

Lernsequenzen

Unterrichtsmaterialien zum Thema Energie | Sekundarstufe 1

Heft 5

Energieeffizienz



Inhalt



1 Bedeutung des Energiesparens

- 1.1 Motive zum Energiesparen Seite 3
- 1.2 Wege des Energiesparens..... Seite 4



2 Energiebewusstsein im Haushalt

- 2.1 Was brauchen wir wofür Seite 7
- 2.2 Raumwärme Wohnungsheizung in Deutschland Seite 7
- 2.3 Warmwasserversorgung Seite 13
- 2.4 Geräte im Haushalt Seite 13
- 2.5 Licht und Beleuchtung..... Seite 17
- 2.6 Niedrigenergiehäuser..... Seite 18
- 2.7 Hausmüll Seite 20



3 Industrie und Gewerbe

- 3.1 Wärmerückgewinnung Seite 24
- 3.2 Verbesserte Gerätetechnik und Auslastung Seite 25
- 3.3 Energie- und Ökobilanzen am Beispiel Elektro-Hausgeräte Seite 25



4 Energie und Mobilität

- 4.1 Transport von Personen und Gütern Seite 27
- 4.2 Verkehrsmittel im Vergleich Seite 27
- 4.3 Strategien zum Energiesparen im Verkehrswesen Seite 29
- Quellenverzeichnis Seite 32
- Abbildungsverzeichnis Seite 32



1 Bedeutung des Energiesparens

1.1 Motive zum Energiesparen

Energie sparen und umweltbewusstes Handeln finden heute in weiten Teilen der Bevölkerung hohe Akzeptanz. Häufig werden beide Begriffe im Zusammenhang behandelt, basierend auf der Erkenntnis, dass jede vom Menschen verursachte Energieumwandlung Auswirkungen auf die Umwelt hat. Energie sparen und mit Energie effizient umgehen im Rahmen einer veränderten Energiepolitik ist Gegenstand einer breiten öffentlichen Diskussion geworden. Um jedoch die Argumente der Vertreter aus Politik, Wirtschaft und sonstigen gesellschaftlichen Gruppierungen für den Einzelnen nachvollziehbar und bewertbar zu machen, sind einige grundlegende Kenntnisse über energietechnische und energiewirtschaftliche Zusammenhänge sowie über die Motive zum Energiesparen erforderlich. Zunächst lassen sich die Motive ökologischen, ökonomischen und ethisch-theologischen Interessen zuordnen.

Ökologische Motive oder Motive, die die Umwelt betreffen:

- Energieumwandlungen beeinflussen den Lebensraum von Flora und Fauna durch Abwärme, Schadstoffemissionen, Emissionen klimarelevanter Gase sowie großflächige Landschaftsveränderungen. Durch Reduzierung des Energieverbrauchs werden mögliche Schäden in ihrem Ausmaß begrenzt.
- Die Weltvorräte der Primärenergieträger Öl, Kohle, Gas und Uran sind endlich, so dass zu ihrer Gewinnung immer tiefere Eingriffe in die Natur notwendig werden.

Ökonomische Motive oder Motive, die die Wirtschaft betreffen:

- Energiekosten belasten die gesamte Volkswirtschaft, aber auch jeden einzelnen Verbraucher. Verminderter Energiebedarf wirkt Kosten senkend.
- In Deutschland besteht außer bei Braun- und Steinkohle eine starke Importabhängigkeit im Energiebereich. Störungen auf den Weltenergiemärkten wirken sich stark auf die Volkswirtschaft aus.
- Die Entwicklung und Einführung neuer, energiesparender Technologien erhöht die nationale wie internationale Konkurrenzfähigkeit. Ein Innovationsvorsprung ist eine Investition in die Zukunft.

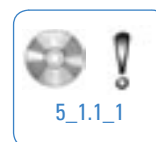
Ethisch-theologische Motive oder Motive, die die Moral und die Religion betreffen:

- Rohstoffgewinnung und Energieumwandlung haben Einfluss auf belebte und unbelebte Umwelt. Nicht nur menschliches, sondern auch tierisches und pflanzliches Leben sowie die unbelebte Natur verdienen Wertschätzung, Achtung und Schutz.
- Im Sinne einer vorausschauenden Gefahrenabschätzung sind Eingriffe in den Haushalt der Natur möglichst sparsam und begrenzt vorzunehmen, selbst wenn unmittelbare Nachteile nicht voraussehbar sind.

Natürlich ist diese Auflistung und Zuordnung der Motive eine starke Vereinfachung der sehr komplexen Thematik. Die Verflechtung beispielsweise ökonomischer und ökologischer Motive wird durch folgenden Zusammenhang deutlich:

Normalerweise wird die Wirtschaftlichkeit eines Unternehmens im Wesentlichen von Investitionskosten und Betriebskosten bestimmt. Die durch die Belastungen der Umwelt bei der Herstellung oder Anwendung der Produkte verursachten Folgekosten müssen durch die Allgemeinheit getragen werden. Würden jedoch die Umweltbelastungen in die Energie- und Produktpreise eingerechnet, so würde sich die Wirtschaftlichkeit zu Gunsten umweltverträglicherer Herstellungsverfahren verschieben.

So einsichtig dieses Prinzip auch ist, so schwierig ist seine Umsetzung, da sich die Umweltbelastungen nur sehr schwer in verursachungsgerechte Kosten ausdrücken lassen. Ein Weg, Energieeffizienz mit marktwirtschaftlichen Elementen zu verknüpfen, ist der Handel mit so genannten Emissionszertifikaten, wie sie das Kyoto-Protokoll seit dem 1. Januar 2005 europaweit vorschreibt. Hier wird gefordert, dass jeder Verursacher von Emissionen für die von ihm verursachte Einheit an Verschmutzung über ein Zertifikat verfügen muss. Verbraucht der Lizenznehmer/Zertifikatinhaber nicht alle Zertifikate, so kann er diese an andere Wirtschaftsteilnehmer verkaufen, die einen Überschuss an Verschmutzung abdecken müssen.



Zusammenfassend lässt sich als Energiesparziel formulieren: Energiedienstleistungen sind möglichst effizient, d.h. mit möglichst geringem Energieaufwand, umweltschonend und preiswert zu realisieren.



2 Energiebewusstsein im Haushalt

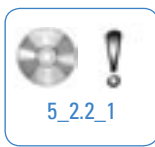
2.1 Was brauchen wir wofür

In den privaten Haushalten werden rund 30 Prozent der gesamten Endenergie, die in Deutschland für alle Anwendungsbereiche zur Verfügung gestellt wird, verbraucht. Dazu muss noch der Verbrauch beim Autofahren für private Zwecke gezählt werden. So werden über 40 Prozent der Endenergie in den Haushalten benötigt. Deshalb lohnt es sich für jeden Einzelnen, dem Energiesparen große Aufmerksamkeit zu schenken. Am wirksamsten lässt sich natürlich dort Energie einsparen, wo der Verbrauch am größten ist: beim Heizen.

