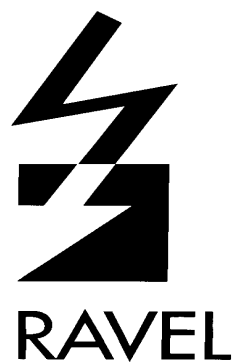


1992 724.397.12.51.1 D

Materialien zu RAVEL

Grundbegriffe der Energiewirtschaft (Glossar)

Robert Leemann



Ressort 12:
Industrie

Bundesamt für Konjunkturfragen

Adressen:

Herausgeber: Bundesamt für Konjunkturfragen (BfK)
Belpstrasse 53
3003 Bern
Tel.: 031/61 21 39
Fax: 031/46 41 02

Geschäftsstelle RAVEL

c/o Amstein+Walthert AG
Leutschenbachstrasse 45 8050 Zürich
Tel.: 01/305 91 11
Fax: 01/305 92 14

Ressortleiter: Daniel Spreng

Forschungsgruppe Energieanalysen
ETHZ
8092 Zürich
Tel.: 01/256 41 89
Fax: 01/251 21 72

Autoren:

Robert Leemann
Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG
Bellerivestrasse 36 8034 Zürich
Tel.: 01/385 22 11
Fax: 01/385 24 25

Diese Studie gehört zu einer Reihe von Untersuchungen, welche zu Handen des Impulsprogrammes RAVEL von Dritten erarbeitet wurde. Das Bundesamt für Konjunkturfragen und die von ihm eingesetzte Programmleitung geben die vorliegende Studie zur Veröffentlichung frei. Die inhaltliche Verantwortung liegt bei den Autoren und der zuständigen Ressortleitung.

Copyright Bundesamt für Konjunkturfragen
3003 Bern, September 1992

Auszugsweiser Nachdruck unter Quellenangabe erlaubt.

Zu beziehen bei der Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern (Best. Nr. 724.397.12.51.1 D)

Form. **724.397.12.51.1 D 9.92 1000 RAVEL - Materialien zu RAVEL**

Materialien zu RAVEL

Grundbegriffe der
Energiewirtschaft
(Glossar)

Robert Leemann

RAVEL - Materialien zu RAVEL



Impulsprogramm RAVEL
Bundesamt für Konjunkturfragen

Inhalt

Einleitung

1	Allgemeine Energiebegriffe	1
1.1	Energie	1
1.2	Energiearten, Energieträger	2
1.3	Energieinhalt	7
1.4	Energieumwandlung, Energieverluste	7
1.5	Stufen der Energieumwandlung	8
2.	Der Energiemarkt	13
2.1	Elektrizitätsversorgung	13
2.2	Fernwärmeversorgung	20
2.3	Versorgung mit Erdöl	22
2.4	Versorgung mit Erdgas	23
2.5	Versorgung mit Kohle	24
2.6	Energiepreise	24
3.	Grundbegriffe der Energieverwendung	32
3.1	Zeitbegriffe	32
3.2	Leistungsbegriffe	33
3.3	Arbeitsbegriffe	35
3.4	Kenngrossen für die Benutzung	36
3.5	Kenngrossen für den Wirkungsgrad	39
4.	Energieverwendung im Betrieb	41
4.1	Struktur des betrieblichen Energieverbrauches	41
4.2	Erfassung und Analyse des Energieverbrauches	46
4.3	Energiebewirtschaftung, Energiemanagement	52
4.4	Rationelle Energieverwendung	54
5.	Energiekosten und Wirtschaftlichkeit	59
5.1	Allgemeine Kostenbegriffe	59
5.2	Allgemeine Begriffe des betrieblichen Rechnungswesens	61
5.3	Betriebliche Energiekostenrechnung	65
5.4	Wirtschaftlichkeitsrechnung	70
6.	Umwelt	74
6.1	Allgemeine Begriffe	74
6.2	Formen der Umweltbelastung, Schadstoffe	75
6.3	Gesetze und Verordnungen des Bundes im Bereich Umwelt	77
	Anhang 1 Masseinheiten	79
	Anhang 2 Dezimale - Teile und Vielfache	80
	Anhang 3 Wichtige Umrechnungsfaktoren	80
	Literaturverzeichnis	81
	Stichwortverzeichnis	83

Einleitung

Das vorliegende Glossar enthält eine Sammlung der wichtigsten Grundbegriffe und Begriffsbestimmungen der Energiewirtschaft. Das Schwergewicht liegt dabei auf den allgemeinen Energiebegriffen sowie den Begriffen, welche im Zusammenhang mit den wirtschaftlichen/betriebswirtschaftlichen Fragen der Energieversorgung von Bedeutung sind, also mit dem Bereich der Energiebewirtschaftung (Energiemanagement) im weitesten Sinn. Für die Fülle fachspezifischer, energietechnischer Begriffe (z.B. aus den Bereichen der Belüftungstechnik, Antriebstechnik, Lichttechnik, Gebäudetechnik, etc.) muss andererseits weitgehend auf die entsprechenden speziellen RAVEL-Veröffentlichungen, sowie die Fachliteratur verwiesen werden.

Adressaten dieses Glossars im Rahmen des RAVEL Programms sind insbesondere die Energieverbraucher in Unternehmen und Betrieben, also z.B. Betriebsleiter oder Energieverantwortliche, oder auch leitende Mitarbeiter im technischen und kaufmännischen Bereich, welche sich mit betrieblichen Energiefragen befassen müssen.

Das Glossar kann nicht nur dem Nicht-Spezialisten helfen gewisse Begriffe der Energiewirtschaft zu klären, sondern es soll auch dazu dienen, eine möglichst einheitliche Verwendung von Energiebegriffen, also eine möglichst einheitliche Sprachregelung zu erzielen. In der Praxis, und selbst in den Publikationen der offiziellen Fachorganisationen gibt es allerdings eine solche absolut einheitliche Begriffsregelung nicht; für die Bezeichnung gewisser Tatbestände sind manchmal verschiedene Begriffe durchaus gebräuchlich (z.B. die gleichbedeutenden Begriffe Barwert und Gegenwartswert, etc.). Im vorliegenden Glossar werden gleichbedeutende, gebräuchliche Begriffe jeweils in Klammer neben dem Hauptbegriff aufgeführt; insgesamt wird jedoch die Verwendung mehrerer Begriffe für den gleichen Tatbestand so weit wie möglich vermieden. Die hier verwendeten Begriffe und Begriffsbestimmungen stützen sich auf verschiedene Quellen der anerkannten Fachliteratur. Ein Verzeichnis der wichtigsten Literatur ist im Anhang aufgeführt.

Bei verschiedenen Themen gehen die Texte über eine reine Begriffsbestimmung hinaus und bestehen aus ausführlicheren Erläuterungen mit Daten oder Zahlenbeispielen etc. Dies gilt vor allem für die Kapitel 'Energemarkt' und 'Energiebewirtschaftung'. Das Glossar soll also nicht nur Begriffe klären, sondern im energie betriebswirtschaftlichen Bereich auch gewisse Grundinformation und -kenntnisse vermitteln.

Die Begriffe sind nicht in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt, sondern sind nach bestimmten Themen- und Sachbereichen geordnet. Ein sehr detailliertes Stichwortverzeichnis im Anhang erlaubt jedoch das Auffinden eines Begriffes ohne Schwierigkeiten.

1. Allgemeine Energiebegriffe

1.1 Energie

- Begriff und physikalische Masseinheit der Energie

Energie als physikalischer Begriff bedeutet Vorrat an Arbeitsvermögen. Energie wird auch als Fähigkeit eines Systems bezeichnet, äussere Wirkung hervorzurufen (Max Planck). Internationale Masseinheit der Energie ist heute das Joule (J); früher war auch die Kalorie (cal) gebräuchlich.

1 Joule (J) = 1 Wattsekunde (Ws)

1 Kilowattstunde (kWh) = $3.6 \cdot 10^6$ Joule = 3.6 Megajoule (MJ) ($3'600 \text{ s} = 1 \text{ h}$)

1MJ = 0.278 kWh

1kWh = 860 kcal (Kilokalorien)

- Leistung

Als Leistung bezeichnet man den auf eine Zeiteinheit bezogenen Energieumsatz (Leistung = Energie pro Zeiteinheit). Masseinheit der Leistung ist das Watt (W).

1W = 1 J/s.

1kW = 1 000 W = 3.6 MJ/h

- Erscheinungsformen der Energie

Energie tritt in verschiedenen Erscheinungsformen auf, z.B. als mechanische Energie (Energie der Lage und der Bewegung), thermische Energie (Wärme), chemische Bindungsenergie, elektrische Energie, elektromagnetische Strahlungsenergie oder Kernenergie. Energie kann gespeichert werden; sie kann auch umgewandelt werden und dabei Träger und Erscheinungsform wechseln (z.B. beim Speicherkraftwerk: Umwandlung der potentiellen mechanischen Energie von gespeichertem Wasser in elektrische Energie). Energie kann jedoch weder "erzeugt" noch vernichtet werden. Der Begriff "Energieerzeugung" ist allerdings in der Praxis durchaus gebräuchlich (siehe 3.3, Arbeitsbegriffe).

- Wertigkeit der Energie

Unter hochwertiger Energie versteht man Exergie, die möglichst vollständig in andere Energieformen umgewandelt werden kann. Mass für die Qualität oder Wertigkeit von Energie ist die Exergie: Als Exergie bezeichnet man jenen Anteil der Energie, der in andere Energieformen umwandelbar ist; der nicht weiter umwandelbare Energieanteil heisst Anergie. Bei jedem energetischen Prozess nimmt die Exergie ab und die Anergie zu; insgesamt bleibt die Energie jedoch konstant: Energie = Exergie + Anergie = konstant.

Mechanische Energie und elektrische Energie z.B. sind sehr hochwertige Energieformen (100% Exergie); sie können vollständig in Wärme umgewandelt werden. Wärme hingegen kann nur teilweise in andere Energieformen umgewandelt werden; Wärme enthält also einen nicht umwandelbaren Anteil Anergie (der Wärmehalt eines Körpers, dessen Temperatur nur sehr wenig höher liegt als die Umgebungstemperatur, besteht z.B. fast vollständig aus Anergie).

Für eine optimale Nutzung der Primärenergie muss bei jeder Energieumwandlung der Exergieverlust möglichst klein gehalten werden. Unter diesem Gesichtspunkt ist es z.B. nicht zweckmässig, hochwertige Elektrizität direkt für die Erzeugung von Niedertemperaturwärme zu verwenden. Grundsätzlich gilt dies für alle hochwertigen Energieträger, also auch für Oel und Gas. Energetisch sinnvoller ist es also z.B. mittels hochwertiger Energie und einer Wärmepumpe niederwertige Umgebungswärme zu nutzen.

- **Energie als Wirtschaftsgrösse**
Der Begriff Energie wird nicht nur in seiner physikalischen Bedeutung verwendet, sondern auch im Sinne einer Wirtschaftsgrösse (Energie als Marktprodukt, als Produktionsfaktor, als Motor der Wirtschaft). Der Begriff der Energie als Wirtschaftsgrösse steht im vorliegenden Kompendium im Vordergrund, im Bewusstsein jedoch, dass der Umfang des Energieverbrauches stets auch ein Indikator für die Belastung unserer Umwelt ist.
- **Energiesystem (in der Energiewirtschaft und Energietechnik)**
Technisch-wirtschaftliches Gesamtsystem, das zur Energieumsetzung (Energiegewinnung und -verteilung, Energieanwendung) dient. Je nach Betrachtungsweise ergibt sich eine andere Abgrenzung des Energiesystems.
- **Energietechnik**
Teil der Technik, der die Nutzbarmachung (Gewinnung), Umwandlung, Verteilung und Anwendung von Energie zum Gegenstand hat.

1.2 Energiearten, Energieträger

- **Energievorkommen**
Gesamtheit der in der Natur vorhandenen und mit technischen Mitteln gewinnbaren erneuerbaren und nicht-erneuerbaren Energien.
- **Energiequellen (erneuerbare)**
Wirtschaftlich nutzbares Energiedargebot aus kontinuierlichen, in der Natur ohne menschliches Zutun auftretenden Energieumsetzungsprozessen (z.B. Sonnenenergie, Erdwärme).
- **Energievorräte (nicht erneuerbare)**
Bekannte und vermutete nicht-erneuerbare Energievorkommen, welche wirtschaftlich nutzbar sind (z.B. Vorräte an Kohle, Erdöl).
- **Energieträger**
Alle Stoffe bzw. physikalischen Erscheinungsformen von Energie, aus denen direkt oder durch eine oder mehrere Umwandlungen Nutzenergie bzw. Energiedienstleistungen gewonnen werden können. Energieträger sind z.B. Erdgas, Elektrizität, Dampf. Die Begriffe "Energieträger", "Energiearten", "Energiequellen" und "Energie" werden häufig undifferenziert nebeneinander verwendet.
- **Wärmeträger (Wärmeträgermedium)**
Stoff, der wegen seiner Eigenschaften besonders geeignet ist Energie in der Form von Wärme (thermischer Energie) zu transportieren oder zu übertragen (z.B. Heisswasser, Dampf, Thermoöle, etc.).
- **Fossile Energieträger**
Energieträger organischer Herkunft, welche in erdgeschichtlichen Zeiten entstanden sind, Insbesondere Erdöl (bzw. Erdölprodukte), Erdgas und Kohle (Steinkohle, Braunkohle). Die fossilen Energieträger deckten 1990 rund 75% des gesamten Energieverbrauches in der Schweiz (Endenergieverbrauch). Im Hinblick auf die beschränkten Ressourcen (nicht-erneuerbare Energie) und die mit der Nutzung entstehende Umweltbelastung kommt der sparsamen und rationellen Verwendung der fossilen Energieträger im Rahmen der Energiepolitik hohe Priorität zu.

- **Anteil der fossilen Energieträger am schweizerischen Endenergieverbrauch:**

	Verbrauch in PJ			Anteil am Total (%)		
	1970	1980	1990	1970	1980	1990
Fossile Energieträger						
- Erdölprodukte						
Brennstoffe	317	309	249	54	45	32
Treibstoffe	138	179	248	24	26	32
Total Erdölprod.	455	488	497	78	71	64
- Gas (Erdgas)	7	34	70	1	5	9
- Kohle	24	14	14	4	2	2
- Total fossile En.	486	536	581	83	78	75
Andere Energieträger						
- Elektrizität	90	127	168	15	19	21
- Uebrige **)	11	21	29	2	3	4
Total Endverbrauch	587	684	779	100	100	100

*) Davon ca. 2 PJ durch fossile Brennstoffe erzeugt

**) Holz, Fernwärme, Industrieabfälle

- **Kernenergie**

Energie, welche aus einem Kernbrennstoff gewonnen wird. Der Kernbrennstoff ist ein Material, das einen oder mehrere Spaltstoffe enthält, welche eine Kettenreaktion aufrechterhalten können (z.B. Uran 235). (Die Gewinnung von Kernenergie ist grundsätzlich auf zwei Wegen möglich, nämlich durch Kernspaltung und Kernfusion. Die technische und wirtschaftliche Verwertung der Kernfusion ist zur Zeit nicht gegeben.)

Kernenergie wird insbesondere zur Stromerzeugung genutzt. Der Anteil der Kernkraftwerke an der schweizerischen Landeserzeugung (Strom) betrug 1990 rund 41

- **Erneuerbare Energie (regenerierbare, regenerative Energie)**

Als erneuerbare Energie bzw. Energiequellen (oft auch regenerierbare oder regenerative E.) bezeichnet man Energie, die sich auf natürliche Weise entweder kontinuierlich oder in Zyklen (z.B. Jahreszyklus oder einige Generationen) erneuert. Die Energiequellen können dabei vollständig oder nur teilweise erneuerbar sein. (Nicht erneuerbare Energien sind andererseits Energien, die sich nicht oder nur in erdgeschichtlichen Zeiträumen erneuern, z.B. die fossilen Brennstoffe). Für die Schweiz grundsätzlich von Bedeutung sind folgende erneuerbaren Energiequellen:

- Wasserkraft (potentielle Energie der Gewässer)
- Sonnenenergie (Sonnenstrahlung)
- Umgebungswärme (Umweltenergie)
- Geothermische Energie (Erdwärme)
- Biomasse (v.a. Holz)
- Windenergie

Vom unerschöpflichen, teilweise sehr grossen Potential an erneuerbaren Energiequellen lässt sich jedoch unter den gegebenen technischen, wirtschaftlichen und oekologischen Bedingungen bzw. Einschränkungen nur ein kleiner Teil sinnvoll nutzen.

Heutiger Anteil der erneuerbaren Energien am gesamten Endenergieverbrauch in der Schweiz, gemäss Erfassung in der schweizerischen Gesamtenergiestatistik:

- Wasserkraft	12.5 %
- Blomasse (Holz)	1.5 %
- Uebrige	< 1.0 % (geschätzt)

(Nicht erfasst ist hier natürlich der indirekte Beitrag von Sonnenenergie, Erdwärme etc. zur Schaffung der lebensermöglichenden Bedingungen auf unserem Planeten).

- **Wasserkraft**

Potentielle Energie (Lageenergie) der Gewässer. Wasserkraft wird insbesondere zur Stromerzeugung genutzt. Der Anteil der Wasserkraftwerke an der schweizerischen Landeserzeugung (Strom) betrug im Jahre 1990 rund 56 %.

- **Sonnenenergie (Solarenergie)**

Unter Sonnenenergie bzw. Nutzung von Sonnenenergie verstehen wir im engeren Sinn die direkte Nutzung der Sonnenstrahlung z.B. mittels Sonnenkollektoren (Wärme) oder Solarzellen (Strom). Sonnenenergienutzung im weitesten Sinn bedeutet jedoch grundsätzlich auch die indirekte Nutzung der Sonneneinstrahlung, bei welcher gespeicherte Sonnenenergie umgewandelt wird. Beispiele: Solare Strahlung bewirkt Verdunstung, Niederschlag und Schneeschmelze; daraus ergibt sich die Wasserkraftnutzung. Die Erwärmung von Erdoberfläche und Atmosphäre gestattet die Nutzung von Umgebungswärme in einer Wärmepumpe; usw.

Man unterscheidet auch aktive und passive Sonnenenergienutzung. Bei der aktiven Sonnenenergienutzung wird die eingestrahlte Sonnenenergie mit einem Kollektor zunächst auf ein Wärmeträgermedium übertragen und dann der Nutzung zugeführt. Bei einem System der passiven Sonnenenergienutzung werden Bauteile so gestaltet, dass sie direkt zur Nutzung der Sonnenenergie beitragen (z.B. zweckmässig ausgerichtete Fenster).

- **Sonnenkollektor**

Vorrichtung, welche die einfallende Sonnenstrahlung einfängt und, im allgemeinen, in thermische Energie umwandelt und diese an ein Wärmeträgermedium abgibt. Im Absorber wird die Sonnenstrahlung absorbiert, in Wärme umgewandelt und diese auf ein Wärmeträgermedium übertragen, welches die thermische Energie abführt. Als Wärmeträger- bzw. Wärmetransportmedium dienen z.B. Luft, Wasser oder Öl.

- **Solarzelle (Photovoltaische Zelle)**

Vorrichtung, welche unter Ausnutzung des inneren Photoeffektes Sonnenstrahlung direkt in elektrische Energie umwandelt. In der Praxis werden mehrere Zellen zu einem Modul verarbeitet und verschiedene Module zu grösseren Einheiten zusammengefügt (Photovoltaische Anlage). (Ganz kleine Anlagen werden z.B. für die isolierte Stromversorgung kleiner Leistung eingesetzt (z.B. Telekommunikation, Aufladen von Batterien). Etwas grössere Anlagen haben typischerweise Leistungen um 3 kW. Ein grosses Sonnenkraftwerk von 500 kW Leistung ist vor kurzem auf dem Mt. Soleil in Betrieb genommen worden.)

- **Umgebungswärme (Umgebungsenergie, Umweltenergie)**

Die aus Sonnenenergie (oder auch aus Abwärme z.B. aus Industrie oder Haushalt) in der Luft, dem Oberflächenwasser und Grundwasser und dem Erdboden aufgenommene und gespeicherte Wärmeenergie wird als Umgebungswärme (auch Umgebungsenergie oder Umweltenergie) bezeichnet. Die Nutzung der Umgebungsenergie zur Raumheizung oder Warmwasserbereitung erfordert die Zuführung zusätzlicher Energie, um sie auf ein höheres Temperaturniveau zu bringen. Dies kann mit Hilfe einer Wärmepumpe geschehen.

- **Geothermische Energie (Erdwärme)**
Die Geothermie nutzt die im Erdinnern gespeicherte Wärmeenergie. Das Potential an Erdwärme ist sehr gross. Die Dichte des vom Erdinnern zur Erdoberfläche gerichtete Erdwärmestromes ist jedoch relativ gering (ca. 0.06 j/M2. s). Nutzungsmöglichkeiten bestehen daher vor allem dort, wo die Wärmequelle konzentriert und leicht zugänglich ist, bei heissen Gesteinsformationen, die mit Wasser oder Dampf gefüllt sind. Man unterscheidet geothermische Vorkommen niedriger und hoher Temperatur. Die Quellen niedriger Temperatur können zur Raumheizung genutzt werden. Vorkommen hoher Temperatur (150 °C) können zur Elektrizitätserzeugung und für Prozesswärmeanwendungen genutzt werden.
- **Biomasse**
Organische Stoffe nicht fossiler Art aber biologischer Herkunft. Biomasse wird zum Teil zur Gewinnung von Energie genutzt (Holz, Holzschnitzel und andere Sägenebenprodukte, Schlamm aus Kläranlagen, Stallmist und Jauche, Abfälle aus Land- und Forstwirtschaft, etc.). Biomasse wird entweder im Verbrennungsprozess direkt zur Gewinnung von Wärme genutzt (sog. Energieholz: Stückholz, Schnitzel, Späne) oder in verschiedenen thermochemischen oder biologischen Umwandlungsverfahren (Biokonversion; z.B. anaerobe Fermentation, etc.) in eine nutzbare Energieform umgewandelt (Holzkohle, Biogas, EthanolAlkohol, etc.). - Der energetischen Nutzung von Holz sind allerdings relativ enge Grenzen gesetzt, damit die Wälder, deren Aufbau u.U. Generationen gedauert hat, als erneuerbare Energiequelle dauernd erhalten werden können.
- **Biogas**
Gas, das aus der anaeroben Fermentation (Konversion ohne Lufteinfluss) von Biomasse hervorgegangen ist und aus einem Gemisch aus Methan und Kohlendioxyd besteht. Natürliche Biogasvorkommen, die z.T. genutzt werden, sind z.B. Stallmist-Gas und MoorGas.
- **Ethanol-Alkohol**
Wird aus Fermentation und anschliessender Destillation von zuckerhaltigen Pflanzen (z.B. Zuckerrohr) gewonnen. Ethanol kann mit Erdölderivaten zur Gewinnung von synthetischen Treibstoffen vermischt werden.
- **Methanol-Alkohol**
Wird durch chemische Synthese nach Vergasung von kohlenstoffhaltigen Stoffen (z.B. Holz) gewonnen. Lässt sich zu synthetischen Treibstoffen weiterveredeln.
- **Holzkohle**
Wird aus der langsamen und unvollständigen Verbrennung von Holz gewonnen.
- **Gesamtenergiestatistik der Schweiz**
Die Gesamtenergiestatistik (Gesamtenergiebilanz) der Schweiz für das Jahr 1990 ist in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1

Gesamtenergiestatistik der Schweiz für das Jahr 1990
(Gesamtenergiebilanz)

Table 1
Tableau 1

Energiebilanz der Schweiz für das Jahr 1990 (in TJ)
Bilan énergétique de la Suisse pour 1990 (en TJ)

	Feste Brennstoffe				Rohöl	Eröl- produkte	Gas	Wasserkraft	Kern- brennstoffe	Zwischen- total	Elektrizität	Fernwärme	Total	
	Holz	Kohle	Müll + Ind. Abfälle											
			Combustibles solides											
Bois	(1a)	(1b)	(1c)	(1d)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
Inlandproduktion	11 560	-	23 200	-	-	-	-	140	138 040	-	172 940	-	-	172 940
Import	560	14 340	-	-	130 920	394 100	75 760	-	243 240	82 080	-	-	-	941 000
Export	-	-360	-	-	-	-6 570	-	-	-	-89 670	-	-	-	-96 600
Lagerveränderung ¹	-	910	-	-	-2 390	630	-	-	-	-850	-	-	-	-850
Bruttoverbrauch	12 120	14 890	23 200		128 530	388 160	75 900	138 040	243 240	1 024 080	-7 590	-	-	1 016 490
Energieumwandlung:														
- Wasserkraftwerke	-	-	-	-	-	-	-	-138 040	-	-138 040	110 430	-	-	-27 610
- Kernkraftwerke	-	-	-	-	-	-	-	-	-243 240	-243 240	80 270	890	-	-162 080
- konventionell-thermische Kraft-, Fernheiz- und Fernheizkraftwerke	-	-530	-16 490	-	-	-4 230	-4 750	-	-	-26 000	3 960	10 580	-	-11 460
- Gaswerke	-	-	-	-	-	-340	320	-	-	-20	-20	-	-	-960
- Raffinerien	-	-	-	-	-128 530	127 570	-	-	-	-960	-	-	-	-960
Eigenverbrauch des Energiesektors ² :														
Übertragungs- und Verteilverluste	-	-	-	-	-	-5 280	-990	-	-	-6 270	-19 400	-1 050	-	-26 720
Nichtenergetischer Verbrauch, statistische Differenzen														
-	-	-	-	-	-	-8 710	-	-	-	-8 710	-	-	-	-8 710
Endverbrauch	12 120	14 360	6 710		-	497 170	70 480	-	-	600 840	167 670	10 420	-	778 930
Haushalte	8 190	650	-	-	-	136 070	28 470	-	-	-	47 570	4 440	-	225 390
Industrie	2 750	13 680	6 710	-	-	38 600	27 560	-	-	-	54 750	1 980	-	146 030
Gewerbe, Landwirtschaft	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dienstleistungen	1 180	30	-	-	-	78 290	14 450	-	-	-	56 090	4 000	-	154 040
Verkehr	-	-	-	-	-	244 210	-	-	-	-	9 260	-	-	253 470

¹ Lagerabnahme
- Lagerzunahme
ohne Umwandlungsverluste

(Quelle: Bundesamt für Energiewirtschaft, Schweizerische Gesamtenergiestatistik 1990)

1.3 Energieinhalt

- Unterer Heizwert H_u (Energieinhalt eines Brennstoffes)

Wärmemenge, die bei vollständiger Verbrennung einer Mengeneinheit eines Brennstoffes (kg, m³) frei wird, wenn das bei der Verbrennung gebildete Wasser dampfförmig vorliegt und die Verbrennungsprodukte bis auf die Bezugstemperatur von 25 °C (ISO Bedingungen) abgekühlt werden. - Bei energetischen Berechnungen ist der untere Heizwert zu verwenden.

- Unterer Heizwert (H_u) verschiedener Energieträger

(Die Heizwerte sind abhängig von der Qualität des Brennstoffes, die hier angegebenen Heizwerte sind daher ungefähre Werte. Siehe z.B. EMPA-Jahresmittelwerte)

- Heizöl extraleicht 1)	1kg	=	42.7	MJ	=	11.9 kWh
schwer	1kg	=	40.2	MJ	=	11.2 kWh
- Dieselöl 1)	1kg	=	42.7	MJ	=	11.9 kWh
- Erdgas 2)	1Nm ³	=	33.5	MJ	=	9.3 kWh
- Kohle (Steinkohle)	1kg	=	29.0	MJ	=	8.0 kWh
- Holz (luftgetrocknet)	1kg	=	15.5	MJ	=	4.3 kWh

1) 1 l = 0.84 kg

2) 1 Nm³ = 0.81 kg (0 °C, 760 mm Hg)

(Die Gaswerke geben den Heizwert des Erdgases als oberen Heizwert H_o , an;
für die Umrechnung H_o/H_u siehe unten)

- Oberer Heizwert H_o (Brennwert)

Wärmemenge, die bei vollständiger Verbrennung einer Mengeneinheit eines Brennstoffes (kg, m³) frei wird, wenn das bei der Verbrennung gebildete Wasser flüssig vorliegt und die Verbrennungsprodukte bis auf die Bezugstemperatur von 25 °C (ISO Bedingungen) abgekühlt werden. Unterer und oberer Heizwert sind um den Wärmeinhalt des im Rauchgas enthaltenen Wasserdampfes verschieden.

Anmerkung: Der von den Gaswerken publizierte Heizwert von Erdgas ist in der Regel der obere Heizwert H_o . Ebenso werden die Erdgaspreise bezogen auf den oberen Heizwert (Brennwert) angegeben (Fr/MWh H_o). Für energetische Kostenrechnungen und Kostenvergleiche werden die Gaspreise zweckmässigerweise auf MWh H_u bezogen. Für die Umrechnung H_o/H_u gilt:

unterer Heizwert H_u = 0.9 oberer Heizwert H_o ,
1 Fr/MWh (H_o) = 1.11 Fr/MWh (H_u).

