule oder zu Hause das Label Energie 2000?
- Wenn nein, würden die Geräte das Kriterium des sparsamen Stromverbrauchs von Energie 2000 erfüllen?
- Wieviel Strom verbrauchen die benutzten Geräte?

Diskussion: Welcher Drucker eignet sich besser?

Folie 7

Kriterien zur Beurteilung zweier Typen von Druckern

	Laserdrucker	Tintenstrahldrucker
Druckqualität	sehr gut	gut, mit Risiko des Schmierens
Eignung für Recyclingpapiere	gut	abhängig von Papierqualität und Tinte
Einsatz von Farbe	sehr teuer	günstig
Geschwindigkeit	sehr hoch	eher niedrig
Energieverbrauch (typische Werte)	300 kWh pro Jahr	30 kWh pro Jahr
Energiekosten (typische Werte)	60.– Fr. pro Jahr	6.– Fr. pro Jahr
Anschaffungspreis	1000.– bis 3000.–	300.– bis 1000.– Fr.

Bürogeräte

Weitere Unterlagen zum Thema

Liste der Geräte mit dem Label Energie 2000

Bezug: KonsumentInnenforum
Rämistrasse 39, Postfach
8024 Zürich, Fax 01 - 261 12 79
Tel. 01 - 252 39 14

Energieverbrauch von elektronischen Bürogeräten

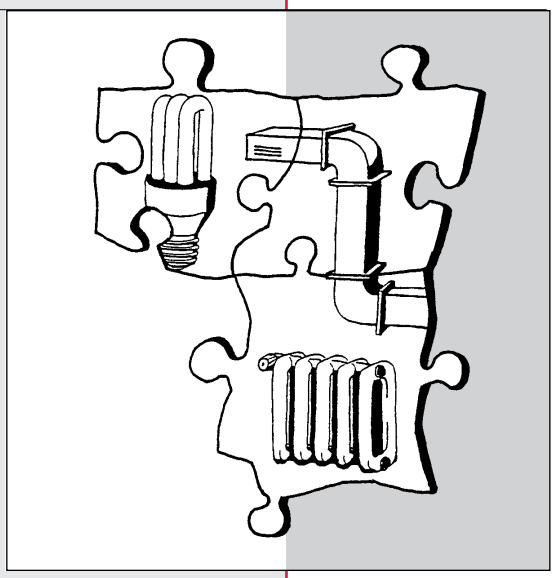
Dokumentation von RAVEL:
Bestellnummer 724.397.23.54 d
Bezug: EDMZ, 3000 Bern
Fax 031 - 992 00 23

Mehr Büro mit weniger Strom

RAVEL-Tagung 2
Bestellnummer 724.300.2 d/f
Bezug: EDMZ, 3000 Bern
Fax 031 - 992 00 23

Kostenbewusst bauen

Folie 1



- In einem Bankgebäude entfallen drei Viertel der Energiekosten auf die Haustechnik.
- Gute Architektur reduziert den Energieverbrauch und macht Klimaanlagen überflüssig.
- Zu gross geplante Installationen kosten Millionen.
- Vergleichsmöglichkeiten schaffen Anreize für die effiziente Planung von Haustechnikanlagen.

Welche Installationen und Anlagen gehören zur Haustechnik?

Was für Leitungen sind dafür notwendig?

Weshalb werden Haustechnikanlagen oft zu gross dimensioniert?

Worüber können Energiekennzahlen Auskunft geben?

Ergänzende Infos zu diesem Thema sind in den Lektionen «Wohnen» und «Wärme» enthalten.

Vom gesamtschweizerischen Stromverbrauch fliesst ein Viertel in die Haustechnik, also in Installationen, die ein Gebäude mit Licht, frischer Luft, Wärme und Wasser versorgen. Neben Beleuchtungs- Lüftungs- und Klimaanlagen, Heizung und Sanitärinstallationen dürfen auch die Kommunikationsleitungen – für Telefon, Fax und vernetzte EDV – nicht vergessen werden.

Haustechnikanlagen werden in Keller- und Serviceräumen untergebracht. Wer nichts mit ihrer Wartung zu tun hat, denkt nie an sie – auf ihre Zuverlässigkeit verlassen wir uns jedoch blind. Oder können wir uns einen Ausfall aller Haustechnikanlagen wegen Stromunterbruchs in einem Warenhaus vorstellen? Das Licht geht aus. Die Zuluft wird abgestellt. Rolltreppen und Lifte stehen still. Die automatischen Türen bleiben zu ...

Beim Thema **Haustechnik** sind zwei Aussagen von besonderer Bedeutung:

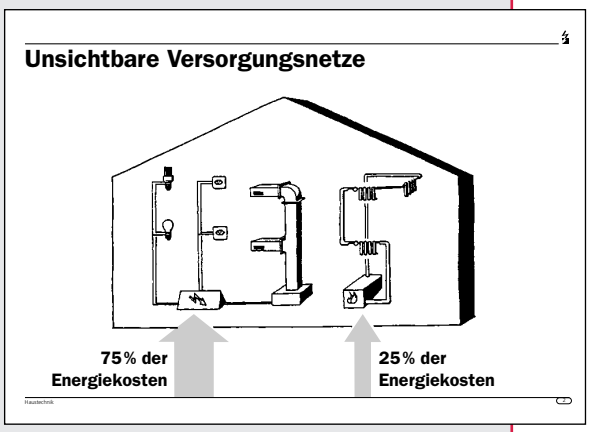
Erstens: Ein Gebäude ohne Haustechnik ist wie ein Haus ohne Dach oder ohne Fenster.

Zweitens: Durch eine sorgfältige, auf den Bedarf abgestimmte Planung haustechnischer Anlagen lässt sich viel Energie und Geld sparen.

Zum Glück hat jedes moderne Warenhaus eine Notstromanlage, ein eigenes Kleinstkraftwerk mit einem Dieselmotor oder einem Batteriespeicher, das bei Stromunterbruch die Versorgung sicherstellt. Notstromanlagen brauchen allerdings viel Strom und sollten nur dort eingebaut werden, wo sich ein Stromausfall fatal auswirken kann.

Haustechnik ist notwendig. Die Anlagen sind jedoch oft zu gross dimensioniert, weil das Wissen fehlt, der Anreiz zum Stromsparen nicht vorhanden ist oder die Zusammenarbeit zwischen der Bauherrschaft, den Planern und Installateuren nicht klappt. Sorgfältige Planung zahlt sich aber aus: richtig dimensionierte Haustechnikanlagen kosten weniger und sind sparsamer im Energie- und Platzbedarf.

Folie 2

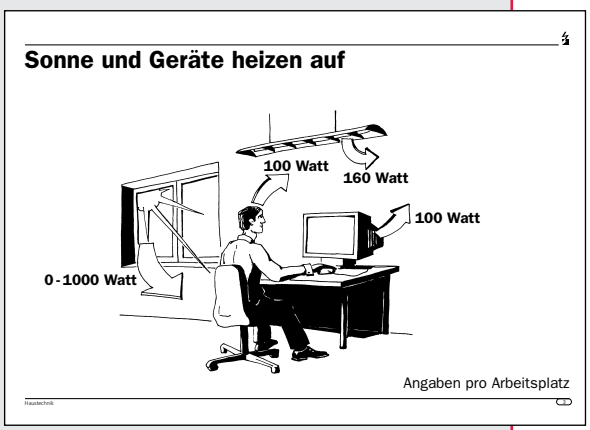


In einem Bürogebäude entfällt je ein Viertel der Energiekosten auf die Beleuchtung, die Bürogeräte, die Lüftung und die Heizung.

Unsichtbare Versorgungsnetze

- Wäre ein Bürogebäude ganz aus Glas gebaut, könnten wir Dutzende von bunten Kabelsträngen sehen, die sich unter dem durchsichtigen Boden von einer Ecke in die andere und den gläsernen Wänden entlang winden. Diese Leitungen existieren tatsächlich – nur sieht man sie normalerweise nicht. Zu jedem Bürogebäude gehören mehrere Stromnetze, Lüftungskanäle, Warm-, Kalt- und Abwasserleitungen, Telefonleitungen, Computernetze und Steuerleitungen für Licht und Klima. Ohne dieses versteckte «Innenleben» wären der Betrieb eines modernen Dienstleistungsgebäudes und die Arbeit der hier Beschäftigten nicht denkbar.
- In einem Bankgebäude entfällt nur ein Viertel der Energiekosten auf Wärme, der Rest auf Strom. Dieser wird zu einem Drittel von der Beleuchtung, zu einem Drittel von den Bürogeräten und zu einem Drittel von den Klimaanlagen verbraucht.
- Ventilatoren, EDV- und Telefonanlagen sind oft rund um die Uhr in Betrieb. In vielen Bürogebäuden wird deshalb mehr als die Hälfte des Stroms ausserhalb der Bürozeit verbraucht – also dann, wenn weder telefoniert, noch kopiert, noch am Computer gearbeitet wird.
- Ein einziger Büroarbeitsplatz braucht soviel Strom wie ein ganzer Haushalt. Da liesse sich einiges einsparen: Der Planer könnte Wasserleitungen und Lüftungskanäle mit reduzierter Umwälzung vorsehen. Der Transport einer bestimmten Wasser- oder Luftmenge würde dann weniger Antriebsstrom kosten. Die Angestellten könnten viele Geräte und Anlagen während Arbeitspausen problemlos ausschalten und so den Stromverbrauch der Bürogeräte halbieren.

Folie 3



Abwärmeentwicklung in einem Büroraum: Weil Menschen, Bürogeräte und Lampen Wärme abgeben, kann es, wenn ausserdem die Sonne scheint, ganz schön heiss werden im Büro.

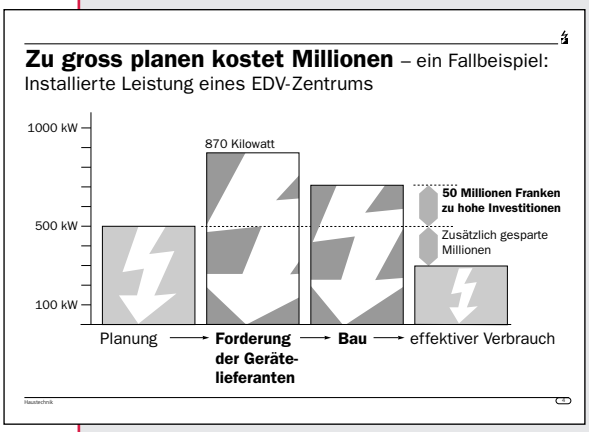
Sonne und Geräte heizen auf

- Energie kann nie zerstört, nur umgewandelt werden. Haustechnikanlagen und Bürogeräte brauchen Strom, Energie in konzentrierter Form, um sie in «verdünnter» Form – als Abwärme – wieder an die Umgebung abzugeben.
- Auch der Mensch gibt Wärme ab – fast soviel wie der Computer. Ausserdem erwärmt die Sonne den Raum, wenn ihre Strahlen durch die Fensterscheiben einfallen. Im Winter ist dieser Heizeffekt erwünscht, im Sommer muss die Wärme durch Fensterlüftung oder Klimaanlagen abgeführt werden.
- In den siebziger und achtziger Jahren bauten viele Architekten Bürokomplexe aus Stahl und Glas, ohne für die grossen Fensterfronten einen wirksamen Sonnenschutz einzuplanen. In diesen Bauten lässt es sich im Sommer ohne intensive Klimatisierung nicht aushalten. Oft übertrifft der Energiebedarf der Klimaanlagen sogar den Heizenergieverbrauch.
- Ein intelligent gebautes Bürohaus braucht keine Klimaanlage. Seine Fenster sind so angeordnet, dass viel natürliches Licht in den Raum fällt. Ein guter Sonnenschutz verhindert ein Überhitzen, schliesst aber das Tageslicht nicht aus. Gerechtfertigt sind Klimaanlagen nur bei Gebäuden an lärmigen, schmutzigen Strassen, weil dort die Fenster nicht offenstehen können, und für grosse EDV-Räume, weil dort viel Abwärme entsteht.

Folie 4

Zu gross planen kostet Millionen

- Eine Schweizer Grossbank baute in London ein Bankenzentrum mit 500 Arbeitsplätzen und rechnete für den zentralen EDV-Raum mit einer elektrischen Leistung von 500 Kilowatt. Die Gerätelieferanten drängten aber darauf, die Installationen auf mindestens 870 Kilowatt auszulegen. Nach der Inbetriebnahme zeigten die Messungen, dass 300 Kilowatt genügt hätten. Die Überdimensionierung der Haustechnikanlagen hat die Bank einen zweistelligen Millionenbetrag gekostet.
- Das Londoner Bankenzentrum ist kein Einzelfall. Es gibt mehr überdimensionierte Haustechnikanlagen als richtig dimensionierte. Der Planer, der die Verantwortung für die Haustechnikanlagen übernehmen muss, will kein Risiko eingehen und plant lieber zu gross. Die Kosten dafür trägt die Bauherrschaft. Den Planer kostet seine Fehlleistung nichts, im Gegenteil: Die Honorare der Architekten und Ingenieure werden meist in Prozenten der Bausumme festgelegt, das schafft falsche Anreize.
- Wenn die Bauherrschaft selbst gut informiert ist oder sich durch unabhängige Experten beraten lässt, kann sie überdimensionierte Haustechnikanlagen verhindern. Die Schweizer Grossbank hat aus den Fehlern in London gelernt und beim Neubau eines anderen Rechenzentrums konsequent auf energiesparende Anlagen geachtet. Die neuen Rechner brauchen viel weniger Strom als ihre Vorgänger und machen eine Klimatisierung überflüssig.

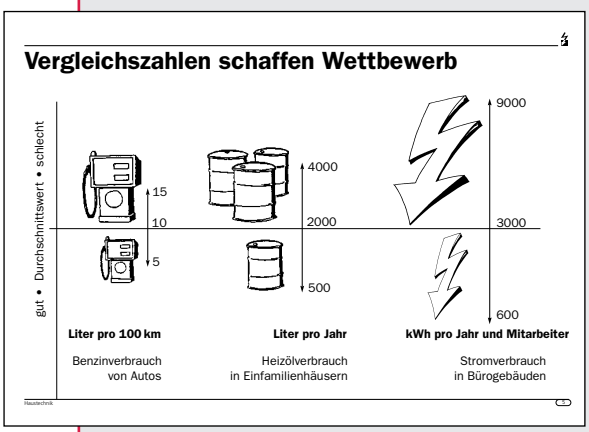


Bei einem Bankneubau in London hat die Überdimensionierung der Haustechnikanlagen zu Mehrkosten in zweistelliger Millionenhöhe geführt.

Folie 5

Vergleichszahlen schaffen Wettbewerb

- Wer ein Auto kaufen will, das die Umwelt möglichst wenig belastet, achtet auf den Benzinverbrauch. Ein gutes Auto verbraucht heute nur noch 5 Liter auf 100 Kilometer. Ein Elektromobil braucht für dieselbe Strecke sogar nur 5 Kilowattstunden Strom, was unter Einrechnung der Verluste rund einem Liter Benzin entspricht. Weil ein tiefer Benzinverbrauch zum Kaufargument geworden ist, schöpft die Autoindustrie die Möglichkeiten der Technik aus und entwickelt sparsamere Modelle.
- Auch für die Haustechnik gibt es Vergleichsgrössen, die über Energieeffizienz und Umweltverträglichkeit Auskunft geben. Eine davon ist der Heizenergieverbrauch. Er variiert bei neuen, mittelgrossen Einfamilienhäusern zwischen 500 und 4000 Litern Heizöl pro Jahr.
- In Bürogebäuden ist der Stromverbrauch pro Mitarbeiter eine aussagekräftige Kennzahl, die jedoch erst selten als Vergleichsgrösse verwendet wird. Schade, denn ein Vergleich könnte den Anreiz schaffen, den Stromverbrauch im Dienstleistungsbereich zu reduzieren. Heute variiert dieser pro Mitarbeiter und Jahr zwischen weniger als 1000 Kilowattstunden in energieeffizienten Büros und 8000 Kilowattstunden in einigen Grossbanken.
- Nicht immer weist ein hoher Stromverbrauch auf überdimensionierte Haustechnikanlagen hin. Computer-Arbeitsplätze sind auch in gut geplanten Gebäuden energieintensiv. Umfangreiche Untersuchungen haben jedoch ergeben, dass sich in der Haustechnik noch mindestens 30 Prozent Energie einsparen lassen.



Anders als bei Autos oder bei Einfamilienhäusern werden die Energiekennzahlen von Bürogebäuden erst selten verglichen, weshalb hier die Werte von Fall zu Fall am weitesten auseinanderklaffen.

Aufgaben

Stromverbrauch: *Wie gross sind die Unterschiede?*

- Wie hoch ist der Stromverbrauch am Arbeitsplatz?
- Wie viele Kilowattstunden Elektrizität werden jährlich in der Schule verbraucht? (Total und pro Schüler oder Schülerin.)

Folie 6

Wie gross sind die Unterschiede?

Arbeitsplatz der Schüler/-innen	Stromverbrauch kWh pro Jahr der Firma	Stromkosten Fr. pro Jahr der Firma	Anzahl Personen in der Firma	kWh pro Person	Rang
(Name der Firma)					
Schulhaus:					

Haustechnik

Fragen Sie den Hauswart oder die Buchhalterin!

Die von Schülerinnen und Schülern erfragten Verbrauchszahlen können miteinander verglichen werden:

- Lassen sich bedeutende Unterschiede feststellen?
- Worauf sind sie zurückzuführen?
- Wie fällt der Vergleich zwischen Arbeitsplatz und Schule aus?

Klimaanlagen: *Wo sind sie versteckt?*

- Gibt es in der Schule – in Zimmern, Aula, Kantine oder Bibliothek – oder am Arbeitsplatz Lüftungs- oder Klimaanlagen?

Wo sind die Luftschlitze?

	Abluft	Zuluft
Decke:		
Wand:		
Boden:		
Fenster:		

Ob Abluft abgesaugt oder Zuluft eingeblasen wird, lässt sich herausfinden, indem man die Hand oder – bei kaum wahrnehmbarer Strömung – ein Federchen vor den Luftschlitz hält.

Wo steckt die Klimaanlage?

Stockwerk: _____

Raumnummer: _____

Farbe der Lüftungsanlage: _____

Wird die Luft gekühlt? _____

Am besten weiss der Hauswart über diese Fragen Bescheid.

Weitere Unterlagen zum Thema

Alle RAVEL-Unterlagen
Bezug: EDMZ, 3000 Bern
Fax 031 – 992 00 23

RAVEL-Tagung 2: Büro
Bestellnummer: 724.300.2 d/f

RAVEL-Dokumentation:

Kompetent antworten auf Energiefragen
Bestellnummer: 724.386.1 d

RAVEL zahlt sich aus
Bestellnummer: 724.387 d
ISBN 3-905233-17-7

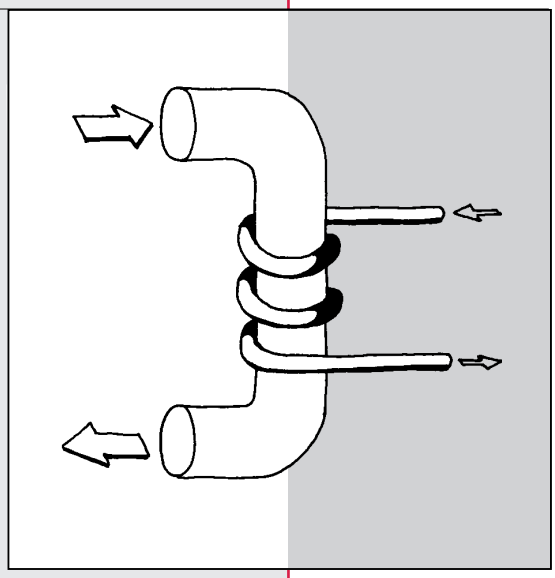
Energieeffiziente lüftungstechnische Anlagen in der Haustechnik
Bestellnummer: 724.307 d

Grundlagen der Beleuchtung
Bestellnummer: 724.329 d/f

Strom rationell nutzen.
RAVEL-Handbuch
ISBN 3-7281-1830-3
vdf, 1992, 312 Seiten.

Energie total nutzen

Folie 1



- Elektrische Direktheizungen sind ökologisch bedenklich.
- Die Wärmepumpe macht aus einem Drittel Elektrizität und zwei Dritteln kostenloser Umweltwärme 100 Prozent Heizenergie.
- Wärmetauscher bringen verlorene Energie ins Haus zurück.
- Dezentrale Wärmekraftkopplungsanlagen liefern neben Strom auch Nutzwärme.

Weshalb soll aus Strom in der Regel keine Wärme produziert werden?

Gilt dieser Grundsatz auch für Wärmepumpenheizungen?

Wie lässt sich ein Haus lüften, ohne dass mit der verbrauchten Luft die Wärme flieht?

Weshalb ist die Wärmekraftkopplungsanlage besonders effizient?

Ergänzende Infos zu diesem Thema sind in den Lektionen «Industrie», «Hotellerie» und «Wohnen» enthalten.

Unsere Energieanwendung – und die gesamte Energietechnik – ist sehr stark vom Unterschied zwischen Strom und Wärme geprägt. Die beiden Nutzenergieträger haben, wie der Physiker sagt, unterschiedliche Wertigkeiten. Diese Werte-Unterschiede sind im physikalisch-technischen Nutzen von Strom und Wärme begründet; sie machen sich aber auch in den Energiepreisen bemerkbar – Strom ist dreimal teurer als Wärmeenergie. Der Faktor 3 bei den Kosten hat eine physikalische Analogie: Es sind 2 bis 3 Einheiten Öl, Kohle, Holz oder Uran notwendig, um 1 Einheit Strom zu erzeugen. Umgekehrt hat ein Elektromotor einen dreimal höheren Wirkungsgrad (90 %) als ein Verbrennungsmotor (Benzin- oder Dieselmotor: 30 %). Strom und mechanische Arbeit sind, physikalisch gesehen, sozusagen Synonyme. Die Wertigkeit von Wärmeenergie ist durch die Temperatur gegeben.

Beim Thema **Strom und Wärme** sind zwei Aussagen von besonderer Bedeutung:

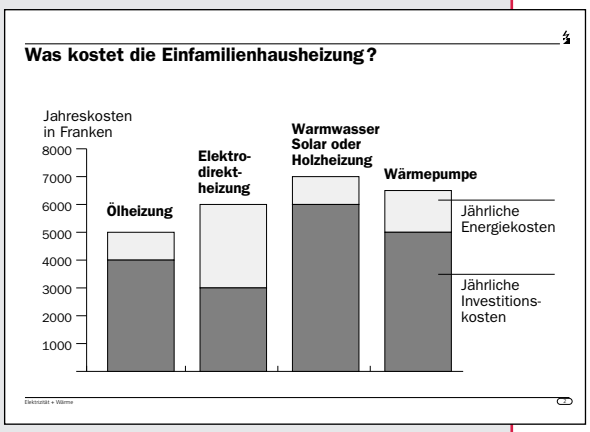
Strom ist die Energieform mit der höchsten Wertigkeit.

Um diese hohe Wertigkeit auszunutzen, sollte Strom nur für spezielle Dienstleistungen eingesetzt werden.

Strom ist also für alle motorischen und regeltechnischen Aufgaben prädestiniert, aber auch für Beleuchtungen und komplizierte Prozesse (wie PC etc.). Strom ja – aber am richtigen Platz! Dies ist letztlich ein Postulat der Qualitätssicherung.

15 Prozent des Stroms werden in der Schweiz zur Heizung und Wassererwärmung verwendet. Acht Prozent der Haushalte heizen mit Elektrizität, ein Drittel verfügt über Elektroboiler zur Wassererwärmung, und in vielen Häusern stehen zusätzliche Elektroöfeli. Diese Umwandlung von Elektrizität in Wärme ist wenig sinnvoll, zuviel «Wertigkeit» geht dabei verloren. Dagegen sind Elektro-Thermo-Verstärker ein interessantes Anwendungsgebiet für Strom. Es handelt sich dabei um elektrisch betriebene Geräte, mit denen niederwertige Wärme genutzt wird. Bekanntes Beispiel: Eine Wärmepumpe macht mit kalter Luft warmes Wasser. Für den Antrieb braucht die Wärmepumpe jedoch Strom. Elektro-Thermo-Verstärker werden auch zur Abwärmenutzung eingesetzt. Das Prinzip ist immer dasselbe: Aus wenig Strom ein Mehrfaches an Wärme gewinnen und nutzen.

Folie 2



Jahreskosten für Investitionen und Energie von vier verschiedenen Heiz- und Wassererwärmungssystemen für ein Einfamilienhaus.

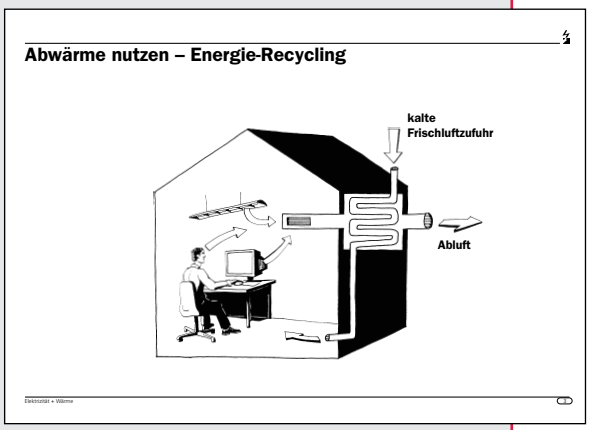
Annahmen:
Wärmebedarf 20 000 kWh
Realzins 2,5 %.

Was kostet die Einfamilienhausheizung ?

Am Beispiel der Heizung für ein Einfamilienhaus lassen sich Auswahlkriterien aufzeigen. Neben ökologischen Argumenten sind vor allem die Anschaffungskosten, die Energiekosten, der Platzbedarf im Haus (Bastelraum statt Heizkeller) und die Verfügbarkeit des Energieträgers (zum Beispiel Erdgas oder Holz) bei einem Kaufentscheid ausschlaggebend.

- **Öl und Gas:** Eine Öl- oder Gasheizung ist die billigste Variante. Sowohl die Investitions- als auch die Energiekosten sind niedrig. Nachteil: Schadstoffemissionen.
- **Elektrizität:** Bezüglich Investitionskosten schneidet die elektrische Direktheizung am besten ab – diese Variante braucht keinen Kamin, kein Heizaggregat und keine Heizwasserleitungen. Aber: die Energiekosten sind um ein Mehrfaches höher als bei den anderen Energieträgern, und ökologische Bedenken sind wegen des Anteiles fossiler Stromproduktion im europäischen Raum angezeigt.
- **Sonnenkollektor und Holzheizung:** Ein höherer Preis, aber gute Umweltverträglichkeit sind die besonderen Merkmale der Holzheizung und der solaren Wassererwärmung. Das beim Holzbrand entstehende CO_2 fällt auch an, wenn das Holz im Wald verfault. Die Solarenergie ist für die Wassererwärmung besonders geeignet.
- **Wärmepumpe:** Mit einem Teil Strom drei Teile Wärme erzeugen – sozusagen die intelligente Version der Elektrodirektheizung. Die Wärmepumpenheizung braucht ebenfalls keinen Kamin.

Folie 3



Das Prinzip der Wärmerückgewinnung mittels eines Wärmetauschers: Die Luft geht, die Wärme bleibt.

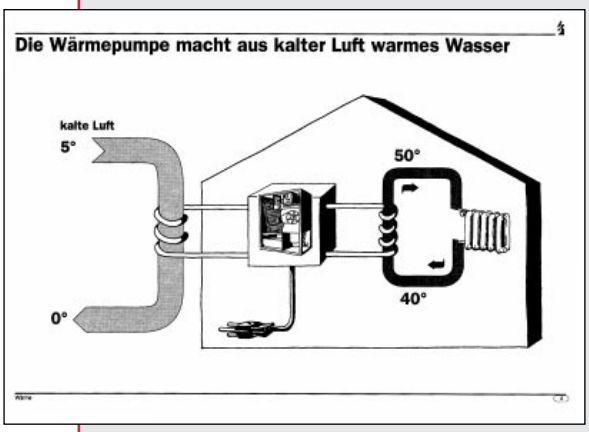
Abwärme nutzen – Energie-Recycling

- Menschen und elektrische Geräte sind Wärmequellen, die «Gratisenergie» liefern. Der grösste Teil dieser Abwärme verpufft ungenutzt. In vielen Fällen ist es lohnend, diese Energie ins Haus oder in den Prozess zurückzuführen. Der Fachausdruck: Abwärmenutzung oder Wärmerückgewinnung.
- Ein Beispiel von Wärmerückgewinnung ist die mechanische Wohnungslüftung: Verbrauchte Raumluft wird in Küche und WC abgesogen und über einen Wärmetauscher nach aussen befördert. Die frische Aussenluft nimmt im Wärmetauscher einen Teil der Wärme aus der belasteten Luft auf und strömt in die Wohn- und Schlafzimmer. Bei diesem Vorgang wird die Frischluft nicht mit der verbrauchten Luft vermischt; die Abluft erwärmt lediglich das Metallrohr, durch das sie hinausgeführt wird. Die Wärme wird dann vom Rohr auf die kühle Aussenluft übertragen, die das Rohr umströmt. Auf diese Weise lassen sich drei Viertel der Wärme aus der Abluft zurückgewinnen.
- Die Abwärmeströme in Europa sind riesig, sie könnten den gesamten Wärmebedarf decken. Nur: die Abwärme fällt zu einem grossen Teil nicht dort an, wo sie gebraucht wird – für ihre Nutzung wären kilometerlange Fernwärmeleitungen notwendig. Und das ist in vielen Fällen zu teuer.

Folie 4

Die Wärmepumpe macht aus kalter Luft warmes Wasser

- Die Wärmepumpe vermag «kalte» Wärme auf ein höheres und damit nutzbares Temperaturniveau zu heben. Für den Antrieb der Wärmepumpe, meist ein Elektromotor, braucht es Strom. Der springende Punkt: Der Wärmeertrag ist dreimal höher als der notwendige Strom-Input.
- Die Wärmepumpe entzieht der Umwelt – der Aussenluft, dem Seewasser oder dem Erdreich – Wärme. Diese sogenannte Quelle kühlt dadurch ab – allerdings nur geringfügig, weil es sich in der Regel um grosse Volumen handelt. Im Wärmepumpenkreislauf erhöht sich die Temperatur, beispielsweise von 0°C auf 50°C – genug, um damit einen Warmwasserboiler oder eine Raumheizung zu betreiben.
- Wieso enthält selbst 0°C kalte Luft noch Wärme? Die Physik sagt: der Temperatur-Nullpunkt liegt bei -273°C oder 0 Grad Kelvin – und nicht bei 0° Celsius. Und bis zu diesen tiefen Temperaturen gibt es Wärme, wenn auch deren Nutzung stark eingeschränkt ist.
- In Europa werden 50 % des Stromes fossil erzeugt, also aus Wärme mit einem Wirkungsgrad von 30 % bis 40 %. Zum Verbraucher gelangt die Energie auf dem einfachen und verlustarmen Weg der elektrischen Leitungen. In der Wärmepumpe wird schliesslich aus dem Strom wiederum Wärme. Diese gesamtheitliche Betrachtungsweise relativiert das «saubere» Bild der Wärmepumpe. Im Vergleich zu elektrischen Direktheizungen schneiden die Wärmepumpen jedoch viel besser ab (weniger Strom für die gleiche Wärmemenge).