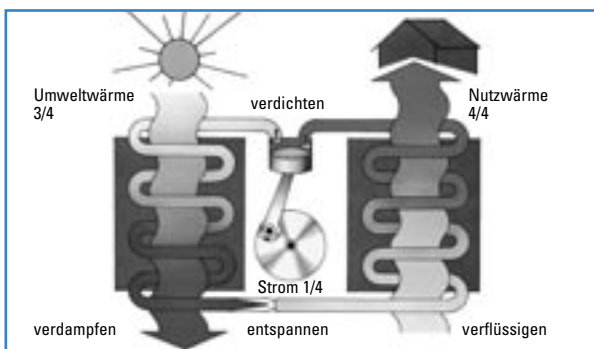
2.2 Raumwärme Wohnungsheizung in Deutschland

Die Wärme, die zum Heizen benötigt wird, hängt von den örtlichen Witterungsverhältnissen, der Bauweise der Häuser, der Lage der Wohnung im Haus, der Art des Raumheizungssystems und nicht zuletzt vom Benutzerverhalten und den Gebrauchsgewohnheiten der Hausbewohner ab. In Deutschland dominieren Erdgas- und Heizöl-Zentralheizungen. Dahinter folgen Fernwärmeheizung, Kohleheizung und Elektro-speicherheizung. Zunehmend für die Raumwärme genutzt werden Wärmepumpen.

Dies ist nicht erstaunlich, da durch den Einsatz von Wärmepumpen in einem Einfamilienhaus, das nach EnEV gebaut wurde, eine wesentliche Reduzierungen der CO₂-Emissionen (bis 2,1t CO₂ im Jahr) erreicht wird. Gegenüber dem Ölkessel ist mit Wärmepumpen heutiger Technik eine CO₂-Minderung in Höhe von 45 bis 50 Prozent und im Vergleich zum Gas-Brennwertkessel von etwa 15 bis 35 Prozent realisierbar.



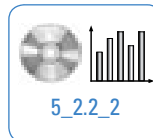
5.2.2_1



Elektrowärmepumpe zur Wärmeversorgung

In anderen europäischen Ländern ist die Wärmepumpe auch zur Altbauanierung bereits heute wesentlich populärer als in Deutschland. So wurden 2003 in Schweden ca. 49.000 und in Norwegen ca. 55.000 neue Wärmepumpen installiert. Doch auch in Deutschland erkennen immer mehr Bauherren und Modernisierer die positiven Seiten der Wärmepumpe. So wurden auch hier 11.500 Wärmepumpen in 2004 verkauft.

Quelle: IZW, Wärmepumpe aktuell 1/2005



5.2.2_2

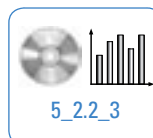
Wärmepumpenabsatz in Deutschland

Jahr	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Wärmep.	2.310	3.578	4.367	4.719	5.736	8.215	8.600	9.700	11.500	14.000	16.000

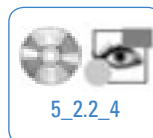
Wohnungsheizung (2003)

Energieträger	Anteil 37,6 Mio. Wohnungen
Erdgas	44,6%
Heizöl	35,0%
Fernwärme	6,9%
Strom	3,8%
Kohle	1,2%
Sonstiges	8,5%

Möglichkeiten der Einsparung von Heizenergie betreffen zunächst einmal technische und bauphysikalische Maßnahmen. Heizanlagen können die im Heizkessel freigesetzte Wärme nicht vollständig als Raumwärme nutzbar machen. So geht ein Teil mit den Abgasen und über die Kesselwand verloren, ein weiterer Teil über die Leitungen. Mit modernen Kesselanlagen gelangen 80 bis 90 Prozent der chemischen Energie des Brennstoffs als Nutzwärme in die Wohnräume, im Vergleich dazu liegen ältere Heizungen bei 60 bis 70 Prozent.



5.2.2_3



5.2.2_4



Abb.: 5.2.2_1

Abb.: 5.2.2_2

Abb.: 5.2.2_3

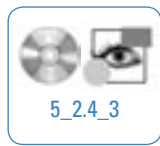
Abb.: 5.2.2_4

Geräte sinnvoll einsetzen

Die Anschaffung eines Geräts mit möglichst geringen Energieverbrauchswerten und langer Nutzungsdauer ist nur eine Voraussetzung zur Energieeinsparung. Genauso wichtig ist der richtige Umgang damit. Eingefahrene Gebrauchsgewohnheiten müssen oftmals erst überwunden werden.

Abb.: 5_2.4_3

Energie		Waschmaschine	Name oder Warenzeichen des Lieferanten
Hersteller		Logo	ABC
Modell		123	
Niedriger Energieverbrauch	A	A	Modellname/-kennzeichen
	B		Energieeffizienzklasse
	C		
	D		
	E		
	F		
Hoher Energieverbrauch	G		
Energieverbrauch kWh/Waschprogramm <small>(ausgehend von den Ergebnissen der Normprüfung für das Programm „Baumwolle, 60 °C“)</small>		XYZ	Energieverbrauch
<small>Der tatsächliche Energieverbrauch hängt von der Art der Nutzung des Gerätes ab</small>			Waschwirkung nach Effizienzklassen
Waschwirkung <small>A: besser G: schlechter</small>		A B C D E F G	
Schleuderwirkung <small>A: besser G: schlechter</small>		A B C D E F G	Schleuderleistung nach Effizienzklassen
Schleuderdrehzahl (U/min)		1100	
Füllmenge (Baumwolle) kg		y.z	Maximale Füllmenge
Wasserverbrauch l		yX	Wasserverbrauch
Geräusch (dB(A) re 1 pW) <small>Waschen Schleudern</small>		xy xyz	Geräuschemission
<small>Ein Datenblatt mit weiteren Geräteangaben ist in den Prospekten enthalten</small>			
<small>Norm EN 60456 Richtlinie 95/12/EG Waschmaschinenetikett</small>			

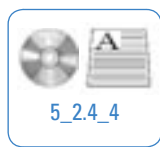


5_2.4_3

Einige Beispiele: Kochen und Backen

Häufig wird zum Kochen zu viel Wasser verwendet. So reicht beispielsweise für vier Portionen Kartoffeln eine Wassermenge von nur einer Tasse Wasser: Bei gut schließendem Deckel müssen die Kartoffeln nicht mit Wasser bedeckt sein, der heiße Wasserdampf „kocht“ mit.

Es lohnt sich, die Nachwärme von Kochstellen zum Garen mitzunutzen, bei Kartoffeln beispielsweise fünf bis zehn Minuten, bei Reis etwa 20 Minuten.



5_2.4_4

Deshalb Kochstelle rechtzeitig abschalten. Für Gerichte mit langer Garzeit über 20 Minuten Gardauer lohnt es sich, den Schnellkochtopf einzusetzen. Der Überdruck ermöglicht höhere Temperaturen, setzt die Garzeit herab und senkt den Stromverbrauch bis zu 30 Prozent.

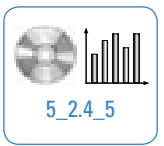
Quelle: HEA Bilderdienst, Elektroherde

Für das Erwärmen von Speisen und das Garen kleiner Mengen ist die Mikrowelle ideal (siehe Tabelle).

Milch erwärmen von 10 °C auf 60 °C

	Mikrowelle 750 Watt		Kochstelle	
Menge in ml	Dauer in min	Energieverbrauch in kWh	Dauer in min	Energieverbrauch in kWh
200	1,06	0,025	1,32	0,032
400	2,02	0,045	2,17	0,046

Abb.: 5_2.4_5



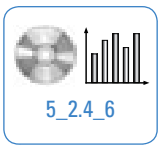
5_2.4_5

Stromverbrauch beim Backen und Braten

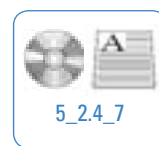
	Vorgeheizter Backofen Verbrauch in kWh	kalt eingesetzt Verbrauch in kWh	Ersparnis in Prozent
Rührkuchen	1,7	1,4	17
Schweinebraten	2,2	1,8	18

Abb.: 5_2.4_6

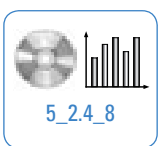
Gebäck, Braten und Aufläufe gelingen auch, wenn sie in den kalten Backofen eingesetzt werden. Vorheizen kostet meist unnötig Energie, denn Vorheizen ist nur selten nötig, wie etwa beim Brotbacken.