- Graue Energie (Energieinhalt eines Produktes)

Als "Graue Energie" bezeichnet man die insgesamt zur Herstellung eines Produktes direkt und indirekt aufgewendete Energiemenge, gemessen am Produktionsort (Energieinhalt des fertigen Produktes selber, Energieverbrauch für den Produktionsprozess einschliesslich Energieinhalt der im Produktionsprozess verbrauchten zusätzlichen Materialien).

Der Begriff "graue Energie" wird u.a. benutzt, um den Energieinhalt importierter oder exportierter Produkte, die selber keine Energieerzeugnisse (Energieträger im engeren Sinn) sind, zu beschreiben.

1.4 Energieumwandlung, Energieverluste

- Energieumwandlung

Gewinnung von Energie unter Aenderung der chemischen oder physikalischen Erscheinungsform des Energieträgers und unter Entstehung von Umwandlungsverlusten.

Beispiele: Umwandlung von Wasserkraft in Elektrizität; Umwandlung von Brennstoffenergie in Dampf; Umwandlung von Elektrizität in Licht.

Die Güte einer Energieumwandlung ist nicht nur eine Frage der Quantität (reiner Kilowattstundenvergleich zwischen der im Umwandlungsprozess eingesetzten und gewonnenen Energie), sondern auch eine Frage der Qualität (best mögliche Nutzung der Wertigkeit der eingesetzten Energie; siehe "Wertigkeit"). Eine Umwandlungstechnik ist umso besser, je geringer der Wertigkeitsverlust ist. Eine Elektrowärmepumpe nutzt die hohe Wertigkeit der Elektrizität etwa dreimal besser, als eine Elektrowiderstandsheizung.

- **Energieumformung**

Gewinnung von Energie unter Wahrung der physikalischen Erscheinungsform des Energieträgers (z.B. Umformung von Wechselstrom in Gleichstrom) jedoch unter Entstehung von Umformungsverlusten.

- **Energieverluste (allgemeiner Begriff)**

Der aus einem Energiesystem austretende, nicht im Sinne des Prozesses genutzte Teil der zugeführten Energie. Energieverluste ergeben sich als Umformungs- und Umwandlungsverluste sowie als Verteilungs- und Übertragungsverluste. Energieverluste sind zum Teil physikalisch bedingt unvermeidbar, zum anderen Teil durch technische Mittel und persönliches Verhalten beeinflussbar und in gewissen Grenzen vermeidbar.

Zur eindeutigen Kennzeichnung eines Energieverlustes müssen die Abgrenzung des betrachteten Energiesystems und die betrachtete Zeitperiode angegeben werden. (Siehe auch Abschnitt 3.5).

- **Energieumwandlungsverluste, Energieumformungsverluste**

Differenz zwischen der in einem Umwandlungsprozess oder zur Umformung eingesetzten und der gewonnenen Energiemenge. Zur richtigen Bewertung der Verluste müssen die eingesetzten und die gewonnenen Energiemengen in dieselbe Energieeinheit umgerechnet werden.

Beispiel: In einem gasgefeuerten Heizkessel wird mit einer Gasmenge von 1 000 m³ eine Wärmemenge (Heisswasser) von 8 MWh gewonnen. Der Brennwert des Gases wird mit 36.6 MJ/Nm³ (H#o) angegeben.

$36.6 \text{ MJ/m}^3 \text{ (H\#o)} = 33 \text{ MJ/m}^3 \text{ (H\#u)} = 9.2 \text{ kWh/m}^3 \text{ (H\#u)}$

Energieinhalt von 1 000m³ Gas = 9.2 MWh

Umwandlungsverluste = $9.2 - 8 = 1.2 \text{ MWh}$ (13 %)

1.5 Stufen der Energieumwandlung

Bild 1 zeigt schematisch die verschiedenen Stufen der Energieumwandlung von der Primärenergie bis zur Nutzenergie.

- **Primärenergie (Rohenergie)**

Energieträger, die man in der Natur vorfindet und welche noch keiner Umwandlung oder Umformung unterworfen wurden, unabhängig davon, ob sie in dieser Rohform direkt verwendbar sind oder nicht; also Energie in jenem Ausgangszustand, wie er für die wirtschaftliche Nutzung zur Verfügung steht. Z.B. Erdöl, Erdgas, Steinkohle, Uran, Laufwasser, Brennholz und andere Biomasse, Sonneneinstrahlung, Wind, Umgebungswärme (Umweltenergie), Erdwärme. Die Primärenergie wird gewöhnlich unterteilt in die nichterneuerbaren und die erneuerbaren (regenerativen) Energieträger.

Anmerkung: In der Schweizerischen Gesamtenergiestatistik wird unter der (importierten) Primärenergie die Kernenergie als die mit Kernenergie erzeugte Reaktorwärme erfasst.

Statistisch werden zudem Müll und Industrieabfälle ebenfalls zur (inländischen) Primärenergie gezählt.

- **Sekundärenergie**

Energie, die durch Umwandlung aus Primärenergie oder aus anderer Sekundärenergie (unter Entstehung von Umwandlungsverlusten) gewonnen wurde, und für die weitere Umsetzung bzw. Nutzung zur Verfügung steht. Beispiele: Erdölprodukte (Heizöl, Benzin, Dieselöl, etc.), Flüssiggas, Koks, Biogas, Elektrizität, Fernwärme, Abwärme.

- **Endenergie**

Die Energie, welche vom Endverbraucher (z.B. einem Industriebetrieb, einem Gebäude, einem Haushalt) zum Zwecke der weiteren Umwandlung und Nutzung bezogen bzw. eingekauft wird. Beispiele: Heizöl, Erdgas, Fernwärme (als Heisswasser oder Prozessdampf), die aus dem Netz bezogene Elektrizität, die vom Betrieb energetisch genutzt

- **Industrieabfälle.**

Als Endenergieträger werden also alle Energieträger verstanden, welche vom Endverbraucher zur Deckung seines Energiebedarfes eingesetzt werden. Nicht darunter fallen die Energieträger, die für den nicht-energetischen Verbrauch eingesetzt werden (z.B. in der chemischen Industrie).

Anmerkung: Endenergie wird manchmal allgemeiner definiert als die Energie, welche dem Verbraucher vor der letzten Umwandlung (zu Nutzenergie) zur Verfügung gestellt wird. Im Rahmen der betrieblichen Energieversorgung und des vorliegenden Kompendiums ist es jedoch zweckmässig zu differenzieren zwischen der vom Betrieb eingekauften/bezogenen Energie (Endenergie gemäss obiger Definition) und der vor der letzten Umwandlung zu Nutzenergie (nach der innerbetrieblichen Umwandlung und Verteilung) bereitgestellten Energie, welche im folgenden als Einsatzenergie bezeichnet wird (siehe dort).

Endverbrauch an Energieträgern (gemäss Statistik Bundesamt für Energiewirtschaft) In der Gesamtenergiestatistik der Schweiz des BEW werden auf der Stufe des Endverbrauches gemäss obiger Definition alle vom Verbraucher (Konsumenten) bezogenen Primär- und Sekundärenergieträger erfasst. Im Endverbrauch nicht enthalten sind die Verteilverluste und der Eigenverbrauch bzw. die Umwandlungsverluste des Energiesektors.

Nicht enthalten ist zudem der nicht-energetische Verbrauch.

Unter dem Endverbrauch wird auch die Fernwärme erfasst. Als Fernwärme gilt dabei jene Wärmeversorgung, "in der für das Verteilnetz öffentlicher Boden beansprucht wird und in der die Wärme an Dritte zu bestimmten Tarifen verkauft wird".

In der schweizerischen Gesamtstatistik des Endverbrauches werden folgende Energieträgergruppen erfasst (siehe auch Tabelle 1):

- Erdölprodukte, Brennstoffe 1)
- Erdölprodukte, Treibstoffe
- Gas (Erdgas, Stadtgas) 1)
- Kohle und Koks
- Holz
- Elektrizität
- Fernwärme
- Industrieabfälle

1) ohne Verbrauch für die Erzeugung von Elektrizität und Fernwärme

Stufen der Energieumwandlung



- **Einsatzenergie**

Die beim Verbraucher unmittelbar vor der letzten Umwandlungsstufe (der Umwandlung zu Nutzenergie) bereitgestellte Energie. Einsatzenergie ist also z.B. der Strom, welcher der Klemme des Elektromotors oder der Glühlampe zugeführt wird, oder das Warmwasser, welches in den Heizkörper strömt. - (Statt Einsatzenergie wird gelegentlich auch der Begriff Gebrauchsenergie verwendet.)

- **Nutzenergie**

Die Energie, die dem Energieanwender nach der letzten Umwandlung (am Ausgang der energieverbrauchenden Geräte, z.B. an der Antriebswelle des Motors, am Heizkörper im Zimmer) in der für den jeweiligen Zweck benötigten technischen Form zur Verfügung steht. Die Nutzenergieformen werden in der Regel wie folgt gegliedert: Wärme/Kälte, mechanische Arbeit, Licht, Chemie (chemisch gebundene Energie), Nutzelektrizität (z.B. für den Betrieb von EDV Anlagen).

- **Nutzenergieverwendung gemäss Schweizerischer Gesamtenergiestatistik**

Gemäss der Statistik für 1990 ergab sich gesamtschweizerisch folgender Energieverbrauch nach Nutzenergiearten (in TJ Nutzenergie):

	Wärme	Mech. Arbeit	Chemie	Licht	Total
1. Total alle Energieträger					
- Haushalte	151'970	4'700		600	157'270
- Dienstleist./Gewerbe	86'830	16'820		1'120	104'770
- Industrie	77'500	26'850	5'060	250	109'410
- Verkehr	370	59'820		20	60'210
- Total	316'670	108'190	5'060	1'990	431'910
2. Elektrizität allein					
- Haushalte	26'750	4'700		600	32'050
- Dienstleist./Gewerbe	18'930	15'510		1'120	35'560
- Industrie	11'370	26'850	5'060	250	43'530
- Verkehr	370	6'090		20	6'480
- Total	57'420	53'150	5'060	1'990	117'620

Die Daten beruhen auf groben Schätzungen (geschätzte Zuordnung zu den Nutzungsarten, geschätzte Nutzungsgrade). Die globalen Zahlen sagen zudem wenig aus über die differenzierte Bedarfsstruktur einzelner Branchen.

Anmerkung: Nutzenergie ist meist nicht eindeutig bestimmt, da verschiedene Abgrenzungen der Energieverbrauchssysteme möglich sind, Nutzenergie kann zudem nicht oder nur schwer gemessen werden. Der Nutzenergieverbrauch muss daher aus dem Verbrauch an Einsatzenergie oder Endenergie unter Verwendung von durchschnittlichen, meist geschätzten Nutzungsgraden berechnet werden. Der Begriff der Nutzenergie und die Verwendung

von Nutzenergiegrössen bei quantitativen Betrachtungen sollten daher möglichst vermieden werden.

- **Nutzungsgrad der Energieumwandlung (eines Energiesystemes)**

Allgemein: Verhältnis der in einem bestimmten Zeitraum vom System (z.B. Verbrauchsgerät) nutzbar abgegebenen Energie zu der dem System zugeführten Energie. Der betrachtete Zeitraum kann Pausen-, Leerlauf-, Anfahr- und Abfahrzeiten mit einschliessen. (Siehe auch Abschnitt 3.5).

- **Nutzungsgrad der Umwandlung Endverbrauch - Nutzenergie gemässschweizerischer Gesamtenergiestatistik**

Die in der Schweizerischen Gesamtenergiestatistik angegebenen Nutzungsgrade der Umwandlung Endverbrauch - Nutzenergie nach Verbrauchergruppen, Anwendungsgebieten und Energieträger beruhen auf Angaben von Herstellern von Verbrauchsapparaten, Untersuchungen über tatsächlich im Betrieb erzielte Werte und Statistiken über die im Gebrauch stehenden Apparate. Die Angaben sind mit einer erheblichen Unsicherheit behaftet. (Die Nutzungsgrade gemäss Gesamtenergiestatistik - dort als 'Wirkungsgrade' bezeichnet - schliessen alle Energieverteiler- und Umwandlungsverluste des innerbetrieblichen Energieversorgungssystems ein).

Für die Umwandlung Elektrizität - Nutzenergie im Industriesektor nimmt die Energiestatistik beispielsweise folgende mittleren Nutzungsgrade an: Nutzenergie Wärme: 0.77; Nutzenergie Mech. Arbeit: 0.84; Nutzenergie Licht: 0.1.

- **Abwärme (Abfallenergie)**

Die in einem energieverbrauchenden Prozess nicht nutzbare Wärme, insbesondere in Bereichen wo Wärme erzeugt und verwendet wird. Die Abwärme wird entweder im Wege der Energieentsorgung an die Umgebung abgeführt, oder wird über Wärmerückgewinnungsanlagen einer weiteren Nutzung zugeführt. Abwärmeträger sind z.B. Raumabluft, Kühlwasser, Abdämpfe, Abgase aus Öfen und Verbrennungsmotoren. Je nach Abwärmeträger und Temperaturniveau ergeben sich unterschiedliche Nutzungsmöglichkeiten. (Siehe Wärmerückgewinnung, Abwärmeeinnutzung).

2. Der Energiemarkt

2.1 Elektrizitätsversorgung

2.1.1 Institutionelle Struktur der schweizerischen Elektrizitätswirtschaft

Über 1200 Elektrizitätsversorgungsunternehmen sehr unterschiedlicher Grösse und Struktur - von kleinen Gemeindewerken bis zu den grossen Stadtwerken und den Ueberlandwerken - versorgen die Schweiz mit Strom. Der überwiegende Anteil des schweizerischen Stromumsatzes entfällt dabei auf die zehn grössten Unternehmen, die sog. "Zehn Werke". Dazu gehören die 6 Ueberlandwerke (Aare-Tessin AG für Elektrizität (ATEL), Bernische Kraftwerke AG (BKW), Centralschweizerische Kraftwerke AG (CKW), Elektrizitätsgesellschaft Laufenburg AG (EGL), S.A. l'Energie de l'Ouest-Suisse (EOS) und Nordostschweizerische Kraftwerke AG (NOK), zudem die drei Stadtwerke von Basel (IWB), Bern (EWB) und Zürich (EWZ) sowie die Schweizerischen Bundesbahnen (SBB).

Die Elektrizitätsgesellschaften sind z.T. reine Produktionsunternehmen (Kraftwerkgesellschaften). Andere Elektrizitätswerke, insbesondere einige der Ueberlandwerke und grossen Stadtwerke, betreiben alle Versorgungstätigkeiten von der Erzeugung über den Transport bis zum Detailverkauf an die Endverbraucher. Wieder andere (NOK, EGL) betreiben Produktion und Transport und verkaufen Strom an Wiederverkäufer, welche ihrerseits die Verteilung an die Konsumenten besorgen. Die meisten Gemeindewerke und einige Kantonswerke sind reine Verteilunternehmen ohne eigene Stromerzeugungsanlagen oder Kraftwerksbeteiligungen.

Von grosser Bedeutung für die schweizerische Elektrizitätswirtschaft ist der Energieverkehr mit dem Ausland im Rahmen des europäischen Verbundbetriebes.

Rechts- und Gesellschaftsform der schweizerischen Elektrizitätsunternehmen Bezüglich der Rechts- und Gesellschaftsform herrscht eine grosse Vielfalt. Die meisten kommunalen Elektrizitätswerke sind Unternehmen des öffentlichen Rechts, z.B. reine Verwaltungsbetriebe der Gemeinde, oder auch mehr oder weniger selbständige öffentliche Unternehmungen wie z.B. die Elektrizitätswerke des Kantons Zürich (EKZ) oder zahlreiche andere grosse Stadt- und Kantonswerke. Viele Elektrizitätsgesellschaften sind aber auch als Unternehmen des privaten Rechts organisiert; dies sind insbesondere die Organisationsformen der Aktiengesellschaften und der Genossenschaft. Aktiengesellschaften sind z.B. die grossen Ueberlandwerke und Kraftwerkgesellschaften, als Genossenschaften sind z.T. kleinere kommunale Elektrizitätswerke organisiert. Die Aktiengesellschaften wiederum können eine rein private (z.B. EGL), eine gemischtwirtschaftliche (private und öffentliche Träger, z.B. BKW) oder auch eine rein öffentliche Trägerschaft (z.B. NOK) aufweisen.

2.1.2 Gesetzgebung und Behörden

Es gibt weder auf Bundesebene noch bei den Kantonen eigentliche Elektrizitätswirtschaftsgesetze, welche die Versorgung mit Elektrizität ausführlich regeln. Bundesrechtlich geordnet ist die Erstellung von Wasserkraftwerken (Erteilung von Wasserrechtskonzessionen, "Wasserrechtsgesetz") und von Atomkraftwerken ("Atomgesetz", mit Verordnungen), sowie die Erstellung von elektrischen Anlagen ("Elektrizitätsgesetz", mit der Starkstrom- und der Schwachstromverordnung). Dazu kommen verschiedene Bestimmungen der Umweltschutzgesetzgebung (z.B. Gewässerschutz, Luftreinhalteverordnung). Ein eidg. Energiegesetz ist geplant; bis zu seiner Einführung gilt der befristete Energienutzungsbeschluss. (Bundesgesetze und -verordnungen sind erhältlich bei der Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, EDMZ in Bern).

Auf kantonaler Ebene gibt es ergänzende Wasserrechtsgesetze. Zudem enthalten die kantonalen Energiegesetze und teilweise die Baugesetze Bestimmungen über den Verbrauch und die Versorgung mit Elektrizität.

Die Elektrizitätswerke erlassen schliesslich ihre eigenen Werkvorschriften und Reglemente für die Lieferung von Elektrizität an die Konsumenten. Diese haben keinen Gesetzescharakter.

- **Installationsvorschriften, Installationskontrollen**

Die Kontrolle darüber, ob elektrische Starkstromanlagen vorschriftsgemäss erstellt, betrieben und unterhalten werden übt das dem Schweizerischen Elektrotechnischen Verein (SEV) angegliederte Eidg. Starkstrominspektorat aus. Die Elektrizitätswerke ihrerseits sind zuständig für die Ueberwachung der Hausinstallationen; diese müssen durch fachkundiges Personal (EW, konzessionierte Installateure) nach den Regeln der vom SEV erlassenen Hausinstallationsvorschriften erstellt werden.

2.1.3 Verbände, Fachkommissionen, Fachorganisationen

- **Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE), Zürich**

Die Tätigkeit des Interessenverbandes der schweizerischen Elektrizitätsversorgungsunternehmen (ca. 450 Mitglieder) umfasst die Öffentlichkeits- und Informationsarbeit, die Beratung seiner Mitglieder in verschiedenen Belangen, die Herausgabe von Empfehlungen und Publikationen sowie die Durchführung von Tagungen und Kursen. Diese Aufgaben werden insbesondere durch zahlreiche Fachkommissionen des VSE wahrgenommen.

- **Schweizerischer Elektrotechnischer Verein (SEV), Zürich**

Angeschlossen sind über 3000 Einzel- und Kollektivmitglieder (zu letzteren gehören Elektrizitätswerke, Fabrikations- und Handelsfirmen der Elektrobranche, öffentliche Behörden und Aemter, etc.). Zahlreichen Fachkommissionen des SEV befassen sich mit der Herausgabe von Normen und Vorschriften für die Ausführung von elektrischen Anlagen, Apparaten und für elektrotechnisches Material. Die dem SEV angegliederten Prüfanstalten umfassen das Starkstrominspektorat (siehe Installationskontrollen), die Materialprüfungsanstalt (z.B. SEV-Qualitätszeichen für Elektroapparate) und die Eichstätte (amtliche Prüfung und Eichung von Zählern und Messgeräten).

- **INFEL, Informationsstelle für Elektrizitätsanwendung, Zürich**

Die INFEL ist auf den Gebiet der Information und Öffentlichkeitsarbeit über alle Aspekte der Stromverwendung tätig. Herausgabe zahlreicher Publikationen, Informationsbrochüren, Wegweiser und Unterrichtsmittel. Durchführung von Kursen, Informationsveranstaltungen und Ausstellungen.

- **Schweizerischer Energie-Konsumenten-Verband von Industrie und Wirtschaft (EKV)**

Rund 450 Mitglieder aus Industrie und Gewerbe. Behandlung von Fragen der Versorgung, Anwendung, und Preisbildung der Energie. Der EKV ermittelt statistische Grunddaten für den industriellen Sektor der Gesamtenergiestatistik. (Der EKV befasst sich mit allen Energien).

- **Verband Schweizerischer Elektroinstallateure (VSEI), Zürich**

Interessenverband des Installationsgewerbes. Förderung eines qualifizierten Nachwuchses in der Branche.

- **Fachverband Elektroapparate für Haushalt und Gewerbe Schweiz (FEA), Zürich**

Interessenverband der schweiz. Hersteller und Importeure von Haushaltgeräten. Der FEA erstellt periodisch Marktstatistiken über den Verkauf von Haushaltelektrogeräten.

2.1.4 Elektrizitätserzeugung und -verbrauch in der Schweiz

- Statistik für die hydrologischen Jahre 1988/89 und 1989/90 (inTWh)

	1988/89			1989/90		
	Wi.	So.	Jahr	Wi.	So.	Jahr
Landeserzeugung und Einfuhr						
- Wasserkraftwerke	14.8	17.9	32.7	12.0	17.5	29.5
- Kernkraftwerke	12.7	8.8	21.5	12.8	9.5	22.3
- Therm. Kraftwerke	0.8	0.3	1.1	0.7	0.4	1.1
- Tot. Landeserzeugung	28.3	27.0	55.3	25.5	27.4	52.9
- Einfuhr	10.6	9.0	19.6	13.7	9.7	23.4
- Speicherpumpenverbr.	-0.3	-1.1	-1.4	-0.4	-1.3	-1.7
- Total Nettoerzeugung	38.6	34.9	73.5	38.8	35.8	74.6
Landesverbrauch und Ausfuhr						
- Haushalte	7.1	5.7	12.8	7.4	5.7	13.1
- Industrie, Gewerbe	9.7	8.1	17.8	9.7	8.3	18.0
- Dienstleistungen	5.7	5.0	10.7	5.9	5.2	11.1
- Verkehr	2.0	1.9	3.9	2.0	2.0	4.0
- Verluste	1.9	1.7	3.6	2.0	1.7	3.7
- Total Landesverbr.	26.4	22.4	48.8	27.0	22.9	49.9
- Ausfuhr	12.2	12.5	24.7	11.8	12.9	24.7
- Total Verbrauch	38.6	34.9	73.5	38.8	35.8	74.6

Anmerkung:

- Das Hydrologische Jahr dauert vom 1. Oktober bis zum 30. September
- 1988/89 war ein etwa durchschnittliches hydrologisches Jahr (Index der Erzeugungsmöglichkeiten 0.98), 1989/90 ein relativ schlechtes hydrolog. Jahr (0.93).

- Die Kraftwerke der Schweiz, Stand 1992

Siehe Bild 3

Einige Kennzahlen des schweizerischen Elektrizitätsverbrauches

Anteil der Wirtschaftssektoren am Endverbrauch 1990 (in

Haushalte	28.3%
Industrie, Gewerbe	39.9%
Dienstleistungen	24.0%
Verkehr	8.7%

Durchschnittliche jährliche Zunahme des Endverbrauches 1985-90 (%)

Haushalte	2.01%
Industrie, Gewerbe	1.88%
Dienstleistungen	3.72%
Verkehr	2.81%
Total Endverbrauch	2.42%

Endverbrauch pro Kopf der Bevölkerung (1 990): 6'768 kWh/Jahr

Durchschn. jährliche Zunahme des pro Kopf Verbrauches 1985-90: 1.64 %

Durchschnittlicher Haushaltverbrauch pro Wohnung (1 990): 4'210 kWh/Jahr

Durchschnittlicher Konsumentenpreis in der Schweiz 1989: 14.17 Rp/kWh

Durchschn. jährliche Zunahme des Konsumentenpreises 1984-89: 1.5 %

(Als durchschnittlicher Konsumentenpreis wird in der Schweizerischen Elektrizitätsstatistik der aufgrund einer Erhebung bei 162 Elektrizitätswerken ermittelte Durchschnittspreis aller Stromlieferungen an die Endverbraucher bezeichnet)

2.1.5 Elektrizitätsübertragung und -verteilung

- Das schweizerische Übertragungs- und Verteilnetz

Das schweizerische Elektrizitätsübertragungs- und -verteilnetz umfasst - von den 380 kV Verbundleitungen bis hinunter zu den örtlichen Niederspannungsnetzen - eine Vielfalt verschiedener Spannungsebenen, wobei bei den einzelnen Elektrizitätsgesellschaften z.T. unterschiedliche Spannungsstufen gebräuchlich sind. Als Höchstspannungsleitungen bezeichnet man die 380 kV und 220 kV Leitungen, welche das übergeordnete Verbund- und Transportnetz des Landes bilden. Die Höchstspannungsleitungen stehen dabei z.T. als Gemeinschafts- oder Partnerleitungen im Eigentum mehrerer Elektrizitätsgesellschaften. Auf der Stufe der Hochspannungsleitungen (regionale Transportnetze) folgen die Spannungsebenen 150 kV (in der Westschweiz z.T. auch 130 kV), 110 kV (ersetzt zunehmend die ältere 50 kV Ebene), sowie 50 kV (teilweise 60 kV). Die Mittelspannungsnetze (regionale und städtische Hauptverteilnetze) umfassen hauptsächlich die Spannungsebenen 20 kV und 16 (15) kV, sowie 10 kV. Die Spannungstransformation zwischen den verschiedenen Spannungsebenen erfolgt in zahlreichen Unterwerken. In den Netztransformatorenstationen erfolgt schliesslich die Umwandlung in die von den meisten Endverbrauchern benötigte Niederspannung (380/220 Volt). Grosse Verbraucher, welche z.T. auch höhere Spannungen benötigen, beziehen Elektrizität aus dem öffentlichen Netz vielfach ab dem Mittelspannungsnetz (teilweise auch Hochspannung) und besorgen die Spannungsumwandlung auf Niederspannung in eigenen Trafostationen.