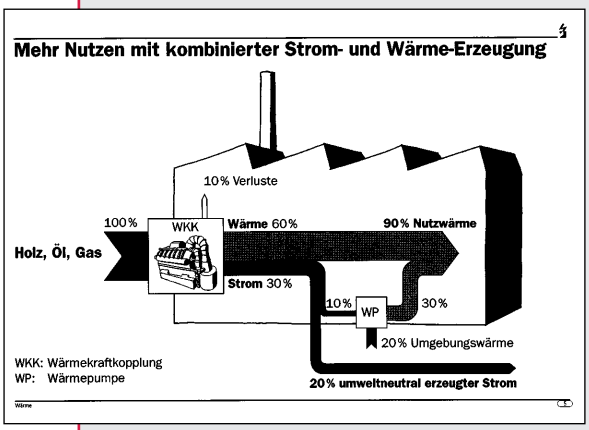


Prinzip der Wärmepumpe: Mit Strom Wärme «veredeln».

Folie 5

Mehr Nutzen mit kombinierter Strom- und Wärme-Erzeugung.

- Verbrennungsmotoren oder Turbinen, die Generatoren treiben, erzeugen gleichzeitig Strom und Wärme. Falls die Maschinen- und – im geringen Mass – die Generatorenabwärme genutzt wird, spricht man von einer Wärmekraftkopplungsanlage (WKK-Anlage).
- In einer WKK-Anlage wird der Energie-Input in Form von Gas, Kehricht, Holz oder Heizöl in Wärme (60 %), Strom (30 %) und Verluste (10 %) verwandelt. Da mit diesem Strom eine Wärmepumpe betrieben werden kann, ist die sogenannte Primärenergieausnutzung wesentlich höher als bei allen anderen Energieumwandlungstechniken.
- WKK-Anlagen sind überall dort sinnvoll, wo Wärme und Strom gleichzeitig gebraucht werden – also in Spitälern, in Industrie- und Gewerbebetrieben, in Schulen und in Verwaltungsgebäuden. Diese Anlagen sind verhältnismässig teuer. Um eine gute Wirtschaftlichkeit zu erreichen, sind lange Betriebszeiten (mindestens 4000 Stunden pro Jahr) Voraussetzung.
- Die Wärmenutzung bei sehr grossen Kraftwerken – zum Beispiel Kernkraftwerken – führt zu unverhältnismässig teuren und deshalb meist unrentablen Verteilnetzen. Das ist ein Argument für die dezentrale WKK mit kleinen Leistungen: Die Wärme wird an Ort und Stelle oder über kleine Netze genutzt. Für viele Energiepolitiker ist diese Technologie sozusagen die dritte Säule, neben Wasser- und Kernkraft.



Energiefluss einer Kombination von Wärmekraftkopplungsanlage und Wärmepumpe. (Ein üblicher Heizkessel wandelt 90% des Energie-Inputs in Wärme um.)

Aufgaben

Diskussion: *Welches Heizsystem eignet sich besser ?*

- Für ein Einfamilienhaus, Mehrfamilienhaus, Ferienhaus, Gewerbehaus, Bürohaus oder Schule.

Folie 6

Vergleich von zwei Heizsystemen

	Holz	Wärmepumpe
Anschaffungspreis	50% höher als Ölheizung	25% höher als Ölheizung
Energiekosten	doppelt so hoch wie Öl	doppelt so hoch wie Öl
Umweltverträglichkeit	sehr gut	Euro-Strom verursacht CO_2
Betriebsaufwand	hoch	niedrig
Lebenserwartung	höher als andere Systeme	wie andere Systeme
Einsatzgebiete	Orte mit guter Holzversorgung	überall
Wärmeverteilsysteme	alle Systeme	Bodenheizung und Niedertemperaturradiatoren

Wärme 6

Berechnung: Wie hoch sind die jährlichen Heizenergiekosten in einem Einfamilienhaus?

Folie 7

Wie hoch sind die jährlichen Heizenergiekosten in einem Einfamilienhaus ?

jährlicher Energieverbrauch	
Gute Wärmedämmung	5000 kWh
Mittlere Wärmedämmung	20 000 kWh
Schlechte Wärmedämmung	40 000 kWh

Energiekosten	
Elektroheizung	15 Rp./kWh
Ölheizung	4 Rp./kWh
Holzheizung	8 Rp./kWh
Wärmepumpe (1/3 Strom und 2/3 kostenlose Umweltwärme)	7 Rp./kWh

Wärmedämmung	Öl	Holz	Wärmepumpe	Elektrodirektheizung
gut	200 Fr.	400 Fr.	350 Fr.	750 Fr.
mittel	800 Fr.	1600 Fr.	1400 Fr.	3000 Fr.
schlecht	1600 Fr.	3200 Fr.	2800 Fr.	6000 Fr.

Wärme 7

Die Elektroheizung arbeitet in der Regel nachts (Niedertarif). Die Wärmepumpe ist meist tagsüber in Betrieb (höhere Quellentemperatur, Hochtarif).

Die Energiekosten differieren bis zu einem Faktor 30.

Fragen:

- Welcher Energieträger – Öl, Gas, Holz, Kohle, Fernwärme, Elektrizität (Wärmepume oder Elektrodirektheizung) – kommt bei Ihrer Heizung zum Einsatz ?
- Und weshalb ?
- Wer braucht am wenigsten Energie ? (Berücksichtigen Sie den Energieverbrauch für die Warmwasseraufbereitung.)

Weitere Unterlagen zum Thema

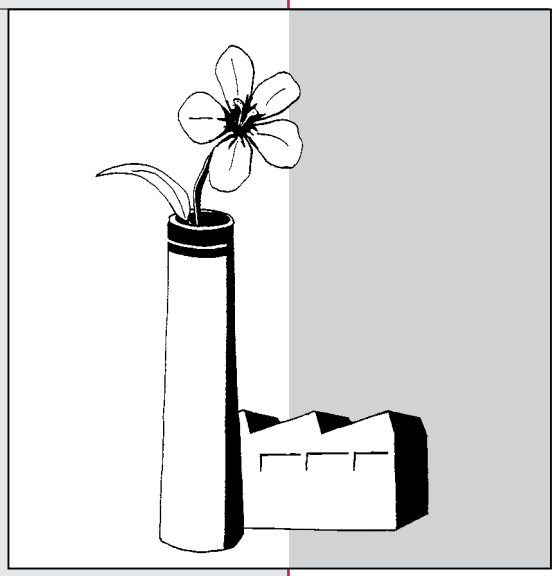
Alle nachfolgenden RAVEL-Unterlagen
Bezug: EDMZ, 3000 Bern
Fax 031 – 992 00 23

Kompetent antworten auf Energiefragen
Bestellnummer: 724.386.1 d

Elektrizität im Wärmesektor
Wärmekraftkopplung, Wärmepumpen, Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung
Bestellnummer: 724.354 d

Umweltgerechte Produktion

Folie 1



- Die Industrie ist Stromverbraucher Nummer 1.
- Tausende von Elektromotoren sind in der Produktion am Werk.
- Heute lassen sich mit weniger Energie mehr Güter herstellen.
- Die umweltgerechte Produktion öffnet Zukunftsmärkte.

Wer verbraucht pro Umsatzfranken am meisten Strom?

Was leistet der Elektromotor einer Lokomotive?

Welcher Zusammenhang besteht zwischen Produktion, Umsatz und Energieverbrauch?

Was können Energiekennzahlen in der Industrie bewirken?

Ergänzende Infos zu diesem Thema sind in den Lektionen «Haustechnik» und «Wärme» enthalten.

1,2 Millionen Menschen sind in der Schweiz im industriellen und im gewerblichen Sektor tätig. Pro Industriearbeitsplatz werden jährlich 12 000 Kilowattstunden Strom verbraucht – damit kommt ein Haushalt drei Jahre aus.

Ein Industriebetrieb gibt auf hundert Franken Umsatz im Durchschnitt einen Franken für Elektrizität aus. Dieses Umsatzprozent entspricht im Grossunternehmen einem Millionenbetrag. Der Stromverbrauch ist deshalb für jeden Produktionsbetrieb ein entscheidender Kostenfaktor: weniger Verbrauch heisst mehr Gewinn, heisst verbesserte Wettbewerbsfähigkeit. Die Löhne kosten allerdings mehr als die Elektrizität; deshalb wurde in der Industrie bis jetzt mehr Personal als Strom wegrationalisiert.

Beim Thema **Stromverbrauch in der Industrie** sind zwei Aussagen von besonderer Bedeutung:

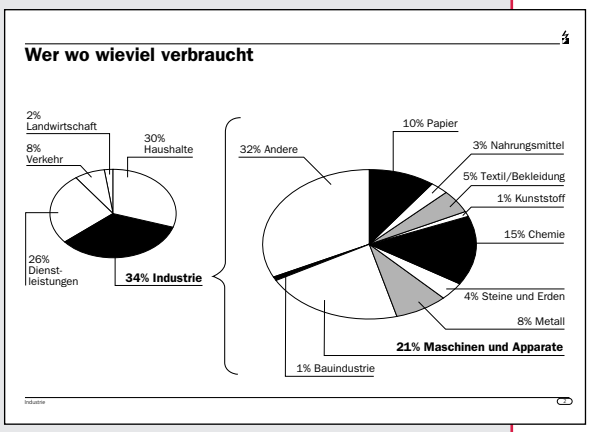
Erstens: Wer Strom optimal nutzt, erwirtschaftet mehr Gewinn.

Zweitens: Die energie- und umweltgerechte Produktion öffnet Zukunftsmärkte.

Der effiziente Einsatz von Energie gewinnt zunehmend an Gewicht. Auf die politische Forderung nach Umweltabgaben auf den Energieverbrauch reagieren vorausdenkende Unternehmensführer bereits heute, indem sie Energiesparpotentiale konsequent ausschöpfen. Und schliesslich wirkt die Aussage «wir produzieren umweltgerecht» nur dort glaubhaft, wo Rohstoffe und Energie schonend verwendet werden.

Die firmeninterne Auseinandersetzung mit ökologischen Fragen trägt doppelt Früchte, wie das Beispiel eines Pfannenherstellers zeigt: Der umweltschonende Umgang mit Material- und Energieressourcen im Betrieb führt zu einer schlanken Produktion. Die Pfannen brauchen aber nicht nur bei ihrer Herstellung, sondern auch auf dem Herd weniger Strom, weil sie besonders gut isoliert sind. Damit lässt sich Werbung machen!

Folie 2



Am meisten Strom fliesst in die Maschinenindustrie.

Wer wo wieviel verbraucht

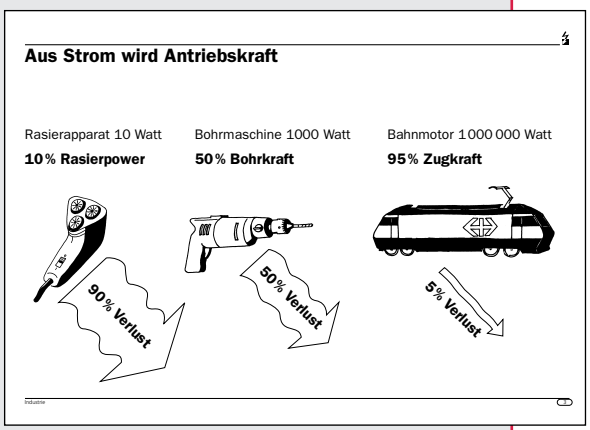
Mit einem Anteil von 34 Prozent am schweizerischen Gesamtstromverbrauch steht die Industrie vor dem Dienstleistungssektor und vor den Haushalten an erster Stelle. Besonders energieintensiv ist die Produktion von Papier, erstaunlich wenig Strom verbrauchen dagegen die Baubranche und die Nahrungsmittelindustrie.

Energieverbrauch pro Umsatzfranken	
Aluminium	15 kWh
Eisen und Stahl	11 kWh
Papier	6 kWh
Chemie	5 kWh

Zwischen Elektrizitätswerken und Grosskunden aus der Industrie bestehen Vereinbarungen, die es den Unternehmen ermöglichen, Strom sehr günstig zu beziehen. Ganze Industriezweige sind nur dank diesen Spezialtarifen lebensfähig: Müsste die Aluminiumindustrie den Standardpreis von 10 Rappen pro Kilowattstunde Strom bezahlen, wären die Energieausgaben höher als der erzielte Umsatz!

Soviel Energie kostet die Produktion pro Kilo	
Aluminium	70 kWh
Nylon	40 kWh
Weisses, gebleichtes Papier	22 kWh
PVC und Polyethylen	17 kWh
Umweltschutzpapier	5 kWh
Neues Glas	3 kWh
Glas mit 50% Altglas	2 kWh

Folie 3



Der Elektromotor einer Lokomotive wandelt 95 Prozent des Strom-Inputs in Kraft um.

Aus Strom wird Antriebskraft

Hundert Rädchen beginnen zu surren, monströse Blechstücke fahren ächzend in die Höhe, farbige Lämpchen beleuchten eine stählerne Geisterhand, die klirrend auf die Tasten eines alten Klaviers fällt. Erst wenn sich Motoren in Bewegung setzen, wird Tinguelys Konstruktion zum Kunstwerk. Produktionsmaschinen sehen weniger abenteuerlich aus. Aber auch hier sind Dutzende von Elektromotoren und -motörchen am Werk.

Im durchschnittlichen Industriebetrieb dienen 60 Prozent des bezogenen Stroms als Antriebskraft für Motoren. In der Papierherstellung sind es sogar 87 und in der Ziegelfabrikation 97 Prozent.

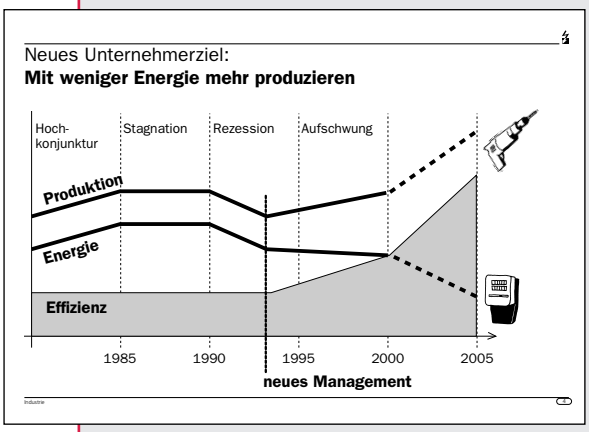
Das Motörchen des Rasierapparates hat eine Leistung von 10 Watt, die Lokomotive benötigt Elektromotoren von 1 000 000 Watt. Je grösser die Leistung, desto effizienter der Motor: Ein Rasierapparat wandelt nur 10 Prozent des Strom-Inputs in Kraft um, der Antriebsmotor der Lokomotive dagegen 95 Prozent.

Für Lüftungsanlagen und Umwälzpumpen werden aus Unkenntnis oft zu grosse Elektromotoren gewählt. Die Betreiber sind sich selten bewusst, wieviel Geld sie diese überdimensionierten Motoren mit ihrem zu hohen Stromverbrauch kosten. In der richtigen Auslegung von Antriebsmotoren liegt ein grosses Sparpotential.

Folie 4

Mit weniger Energie mehr produzieren

- Mehr produzieren kostet mehr Energie – dieser Satz hatte bis vor kurzem für den ganzen Industriesektor Gültigkeit. Wissenschaftliche Untersuchungen und Marktanalysen bestätigten die Analogie zwischen Produktion, Umsatz und Energieverbrauch.
- Einzelne Unternehmen haben inzwischen bewiesen, dass es möglich ist, den Umsatz zu verbessern, ohne dass dabei der Energiebedarf in die Höhe schnellt. Mehr produzieren mit weniger Energie, lautet ihre Devise.
- In modern organisierten Betrieben lässt sich diese Devise am besten umsetzen. Hier besitzen die Abteilungs- und Projektleiter weitreichende Kompetenzen. Sie wissen am besten, wo die Energiesparpotentiale zu finden sind und welche Optimierungsmassnahmen sich mit Erfolg realisieren lassen.
- In einem metallverarbeitenden Betrieb mit 1600 Angestellten wurden zuerst alle Energieverbräuche genau erfasst. Danach setzten sich Geschäftsführer und Abteilungsleiter Produktionsziele und Energiesparziele. Die am Gewinn beteiligten Abteilungsleiter hatten danach freie Hand, um mit den vorhandenen Mitteln möglichst viel herauszuholen. Sie ersetzten alte, wenig effiziente Anlagen durch neue und motivierten ihre Mitarbeiter dazu, Maschinen während längerer Arbeitspausen auszuschalten. Heute braucht dieses Unternehmen für die Produktion ein Drittel weniger Strom als vor Einführung des Energiemanagements.

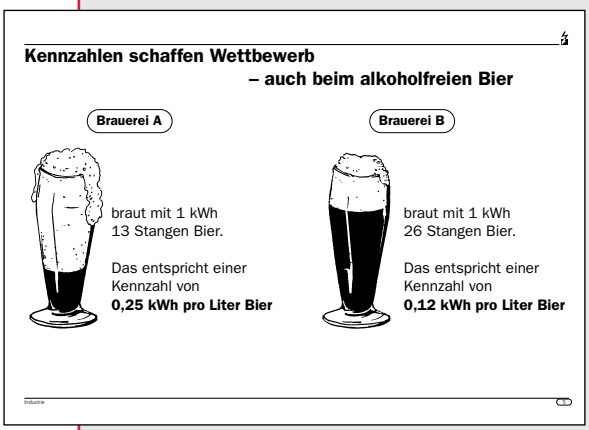


Ein besseres Energiemanagement und effizientere Maschinen erlauben es, künftig mit weniger Energie mehr Güter herzustellen.

Folie 5

Kennzahlen schaffen Wettbewerb – auch beim alkoholfreien Bier

- Wer ein Auto kauft, will über den Benzinverbrauch Bescheid wissen. Unserem Portemonnaie ist es nicht egal, ob der Motor auf hundert Kilometer fünf oder zwölf Liter frisst. Was im Kleinen gilt, hat auch im Grossen Gültigkeit: In Industriebetrieben ist der Energieverbrauch ein wichtiger Kostenfaktor.
- Anders als bei den Autos ist aber in der Industrie der Vergleich von Energiekennzahlen (noch) wenig üblich. Schade, denn Kennzahlen schaffen Wettbewerb. Wenn eine Grossbäckerei weiss, dass bei der Konkurrenz pro Kilo Brot nur 10 Rappen, im eigenen Betrieb aber 30 Rappen Stromkosten anfallen, wird sie alles daran setzen, den Stromverbrauch zu senken und so den Gewinn zu verbessern.
- Um herauszufinden, welche Faktoren den Energieverbrauch beeinflussen, wurden mehrere Bierbrauereien unter die Lupe genommen. Die Untersuchung ergab, dass die effizienteste Brauerei mit einer Kilowattstunde Strom 8 Liter Bier produziert, die schlechteste dagegen nur 4 Liter. Beim Forschen nach den Ursachen zeigte sich, dass nicht die Grösse des Betriebs, sondern die Auslastung der Maschinen und das Produktionsverfahren den grössten Einfluss auf den Stromverbrauch haben.



Die gut ausgelastete Brauerei produziert mit einer Kilowattstunde Strom 8 Liter Bier und 4 Liter Schaum, die ineffiziente halb soviel Bier und viermal soviel Schaum (will heissen: dort stehen die Anlagen viermal länger still).

Aufgaben

Spurensuche: *Wo stecken zu Hause Elektromotoren?*

Folie 6

Wo stecken zu Hause Elektromotoren?

Kühlschrank	Kompressor
Herd	Ventilator beim Umluftherd, Abzug über dem Herd
Backofen	Ventilator beim Umluftbackofen
Geschirrspüler	Wasserpumpe
Stereoanlage	CD-, Kassettenlaufwerk, Plattenspieler, Automatiken
Luftbefeuchter	Wäscherwalze
Nachttischlampe	–
Computer	Ventilator, Harddisk
Videorekorder	Laufwerk
Telefon	–
WC-Spülung	Pumpe beim Closomat

Industrie 6

Strombedarf:

Wo ist der Pro-Kopf-Verbrauch am grössten?

Folie 7

Welcher Industriezweig hat die höchste Energiekennzahl pro Mitarbeiter/-in?

Industriezweig	Stromverbrauch pro Jahr	Anzahl Mitarbeiter	Stromverbrauch pro Mitarbeiter	Rang
Papier	1557 Mio. kWh	16 100	96 708 kWh	**1**
Nahrungsmittel	391 Mio. kWh	67 200	5 818 kWh	7
Textil/Bekleidung	719 Mio. kWh	51 000	14 098 kWh	4
Kunststoffe	106 Mio. kWh	20 800	5 096 kWh	8
Chemie	2173 Mio. kWh	72 800	29 849 kWh	2
Steine und Erden	616 Mio. kWh	29 500	20 881 kWh	3
Metallindustrie	1143 Mio. kWh	95 000	12 032 kWh	5
Maschinen und Apparate	3179 Mio. kWh	269 400	11 800 kWh	6

Industrie 7

Wie hoch ist der Pro-Kopf-Verbrauch in Ihrem Unternehmen?

Diskussion:

- Wer produziert umweltfreundlich?
- Welche Unternehmen oder Industriezweige haben ein ökologisches Image?
- Wodurch haben sie sich dieses erworben?
- Wo erscheint Ihnen die Aussage «wir produzieren umweltschonend» glaubhaft, wo nicht?

Weitere Unterlagen zum Thema

Schweizerische Gesamtenergiestatistik und Schweizerische Elektrizitätsstatistik
Bundesamt für Energiewirtschaft
3003 Bern

Statistisches Jahrbuch der Schweiz
Verlag Neue Zürcher Zeitung
ISBN 3-85823-520-2

Alle nachfolgenden RAVEL-Unterlagen
Bezug: EDMZ, 3000 Bern
Fax 031 – 992 00 23

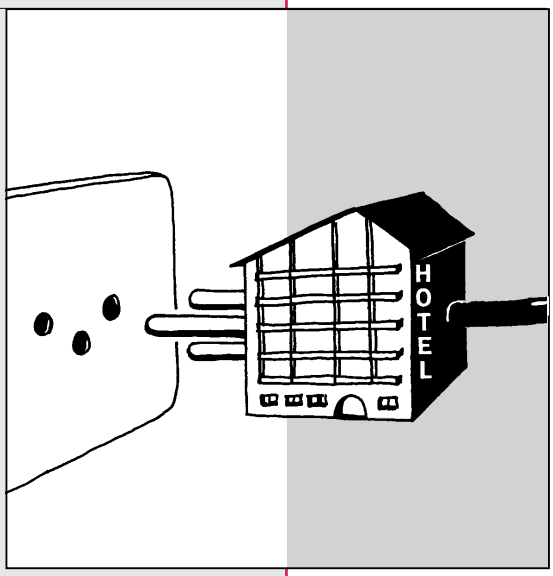
RAVEL-Tagungen 3 (Industrie) und 5 (Marketing)
Bestellnummer: 724.300.3 und .5 d/f

Kennwerte betrieblicher Prozessketten
Bestellnummer: 724.397.12.54 d/f

Organisation und Energiemanagement
Bestellnummer: 724.374 d

Sterne und Strom

Folie 1



- Je mehr Sterne, desto höher der Elektrizitätsverbrauch.
- Im Restaurant kostet die Zubereitung eines Essens viermal mehr Energie als zu Hause.
- Wenn die Waschmaschine **nach** dem Kochherd in Betrieb geht, wird die Stromrechnung kleiner.
- Die Minibar ist ein Maxiverbraucher.

Wieviel bezahlt ein Schweizer Durchschnittshotel für die Energie?

Weshalb steigt der Stromverbrauch analog zu den Hotelsternen?

Sind Stromsparlampen für Hotelzimmer attraktiv?

Wozu dienen Lastmanagementsysteme?

Ergänzende Infos zu diesem Thema sind in den Lektionen «Wohnen» und «Wärme» enthalten.

In den 6200 Hotels und Kurbetrieben der Schweiz übernachten jährlich 15 Millionen einheimische und 20 Millionen ausländische Gäste. Die durchschnittliche Auslastung beträgt 35 Prozent; die Hälfte der Übernachtungen wird in den Monaten Februar und März, Juli und August gebucht.

Es verbringen mehr Ausländer ihre Ferien in der Schweiz, als umgekehrt Schweizer ins Ausland reisen. Dieser «positive Saldo» wirkt sich auch auf den Energieverbrauch aus. Das Schweizer Durchschnittshotel zählt 44 Betten und verbraucht jährlich 150 000 Kilowattstunden Strom, was die Betriebsrechnung mit 25 000 Franken belastet, und 30 000 Liter Heizöl, entsprechend 10 000 Franken.

Etwa drei Prozent des Umsatzes gehen in der Hotellerie für Energieausgaben weg. Ein Drittel davon könnte durch wirtschaftliche Massnahmen eingespart und der Anteil der Energieausgaben am Umsatz auf zwei Prozent reduziert werden. Bezogen auf ein Standardhotel sind das 12 000 Franken weniger Energiekosten im Jahr.

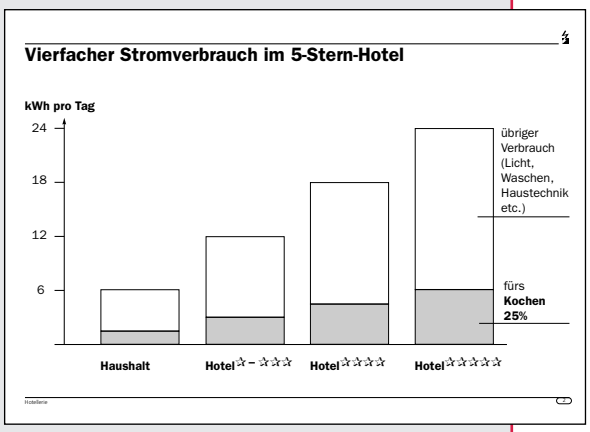
Beim Thema **Energieverbrauch im Hotel** ist eine Aussage von besonderer Bedeutung:

Stromsparpotentiale können ausgeschöpft werden, ohne dass die Gäste auf Komfort verzichten müssen. Besonders wirtschaftlich sind Wärmerückgewinnung und Lastmanagementsysteme.

So verschieden ein kleines, bescheiden ausgestattetes Ferienhotel im Berner Oberland vom Stadtzürcher Luxushotel ist, so stark differiert auch der Stromverbrauch der beiden Häuser: im ersten werden 1000 Kilowattstunden, im zweiten das Zehnfache davon pro Bett und Jahr verbraucht.

Der Gast ist König – dafür sorgen die Hotelangestellten. Sie alle können zur Senkung des Energieverbrauchs beitragen, ohne beim Service Abstriche zu machen: Der Koch schaltet Küchengeräte und Kochplatten am Nachmittag aus. Das Zimmerpersonal achtet auf unnötig brennende Lampen und heimliche Stand-by-Verbraucher. Zum Aufgabenbereich des technischen Personals gehört das Anpassen der Lüftungs- und Heizungsanlagen an den tatsächlichen Bedarf. Der Gast verwendet noch saubere Handtücher ein zweites Mal. Der Hoteldirektor übernimmt die Rolle des Energiemanagers.

Folie 2



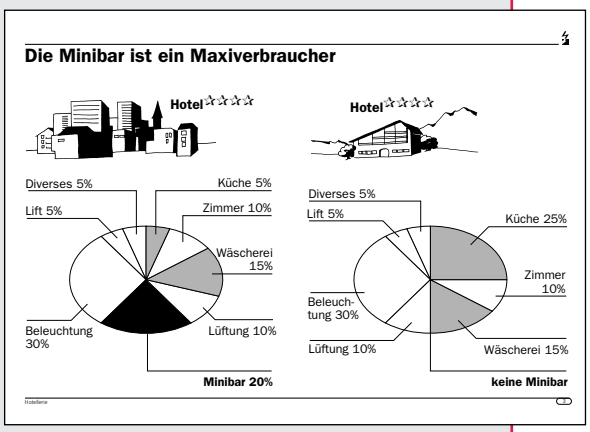
Im Luxushotel übernachten kostet viermal soviel Strom wie zu Hause bleiben.

Vierfacher Stromverbrauch im 5-Stern-Hotel

Dem Alltag den Rücken kehren, Neues entdecken, à la carte dinieren und den Luxus eines stilvoll eingerichteten Hotelzimmers geniessen – wer träumt nicht manchmal von einem Wochenende in den Bergen oder in einer interessanten Stadt. Ein solcher Ausflug kostet nicht nur mehr Geld, wir verbrauchen im Hotel auch mehr Energie als zu Hause.

- Daheim benötigen wir im Durchschnitt etwa 6 Kilowattstunden Strom im Tag. Ein Gast im 2-Stern-Hotel verbraucht doppelt, ein Gast im Luxushotel viermal soviel; beim Energievergleich zwischen Selberkochen und Auswärtsessen beträgt das Verhältnis etwa 1 zu 4.
- Diese frappanten Unterschiede sind darauf zurückzuführen, dass Hotels und Restaurants im Durchschnitt nur zu 35 Prozent ausgelastet, jedoch immer in «Bereitschaft» sind: Auch der unangemeldet eintreffende Gast möchte das Hotelzimmer sauber, frisch gelüftet und geheizt vorfinden, er will im Restaurant von einer reichhaltigen Menukarte wählen und schnell bedient werden.
- Je mehr Sterne, desto höher der Energieverbrauch – diese Faustregel gilt besonders für die Häuser der gehobenen Klasse. Der Fernseher und die Minibar, die Raumklimatisierung, die Dekorationsbeleuchtung, die grosszügigen Raumverhältnisse sowie das reichhaltige Unterhaltungsangebot lassen den Stromzähler schneller laufen.

Folie 3



Am meisten Strom verbrauchen Kochherd, Waschmaschine und Minibar.