5_2.4_6



5_2.4_7

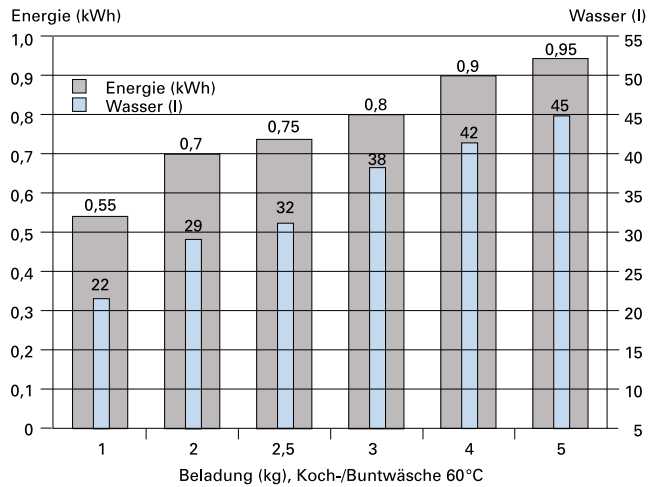


5_2.4_8

Spartipps: Kochen und Backen

- Kochen funktioniert auch mit wenig Wasser. Vier Portionen Kartoffeln werden mit nur einer Tasse Wasser gar.
- Nach dem Ankochen rechtzeitig auf Fortkochen zurückschalten.
- Nachwärme nutzen, beispielsweise beim Garen von Kartoffeln fünf bis zehn Minuten und beim Quellen von Reis etwa 20 Minuten vor Ende der Gardauer ausschalten.
- „Topfgucker“ vergeuden Energie.
- Backofentür nicht unnötig beim Braten und Backen öffnen, sonst entweicht die Wärmeenergie.

Verbrauchswerte mit Mengenautomatik



können, ist der geringste Verbrauch pro Einheit (kg Wäsche) immer bei voller Beladung im jeweiligen Programm.

Kühlen und Gefrieren

Der Energiebedarf eines Kühlschranks ist umso größer, je höher der Temperaturunterschied zwischen Kühlraum und Umgebung ist und je schlechter die Wärme entzogen und nach außen abgeführt werden kann. Der Platz für den Kühlschrank wird wohl in der Regel der Küche vorbehalten bleiben, auch wenn der Stromverbrauch im kühlssten Raum (beispielsweise im Schlafzimmer oder im Keller) geringer wäre.

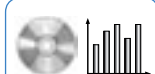
Doch umso wichtiger ist es, dass er in der Küche nicht unmittelbar neben dem Herd oder der Heizung steht oder direkter Sonneneinstrahlung ausgesetzt ist. Lüftungsgitter sollten staubfrei sein und nicht durch Gegenstände abgedeckt werden. Das Vermeiden von unnötigem und zu langem Öffnen der Kühlschranktür versteht sich von selbst.

Spartipps: Kühlen und Gefrieren

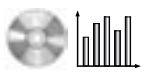
- Ungenutzter Kühl- und Gefrierraum kostet Energie. Das Gerät sollte in der Größe dem Bedarf entsprechen. Bei einer Gefriertruhe verbrauchen 100l ungenutzter Gefrierraum bis zu 200 kWh im Jahr.
- Je niedriger die Umgebungstemperatur von Kühl- und Gefriergeräten, desto geringer ist der Energieverbrauch.
- Lebensmittel nur gut abgekühlt in den Kühlschrank oder die Gefriertruhe geben.
- Häufiges und langes Öffnen der Gerätetür kostet Energie. Ein übersichtlich eingeräumter Kühlschrank erspart das Suchen.
- Verschmutzte oder beschädigte Gummidichtungen der Gerätetür säubern bzw. reparieren.
- Lüftungsgitter frei von Staub halten.
- Gefriergeräte ohne Abtauautomatik regelmäßig (bei über 1 cm Reifschicht) abtauen.

Stand-by

Einige Elektrogeräte verursachen durch Bereitschaftsschaltung (Stand-by-Betrieb) einen ständigen Stromverbrauch. Aber auch Geräte ohne Bereitschaftsschaltung tragen durch ständigen Betrieb zum Stromverbrauch bei.



5_2.4_11

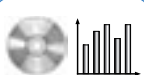


5_2.4_9

Waschen und Trocknen

Wäsche und Bekleidungsstücke werden heute viel häufiger gewechselt als früher, in der Regel sind sie auch weniger verschmutzt.

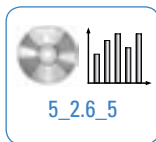
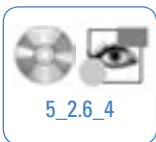
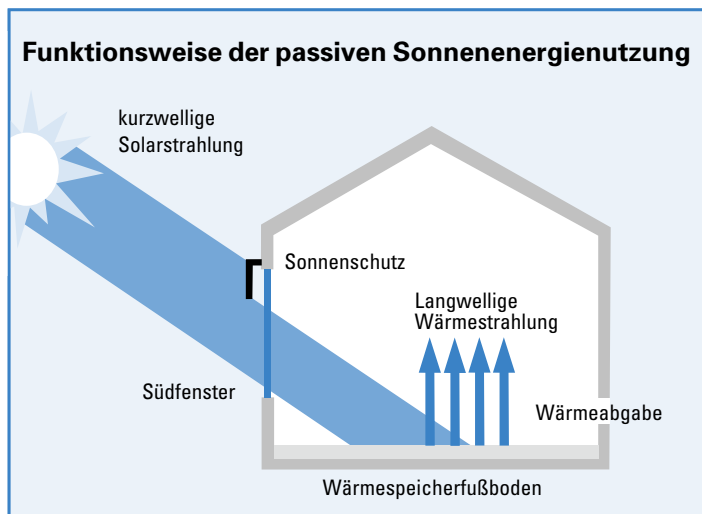
So wird normal verschmutzte Kochwäsche durch eine Verlängerung der Waschzeit auch bei 60°C sauber, für Buntwäsche sind meist 30°C bzw. 40°C ausreichend. Auf die Vorwäsche kann in der Regel verzichtet werden. Das Fassungsvermögen der Wäschetrommel sollte möglichst ausgenutzt werden, damit so wenig wie möglich an Energie verbraucht wird, auch wenn moderne Geräte sich an geringere Wäschemengen durch eine Mengenautomatik anpassen



5_2.4_10

Spartipps: Waschen und Trocknen

- Fassungsvermögen der Waschtrommel – je nach Wäscheart – ausnutzen: Je empfindlicher die Textilien, desto geringer die Füllmenge.
- Vorwäsche nur bei stark verschmutzter Wäsche wählen.
- Sparprogramme nutzen. Normal verschmutzte Kochwäsche wird auch bei 60°C sauber, für Buntwäsche sind meist 30°C bzw. 40°C ausreichend.
- Je besser die Wäsche in der Waschmaschine geschleudert wurde (mindestens 1.000 Umdrehungen pro Minute), desto schneller und günstiger ist das maschinelle Trocknen.
- Wenn der Trockner mit Textilien gefüllt wird, die sich in Material, Größe und Dicke ähneln, dann wird weniger Energie benötigt.
- Den Luftfilter nach jedem Trocknungsvorgang reinigen.



gesamte Fensterfläche	Fensterflächenanteil Südseite	Heizwärmebedarf des Gebäudes pro Jahr
27 m ²	5 m ²	8.600 kWh
27 m ²	11 m ²	8.300 kWh (-3,5%)

2.7 Hausmüll

Abfall muss nicht Müll sein

Abfall – was ist das eigentlich? Einfach gesagt, werden als Abfall alle beweglichen Gegenstände bezeichnet, deren sich der Besitzer entledigt, entledigen möchte oder entledigen muss.