- Das Schweizerische Höchstspannungsnetz, Stand 1992

Siehe Bild 2

Bild 2

Höchstspannungsleitungen in Betrieb

Stand 1. Januar 1992

— 380 kV
— 220 kV

● Unterwerk bzw. Kraftwerk

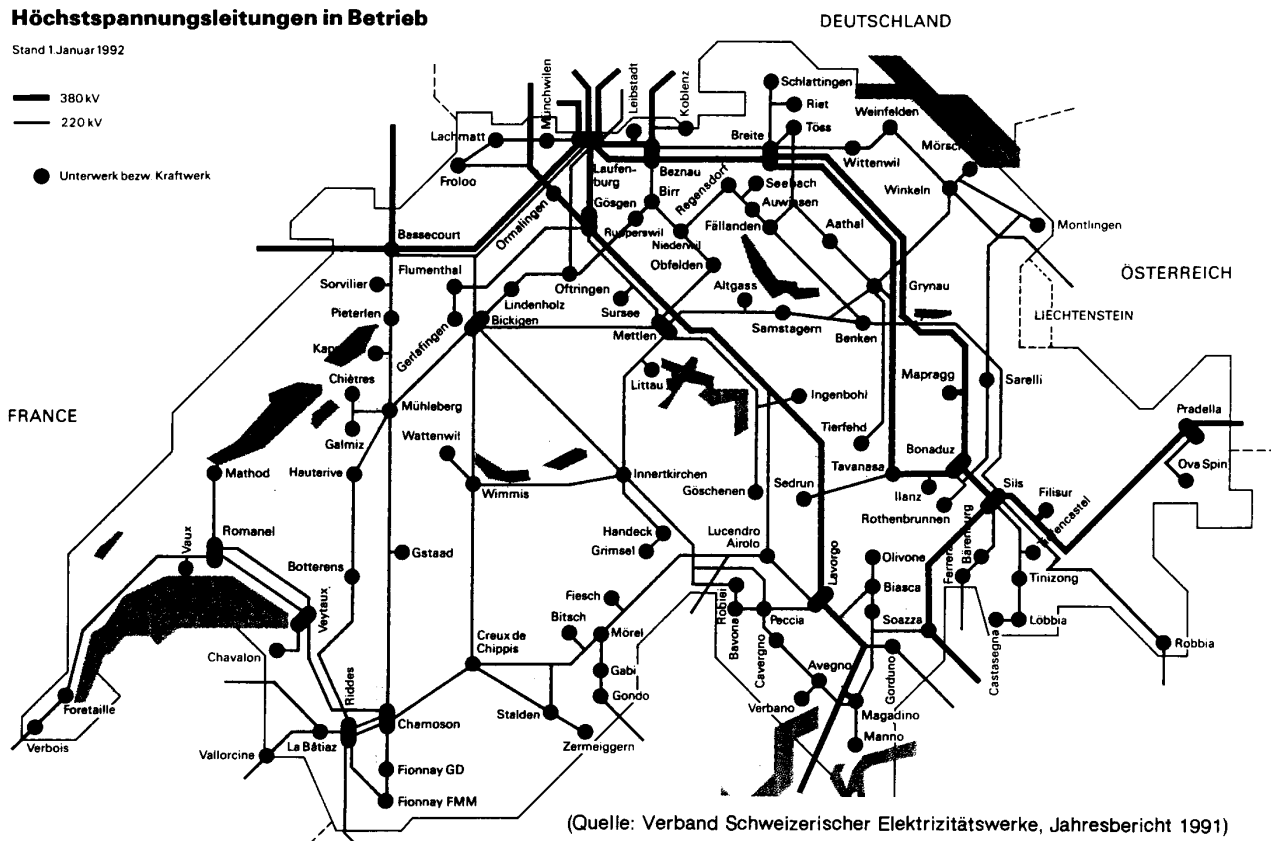


Bild 3

Kraftwerke, max. mögliche Leistung über 10 MW

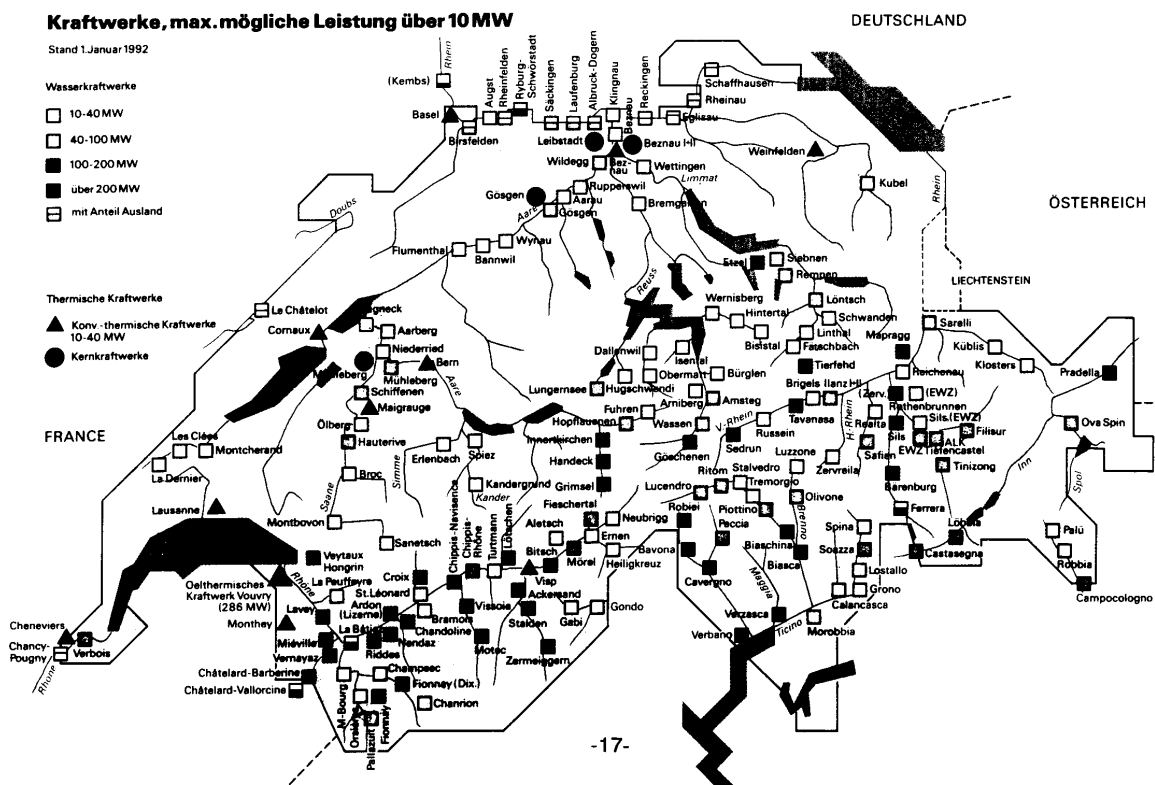
Stand 1. Januar 1992

Wasserkraftwerke

□ 10-40 MW
□ 40-100 MW
■ 100-200 MW
■ über 200 MW
□ mit Anteil Ausland

Thermische Kraftwerke

▲ Konv.-thermische Kraftwerke
10-40 MW
● Kernkraftwerke



2.1.6 Kraftwerke (Stromerzeugungsanlagen) (einige Begriffe und Zahlen)

- **Wasserkraftwerke**

- **Laufkraftwerk**

Flusskraftwerk mit einem nutzbaren Gefälle von meist nicht mehr als 50 m. Die Laufkraftwerke nutzen das Wasser zum Zeitpunkt zu dem es anfällt (keine Speicherung); die Produktionsmöglichkeit hängt daher von den jeweiligen Abflussmengen ab, welche über die Jahreszeit entsprechend den meteorologischen und hydrologischen Verhältnissen stark schwanken. Die Laufkraftwerke werden zur Deckung der Grundlast eingesetzt. Der Beitrag der Laufkraftwerke an der gesamten Wasserkrafterzeugung betrug im Durchschnitt der letzten 3 Jahre 44%.

- **Speicherkraftwerk**

Die reinen Speicherwerke nutzen das Wasser aus Speicherseen, welche durch natürliche Zuflüsse - vor allem in den Sommermonaten während der Schnee- und Gletscherschmelzespiesen werden. Der Füllungsgrad der Speicher ist i.d.R. im September am höchsten und erreicht den Tiefststand im April (d.h. anfangs Winter bzw. zu Beginn der Schneeschmelze in Lagen über 1800 m). Das gespeicherte Wasser kann je nach Bedarf abgerufen werden; Speicherkraftwerke dienen daher vor allem für die Deckung des Spitzenbedarfes. Wegen ihrer guten Regelbarkeit werden Speicherkraftwerke auch für die Netzregelung (Frequenzhaltung) eingesetzt. Speicherkraftwerke nutzen das Wasser über ein grosses Gefälle mittels Druckleitungen und Druckschächten (Hochdruckanlagen). Speicherkraftwerke mit Pumpspeicherung (sog. kombinierte Speicherkraftwerke) verwenden - neben der Verarbeitung des natürlichen Zuflusses - in Schwachlastzeiten Fremdstrom aus Grundlastwerken um Wasser in den höherliegenden Speicher zu pumpen und so die Erzeugungsmöglichkeit während der Starklastzeit zu erhöhen. Mit Pumpen wird oft auch das Einzugsgebiet eines Stausees durch Ueberleiten von Wasser aus Nachbartälern vergrößert.

Beim reinen Pumpspeicherkraftwerk wird vorwiegend in Schwachlastzeiten mit Fremdstrom Wasser aus einem Fluss oder Staubecken in einen höher gelegenen Speicher gepumpt, um es in Zeiten höherer Energienachfrage zur Erzeugung hochwertiger Spitzenenergie zu nutzen ("Veredelung" der Energie). Der Energieaufwand für den Pumpbetrieb ist höher als die daraus gewonnene Spitzenenergie (Wirkungsgrad rund 0.7).

- **Kleinwasserkraftwerk**

Darunter versteht man in der Regel Wasserkraftwerke bis zu einer installierten Leistung von 10 MW. In einer weiteren Unterteilung bezeichnet man oft Kraftwerke bis 500 kW Leistung als Mikrowasserkraftwerke und solche von 500 - 2000 kW als Miniwasserkraftwerke. Heute sind in der Schweiz etwa 980 Kleinwasserkraftwerke im Betrieb, welche zusammen pro Jahr rund 3000 GWh an elektrischer Energie produzieren (ca 9% der mittleren Produktionserwartungen aller Wasserkraftwerke).

- **Mittlere Produktionserwartungen der Wasserkraftwerke**

Die aufgrund langjähriger Messwerte der Wasserführung ermittelte jährliche Produktionsmöglichkeit für das durchschnittliche hydrologische Jahr. Für die Ende 1990 im Betrieb stehenden Wasserkraftwerke beträgt die mittlere Produktionsmöglichkeit 31'350 GWh, wovon 44% im Winter und 56% im Sommer. Die tatsächliche jährliche Energieproduktion der Wasserkraftwerke kann je nach den hydrologischen Verhältnissen stark von den mittleren Produktionserwartungen abweichen. In den letzten 40 Jahren betrug die Abweichung max. + 25% im Winter und + 16% im Sommer unter günstigen meteorologischen Verhältnissen, und - 30% (Winter) bzw. -23% (Sommer) unter ungünstigen Verhältnissen. - Zur Deckung des Strombedarfes auch bei ungünstigen hydrologischen Verhältnissen, muss die Elektrizitätswirtschaft entsprechende Energiereserven halten.

Kernkraftwerke

- Kernkraftwerke der Schweiz

In der Schweiz stehen heute 4 Kernkraftwerkanlagen im Betrieb: Beznau I und II (2 x 350 MW, Inbetriebnahme 1970 bzw. 1972); Mühleberg (320 MW, 1972); Gösgen (940 MW, 1979); Leibstadt (990 MW, 1984). Die Kernkraftwerke weisen hohe Betriebsstundenzahlen auf (ca. 7500 h/Jahr bzw. Verfügbarkeiten von rund 85%); sie erzeugen also im wesentlichen Bandenergie. Die Verfügbarkeit ist dabei im Winter höher als im Sommer, da im Sommer die Unterhaltsarbeiten und die Nachladung von Kernbrennstoff vorgenommen werden. Im Jahre 1989/90 betrug die Erzeugung der Schweiz. Kernkraftwerke 22'340 GWh, was rund 42% der gesamten Landeserzeugung entspricht. Von der Erzeugung der Kernkraftwerke entfallen ca. 57% auf das Winterhalbjahr (Okt. bis März) und 43% auf das Sommerhalbjahr (April bis Sept.).

Die Betriebsbewilligung der bestehenden Kernkraftwerke ist an den Nachweis der dauernden, sicheren Entsorgung und Endlagerung der radioaktiven Abfälle gebunden (Untersuchungen und Arbeiten der NAGRA, Nationale Gesellschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle). Die Lebensdauer (Konstruktions-Lebensdauer) eines Reaktors im Kernkraftwerk wird mit 40 Jahren angesetzt. Danach wird der Reaktor stillgelegt, abgebrochen und entsorgt. Die Betreiber der Kernanlagen sind verpflichtet, für die Stilllegung der Anlagen jährliche Beiträge an einen Stilllegungsfonds zu leisten.

- Thermische (konventionell-thermische) Kraftwerke

Als "konventionell-thermische" Kraftwerke werden - zur Unterscheidung von den Kernkraftwerken, welche grundsätzlich ebenfalls thermische Kraftwerke sind - Kraftwerke bezeichnet, die als Brennstoff fossile Brennstoffe (fossil-thermische Kraftwerke), Müll oder Industrieabfälle verwenden.

- Konventionell-thermische Kraftwerke in der Schweiz

Für die Stromerzeugung der Allgemeinversorgung spielen konventionell-thermische Kraftwerke in der Schweiz eine geringe Rolle; die grösste bestehende Anlage ist das ölgefeuerte Dampfkraftwerk Vouvry (284 MW). Daneben finden thermische Stromerzeugungsanlagen - oft als Wärme-Kraft-Kopplungsanlagen - Anwendung in Industrieanlagen und bei Kehrlichtverbrennungsbetrieben und Unternehmen der Fern- und Nahwärmeversorgung (Heizkraftwerke, Blockheizkraftwerke). Der Anteil der konventionell-thermischen Stromerzeugung an der Landeserzeugung betrug im Jahr 1990 ca. 2 %.

- Dampfkraftwerk

Kondensationskraftwerk (Kondensationsturbine): Wasser bzw. Dampf wird als Arbeitsmedium im Kreislauf zwischen Kessel und Turbine geführt: Das durch Speisepumpen geförderte Wasser (Kondensat) wird bei hohem Druck im Kessel verdampft. Durch Entspannen des Dampfes in einer Turbine wird mechanische Energie zum Antrieb des Generators gewonnen. Der entspannte Dampf wird in einem Kondensator kondensiert und das Kondensat wiederum dem Kessel zugeführt. Der Gesamtwirkungsgrad eines Kondensationskraftwerkes liegt bei 30 - 40% (je nach Technologie des Kraftwerkprozesses). Als Brennstoff kommen grundsätzlich alle fossilen Brennstoffe zur Anwendung, z.T. auch Müll und Industrieabfälle. - Kondensationskraftwerke werden auch mit teilweiser Dampfenahme zu Heizzwecken betrieben (Heizkraftwerk mit Entnahme-Kondensationsturbine).

Gegendruckkraftwerk (Gegendruckturbine). Bei der Gegendruckturbine (Gegendruckbetrieb) wird der gesamte in der Turbine verarbeitete Dampf für die Wärmeerzeugung verwendet (Fernwärme, Prozesswärme; siehe auch unter Heizkraftwerk).

- Gasturbine, Gasturbinenkraftwerk

Im Gasturbinenkraftwerk werden die unter Druck stehenden Verbrennungsgase einer @NS = -19-

Turbine zugeführt, die mit dem Generator sowie einem Kompressor gekoppelt ist, welcher die Verbrennungsluft verdichtet. Nur etwa 1/3 der Leistung der Gasturbine wird an den Generator abgegeben, während 2/3 zur Luftverdichtung benötigt werden. Der thermische Wirkungsgrad eines Gasturbinenkraftwerkes kann je nach Typ etwa 25 - 35% betragen. Als Brennstoff kommen Erdgas oder leichtes Heizöl zur Anwendung. - Wegen des relativ tiefen Wirkungsgrades und den andererseits günstigen spezifischen Investitionskosten werden Gasturbinenkraftwerke als Spitzenlast-Kraftwerke oder als Schnellreserve eingesetzt. Durch eine wärmetechnische Nutzung der Abgase kann der Energienutzungsgrad der Anlage wesentlich verbessert werden (Kombikraftwerk, Wärme-Kraft-Kopplung).

- **Kombikraftwerk (Komblanlage)**

Das Kombikraftwerk besteht aus einer Gasturbinen-Generator Einheit, mit deren Abgase in einem Abhitzeessel (evtl. mit Zusatzfeuerung) Dampf und in einer anschliessenden Dampfturbinen-Generator Einheit zusätzlich Strom erzeugt wird. Der Gesamtwirkungsgrad eines Kombikraftwerkes kann heute maximal etwa 55% erreichen. Wird die Abwärme der Kombianlage noch wärmetechnisch genutzt, so spricht man von einem Kombiheizkraftwerk. Der Gesamtwirkungsgrad (Brennstoffausnutzung) eines Kombiheizkraftwerkes beträgt ca. 85% .

- **Dieselskraftwerk**

Stromerzeugungsanlage bestehend aus einer Dieselmotor-Generator Einheit. Dieselanlagen werden in der Schweiz vor allem als Notstromaggregate eingesetzt.

2.2 Fernwärmeversorgung

2.2.1 Struktur und Organisation des schweizerischen Fernwärmemarktes

Fernwärme ist eine leitungsgebundene Energieversorgung, bei der Wärme in Form von Heisswasser oder Dampf in einer Zentrale erzeugt und den Verbrauchern über ein Verteilnetz zugeführt wird. Im Rahmen der schweizerischen Gesamtenergies Statistik gilt als Fernwärme jene Wärmeversorgung, bei der für das Verteilnetz öffentlicher Boden beansprucht wird. Wärmeversorgungssysteme, wo kleinräumig wenige Einzelverbraucher oder Gebäude aus einer Heizzentrale oder z.B. einem Blockheizkraftwerk versorgt werden, fallen nicht unter den Begriff Fernwärme. In der Schweiz bestehen heute etwa 35 Fernheizwerke bzw. Fernheizkraftwerke, mit einer Jahreserzeugung (1990) von insgesamt 3'300 GWh Fernwärme und einer Wärmehöchstlast von ca. 1'300 MW. Die Fernwärmeunternehmen befinden sich in der Regel in öffentlichem Besitz. Die Unternehmen werden meist als Gemeindebetriebe oder Zweckverbände geführt; in einigen Fällen haben Fernwärmeunternehmen auch die Form einer gemischtwirtschaftlichen Aktiengesellschaft. Fernwärmebetriebe gibt es heute in fast allen grösseren Städten der Schweiz. Die Mehrzahl der schweizerischen Fernwärmeunternehmen sind im Verband Schweizerischer Fernwärmeerzeuger und -verteiler (VSF) organisiert (VSF, Margaretengasse 40, 4008 Basel). Massgeblicher internationaler Verband ist die UNICHAL, Union Internationale des Distributeurs de Chaleur (mit Sekretariat beim Verband Schweiz. Elektrizitätswerke, VSE, in Zürich).

Der Anteil der Fernwärme am gesamten Endenergieverbrauch in der Schweiz beträgt heute ca. 1.3 %. Fernwärme wird in der Schweiz zu ca. 90 % zur Erzeugung von Raumwärme und Brauchwarmwasser genutzt. In einzelnen Fällen wird an Industrie und Spitäler Fernwärme in Form von Dampf abgegeben, zur teilweisen Nutzung als Prozesswärme. Den Verbrauchern ohne Prozessdampfbedarf wird die Fernwärme als Heiss- oder Warmwasser zugeführt.

2.2.2 Fernwärmeerzeugung

- **Anlagen der Fernwärmeerzeugung**

Die Anlagen für die Fernwärmeproduktion lassen sich grundsätzlich unterteilen in Anlagen mit Wärme-Kraft-Kopplung (Heizkraftwerke, gleichzeitige Erzeugung von Strom und Heizwärme) und solche ohne Wärme-Kraft-Kopplung (reine Heizwerke).

- **Heizwerk (Fernheizwerk)**

Wärmezentrale für die ausschliessliche Produktion von Fernwärme mit konventionellen Brennstoffen (Erdgas, Heizöl, Kehrlicht,...).

Vom rein thermodynamischen Standpunkt aus ergibt sich durch die zentrale Wärmeerzeugung im Fernheizwerk gegenüber der Einzelheizung (individuelle Hausheizung) kein nennenswerter Vorteil: Im Heizwerk wird zwar im Mittel ein höherer Wirkungsgrad erzielt als in der Einzelheizung, da das HW in der Regel über mehrere Heizkessel verfügt und die Wärmeerzeugung daher ohne grössere Wirkungsgradeinbusse den wechselnden Lastverhältnissen angepasst werden kann. Insgesamt, unter Berücksichtigung der Verteilverluste, sind jedoch gegenüber der Einzelheizung nur marginale Brennstoffeinsparungen möglich. - Ein wesentlicher energetischer Vorteil des Fernheizwerkes liegt jedoch in der grösseren Freiheit der Wahl des Brennstoffes (Diversifikation; Substitution von Erdöl; insbesondere Verwertung der bei der Kehrlichtverbrennung anfallenden Wärme: mit der Nutzung der Verbrennungswärme von 4t Kehrlicht kann rd. 1t Heizöl ersetzt werden).

- **Heizkraftwerk (Fernheizkraftwerk)**

Produktionsanlage, in der sowohl Fernwärme als auch Elektrizität erzeugt wird (WärmeKraft-Kopplung).

- **Wärmeumformwerk**

Wärmeumformwerke dienen zur Herstellung des benötigten Druck-, Temperatur- und Aggregatzustandes des Wärmeträgers im Rohrnetz. In ihnen wird Dampf zu Heiss- oder Warmwasser, Heisswasser zu Warmwasser u.ä. umgeformt.

2.2.3 Wärme-Kraft-Kopplung (WKK)

Parallele (gekoppelte) Erzeugung von Elektrizität und Wärme für Heizzwecke in einer thermischen Kraftmaschine. Die Gewinnung von Heizwärme erfolgt dabei durch Inkaufnahme eines Verlustes an Arbeitsfähigkeit für die Stromproduktion (Stromeinbusse). Wesentlich bei der WKK ist die energetisch günstige Primärenergienutzung unter dem Gesichtspunkt der Energie-Wertigkeit (Exergie): Ein Teil der hochwertigen Primärenergie (z.B. fossile Brennstoffe) wird in hochwertige Elektrizität bzw. mechanische Arbeit übergeführt, und nur der übrige Teil, vorwiegend der für die Stromproduktion nicht nutzbare Teil (meist mehr als 50%), wird in Nutzenergie niedriger Wertigkeit umgewandelt (Heizwärme).

- **Anlagen für die Wärme-Kraft-Kopplung (Beispiele)**

- Dampfturbine (Gegendruckturbine, Entnahmekondensationsturbine)
- Gasturbine mit Abhitzeessel
- Kombiheizkraftwerk (Kombination Gasturbine/Dampfturbine)
- Verbrennungsmotoren (Blockheizkraftwerk mit Dieselmotor oder Ottomotor)
(Siehe auch in Abschnitt 4.4.2, Blockheizkraftwerk)
- Kombination von Wärme-Kraft-Kopplung und Wärmepumpe (z.B. Gasmotor-Wärmepumpe: Nutzung der mech. Arbeit eines Motors für den Antrieb einer Wärmepumpe bei gleichzeitiger Nutzung der Abwärme des Motors).

- **Heizkraftwerk mit Gegendruckturbine (Gegendruckbetrieb)**

Die erzeugte elektrische Leistung ist abhängig von der Wärmeabgabe. Die Gegendruckturbine findet daher vor allem Anwendung bei kleineren HKWs mit "wärmegeführten", d.h. auf die Deckung des Wärmebedarfes ausgerichteten Betrieb (Strom ein Nebenprodukt der

Wärmeerzeugung). Der Vorteil der Gegendruckturbine liegt in den günstigen Investitionskosten. Die Brennstoffausnutzung (brutto) im Gegendruckbetrieb liegt bei etwa 85%; typische Werte für die Stromkennziffer liegen bei 400 %.

- **Heizkraftwerk mit Entnahme-Kondensationsturbine (Entnahmebetrieb)**

Die Stromproduktion ist bei dieser Betriebsweise weitgehend unabhängig von der Wärmeproduktion. Die Entnahme-Kondensationsturbine findet daher vor allem Anwendung bei einer Anlage, die primär auf die Stromproduktion ausgerichtet ist. Besteht kein Wärmebedarf (z.B. im Sommer), kann auf reine Stromerzeugung umgeschaltet werden (mit entsprechend geringer Brennstoffausnutzung); in diesem Fall steht die gesamte elektrische Leistung zur Verfügung.

- **Brennstoffausnutzung (einer WKK Anlage)**

Verhältnis der gewonnenen Energie (Strom plus Heizwärme) zum eingesetzten Brennstoff (Primärenergie). Netto-Brennstoffausnutzung: gewonnene Energie nach Abzug des Eigenverbrauchs der WKK Anlage. Gegenüber der getrennten Strom- und Wärmeproduktion ergibt sich bei der WKK eine insgesamt wesentlich höhere Brennstoffausnutzung. Beispiel:

- Brennstoffausnutzung WKK Anlage (Gegendruckturbine):	85 - 90%
(Stromkennziffer ca 40%)	
Getrennte Strom-/Wärmeproduktion (zum Vergleich)	
- Brennstoffausnutzung Stromproduktion (Dampfturbine):	30 - 40%
- Brennstoffausnutzung Wärmeproduktion (ND-Oelkessel):	90%
(Bei einem Verhältnis von Stromproduktion zu Wärmeproduktion von 40/100 ergibt sich hier insgesamt eine Brennstoffausnutzung von ca. 74%)	

- **Stromkennziffer (Stromkennzahl) einer WKK Anlage**

Verhältnis der erzeugten elektrischen Energie zur erzeugten Heizwärme. (Als Wärme-kennzahl bezeichnet man andererseits oft den Reziprokwert der Stromkennziffer).

- **Stromausbeute**

Quotient aus der nutzbaren Stromerzeugung und dem Gesamtwärmeaufwand (Brennstoffaufwand).

- **Stromeinbusse (einer WKK Anlage, insbesondere Kondensationsturbine)**

Verhältnis der Stromminderproduktion (gegenüber reinem Kondensationsbetrieb) zur Wärmeauskopplung (kWh/GJ)

- **Koppelprozess, Koppelprodukt**

Ein Koppelprozess ist ein technisch verbundenes Produktionsverfahren, für zwei oder mehrere Güter; d.h. bei der Erzeugung eines Gutes fallen zwangsläufig ein oder zwei weitere Güter mit an. Ein Koppelprodukt ist sinngemäss ein Produkt, das in einem Koppelprozess entsteht. Beispiel: WKK Anlage mit gekoppelter Wärme- und Stromerzeugung.

2.3 Versorgung mit Erdöl

- **Herkunft des Erdöls**

Die Schweiz importierte 1990 insgesamt 12.1 Millionen t Erdölprodukte, wovon rund 25% als Rohöl und 75% als Fertigprodukte (Benzin, Dieselöl, Heizöl, etc.). Wichtigste Herkunftsregionen für das Rohöl waren Afrika (46%, vor allem Libyen und Nigeria) und die Nordsee 43% (Norwegen und Grossbritannien) und der Mittlere Osten (11 %, v.a. SaudiArabien). Die Fertigprodukte stammten fast ausschliesslich aus Ländern der EG, vorab aus

der BRD. - Das importierte Rohöl wird in den zwei Inlandraffinerien Cressier SA und Raffinerie du Sud-Ouest SA zu Fertigprodukten verarbeitet. Die beiden Raffinerien deckten damit 1990 rund einen Viertel des Inlandverbrauches an Erdölprodukten.

- **Struktur des schweizerischen Erdölmarktes**

In der Schweiz sind 7 integrierte Erdölgesellschaften tätig, welche vom Import über den Grosshandel bis hin zur Feinverteilung alle Sparten des Erdölgeschäftes betreiben (z.B. Shell, Esso, BP, etc.). Im Bereich Import und Grosshandel gibt es zudem rund 90 Grossisten-Importeure und Grossisten, welche die Erdölprodukte von den integrierten Gesellschaften beziehen, oder sich in ausländischen Raffinerien oder über den internationalen Handel versorgen. Den eigentlichen Detailhandel bestreiten im Heizölsektor ca. 700 Brennstoffhändler, und das Benzingeschäft wickelt sich über etwa 4000 Markentankstellen ab.

- **Organisationen der Erdölwirtschaft**

Die wichtigsten Träger der schweizerischen Erdölwirtschaft sind:

- **Erdöl-Vereinigung (EV), Zürich**

In der Erdöl-Vereinigung, welche die Interessen der schweizerischen Mineralölwirtschaft wahrnimmt, sind die grossen im Erdölgeschäft tätigen Gesellschaften zusammengeschlossen (1 991 34 Mitglieder).

- **Swisspetrol Holding AG, Zürich**

Die Swisspetrol betreibt über verschiedene Beteiligungsgesellschaften die Erdöl- und Erdgasforschung und Exploration in der Schweiz. Träger der Swisspetrol sind schweizerische Banken und Wirtschaftsunternehmen, insbesondere aus dem Energiesektor. Unterstützt wird das Forschungsprogramm auch durch Finanzbeiträge Dritter. - Zu den Aktivitäten der Swisspetrol (über ihre Beteiligungsgesellschaft LEAG, AG für Luzernisches Erdöl) gehört u.a. der Erdgasförderbetrieb Finsterwald.

- **Carbura, Schweiz. Zentralstelle f. die Einfuhr flüssiger Treib- und Brennstoffe**

Die Carbura, eine Vereinigung der Erdölwirtschaft mit rund 1 00 Mitgliedern, überwacht die Pflichtlagerhaltung und erteilt Importbewilligungen. Geschäftssitz ist in Zürich.

- **Fiskalbelastung und Abgaben auf Treib- und Brennstoffen**

Treibstoffe (Benzin und Dieselöl) sind durch hohe Zollansätze belastet. 1990 betrug die Gesamtbelastung (Grundzoll, Zollzuschlag, Carbura-Gebühr, WUST) 65.1 Rp/l für SuperBenzin, 56.5 Rp/l für bleifreies Benzin und 64.2 Rp/l für Dieselöl. Die relative Belastung (Anteil der Fiskalbelastung am Gesamtpreis) betrug damit 59% für Superbenzin sowie 56% für bleifreies Benzin und Diesel.

Demgegenüber ist die Belastung des Heizöls gering (1990 2.8 Rp/l) und besteht im wesentlichen aus der Carbura-Gebühr.

2.4 Versorgung mit Erdgas

- **Herkunft des Erdgases**

Das von der schweizerischen Gaswirtschaft über Lieferverträge mit ausländischen Erdgasunternehmen (Ruhrgas, Gasunie (Holland), SNAM, Gaz de France, u.a.) importierte Erdgas stammt vorwiegend aus Quellen in Holland, in der Nordsee, in der BRD sowie in Russland. 1990 wurden insgesamt 21'044 GWh Erdgas importiert.