Die Minibar ist ein Maxiverbraucher

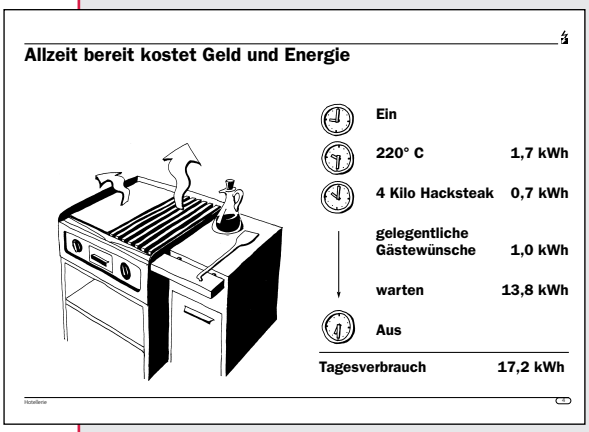
Welchen Anteil hat die Wäscherei, der Lift oder die Zimmerbeleuchtung am Stromverbrauch eines Hotels? Je nachdem, ob es sich um ein Ferienhotel im Saisonbetrieb oder um ein Stadthotel handelt, fällt die Antwort verschieden aus. Neben der Küche sind es drei Hauptverbraucher:

- In der Wäscherei herrscht oft Hochbetrieb. Jeden Morgen liegen für alle Gäste frische Frotteetücher bereit. Sinnvoll sind Hinweise, die dem Gast die Entscheidung überlassen, ob er die Hand- und Badetücher gewechselt haben will. Beim Kauf neuer Waschmaschinen lohnt es sich, neben dem Kaufpreis auf den Energie- und Wasserverbrauch zu achten: Betriebskosten mitberechnet, sind energieeffiziente Geräte kostengünstiger – selbst wenn der Kaufpreis etwas höher liegt.
- Die Minibar ist aus dem Hotelzimmer nicht mehr wegzudenken. Dank einer speziellen, motorlosen Technik verursacht dieser Minikühlschrank keine störenden Geräusche, verbraucht jedoch drei- bis fünfmal mehr Strom als ein Haushaltkühlschrank. In Stadthotels mit vielen Geschäftsreisenden gehen bis zu 20 Prozent des Gesamtstromverbrauchs auf das Konto der Minibars. Neue Geräte des Typs Haushalt kühlen praktisch geräuschlos mit drei- bis fünfmal weniger Energie.
- Stromsparlampen verströmen gleichmässiges Licht, während sich mit Glühlampen, zu denen auch die Halogenlampen zählen, einzelne Raumnischen oder Möbel gezielt beleuchten lassen. Solche Lichteffekte sind in Hotelhallen und Hotelzimmern beliebt; Stromsparlampen, die fünfmal weniger Energie verbrauchen, werden deshalb eher in Gängen, Arbeitsräumen und Hallen eingesetzt.

Folie 4

Allzeit bereit kostet Geld und Energie

- Dass der Gast König ist, hat auch für die Grillplatte in der Hotelküche Konsequenzen. Nachdem sie um neun Uhr morgens eingeschaltet worden ist, hat der Koch einmal vier Kilo Hacksteak auf ihr angebraten. Seither wartet sie heiss darauf, dass ein Gast eine Bratwurst oder einen Crevettenspiess bestellt. Wenn sie abends ausgeschaltet wird, ist nur etwa ein Zehntel der Heizenergie für das Grillieren, der Rest aber für das Warten im eingeschalteten Zustand eingesetzt worden.
- Besser sieht die Energiebilanz aus, wenn Kochherd und Grillplatten während der flauen Nachmittagsstunden ausgeschaltet werden. Eine Alternative sind Kochgeräte mit automatischer Steuerung, die automatisch abstellen, wenn das Kochgut vom Herd genommen wird, respektive automatisch zuschalten, sobald eine Pfanne auf der Platte steht. Im Gegensatz zum herkömmlichen Elektroherd braucht die kleine Zündflamme des Gasherdes während des Wartens praktisch keine Energie.
- In der Grossküche entsteht viel warme Abluft, die meistens über Dampfabzüge nach draussen geleitet wird. Auf diese Weise geht die thermische Energie verloren, die über einen Wärmetauscher zur Heizung des Restaurants genutzt werden könnte. Die Investition in eine solche Wärmerückgewinnungsanlage gehört zu den lohnendsten und ergiebigsten Energiesparmassnahmen im Gastronomiebereich.
- Das Zubereiten einer Mahlzeit benötigt folgenden Energie-Input: Zu Hause: 0,5 bis 1 kWh; in der Kantine: 2 kWh; in der Quartierbeiz: 3 kWh; im Nobelrestaurant: 5 kWh.

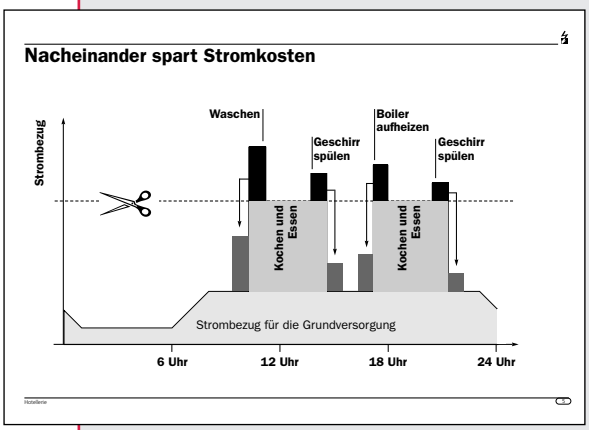


Damit der Gast nicht zu lange auf sein Essen warten muss, bleibt die Grillplatte den ganzen Tag eingeschaltet.

Folie 5

Nacheinander spart Stromkosten

- Den Haushalten wird nur der in Kilowattstunden gemessene Stromverbrauch in Rechnung gestellt. Industrie- und Gewerbebetriebe bezahlen zusätzlich die in Kilowatt gemessene Leistung: Ausser der Höhe des Verbrauchs zählt auch, wieviel auf einmal verbraucht wird.
- Wenn die Leistungsspitzen hoch sind, wenn also mittags und abends mehrere Geräte gleichzeitig viel Strom brauchen, kann der für die Leistung geforderte Betrag ein Viertel der Stromrechnung ausmachen.
- Küchengeräte, Waschmaschinen und Warmwasserboiler benötigen zum Aufheizen während kurzer Zeit sehr viel Strom, um nach Erreichen der gewünschten Temperatur wieder auszuschalten, beziehungsweise nur noch wenig Strom zu konsumieren. In Hotels sind hohe – und teure – Leistungsspitzen deshalb häufig anzutreffen. Abhilfe schaffen Lastmanagementsysteme: Per Computersteuerung wird dafür gesorgt, dass die Verbräuche zeitlich gestaffelt werden.
- Lastmanagementsysteme helfen dem Hotelier Kosten sparen und sind hoch rentabel, auch wenn der Energieverbrauch durch ihren Einsatz nicht kleiner wird. Weil der Installation eines Lastmanagementsystems jedoch eine Analyse aller stromverbrauchenden Geräte vorausgeht, lassen sich neben vermeidbaren Spitzen oft auch Stromsparpotentiale entdecken; die Betriebsrechnung wird so doppelt entlastet.



Lastmanagementsysteme sorgen dafür, dass die Strombezugskurve flacher und die Stromrechnung kleiner wird.

Aufgaben

Lohnt sich das Anschaffen eines Herdes mit Topferkennungseinrichtung?

Folie 6

Topferkennungseinrichtung

Heizleistung	**4000**	**Watt**
Kochzeit	**2000**	**Stunden pro Jahr**
Verluste beim Warten (normale Platte)	**1600**	**Watt**
Wartezeit	**1250**	**Stunden pro Jahr**
Strompreis	**20**	**Rappen pro kWh**
Energiekosten der alten Platte	**2000**	**Franken pro Jahr**
Investition für Topferkennung	**800**	**Franken pro Platte**
Energiekosten mit Topferkennung (kein Warten)	**1600**	**Franken**
Amortisationszeit	**2**	**Jahre**

Energiekosten alte Platte =

(Heizleistung beim Kochen x Kochzeit + Verluste beim Warten x Wartezeit) x Strompreis

Energiekosten mit Topferkennung =

Heizleistung beim Kochen x Kochzeit x Strompreis

Amortisationszeit =

$$\frac{\text{Investition für Topferkennung}}{\text{(Energiekosten alte Platte} - \text{Energiekosten mit Topferkennung)}}$$

Diskussion: Welche Energiesparmassnahme ist vertretbar?

- Stromsparlampen in den Gängen
- Automatische Abschaltung der Gangbeleuchtung (Anwesenheitssensor)
- Sparlampen im Speisesaal
- Minibar mit Kompressortechnik
- Nichts vom Grill ausserhalb der normalen Essenszeiten
- Handtücher nur einmal pro Woche wechseln
- Zimmer nur auf 19° heizen
- Lüftung reduzieren und das Rauchen im Zimmer verbieten
- Lifte abstellen – Treppensteigen ist gesund!
- Fernseher ohne Fernbedienung (kein Stand-by-Verbrauch)
- Keine Stecker für Privatgeräte in den Zimmern

Diskussion: Gas- oder Elektroherd?

Folie 7

Gas- oder Elektroherd?

	Elektroherd (Glaskeramik)	**Gasherd**
Anschaffungspreis		
Energiepreis	**20 Rp./kWh**	**10 Rp./kWh**
Wirkungsgrad	**75%**	**60%**
Umweltbelastung		
Aufheizreaktion		
Reinigungsaufwand		

Weitere Unterlagen zum Thema

Ökoberatung
des Schweizer Hotelier Vereins:
Telefon «Hotel-Line» 155 96 97

Strom rationell nutzen
RAVEL-Handbuch
Bezug im Buchhandel
ISBN 3-7281-1830-3

Alle nachfolgenden RAVEL-Unterlagen
Bezug: EDMZ, 3000 Bern
Fax 031 – 992 00 23

Energiemanagement in der Hotellerie
Bestellnummer: 724.325 d

Küche und Strom
Bestellnummer: 724.386 d/f

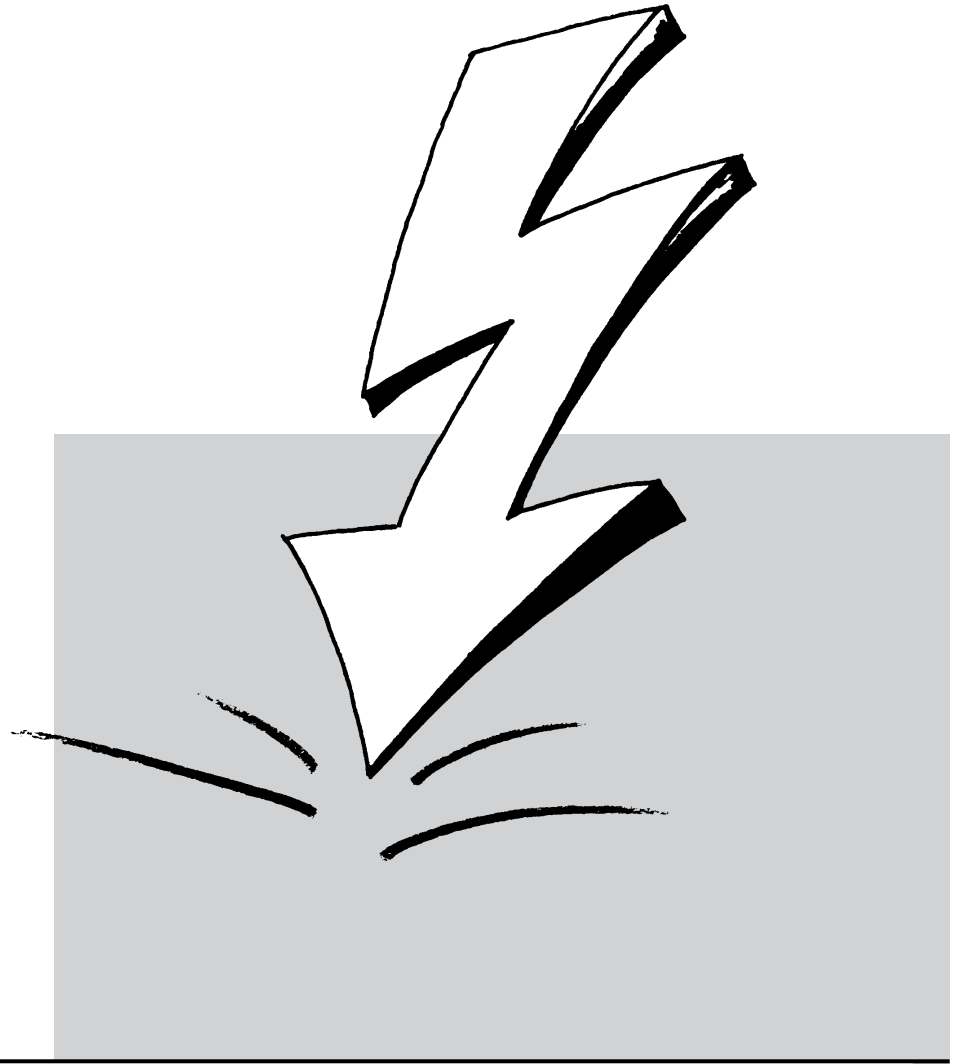
Energieverbrauch in gewerblichen Küchen
Bestellnummer: 724.397.13 d/f

Fallstudie Testküche
Bestellnummer: 724.397.13.52 d/f

«Energie» verstehen

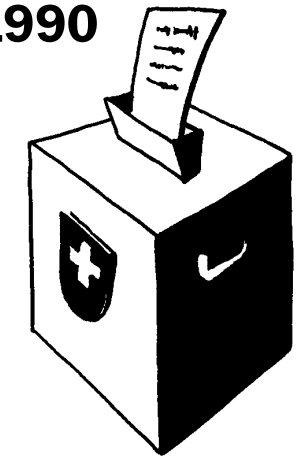
Unterschiedliche Rahmenbedingungen ermöglichen eine bessere Nutzung der Energie:

- **Technik**
- **Wirtschaft**
- **Politik**



Am Anfang steht die Energiepolitik

Volksabstimmung 1990

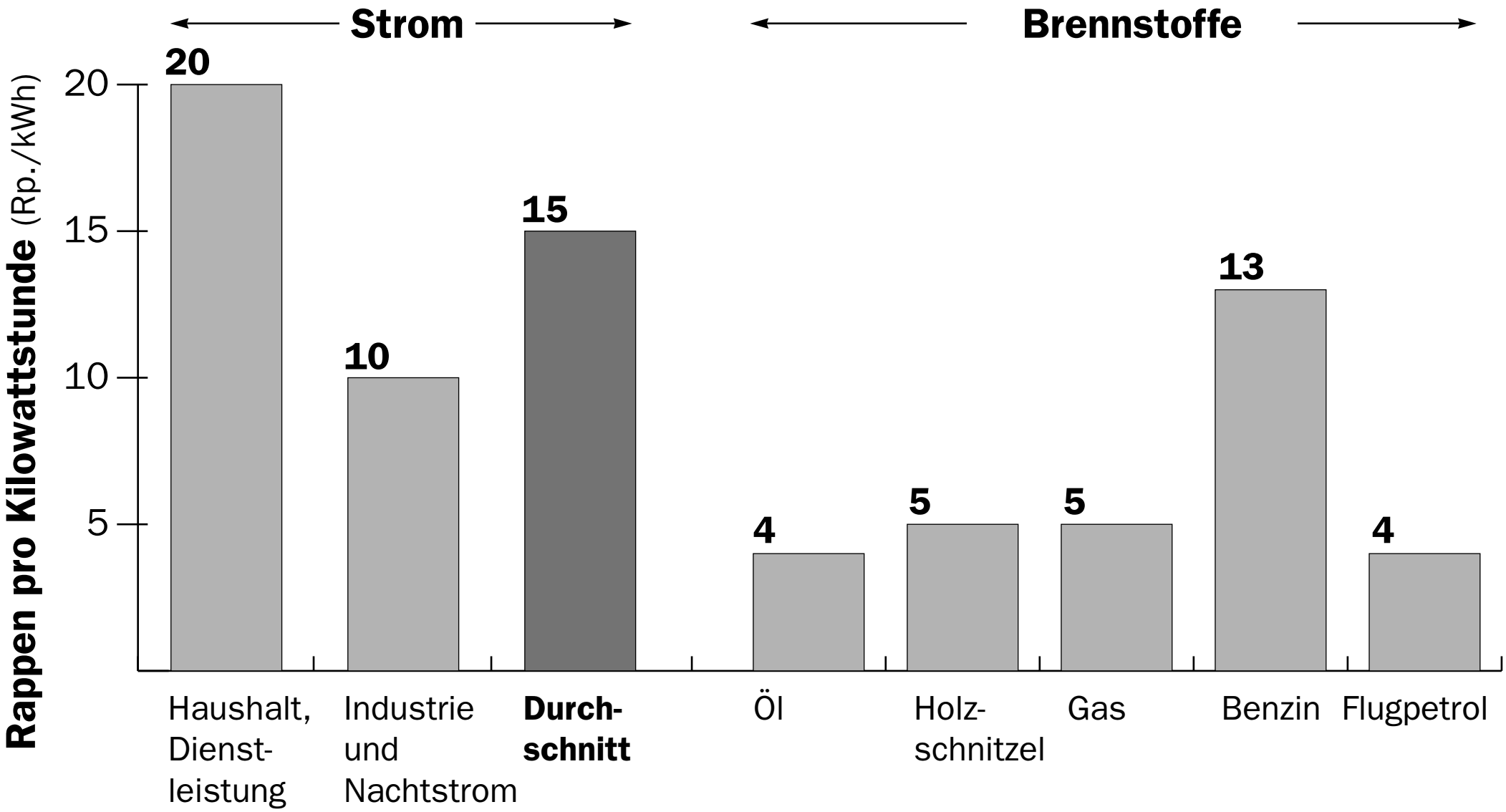


Energieartikel	**JA**
AKW-Moratorium	**JA**
AKW-Ausstieg	**NEIN**

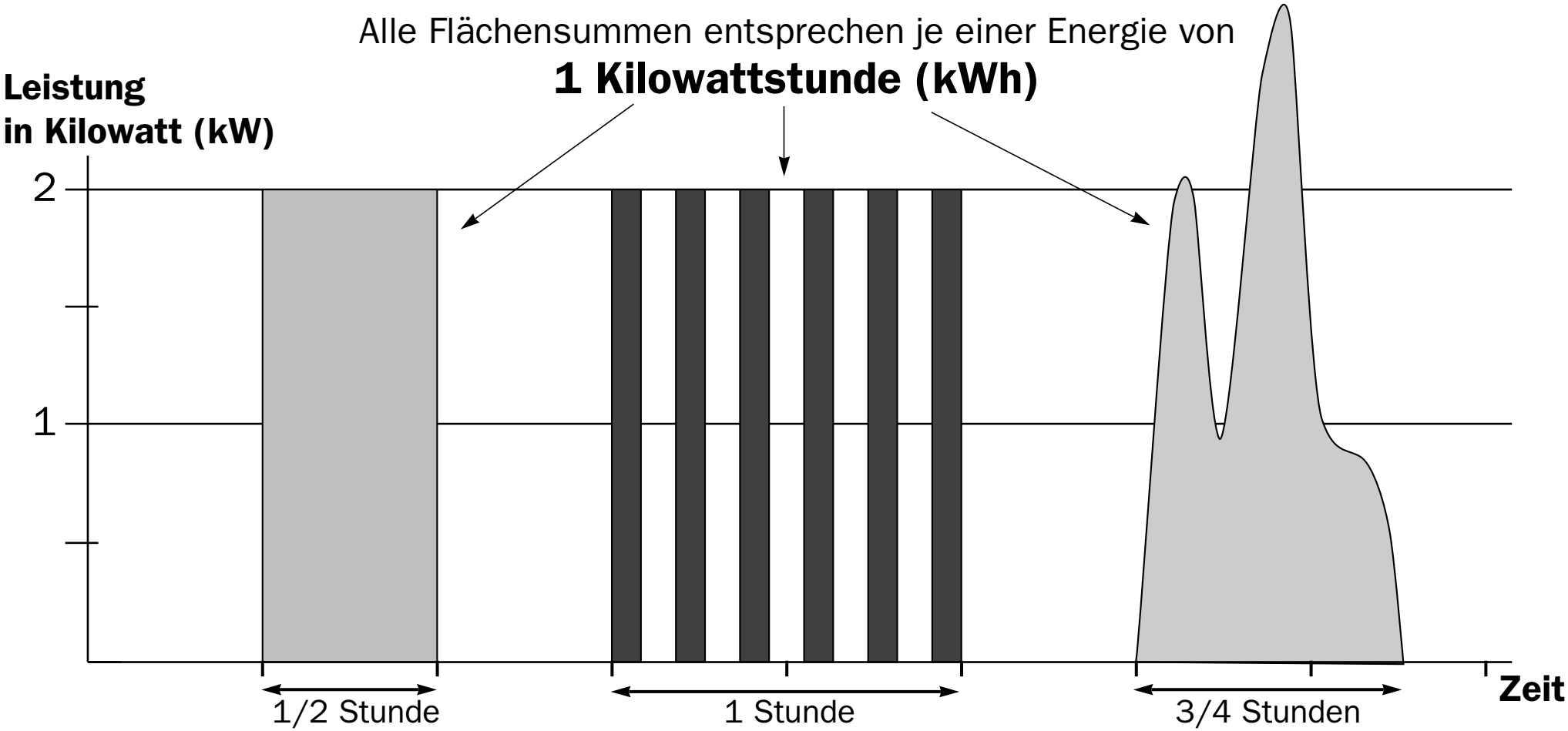
Energie 2000:

- **Strom sparen** (RAVEL)
- **Heizöl und Benzin sparen**
- **Vermehrte Nutzung erneuerbarer Energien** (Sonnenenergie, Holz, Biogase, Umweltwärme)
- **Ausbau bestehender Kraftwerke**

Billige Energie



Kilowatt und Kilowattstunden

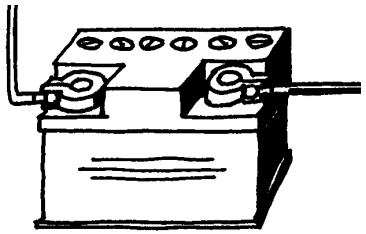


Staubsauger
ein–aus

Bügeleisen
ein–aus
ein–aus
ein–aus …

Waschmaschine
variabler Betrieb

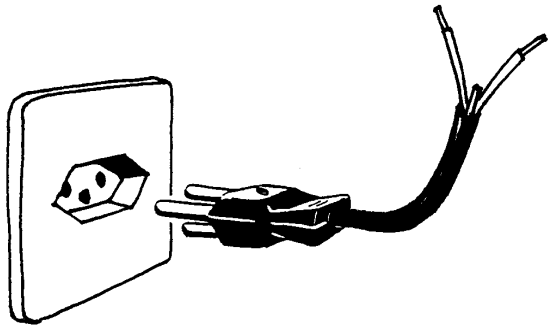
Elektrische Leistung = Stromstärke x Spannung



Stromstärke:
0 bis 100 Ampère

Spannung:
12 Volt

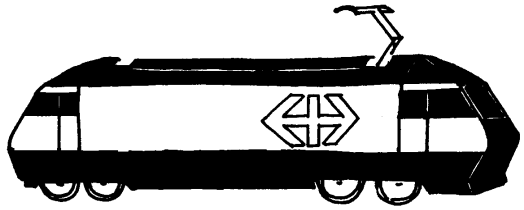
Elektr. Leistung
bis 1,2 kW



Stromstärke:
0 bis 10 Ampère

Spannung:
230 Volt

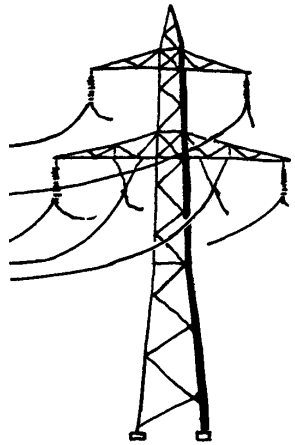
Elektrische Leistung
bis 2,3 kW



Stromstärke:
0 bis 400 Ampère

Spannung:
15 000 Volt

Elektr. Leistung
bis 6000 kW



Stromstärke:
0 bis 1000 Ampère

Spannung:
380 000 Volt

Elektr. Leistung
bis 380 000 kW

Wieviel kostet der Einsatz der Geräte

Gerät	mittlere Stromstärke	jährliche Einschaltdauer
Rasierapparat	0,04 Ampère	50 Stunden
Kühlschrank	0,4 Ampère	4500 Stunden
Fernseher	0,5 Ampère	1000 Stunden
Wohnzimmerlampe	1,3 Ampère	1000 Stunden
Backofen	6,5 Ampère	300 Stunden
Elektroboiler	15 Ampère	750 Stunden

	Leistung	jährl. Energieverbrauch	jährliche Energiekosten
Rasierapparat	**Watt**	**kWh**	**Franken**
Kühlschrank	**Watt**	**kWh**	**Franken**
Fernseher	**Watt**	**kWh**	**Franken**
Wohnzimmerlampe	**Watt**	**kWh**	**Franken**
Backofen	**Watt**	**kWh**	**Franken**
Elektroboiler	**Watt**	**kWh**	**Franken**

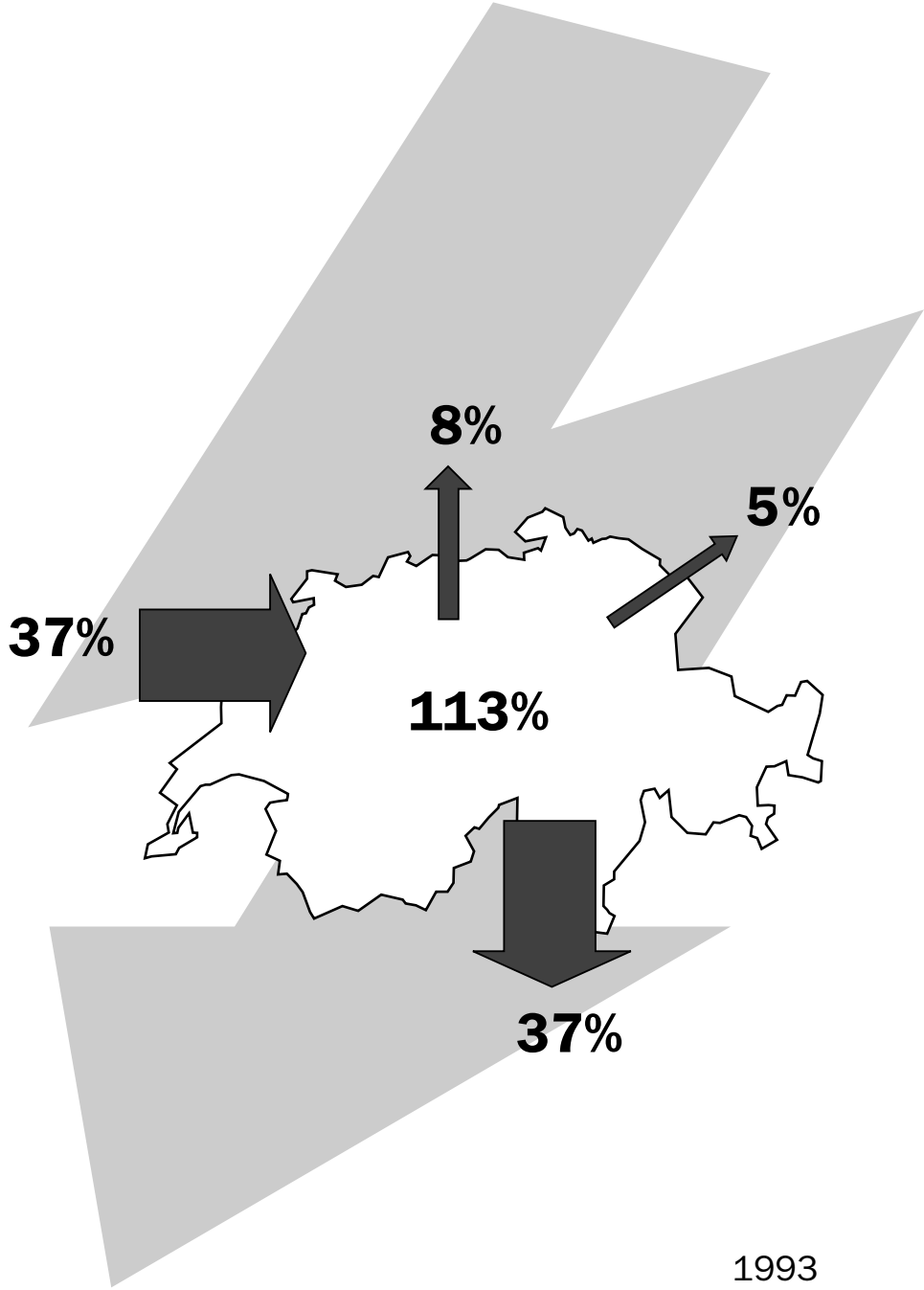
Welche Geräte entsprechen welchem Verbrauchertyp?