Unsere häuslichen Abfälle werden zu Siedlungsabfall gezählt und bestehen aus Hausmüll, Sperrmüll und hausmüllähnlichem Gewerbemüll. Daneben gibt es noch Abfälle aus Produktion und Gewerbe, Bergematerial aus dem Bergbau, Bauschutt und Baustellenabfälle sowie Abfälle, die einer besonderen Überwachung bedürfen.



Quelle: Katalyse Institut, 2004; Statistisches Bundesamt

In Deutschland gab es 2002 ein Abfallaufkommen von insgesamt 381 Mio.t, das waren 14 Mio.t oder 3,5 Prozent weniger als im Jahr 2001 und 25 Mio.t oder 6,2 Prozent weniger als im Jahr 2000. Darunter 53 Mio. t Siedlungsabfälle.

Von den 381 Mio.t Gesamt-Müllaufkommen im Jahr 2002 konnten 129 Mio.t deponiert oder in Müllverbrennungsanlagen beseitigt werden. Der weitaus größere Teil aber, mit 252 Mio.t, konnte

wiederverwertet werden. Das entspricht einer Verwertungsquote von 66 Prozent. Den Hauptanteil an der Verwertung machen die Bau- und Abbruchabfälle aus, die mit 206 Mio. t vor allem im Straßen- und Wegebau eingesetzt werden.

Die Wiederverwertungsquoten für getrennt gesammelten Müll sind seit Jahren relativ hoch und stabil. Glas sowie Papier/Pappe/Kartonagen werden zu ca. 99 Prozent, Metall- und Verbundverpackungen zu 96 Prozent und Leichtverpackungen und Kunststoffe zu 75 Prozent wiederverwertet.

Quelle: Statistisches Bundesamt

Mit **Wiederverwertung** ist gemeint, dass Produktionsabfälle, -rückstände oder Altstoffe im gleichen, bereits durchlaufenen Produktionsprozess wiederholt eingesetzt werden, beispielsweise bei der Herstellung von Glasflaschen aus Bruchglas.

Wiederverwendung dagegen meint die wiederholte Benutzung eines Produktes oder Materials für den gleichen Verwendungszweck, beispielsweise als Pfandflaschen.

Als **Weiterverwertung** wird der Einsatz von Abfällen für neue Anwendungsbereiche nach geeigneter Vorbehandlung (beispielsweise Granulierung von Kunststoffabfällen) bezeichnet.

Weiterverwertung ist schließlich der Einsatz von Stoffen und Produkten in einem anderen, noch nicht durchlaufenen, Produktionsprozess unter Umwandlung zu erneuernden Werkstoffen, beispielsweise bei der Herstellung von Kartonagen aus Papierabfällen.

Quelle: Recycling am Beispiel „Zuckerkraftwerk“

Recycling von Kunststoff – Schonung der natürlichen Ressourcen

Kunststoffverpackungen werden aus Erdöl hergestellt. Mit Hilfe chemischer Reaktionen lassen sie sich wieder in ihre Grundsubstanzen zerlegen, die wie Erdöl vielfältig einsetzbar sind.

Zerkleinern

Um die Kunststoffe (Chipstüten, Deckel, etc.) zu verwerten, müssen sie aufbereitet werden: Sie werden zunächst geschreddert und von Störstoffen befreit, um dann durch Druck und Reibungshitze angeschmolzen und zu kleinen Kügelchen geformt zu werden.

Agglomerieren

Solch aufbereitete Kunststoffe werden Agglomerat genannt und sind schütt- und pumpfähig. Sie können in Silofahrzeugen transportiert und durch die Rohrleitungen von Großanlagen gefördert werden.

Eindüsen und Reduzieren

Ein ökonomisch und ökologisch besonders sinnvolles Verfahren ist der Einsatz von Altkunststoffen im Reduktionsprozess bei der Gewinnung von Roheisen. Dabei wird der Hochofen mit Koks und Eisenerz beschickt. Von unten werden heiße Luft und das Kunststoffagglomerat als Reduktionsmittel eingeblasen. Die entstehenden Gase, Kohlenmonoxid und Wasserstoff, entziehen dem Eisenerz Sauerstoff.



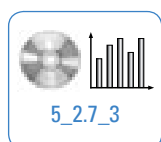
Auf diese Weise kann durch den Einsatz von Altkunststoffen das bei der Stahlerzeugung sonst übliche Schweröl eingespart werden.

Aus den gebrauchten Kunststoffen kann auch wieder Öl hergestellt werden.

Quelle: Team Grüner Punkt

Aufkommen an Haus- und Sperrmüll im Jahr 2000 in den einzelnen Bundesländern

Bundesland	Aufkommen an Haus- und Sperrmüll in 1.000 t	Aufkommen an Haus- und Sperrmüll kg/Einwohner
Baden-Württemberg	1.677,9	159,4
Bayern	2.088,8	170,8
Berlin	1.076,1	318,2
Brandenburg	657,2	253,5
Bremen	180,1	273,0
Hamburg	544,3	318,7
Hessen	1.318,0	217,2
Mecklenburg-Vorpommern	452,2	254,7
Niedersachsen	1.633,8	205,3
Nordrhein-Westfalen	4.662,1	258,9
Rheinland-Pfalz	808,4	200,4
Saarland	273,4	255,9
Sachsen	856,2	193,5
Sachsen-Anhalt	657,6	251,5
Schleswig-Holstein	678,4	243,2
Thüringen	533,3	219,4
Deutschland	18.097,7	220,0



Siedlungsabfallmengen im Jahr 2000 in kg pro Einwohner der EU

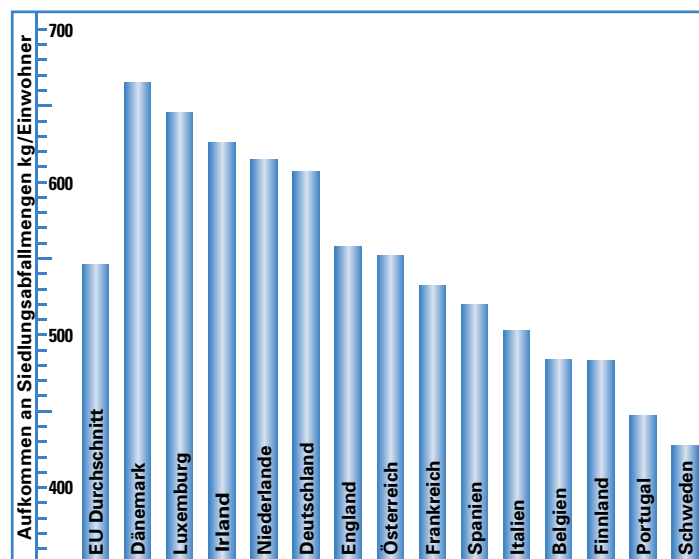
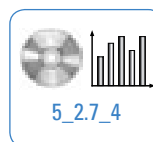