- **Organisation der schweizerischen Erdgaswirtschaft**

- **Gasimport**

Der Gasimport liegt hauptsächlich in den Händen der Swissgas AG, an welcher die

Regionalgesellschaften (Gasverbund Ostschweiz, Gasverbund Mittelland, Gaznat, Erdgas Zentralschweiz AG) als Hauptaktionäre beteiligt sind. Zum geringeren Teil importieren die Regionalgesellschaften das Erdgas direkt. 1990 war der Anteil der Gesellschaften am gesamten Erdgasaufkommen wie folgt:

Erdgasimport	Swissgas AG	15'006 GWh
	Gasverbund Mittelland AG (GVM)	2'328 GWh
	Gasverbund Ostschweiz AG (GVO)	1'547 GWh
	Gaznat SA	2'047 GWh
	Uebrige	116 GWh
Total Erdgasimport		21'044 GWh
Inlandförderung (Finsterwald, Swissgas)		39 GWh
Total Ergasaufkommen		21'083 GWh

- **Gasverteilung**

Die Regionalgesellschaften (GVM, GVO, Gaznat, EGZ) beliefern ihrerseits rund 90 kommunale oder regionale Gasversorgungsunternehmen, welche die Endverbraucher in insgesamt 600 Gemeinden versorgen. (Die meisten der 90 Gasversorgungsunternehmen sind im Verband der Schweizerischen Gasindustrie mit Sitz in Zürich zusammengeschlossen). Verschiedene Grossverbraucher werden von den Regionalgesellschaften auch direkt beliefert. Das gesamte Erdgas Transport- und Verteilnetz in der Schweiz hat eine Länge von rund 11'600 km, unterteilt in 4'100 Hochdruck- und 7'500 km Niederdruckleitungen. Zum Haupttransportnetz in der Schweiz gehört auch die Transitgas-Leitung, das schweizerische Teilstück der Pipeline Holland - Italien, welche von der Transitgas AG betrieben wird. Ein weiterer Teil des Haupttransportnetzes wird von den Regionalgesellschaften und der Swissgas AG betrieben, die übrigen Transportleitungen und die Verteilnetze von den kommunalen und regionalen Gasversorgungsgesellschaften.

2.5 **Versorgung mit Kohle**

Für die schweizerische Energieversorgung hat Kohle heute nur noch eine verhältnismässig geringe Bedeutung. Eine Ausnahme bildet die Zementindustrie, wo die Kohle zur Zeit der wichtigste Energieträger ist. Im Jahr 1990 betrug der Anteil der Kohle am gesamtschweizerischen Endverbrauch an Energie 1.9 % (total 14'360 TJ oder 5 1 5'000 t, vorwiegend Steinkohle). Davon entfielen 95 % oder 488'000 t auf den Industriesektor, insbesondere die Zementindustrie (ca. 415'000 t) und zu einem geringeren Teil die Papierindustrie (40 t). Rund 70% des Energiebedarfs des Zementsektors wurden 1990 mit Kohle gedeckt.

Dachverband der schweizerischen Kohlenwirtschaft ist die KOLKO (Vereinigung der Schweizerischen Kohlenwirtschaft) mit Sitz in Basel.

2.6 **Energiepreise**

2.6.1 **Preisbegriffe**

- **Preis**

Preis im wirtschaftswissenschaftlichen Sinn ist das Entgelt für den Erwerb eines Gutes oder einer Dienstleistung auf dem Markt je Einheit einer Bezugsgrösse oder Bemessungsgrösse (z.B. m³, kg, kWh, Monat). Bei freiem Markt bildet sich der Preis durch Ausgleich von

Angebot und Nachfrage. Durch die besonderen Marktstrukturen oder staatliche Vorkehren ist aber die freie Preisbildung vielfach eingeschränkt. Dies gilt z.T. auch für die Preise auf dem Energiemarkt (Monopolpreise, fiskalisch belastete Preise, etc.).

Je nach der Handelsstufe spricht man z.B. vom Erzeugerpreis, dem Grosshandelspreis, dem Detailpreis, etc. Der für einen Betrieb oder Verbraucher massgebliche betriebswirtschaftliche Preis ist der Einkaufspreis.

Der Preis eines Gutes (z.B. eines Energieträgers) setzt sich vielfach zusammen aus verschiedenen Preiskomponenten, z.B. einem festen Preisanteil pro Monat (Fr/Monat, in Abhängigkeit von einer bestimmten Bezugsgrösse) und einem verbrauchsabhängigen Preisanteil (Fr/MWh).

- **Gesamtpreis (Durchschnittspreis)**

Der aus den verschiedenen Preiskomponenten gebildete Gesamtentgelt für die Abrechnungsperiode (Rechnungsbetrag), bezogen auf die in der Periode abgegebene Menge des Gutes ergibt den Gesamtpreis des Gutes (oft auch als Durchschnittspreis oder durchschnittlicher Gesamtpreis bezeichnet; z.B. Gesamtpreis oder Durchschnittspreis pro Monat, in Fr/MWh). Statt vom Gesamtpreis spricht man vereinfachend auch oft nur vom "Preis".

- **Faktorpreis**

Preise der für den Produktionsprozess erforderlichen Güter und Dienstleistungen (d.h. die Preise der Produktionsfaktoren Arbeit, Kapital, Rohmaterial, Energie, etc.)

- **Preiselastizität der Nachfrage (insbesondere Elektrizitätsnachfrage)**

Relative Aenderung der nachgefragten Menge zur relativen Aenderung des Preises bezogen auf die gleiche Zeitperiode. Eine Elastizität von 0.2 bedeutet z.B., dass bei einer Strompreiserhöhung von 1 0% die Elektrizitätsnachfrage um 2% zurückgeht. - Die Preiselastizität der Elektrizitätsnachfrage wird oft herangezogen, um die Wirkung von Tarifierhöhungen auf den Elektrizitätsverbrauch abzuschätzen. Ueber die Elastizitäten gibt es allerdings nur wenige empirische Untersuchungen; es muss zudem berücksichtigt werden, dass kurzfristig die Preiselastizitäten erheblich kleiner sind als langfristig.

- **Anlegbarer Preis**

Obergrenze für den Preis eines Energieträgers, der vom Anbieter nicht überschritten werden darf, um eine Mindestnachfrage nach diesem Energieträger gegenüber substitutiven Energieträgern sicherzustellen. Bei Preisbildung nach der Anlegbarkeit sind die konkurrierenden (substituierbaren) Energieträger für den Verbraucher gleich vorteilhaft (Preisäquivalenz, Äquivalenzpreis). Der anlegbare Preis spielt z.B. bei der Festlegung von Fernwärmepreisen eine wesentliche Rolle (Preisäquivalenz gegenüber Einzelheizung).

- **Spot-Preis**

Preis, zu dem ein Energieträger auf dem Spot-Markt gehandelt wird. Auf dem Spot-Markt wird der Verkauf von kurzfristig anfallenden Mengen von Gütern getätigt, z.B. Ueberschussmengen, die nicht durch Verträge abgedeckt sind. Spot-Preise unterliegen starken Schwankungen.

- **Preise CIF (Cost, Insurance, Freight)**

Lieferbedingungen, nach denen der Preis so festgesetzt ist, dass durch den Verkäufer die Lieferung zum Bestimmungsort (i.d.R. Hafen) erfolgt, und die Fracht bezahlt und die Versicherung gedeckt ist.

- **Preise FOB (Free on Board)**

Lieferbedingungen, nach denen der Preis alle Kosten des Verkäufers bis zur Lieferung an Bord des Schiffes einschliesst (Seefracht und Versicherung sind nicht eingeschlossen).

- Preise FOR (Free on Rail, frei Bahnwaggon)

Lieferbedingungen, nach denen der Preis alle Kosten des Verkäufers bis zum Verlad auf den Bahnwaggon einschliesst. Ab diesem Zeitpunkt trägt der Käufer alle Kosten. (Diesem Begriff wird meist der Name des Abgangsortes nachgestellt).

2.6.2 Tarife, Tarifsysteem

- Als Tarif (oder Tarifsysteem) bezeichnet man ein einheitliches für bestimmte Verbrauchergruppen (z.B. Haushalte, Industrie, Dienstleistungsbetriebe) oder für bestimmte Verwendungszwecke (z.B. Licht, Heizen) einheitlich festgelegtes Preissystem. Für die leitungsgebundenen Energieträger kommen in der Regel mehrgliedrige Tarife zur Anwendung, d.h. ein Tarifsysteem mit mehreren Preiskomponenten.

- Arbeitspreis

Preis für die bezogene Energiemenge (Arbeit), z.B. Rp/kWh Strom oder Fr/MWh Fernwärme. Bei Fernwärme oder thermisch erzeugter Elektrizität sollte der Arbeitspreis mindestens die variablen Kosten (Brennstoffkosten) abdecken. Bei den schweizerischen Elektrizitätstarifen liegt der Arbeitspreis wesentlich höher als die variablen (verbrauchsabhängigen) Kosten der Elektrizität (bei entsprechend tieferem Leistungspreis).

- Leistungspreis

Bei leitungsgebundenen Energieträgern: Preis für die abonnierte oder für die bezogene maximale Leistung für eine bestimmte Zeitperiode, z.B. Fr/kW pro Monat. Nach der Theorie der Preisgestaltung sollte der Leistungspreis im wesentlichen die fixen Kosten der Energiebereitstellung abdecken (Personalkosten, Investitionskosten). In der Praxis liegt der Leistungspreis allerdings meist tiefer (bei entsprechend höherem Arbeitspreis). Bei kleinen Stromverbrauchern, wo sich eine Leistungsmessung nicht lohnt, werden die fixen Kosten meist weitgehend auf den Arbeitspreis umgelegt.

- Grundpreis (Grundgebühr)

Fester Preis pro Zeitperiode, z.B. Fr pro Monat. Der Grundpreis kann auch gestaffelt sein, z.B. abhängig von der Höhe des Konsums (mengenbezogener Grundpreis; Bedeutung einer Leistungskomponente). Der Grundpreis soll im allgemeinen gewisse fixe, kundenspezifische Kosten abdecken (Zählmiete, Zählerablesung).

- Blindenergiepreis (Blindstrompreis)

Bei grossen Stromverbrauchern wird oft ein Preis für die Blindenergie (kVAh) verrechnet, wenn der Blindenergiebezug bzw. der durchschnittliche $\cos \phi$ (Leistungsfaktor) in der Verrechnungsperiode ein bestimmtes Mass überschreitet. Die Grenze liegt i.d.R. bei einem $\cos \phi$ von ca. 0.9. Jede mehr bezogene kVAh wird dann nach einem Einheitspreis (Rp/kVAh) verrechnet. Durch den Einbau von Blindstromkompensationsanlagen (z.B. Kondensatoren) kann der Abonnent seinen Blindstrombezug einschränken. (Siehe auch 3.2, Begriff der Blindenergie bzw. Blindleistung).

- Zonung eines Tarifelementes

Bei der Zonung wird die pro Verrechnungsperiode bezogene Energiemenge (in seltenen Fällen auch die bezogene Leistung) in aufeinanderfolgende Bereiche (Zonen) bestimmter Grössen eingeteilt, für welche unterschiedliche Preise gelten. (z.B. 20 Rp/kWh für die ersten 50 kWh pro Monat; 15 Rp/kWh für alle weiteren kWh). Wird bei Elektrizitätstarifen nur noch selten verwendet.

- Staffelung eines Tarifelementes

Bei der Staffelung ändert der Preis für die gesamte bezogene Energiemenge (bzw. die gesamte bezogene Leistung) bei Ueberschreitung von festgelegten Grenzwerten für die Bezugsmenge (oder Leistung). - Beispiel: Alle kWh zum Arbeitspreis von 20 Rp/kWh, falls

der monatliche Verbrauch 50 kWh nicht übersteigt; alle kWh zum Preis von 15 Rp/kWh, falls der monatliche Verbrauch über 50 kWh liegt. Wird nur noch selten verwendet.

Minimale

Minimaler Rechnungsbetrag, der vom Bezüger in einer gewissen Zeitspanne mindestens bezahlt werden muss (z.B. 3.- Fr. pro Monat). (Nicht zu verwechseln mit dem Grundpreis, welcher immer verrechnet wird, unabhängig vom Energiebezug. Eine Minimale wird gelegentlich an Stelle eines Grundpreises angewendet).

Anschlussbeitrag (Anschlussgebühr, Netzkostenbeitrag, Baukostenbeitrag)

Einmalige Gebühr, welche ein Abonnent beim Bezug von leitungsgebundener Energie (Strom, Gas, Fernwärme) als Kostenbeitrag an die Kosten des Netzanschlusses zu entrichten hat (auch häufig als Netzkostenbeitrag oder Baukostenbeitrag bezeichnet). In gewissen Fällen kann der Anschlussbeitrag auch in mehreren Raten entrichtet werden.

Einheitstarif

Tarifsystem, bei dem der Verwendungszweck der Energie nicht berücksichtigt wird (keine Preisdifferenzierung z.B. nach Licht-, Kraft- und Wärmestrom). Bei der Elektrizität wird die Anwendung von Einheitstarifen heute allgemein befürwortet.

Einfachtarif

Tarif, welcher einen einheitlichen Arbeitspreis für die Bezüge in der Hochlast- und in der Schwachlastzeit aufweist. Er ist jedoch meistens zweigliedrig und enthält einen Grundpreis oder Leistungspreis.

Doppeltarif

Tarif, welcher unterschiedliche Arbeitspreise für die Bezüge in der Hochlast- und in der Schwachlastzeit enthält. Man unterscheidet dann zwischen dem Hochtarif und dem Niedertarif. Er ist jedoch meistens zweigliedrig und enthält einen Grundpreis oder Leistungspreis.

Eingliedertarif

Tarif, welcher nur eine Preiskomponente (Arbeitspreis) enthält.

Zweigliedertarif

Tarifsystem, das zwei Preiskomponenten enthält, z.B. einen Grundpreis und einen Arbeitspreis (= Grundpreistarif) oder einen Leistungs- und einen Arbeitspreis (= Leistungspreistarif).

Dreigliedriger Tarif

Tarifsystem, das drei Preiskomponenten enthält, d.h. einen Grundpreis, einen Arbeitspreis und einen Leistungspreis.

Arbeitspreistarif

Tarif, der nur Arbeitspreise enthält.

Grundpreistarif

Tarif, welcher einen Grundpreis und einen oder mehrere Arbeitspreise enthält.

Leistungspreistarif

Tarif, welcher einen Leistungspreis (aufgrund der gemessenen oder berechneten maximalen Leistung) und einen oder mehrere Arbeitspreise enthält.

Pauschaltarif

Tarif, welcher nur einen festen Betrag für eine bestimmte Zeitperiode enthält (z.B. pro Vierteljahr), ohne Rücksicht auf den tatsächlichen Energieverbrauch.

Saisontarif

Eine Preisregelung, die entweder verschiedene Preise je nach der Jahreszeit enthält, oder die nur innerhalb bestimmter Jahreszeiten angewandt wird. - Da in der schweizerischen Energieversorgung, insbesondere in der Stromversorgung, die Winterenergieversorgung den Engpass bildet, ist eine Differenzierung des Strompreises nach Winter- und Sommerhalbjahr grundsätzlich angezeigt.

Sondeirtarif (Vertragstarif)

Besondere Tarifvereinbarung, welches ein Energieversorgungsunternehmen mit einem Grossabnehmer aufgrund eines speziellen Vertrages trifft, welcher den individuellen Bezugscharakteristiken Rechnung trägt.

Stromlieferungsvertrag

Liefervertrag für Stromgrossabnehmer mit einem Sondertarif. Der Stromlieferungsvertrag enthält in der Regel neben den eigentlichen Preisbestimmungen (Tarifen) insbesondere auch die Bezugsbedingungen (z.B. Uebergabestelle, Bezugsspannung, abonnierte Leistung, evtl. garantierte Liefer- oder minimale Bezugsmengen), Bestimmung über die Messung und Verrechnung, über Preisänderungsbestimmungen, über die Eigentumsverhältnisse von Versorgungseinrichtungen und Verantwortlichkeiten, und über die Vertragsdauer.

Preisänderungsklausel

Vertragsklausel welche der Anpassung von in Tarifverträgen vereinbarten Preisen an veränderte Kostenkomponenten dient. - Z.B. in Fernwärmelieferverträgen oder Gaslieferverträgen wird der Arbeitspreis vielfach mit einer Preisänderungsklausel an den Preis einer Konkurrenzenergie (v.a. Heizölpreis) gebunden.

Beispiel für eine Preisänderungsformel:

P	=	$P_o * (P_K/P_{K_o} * 0.6 + L/L_o * 0.3 + 0.1)$
P _o	=	Ausgangspreis
P _K	=	Preis der Konkurrenzenergie
P _{Ko}	=	Basiswert des Preises der Konkurrenzenergie
L	=	Lohnindex
L _o	=	Basiswert des Lohnindex

Abrechnungsperiode

Zeitspanne zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zählerablesungen zwecks endgültiger Abrechnung für diese Zeitspanne.

Ableseperiode

Zeitspanne zwischen zwei aufeinanderfolgenden Zählerablesungen zwecks vorläufiger Abrechnung in dieser Zeitspanne.

2.6.3 Elektrizitätstarife

- Die schweizerischen Elektrizitätswerke sind in ihrer Tarifgestaltung heute grundsätzlich autonom; weder Bund noch die Kantone haben Grundlagen, um die Tarife gesetzlich zu regeln. Auf Bundesebene bestehen seit 1989 die "Empfehlungen für Tarife von leitungsgebundenen Energien", welche jedoch nicht verbindlich sind. Die Energienutzungsverordnung (ENV) von 1992 enthält Vorschriften über die Vergütung von Energierücklieferungen von Selbstversorgern ins öffentliche Netz. Die Elektrizitätstarife unterstehen zudem der Kontrolle durch den eidg. Preisüberwacher. Eingeschränkt wird die Tarifautonomie der öffentlichen Elektrizitätsversorgungsunternehmen in jenen Fällen, wo die Tariffestsetzung dem Referendum von Volk oder Parlament untersteht. Insgesamt ergibt sich damit in der Schweiz eine grosse Tarifvielfalt. Immerhin werden einige Tarifgrundsätze bei den meisten Elektrizitätswerken in gleicher Weise angewendet.

Dazu gehören:

- Doppeltarif (Preisdifferenzierung nach Hoch- und Niedertarif)
- Grundpreistarif für kleine und mittlere Verbraucher (Grundpreis und Arbeitspreis)
- Dreigliedertarif für die grossen Verbraucher (Grundpreis, Arbeitspreis und Leistungspreis).
- Preisdifferenzierung nach Sommer und Winter. (in der Praxis heute vor allem für grosse Verbraucher mit monatlicher Ablesung angewendet).

Beispiel eines Dreigliedertarifes (schematisch)

Grundpreis	50 Fr pro Monat
Arbeitspreis	
Hochtarif (HT 06.00 - 22.00 h)	15 Rp/kWh
Niedertarif (NT 22.00 - 06.00 h)	10 Rp/kWh
Leistungspreis	16 Fr/kW pro Monat

Gesamtpreis (Durchschnittspreis):

Annahmen:

Max. Leistung im Monat	100 kW
Energieverbrauch pro Monat im HT	20 MWh
Energieverbrauch pro Monat im NT	10 MWh

Total Stromkosten pro Monat:

$$50 + 0.15 * 20'000 + 0.1 * 10'000 + 16 * 100 = 5'650.- \text{ Fr}$$

$$\text{Gesamtpreis: } 5'650/30'000 = 18.8 \text{ Rp/kWh}$$

- Entwicklung des durchschnittlichen Konsumentenpreises in der Schweiz (Rp/kWh; gemäss Schweizerische Elektrizitätsstatistik aufgrund einer Erhebung bei 162 Elektrizitätswerken; Durchschnitt für alle Endverbraucherkategorien)

1985	1986	1987	1988	1989	1990
13.50	13.78	13.85	14.00	14.17	

2.6.4 Fernwärmepreise

Fernwärmepreise sind in der Regel zweigliedrige Tarife mit einem Leistungspreis (oder Grundpreis) und einem Arbeitspreis (Fr pro MWh Wärmebezug). Der Leistungspreis wird

dabei nach der abonnierten Leistung berechnet. Der Arbeitspreis ist meist an den Preis von Heizöl gebunden (gelegentlich auch an mehrere Brennstoffe).

Für den Anschluss wird ein einmaliger Anschlussbeitrag verrechnet (z.B. in Abhängigkeit der abonnierten Leistung).

Beispiel eines Fernwärmetarifes (Stadt Zürich):

Leistungspreis: $5500 * \sqrt{L}$ (Fr/Jahr)

wo: L = Abonnierte Leistung in MW

Arbeitspreis $1.12 * P_{\text{Oel}}$ (Fr/MWh)

wo: P_{Oel} = Preis für Heizöl extraleicht in Fr/100 kg (Mittel für das Verrechnungsjahr, für Lieferungen in Mengen von 60009000 l)

2.6.5 Heizölpreise

- Heizölpreise sind reine Mengenpreise, wobei je nach Bezugsmenge unterschiedliche Preise gelten. Die Verrechnungseinheit ist Fr/100 kg (für Grosshandelspreise, z.B. bei Lieferung in Kesselwagen, auch Fr/t).

Für energiewirtschaftliche Vergleichsrechnungen wird der Heizölpreis zweckmässigerweise auf Energieeinheiten GJ oder MWh umgerechnet. Unter Verwendung des unteren Heizwertes ergibt sich dabei für Heizöl extraleicht:

1 Fr/100 kg = 0.235 Fr/GJ

oder 1 Fr/100 kg = 0.843 Fr/MWh

Marktbedingt sind die Heizölpreise erfahrungsgemäss verhältnismässig starken Schwankungen unterworfen. Im Jahre 1990 beispielsweise ergaben sich für Heizöl extraleicht (für Bezugsmengen von 6'000 - 9'000 l) bei einem Jahresmittel von 42.2 Fr/100 kg Monatsmittelwerte von maximal 56.0 Fr/100 kg im Oktober und Tiefstwerte von 32.5 Fr/ 100 kg im Juni.

- Heizölpreise März 1992 auf dem Platz Zürich

Liefermenge (Liter)	Preis (Fr./ 1 00kg)
1500 - 3000	40.7
3000 - 6000	37.6
6000 - 9000	36.2
9000- 14000	35.5

2.6.6 Gaspreise (Erdgas)

- Gaspreise sind in der Regel mehrgliedrige Tarife mit einem Grundpreis (Fr/Jahr) und einem Arbeitspreis (Rp/kWh); für Grossbezüger kommt vielfach noch ein Leistungspreis hinzu (Fr/kW). Grund- und Arbeitspreise können gestaffelt sein in Abhängigkeit der Bezugsmenge.

Das an die Bezüger abgegebene Gas wird dabei in m^3 gemessen und entsprechend seinem oberen Heizwert (H_o) nach Energie- bzw. Leistungseinheiten verrechnet (Fr/kWh H_o , Fr/kW)

Ho). Die gaswirtschaftliche Leistung wird in der Regel als mittlere Stundenleistung oder Tagesleistung definiert. Die Leistung wird daher oft nicht in Watt (kW) angegeben, sondern in kWh/h oder kWh/d. Für energiewirtschaftliche Vergleichsrechnungen mit anderen Energieträgern muss der Gaspreis auf den unteren Heizwert H_u , umgerechnet werden
 $1 \text{ Fr/kWh } H_o, \quad 1.11 \text{ Fr/kWh } H_u.$

Abschaltverträge

Gasverbraucher, welche bereit sind während den Winter-Spitzenlastzeiten den Gasbezug abzuschalten und auf Heizöl umzustellen, bezahlen einen reduzierten Arbeitspreis (oder einen reduzierten Leistungspreis bei einem Leistungspreistarif)

Beispiel eines Gastarifes (GVZ Heizgastarif Stand Jan. 1992)

Reingas (nicht abschaltbar)

Grundpreis	< 70 kW Leistung	300 Fr/a
	> 70 kW Leistung	250 Fr/a

Arbeitspreis 4.2 Rp/kWh

Abschaltbar (Abschaltvertrag)

Grundpreis	250 Fr/a
Arbeitspreis	3.6 Rp/kWh

Gesamtpreis (Rechenbeispiel)

Jahresverbrauch: 40'000 kWh H_u ; nicht abschaltbar

Benutzungsdauer der Höchstlast: 2'100 h

Max. Leistung: $40'000/2'100 = 19 \text{ kW}$ (70)

Rechnungsbetrag: $300 + 40'000 \cdot 0.042 = 1'980 \text{ Fr}$

Gesamtpreis (Durchschnittspreis):

$$1'980 - 100 / 40'000 = 4.85 \text{ Rp/kWh } H_o = 5.38 \text{ Rp/kWh } H_u$$

3. Grundbegriffe der Energieverwendung

3.1 Zeitbegriffe

- Nennzeit

Die gesamte zusammenhängende Berichts- oder Betrachtungszeitspanne, ohne jegliche Unterbrechung (Kalenderzeit).

Die Dauer einer Jahresperiode (Nennzeit ein Jahr) beträgt 8760 h, die Dauer einer Monatsperiode 730 h.

- Betriebszeit (Betriebsdauer)

Die Zeitdauer, in der eine energietechnische Anlage Energie nutzbar erzeugt, fortleitet oder umformt. Die Betriebsstunden sind sinngemäss die Stunden, während der die Anlage Energie nutzbar erzeugt, fortleitet oder umformt.

- Benutzungszeit (Nutzungszeit) gemäss SIA 380/4

Gemäss SIA 380/4 (Elektrische Energie im Hochbau) wird unterschieden zwischen Benutzungszeit und Betriebszeit: Während sich Betriebszeit in Übereinstimmung mit obiger Definition auf die Betriebsdauer einer elektrischen Anlage bezieht, bedeutet Benutzungszeit (Nutzungszeit) die Dauer der Nutzung eines bestimmten Gebäudeteils (einer sog. Betriebseinheit, z.B. Büroräume, Verkaufsfläche, Parking). Betriebszeit und Benutzungszeit sind im allgemeinen unterschiedlich.

Der Begriff Benutzungszeit gemäss SIA 380/4 ist nicht zu verwechseln mit dem allgemein gebräuchlichen Begriff der Benutzungsdauer (einer Leistung). Siehe dazu 3.4.

- Bereitschaftszeit (Bereitschaftsdauer)

Die Zeitdauer, in der eine energietechnische Anlage betriebsbereit (aber nicht in Betrieb) ist. Innerhalb der Bereitschaftszeit muss die Anlage in ihrer normalen Anfahrzeit angefahren werden können. Die Bereitschaftsstunden sind sinngemäss die Stunden, während der die Anlage betriebsbereit ist.

- Anfahrzeit (Anlaufzeit)

Die Zeit, welche eine Anlage (z.B. Motor, Kraftwerk, Kesselanlage) beim Anfahren aus der Bereitschaft im Stillstand bis zum Erreichen des normalen Betriebszustandes (z.B. Nenndrehzahl) benötigt.

- Verfügbarkeitszeit

Die Summe aus Betriebszeit und Bereitschaftszeit. (Verfügbarkeitsstunden = Betriebsstunden + Bereitschaftsstunden).

- Nichtverfügbarkeitszeit

Die Zeitdauer (innerhalb der Berichtsperiode), in der die Anlage nicht funktionsfähig ist (= Nennzeit minus Verfügbarkeitszeit).

- Ueberholungsdauer (Reparaturzeit)

Die Zeitdauer, während der eine Anlage zur planmässigen Ueberholung bis zur wiederhergestellten Betriebsbereitschaft ausser Betrieb ist.

- Ausfallzeit

Die Zeitdauer, während der die Anlage infolge einer unvorhergesehenen Störung bis zur wiederhergestellten Betriebsbereitschaft ausser Betrieb ist.

Anmerkung: Die Summe von Betriebszeit, Bereitschaftszeit, Ueberholungsdauer und Ausfallzeit ist gleich der Nennzeit (Betrachtungszeitspanne)

3.2 Leistungsbegriffe

- Leistung

Im allgemeinen, physikalischen Sinne ist Leistung (P) gleich dem Quotienten aus einer in einer bestimmten Zeitperiode (t) umgesetzten Energiemenge bzw. Arbeit (E) und der Zeitperiode: $P = E/t$ (Watt). Vgl. z.B. elektrische Leistung, Wärmeleistung, etc..

Unter der Leistung eines Energiesystems versteht man im allgemeinen einen Momentanwert bzw. einen Mittelwert über eine kurze Zeitspanne (ermittelt durch Messung der Energiemenge in dieser Zeitspanne).

- Leistung und Last (elektrische Last, Wärmelast)

Bei der praktischen Verwendung des Leistungsbegriffs wird grundsätzlich unterschieden zwischen Leistung und Last .

Unter Leistung versteht man in der Regel die Leistungsfähigkeit eines Energiesystems oder Geräts (erzeugte Leistung, abgegebene Leistung, installierte Leistung, etc.).