	Einmal ein–aus	Intervall ein–aus	variable Leistung
Alter Kochherd	○	○	○
Tiefkühltruhe	○	○	○
Fotokopierer	○	○	○
Tischcomputer	○	○	○
Notebook	○	○	○
Stereoanlage	○	○	○
Rasierapparat	○	○	○
Zentralheizung	○	○	○
Auto	○	○	○

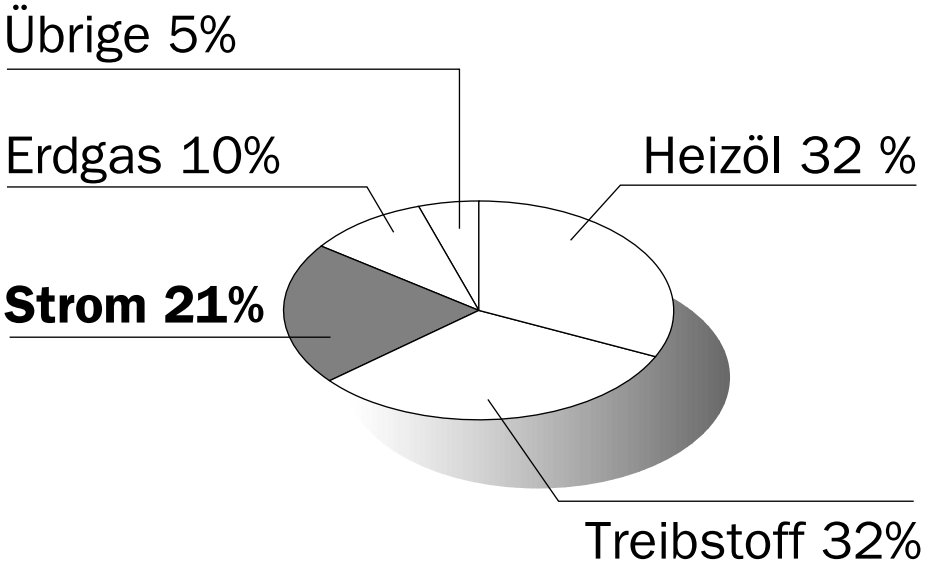
Europaweit vernetzt

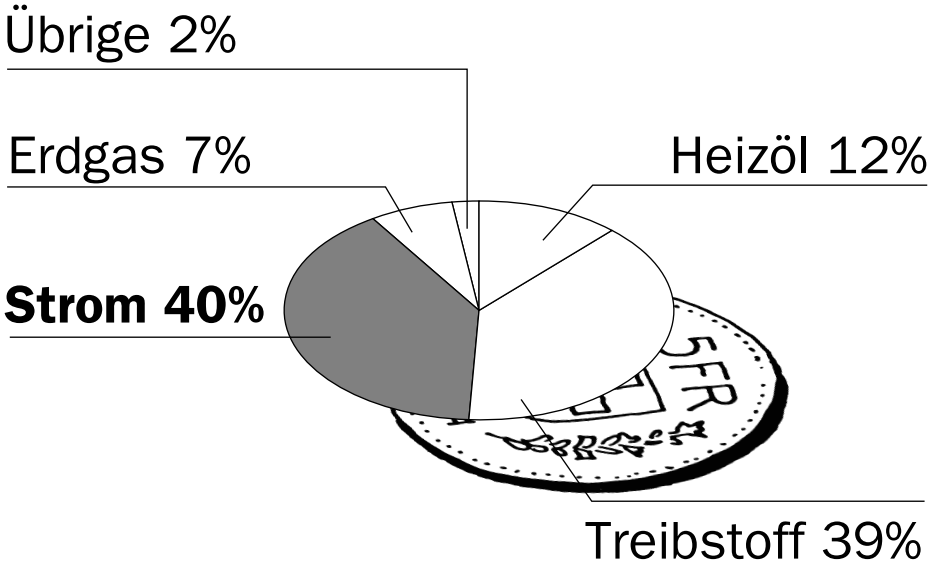
Die Anwendung von Elektrizität hat grosse Bedeutung für

- **Gesellschaft**
- **Wirtschaft**
- **Umwelt**



Strom für 7 Milliarden Franken

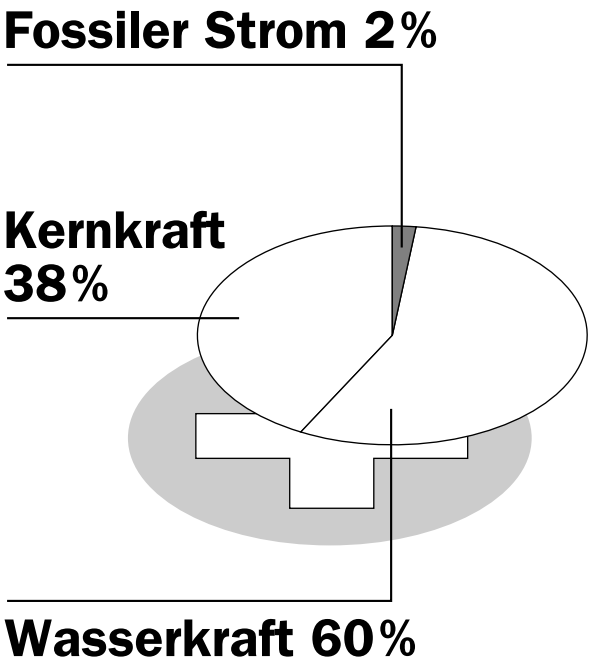


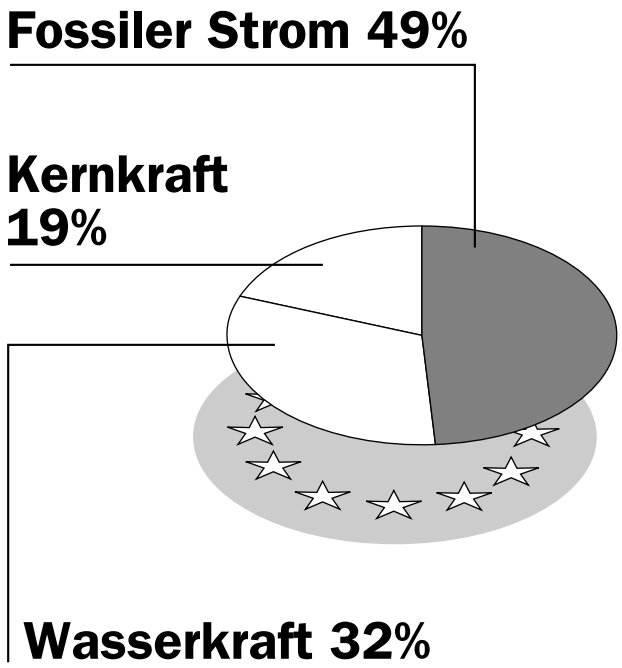


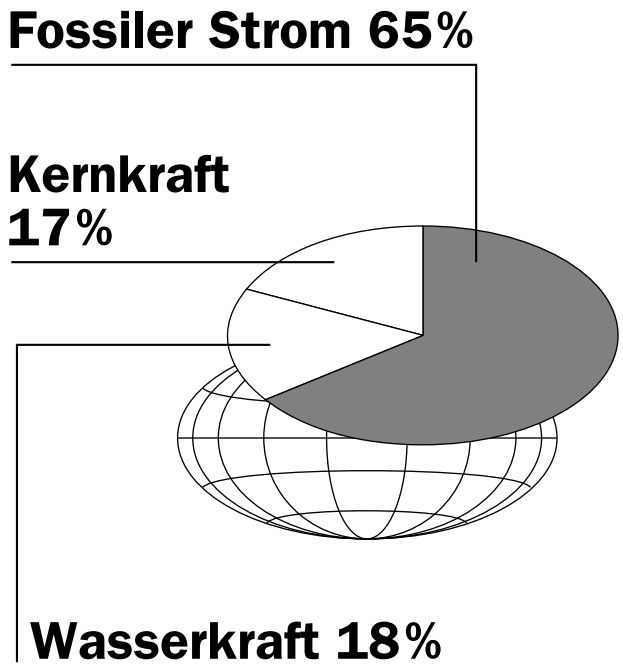
Verbrauch in der Schweiz:
47 000 Mio. kWh Strom im Jahr

Kosten:
Strom für 7 Mia. Franken im Jahr

Weltweit dominieren Öl- und Kohlekraftwerke







Fossile Quellen: Kohle, Öl und Gas

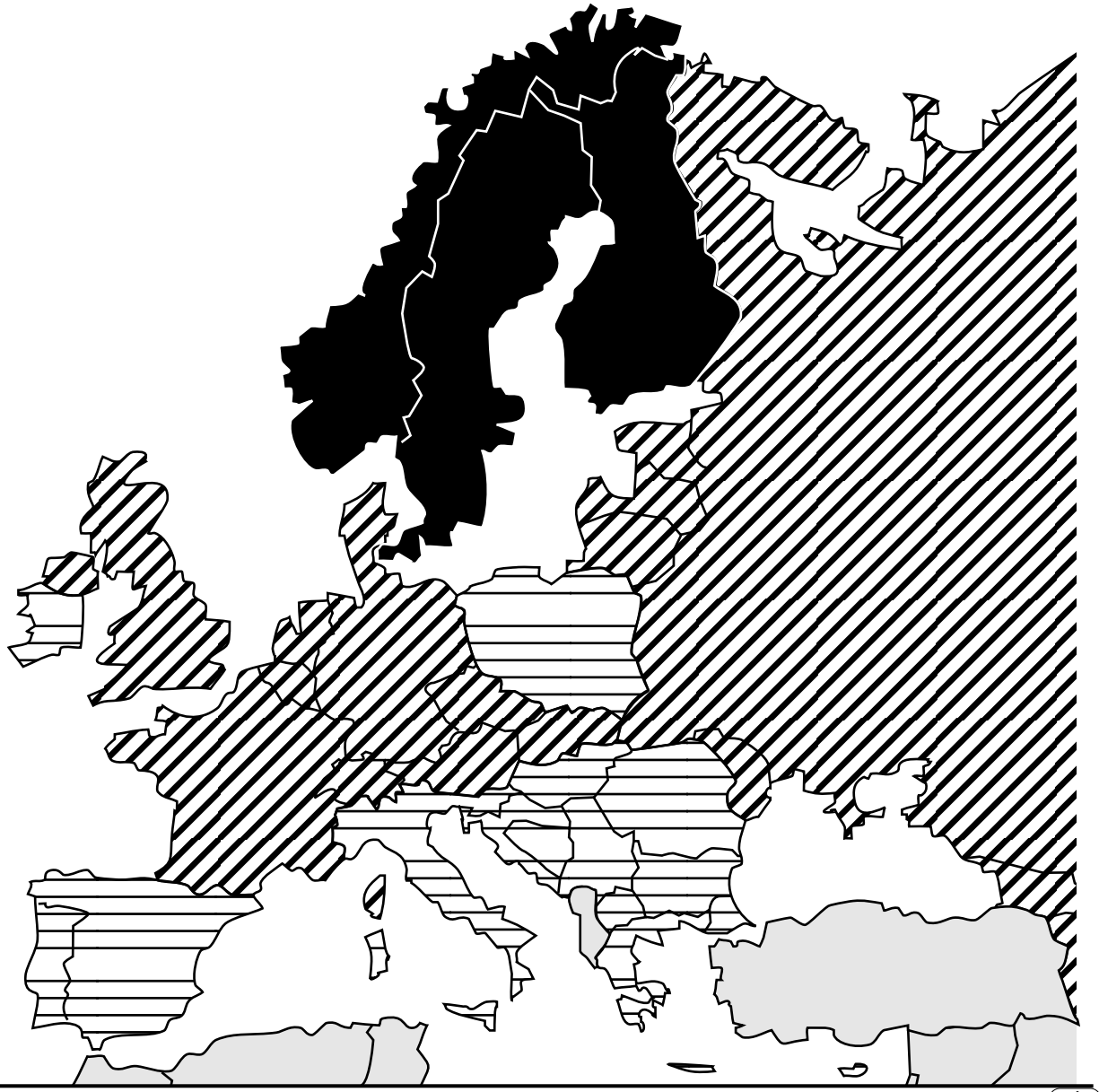
Der Norden verbraucht mehr Strom

Stromverbrauch (kWh)
pro Einwohner und Jahr

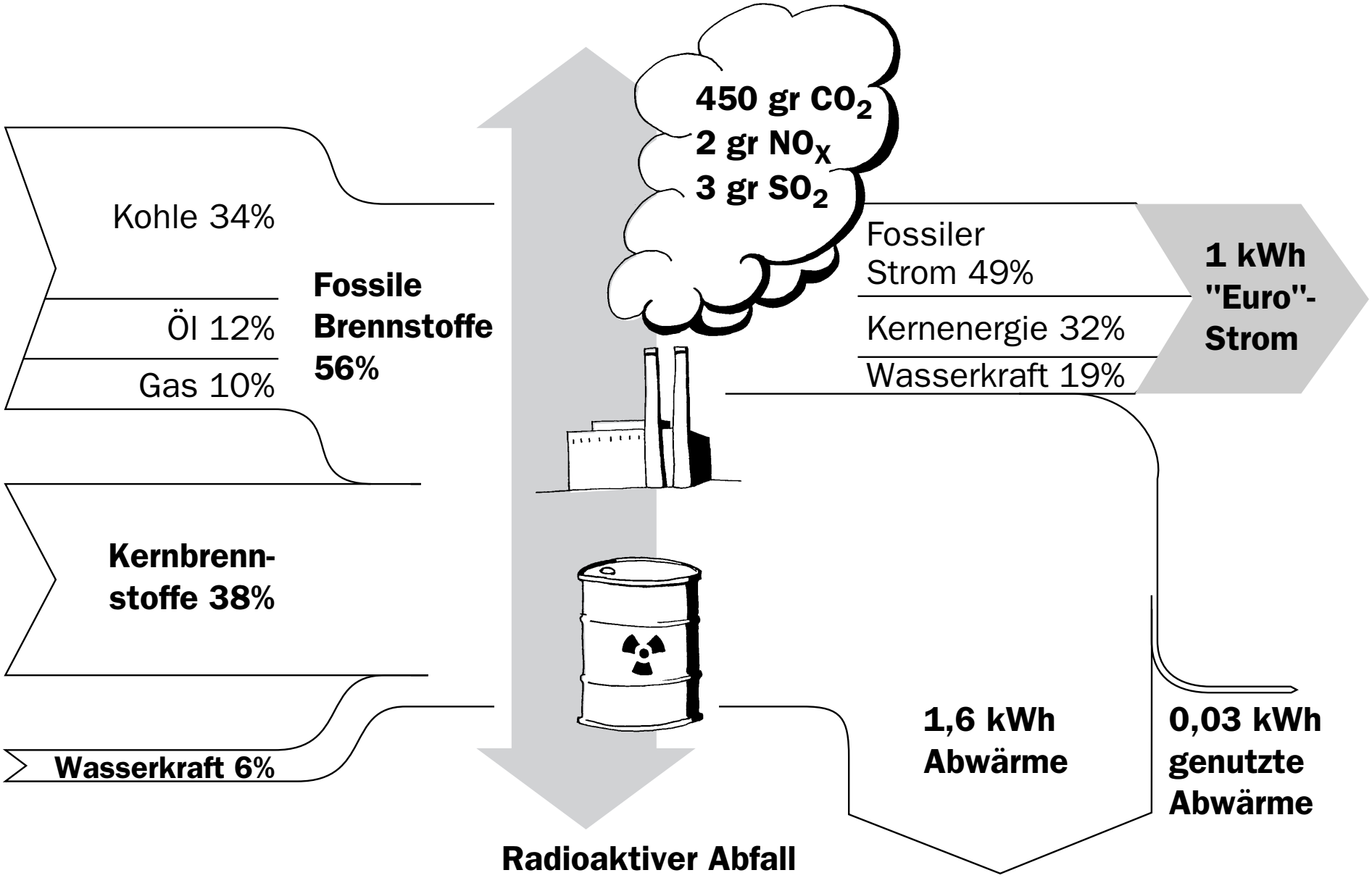
- **> 10 000**
- **5000 - 10 000**
- **2500 - 5000**
- **< 2500**

Zum Vergleich
Weltdurchschnitt: 2000

USA	**11 000**
Japan	**6600**
China	**600**



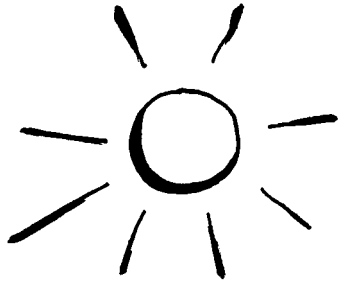
Die Stromproduktion belastet die Umwelt



Stromproduktion Westeuropa 1990 (Mio. kWh/a)

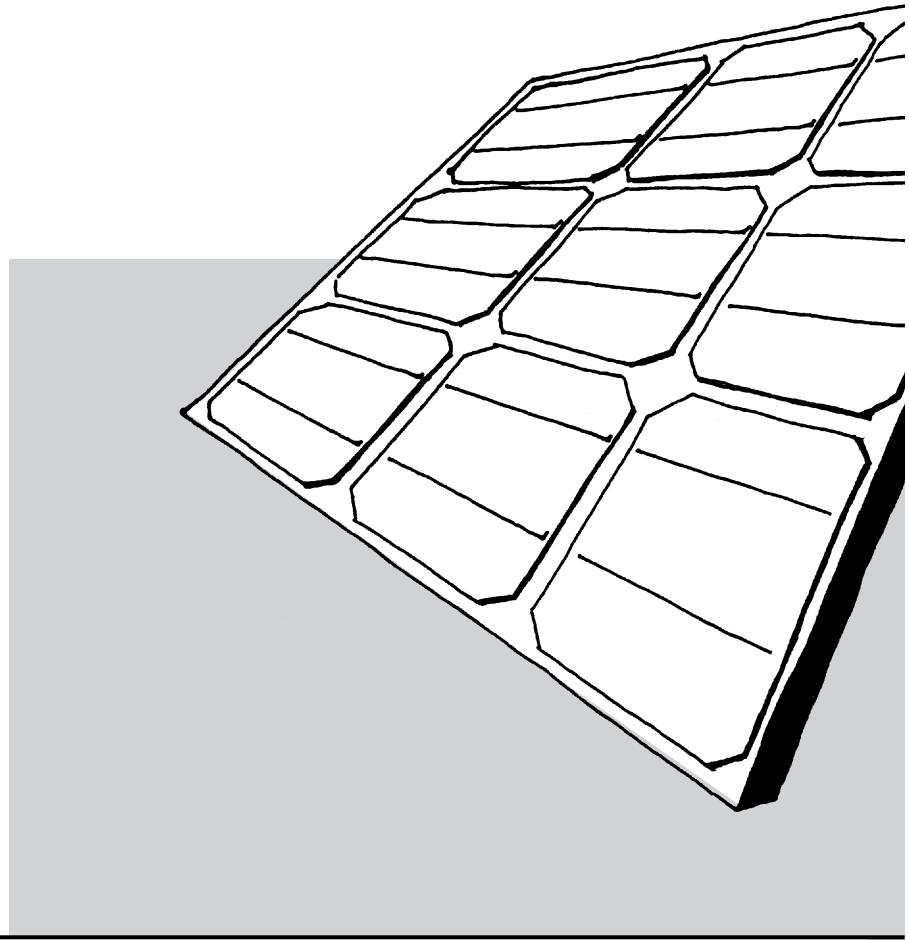
	Wasserkraft	Kernenergie	Fossiler Strom	Total	(+) Export (-) Import	Anzahl KKW
Belgien	900	40 400	25 900	67 200	3700	7
Dänemark	400	0	23 100	23 500	- 7000	0
Deutschland	19 700	151 400	368 200	539 300	100	23
Finnland	27 500	18 300	9 200	55 000	0	4
Frankreich	56 500	297 700	45 300	399 500	45 800	57
Griechenland	2 000	0	30 100	32 100	- 700	0
Grossbritannien	7 000	58 600	231 700	297 300	12 000	35
Irland	700	0	12 500	13 200	0	0
Italien	37 200	0	167 800	205 000	- 34 700	0
Luxemburg	800	0	500	1 300	- 3 900	0
Niederlande	0	3 300	64 700	68 000	- 10 200	2
Norwegen	118 300	0	500	118 800	14 900	0
Österreich	36 100	0	14 000	50 100	2 300	0
Portugal	9 100	0	18 000	27 100	0	0
Schweden	72 100	65 900	5 900	143 900	0	12
Schweiz	29 800	22 800	1 200	53 800	2 500	5
Spanien	25 800	51 900	67 000	144 700	400	9
Westeuropa	443 900	710 300	1 085 600	2 239 800	1 200	152

Die Sonne kommt

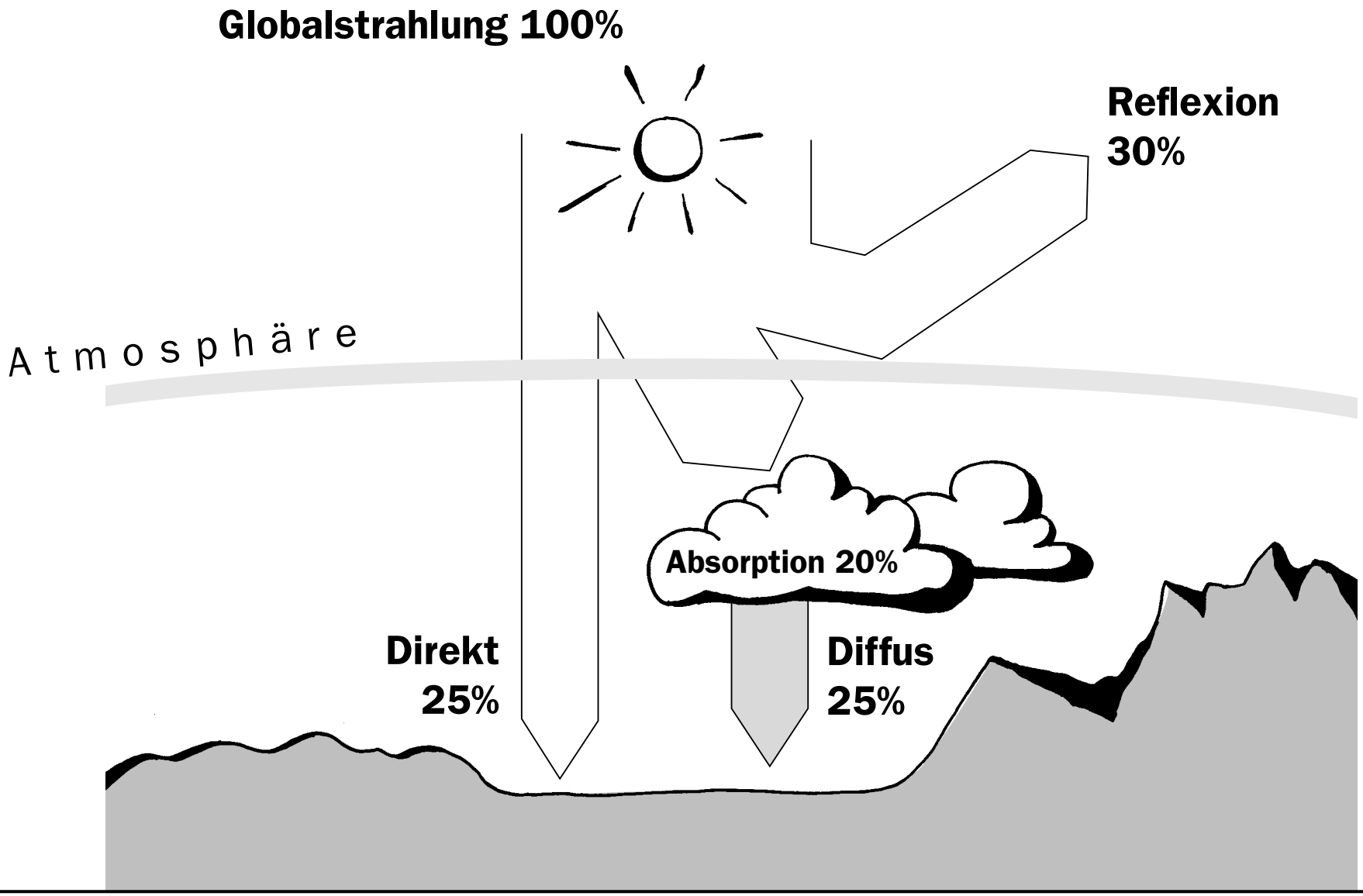


Die Solarenergie nutzbar machen durch:

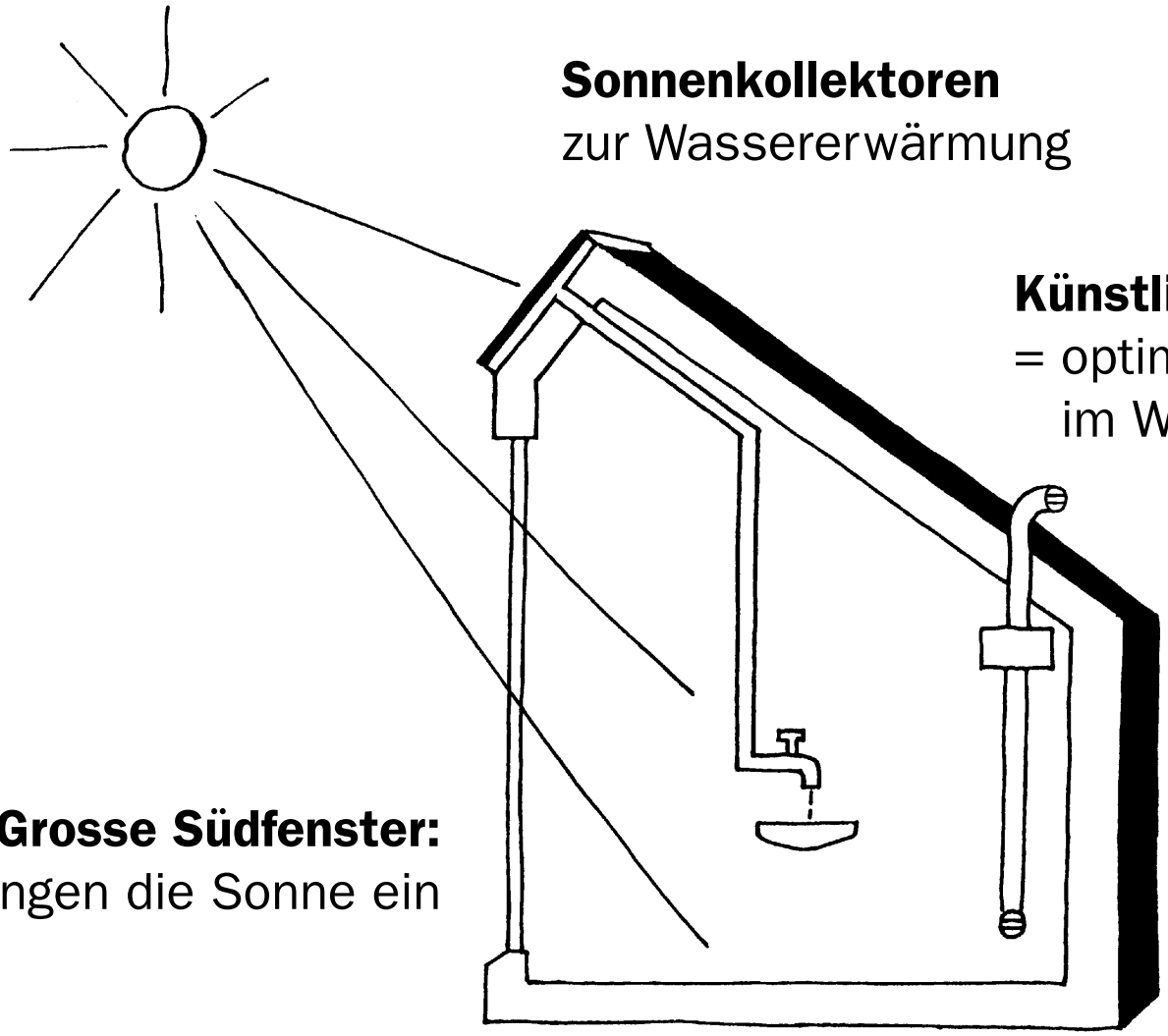
- **Raumheizung**
- **Warmwassererzeugung**
- **Stromproduktion**



Nutzbare Strahlung in der Schweiz



Ohne Heizung durch den Winter



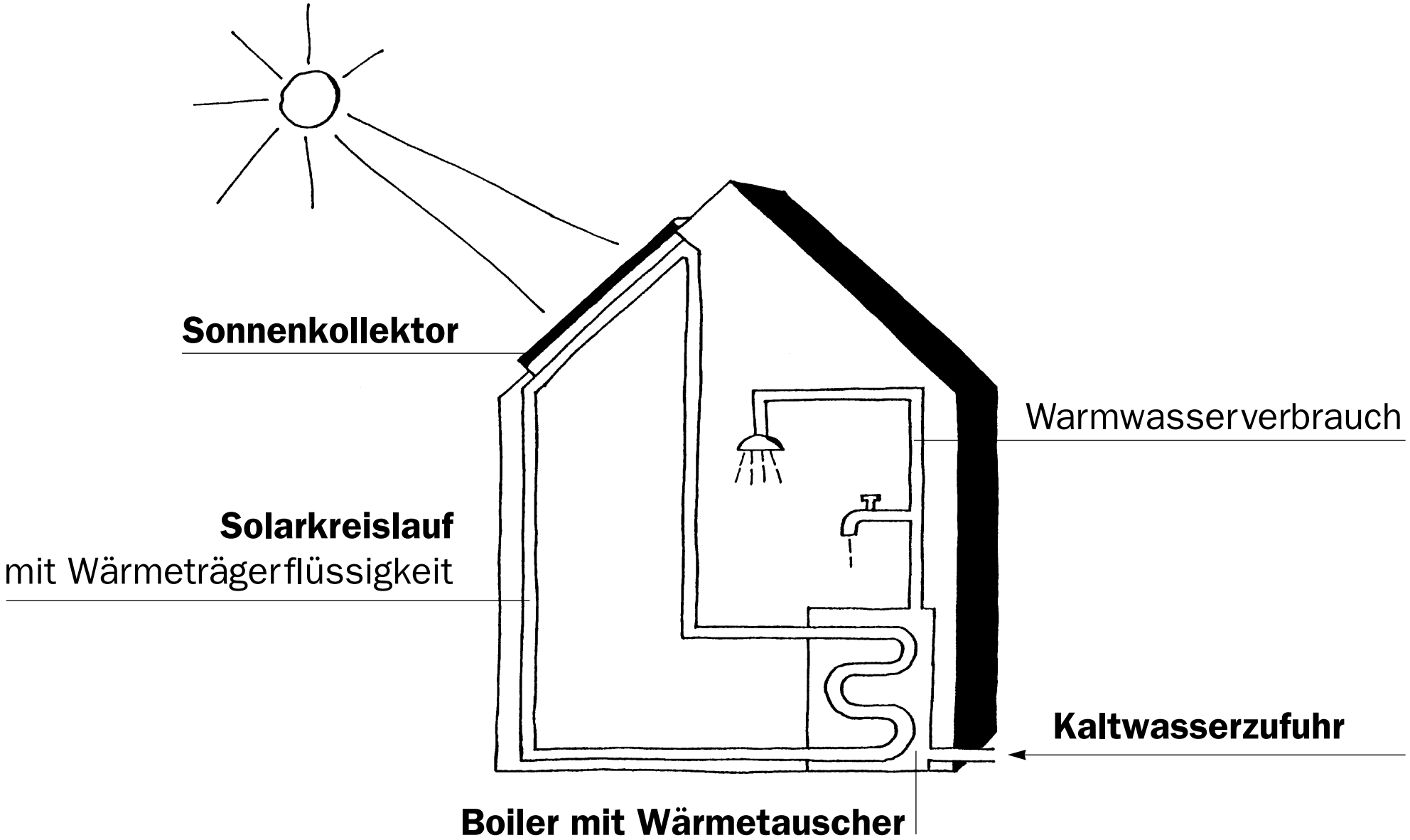
Sonnenkollektoren
zur Wassererwärmung

Künstliche Lüftung
= optimale Frischluftzufuhr
im Winter

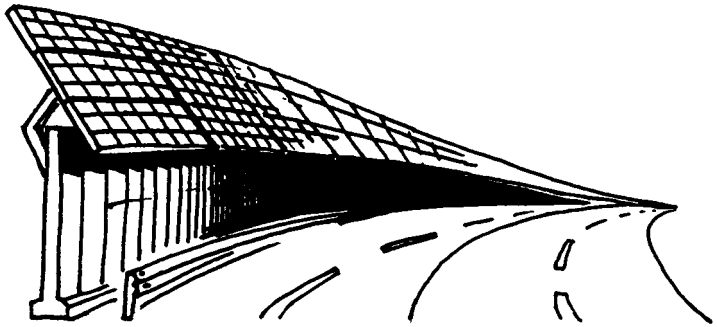
Dicke Mauern
= Wärmespeicher

Grosse Südfenster:
Sie fangen die Sonne ein

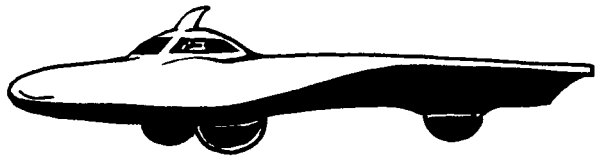
Sonnenstrahlen heizen kaltes Wasser auf



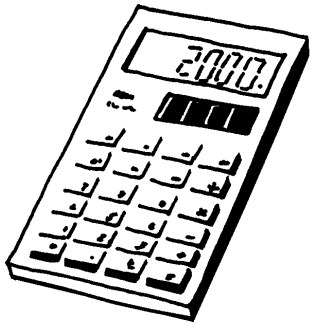
Das eigene Sonnenkraftwerk



Lärmschutzwände an Autobahnen, Bahntrasse
(Beispiel N13 bei Chur)



Solarmobile
(Beispiel «Spirit of Biel»)

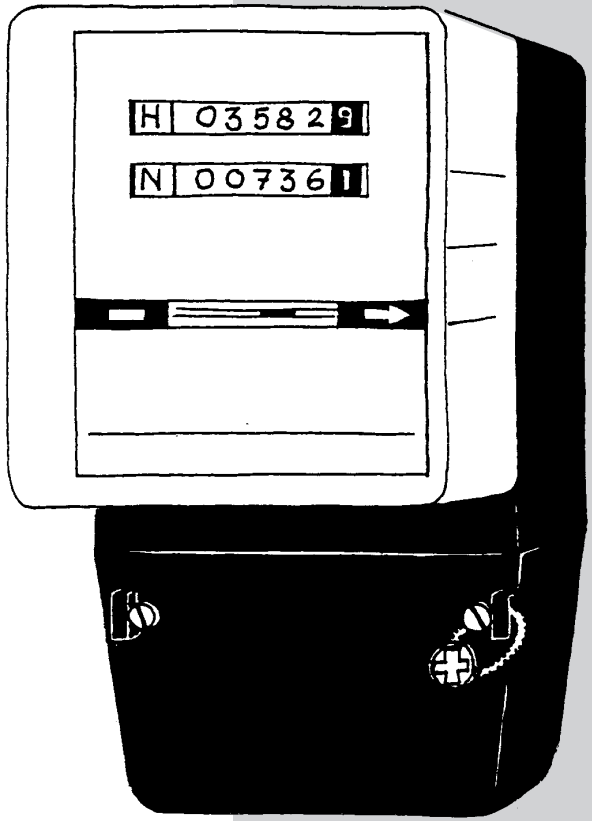


Taschenrechner
mit Solarzellen

Wassererwärmung:
Welches System eignet sich besser?