Abb.: 5_2.7_4

Eine vierköpfige Familie zahlt in Deutschland pro Jahr ca. 225 Euro für die Hausmüllentsorgung, der zum großen Teil aus Küchenabfällen und Verpackungen besteht und damit hohe Recyclingpotenziale oder kompostierbare Anteile enthält. Der gesamte Energiebedarf für ein Produkt setzt sich aus vielen Einzelbeiträgen bei Herstellung, Verpackung, Lagerhaltung, Vertrieb sowie der späteren Entsorgung und Abfallbeseitigung zusammen. Abfall zu vermeiden, auf die Wiederverwertung unbrauchbar gewordener Güter zu achten, ist ökologisch notwendig und trägt zum Energiesparen bei. Dazu hilft schon ein bewusster Einkauf: So sollten Wegwerfprodukte vermieden werden und stattdessen langlebige, reparaturfreundliche Produkte bevorzugt werden, die sinnvoll verpackt sind. Der unvermeidbare Müll muss, wo immer dies möglich ist, einer Verwertung zugeführt werden: durch Rückführung als Rohstoff in den Produktionszyklus, zur Energiegewinnung oder zur Kompostierung. Nur durch aktive Mithilfe jedes Einzelnen funktioniert die Wertstoffeffassung bei den Haushalten. Kreise, Städte und Gemeinden legen die Art und Weise der Wertstoffeffassung für Bio-Müll, Glas, Papier, „Der Grüne Punkt-Verpackungen“, Metallschrott fest, ferner die Abfallgebühren, den Entleerungsrhythmus der Mülltonnen, die Abgabestellen für Sondermüll usw. Häufig werden Teilaufgaben privaten Unternehmen übertragen.



Abfallwirtschaftspolitik in Deutschland

Die Produktverantwortung liegt im Zentrum der Abfallwirtschaftspolitik in Deutschland. Damit soll bereits in der Produktion von Gütern die Voraussetzung für eine umweltverträgliche Abfallvermeidung und -verwer-

3 Industrie und Gewerbe

3.1 Wärmerückgewinnung

Die Bereiche Industrie und Kleinverbraucher wie Gewerbe, öffentliche Einrichtungen, Landwirtschaft und militärische Dienststellen, hatten 2003 einen Anteil am gesamten Endenergieverbrauch der Bundesrepublik Deutschland von rund 42 Prozent.

Etwa die Hälfte davon wird als Prozesswärme benötigt, der Rest wird für mechanische Anwendungen (Kraft), Beleuchtung, Raumwärme und Information/Kommunikation benutzt.



Quelle: AG Energiebilanzen

In der industriellen Fertigung sind oft beträchtliche Energiemengen in Form von Prozesswärme erforderlich. Diese Wärmemengen werden jedoch nur kurzzeitig benötigt, die danach verbleibende Abwärme wird der Umgebung zugeführt. Um den Prozesswärmeverbrauch und damit auch die Energiekosten zu senken, gilt es, einen möglichst großen Teil der anfallenden Abwärme wieder für den eigenen Prozess oder für andere Wärmeanwendungen nutzbar zu machen. Dieser Verfahrensschritt wird als Wärmerückgewinnung bezeichnet und lässt sich durch Energieflussbilder leicht veranschaulichen.

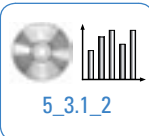
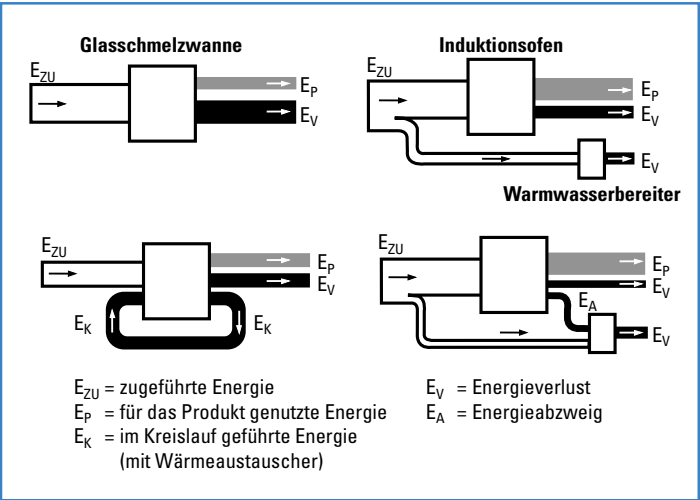


Abb.: 5.3.1_2

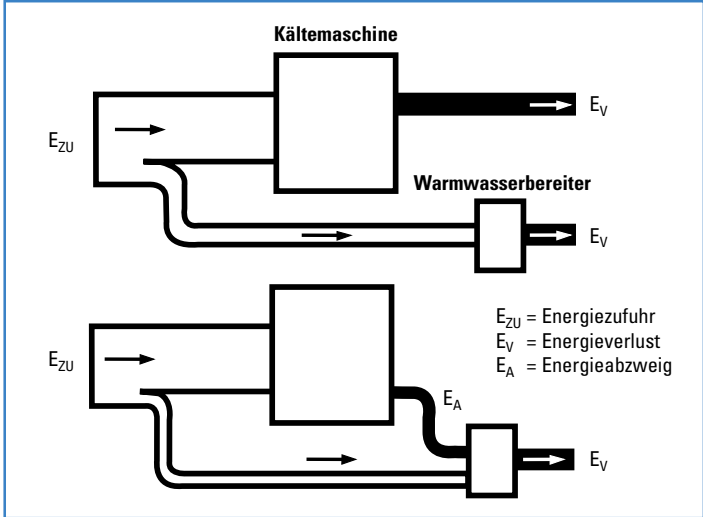


Energieflussbild beim Glasschmelzen und induktiven Schmelzen von Eisen ohne und mit Wärmerückgewinnung

Für das Schmelzen von Glas und das Schmelzen von Gusseisen werden in der Abbildung die Energieströme ohne und mit Wärmerückgewinnung gegenübergestellt. So kann die Restwärme der Abgase des Glasschmelzofens zur Vorwärmung der Verbrennungsluft benutzt werden. Der Induktionsofen zum Eisenschmel-

zen benötigt Kühlwasser, um die mit einigen tausend Ampere Stromstärke durchflossenen Induktionsspulen vor Überhitzung zu schützen. Das dabei erwärmte Kühlwasser kann zur Erwärmung von Heizungs- oder Brauchwasser eingesetzt werden.

In vielen Gewerbebetrieben, beispielsweise Fleischeereien und Konditoreien, befinden sich Kühlanlagen, bei denen eine beträchtliche Menge an Abwärme entsteht, die oftmals ungenutzt bleibt. Gleichzeitig besteht in diesen Betrieben aber auch ein erhöhter Warmwasserbedarf, insbesondere für die hohen hygienischen Anforderungen bei der Reinigung. Nutzt man über



Energieflussbild einer Fleischerei ohne und mit Wärmerückgewinnung

spezielle Wärmetauscher oder Wärmepumpen die Abwärme zur Warmwasserbereitung, so lassen sich bis zu 70 Prozent der Endenergie für die Warmwasserversorgung einsparen.