Demgegenüber bezeichnet man als Last die an einer bestimmten Stelle tatsächlich in Anspruch genommene oder benötigte Leistung. Wärmelast (auch Wärmebelastung): z.B. die zu Heizzwecken beanspruchte Wärmeleistung. Elektrische Last: z.B. die an den Klemmen eines Motors tatsächlich beanspruchte elektrische Leistung.

In der Praxis werden allerdings die Begriffe Last und Leistung vielfach gleichbedeutend verwendet

- Interne Wärmelast

Als interne Wärmelast bezeichnet man in der Raumheiztechnik die Wärme, die ohne gezielte und geregelte Heizleistung während der Heizperiode in geheizten Räumen wirksam wird: Wärme von Personen, Beleuchtung, Apparaten, Sonneneinstrahlung, etc. Die interne Wärmelast wird auch als freie Wärme bezeichnet.

- Wärmebelastung (als thermische Beeinflussung der Umwelt)

Als Wärmebelastung bezeichnet man im Bereich der Ökologie auch die Emissionen von Abwärme an Gewässer, Boden oder Atmosphäre, die über dem natürlichen Temperaturniveau liegen.

- Nennleistung

Die Nennleistung einer Anlage oder eines Gerätes (z.B. Nennleistung eines Elektromotors) ist die Leistungsfähigkeit (in der Regel die höchste Dauerleistung), für welche die Anlage bestellt und mindestens bemessen ist. Sie ist auf dem Leistungsschild angegeben oder aus Spezifikation oder Abnahmeprotokoll ersichtlich. Die Nennleistung ist definiert für bestimmte Umgebungs-Verhältnisse.

- Dauerleistung

Die Leistung, die bei bestimmungsgemäsem Betrieb einer Anlage ohne zeitliche Einschränkung erbracht wird, ohne ihre Lebensdauer und Betriebssicherheit zu beeinträchtigen.

- Installierte Leistung eines Systems

Die Leistung, die sich aus der Summe der Nennleistungen aller in einem System installierten Anlagen und Geräten ergibt.

Bei einem Verbrauchersystem wird der Begriff installierte Leistung oft gleichbedeutend mit dem Begriff Anschlussleistung verwendet.

- Anschlussleistung (Anschlusswert)

Die Summe aller in einer Verbraucheranlage (oder in mehreren Verbraucheranlagen) angeschlossenen Nennleistungen.

Brutto-Leistung, Netto-Leistung

Bei elektrischen Erzeugungsanlagen wird zwischen Brutto- und Netto-Leistung unterschieden. Die Brutto-Leistung ist die Leistung an den Generatorklemmen; sie schliesst die elektrische Eigenbedarfsleistung der Erzeugungsanlage ein. Die Netto-Leistung ist die von der Erzeugungsanlage ans Netz abgegebene, nutzbare Leistung (Brutto-Leistung abzüglich Eigenbedarfsleistung, auch wenn letztere aus dem Netz bezogen wird).

Verfügbare Leistung

Die verfügbare Leistung einer Erzeugungsanlage (z.B. Strom- oder Wärmeerzeugung) ist die gesamte (einschliesslich die in Reserve stehenden Leistungseinheiten) zum jeweiligen Zeitpunkt mit Rücksicht auf alle technischen und betrieblichen Verhältnisse tatsächlich erreichbare Dauerleistung.

Erforderliche Reserveleistung

Die Leistung eines Erzeugungssystems, die über den erwarteten Leistungsbedarf des Systems hinaus mindestens vorhanden sein muss, um das Risiko von Versorgungsengpässen unter einem noch als tolerabel angesehenen Wert zu halten.

Gesicherte Leistung

Die Leistung eines Versorgungssystems, die verbleibt, wenn man von der verfügbaren Leistung die erforderliche Reserveleistung in Abzug bringt. Zur Aufrechterhaltung der geforderten Versorgungssicherheit in einem Versorgungssystem muss die gesicherte Leistung zu jedem Zeitpunkt mindestens gleich dem Leistungsbedarf des Systems sein.

Betriebsleistung

Die zum jeweiligen Zeitpunkt in einem Energiesystem (Erzeugungsanlage, Verbrauchsanlage) während der Betriebszeit tatsächlich erzeugte oder beanspruchte Leistung.

Anmerkung: In der Haustechnik wird die Betriebsleistung z.T. als die mittlere, effektive Leistung während der Betriebszeit definiert (siehe Probeausgabe SIA 380/4).

Bereitschaftsleistung

Die von einem Energiesystem während der Bereitschaftszeit (Stillstand) beanspruchte Leistung (z.B. Leistungsaufnahme von Hilfsfunktionen, welche auch während der Stillstandszeit des Systems in Betrieb sind).

Höchstleistung

Die höchste Betriebsleistung (erzeugte bzw. abgegebene Leistung) innerhalb einer bestimmten Zeitperiode (z.B. Wärmehöchstleistung, elektrische Höchstleistung).

Die elektrische Höchstleistung wird ermittelt als Momentanwert oder als Mittelwert über eine kurze Zeitspanne, z.B. über 1/4 Stunde.

Höchstlast

Die höchste innerhalb einer bestimmten Zeitperiode an einer bestimmten Stelle (z.B. Klemmen eines Transformators, Uebergabestelle einer Fernwärmehausstation) aufgetretene elektrische Last oder Wärmelast. Analog wird die Tiefstlast definiert.

Grundlast

Die während einer Zeitspanne (z.B. über den ganzen Tag) konstant benötigte elektrische Leistung oder Wärmeleistung (d.h. im Prinzip die minimale Last in der betrachteten Zeitspanne).

Spitzenlast

Der die Grundlast übersteigende veränderliche Anteil der Gesamtlast. Die Spitzenlast kann sich aus mehreren kurzzeitigen Belastungsspitzen zusammensetzen

Mittlere Leistung (über eine bestimmte Zeitspanne)

Die in einer bestimmten Zeitspanne gelieferte Energiemenge bezogen auf die Dauer der Zeitspanne.

Leistungsbedarf

Die innerhalb einer bestimmten Zeitperiode (Tag, Monat, Jahr) an einer bestimmten Stelle zu erwartende Höchstlast (z.B. Wärmeleistungsbedarf, elektrischer Leistungsbedarf)

Bereitzustellende Leistung

Die mit einem Abnehmer vereinbarte Leistung (ei. Leistung, Wärmeleistung), die der Lieferant dem Abnehmer (wenigstens) bereithält.

Abonnierte Leistung

Die maximale Leistung, die ein Abnehmer gemäss Liefervertrag beanspruchen kann und für die er einen vereinbarten Leistungspreis bezahlt. (Übersteigt der Leistungsbedarf des Abnehmers die abonnierte Leistung, so muss in der Regel für die Extraleistung ein erhöhter Leistungspreis bezahlt werden; oder es wird der Leistungsbezug durch technische Vorkehren (Leistungsbegrenzer, Sicherung) auf den Wert der abonnierten Leistung begrenzt).

Scheinleistung, Wirkleistung, Blindleistung (Elektrische Leistungsbegriffe)

Die Scheinleistung ergibt sich als Produkt von Strom und Spannung (Masseinheit VA, Voltampere); sie kann in die Komponenten Wirk- und Blindleistung aufgeteilt werden. Die Scheinleistung ist u.a. für die Auslegung von elektrischen Anlagen massgebend.

Die Wirkleistung (Masseinheit W, Watt) ist die elektrische Leistungskomponente, die für die Umsetzung in eine nicht elektrische Leistung verfügbar ist (z.B. Umsetzung in mechanische Energie, thermische Energie, Licht). Die Wirkleistung ergibt sich als Produkt aus Strom, Spannung und dem Cosinus des Phasenwinkels ϕ .

Die Blindleistung (Masseinheit VAr, Voltampere reaktiv) ist die elektrische Leistung zum Aufbau von magnetischen und elektrischen Feldern (z.B. Magnetfeld eines Transformators, elektrisches Feld eines Kondensators). Die Blindleistung ergibt sich als Produkt aus Strom, Spannung und dem Sinus des Phasenwinkels ϕ . (Siehe auch Leistungsfaktor).

3.3 Arbeitsbegriffe

Energieerzeugung

Die in einer Zeitspanne tatsächlich erzeugte Arbeit (Energie). Dabei sind folgende Besonderheiten zu beachten:
Stromerzeugung: Bei der elektrischen Erzeugung wird stets zwischen der Bruttoerzeugung (Erzeugung gemessen an den Generatorklemmen) und der Netto-Erzeugung (Brutto-Erzeugung abzüglich ei. Eigenverbrauch der Erzeugungsanlage) unterschieden.
Wärmeerzeugung: Bei einer Wärmeerzeugungsanlage (z.B. Heizwerk) versteht man unter Wärmeerzeugung in der Regel die Netto-Erzeugung, d.h. die in der Anlage von einem Energieträger auf einen Wärmeträger übertragene nutzbare Wärmemenge. Verluste und Eigenverbrauch bei der Wärmeerzeugung, also Wärmemengen die nicht an Nutzwärmeträger übertragen werden, sind nicht enthalten.

Anmerkung: Aufgrund des Gesetzes von der Erhaltung der Energie kann Energie im Prinzip nicht "erzeugt" werden, sondern es handelt sich stets um eine Energieumwandlung. Der Begriff der Energieerzeugung (im Sinne der Energieumwandlung) ist aber überall gebräuchlich. Gleiches gilt für die Begriffe Energieverlust oder Energieverbrauch; auch hier geht es streng genommen um eine Energieumwandlung. Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden.

Abgabe (Energieabgabe)

Als Abgabe bezeichnet man allgemein die in einer bestimmten Zeitperiode an einer bestimmten Stelle (durch ein Versorgungsunternehmen) abgegebene Strom- oder Wärmemenge. Als nutzbare Abgabe bezeichnet man im besonderen die Abgabe an einen Abnehmer, gemessen mit der vertraglich vereinbarten Messeinrichtung. (Die "nutzbare Energieabgabe" des Lieferanten ist gleich der "Energieabnahme" des Abnehmers.)

Mindestabnahme

Die vertraglich vereinbarte Energieabnahme für eine bestimmte Zeitperiode (z.B. Gas, Fernwärme) die der Kunde auch bei deren Unterschreiten mindestens zu bezahlen hat.

Energiebedarf

Der zu einem bestimmten Zweck, an einer bestimmten Stelle und in einer bestimmten Zeitperiode erwartete (berechnete) Energieverbrauch, in der jeweils erforderlichen Form (Endenergiebedarf, Strombedarf, Nutzwärmebedarf, etc.). Energiebedarf kann also den Bedarf irgend einer Energieform bedeuten; zur Vermeidung von Missverständnissen sollte stets präzisiert werden, welche Energieform gemeint ist (z.B. Endenergiebedarf).

Anmerkung: Nach der Begriffsbestimmung der SIA-Empfehlungen (380/1, 380/4) bezieht sich der Begriff Energiebedarf einschränkend stets auf den Bedarf an Nutzenergie (Energiebedarf = Nutzenergiebedarf). Diese Einschränkung gilt jedoch - wie oben erläutert nicht generell.

Energieverbrauch

Die in einem Energiesystem oder einer Verbrauchseinrichtungen zur Deckung des Energiebedarfes tatsächlich verbrauchte Energie, in der jeweils eingesetzten Form (die umgesetzte elektrische Arbeit; die dem Wärmeträger entzogene Wärme, etc.)

Anmerkung: Die Begriffe Energiebedarf (erwarteter Verbrauch) und Energieverbrauch (tatsächlicher Verbrauch) sollten stets klar auseinandergehalten werden. In der Praxis wird diese Unterscheidung allerdings nicht immer eingehalten.

spezifischer Energieverbrauch

Der spezifische Energieverbrauch eines Energiesystemes oder Prozesses ist das Verhältnis des Energieverbrauches zu einer charakteristischen Bezugsgrösse des Systems oder Prozesses (z.B. abgegebene Nutzenergie, Menge oder Gewicht der produzierten Güter, etc).

Beispiele: - spezifischer Stromverbrauch einer Zementproduktion (kWh/t)

- spezifischer Stromverbrauch eines Kühlschranks (kWh/m³ pro 24 h).
- spezifischer Benzinverbrauch eines Autos (l/100 km)

Analog wird auch der Begriff spezifischer Energiebedarf definiert. Spezifische Energieverbrauchs- bzw. Energiebedarfszahlen werden insbesondere herangezogen als Kennzahlen zur Charakterisierung der Intensität oder der Effizienz der Energienutzung. Vergleiche auch den Begriff Energiekennzahl (Kapitel 4).

3.4 Kenngrößen für die Benutzung

Betriebsart

Unter Betriebsart versteht man in der Regel die Charakterisierung des zeitlichen Verlaufes des Betriebes einer Anlage, z.B. eines Elektromotors. Die Betriebsart ist ein wichtiger Bestimmungsfaktor für Energieverbrauch und Wirkungsgrad. Charakteristische Betriebsarten sind z.B. der Dauerbetrieb, der Kurzzeitbetrieb, der Vollastbetrieb, der intermittierende Betrieb, etc. Für Elektromotoren werden z.B. 9 charakteristische Betriebsarten definiert.

Benutzungsdauer (Ausnutzungsdauer, Nutzungsdauer)

Allgemein: Die Benutzungsdauer einer charakteristischen Leistung innerhalb einer bestimmten Zeitperiode ist gleich dem Quotient aus der (erzeugten/verbrauchten) Energiemenge während dieser Zeitperiode und der betreffenden Leistung.

Bei der Verwendung dieses Begriffes ist stets die Art der Leistung anzugeben (z.B. installierte Leistung, Anschlussleistung, Höchstlast), sowie auch die zugrunde gelegte Zeitperiode: z.B. Jahresbenutzungsdauer der Höchstlast.

Wird die Zeitperiode nicht näher bezeichnet, so versteht man unter Benutzungsdauer in der Regel die Jahresbenutzungsdauer.

Gebräuchliche Kenngrößen für die Benutzungsdauer sind:

Benutzungsdauer der Höchstlast (Vollaststunden)

Quotient aus Energiemenge in einer bestimmten Zeitperiode (Jahr, Monat) und Höchstlast in dieser Zeitperiode (z.B. Jahresbenutzungsdauer der Höchstlast). Die der Benutzungsdauer der Höchstlast entsprechenden Stunden bezeichnet man auch als Vollaststunden.

Beispiel: Stromverbrauch 15000 kWh/a Höchstlast 5 kW Jahresbenutzungsdauer der Höchstlast = $15000/5 = 3000$ h (im Jahr) (3000 Vollaststunden)

Benutzungsdauer der installierten Leistung

Anmerkung: Vergleiche auch den in den SIA Empfehlungen (Energie im Hochbau) verwendete Begriff der Benutzungszeit (Abschnitt 3.1), welcher vom allgemeinen Begriff der Benutzungsdauer unterschieden werden muss.

Benutzungsgrad (Belastungsgrad) einer Leistung

Der Benutzungsgrad (oder Belastungsgrad) einer charakteristischen Leistung (Höchstlast, abonnierte Leistung, etc.) während einer bestimmten Zeitperiode ist gleich dem Quotienten aus der Benutzungsdauer (der charakteristischen Leistung) und der Dauer der zugehörigen Zeitperiode.

Der Benutzungsgrad ergibt sich auch als Verhältnis der mittleren Leistung während der Zeitperiode und der charakteristischen Leistung.

Bei Verwendung dieses Begriffes ist stets die Art der Leistung und die Zeitperiode anzugeben.

Beispiel:	Betrachtete Zeitperiode: Jahr Abonnierte Leistung: 400 kW
Energieverbrauch:	1500 MWh/a
Mittlere Leistung:	$1500000/8760 = 171.2$ kW

Benutzungsgrad der abonnierten Leistung = $171.2/400 = 0.43$

Meist wird der Begriff im Zusammenhang mit der Höchstlast verwendet; an Stelle von Benutzungsgrad verwendet man dann den speziellen Begriff Lastfaktor oder Belastungsfaktor (siehe unten).

Lastfaktor (Belastungsfaktor)

Der Lastfaktor (Belastungsfaktor) ist der Quotient aus der Benutzungsdauer der Höchstlast und der zugehörigen Zeitperiode. Der Lastfaktor ergibt sich auch als Verhältnis der mittleren Leistung eines Energiesystems während einer bestimmten Zeitperiode zur maximalen Leistung (Höchstlast) des Systems in dieser Zeitperiode (z.B. Jahr, Monat); man spricht dann vom Jahreslastfaktor bzw. monatlichen Lastfaktor.

Anmerkung: In den SIA Empfehlungen 380/4 (Probeausgabe) wird statt Lastfaktor der Begriff Betriebsfaktor verwendet.

Beispiel: Betrachtete Zeitperiode: Jahr

Energieverbrauch: 1500 MWh/a

Höchstlast im Jahr: 300 kW

Benutzungsdauer der Höchstlast: $1500000/300 = 5000$ h

Mittlere Leistung (im Jahr): $1500000/8760 = 171.2$ kW

Lastfaktor (Jahreslastfaktor) = $5000/8760$ 0.57

oder = $171.2/300$ 0.57

Anmerkung: Der "Lastfaktor" ist nicht zu verwechseln mit dem "Leistungsfaktor" eines elektrischen Systems. (Siehe dort).

Leistungsfaktor (cos phi)

Der Leistungsfaktor eines elektrischen Systems ist ein Mass dafür, in welchem Umfang neben Wirkleistung auch Blindleistung beansprucht wird. Der Leistungsfaktor ist im speziellen auch ein Mass für die Phasenverschiebung zwischen Spannung und Strom (bzw. zwischen Wirkleistung und Scheinleistung) und wird angegeben als cos phi des Winkels zwischen Spannung und Strom (bzw. Wirk- und Scheinleistung).

Elektrizitätsversorgungsunternehmen können die Einhaltung bestimmter Grenzen für den Leistungsfaktor vorschreiben. Durch den Einbau von Blindstromkompensationseinrichtungen (z.B. Kondensatoren) kann der Leistungsfaktor entsprechend korrigiert werden.

Leistungsverhältnis (Lastverhältnis)

Quotient aus der Tiefstleistung (Tiefstlast) und der Höchstleistung (Höchstlast)

Zeitausnutzung

Quotient aus der Betriebszeit und der Nennzeit (Betrachtungszeit, z.B. ein Jahr).

Beispiel: Betriebszeit 6400 h (pro Kalenderjahr) Zeitausnutzung $6400/8760 = 0.73$

Zeitverfügbarkeit (Verfügbarkeit)

Quotient aus der Verfügbarkeitszeit (Betriebszeit + Bereitschaftszeit) und der Nennzeit

Gleichzeitigkeitsfaktor (Gleichzeitigkeitsgrad)

Quotient aus der gemeinsamen (gleichzeitigen) Höchstlast einer Anzahl von Abnehmern in einer bestimmten Zeitperiode und der Summe der (in der Regel zeitungleich auftretenden) Höchstlasten der einzelnen Abnehmer in derselben Periode.

Diversitätsfaktor (Verschiedenheitsfaktor)

Der reziproke Wert (Umkehrung) des Gleichzeitigkeitsfaktors.

Heiztage, Heizgradtage

Die normale Benutzungsdauer und Intensität der Nutzung von Heizungsanlagen wird auch durch die Begriffe Heiztage und Heizgradtage charakterisiert.

Heiztage: Die Heiztage sind diejenigen Tage einer Periode (i.d.R. Jahr), bei denen die Tagesmitteltemperatur (24-h Mittel) unter der Heizgrenze ($t_{\#gr}$) liegt. Die Heizgrenze $t_{\#gr}$ ist dabei jene Tagesmitteltemperatur der Aussenluft $t_{\#am}$, oberhalb welcher nicht mehr geheizt werden muss (in der Regel 12 °C).

Heizgradtage: Die über eine bestimmte Periode (i.d.R. Jahr) gebildete Summe der täglich ermittelten Differenzen zwischen der Raumtemperatur t_{ri} (normalerweise 20 °C) und der jeweiligen Tagesmitteltemperatur t_{am} aller Heiztage dieser Periode.

3.5 Kenngrößen für den Wirkungsgrad (Effizienz der Energienutzung)

- Energieverluste

Die Energieverluste eines Prozesses oder Energiesystems in einer bestimmten Zeitperiode sind die Differenz zwischen der Summe der in der Zeitperiode zugeführten Energie und der in derselben Zeitperiode nutzbar abgegebenen Energie. Die Energieverluste beziehen sich auf ein eindeutig abzugrenzendes System. (Siehe auch Abschnitt 1.4)

- Leistungsverluste (Verlustleistung)

Differenz zwischen der in einem Zeitpunkt einem Energiesystem zugeführten Leistung und der nutzbar abgegebenen Leistung.

- Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad eines Energiesystems (im engeren Sinn) ist der Quotient aus der nutzbar abgegebenen Leistung und der zugeführten Leistung. Die Bestimmung des Wirkungsgrades in diesem Sinn setzt einen stationären Betriebszustand des Energiesystems voraus (Bestimmung durch Messung während einer kurzen Zeitspanne).

Der Wirkungsgrad gilt also für bestimmte Betriebs- und Umgebungsbedingungen und verändert sich mit der Änderung dieser Bedingungen (z.B. Voll- oder Teillast, Umgebungstemperatur, etc.). Bei Wirkungsgradangaben müssen daher stets auch die zugehörigen Bedingungen bezeichnet werden. Man spricht dann z.B. vom Teillastwirkungsgrad.

- Wirkungsgrad-Kennlinie

Mit einer Wirkungsgrad-Kennlinie wird die Abhängigkeit des Wirkungsgrades von einem bestimmten Betriebsparameter dargestellt (z.B. bei Elektromotoren der Wirkungsgrad in Funktion der Last).

- Gesamtwirkungsgrad

Als Gesamtwirkungsgrad bezeichnet man den Wirkungsgrad eines Gesamtsystemes, das aus mehreren Teilsystemen besteht, deren Wirkungsgrade in der Regel einzeln ermittelt werden können. Der Gesamtwirkungsgrad ergibt sich dann als Produkt aus den Wirkungsgraden der einzelnen Teilsysteme.

Beispiel: Der Gesamtwirkungsgrad η_t eines Motor-Ventilator Systems ist das Produkt aus dem Wirkungsgrad des Motors η_m , dem Wirkungsgrad des Ventilators η_v , und dem Wirkungsgrad $\eta_{\dot{u}}$ der Kraftübertragung:

$$\begin{aligned}\eta_m &= 0.9 \\ \eta_v &= 0.7 \\ \eta_{\dot{u}} &= 0.97 \\ \eta_t &= 0.9 * 0.7 * 0.97 = 0.61\end{aligned}$$

- Nutzungsgrad

Als Nutzungsgrad eines Energiesystems bezeichnet man den über eine längere Zeitspanne (z.B. ein Jahr) gemittelten Wirkungsgrad. Der Nutzungsgrad wird also bestimmt als Quotient aus der Summe der nutzbar abgegebenen Energie in einer längeren Zeitperiode und der Summe der zugeführten Energie in derselben Zeitspanne (z.B. Jahresnutzungsgrad). Die betrachtete Zeitperiode kann Pausen-, Leerlauf-, Anfahr- und Abfahrzeiten einschliessen. In der Praxis werden die Begriffe Nutzungsgrad und Wirkungsgrad (im Sinne eines mittleren Wirkungsgrades) oft gleichbedeutend verwendet, z.B. Jahresnutzungsgrad oder Jahreswirkungsgrad.

Anmerkung: In den SIA Empfehlungen 380/1 (Energie im Hochbau) bedeutet der Begriff Nutzungsgrad im Speziellen das Verhältnis der Nutzenergieabgabe (z.B. Nutzwärmebedarf Raumheizung und Warmwasser) zur eingesetzten Endenergie unter Berücksichtigung der Erzeugungs-, Verteilungs- und Speicherverluste.

k-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient)

Mass für die Wärmeisolation einer Wand: Wärmestrom, welcher durch 1 m^2 einer Wand hindurchfließt, wenn die Temperaturdifferenz der angrenzenden Luftschichten 1 K beträgt.

Erntefaktor

Quotient aus der Nettoenergieerzeugung einer energieerzeugenden Anlage während deren Lebensdauer und dem kumulierten Energieverbrauch für die Herstellung der Anlage (graue Energie, Energieinhalt der Anlage), der Betriebsmittel und der Betriebsstoffe.

Anmerkung: Weitere spezielle Begriffe im Zusammenhang mit dem Wirkungsgrad eines Systems werden an anderer Stelle beschrieben (siehe z.B. Leistungszahl, Arbeitszahl, Stromkennzahl, Stromausbeute, etc.)

4. Energieverwendung im Betrieb

4.1 Struktur des betrieblichen Energieverbrauches

4.1.1 Der betriebliche Energiefluss

Energiefluss

Die Erstellung der nachgefragten Energiedienstleistungen im Betrieb bedingt einen vielgestaltigen Energiefluss, welcher mit dem Energieeinkauf beginnt und mit der Energieentsorgung und Abgabe von Restwärme an die Umgebung endet. Der betriebliche Energiefluss ist schematisch in Bild 4 dargestellt (siehe auch Kapitel 1, Bild 1).

Der Energiefluss durch den Betrieb oder einen betrieblichen Prozess kann im wesentlichen in die folgenden Teilbereiche unterteilt werden (verschiedene der hier verwendeten Begriffe werden an anderer Stelle näher erläutert):

Bereitstellung der Energieträger: Einkauf der Endenergieträger auf dem Markt. Zur Energiebereitstellung gehört auch die Zuführung eigener Industrieabfälle und die Aufnahme von Umweltenergie für die energetischen Nutzung im Betrieb.

Energieumwandlung: Umwandlung der zugeführten Endenergieträger in die innerhalb der Betriebes benötigten Einsatzenergieträger. Dazu sind Energiewandler und Energieniveauwandler erforderlich. Bei der Umwandlung entstehen Energieumwandlungsverluste.

Energieverteilung: Zur Verteilung der Einsatzenergie von den meist zentralen Energieumwandlungsanlagen zu den einzelnen energieverbrauchenden Maschinen und Anlagen im Betrieb sind umfangreiche Verteileinrichtungen erforderlich. Bei der Energieverteilung entstehen wiederum Verluste.

Energieumwandlung bei der Nutzung (Energieverwendung): In den vielen Energieverbrauchern des Betriebes (Produktionsanlagen und Maschinen, Gebäudeinfrastruktureinrichtungen, Bürogeräte, etc.) wird die Einsatzenergie schliesslich genutzt und verbraucht. In den energieverbrauchenden Anlagen und Geräten wird die Einsatzenergie also in jene Verbrauchsformen ("Nutzenergie") umgewandelt (Licht, Wärme, mechanische Energie), welche für die Erstellung der nachgefragten Energiedienstleistungen benötigt werden.

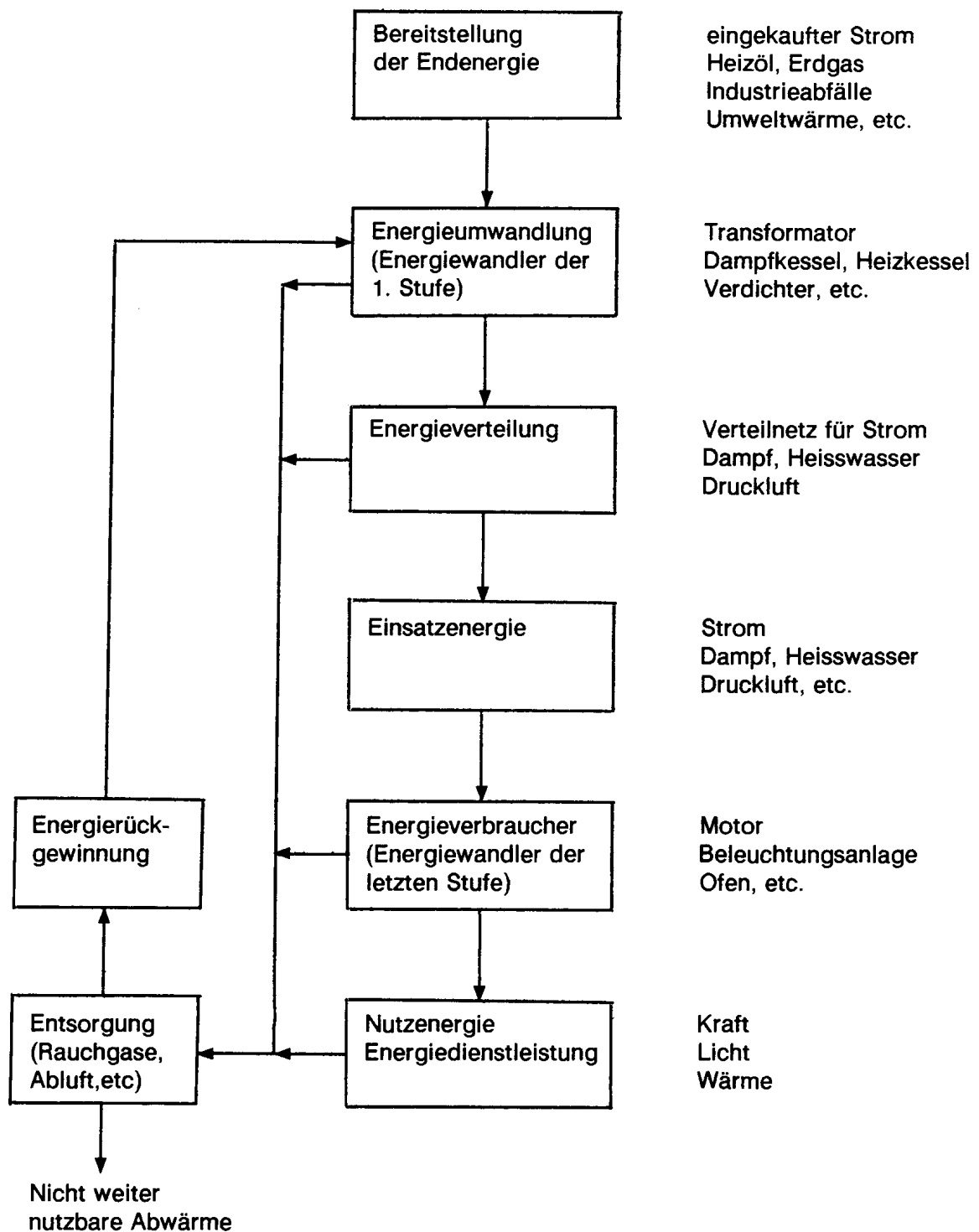
Energierückgewinnung und Energieentsorgung: Am Ende des betrieblichen Energieflusses, d.h. nach der Energieumwandlung und -verteilung und nach der Energienutzung in den Produktionsprozessen und übrigen Verbrauchern im Betrieb liegt nur noch meist niederwertige Restwärme vor (in Abgasen, Abluft, Abwasser, Kühlwasser, etc.), welche zum Teil mit Wärmerückgewinnungsanlagen wieder im innerbetrieblichen Energiefluss eingesetzt und für eine neuerliche energetische Verwendung nutzbar gemacht werden kann. Die nicht weiter nutzbare Abwärme muss über eine umweltgerechte Entsorgung wieder an die Umwelt abgegeben werden.