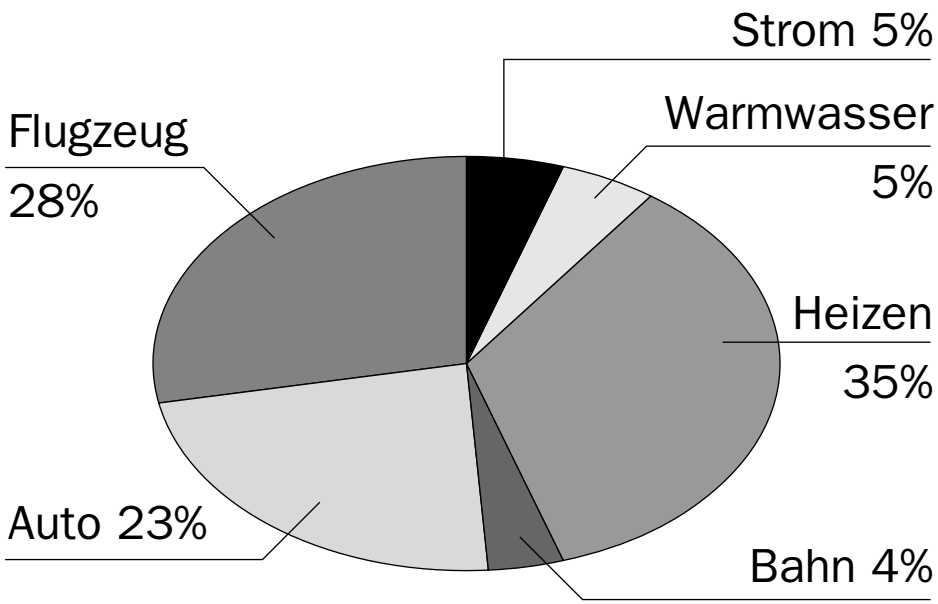
	Ölfeuerung	Sonnen-kollektoren
Zuverlässigkeit des Systems		
Krisensicherheit der Energiequelle		
Anschaffungspreis		
Energiekosten		
Platzbedarf		
Umweltbelastung		
Spitzenlastabdeckung an kalten Wintertagen		

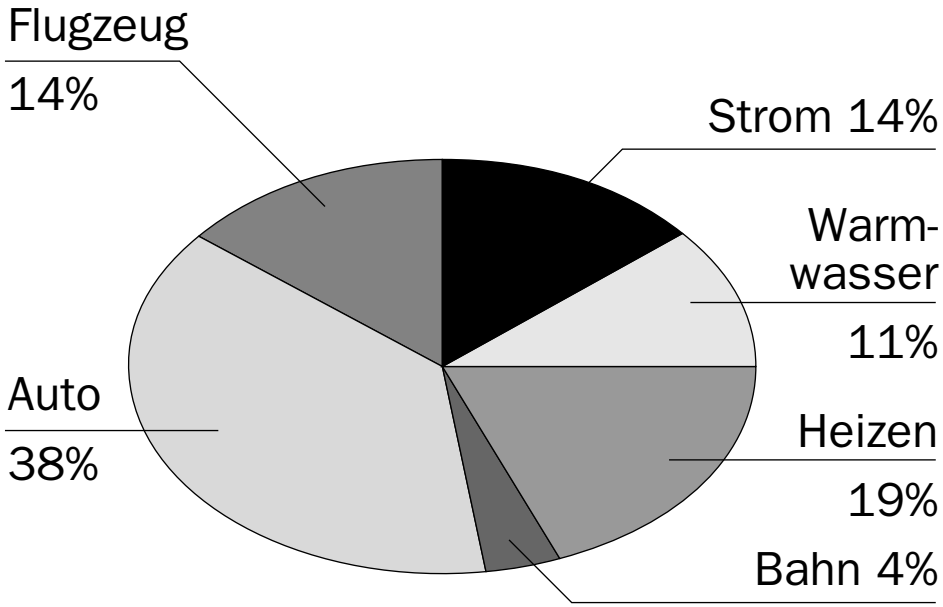
Haushalten mit Energie



- **Intelligente Gerätewahl**
- **energiebewusstes Verhalten**
- **betriebliche Massnahmen lassen den Stromzähler langsamer laufen**

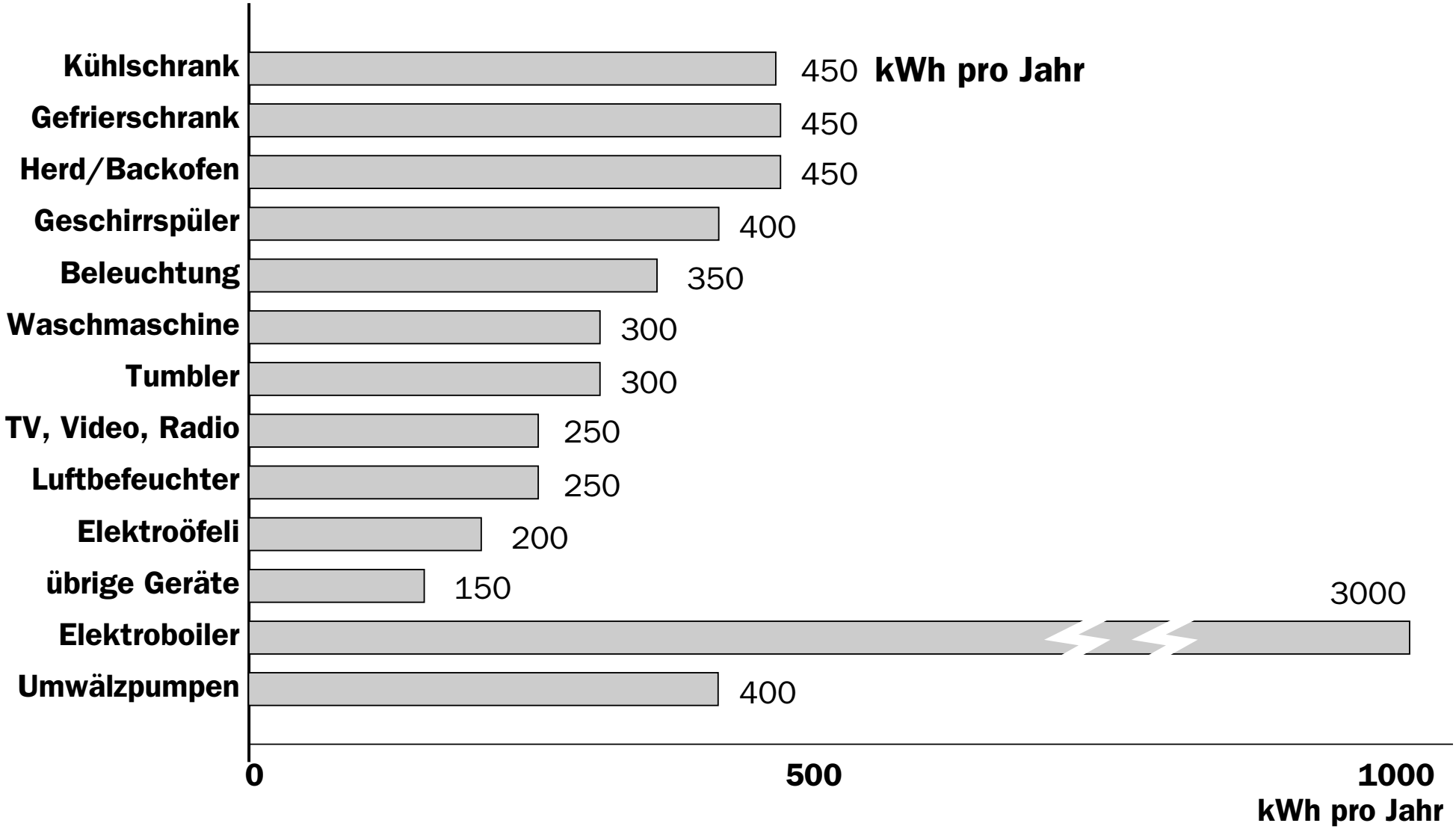
Ein Monatslohn für die Energie



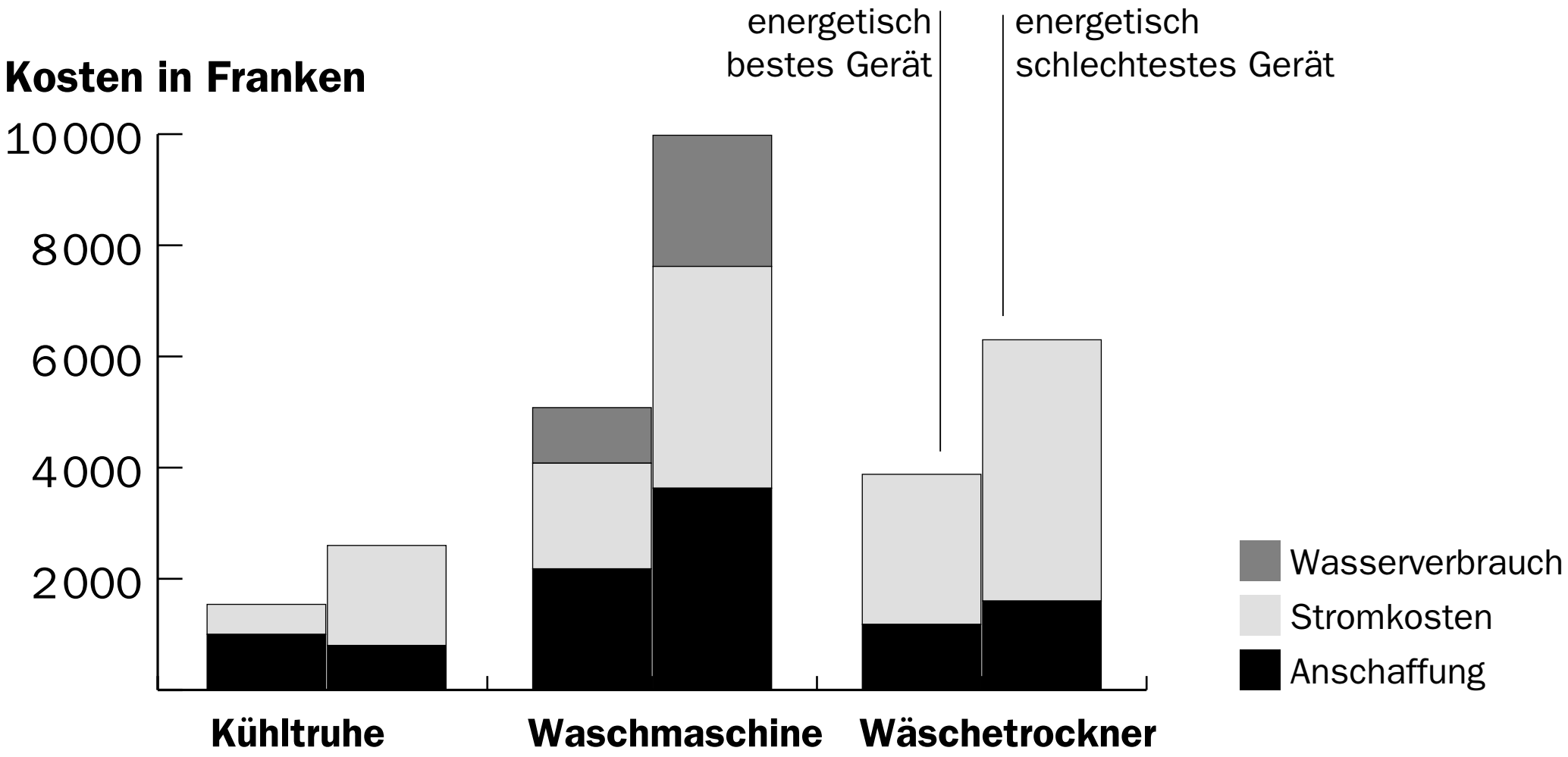


4-Personen-Haushalt:	**Energieverbrauch**	**Energiekosten**
Strom (ohne Warmwasser)	3 000 kWh	600 Franken
Warmwasser (elektrisch)	3 000 kWh	450 Franken
Heizöl	20 000 kWh	800 Franken
Bahn (4 mal 5000 km)	2 000 kWh	200 Franken
Auto (13 000 km)	13 000 kWh	1600 Franken
Flugzeug (4 mal Zürich–Athen)	16 000 kWh	600 Franken
Total	**57 000 kWh**	**4250 Franken**

Die grössten Stromverbraucher

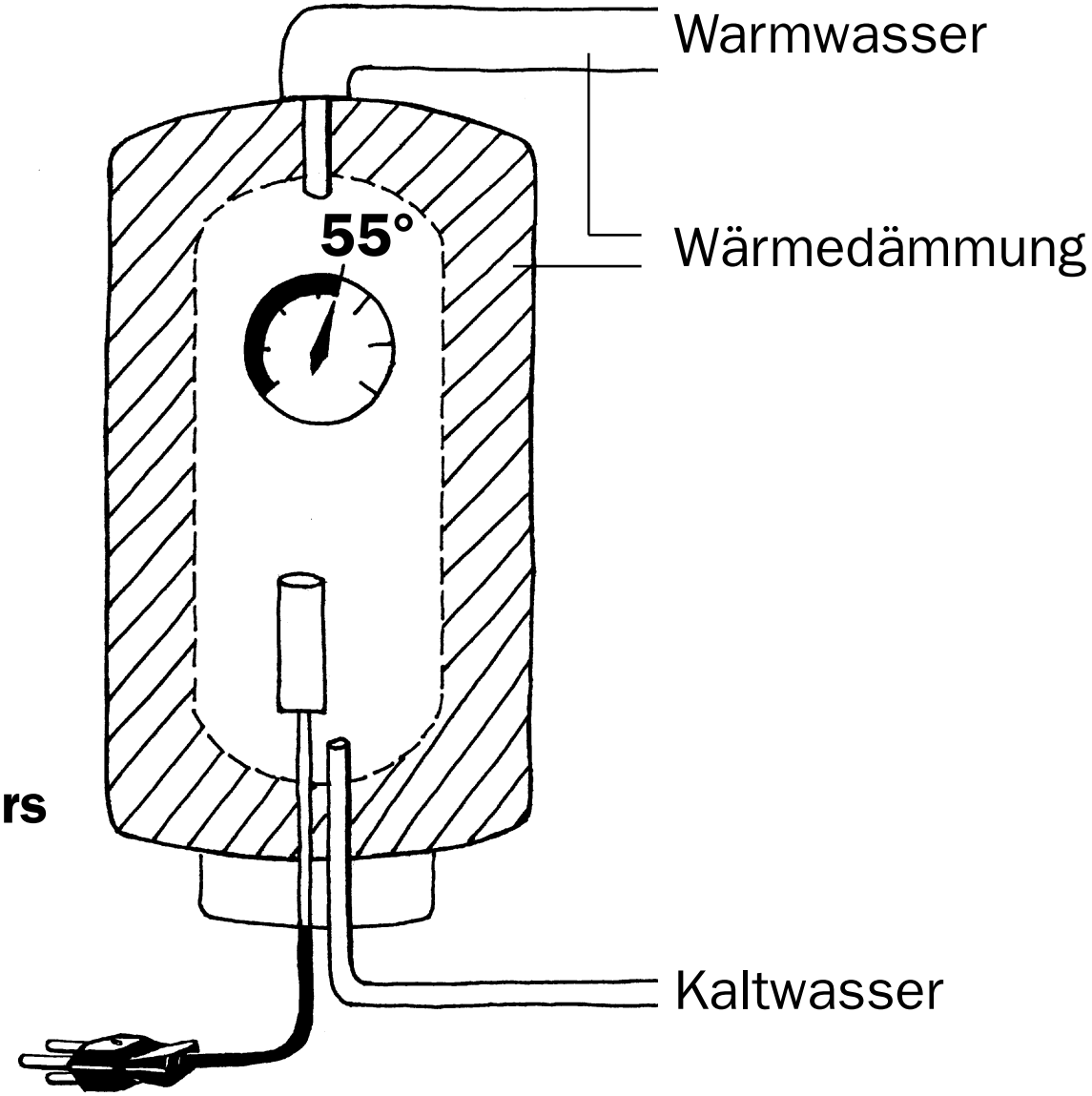


Kauf stellt Weichen



55 Grad sind genug!

- **weniger Energieverluste**
- **weniger Hautverbrennungen**
- **geringere Verkalkung des Boilers**



Kostenvergleich:
Welche Waschmaschine schneidet besser ab?

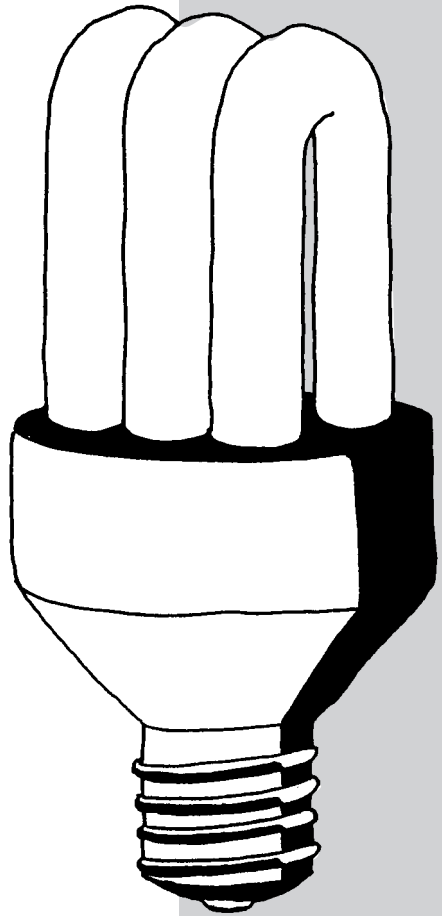
	Modell A		Modell B	
Kaufpreis	**4675.–**	**Franken**	**4441.–**	**Franken**
Stromverbrauch pro Waschgang	**1,08**	**kWh**	**1,98**	**kWh**
Stromverbrauch in 12 Jahren		**kWh**		**kWh**
Stromkosten in 12 Jahren		**Franken**		**Franken**
Wasserverbrauch pro Waschgang	**91,2**	**Liter**	**154,8**	**Liter**
Wasserverbrauch in 12 Jahren		**m^3**		**m^3**
Wasserkosten in 12 Jahren		**Franken**		**Franken**
Gesamtkosten in 12 Jahren		**Franken**		**Franken**

Strompreis: 20 Rp./kWh
Wasserpreis: 3 Fr./m^3
6-Familien-Haus mit 1000 Waschgängen pro Jahr

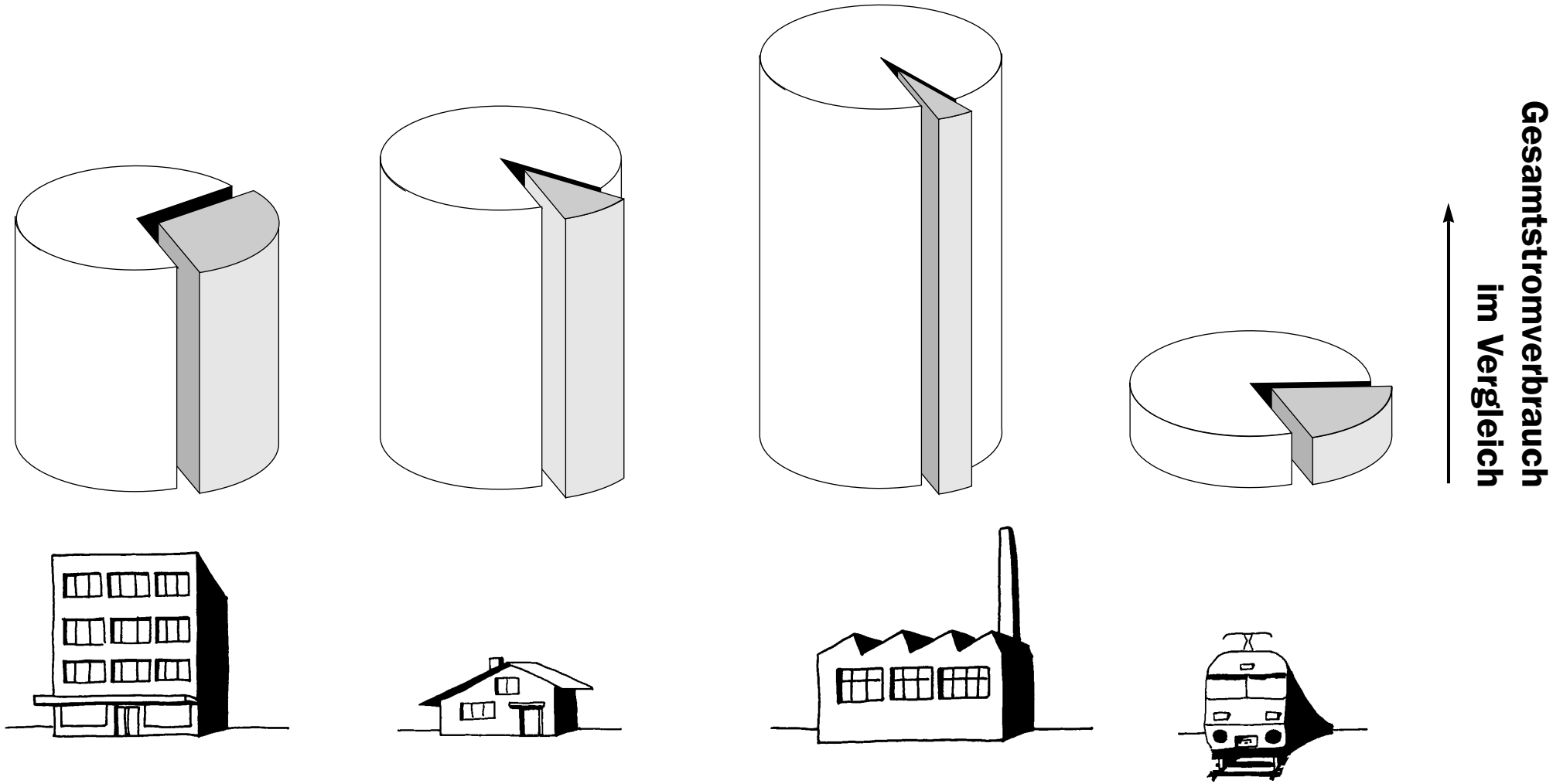
Besseres Licht mit weniger Strom

Strom besser nutzen mit

- **besseren Lampen und Leuchten**
- **intelligenter Lichtregelung**
- **einer Architektur, die Licht ins Haus lässt**



Jede siebte Kilowattstunde fliesst in Beleuchtungen



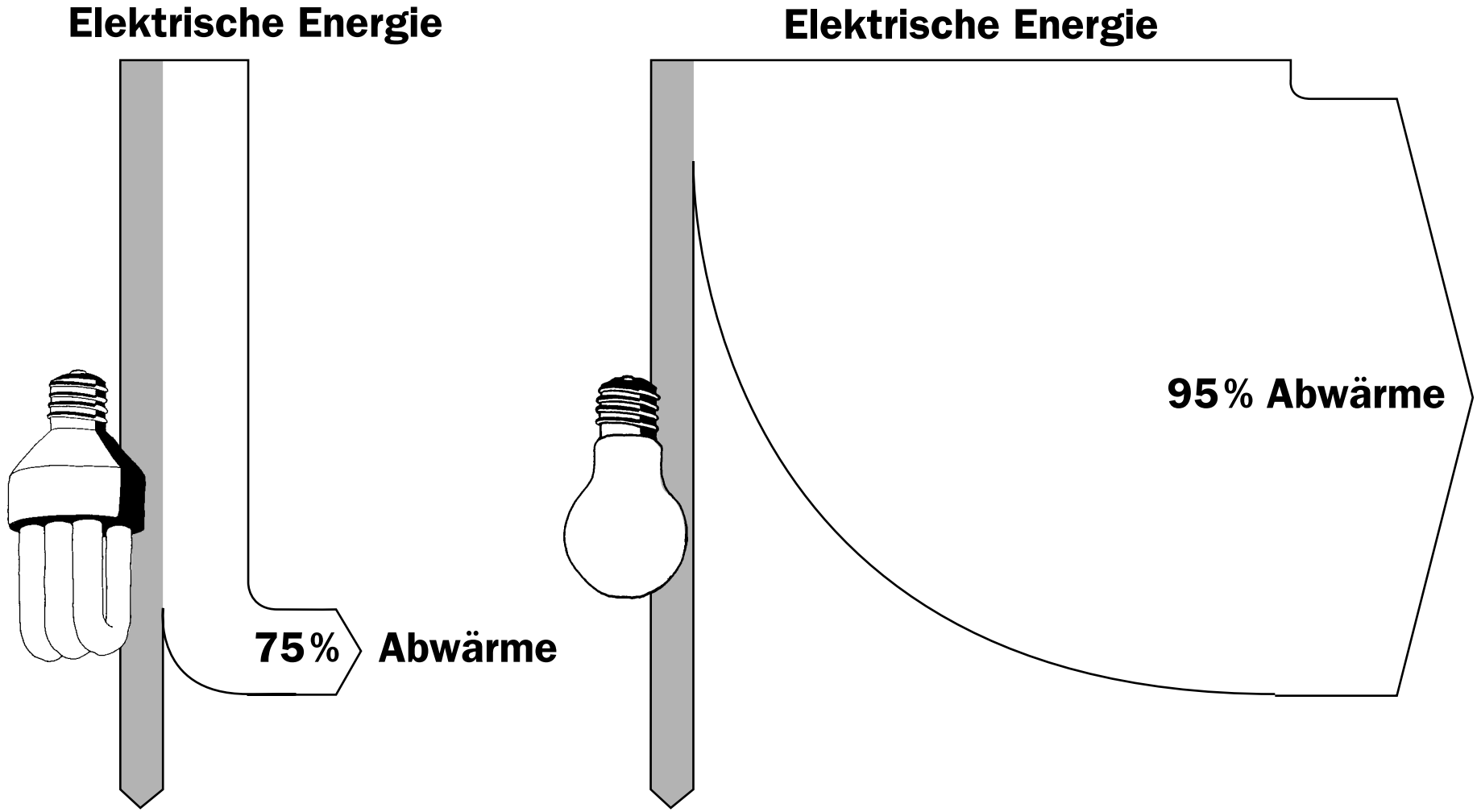
30%
(= 4000 Mio. kWh/a)

10%
(= 1500 Mio. kWh/a)

5%
(= 1000 Mio. kWh/a)

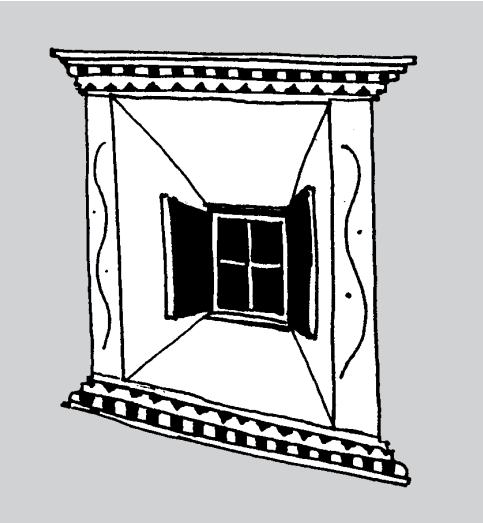
25%
(= 500 Mio. kWh/a)

Die Glühlampe ist eigentlich eine Elektroheizung

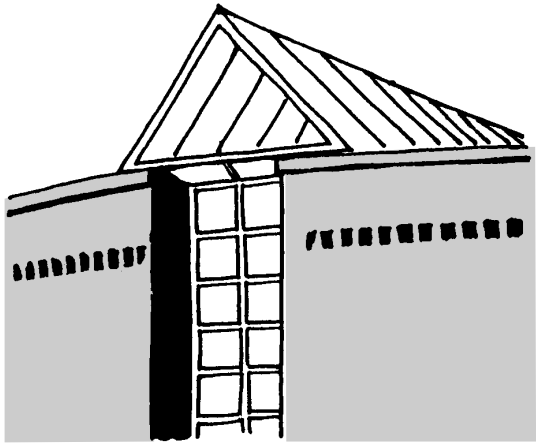


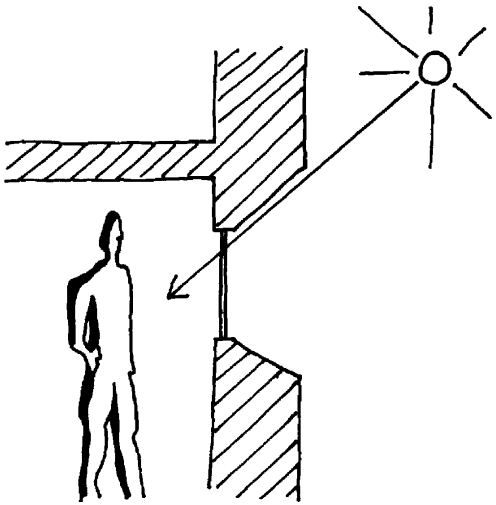
gleich helles Licht bei beiden Lampen

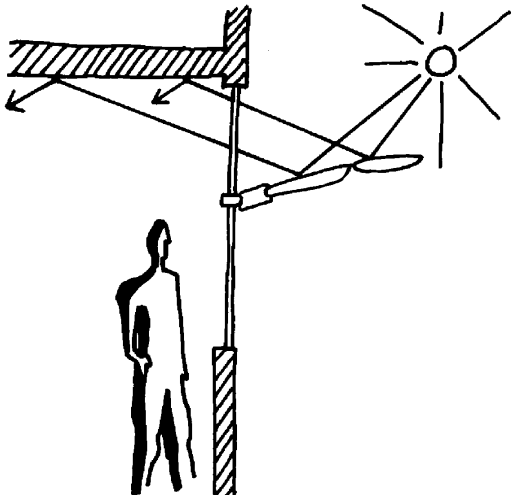
Tageslicht erhöht den Komfort und reduziert die Stromrechnung