Die Arbeitsräume verschiedener Gewerbebetriebe (beispielsweise Friseurhandwerk, Großküchen) sind hoher Temperaturbelastung, Luftfeuchte und zahlreichen Geruchsstoffen ausgesetzt, die eine Lüftung unumgänglich machen. Hier bieten sich Lüftungssysteme an, die die Wärme der Abluft beispielsweise für die Vorwärmung der gleichfalls benötigten großen Wassermengen nutzen. Hohe Energieeinsparungen lassen sich auf ähnliche Weise auch bei der Lüftung in den Schwimmhallen des Hotelgewerbes erzielen. Ein Wärmeentzug aus der Schwimmhallenluft trägt zur Beheizung sowohl der Schwimmhalle als auch des Becken- und Duschwassers bei. Gleichzeitig wird die Hallenluft entfeuchtet.

Für die Wärmerückgewinnung in der Landwirtschaft ist besonders die Stallwärme prädestiniert. Meist übernehmen entsprechende Anlagen gleichzeitig die Belüftung und Entfeuchtung der Ställe. In der Milchproduktion müssen die Milchbehälter gekühlt werden, damit die Milch bei etwa 4°C haltbar bleibt. Mit der Abwärme der

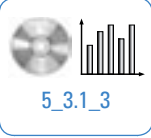


Abb.: 5.3.1_3



Wärmerückgewinnung in der Landwirtschaft

Beispiel: Milchkühlung von 100l Milch

$$Q = m \times c \times \Delta\theta$$

Q = Energiemenge in Wh

m = Wassermenge in l

c = spezifische Wärme von Wasser (1,16Wh(l×K))

$\Delta\theta$ = Temperaturdifferenz

Milchkühlung von 34 °C auf 4 °C

Temperaturdifferenz $\Delta\theta = 30\text{K}$

$$\frac{100\text{l} \times 1,16\text{Wh}}{(1 \times \text{K}) \times 30\text{K}} = 3.480\text{Wh}$$

Wärmerückgewinnung: 75l von 10 °C auf 50 °C

Ersparnis an Heizöl:

$$3,5\text{kWh} \times 365\text{d} = 1.200\text{kWh/a} = 120\text{l Öl}$$



5_3.1_4

Kühlgeräte lässt sich beispielsweise ein Warmwasserspeicher beheizen und damit beispielsweise Heizöl einsparen.



5_3.1_5

3.2 Verbesserte Gerätetechnik und Auslastung

Etwa zwei Drittel des gesamten industriellen Stromverbrauchs betrifft elektrische Antriebe, meist ortsfest installierte Drehstrommotoren. Elektromotoren haben dann einen hohen Wirkungsgrad, d.h., sie wandeln elektrische Energie fast vollständig in mechanische Energie um, wenn sie ihre Nennleistung voll an die anzutreibende Maschine abgeben können. Elektromotoren im Teillastbetrieb haben einen bis zu 25 Prozent schlechteren Wirkungsgrad. Treibt beispielsweise ein Elektromotor, der für 10kW ausgelegt ist, eine Maschine an, die nur 1kW Leistung aufnimmt, so sinkt das Verhältnis von abgegebener mechanischer Energie des Motors zur zugeführten elektrischen Energie auf etwa 0,75. Ein richtig dimensionierter Motor hat dagegen einen Wirkungsgrad von etwa 0,95 bis 0,98.

In einem Bäckereibetrieb entstehen in den Backöfen Energieverluste, die durch die Wärmeabgabe über die Wände und (bei gas- oder ölbeheizten Öfen) die Abgase verursacht werden. Es ist leicht einsichtig, dass die Energieverluste pro gebackenem Brot oder anderer Backwaren umso größer sind, je weniger Backfläche der in Betrieb befindlichen Öfen belegt ist. Die typischen Produktionsspitzen in Bäckereien liegen

zwischen 4 Uhr und 8 Uhr. Zu den anderen Zeiten des Tages wird weit weniger Backfläche benötigt. Um dennoch immer eine möglichst gute Auslastung der Öfen zu gewährleisten, ist es sinnvoll, die gesamte Backfläche auf mehrere Öfen aufzuteilen und nach der morgendlichen Produktionsspitze einen Teil abzuschalten.

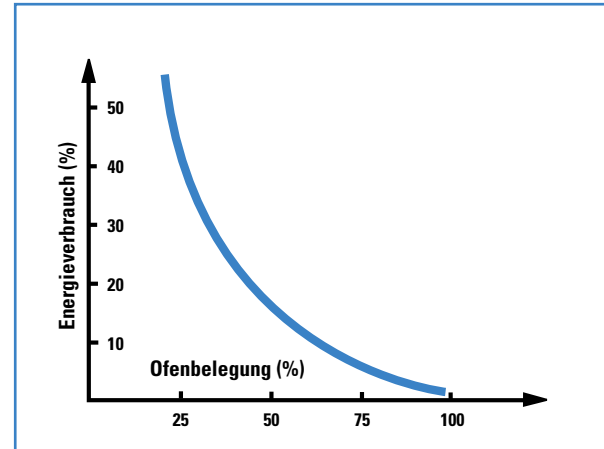
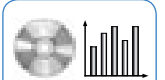


Abb.: 5_3.2_1

Energiemehrverbrauch bei Teilauslastung von Backöfen

Die Wärmeverluste eines Ofens hängen aber auch von den geometrischen Abmessungen ab: Je kleiner das Verhältnis von Ofenaußenfläche zu Backraumvolumen ist, umso geringer sind die Wärmeverluste. Ein großer Backofen hat also weniger Wärmeverluste als mehrere kleine Backöfen, die insgesamt die gleiche Leistung erbringen (gleiche Dämmeigenschaften des Wandmaterials vorausgesetzt). Hier wird deutlich, dass Anzahl und Kapazität der Öfen dem Produktionsablauf sinnvoll anzupassen sind, um dadurch eine Minimierung des Energieverbrauchs zu erreichen.

Neben der optimierten Auslastung setzt verbesserte Dämm- und Gerätetechnik den spezifischen Energiebedarf, d.h. den Energieeinsatz pro Produkt, herab.



5_3.2_1

3.3 Energie- und Ökobilanzen am Beispiel Elektro-Hausgeräte

Elektro-Hausgeräte sind umweltrelevante Produkte in allen Phasen ihres „Lebensweges“. Relevant für die Umwelt heißt, dass bei der Herstellung, während des Gebrauchs im Haushalt und schließlich bei der Entsorgung Auswirkungen auf die Umwelt entstehen. Den Energie- und Ressourcenverbrauch sowie die Schadstoffbelastungen zu minimieren, erfordert ein konsequentes Umweltmanagement. Der Gebrauchsnutzen des Geräts, der Umweltschutz und die Wirtschaftlichkeit sind die wesentlichen Aspekte moderner Produktgestaltung.



4 Energie und Mobilität

4.1 Transport von Personen und Gütern

Der weitaus größte Anteil des Energieverbrauchs im Verkehrsbereich entfällt mit ca. 87 Prozent auf den Straßenverkehr. Der Anteil des Luftverkehrs beträgt knapp zehn Prozent, Schienenverkehr und Binnenschifffahrt benötigen zusammen lediglich ca. drei Prozent.

Der Sektor „Verkehr“ hatte 2003 einen Anteil von etwa 28 Prozent am gesamten Endenergieverbrauch Deutschlands, vergleichbar mit dem Verbrauch der gesamten Industrie (25 Prozent) und den privaten Haushalten (30 Prozent). Dabei ist der Nutzungsgrad in diesem Bereich besonders niedrig: Nur etwa 18 Prozent der eingesetzten Endenergie wird in die gewünschte Nutzenergie, also überwiegend Bewegungsenergie der Fahrzeuge, umgewandelt. Die für den Verkehrssektor bereitgestellte Endenergie besteht zu rund 97 Prozent aus Mineralölprodukten, zu gut zwei Prozent aus Strom und zu weniger als einem Prozent aus sonstigen Energieträgern u. a. Biodiesel. Mehr als die Hälfte des Ölanteils am gesamten Endenergieverbrauch entfällt heute auf Kraftstoffe für Verkehrsleistungen.