Endenergie, Endenergieverbrauch

In der betrieblichen Energiebilanz bedeutet Endenergie die dem Betrieb zugeführte Energie. Dies sind vor allem die eingekauften Energieträger (Heizöl, Erdgas, die aus dem öffentlichen Netz bezogene Elektrizität, etc.), sowie allenfalls energetisch genutzte Industrieabfälle und Umweltenergie (Umgebungswärme). (Siehe auch Kapitel 1, allgemeine Energiebegriffe).

Bild 4

Der betriebliche Energiefluss



Energiewandler (Energieumwandlungsanlagen)

Als Energiewandler bezeichnet man allgemein ein System oder eine Anlage zur Energieumformung bzw. Energieumwandlung. Dazu gehören auch die Energieniveauwandler, welche nicht die Form des Energieträgers selbst, sondern dessen Potentialzustand (Spannung, Temperatur, etc.) verändern.

Im betrieblichen Energiefluss unterscheidet man zweckmässigerweise zwischen Energiewandlern und Energieniveauwandlern der 1. Stufe (Energieversorger) und Energiewandlern der letzten Umwandlungsstufe (Energieverbraucher).

Die Energiewandler der 1. Stufe sind meist zentral aufgestellte Anlagen, welche die dem Betrieb zugeführten Endenergieträger in die beim einzelnen Verbraucher benötigte Einsatzenergie umwandeln (Transformatoren, Generatoren, Dampfkessel, Heizkessel, Wärmetauscher, Kompressoren, Wärmepumpen, etc.).

Die Energiewandler der letzten Umwandlungsstufe sind die Energieverbraucher im eigentlichen Sinn, d.h. alle energieverbrauchenden Produktionsanlagen, Einrichtungen und Geräte mit deren Hilfe aus der Einsatz-Energie die nachgefragte Nutzenergieform erzeugt wird. Energiewandler der letzten Umwandlungsstufe sind beispielsweise Motoren, Öfen, Trockner, Radiatoren, Reaktionseinrichtungen, Beleuchtungsanlagen, etc. In vielen Fällen sind diese Energiewandler integrierender Teil der Produktionsanlage selber (Heizregister im Backofen, Elektromotor der Drehbank, etc.)

Einsatzenergie (Gebrauchsenergie)

Die im Betrieb oder bei einem betrieblichen Prozess unmittelbar vor der Verwendung (Nutzung) bereitgestellte Energie. Einsatzenergieträger sind also z.B. der Strom, welcher der Klemme eines Elektromotors oder einem andern Elektrogerät zugeführt wird, der Dampf welcher für einen Dampfprozess verwendet wird, das Heisswasser welches in den Heizkörper strömt oder die Druckluft welche für einen Fabrikationsprozess benötigt wird. Statt Einsatzenergie wird gelegentlich auch der Begriff Gebrauchsenergie verwendet. (Siehe auch Bild 1, Kap. 1 und Bild 4).

Einsatzenergie ist (im Gegensatz zum Begriff der Nutzenergie) klar definiert und relativ genau erfassbar (messbar) und daher eine im Rahmen von Energieanalysen und Energiekostenrechnungen auch praktisch gut anwendbare Grösse (siehe auch Einsatzenergiekosten).

Hauptenergie, Hilfsenergie

Bei der in einem betrieblichen Energiesystem oder Prozess eingesetzten Energie unterscheidet man gelegentlich zwischen der Hauptenergie (die unmittelbar zur Deckung des Hauptenergiebedarfes eingesetzte Energie) und der Hilfsenergie, welche dem Betrieb von Hilfs- oder Nebeneinrichtungen dient. Beispiel: Bei einem Gasheizungssystem ist das Erdgas die Hauptenergie; zur Hilfsenergie gehört der für den Antrieb der Umwälzpumpen notwendige Strom. Die Unterscheidung in Haupt- und Hilfsenergie ist allerdings oft nicht ganz eindeutig.

Prozessenergie

Die direkt für einen industriellen oder gewerblichen Prozess (Produktionsprozess) benötigte Energie, ohne die für die Schaffung der Umgebungsbedingungen (Heizung, Beleuchtung, etc.) eingesetzte Energie. Der Begriff Prozessenergie wird vor allem im Zusammenhang mit Wärmeanwendungen verwendet (siehe Prozesswärme).

Prozesswärme

Wärme, die direkt für einen Produktionsprozess oder gewerblichen Prozess benötigt wird (im Gegensatz zur Raumheizungswärme). Je nach der benötigten Prozesstemperatur unterscheidet man oft zwischen Niedertemperatur-Prozesswärme und Hochtemperatur-

Prozesswärme (über ca. 400 °C). Die Anwendung der Prozesswärme erfolgt z.B. in Trocknern, Kochern, Dämpfen, Oefen, Schmelzern, etc.

Energiedienstleistung

Unter dem Begriff der Energiedienstleistung versteht man jenen Leistungsumfang, den der Verbraucher durch den Einsatz von Energie in den verschiedenen Verbrauchseinrichtungen bekommt. Energiedienstleistung bedeutet also z.B. beleuchtete Räume, gekühlte Räume, Bereitstellung von heissem Wasser für den Küchenbetrieb, Betrieb der Bürogeräte oder der Produktionsmaschinen, etc. Zur Erstellung der nachgefragten Energiedienstleistungen muss die eingesetzte Energie zunächst in die notwendigen Nutzenergieformen (Licht, Wärme, mechanische Arbeit) umgewandelt werden.

4.1.2 Bestimmungsfaktoren des Energieverbrauches und der Energiekosten im Betrieb

Art, Menge und Qualität der in einem Betrieb auf allen Umwandlungsstufen benötigten bzw. verbrauchten Energie (Nutzenergie - Einsatzenergie - Endenergie) sowie die daraus resultierenden betrieblichen Energiekosten werden durch eine Vielfalt von Einflussfaktoren bestimmt. Neben zahlreichen technischen und betrieblichen Faktoren spielen dabei z.B. auch das Verhalten der Betriebsangehörigen und die Betriebsorganisation eine Rolle sowie externe Faktoren (Klima).

Das Beziehungssystem der verschiedenen Bestimmungsfaktoren des betrieblichen Energieverbrauches ist in Bild 5 dargestellt. Aus Art und Umfang der Produktionsprozesse, aus den Anforderungen an die Arbeitsbedingungen (Beleuchtung, Raumtemperatur, Lüftung), sowie aus der Betriebsweise und den Nutzungsgraden der entsprechenden Produktionsanlagen und Infrastruktureinrichtungen ergibt sich zunächst der Bedarf an Nutzbzw Einsatzenergie (Strom, Dampf, Heisswasser,...). Unter Berücksichtigung der betriebsinternen Energieumwandlungs- und Energieverteilanlagen sowie der Möglichkeiten der Energierückgewinnung ergibt sich schliesslich Art und Menge des Bedarfes an zugekauften Endenergieträgern (Strom, Oel, Gas, ..). Aus diesem Mengengerüst können unter Verwendung des entsprechenden Preisgerüsts (Energieeinkaufspreise, Löhne, Zinsen, Abschreibungssätze) zudem die Gesamtkosten der betrieblichen Energieversorgung bestimmt werden.

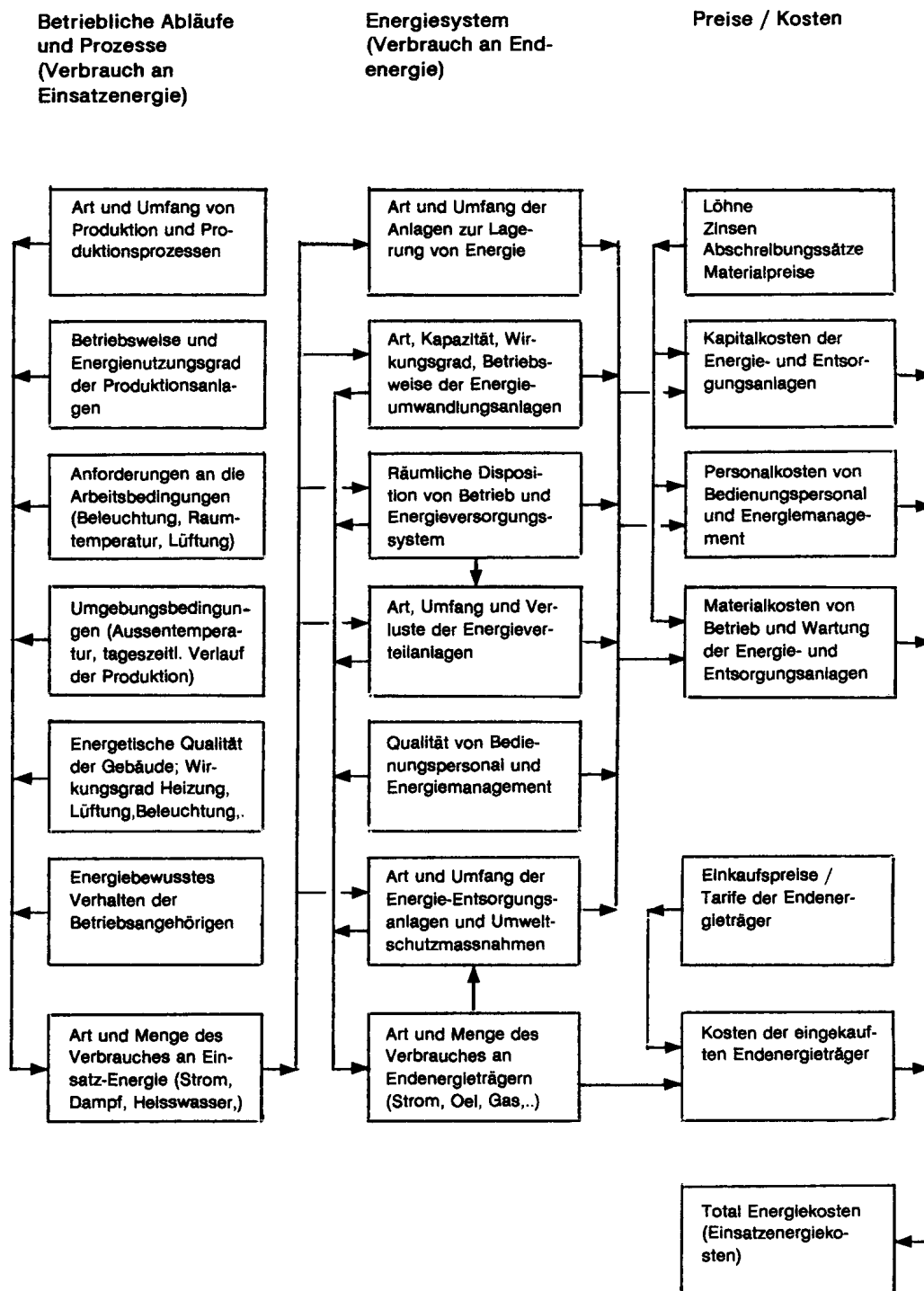
Anmerkung:

Viele der energietechnisch relevanten, speziellen Begriffe aus der Haustechnik können im Rahmen dieses Glossars nicht behandelt werden; dazu muss auf die umfangreiche Fachliteratur verwiesen werden.

(Haustechnik umfasst die Gesamtheit der Fachgebiete, die sich mit ortsfest in Gebäuden verbundenen Anlagen befasst wie : Elektrische Anlagen, Beleuchtungsanlagen, Heizungsanlagen, Lüftungs- und Klimaanlage, Kälteanlagen, Sanitäranlagen, Förderanlagen, etc.)

Bild 5

Bestimmungsfaktoren des betrieblichen Energieverbrauches und der betrieblichen Energiekosten



- Energieerfassung

Die Erfassung von Energiedaten bildet die Grundlage für die betriebliche Energiebuchhaltung, für Energieanalysen und für die Energiebewirtschaftung im weitesten Sinn. Je nach Ziel und Aufgabe bedeutet Energieerfassung sowohl messtechnische Erfassung von Energieverbräuchen im Betrieb als auch Erhebung relevanter statistischer Daten und betrieblicher Kenngrößen. Insgesamt soll die Energieerfassung die Grundlage liefern für die Dokumentierung der Energiebeschaffung, der Energieverbrauchsstruktur und der betrieblichen Energieflüsse. Zur Energieerfassung gehört die Auswertung und zweckdienliche Darstellung der Daten als Voraussetzung für die weitere Umsetzung.

- Energieanalyse (energetische Betriebsanalyse)

Unter Energieanalyse versteht man eine je nach Aufgabenstellung mehr oder weniger detaillierte energetische Bestandesaufnahme im Betrieb (oder in einem Teilbereich oder betrieblichen Prozess), die sich mit der mengenmässigen und zeitlichen Entwicklung und Abhängigkeiten des Energie- und Leistungsbedarfes im Betrieb (bzw. Teilbereich, Prozess) befasst. Die Energieanalyse dient der Sicherstellung der kostengünstigen sowie rationellen und umweltgerechten Energieverwendung im Betrieb. Zu den Zielen und Aufgaben einer Energieanalyse gehören also z.B.

Steuerung und Kontrolle der betrieblichen Energieflüsse

Bereitstellung von Daten und Entscheidungsgrundlagen für die betriebliche Energieplanung (Beschaffung der Energieträger, Bereitstellung der Energieversorgungsanlagen)

Bereitstellung von Grundlagen für die Ermittlung der betrieblichen Energiekosten und für die verursachergerechte Energiekostenverteilung (z.B. als Grundlage für Kostenstellen- und Kostenträgerrechnungen)

Erkennen von Schwachstellen (energetisch, ökologisch) und Energiesparmöglichkeiten im Betrieb als Grundlage für eine energetische Optimierung bzw. die Planung von energietechnischen Sanierungsmassnahmen (z.B. Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung oder Abwärmenutzung)

Erkennen von Faktoren, welche den Energieverbrauch von Fabrikationsprozessen beeinflussen im Hinblick auf mögliche Energiekosteneinsparungen.

Energetische Bewertung von Anlagen und Geräten im Rahmen einer Neuanschaffung. Erfolgskontrolle bei Investitionen im Energiebereich

Bereitstellung der Grundlagen für eine energetische Optimierung von Betriebsabläufen und der Betriebsorganisation (Optimale Belegung von Anlagen; Verringerung von Stillstands- oder Leerlaufzeiten, etc.)

Energetischer Vergleich mit anderen Betrieben der gleichen Branche

Bei den energetischen Betriebsanalysen kann man grundsätzlich unterscheiden zwischen den laufenden, regelmässigen Erhebungen (z.B. im Rahmen der laufenden Energiebewirtschaftung) und den einmaligen oder sporadischen Analysen (z.B. im Zusammenhang mit einer geplanten energietechnischen Sanierung).

Oft wird zudem auch zwischen der Grobanalyse (Grobbeurteilung, oft der erste Schritt einer ausführlichen Gesamtanalyse) und der Feinanalyse (Detailanalyse) unterschieden.

Der Vorgang einer vollständigen Energieanalyse gliedert sich im wesentlichen in die folgenden vier Teilschritte:

Die Formulierung von Ziel und Aufgabenstellung der Energieanalyse einschliesslich die Vornahme der entsprechenden Systemabgrenzung und Festlegung des Untersuchungs- und Messprogramms

Die Energieerfassung oder Ist-Zustand Aufnahme. Durchführung der Erhebungen und Messungen sowie die zweckmässige Darstellung der Daten, z.B. als Energieflussbilder, Lastkurven, Zeitreihen, Kennwerte, etc..

Die eigentliche Analyse: Datenaufarbeitung, Grob- und Feinanalyse, Interpretation und Beurteilung der Ergebnisse; Schlussfolgerungen

Auf die Energieanalyse folgt schliesslich die Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse gemäss Ziel und Zweck der Analyse. Dies bedeutet z.B.:

Planung und Durchführung von Massnahmen (z.B. Verbesserung von Betriebsabläufen, Realisierung von energietechnischen Sanierungsmassnahmen, etc.)

Verwendung der Analysedaten im Rahmen der betrieblichen Energiebewirtschaftung (Energiebeschaffung, Energiekostenrechnung, Ueberwachung des Energieverbrauches, etc.)

Energie-Umfeld-Analyse

Sammlung, Auswertung und Aufbereitung betriebsexterner Informationen zur Sicherung einer kontinuierlichen und kostengünstigen Energieversorgung und zum rechtzeitigen Erkennen von Veränderungen und Einschränkungen im Energie-Umfeld. Zum Energie-Umfeld gehören z.B. die Situation auf dem Energiemarkt bzw. bei den Energieversorgungsunternehmen (Versorgungssicherheit, Versorgungsqualität, Preisentwicklung, etc.) sowie die gesetzlichen Randbedingungen und andere öffentliche Auflagen im Umwelt- und Energiebereich.

Energiebuchhaltung (Energiestatistik)

Eine Darstellung, welche die im Rahmen einer Energieanalyse gemessenen, erhobenen, errechneten oder geschätzten Daten dokumentiert und periodisch aktualisiert.

Teilaufgaben der betrieblichen Energiebuchhaltung können z.B. sein: Die statistische Darstellung aller Energiebezüge; die Bereitstellung der Basisdaten (des Mengengerüsts) für die Energiekostenrechnung; die Aufstellung innerbetrieblicher Energiemengenbilanzen; die Aufteilung der innerbetrieblichen Energieströme auf bestimmte Energieverbrauchsbereiche (für die Energieverrechnung); die Darstellung von Energiekennzahlen und Energieverbrauchsfunktionen; etc..

Energiebilanz

Gegenüberstellung und Vergleich der in ein Energiesystem oder Gebiet in einem bestimmten Zeitraum eintretenden bzw. austretenden Energieströme. Ein- und Ausgänge sind wie die Bilanz in der Buchhaltung ausgeglichen. Energiebilanzen können für sehr unterschiedliche räumliche und zeitliche Begrenzungen erstellt werden, z.B. Energiebilanzen für einen einzelnen Prozess, einen ganzen Betrieb oder für die gesamte Volkswirtschaft. Im Normalfall werden Jahresbilanzen erstellt; in gewissen Fällen interessieren auch Tages-, Monats- oder Quartalsbilanzen. Die für die verschiedenen Energieträger in verschiedenen Einheiten erfassten Mengen werden entsprechend dem Energieinhalt (Wärmeäquivalent) auf eine gemeinsame Energieeinheit bezogen und umgerechnet. Gebräuchliche Einheit ist das Joule (bzw. die

grösseren Einheiten MJ, GJ, TJ etc.). Energiebilanzen im Bereich Elektrizität werden vorzugsweise in der Einheit kWh (MWh, GWh) dargestellt.

Wärmeäquivalenz

Bei der Bewertung der Energie nach der Wärmeäquivalenz gehen alle Energieträger jeweils mit ihrem Wärmeinhalt in die Energiebilanz ein. Für Brennstoffe wird dabei der untere Heizwert (H_u) verwendet. Auch die elektrische Energie wird in der Bilanz im Prinzip als Wärmeäquivalent dargestellt.

Bilanzgrenze

Bezeichnung der genauen räumlichen und anlagentechnischen Systemgrenzen und der zeitlichen Begrenzung, für welche eine Energiebilanz erstellt wird. Die präzise Festlegung der Bilanzgrenzen ist für eine korrekte Interpretation einer Energiebilanz und der daraus abgeleiteten Kenngrössen (z.B. Nutzungsgrade) unerlässlich.

Energieflussdiagramm (Sankey-Diagramm)

Übersichtliche, graphische Darstellung von Einsatz, Umwandlung, Verteilung und Verwendung der einem System zugeführten Energieträger. Die einzelnen Energiemengenströme werden gemäss ihrem Wärmeäquivalent auf einheitliche Energieeinheiten umgerechnet (meist Joule) und entsprechend dem Energieinhalt in massstabgetreuen Strombreiten dargestellt. Als Betrachtungszeitraum wird dem Energieflussdiagramm meist das Jahr zugrunde gelegt (z.B. Darstellung des Jahresbedarfes).

Bild 6 zeigt das Energieflussdiagramm für einen Fabrikationsbetrieb.

Ganglinie

Die graphische Darstellung einer Grösse in ihrem zeitlichen Ablauf (in der Reihenfolge ihres zeitlichen Auftretens).

Beispiel: Die Last-Ganglinie (auch als Leistungskurve, Leistungsdiagramm oder Belastungsdiagramm bezeichnet) ist die graphische Darstellung einer Leistung in ihrem zeitlichen Ablauf (z.B. Tages-Belastungsdiagramm). Die Fläche unter der Last-Ganglinie stellt den Energieverbrauch während des Betrachtungszeitraumes dar.

Dauerlinie

Die Dauerlinie ist die graphische Darstellung der Wert einer Grösse, geordnet nach ihrer Höhe und Dauer (geordnete Ganglinie).

Beispiel: Jahreslastdauerlinie (geordnetes Jahresbelastungsdiagramm): aus der Jahreslastdauerlinie lässt sich z.B. ablesen, wie lange ein Leistungswert während der betrachteten Zeitperiode auftritt oder überschritten wird,

Bild 7 zeigt eine Jahreslastdauerlinie.

Summenlinie

Integralkurve einer Gang- oder Dauerlinie.

Energiekennlinie (Energiebedarfskennlinie)

Graphische Darstellung des Energieeinsatzes oder eines spezifischen Energieverbrauches in Funktion einer charakteristischen Betriebs- oder Produktionskenngrösse (z.B. spezifischer Treibstoffverbrauch ($l/100\text{ km}$) in Funktion der Fahrgeschwindigkeit; spezifischer Stromverbrauch einer Fabrikationsanlage (kWh/Stück) in Funktion des Auslastungsgrades der Anlage, etc.).

Die Energiekennlinie ist die graphische Darstellung einer Energieverbrauchsfunktion. Bild 8 zeigt eine Energiekennlinie.

Bild 6
Energieflussdiagramm eines Industriebetriebes (Elektronik)

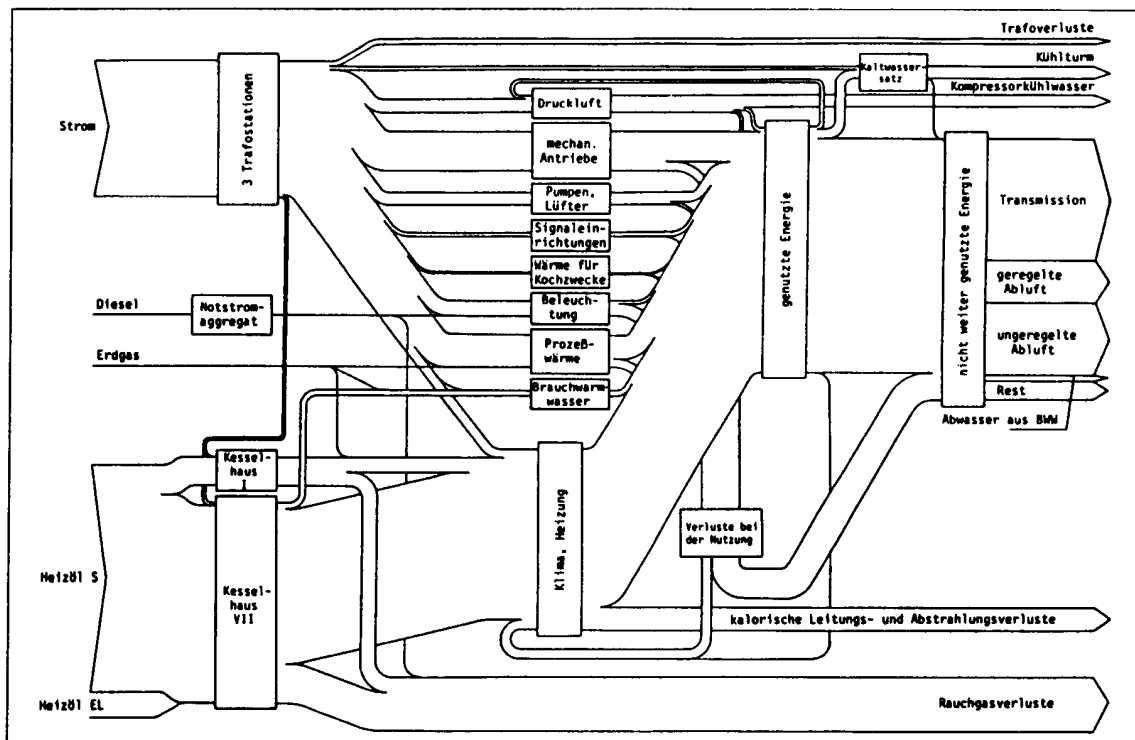


Bild 7
Jahreslastdauerlinie (geordnetes Jahresbelastungsdiagramm)

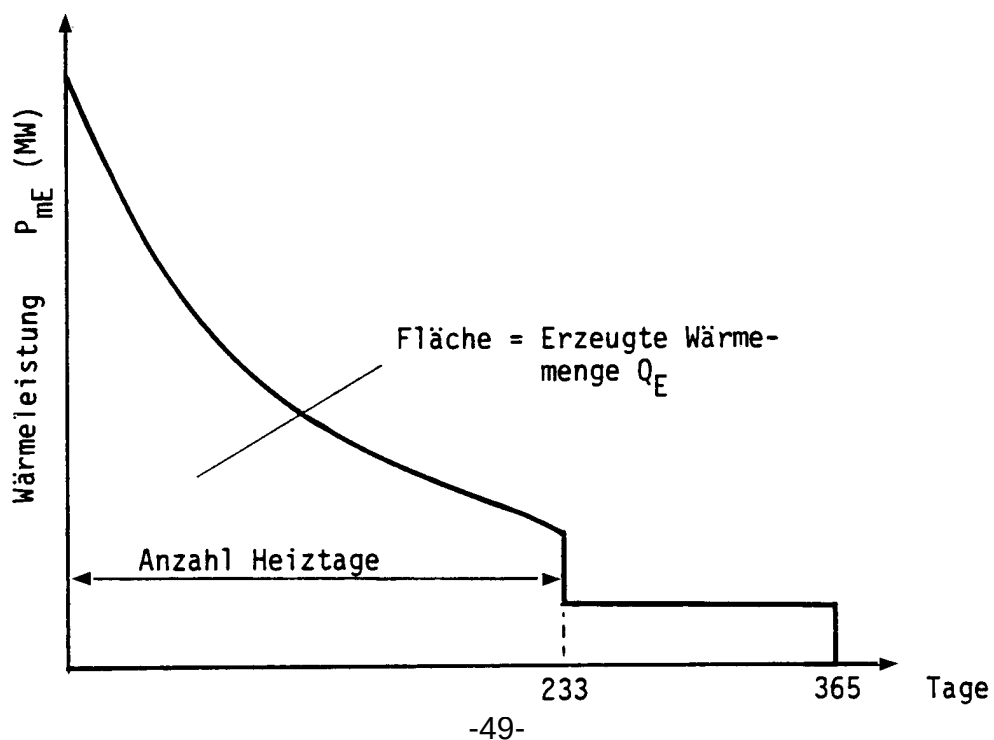
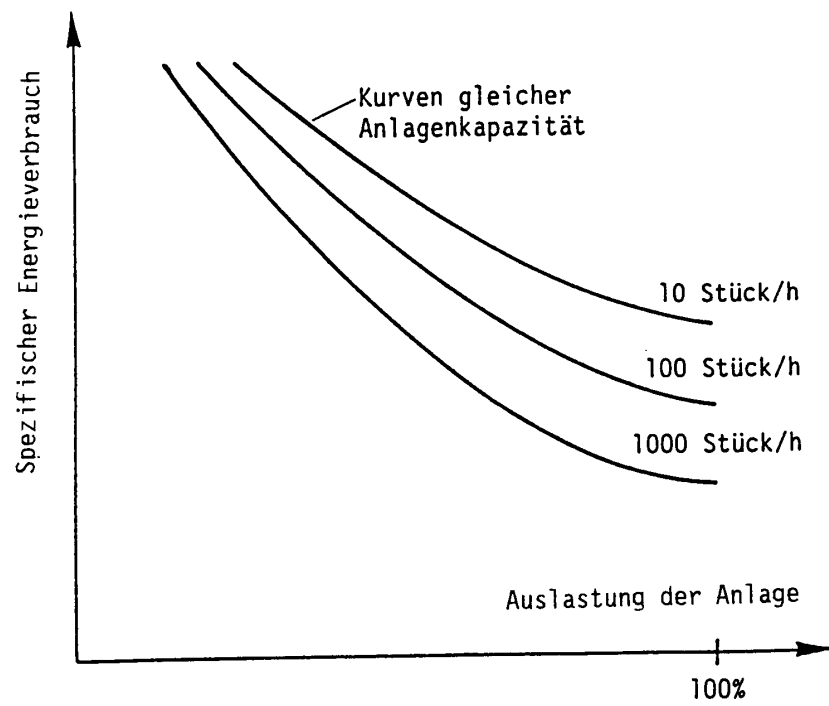


Bild 8
Energiekennlinie



Energieverbrauchsfunktion

Formelmässiger Zusammenhang zwischen dem Energieeinsatz und einer charakteristischen Betriebs- oder Produktionskenngrösse. Die Bestimmung der Energieverbrauchsfunktion erfolgt durch Messung und mit Hilfe mathematisch-statistischer Methoden (z.B. Regressionsrechnung). Eine Energieverbrauchsfunktion kann oft näherungsweise durch eine lineare Gleichung dargestellt werden, worin sich der Energieverbrauch aus einem fixen (produktionsunabhängigen) und einem variablen (produktionsabhängigen) Anteil zusammensetzt.