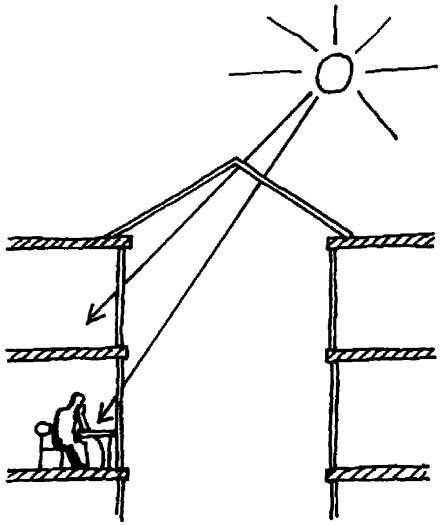


- **Lichteinfallswinkel bei dicken Mauern**
- **grosse Fensterflächen**
- **Oberlichter**
- **Atrien (Lichthöfe)**
- **Lichtschaufeln (Lamellen)**

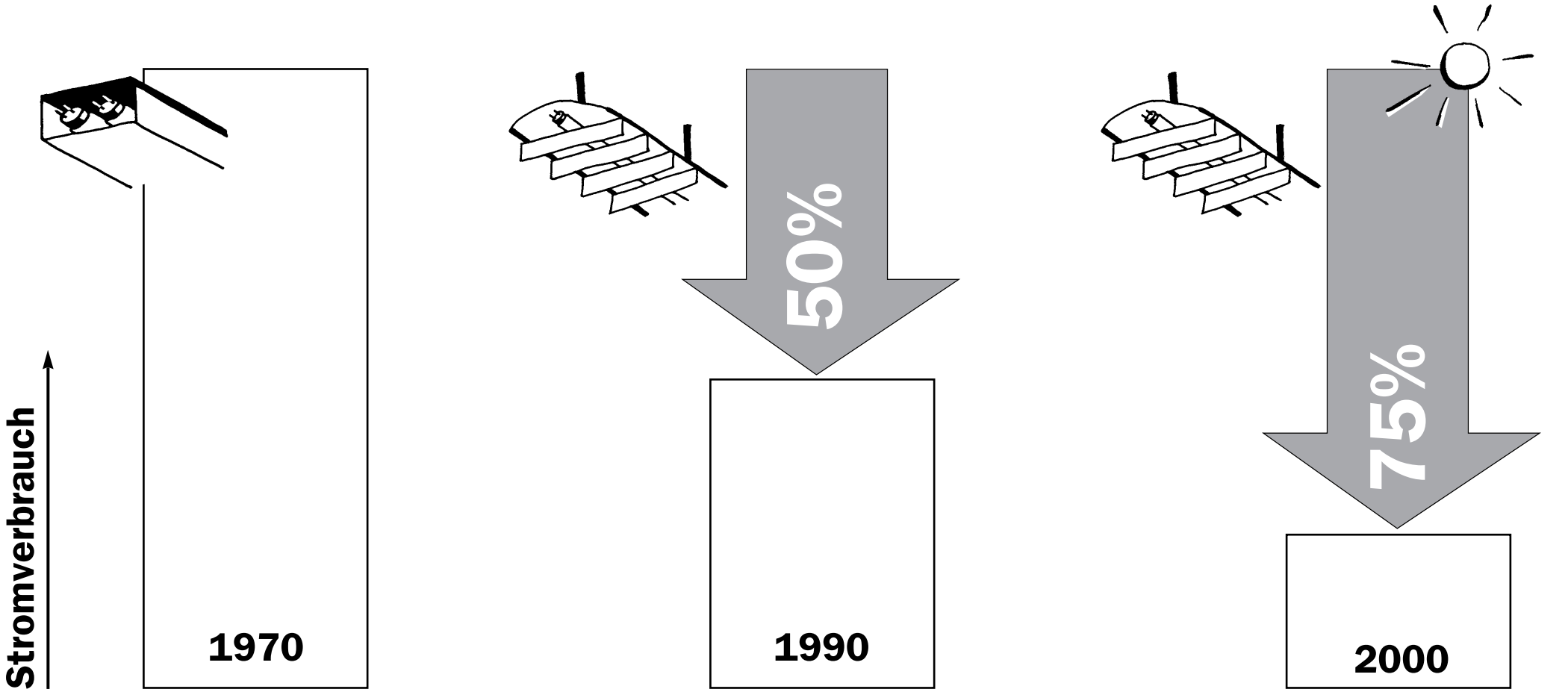








Verbesserte Beleuchtungstechniken sind verfügbar



2 dicke FL-Röhren
+ Milchglasabdeckung

1 dünne Röhre
+ Elektronik
+ Spiegel-Reflektor

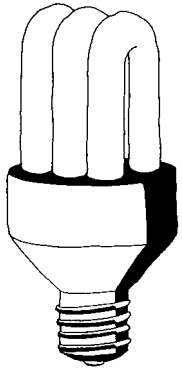
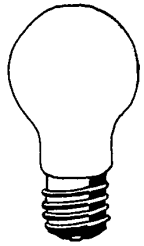
+ Intelligente Regelung
+ Tageslichtnutzung

Stromverbrauch: was heisst gut, was schlecht?

	Spezifischer Stromverbrauch pro Jahr und m^2	**Stromkosten pro Jahr für:** 1 Schulzimmer	20 Schulzimmer
gut	**12 kWh**	**240 Franken**	**4800 Franken**
mittel	**18 kWh**	**360 Franken**	**7200 Franken**
schlecht	**24 kWh**	**480 Franken**	**9600 Franken**

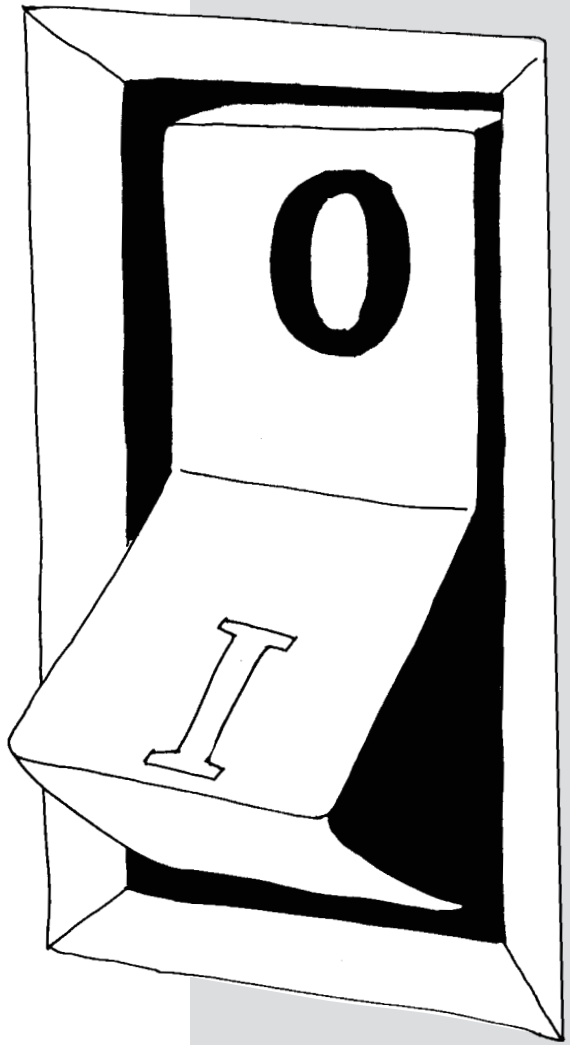
Eigenes Schulhaus		Eigenes Schulzimmer	Alle Zimmer im Schulhaus
	kWh	**Franken**	**Franken**

Welche Lampe eignet sich besser ?

				
Anschlussleistung für gleich viel Licht		**15 Watt**		**75 Watt**
Lebensdauer		**10 000 Stunden**		**1000 Stunden**
Energiekosten (für 10 000 Std; 20 Rp/kWh)		**Franken**		**Franken**
Preis der Lampen		**28 Franken**		**10 Franken**
Gesamtkosten für eine Brenndauer von 10 000 Stunden		**Franken**		**Franken**
Dimmbarkeit				
Schaltfreundlichkeit				
Farbwiedergabe				
Entsorgung				

Bürogeräte und Stromverbrauch

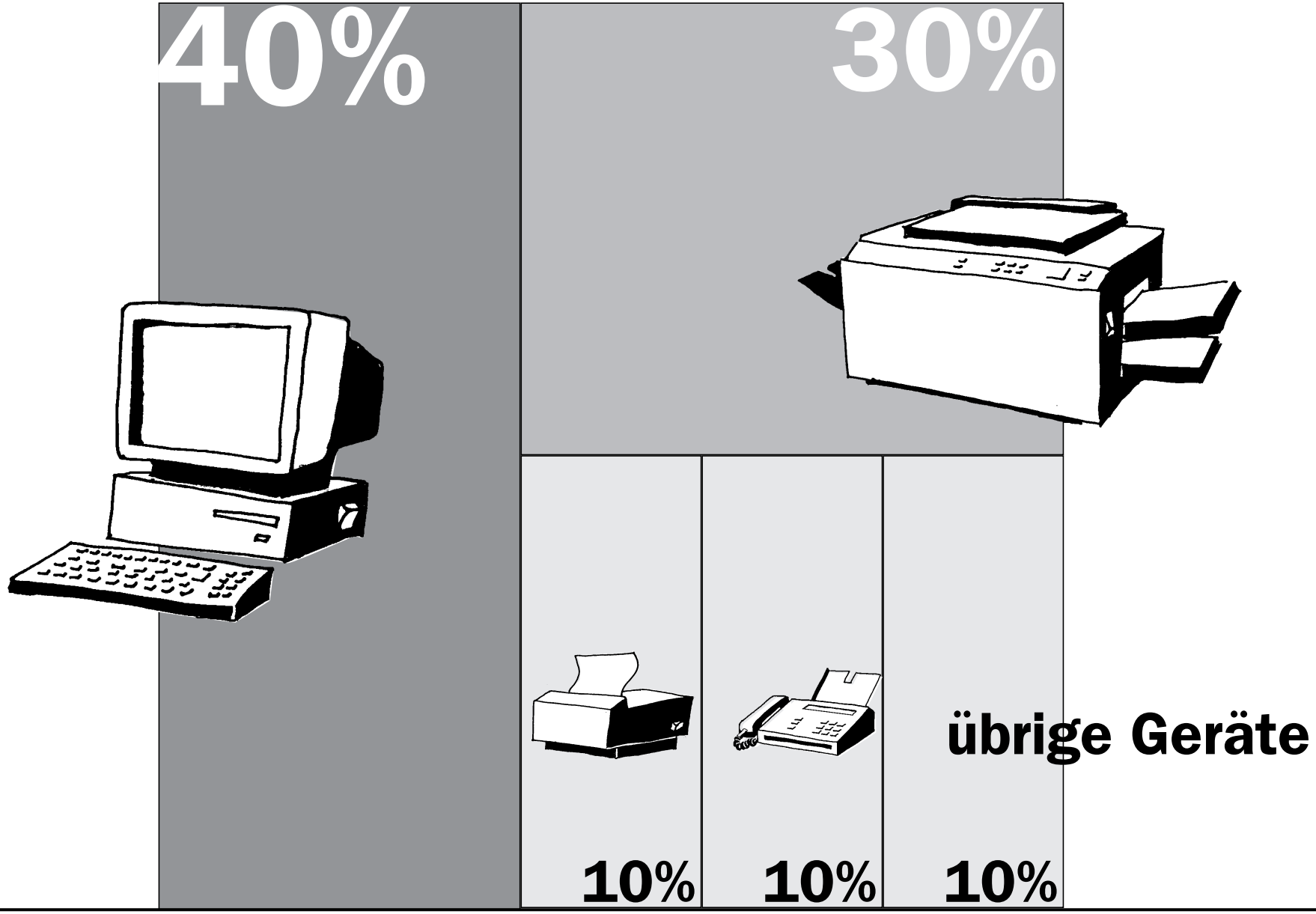
«Good bye Stand-by»



Strom besser nutzen

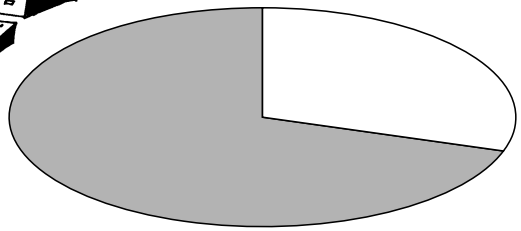
- **durch Abschalten von Hand oder automatisch**
- **mit energieeffizienten Geräten**

PC und Kopierer brauchen 70% des Stromes

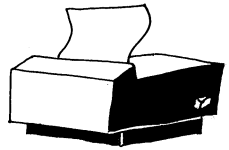


Im Stand-by geht der grösste Teil des Stromes weg

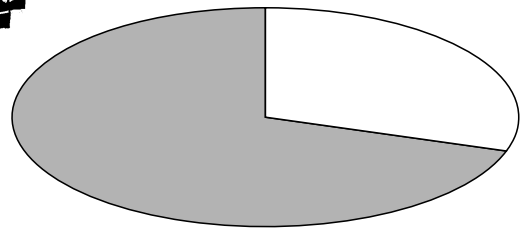
rechnen (30%)



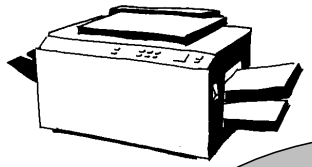
Stand-by (70%)



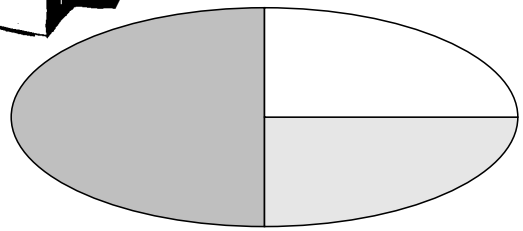
ausdrucken (30%)



Stand-by (70%)

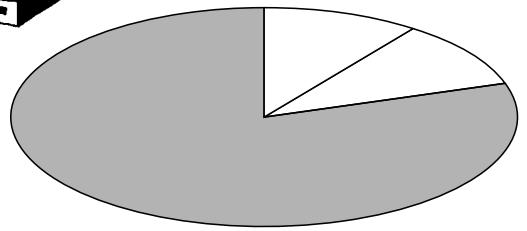


kopieren (25%)



Stand-by (50%) «ausgeschaltet» (25%)

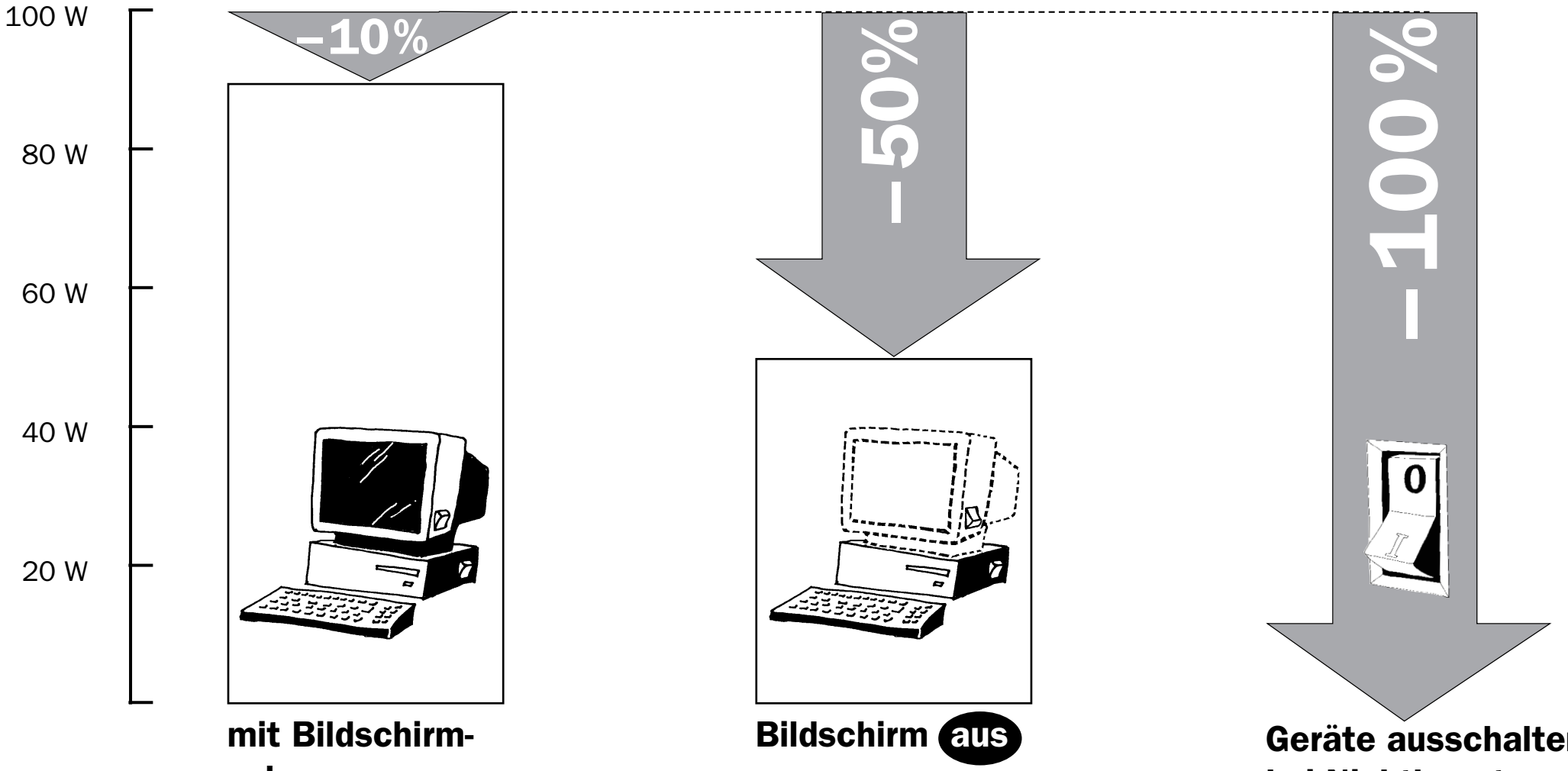
empfangen (10%)
senden (10%)



Stand-by (80%)

Abschalten – automatisch oder von Hand

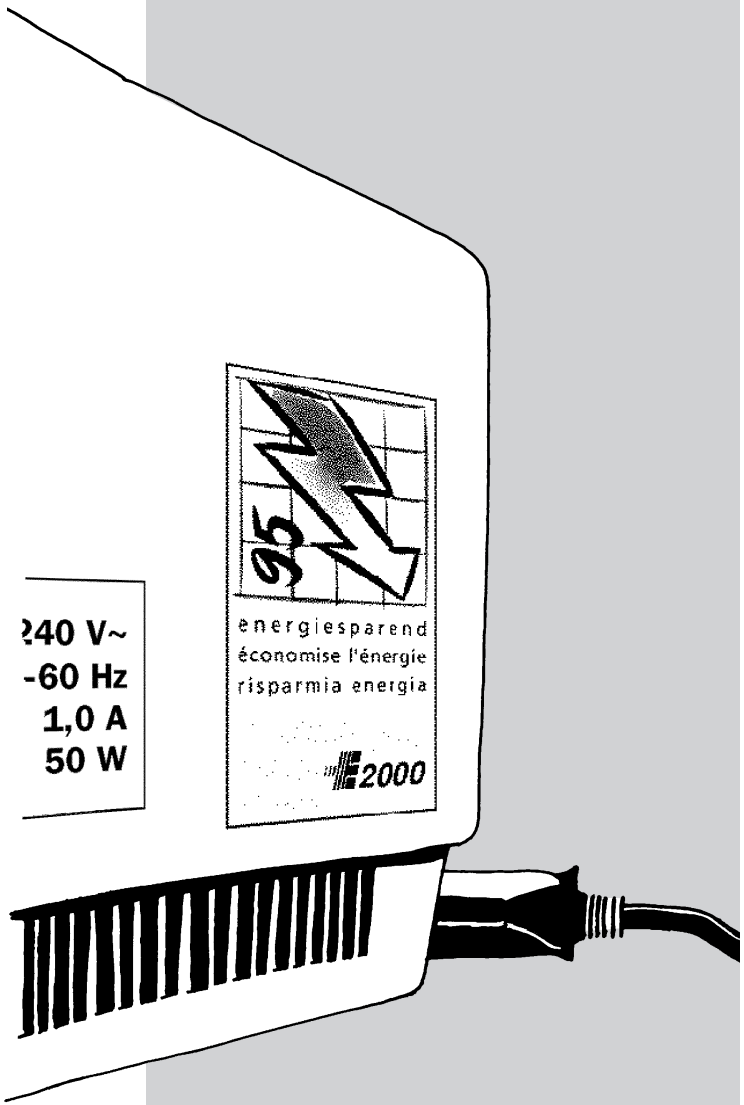
Strombedarf in Watt



Die guten Geräte sind ausgezeichnet – von Energie 2000

Verbrauchsreduktion bei

- **PC - 40%**
- **Bildschirm - 40%**
- **Drucker - 75%**
- **Kopierer - 50%**
- **Fax - 60%**



Vergleich von Stromverbrauchswerten dreier PC-Typen

Betriebszustand	üblicher PC	PC mit Label «Energie 2000»	Notebook
Leistung im Stand-by	100 Watt	60 Watt	5 Watt
Leistung bei der Arbeit	100 Watt	60 Watt	20 Watt
Kosten pro PC	_____ **Fr.**	_____ **Fr.**	_____ **Fr.**
Ganzes Gebäude	_____ **Fr.**	_____ **Fr.**	_____ **Fr.**

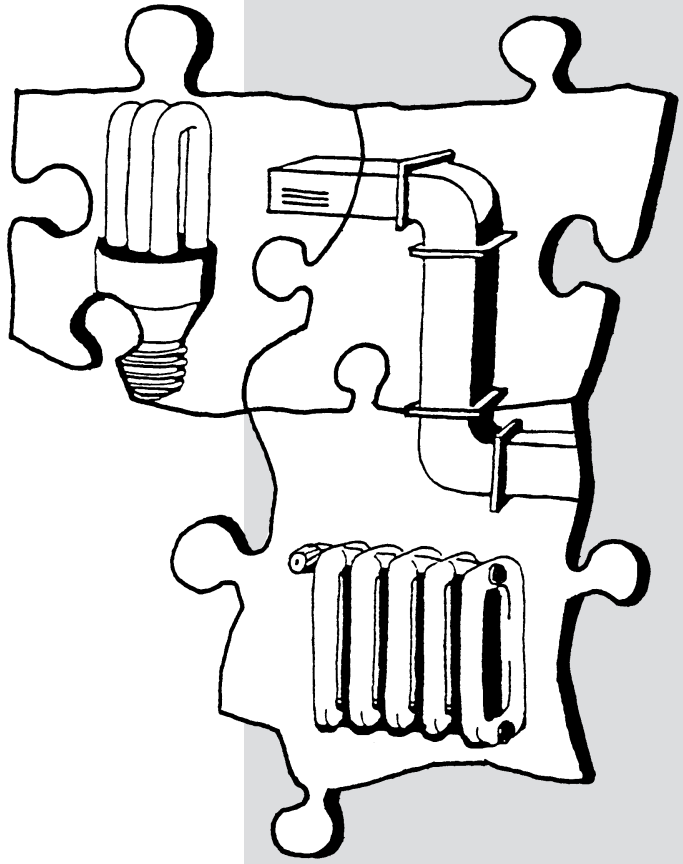
Kriterien zur Beurteilung zweier Typen von Druckern

	Laserdrucker	Tintenstrahldrucker
Druckqualität		
Eignung für Recyclingpapiere		
Einsatz von Farbe		
Geschwindigkeit		
Energieverbrauch (typische Werte)	300 kWh pro Jahr	30 kWh pro Jahr
Energiekosten (typische Werte)	60.– Fr. pro Jahr	6.– Fr. pro Jahr
Anschaffungspreis		

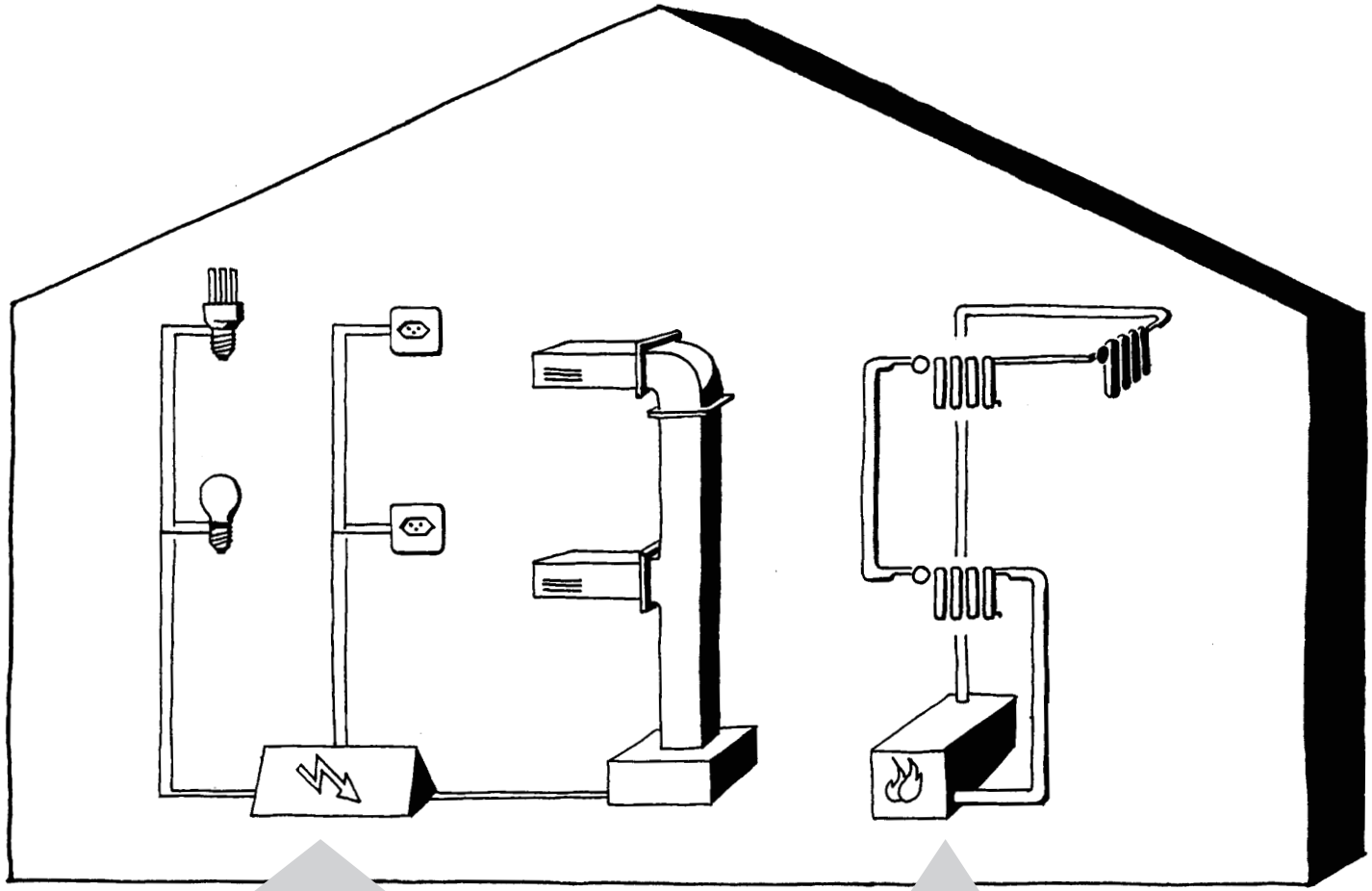
Kostenbewusst bauen

Sorgfältig geplante Haustechnik

- **kostet weniger**
- **bringt mehr Qualität**
- **braucht weniger Platz**
- **reduziert die Stromrechnung**