Quelle: AG Energiebilanzen 2003

Die damit verbundene Importabhängigkeit ist aus gesamtwirtschaftlicher Sicht bedenklich. Das Auto bleibt auch in absehbarer Zeit das mit Abstand dominierende Verkehrsmittel. Gegenüber dem Transport von Personen und Gütern auf der Schiene, dem Wasser und durch die Luft verursacht der Straßenverkehr die größten Umweltbelastungen. Nach Angaben des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen wurden rund 80 Prozent der Leistungen des Personenverkehrs als Individualverkehr (Pkw) über die Straße bewältigt und 67 Prozent des Güterverkehrs rollten per Lkw über die Straße. Aufgrund einer zu erwartenden weiteren Zunahme des Pkw-Bestandes in Deutschland, geht das Bundesministerium in den Verkehrsprognosen von einer weiter dominierenden Stellung des motorisierten Individualverkehrs im Personenverkehr bis zum Jahr 2015 aus.

Quelle: BMVBW, Verkehrsbericht 2000

Leistungen im Personenverkehr können durch das Produkt aus zurückgelegten Kilometern und der Anzahl der transportierten Personen in „Personenkilometer“ (PKM) charakterisiert werden. In analoger Weise verwendet man „Tonnenkilometer“ (TKM) für Leistungen des Güterverkehrs.

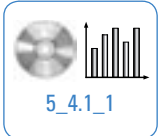
Beförderungsleistung im Vergleich 1998–2003

in Mio. per km

Jahr	Bus- und Straßenbahn (öffentlicher Linienverkehr)	Eisenbahnverkehr	Luftverkehr	Motorisierter Individualverkehr
1998	51.331	72.666	37.500	850.900
2003	52.728	71.293	43.296	872.300

Abb.: 5_4_1_1

Die rasante wirtschaftliche Entwicklung und die damit verbundene Steigerung der Lebensqualität haben in den letzten Jahrzehnten zu einer starken Verbreitung des privaten Kraftfahrzeugs geführt. Betrug die Anzahl der Pkw auf 100 Personen Anfang der sechziger Jahre noch etwa zehn (alte Bundesländer), so gibt es momentan einen Bestand von etwa 45 Mio. Pkw (Statistisches Bundesamt). Bei einer Bevölkerungszahl von etwa 82,5 Mio. Menschen teilen sich statistisch gesehen rund zwei Personen einen Pkw.



Im motorisierten Verkehr mit Personen hat der Individualverkehr eine überragende Stellung. Von 57.810 Mio. Personen, die 2002 befördert wurden, haben lediglich 9.972 Mio. Menschen den Öffentlichen Personennah- bzw. Bahn-Verkehr genutzt. Im gleichen Zeitraum haben 47.838 Mio. Personen auf ein Verkehrsmittel des motorisierten Individualverkehrs zurückgegriffen.

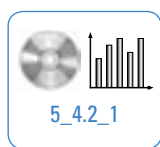
4.2 Verkehrsmittel im Vergleich

Spezifischer Energieverbrauch

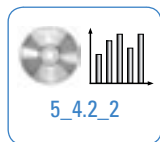
Der Energieverbrauch eines Fahrzeugs hängt neben der Antriebsart entscheidend von der Gesamtmasse des jeweiligen Transportmittels und seiner Form ab. Die mechanische Antriebsenergie wird hauptsächlich für Beschleunigungsarbeit und Hubarbeit (Steigung) benötigt, beide Größen sind direkt proportional zur Masse. Der Luftwiderstand wird durch die Form beeinflusst und wächst mit dem Quadrat der Geschwindigkeit des Fahrzeugs. Um Pkw im Energieverbrauch unterscheiden bzw. vergleichen zu können, ist die Angabe des Benzin-, Diesel-, Strom- oder Gasverbrauchs je 100 km sicher sinnvoll.

Pkw und Bus werden beide mit Verbrennungsmotoren betrieben, die den Gesetzen der Thermodynamik zufolge einen relativ geringen Wirkungsgrad haben (ca. 18 Prozent). Die Elektromotoren der Bahn haben zwar einen viel besseren Wirkungsgrad, der

Bahnstrom wird in Deutschland (ca. 80 Prozent der Strecken sind elektrifiziert) aber hauptsächlich aus Wärmekraftwerken gewonnen, die physikalisch bedingt ebenfalls Umwandlungsverluste aufweisen.



Damit ergibt sich ein etwa gleich hoher spezifischer Energieverbrauch für Bus und Bahn in Deutschland. Der spezifische Energieverbrauch von Pkw gegenüber Bus und Bahn beträgt fast das Vierfache. Unschlagbar im „Energieverbrauch“ ist das Transportmittel Fahrrad: Ein Mensch verbraucht im Durchschnitt nur 67kJ Energie, um einen Kilometer zurückzulegen, zu Fuß sind das immerhin rund 300kJ. Natürlich ist diese „menschliche“ Energiebilanz nicht ernsthaft mit den übrigen Transportmitteln zu vergleichen und soll hier nur zum Größenvergleich dienen.



Nach wie vor hat den stärksten Anteil am Transportaufkommen der Straßengüterverkehr. Mit 303,7 Mrd. Tonnenkilometer (tkm) im Inland hat sich die Leistung 2004 gegenüber dem Vorjahr gesteigert. Bei der Bahn ist das Güterverkehrsaufkommen auf 86,4 Mrd. tkm angestiegen. Das Transportaufkommen in der Binnenschifffahrt legte ebenfalls zu und lag bei 63,7 Mrd. tkm. Nicht zu vergessen beim Güterverkehr ist der Transport von Rohöl in Rohrleitungen; immerhin lag die Leistung hier 2004 bei etwa 16,2 Mrd. tkm.

Der deutlichste Anstieg in der Frachtbeförderung fand 2004 aber in der Luftfahrt statt. Hier wurden etwa 2,7 Mio. Tonnen befördert, das entspricht einem Anstieg von etwa 15 Prozent gegenüber 2003.

Quelle: Statistisches Bundesamt, 2005

Umweltaspekte

Neben dem spezifischen Energieverbrauch ist die Umweltverträglichkeit der Verkehrsmittel ein wichtiges Vergleichskriterium.

Was sind die wichtigsten Umweltfaktoren?

- Emissionen klimarelevanter Gase (z.B. CO₂) und von Luftschadstoffen
- Lärmbelästigung
- Flächenbedarf (Landschaftsveränderungen)
- Unfallrisiko

Schadstoffemissionen im Personen- und Güterverkehr treten durch die unvollständige Verbrennung von Benzin und Dieselöl (Gas) in Verbrennungsmotoren und bei der Erzeugung des Stroms für elektrisch betriebene Pkw und Schienenfahrzeuge in Kraftwerken auf.

In einem Trendszenario nehmen im Zeitraum von 1997 bis 2020 die gesamten Personenverkehrsleistungen von 997 Mrd. Personenkilometer (Pkm) auf 1.272 Mrd. Pkm zu. Dabei wächst der motorisierte Individualverkehr am stärksten. Gleichzeitig steigen auch die Fahrleistungen der Pkw. Allerdings verbrauchen die Fahrzeuge weniger Kraftstoff. Der Kraftstoffverbrauch insgesamt und damit auch die CO₂-Emissionen der Pkw nehmen in diesem Szenario deutlich, um 16 Prozent, ab.