Beispiel einer linearen Energieverbrauchsfunktion (einfachste Form):

$$E = E_0 + eF \quad (\text{kWh pro Tag})$$

wo	E	= Energieverbrauch pro Tag
	E_0	= Fixer, produktionsunabhängiger Energieverbrauchsanteil pro Tag (z.B. Energie für die Aufrechterhaltung der Betriebsbereitschaft)
	eF	= spezifischer Energieverbrauch (pro Produktionseinheit)
	F	= Produktionskenngrösse (Produktionsmenge pro Tag)

Energiekostenfunktion

Funktionaler, formelmässiger Zusammenhang zwischen dem bewerteten Energieeinsatz (den Einsatzenergiekosten) und einer charakteristischen Betriebs- oder Produktionsgrösse (z.B. Zusammenhang zwischen den Einsatzenergiekosten und der Ausbringungsmenge eines Produktes; Zusammenhang zwischen den Kosten der Einsatzenergie Heisswasser eines Heizungssystems und der maximalen Raumtemperatur; etc.). Bezüglich Bestimmung und Darstellung der Energiekostenfunktion gilt Analoges wie für die Energieverbrauchsfunktion.

Energieintensität

Mass für den Energieeinsatz in einem Betrieb oder bei einem bestimmten Prozess, meist dargestellt als mengenmässiger (z.B. Energieeinsatz pro Produktionseinheit) oder wertmässiger Quotient (z.B. Stromkosten oder Gesamtennergiekosten bezogen auf Produktionskosten)

Beispiel: Anteil der Stromkosten am Produktionswert/Gesamtaufwand für verschiedene Branchen (ungefähre Durchschnittswerte; kann je nach Tarifsituation variieren)

Papierindustrie	12%
Zementindustrie	10%
Spinnerei	7%
Warenhaus	3%
Maschinenind.	2%
Spital	1%

Energiebezugsfläche (EBF)

Summe aller ober- und unterirdischen Bruttogeschossflächen, berechnet nach Empfehlung SIA 416, für deren Nutzung eine Beheizung oder Klimatisierung notwendig ist.

Energiekennzahl (Energiekennziffer)

Unter Energiekennzahl versteht man im engeren Sinn eine Kennzahl, welche den spezifischen Energieverbrauch (Verbrauch an Endenergie oder Einsatzenergie) eines Betriebes, Systems oder Prozesses charakterisiert. (Die Begriffe Energiekennzahl und spezifischer Energieverbrauch sind also hier gleichbedeutend).

Die Energiekennzahl ist in diesem Fall eine Beziehungszahl, d.h. sie wird aus einer Messgrösse (Energienmenge) und einer Bezugsgrösse gebildet. Beispiele:

Stromverbrauch eines Kühlschranks pro 100 l Inhalt pro Tag (kWh/ 100 l pro Tag) Stromverbrauch einer Bäckerei (Backofen) pro kg Brot (kWh/kg Brot) Jährlicher Endenergieverbrauch für Raumheizung und Warmwasser pro M#2 Geschossfläche (M#j/M#2 a); siehe Anmerkung unten.
Benzinverbrauch pro 100 km Fahrdistanz (Liter/100 km)

Im weiteren Sinn können "Energiekennzahlen" jedoch auch Kennwerte sein, welche andere energetische Tatbestände charakterisieren und in anderer Form dargestellt werden, z.B. als Prozentanteile oder Indexzahlen (z.B. Anteil der Elektrizität am Gesamtenergiebedarf, jährliche Strombedarfszunahme als Indexzahlenreihe; spezifische Schadstoffanteile der Energieträger, etc.). Ganz allgemein dienen solche Energiekennzahlen als wichtige Indikatoren für die Analyse und Steuerung in allen Bereichen der betrieblichen Energieversorgung (sichere und wirtschaftliche Energieversorgung, rationelle und umweltgerechte Energienutzung).

Anmerkung: In den Empfehlungen SIA bezeichnet man im Bereich "Energie im Hochbau" als Energiekennzahl eines Gebäudes stets den jährlichen Endenergiebedarf für die Erzeugung von Wärme, Licht, Kraft und Prozesse, bezogen auf die Energiebezugsfläche (in MJ/m#2 a). Die Energiekennzahlen ermöglichen den Vergleich zwischen Gebäuden des gleichen Nutzungstyps in Bezug auf deren Energieverbrauch.

- Grenzwert

Zwingend zu erfüllende Mindestanforderung bezüglich Energieverbrauch, welche mit dem heutigen Stand der Technik unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit erreicht werden kann (z.B. höchstzulässiger spezifischer Energieverbrauch; Mindestanforderung an den Nutzungsgrad). Diese Grenzwerte sind in der Regel strenger als die Durchschnittswert bestehender Systeme oder Bauten. (Begriffsbestimmung nach SIA 380).

- Zielwert

Wünschbarer Wert für einen besonders niedrigen Energieverbrauch eines System oder Gebäudes. (z.B. Zielwertspezifischer Energieverbrauch, Zielwert Nutzungsgrad). Die Zielwerte können mit den heute bekannten günstigeren Techniken und Massnahmen erreicht werden. (Begriffsbestimmung nach SIA 380).

Verbrauchs-Zielwerte sind in der Energienutzungsverordnung (ENV) niedergelegt. Verbrauchs-Zielwerte werden hier definiert als "die nach einem energietechnischen Prüfverfahren ermittelten Werte über den spezifischen Energieverbrauch, die von bestimmten Anlagen und Geräten nicht überschritten werden sollen".

4.3 Energiebewirtschaftung, Energiemanagement

- Aufgaben und Inhalt der betrieblichen Energiebewirtschaftung

Energiebewirtschaftung im Betrieb - auch als betriebliches Energiemanagement bezeichnet - bedeutet im weitesten Sinn die Gesamtheit der Vorkehren und Tätigkeiten, welche sich mit der kostengünstigen, betriebssicheren sowie mitarbeiter- und umweltgerechten Bereitstellung des Produktionsfaktors Energie im Betrieb befassen. Zu den Zielen und Aufgaben des Energiemanagements gehören also insbesondere (in funktionaler Gliederung nach dem betrieblichen Energiefluss):

Energiebeschaffung: Kostengünstige Beschaffung der Endenergieträger über den Energiemarkt (Strom, Oel, Erdgas, Fernwärme, etc.). Bewirtschaftung der Brenn-

stofflager im Betrieb. Soweit die Voraussetzungen dazu gegeben sind, gehört dazu auch die Verwertung der Industrieabfälle als Energieträger.

Energiebereitstellung: Störungsfreie und effiziente Bereitstellung von Einsatzenergie in der für Betrieb und Fabrikationsprozesse erforderlichen Menge, Form und Qualität (Strom, Prozessdampf, Heisswasser, Druckluft, etc.). Dazu gehören die entsprechenden Aufgaben der innerbetrieblichen Energieumwandlung und -verteilung unter möglichst geringen Energieverlusten.

Rationelle Energieverwendung: Sicherstellung der rationellen und umweltschonenden Energieverwendung bei allen Energieverbrauchern, sowohl in den Fabrikationsprozessen als auch bei den Infrastruktureinrichtungen. Planung und Durchführung von organisatorischen, betrieblichen und technischen Massnahmen zur rationelleren Energienutzung.

Entsorgung: Sicherstellung der umweltgerechten Behandlung und Entsorgung aller "Abfallprodukte" der Energienutzung (Rauchgase, Abluft, Kühlwasser, Abwasser). Zu diesem Aufgabenbereich gehört auch die Untersuchung von Möglichkeiten der Rückgewinnung von Abwärme und die Realisierung der entsprechenden Massnahmen.

Dispositive und organisatorische Funktionen des Energiemanagements

Zum betrieblichen Energiemanagement gehören nun verschiedene dispositive und organisatorische Funktionen, welche der wirkungsvollen Vorbereitung und Durchsetzung der obigen Aufgaben dienen:

Energie-Planung

Die Energieplanung umfasst alle planerischen Vorkehren und vorbereitenden Massnahmen zur dauernden Sicherstellung der betrieblichen Energieversorgung. Beim Planungsprozess kann man dabei grundsätzlich unterscheiden zwischen der langfristigen, strategischen Planung und der kurzfristigen Ablaufplanung (operative Planung).

Die strategische Planung befasst sich mit der Festlegung der Zielsetzungen und längerfristigen Anforderungen an die Energieversorgung; die Planungsinhalte werden dabei in einem geeigneten Energiekonzept niedergelegt (Entwicklungstendenzen des Energiebedarfs nach Struktur und Menge, Wahl der geeigneten Energieträger (Substitutionsüberlegungen), Anforderungen an Versorgungssicherheit und Umweltverträglichkeit, technische und kapazitätsmässige Ausstattung mit Energieversorgungsanlagen, Konzept zur Durchführung von Energiesparvorhaben, Konzept für die Abwicklung des Planes und die laufende Energiebewirtschaftung).

Die operative Detailplanung befasst sich mit der laufenden Umsetzung der strategischen Planung (Energiebedarfsplanung, Energiebewirtschaftungsplanung, Planung von Energiesparmassnahmen). Wichtige Planungsgrundlagen und -hilfsmittel sind dabei die Führung und Auswertung von Statistiken über Energiebedarfsgrössen und über die Energieversorgungsanlagen, die Durchführung von betrieblichen Energieanalysen und die Ermittlung von Energiekennzahlen.

Kontrolle des Energieeinsatzes und der Energiekosten (Kontrollfunktion)

Aufgabe der Kontrollfunktion ist die Bereitstellung von geeigneten Informationen über den mengenmässigen Energieeinsatz und die Energiekosten, als Grundlage für die korrigierende Beeinflussung des Prozesses der betrieblichen Energieversorgung im Sinne vorgegebener Zielsetzungen (z.B. rationellere Energienutzung, Senkung der Energiekosten). Im Mittelpunkt der Kontrolltätigkeit steht also der Soll-Ist Vergleich, d.h. die Gegenüberstellung zwischen Ziel- oder Budgetdaten und den tatsächlich realisierten Verbrauchs- und Kostenwerten. Wichtige Hilfsmittel für die Erfüllung dieser Kontrollaufgaben sind die Energieerfassung und Energieanalyse, die Ener-

giebuchhaltung, die Energiekostenrechnung (inkl. Kostenstellen- und Kostenträgerrechnung) und das Energiebewusstseinswesen.

Koordination, betriebsinterne Information und Beratung

Zu diesem Bereich des betrieblichen Energiemanagements gehört die Koordination von Tätigkeiten und Abläufen im ganzen Betrieb unter dem Aspekt der rationellen Energieverwendung, sowie die Information, Beratung und Anleitung von Betriebsangehörigen auf allen Stufen, mit dem Ziel der Förderung von energiesparendem Denken und Handeln.

4.4 Rationelle Energieverwendung

4.4.1 Allgemeine Begriffe

- Energieeinsparung (in Betrieb)

Senkung des Einsatzes von Endenergieträgern durch Verminderung oder Vermeidung von Energieverlusten und unnötigem Energieverbrauch, ohne dass eine wesentliche Komforteinbusse oder Qualitätseinbusse beim Produkt oder bei der Dienstleistung in Kauf genommen werden muss.

- Sparpotential (Energiesparpotential)

Das Sparpotential bezeichnet den geschätzten Umfang der Energieeinsparmöglichkeiten in einem bestimmten Energieverbrauchssektor oder bei einem bestimmten Energieumsetzungsprozess. Von den technisch möglichen Energieeinsparungen sind - im gegebenen Zeitpunkt - nicht alle auch wirtschaftlich. Es ist daher zu unterscheiden zwischen dem "technisch realisierbaren" und dem "wirtschaftlichen" Sparpotential. Das wirtschaftliche Sparpotential umfasst jene Einsparmöglichkeiten, welche bei den gegebenen Energiepreisen und der abschätzbaren Energiepreisentwicklung wirtschaftlich sind (geldmässiger Betrag der gesamten, langfristigen Energieeinsparung grösser als die Kosten der Energiesparmassnahme). Im weiteren muss auch unterschieden werden zwischen kurzfristig, mittelfristig und langfristig realisierbarem Energiesparpotential.

- Energiesparmassnahmen

Bei den Energiesparmassnahmen lassen sich zunächst grundsätzlich zwei Arten unterscheiden:

Massnahmen zur Senkung des Bedarfes an Nutzenergie

z.B. durch Änderungen in den Fabrikationsprozessen oder in den Arbeitsbedingungen und Lebensgewohnheiten.

Massnahmen zur Verminderung von Verlusten im betrieblichen Energiefluss. durch Verbesserung der Nutzungsgrade bei allen Energieumwandlungen, durch Energierückgewinnung, oder durch Verbesserung von Betriebsabläufen.

Im weiteren ist zu unterscheiden zwischen organisatorischen/betrieblichen Massnahmen und technologischen Massnahmen:

Organisatorische/betriebliche Massnahmen zur Energieeinsparung

Hierzu gehören z.B. Änderungen im Fabrikationsprogramm, Änderungen in der Geräte- und Anlagenausstattung, Änderungen in den Betriebsabläufen und den Betriebsweisen von Anlagen, sowie Massnahmen, welche auf ein energiebewussteres Verhalten der Betriebsangehörigen hinwirken.

Technologische Massnahmen zur Energieeinsparung

Darunter fallen z.B. die Massnahmen zur energetischen Verbesserung von Prozessen und Verfahren und zur Verbesserungen der Wirkungsgrade bei allen Energieumwand-

lungs- und Energieverteilsystemen, Massnahmen zur Wärmedämmung, sowie die Massnahmen zur Energierückgewinnung.

Schliesslich spricht man auch von passiven und aktiven Massnahmen zur Energieeinsparung. Passive Massnahmen sind z.B. die baulichen Massnahmen zur Wärmedämmung in einem Gebäude; zu den aktiven Energiesparmassnahmen gehören z.B. die Nutzung von Abwärme in einer Wärmerückgewinnungsanlage oder die Regelung von Energiesystemen zur besseren Anpassung an den Bedarf.

Bewertung von Energiesparmassnahmen

Gerade im Energiebereich erfordert die Beurteilung von Massnahmen eine gesamtheitliche Betrachtungsweise, welche neben den monetär bewertbaren, quantitativ erfassbaren Tatbeständen (reine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung) so weit wie möglich auch wichtige monetär nicht messbare, qualitative Faktoren in den Entscheidungsprozess einbezieht. Wichtige qualitative Faktoren (bzw. Faktoren, welche oft nur schwer quantifizierbar sind) sind z.B. die Versorgungs- und Betriebssicherheit, Umweltrisiken und Umwelteinflüsse, oder soziale Gesichtspunkte.

Für eine derart ganzheitliche Bewertung sind besondere Verfahren entwickelt worden, insbesondere die sog. Nutzwertanalyse. Die rein wirtschaftlichen Bewertungsverfahren (Investitionsrechnung, Wirtschaftlichkeitsrechnung), wie sie beim unternehmerischen Entscheidungsprozess meist im Vordergrund stehen, sind ausführlich in der RA-VEL Publikation "Methoden der Wirtschaftlichkeitsanalyse von Energiesystemen" beschrieben. (Siehe auch Kapitel 5, Energiekosten und Wirtschaftlichkeit).

Energierückgewinnung

Rückgewinnung und Nutzung des nach einem bestimmten Prozess verbleibenden (aber teilweise noch nutzbaren) Energieanteils, der sonst vergeudet würde. Von Bedeutung ist insbesondere die Wärmerückgewinnung; aber es gibt auch Möglichkeiten der Rückgewinnung mechanischer Energie, z.B. die Energierückgewinnung mittels Generatorbremsung. (Siehe auch Wärmerückgewinnung).

Leistungsmanagernent

Massnahme zur zeitlichen Beeinflussung und Steuerung des elektrischen Belastungsverlaufes (Lastganglinie) in einem Betrieb, mit dem Ziel die verrechnete Lastspitze und damit die Strombezugskosten (bei Tarifen mit Leistungsverrechnung) zu reduzieren. Voraussetzung dazu sind betriebliche Verbraucher, deren Einsatz zeitlich ohne nennenswerte Nachteile verschiebbar ist. Eine Leistungssteuerung kann z.B. realisiert werden durch spezielle Zeitprogramme für den Maschineneinsatz oder durch automatische Ueberwachungsgeräte (mit Schaltung von Verbrauchsleistungen beim Erreichen bestimmter Leistungsgrenzen).

Blindstromkompensation

Einrichtung zur Verminderung des Blindstrombezuges durch Einbau von Kondensatoren (Verbesserung des Leistungsfaktors). Durch die Reduktion des Blindstromanteils im Strombezug werden die Uebertragungs- und Verteilverluste vermindert. Uebermässiger Blindstrombezug wird durch die EVU's bei Grossverbrauchern besonders verrechnet.

Substitution

Verwendung eines anderen Energieträgers anstelle des üblich verwendeten für einen bestimmten Prozess oder eine Dienstleistung, in Fällen, wo technische, wirtschaftliche oder versorgungstechnische Ueberlegung den Einsatz vorteilhaft oder notwendig erscheinen lassen. Die Substitution kann u.U. insgesamt mit einem Mehrverbrauch an Energie verbunden sein. Als Substitution bezeichnet man insbesondere den Ersatz von Oel durch einen anderen Energieträger. Von (evtl. unerwünschter) Rücksubstitution spricht man andererseits in der Regel dann, wenn Elektrizität wieder durch einen fossilen Brennstoff ersetzt wird.

- Monovalentes, bivalentes Energiesystem

Als monovalent bezeichnet man ein Energiesystem, das den Energiebedarf mit nur einem Energieträger abdeckt (z.B. konventionelle Ölheizung). Bei einem bivalenten Energiesystem können zwei verschiedene Energieträger zum Einsatz kommen: Ein bivalentes Heizungssystem ist z.B. die Kombination einer Elektrowärmepumpe mit einer konventionellen Heizung für einen fossilen Brennstoff. Bis zu einer bestimmten Aussentemperatur deckt die Wärmepumpe den gesamten Wärmebedarf; darüber hinaus wird entweder der Restwärmebedarf (bivalenter Parallelbetrieb) oder der Gesamtwärmebedarf (bivalenter Alternativbetrieb) durch die konventionelle Heizung abgedeckt.

4.4.2 Energiesparende Techniken der Wärmeherzeugung

- Wärmerückgewinnung (WRG)

Bei der Wärmerückgewinnung wird die bei einem Prozess oder in einer Anlage (z.B. raumluftechnische Anlage) anfallende nutzbare Abwärme demselben System ohne Zeitverschiebung als Nutzwärme (Rückwärme) wieder zugeführt. Der Gesamtnutzungsgrad des Systems kann damit erheblich erhöht werden.

Beispiele:

Wärmerückgewinnung aus Fortluft einer mechanischen Lüftungs- und Klimaanlage.

Rückführung von Prozessabwärme in einem Waschprozess (z.B. Geschirrwäscher)

Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser in einem Schwimmbad.

- Rückwärme

Die aus der Wärmerückgewinnung gewonnene Energie, die dem Verbraucher wieder als Nutzwärme zugeführt wird.

- Abwärmenutzung (AWN)

Von Abwärmenutzung spricht man dann, wenn die in einem System anfallende nutzbare Abwärme in einem anderen System und u.U. mit einer grösseren Zeitverschiebung wieder genutzt wird. Wärmeangebot (Abwärme) und Wärmebedarf (Abwärmenutzung) müssen dabei evtl. mit Wärmespeicher in Übereinstimmung gebracht werden.

Beispiel: Nutzung von Prozessabwärme mit einer Wärmepumpe für Komfortwärme Zwecke.

- Wärmerückgewinnungsanlage, Abwärmenutzungsanlage

In WRG- und AWN-Anlagen kommen prinzipiell die gleichen technischen Systeme zum Einsatz. Liegt die Temperatur der Wärmequelle über der Temperatur der Wärmeabgabe, so werden Wärmetauscher verwendet. Liegen die Temperaturverhältnisse umgekehrt, so werden Wärmepumpen eingesetzt.

- Wärmetauscher

Vorrichtung zur Übertragung von Wärme von einem in Bewegung befindlichen Medium auf ein anderes, ohne direkten Kontakt zwischen den zwei Wärmeträgern. Der Wärmetausch kann direkt und kontinuierlich erfolgen (rekuperative Wärmetauscher, Rekuperator) oder intermittierend durch Zwischenspeicherung in einem Medium (regenerative Wärmetauscher, Regenerator).

- Wärmepumpe

Energietechnische Einrichtung, welche Wärme aus einer Wärmequelle niedriger Temperatur aufnimmt (z.B. Wärme aus Grundwasser, Erdreich, Aussenluft, Abluft) und unter Aufwendung hochwertiger Energie bei höherer Temperatur als Nutzwärme wieder abgibt. Das "Hochpumpen" von Wärme auf ein höheres Temperaturniveau erfolgt in einem thermodynamischen Kreisprozess, je nach Art des Kreisprozesses unterscheidet man dabei zwischen der Kompressionswärmepumpe und der Absorptionswärmepumpe.

Zum Antrieb von Kompressionswärmepumpen werden heute vorwiegend Elektromotoren eingesetzt; bei grösseren WP kommen auch Gas- und Dieselmotoren in Frage.

Der Wärmeträger des Wärmeabgabesystems ist in der Regel Wasser; als Wärmequellen werden dagegen unterschiedliche Wärmeträger verwendet. Je nach Wärmeträger spricht man dann z.B. von Wasser-Wasser WP, Luft-Wasser WP, etc.

Leistungsziffer (Leistungszahl) einer WP

Kennwert einer Wärmepumpe, definiert als das Verhältnis der nutzbar abgegebenen Wärmeleistung zur Leistungsaufnahme (Antriebsleistung), im stationären Zustand für bestimmte Betriebsverhältnisse. Die Leistungsziffer bezieht sich auf die eigentliche Wärmepumpe, d.h. das System Verdichter/Verdampfer/Verflüssiger.

Jahresarbeitszahl einer Wärmepumpenanlage

Kennwert einer Wärmepumpenanlage, definiert als das Verhältnis der über den Zeitraum eines Jahres abgegebenen Heizwärme (kWh) zu der im Jahr zugeführten kostenpflichtigen Energie (kWh). Die Bilanzgrenze schliesst hier neben der eigentlichen Wärmepumpe auch die weiteren zur Wärmepumpenanlage gehörigen Einrichtungen ein, wie z.B. die Wärmequellenförderung und die Speicherladepumpe.

Blockheizkraftwerk

Eine mit Verbrennungsmotoren oder einer Gasturbine angetriebene Wärmekraftkopplungsanlage für die Versorgung begrenzter Bereiche mit Strom und Wärme für den Eigenbedarf (Kleinheizkraftwerk). Die Anlagenteile (Motor/Turbine, Generator, Wärmetauscher) sind in Kompaktbauweise (in einem "Block") zusammengebaut.

Gasturbinen-Blockheizkraftwerke stehen als Industrieanlagen für die Erzeugung von Strom und Prozesswärme im Vordergrund (Leistungsbereich 1 ... 10 MW#e); Gasmotorblockheizkraftwerke kommen als Alternative zu konventionellen Heizungsanlagen vor allem im Wohnungs- und Dienstleistungsbereich in Frage (Heizung grösserer Einzelgebäude oder von Gebäudegruppen im Nahwärmeverbund; Standard BHKW um 200 kW#e pro Einheit; die Zusammenschaltung mehrerer Einheiten zu grösseren Gesamtleistungen ist möglich).

Aus wirtschaftlichen Gründen muss ein BHKW mit einer möglichst langen Jahresbenutzungsdauer betrieben werden können. Das BHKW wird daher nur für eine Heizleistung von 30-40% des max. Wärmeleistungsbedarfs ausgelegt; die Spitzendeckung übernimmt ein konventioneller Heizkessel. Voraussetzung für einen wirtschaftlichen Betrieb sind aber auch hinreichend hohe Strombezugspreise bzw. entsprechend hohe Vergütungen für Rücklieferungen ins Netz.

Der Jahresnutzungsgrad eines BHKW liegt bei 0.8 ... 0.9 (Verhältnis der Summe von nutzbar erzeugtem Strom und nutzbar erzeugter Wärme zum Energieeinsatz (Brennstoffeinsatz)). Die Stromkennzahl eines BHKW (Verhältnis von Stromproduktion zu Wärmeproduktion) liegt im Bereich von 0.4 ... 0.6.

(Siehe auch Abschnitt 2.2.3, Wärme-Kraft-Kopplung).

4.4.3 Massnahmen des Bundes zur Förderung der rationellen Energienutzung

- Energieartikel (in der Bundesverfassung)

Verfassungsartikel (Art. 24#octies), welcher Bund und Kantone zur Sicherstellung einer "ausreichenden, breitgefächerten und sicheren, wirtschaftlichen und umweltverträglichen Energieversorgung" verpflichtet. Der Bund soll zu diesem Zwecke entsprechende Grundsätze und Vorschriften erlassen und Förderungsmassnahmen treffen. Auf dem Energieartikel basiert u.a. der 1990 erlassene Energienutzungsbeschluss.

- Energienutzungsbeschluss (ENB)

Befristeter Bundesbeschluss "für eine sparsame und rationelle Energienutzung" vom

14.12.1990

(gültig bis zum Inkrafttreten eines Energiegesetzes des Bundes, längstens aber

bis zum 31.12.1998). Der Energienutzungsbeschluss stipuliert verschiedene Grundsätze, Vorschriften und Förderungsmassnahmen für eine rationelle Energienutzung. Zu den Grundsätzen gehören u.a. die Nutzung von erneuerbarer Energie und von Abwärme, sowie die verursachergerechte Kostenanrechnung für Energie- und Umweltkosten. Vorschriften betreffen u.a. die energietechnischen Prüfungsverfahren und Zulassung für serienmässig hergestellte Geräte, die verbrauchsabhängige Heizkostenabrechnung, die Bewilligungspflicht für elektrische Widerstandsheizungen, und die Vergütung für Energierücklieferungen von Selbstversorgern ins öffentliche Netz.

Förderungsmassnahmen betreffen die Bereiche Information und Beratung, Aus- und Weiterbildung, Forschung und Entwicklung, sowie die Nutzung von Abwärme und von erneuerbarer Energie.