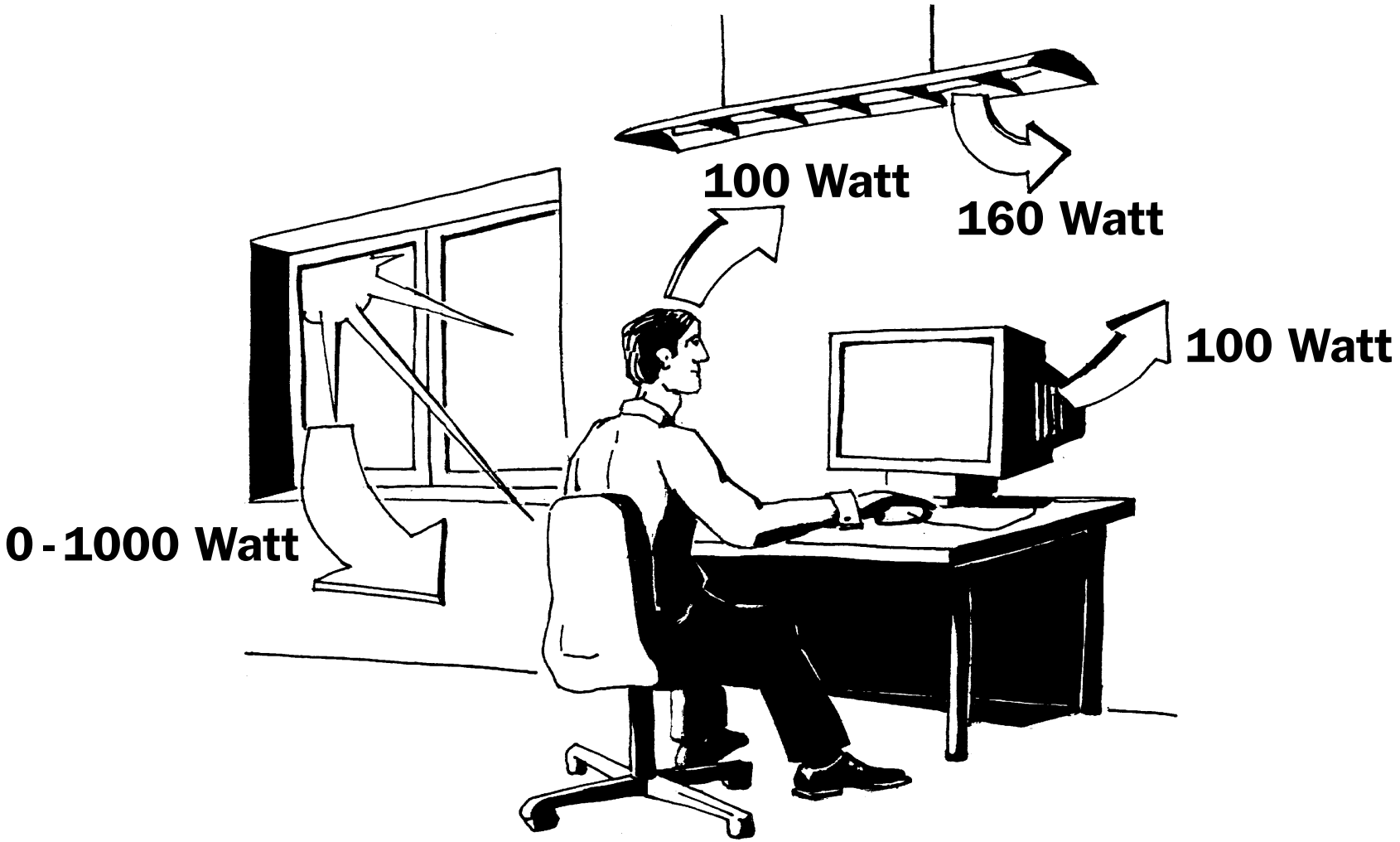
Unsichtbare Versorgungsnetze



75% der Energiekosten

25% der Energiekosten

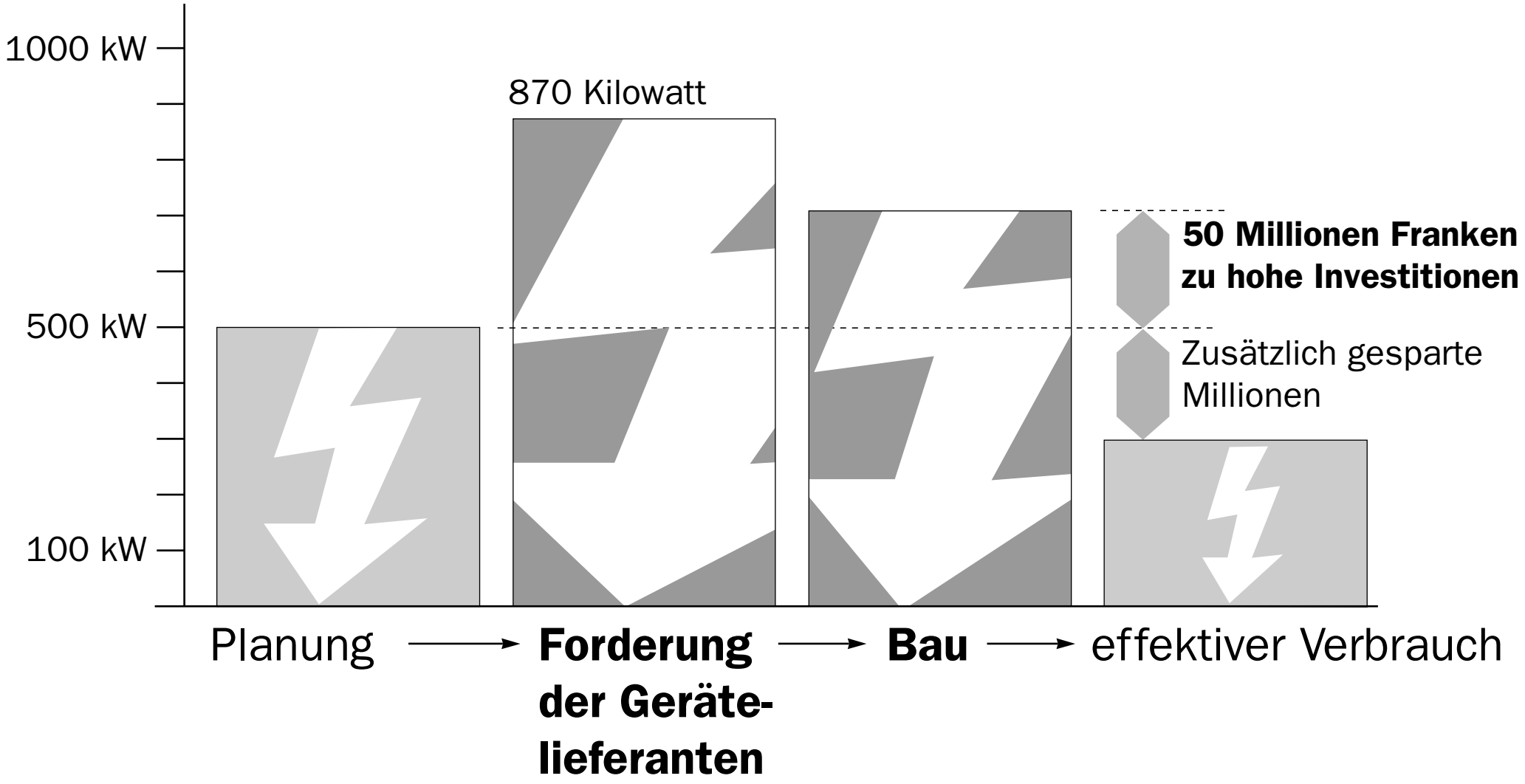
Sonne und Geräte heizen auf



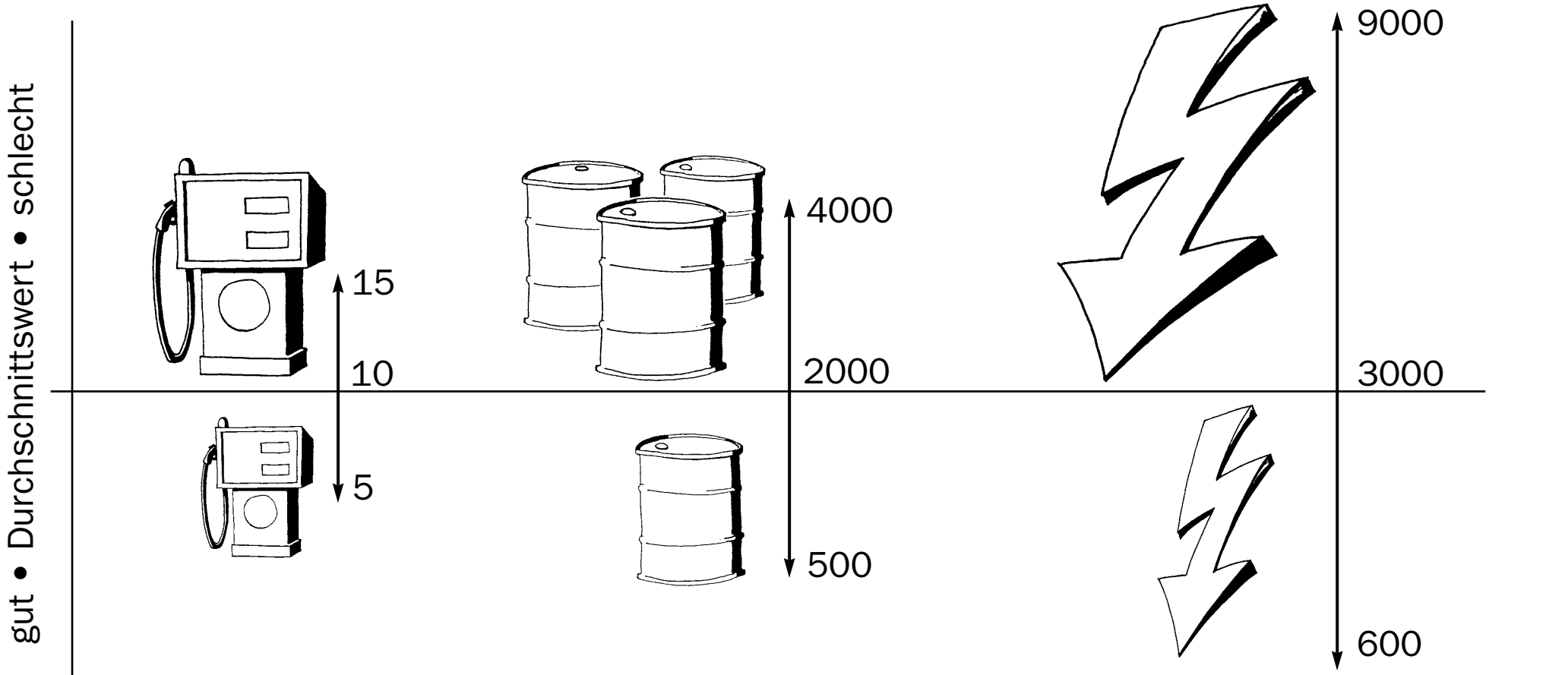
Angaben pro Arbeitsplatz

Zu gross planen kostet Millionen – ein Fallbeispiel:

Installierte Leistung eines EDV-Zentrums



Vergleichszahlen schaffen Wettbewerb



Liter pro 100 km

Benzinverbrauch
von Autos

Liter pro Jahr

Heizölverbrauch
in Einfamilienhäusern

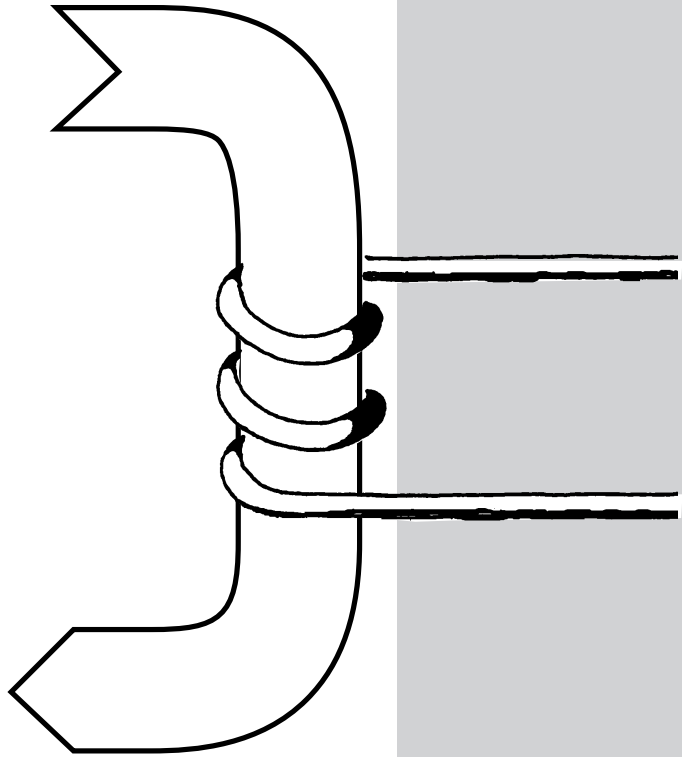
kWh pro Jahr und Mitarbeiter

Stromverbrauch
in Bürogebäuden

Wie gross sind die Unterschiede?

Arbeitsplatz der Schüler/-innen	Stromverbrauch kWh pro Jahr der Firma	Stromkosten Fr. pro Jahr der Firma	Anzahl Personen in der Firma	kWh pro Person	Rang
(Name der Firma)					
Schulhaus:					

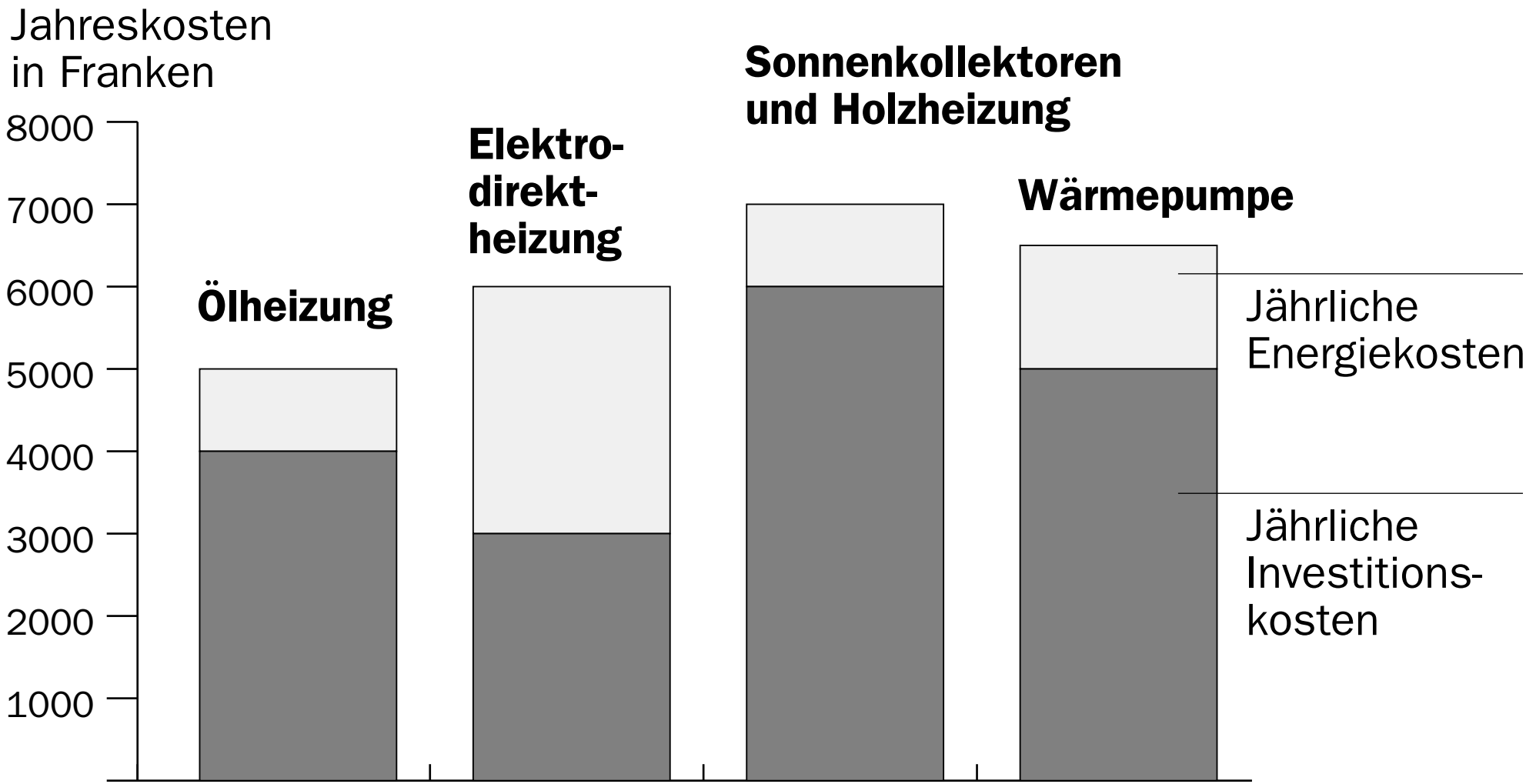
Energie total nutzen



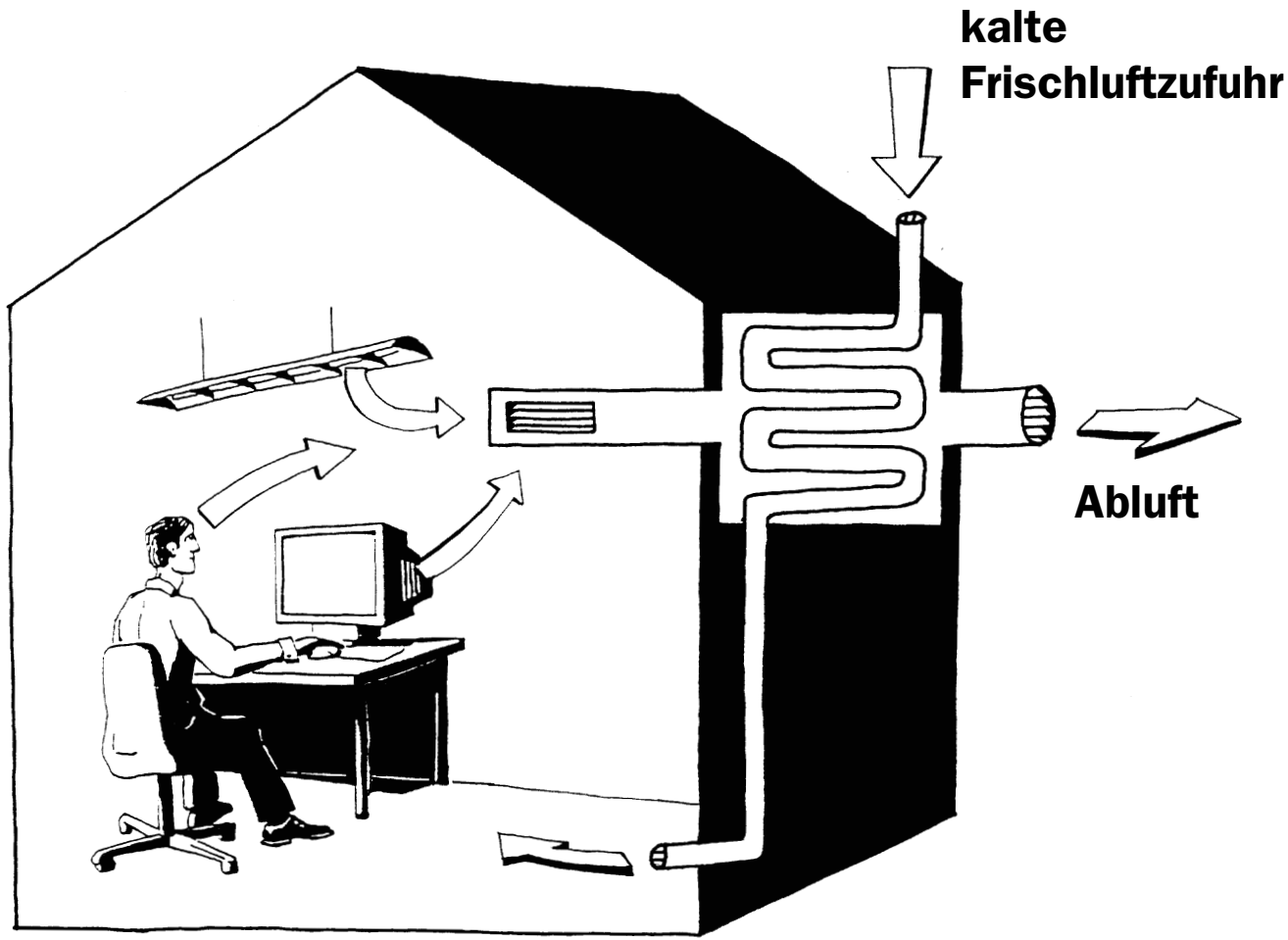
Aus wenig Strom viel Wärme gewinnen mittels

- **Wärmerückgewinnung**
- **Wärmepumpe**
- **Wärme-Kraft-Kopplung**

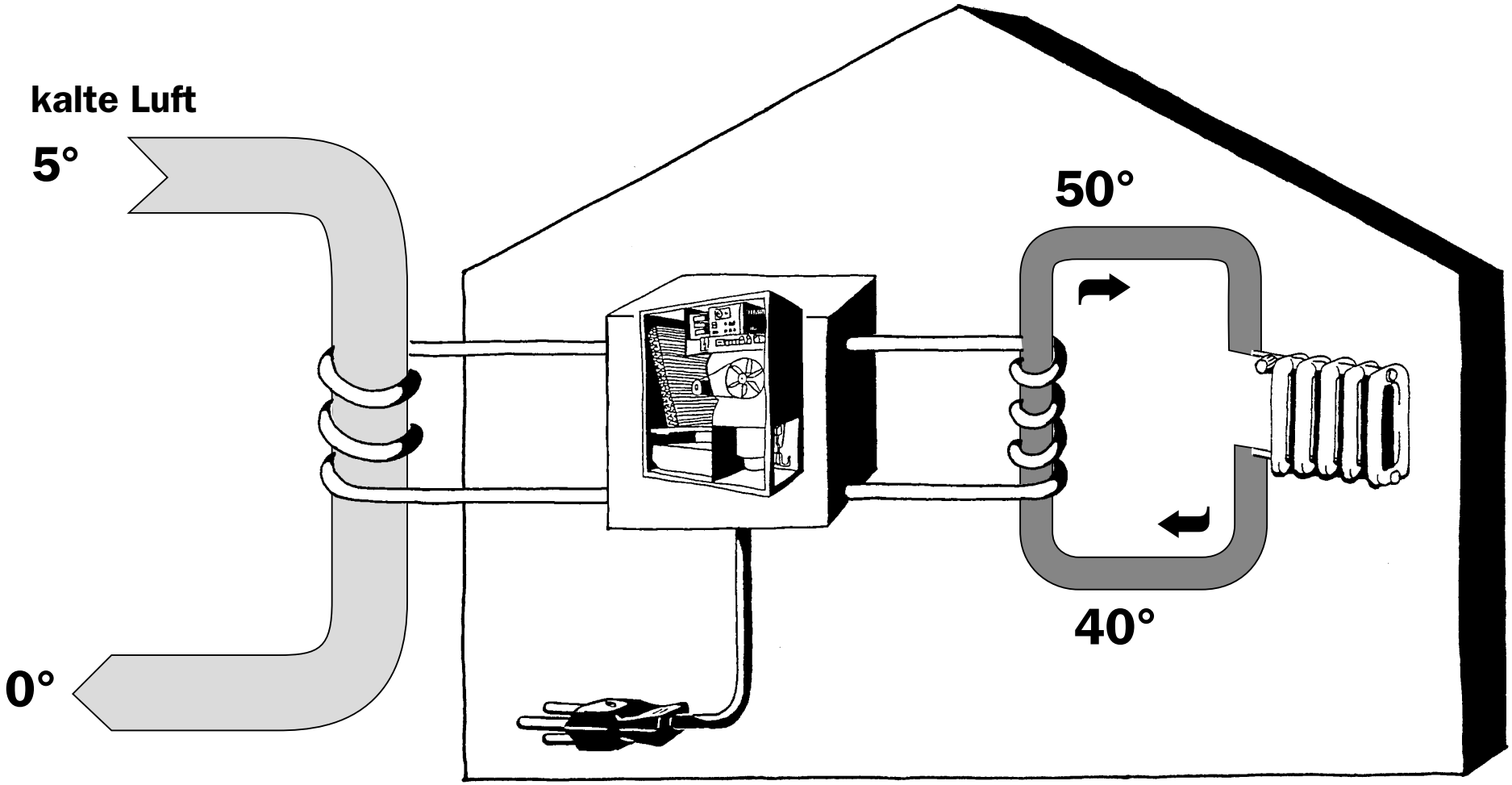
Was kostet die Einfamilienhausheizung?



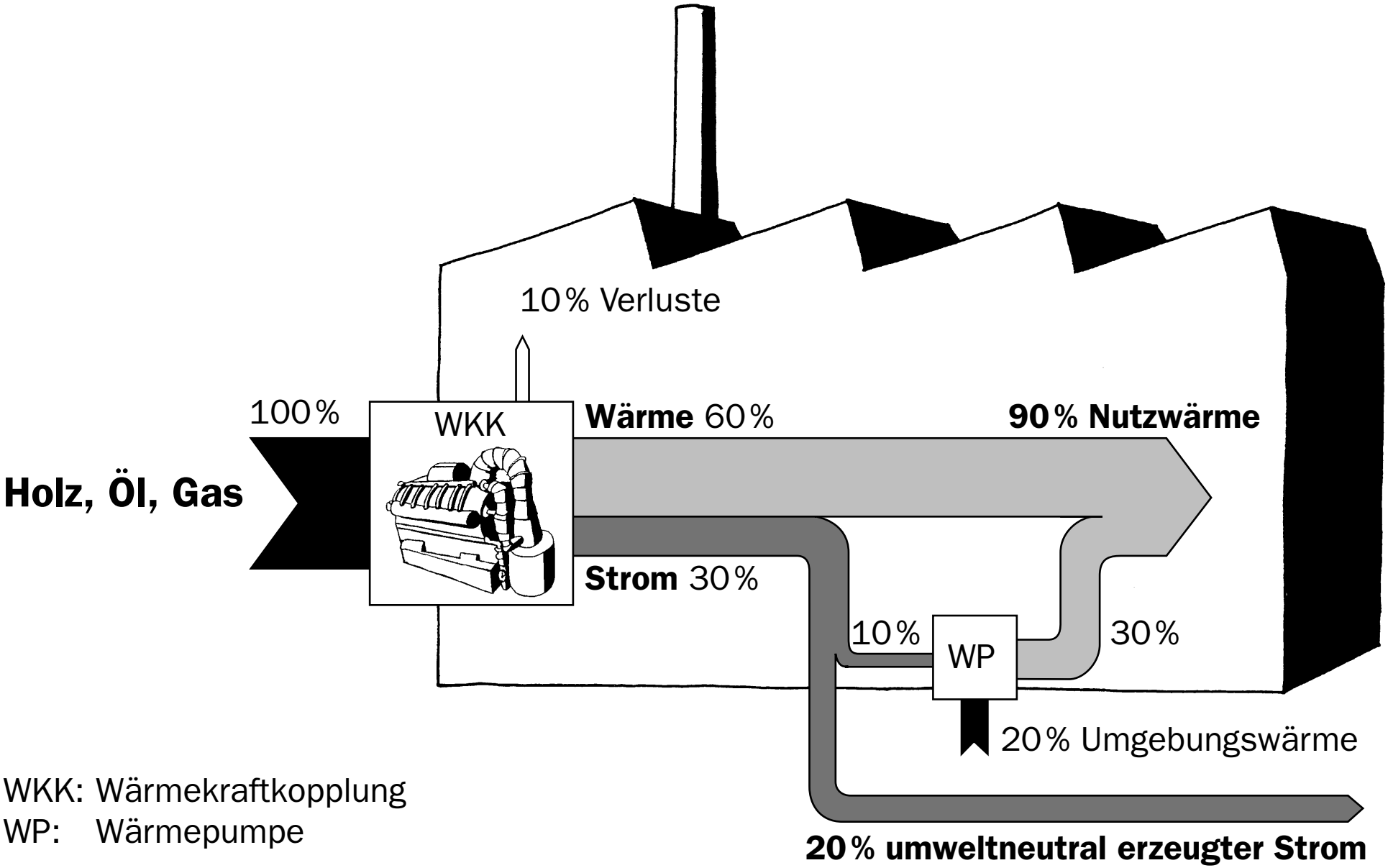
Abwärme nutzen – Energie-Recycling



Die Wärmepumpe macht aus kalter Luft warmes Wasser



Mehr Nutzen mit kombinierter Strom- und Wärme-Erzeugung



WKK: Wärmekraftkopplung
WP: Wärmepumpe

Vergleich von zwei Heizsystemen

	Holz	Wärmepumpe
Anschaffungspreis		
Energiekosten		
Umweltverträglichkeit		
Betriebsaufwand		
Lebenserwartung		
Einsatzgebiete		
Wärmeverteilsysteme		

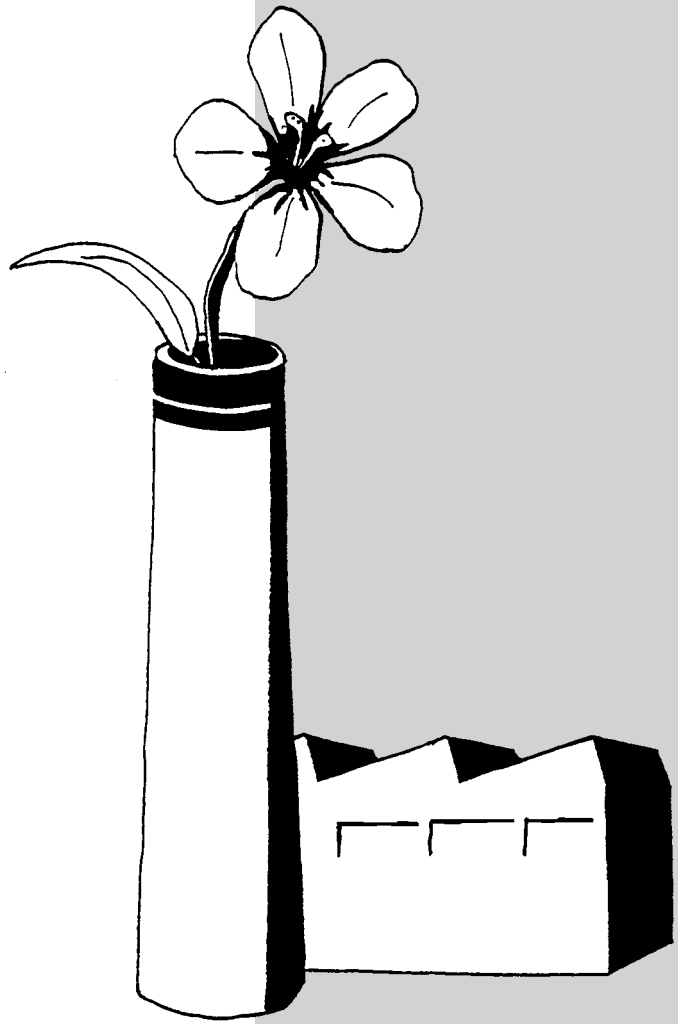
Wie hoch sind die jährlichen Heizenergiekosten in einem Einfamilienhaus?

jährlicher Energieverbrauch	
Gute Wärmedämmung	5000 kWh
Mittlere Wärmedämmung	20 000 kWh
Schlechte Wärmedämmung	40 000 kWh

Energiekosten	
Elektroheizung	15 Rp./kWh
Ölheizung	4 Rp./kWh
Holzheizung	8 Rp./kWh
Wärmepumpe (1/3 Strom und 2/3 kostenlose Umweltwärme)	7 Rp./kWh

Wärmedämmung	Öl	Holz	Wärmepumpe	Elektrodirektheizung
gut	**Fr.**	**Fr.**	**Fr.**	**Fr.**
mittel	**Fr.**	**Fr.**	**Fr.**	**Fr.**
schlecht	**Fr.**	**Fr.**	**Fr.**	**Fr.**