Insgesamt wird bei den CO₂-Emissionen des bodengebundenen Verkehrs ein Rückgang um 15 Prozent erwartet. Diese Reduktion wird wahrscheinlich durch die Zunahme des drastisch steigenden Luftverkehrs kompensiert.

Kohlendioxidemissionen 1990, 1997, Trend 2020 Personenverkehr

	1990	1997	2020
Gesamt	163.480	160.260	160.690
Straße	142.000	136.000	114.000
Schiene	8.280	7.160	7.490
Luft	13.200	17.100	39.200

Abb.: 5_4_2_3

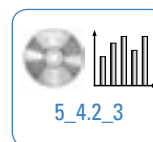
Kohlendioxidemissionen 1990, 1997, Trend 2020 Güterverkehr

	1990	1997	2020
Gesamt	55.950	66.980	95.790
Straße	45.200	58.000	78.900
Schiene	4.900	2.930	2.980
Wasser	2.400	2.230	3.310
Luft	3.450	3.820	10.600

Im Bereich Güterverkehr wird in einem Trendszenario bis zum Jahr 2020 ein Anwachsen der Verkehrsleistungen mit 73 Prozent erwartet. Hiervon ist vor allem der Straßengüterverkehr betroffen.

Anders als bei Pkw rechnet man bei den Nutzfahrzeugen nur mit geringen technischen Möglichkeiten zur Minderung des durchschnittlichen Verbrauchs. Rückgänge im spezifischen Verbrauch von Neufahrzeugen werden durch den steigenden Anteil größerer Fahrzeuge und besserer Auslastungsgrade der Lkw kompensiert. Deshalb sind beim Güterverkehr mit keinen Verringerungen der CO₂-Emissionen zu rechnen.

Quelle: DIW 47/02



4.3 Strategien zum Energiesparen im Verkehrswesen

Verkehrswachstum

Personen- und Güterverkehr nehmen eine Schlüssel-funktion in einer modernen, wettbewerbsorientierten Industriegesellschaft ein. Dabei sind dem Verkehrswachstum Grenzen gesetzt.

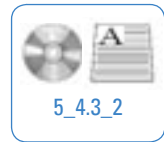
Damit Energieverbrauch und Umweltbelastungen nicht im gleichen Maße wie die Verkehrsleistungen zunehmen, sind Maßnahmen unerlässlich, die

- die vorhandenen Verkehrswege mit neuen Technologien effektiver gestalten;
- den privaten Personenverkehr viel stärker mit dem öffentlichen Verkehr verbinden;
- den Energiebedarf und die Schadstoffemissionen pro Personenkilometer bzw. Tonnenkilometer deutlich reduzieren.

Tipps zum Autofahren

- Kurzstrecken mit dem Auto sind besonders teuer. Der Treibstoffverbrauch beispielsweise eines Mittelklassewagens liegt direkt nach dem Start bei 40l/100km. Nach einem Kilometer Fahrt sind es immerhin noch 20l. Das „normale“ Verbrauchsniveau wird erst nach vier Kilometern erreicht.
- „Lückenspringen“ vermeiden. Unter energetischen Gesichtspunkten ist es höchst verschwenderisch und zeitlich ergibt sich auch nur ein kleiner Gewinn. Laut einer Untersuchung des ADAC bringt es nur wenige Minuten Zeitgewinn und treibt den Benzinverbrauch um bis zu 40 Prozent in die Höhe.
- Überflüssige Ladung erhöht den Verbrauch. Der Kraftstoffverbrauch eines Fahrzeugs wird durch das Gesamtgewicht des Fahrzeugs stark beeinflusst. Überflüssige Ladung, beispielsweise Schneeketten im Sommer, sollten ausgeräumt werden, denn pro 100 km erhöht sich der Kraftstoffverbrauch um bis zu 0,5l. Allein der Einsatz moderner Kunststoffe in Automobilen spart in Westeuropa etwa 2,3Mio. Tonnen Kraftstoff pro Jahr. Auch der Dachgepäckträger sollte nur dann genutzt werden, wenn es unbedingt notwendig ist. Durch den zusätzlichen Luftwiderstand erhöht sich der Kraftstoffverbrauch um 12 bis 25 Prozent.

sichtigung der jeweiligen spezifischen Leistungsfähigkeit aufeinander abgestimmt, weiter entwickelt wird. Dies gilt besonders für die Optimierung der Verkehrsabläufe bei der Zulieferung für die Produktion und bei der Verteilung von Gütern. Um teure und unrentable Lagerkapazitäten einzusparen, werden in der Praxis die Warenbewegungen zunehmend knapper disponiert, so dass die Anlieferungen zu fest vorgegebenen Tageszeiten an den entsprechenden Produktionsorten oder Handelsplätzen zuverlässig und sicher erfolgen müssen. Zulieferfirmen und Spediteure erhalten nur dann Aufträge, wenn sie schnell, termingerecht und kostengünstig arbeiten können.



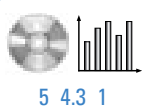
Kombiverkehr

Die gleichen Kriterien müssen auch das Leistungsbild der Bahn bestimmen, wenn eine stärkere Übernahme des Gütertransports auf den Schienenweg erfolgen soll. Intelligente Verkehrsleitsysteme, die vor allem auch die Umschlagplätze Straße-Schiene, Schiene-Straße einbeziehen, können erheblich dazu beitragen. Aus ökologischer Sicht wäre eine Förderung des Eisenbahnverkehrs bzw. kombinierte Verkehrsmittel wünschenswert. Voraussetzung dazu ist aber der Abbau von Hemmnissen im grenzüberschreitenden Eisenbahn-Verkehr bzw. diskriminierungsfreier Zugang zur Eisenbahninfrastruktur. Das bedeutet, dass die notwendigen Organisations- und Kommunikationsstrukturen für die Logistik dieses „Kombiverkehrs“ geschaffen bzw. verbessert werden.

Ein besonderer Vorteil der Bahn ergibt sich, wenn große Mengen über weite Strecken transportiert werden. Im Zuge der Verwirklichung des Europäischen Binnenmarktes sind viele Zoll- und Handelsschranken gefallen. Leider erzwingen unterschiedliche Bahnsysteme und dazugehörige Signalsysteme heute noch unnötige Wartezeiten im Durchgangsverkehr. Dem europaweiten Bahnverkehr stehen somit noch große Herausforderungen bevor.

Öffentlicher Nahverkehr

Der öffentliche Personennahverkehr muss attraktiver werden – eine Forderung, die schon seit Jahrzehnten besteht. Vorrangregeln für beispielsweise Busse in Innenstädten und ein modernes Verkehrsmanagement gehören dazu. Verbindungen aus den umliegenden Regionen von Städten sollten ohne hinderliches und zeitraubendes Umsteigen bis in die Stadtzentren angeboten werden. Schnelle Verbindungen könnten Züge des Regionalverkehrs sichern, die sowohl im Bundesbahnnetz als auch weiterführend im U- und Stadtbahnnetz einsetzbar sind. Aus Gründen der Energieersparnis sollten sie im Verhältnis zu ihrem Ge-



Produktion und Handel

Wichtig ist, dass eine integrierte Verkehrswegeplanung, die Netze des Straßenverkehrs, der Bahn und der Binnenschifffahrt unter Berück-