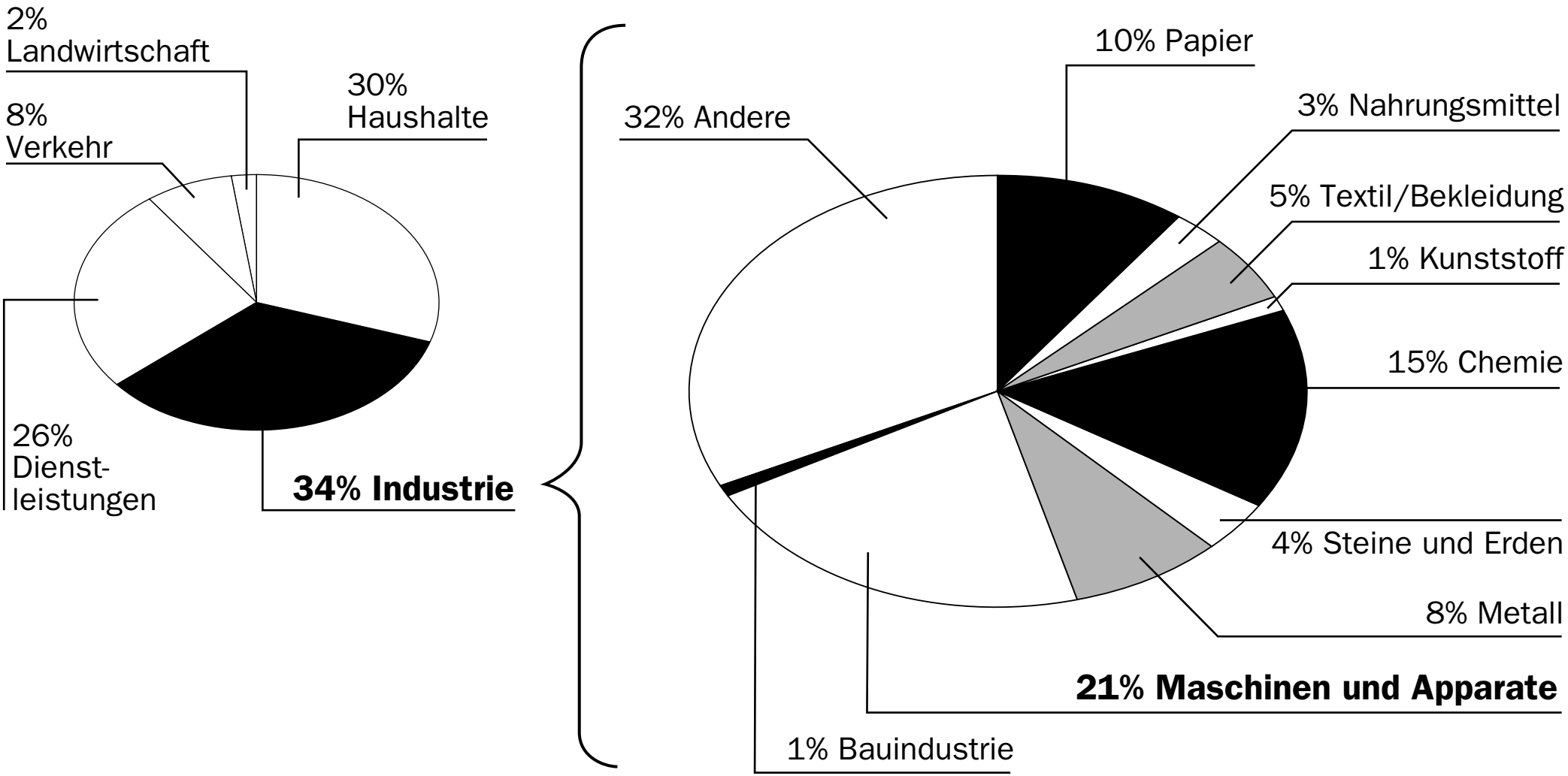
Umweltgerechte Produktion



Die ökologische Produktion

- **verbessert die Effizienz**
- **erhöht die Qualität**
- **öffnet Zukunftsmärkte**
- **sichert Arbeitsplätze**

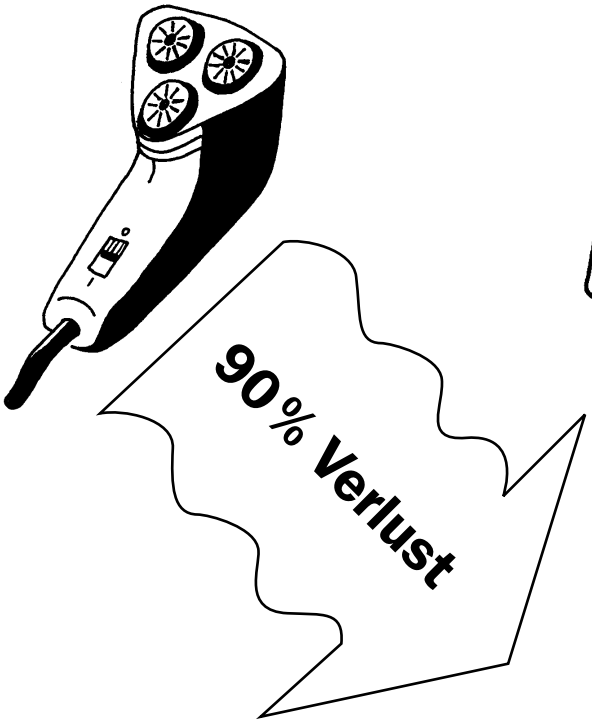
Wer wo wieviel verbraucht



Aus Strom wird Antriebskraft

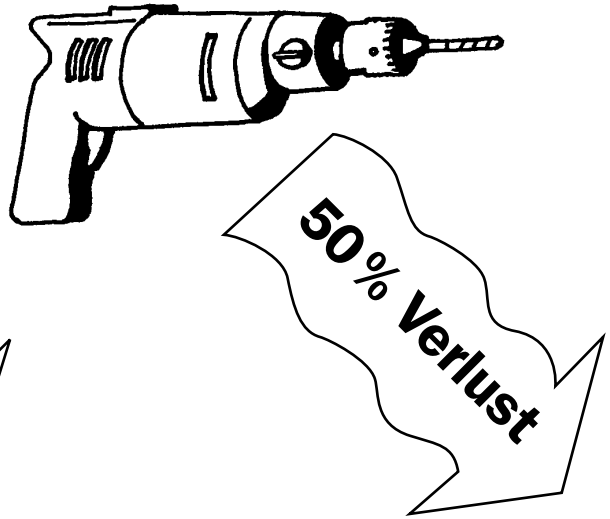
Rasierapparat 10 Watt

10 % Rasierpower



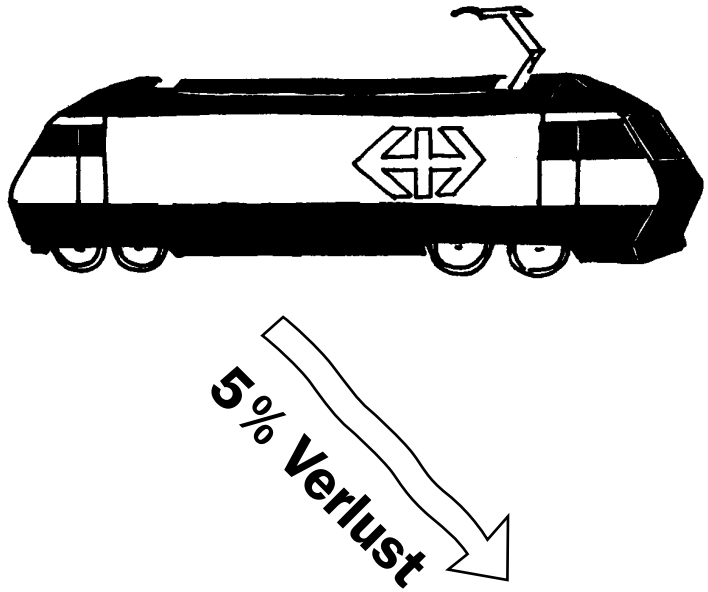
Bohrmaschine 1000 Watt

50 % Bohrkraft



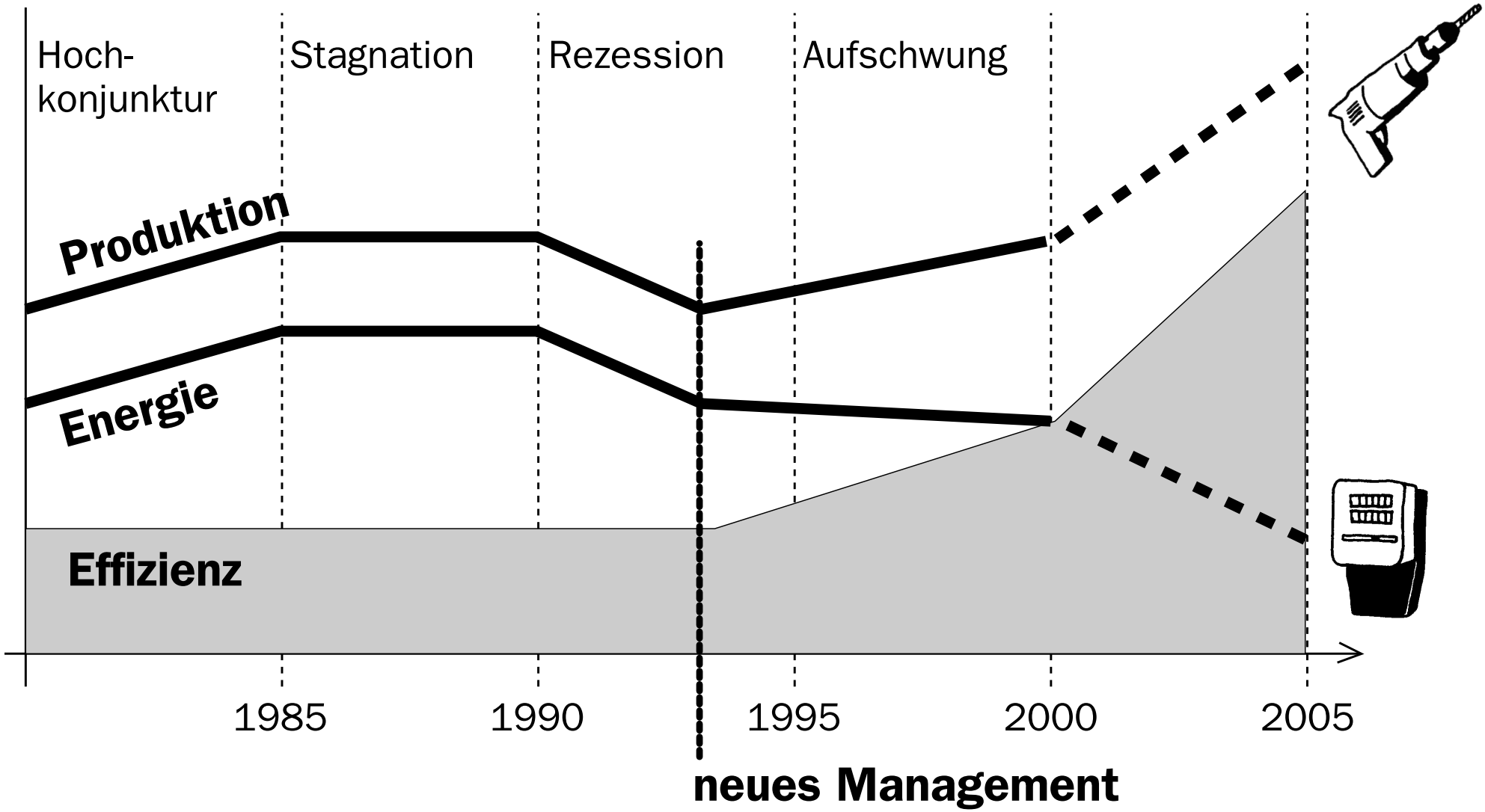
Bahnmotor 1 000 000 Watt

95 % Zugkraft



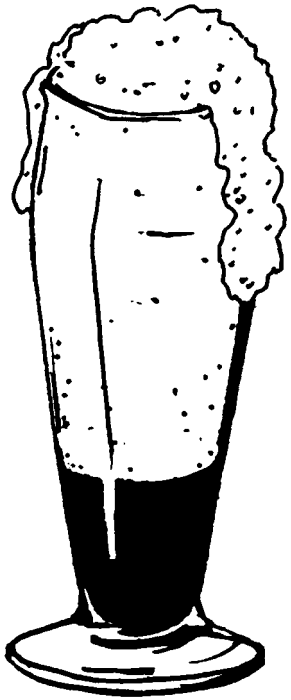
Neues Unternehmerziel:

Mit weniger Energie mehr produzieren



Kennzahlen schaffen Wettbewerb
– auch beim alkoholfreien Bier

Brauerei A



braut mit 1 kWh
13 Stangen Bier.

Das entspricht einer
Kennzahl von
0,25 kWh pro Liter Bier

Brauerei B

braut mit 1 kWh
26 Stangen Bier.

Das entspricht einer
Kennzahl von
0,12 kWh pro Liter Bier

Wo stecken zu Hause Elektromotoren?

Kühlschrank

Herd

Backofen

Geschirrspüler

Stereoanlage

Luftbefeuchter

Nachttischlampe

Computer

Videorekorder

Telefon

WC-Spülung

Welcher Industriezweig hat die höchste Energiekennzahl pro Mitarbeiter/-in?

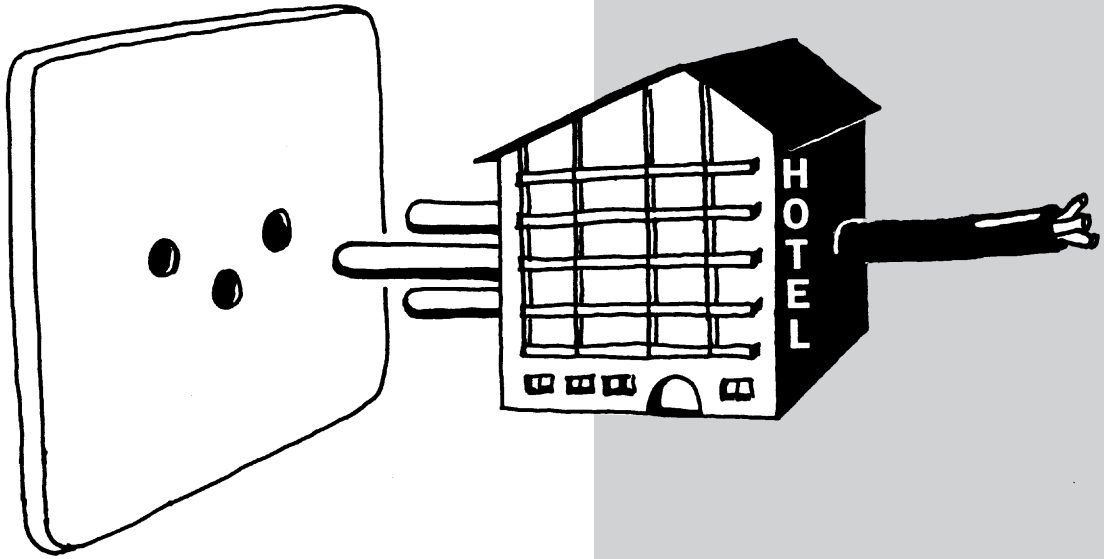
Industriezweig	Stromverbrauch pro Jahr	Anzahl Mitarbeiter	Stromverbrauch pro Mitarbeiter	Rang
Papier	1557 Mio. kWh	16 100	**kWh**	
Nahrungsmittel	391 Mio. kWh	67 200	**kWh**	
Textil/Bekleidung	719 Mio. kWh	51 000	**kWh**	
Kunststoffe	106 Mio. kWh	20 800	**kWh**	
Chemie	2173 Mio. kWh	72 800	**kWh**	
Steine und Erden	616 Mio. kWh	29 500	**kWh**	
Metallindustrie	1143 Mio. kWh	95 000	**kWh**	
Maschinen und Apparate	3179 Mio. kWh	269 400	**kWh**	

Hotellerie

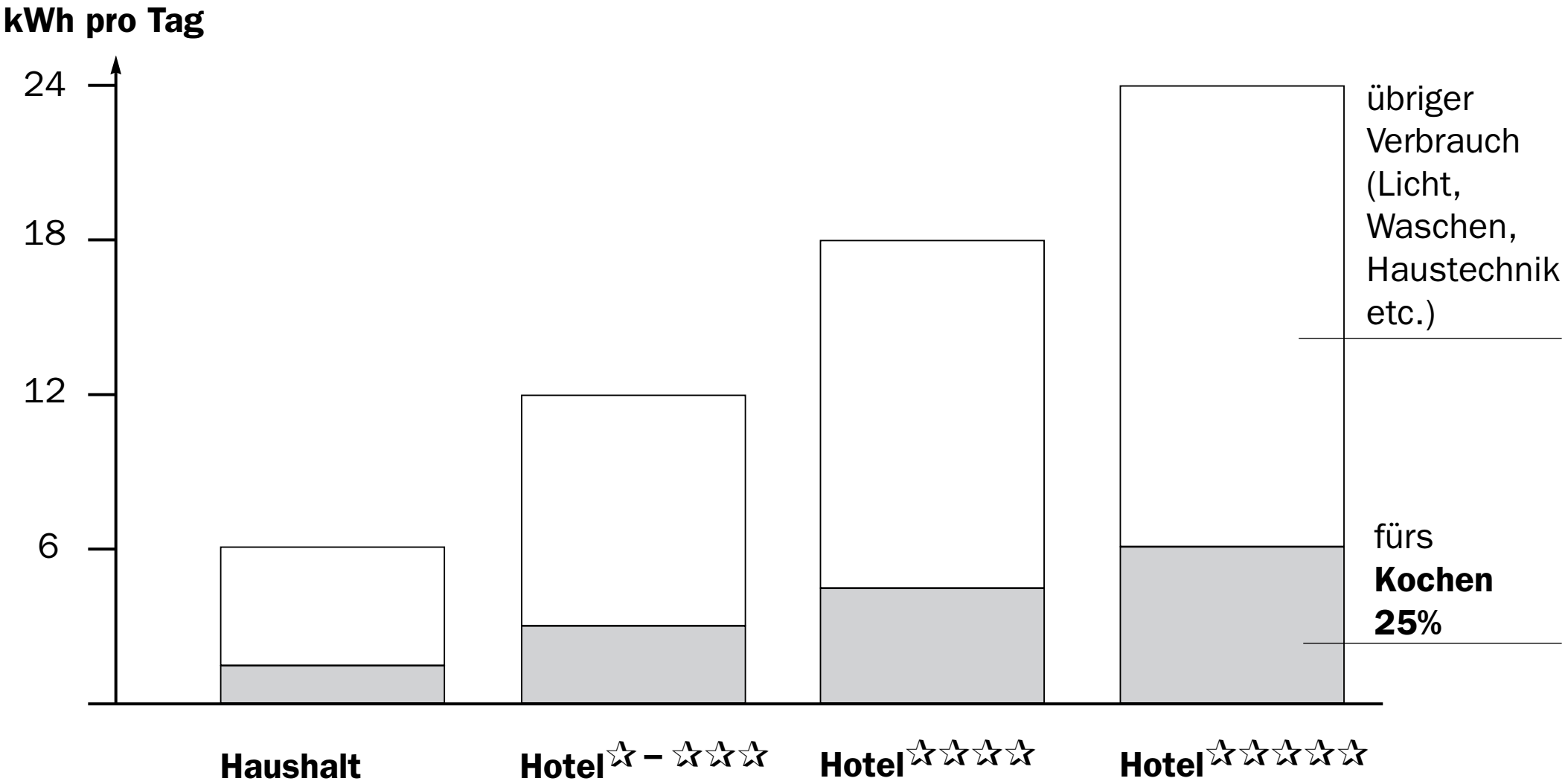
Sterne und Strom

Der Hoteldirektor spart Strom und Geld durch

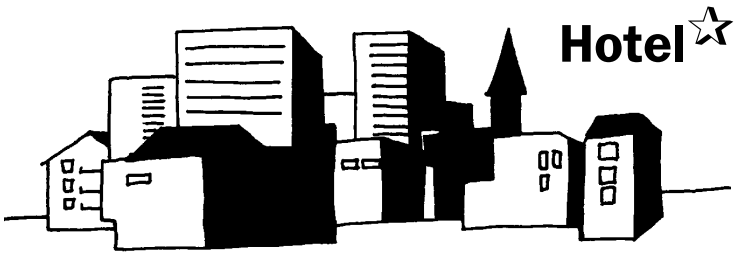
- **Information der Gäste**
- **Optimierung in der Küche**
- **Kontrolle der Technik**
- **Motivierung des Personals**

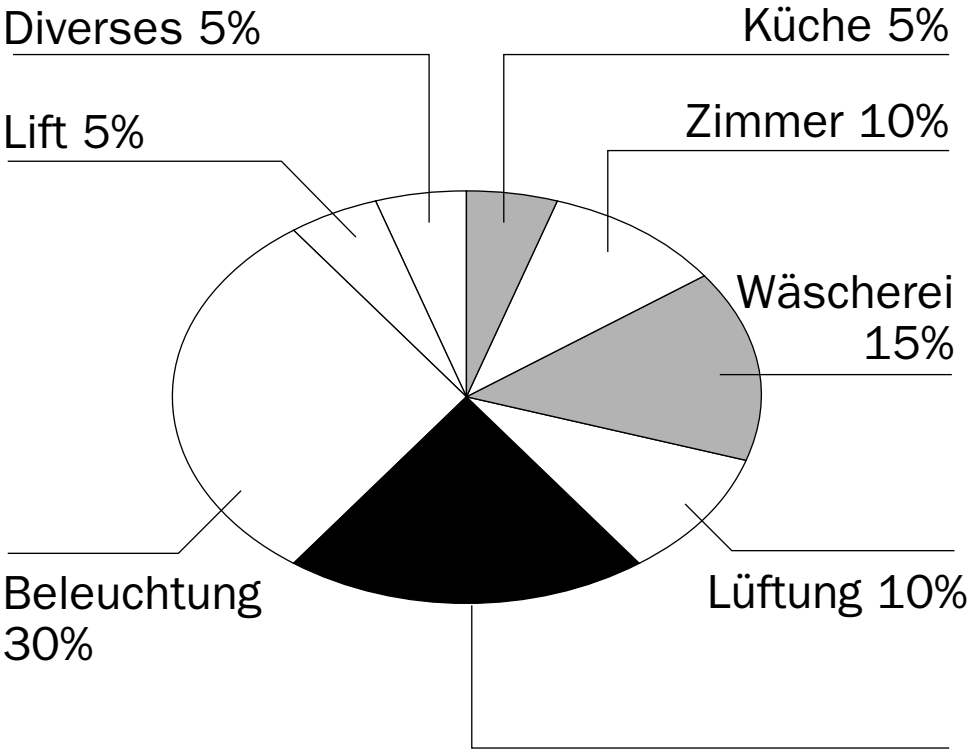


Vierfacher Stromverbrauch im 5-Stern-Hotel

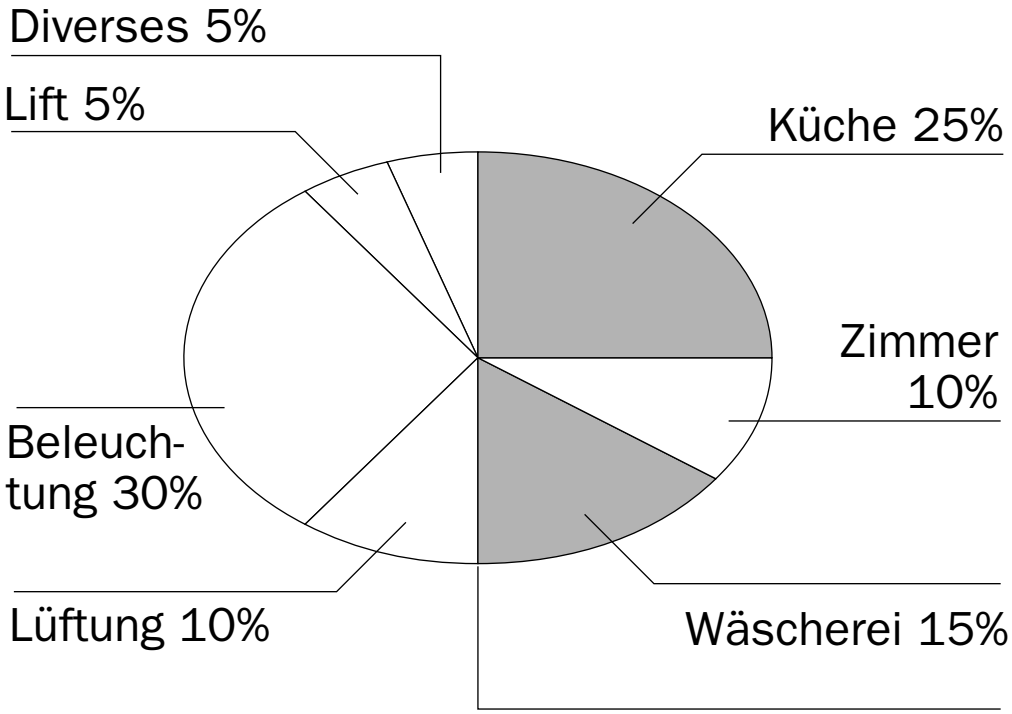


Die Minibar ist ein Maxiverbraucher



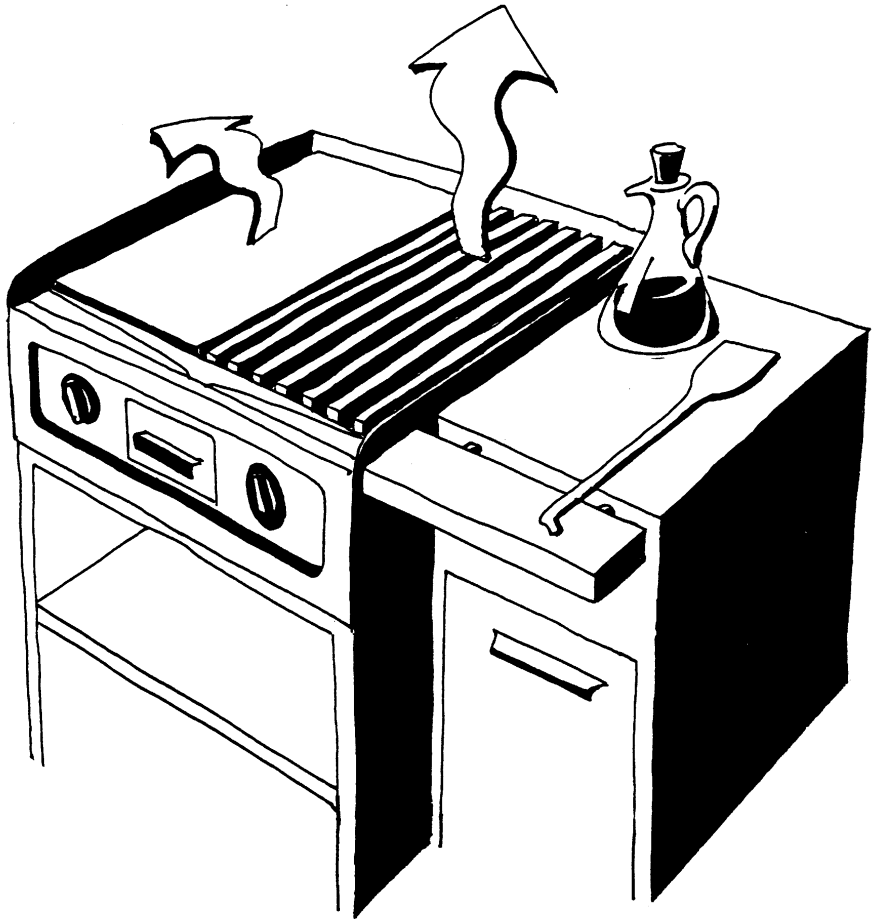


Minibar 20%



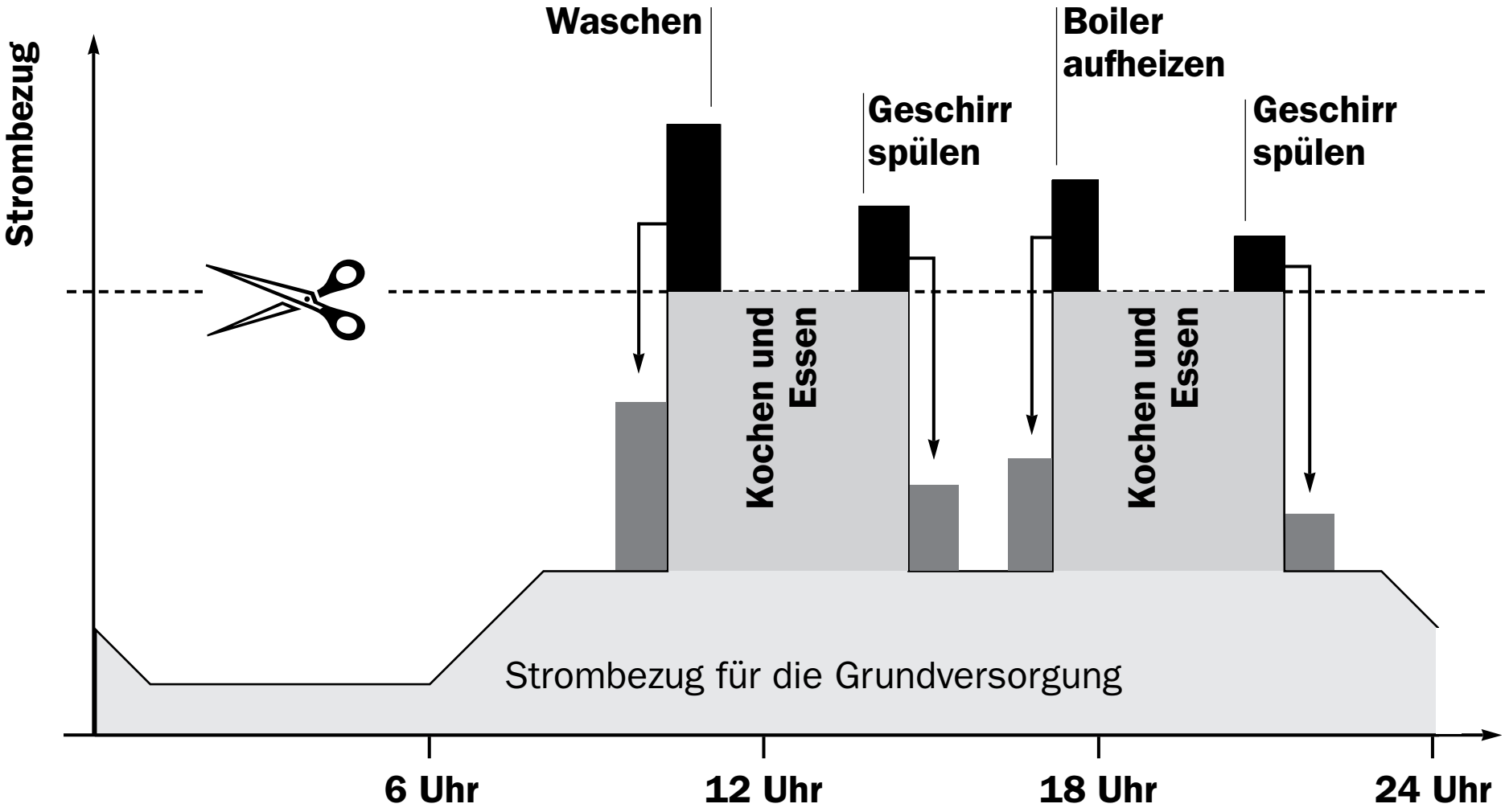
keine Minibar

Allzeit bereit kostet Geld und Energie



	Ein	
	220° C	**1,7 kWh**
	4 Kilo Hacksteak	**0,7 kWh**
	gelegentliche Gästewünsche	**1,0 kWh**
	warten	**13,8 kWh**
	Aus	
	Tagesverbrauch	**17,2 kWh**

Nacheinander spart Stromkosten



Topferkennungseinrichtung

Heizleistung	**4000**	**Watt**
Kochzeit	**2000**	**Stunden pro Jahr**
Verluste beim Warten (normale Platte)	**1600**	**Watt**
Wartezeit	**1250**	**Stunden pro Jahr**
Strompreis	**20**	**Rappen pro kWh**
Energiekosten der alten Platte		**Franken pro Jahr**
Investition für Topferkennung	**800**	**Franken pro Platte**
Energiekosten mit Topferkennung (kein Warten)		**Franken**
Amortisationszeit		**Jahre**

Gas- oder Elektroherd?

	Elektroherd (Glaskeramik)	**Gasherd**
Anschaffungspreis		
Energiepreis	**20 Rp./kWh**	**10 Rp./kWh**
Wirkungsgrad	**75%**	**60%**
Umweltbelastung		
Aufheizreaktion		
Reinigungsaufwand		