Detailliertere Ausführungsvorschriften zum Energienutzungsbeschluss sind in der Energienutzungsverordnung niedergelegt

Energienutzungsverordnung (ENV)

Verordnung über eine sparsame und rationelle Energienutzung vom 22.1.1992. Die Energienutzungsverordnung detailliert die im Energienutzungsbeschluss stipulierten Vorschriften und Förderungsmassnahmen. (Verordnung erhältlich bei der Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, 3000 Bern).

Energie 2000

Ein 1991 gestartetes, grossangelegtes Aktionsprogramm des Bundes für das laufende Jahrzehnt zur Förderung des sparsamen und rationellen Umgangs mit der Energie, mit dem Ziel der Stabilisierung des Verbrauches von fossilen Energieträgern und von Strom und der Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energien.

Das Aktionsprogramm, welches in Zusammenarbeit mit Kantonen und Gemeinden sowie mit der Wirtschaft und mit Privaten durchgeführt werden soll, steht unter der Leitung des Bundesamtes für Energiewirtschaft.

RAVEL

Impulsprogramm des Bundes (Bundesamt für Konjunkturfragen) für die Jahre 1990-1995 zur Förderung der Rationellen Verwendung von Elektrizität (RAVEL). Ziel ist die Vermittlung von neuem Wissen in die berufliche Praxis mittels zielgruppengerechter Information sowie Aus- und Weiterbildung. Die Durchführung erfolgt in enger Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft, Fachorganisationen, Bildungsinstitutionen und Bund.

PACER

Impulsprogramm des Bundes für 1990 - 1995 zur Förderung erneuerbarer Energien (passive und aktive Sonnenenergienutzung für Wärmeerzeugung, Biomasse, solare Stromerzeugung). Es werden insbesondere Planungshilfen für Architekten, Ingenieure und Installateure sowie Entscheidungsgrundlagen für Bauherren vermittelt.

EGES

EGES ist die Abkürzung für 'Expertengruppe Energieszenarien'. Im Anschluss an das Kernkraftwerkunglück von Tschernobyl und aufgrund zahlreicher Vorstösse im Parlament, hat der Bundesrat 1986 eine 11 köpfige Expertengruppe eingesetzt mit dem Auftrag, die Voraussetzungen, Möglichkeiten und Auswirkungen eines Ausstiegs aus der Kernenergie anhand von Szenarien darzustellen. Die Expertengruppe hat ihren Hauptbericht, welcher in der Öffentlichkeit grosse Beachtung gefunden hat, anfangs 1988 vorgelegt. Der Hauptbericht war begleitet von zahlreichen Zusatzstudien (EGES Schriftenreihe) und Arbeitsdokumenten. (Erhältlich bei der Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale in Bern)

5. **Energiekosten und Wirtschaftlichkeit**

5.1 **Allgemeine Kostenbegriffe**

- **Kosten**

Kosten entstehen durch den Einsatz und die Nutzung von Produktionsfaktoren (z.B. Personal, Kapital, Energie) für eine betriebliche Leistungserstellung während einer bestimmten Zeitdauer. Kosten sind also der bewertete Verbrauch von Gütern und die bewertete Inanspruchnahme von Diensten einer Periode.

Kosten (volkswirtschaftliche Kosten) entstehen auch durch die übermässige Nutzung des Gutes Umwelt als Produktionsfaktor (Umweltkosten).

Die Kosten eines Produktionsfaktors ergeben sich als Produkt aus Menge und Preis des Faktors. Beispiel: die Heizölkosten für eine bestimmte Zeitperiode (z.B. Jahr) ergeben sich aus der in der Periode verbrauchten Heizölmenge mal die in der Periode massgeblichen Oelpreise.

- **Jahreskosten**

Die während einer Jahresdauer anfallenden Kosten.

Als mittlere Jahreskosten bezeichnet man die Jahreskosten, die sich im Mittel über eine mehrjährige Betrachtungsperiode ergeben (Fr/Jahr).

- **Durchschnittskosten (durchschnittliche Kosten)**

Die Durchschnittskosten eines Gutes sind die spezifischen Kosten pro Mengeneinheit ermittelt über eine bestimmte Zeitperiode.

Beträgt die Zeitperiode z.B. ein Jahr, so spricht man von den jährlichen Durchschnittskosten (jährlichen durchschnittlichen Kosten). Beispiel: die jährlichen durchschnittlichen Strombezugskosten (Rp/kWh im Jahr).

Von den langfristigen Durchschnittskosten spricht man, wenn die Durchschnittskosten über eine Zeitdauer von mehreren Jahren ermittelt werden.

Im speziellen spricht man von konstanten, progressiven oder degressiven Durchschnittskosten, je nachdem ob bei zunehmender Menge (zunehmendem Beschäftigungsgrad) die Durchschnittskosten konstant bleiben, steigen oder fallen.

- **Spezifische Kosten**

Als spezifische Kosten bezeichnet man das Verhältnis aus den Kosten für eine bestimmte Zeitperiode und einer für die selbe Zeitperiode massgeblichen Bezugsgrösse.

Beispiel: Die spezifischen jährlichen Stromkosten eines Betriebes pro Mitarbeiter (Fr/Mitarbeiter im Jahr)

- **Grenzkosten (Zuwachskosten)**

Die Grenzkosten sind die bei der Ausdehnung der Produktion um eine Produktionseinheit entstehenden zusätzlichen Kosten. Die Grenzkosten berücksichtigen grundsätzlich auch die für die Kapazitätserweiterung notwendigen Kosten. Man spricht daher auch von den langfristigen Grenzkosten.

Als kurzfristige Grenzkosten bezeichnet man demgegenüber die Kosten der jeweils letzten Einheit, die bei der vorhandenen Kapazität erzeugt oder bezogen wird.

Die Grenzkosten sind bestimmt durch die Steigung der Gesamtkostenkurve.

- **Externe Kosten**

Kosten, die als Folge einer betrieblichen Massnahme oder Investition an anderer Stelle in der Volkswirtschaft, ausserhalb des Betriebes entstehen und volkswirtschaftlich, sozial oder ökologisch motiviert sein können. Soweit die externen Kosten (z.B. Umweltkosten) nicht durch die Preise der betrieblichen Produktionsfaktoren abgegolten sind, bleiben sie in der betrieblichen Kostenrechnung unberücksichtigt.

Sinngemäss versteht man unter externem Nutzen einen Nutzen, der durch eine betriebliche Massnahme ausserhalb des Betriebes anfällt.

Es ist in der Regel schwierig, externe Kosten oder Nutzen genau zu definieren und zu quantifizieren.

Beispiel: Ein betrieblicher Verbrennungsprozess verursacht externe, volkswirtschaftliche Kosten in der Form einer Erhöhung der CO₂- und Schadstoffbelastung der Luft. Umgekehrt ergibt sich aus einer heizungstechnischen Sanierung ein externer volkswirtschaftlicher Nutzen (bzw. eine Verminderung der externen Kosten), indem durch die Sanierung ein Beitrag zur Verbesserung der Luftqualität geleistet wird.

Internalisierte Kosten sind externe Kosten, die nach einem irgendwie festgelegten Zuordnungskriterium zu den betriebsinternen Kosten hinzugeschlagen werden, z.B. über Preiszuschläge oder andere Lenkungsabgaben.

Prognosekosten

Aufgrund von Erwartungsgrössen (Produktionserwartung, Teuerung, Zinssatz, etc.) geschätzte zukünftige Kosten. Prognosekosten dienen als Grundlage für Finanzprognosen und Wirtschaftlichkeitsrechnungen.

Preissteigerung (Preissteigerungsrate)

Die Preissteigerungsrate e_F (für einen Produktionsfaktor F) ist die jährliche, prozentuale Erhöhung des Faktorpreises PF. Die Preissteigerungsrate eines beliebigen Faktorpreises weicht in der Regel von der allgemeinen Teuerungsrate (Inflation) ab.

Inflation (allgemeine Teuerung, Landesteuerung)

Unter der Inflation (allgemeinen Teuerung) versteht man im allgemeinen die aufgrund des Landesindex der Konsumentenpreise berechnete Teuerungsrate.

Entwicklung der Teuerung in der Schweiz

	Index der Konsumentenpreise (Basis Dez. 1 982)	allgemeine Teuerung (%)
1985	107.4	3.4
1986	108.2	0.8
1987	109.8	1.4
1988	111.8	1.9
1989	115.4	3.2
1990	121.6	5.4
1991	128.7	5.9
Mittel 1982 - 1991		3.1

Reale Teuerung

Als reale Teuerung e_F bezeichnet man die Differenz zwischen der Preissteigerungsrate e_F eines Faktorpreises und der allgemeinen Teuerung e :

Reale Teuerung $e_F = e_F - e$ (%). (Näherungsformel)

Steigt z.B. der Brennstoffpreis jährlich um 6 % bei einer allgemeinen Teuerung von 5 %, so sagt man, die Brennstoffkosten seien einer realen Teuerung von 1 % unterworfen.

Kostenbegriffe unter Bedingungen der Teuerung

Im Zusammenhang mit der Preissteigerung werden folgende Kostenbegriffe unterschieden:

Die Kosten zu laufenden Preisen (die nominellen Kosten)

Die Kosten K_t zu laufenden Preisen im Jahre t eines Produktionsfaktors sind die effektiven, zu den Preisen des Jahres t berechneten (geschätzten) Kosten. In dieser Kostengröße ist also die laufende Preissteigerung eingeschlossen.

Wird nichts anderes spezifiziert, so versteht man unter den "Kosten" in der Regel die Kosten zu laufenden Preisen (die nominellen Kosten).

Die Kosten zu heutigen Preisen

Die Kosten $K_{\#t}$ zu heutigen Preisen (oder zu den Preisen eines Basisjahres 0) eines Produktionsfaktors sind die im Jahre t anfallenden, aber zu den heutigen Faktorpreisen (oder zu den Faktorpreisen eines Basisjahres 0) berechneten Kosten.

Bei einer jährlichen Preissteigerung eF für den Produktionsfaktor F gilt also die Beziehung:

$$K_t = K_{\#t} \cdot (1 + eF)^t$$

Die realen Kosten

Die realen Kosten $K_{\#t}$ eines Produktionsfaktors sind die im Jahre t anfallenden, aber um die allgemeine Teuerung e (Inflation) bereinigten Kosten. Die realen Kosten werden auf ein bestimmtes Basisjahr bezogen (z.B. heute oder Jahr 0).

Es gilt somit der Zusammenhang:

$$K_{\#t} = K_t / (1 + e)^t = K_{\#0} \cdot (1 + eF)^t / (1 + e)^t$$

Ist die jährliche Preissteigerung eF für den Faktor F gleich der Inflation e , so ist $K_{\#t} = K_{\#0}$

5.2 Allgemeine Begriffe des betrieblichen Rechnungswesens

5.2.1 Gewinn- und Verlustrechnung (Erfolgsrechnung)

Die Gewinn- und Verlustrechnung (Erfolgsrechnung) ist die Darstellung des gesamten Aufwandes und der Erträge eines Unternehmens für eine bestimmte Rechnungsperiode. Eine Erfolgsrechnung kann grundsätzlich auch für einen Teilbereich eines Betriebes oder eine betriebliche Kostenstelle erstellt werden.

- Aufwand

In der betrieblichen Erfolgsrechnung bezeichnet man als Aufwand den bewerteten Verbrauch von Gütern und die bewertete Inanspruchnahme von Diensten in einer Rechnungsperiode (z.B. Personalaufwand, Materialaufwand, Aufwand für Energie, Abschreibungen, Zinsen, Steuern, etc.). Dabei wird unterschieden zwischen dem betrieblichen Aufwand (jener Teil des Aufwandes, der dem Betriebszweck dient) und dem betriebsfremden Aufwand (Aufwand, der keinen unmittelbaren Zusammenhang mit dem Betriebszweck hat, z.B. Aufwendungen für Nebenbetriebe, Kursverluste).

In der Praxis werden die Begriffe Aufwand (betrieblicher Aufwand) und Kosten (Betriebskosten) vielfach gleichbedeutend verwendet. Im Zusammenhang mit einer bestimmten Leistungserstellung (z.B. Investitionsprojekt, energietechnische Sanierung, etc.) sollte jedoch nur der Begriff Kosten verwendet werden (siehe 5.1, allgemeine Kostenbegriffe).

Ausgaben

Ausgaben sind der Abfluss von Zahlungsmitteln. "Ausgaben" und "Aufwand" sind also nicht gleichbedeutend. Beispiel: Die Abschreibungen gehören zwar zum betrieblichen Aufwand, sind jedoch keine Ausgaben (kein Abfluss von Zahlungsmitteln).

Ertrag

Ertrag ist der in der betrieblichen Erfolgsrechnung einer Rechnungsperiode ausgewiesene Wert der erstellten Güter und Dienste.

Einnahmen

Einnahmen sind der Zufluss von Zahlungsmitteln. (Nicht gleichbedeutend mit Ertrag. Beispiel: Kursgewinne sind zwar Ertrag, sind aber nicht (unmittelbar) mit Einnahmen verbunden).

Erlös

Erlös ist der Wert der in einer Rechnungsperiode verkauften Güter und Dienstleistungen.

Im Rahmen einer Wirtschaftlichkeitsrechnung bezeichnet man als Erlös auch das zu Marktpreisen bewertete Produktionsergebnis.

Gewinn (Ueberschuss)

Gewinn bedeutet im allgemeinen den Ueberschuss des Ertrages über den Aufwand (einschliesslich Kapitalkosten und Steuern) in der Rechnungsperiode. Im betrieblichen Rechnungswesen spricht man auch von Reingewinn; damit kommt zum Ausdruck, dass es sich um den Gewinn nach Steuern handelt.

Cash-Flow

Im betriebswirtschaftlichen Sinn versteht man unter Cash-Flow den in der Rechnungsperiode erwirtschafteten Ueberschuss an flüssigen Mitteln. Der Cash-Flow entspricht im wesentlichen der Summe aus den Abschreibungen und dem Reingewinn.

Liquidität

Die Liquidität ist ein Mass für die Fähigkeit eines Unternehmens, Zahlungsverpflichtungen fristgerecht erfüllen zu können. Die Liquidität wird ausgedrückt als das Verhältnis der in der Betrachtungszeit verfügbaren flüssigen Mittel zu den Zahlungsverpflichtungen im Betrachtungszeitraum.

Vollkosten

Die Summe aller betriebsnotwendigen fixen und variablen Kosten (eines Prozesses oder Betriebes) einer Rechnungsperiode. Vollkosten ist in der Regel gleichbedeutend mit dem Begriff Gesamtkosten.

Teilkosten

Als Teilkosten bezeichnet man eine nur teilweise Anrechnung der Kosten eines Prozesses oder Betriebes (Beispiele: bei den Jahreskosten einer Elektroheizung werden nur die Energiekosten berechnet; bei den Kosten eines Produktionsprozesses werden nur die direkt zurechenbaren Kosten einbezogen, etc.)

Fixe (feste) Kosten

Alle Kosten, die bei einer Aenderung des Beschäftigungsgrades einer Anlage oder Betriebes (z.B. Aenderung des Energieverbrauches oder der Produktionsmenge) - bei gegebener Kapazität der Anlage - unverändert bleiben.

Die Unterteilung in fixe und variable Kosten ist nicht immer eindeutig. Zu den fixen Kosten gehören insbesondere die Kapitalkosten sowie (weitgehend) die Personalkosten.

Variable (bewegliche, veränderliche) Kosten

Die Kosten, die sich mit dem Beschäftigungsgrad ändern, z.B. die Kosten von Material, Energie und Hilfsstoffen für einen Fabrikationsprozess. Vielfach wird auch ein (geringerer) Teil der Personalkosten zu den variablen Kosten gerechnet. Bei einem Energiesystem bestehen die variablen Kosten hauptsächlich aus den Energiekosten (Kosten der eingesetzten Endenergieträger).

Anmerkungen:

Die Unterteilung in fixe und variable Kosten ist abhängig vom betrachteten Zeithorizont. Bei einer sehr langfristigen Betrachtung werden u.U. auch die Kapitalkosten zu "variablen" Kosten.

Nach anderer Terminologie wird auch unterschieden zwischen kapitalgebundenen Kosten (Kapitalkosten, Instandhaltung), verbrauchsgebundenen Kosten (bei einem Energiesystem: Energie bzw. Brennstoff, sonstige Betriebsmittel) und betriebsgebundenen Kosten (Bedienung, Wartung, Personal).

Noch eine andere Unterscheidung wird oft bei den Kosten von leitungsgebundenen Energieträgern getroffen (Kosten der eingekauften Energie), wo man von anschlussabhängigen, leistungsabhängigen und arbeitsabhängigen Kosten spricht (siehe 5.3, Energiekosten).

- Proportionale Kosten

Variable Kosten, welche proportional zum Beschäftigungsgrad steigen oder fallen.

- Progressive (überproportionale) Kosten

Variable Kosten, welche relativ stärker steigen als der Beschäftigungsgrad.
(Analoge Definition für degressive Kosten).

- Sprungkosten

Kosten, die zwar innerhalb bestimmter Beschäftigungs- oder Kapazitätsgrenzen fest sind (intervallfixe Kosten), sich aber beim Ueberschreiten dieser Grenzen sprunghaft ändern.

- Deckungsbeitrag

Differenz zwischen den zu rechenbaren Erlösen eines Leistungsbereiches (Betriebsbereiches) und den diesem Bereich eindeutig zurechenbaren Kosten.

Die Deckungsbeitragsrechnung zeigt z.B. auf, inwieweit die nicht direkt zurechenbaren Kosten von den jeweiligen Leistungsbereichen abgedeckt werden.

- Verrechnungspreis (Verrechnungssatz)

Verrechnungspreise dienen der innerbetrieblichen Kostenverteilung bzw. Verrechnung von Gütern und Leistungen. So können z.B. für die Gesamtkosten der betrieblichen Energieversorgung (Kosten der Einsatz-Energie) Verrechnungspreise ermittelt werden, mit denen die Einsatzenergiekosten den einzelnen Betriebsbereichen (Kostenstellen, Kostenträger) zugeordnet werden können.

5.2.2 Investitionen

- Investition

Unter Investition versteht man im allgemeinen die Umwandlung von liquiden Mitteln (Geld) in andere, langfristige Vermögensanlagen (Sachanlagen, Finanzanlagen). Im vorliegenden Zusammenhang von Bedeutung ist der Begriff der Investition im Sinne der Sachinvestition, d.h. die Verwendung von finanziellen Mitteln für die Anschaffung langlebiger Sachanlagen. Dabei können folgende Investitionsarten unterschieden werden:

- Investitionsarten

- Neuinvestition (erstmalige Anschaffung)

- Erweiterungsinvestition (Erhöhung der Kapazität einer bestehenden Anlage)

- Ersatz- oder Erneuerungsinvestition (Reinvestition; Ersatz in der Regel am Ende der Lebensdauer. Ersatzinvestitionen können aber auch vor Ablauf der Lebensdauer erfolgen, z.B. aufgrund des technischen Fortschrittes oder einer Veränderung der wirtschaftlichen Verhältnisse, d.h. der relativen Preise).

Rationalisierungsinvestition (Erhöhung der Effizienz einer Anlage) Investition wegen gesetzlichen Vorschriften (z.B. Umweltvorschriften)

Finanzierung

Finanzierung bedeutet die Beschaffung der für eine Investition erforderlichen finanziellen Mittel. Die Finanzierung kann mittels Eigenkapital des Unternehmens (des Investors) oder durch Beschaffung von Fremdkapital auf dem Kapitalmarkt (Kreditaufnahme) erfolgen. Der Zins ist der Preis für die Beanspruchung des Kapitals. Aufgrund der gegenseitigen Abhängigkeit von Investition und Finanzierung ergibt sich, dass Investitionsplanung nicht isoliert von der Finanzplanung durchgeführt werden darf.

Investitionskosten (Investitionsausgaben)

Die Investitionskosten oder Investitionsausgaben sind die Summe der finanziellen Mittel, welche für die Realisierung der Investition benötigt werden. Die Investitionsausgaben stellen jenen Betrag dar, welcher in der Unternehmensbilanz aktiviert wird und innerhalb der Nutzungsdauer der Investition abgeschrieben werden muss. Bei grösseren Investitionsvorhaben können sich die Investitionsausgaben über eine Bauzeit von mehreren Jahren erstrecken. Die während der Bauzeit anfallenden Kapitalzinsen (Bauzinsen) sind Teil der Investitionskosten.

- Komponenten der Investitionskosten Zu den Investitionskosten gehören:
- die direkten Anlagekosten (Material, Transport und Montage, Bauten, Land)
- Planung, Beratung, Bauüberwachung
- Kosten der Inbetriebnahme
- Finanzierungskosten während der Bauzeit (Bauzinsen)
- evtl. Produktionsausfallkosten
- evtl. Personalausbildungskosten
- evtl. Netzkostenbeiträge (bei Energieanlagen mit Anschluss an leitungsgebundene Energie)

- Nutzungsdauer, Lebensdauer (einer Investition)

Unter Nutzungsdauer (Lebensdauer) einer Investition oder Anlage versteht man in der Wirtschaftlichkeits- und Investitionsrechnung die Zeitdauer, nach welcher die Anlage aus technisch/wirtschaftlichen Gründen ersetzt oder stillgelegt werden muss.

5.2.3 Weirbegriffe

- Anschaffungskosten (Anschaffungswert)

Gesamtkosten für die Beschaffung eines Gutes. Für Investitionsobjekte ist der Begriff Anschaffungskosten gleichbedeutend mit den Investitionskosten.

- Buchwert (Buchrestwert)

Der in der Unternehmensbilanz ausgewiesene Nettowert einer Anlage (Nettoanlagenwert); er entspricht dem Anschaffungswert abzüglich der Summe der bereits getätigten Abschreibungen.

- Wiederbeschaffungswert

Der Wert, zu dem eine Anlage (ein Investitionsobjekt) im Zeitpunkt des Ersatzes unter Berücksichtigung der technischen Entwicklung und Preisentwicklung neu angeschafft werden muss. Der Wiederbeschaffungswert ist in der Regel wesentlich höher als der ursprüngliche Anschaffungswert.

Liquidationswert, Restwert

Der am Ende der wirtschaftlichen Lebensdauer einer Anlage (Investition) verbleibende realisierbare Wert.

5.3 Betriebliche Energiekostenrechnung

5.3.1 Kostenrechnung, Kostenarten

- Kostenrechnung

Allgemein: Unter Kostenrechnung versteht man die kostenmässige Erfassung aller Aufwendungen an Arbeit, Material und Kapital, sowie den sonstigen Wertverzehr (Abschreibung) für die Herstellung und den Vertrieb eines Produktes oder einer Dienstleistung über eine bestimmte Zeitperiode (in der Regel das Jahr: Jahreskostenrechnung). Die Kostenrechnung ist die Grundlage der Preiskalkulation und von Planungs- und Wirtschaftlichkeitsrechnungen; sie dient auch als Unterlage für die Finanzbuchhaltung und die Betriebsüberwachung.

Die Erfassung der Kosten kann nach verschiedenen Kriterien erfolgen; gebräuchlich sind insbesondere die Erfassung nach Kostenstellen (Betriebseinheiten), nach Kostenträgern (Produkte) oder nach Kostenarten (Kapitalkosten, Personalkosten, etc.)

Von Istkostenrechnung spricht man, wenn die Kosten auf effektiven Mengen, Preisen und Beschäftigungsgraden basieren. Die Plankostenrechnung oder Prognosekostenrechnung arbeitet mit geplanten bzw. prognostizierten Kostenfaktoren.

Im Zusammenhang mit der betrieblichen Energiekostenrechnung bzw. der Wirtschaftlichkeitsrechnung im Energiebereich, welche hier im Vordergrund stehen, ist vor allem die Erfassung nach Kostenarten von Bedeutung.

- Kostenarten

Es ist zweckmässig, im Rahmen einer Kostenrechnung für den betrieblichen Energiebereich bzw. für eine energietechnische Massnahme eine Unterteilung der gesamten Kosten (Jahreskosten) vereinfachend nach folgenden Kostenarten vorzunehmen:

Kapitalkosten	Abschreibungen
Zinsen	

Betriebskosten	Energiekosten
(Kosten der eingekauften Energie)	Bedienungs- und Unterhaltskosten (Personal, Hilfsstoffe, Ersatzteile) Uebrige Betriebskosten
(Verwaltungskostenanteil, Versicherung, Steuern, etc.)	

- Gesamtkosten der betrieblichen Energieversorgung (Einsatzenergiekosten)

Die Gesamtkosten der betrieblichen Energieversorgung bis hin zur Bereitstellung der Energie in der gewünschten Form von Einsatzenergie (Strom, Dampf, Heisswasser, Druckluft, etc.) umfassen neben den Kosten für die eingekauften Energieträger (die Energiekosten im engeren Sinn) alle Kosten (Kapitalkosten, Betriebskosten) für die betriebsinterne Energieumwandlung, Verteilung, Lagerung und Entsorgung. Die Gesamtkosten der betrieblichen Energieversorgung werden auch als Einsatzenergiekosten bezeichnet.

Die Gesamtkosten der betrieblichen Energieversorgung für eine Rechnungsperiode bestehen also aus folgenden Hauptkomponenten:

Kosten der eingekauften (und verbrauchten) Endenergieträger (aus dem öffentlichen Netz bezogene Elektrizität, Heizöl, Gas, Fernwärme, etc.). Bei grösseren Betrieben

sind auch die administrativen Kosten des Energieeinkaufs dazuzurechnen. Dies sind die Energiekosten im engeren Sinn.

Kosten der Energielagerung oder -speicherung (Kapital- und Wartungskosten der betreffenden Anlagen).

Kosten der innerbetrieblichen Energieumwandlungsanlagen und Energieverteilanlagen, einschliesslich der zugehörigen baulichen Anlagen und Gebäude, aber ausgenommen die Anlagen der letzten Energieumwandlungsstufe (Umwandlung in Nutzenergie), welche dem Fabrikationsprozess oder den allgemeinen Betriebseinrichtungen zugeordnet sind. Die Kosten setzen sich zusammen aus den Kapitalkosten, Personalkosten (für Betrieb und Unterhalt), Materialkosten (Hilfsstoffe, Ersatzteile) sowie allenfalls den Kosten für Arbeiten Dritter (z.B. Reparaturarbeiten).

Kosten des betrieblichen Energiemanagements oder eines Anteils der allgemeinen Verwaltungskosten.

Kosten der Entsorgung im Energiebereich.

Kosten der einzelnen Einsatz-Energieträger

Für eine differenzierte Kostenbetrachtung, z.B. im Hinblick auf eine Kostenverrechnung an einzelne Fabrikationsbereiche, müssen die Einsatzenergiekosten getrennt für die einzelnen Einsatz-Energieträger ermittelt werden (Strom, Dampf, Heisswasser). Jeder Einsatz-Energieträger stellt also eine Kostenstelle dar. Dazu müssen aufgrund der Disposition des Energieversorgungssystems sowie des Energieflussbildes bzw. der betrieblichen Energiebilanz die entsprechenden Zuordnungen getroffen werden.

Kosteneinflussgrössen

Kosteneinflussgrössen sind alle Faktoren, welche auf Höhe und Verlauf der Kosten einwirken. Sie sind entweder im veränderlichen Mengengerüst (Umsatz, Leistung, Kundenzahl, etc.) der Kosten oder in veränderten Wertansätzen (Preise, Zinsen, Teuerungsraten,) begründet.

Eine wichtige Einflussgrösse ist der Beschäftigungsgrad, der das Verhältnis der erbrachten Leistung (umgesetzte Menge) zur möglichen Leistung innerhalb eines Zeitabschnittes darstellt.

Die wichtigsten Bestimmungsfaktoren für die Kosten der betrieblichen Energieversorgung sind schematisch in Bild 5 dargestellt (Abschnitt 4.1).

5.3.2 Kapitalkosten

Die Kapitalkosten sind die Summe aus Abschreibungen und Zinsen einer Rechnungsperiode (i.d.R. das Jahr).

- Abschreibungen (Abschreibungskosten)

Die jährlichen Abschreibungen entsprechen dem Wertverlust, den eine Anlage (ein Investitionsobjekt) durch seine Nutzung und Alterung erleidet. Die Festlegung der Abschreibungen kann nach verschiedenen Gesichtspunkten erfolgen, z.B. nach bilanztechnischen, steuerlichen oder betriebswirtschaftlichen. Die Abschreibungsdauer und die technisch/wirtschaftliche Nutzungsdauer sind dabei nicht immer identisch.

Im betrieblichen Rechnungswesen werden verschiedene Arten der Abschreibung angewendet, insbesondere die lineare Abschreibung (mit jährlich gleichbleibenden Abschreibungsbeträgen) oder die degressive Abschreibung (mit fallenden Beträgen; z.B. die arithmetisch degressive Abschreibung, bei der sich der Abschreibungsbetrag jährlich um einen gleichen Betrag vermindert).

Für Kosten- und Wirtschaftlichkeitsrechnungen im betrieblichen Energiebereich, wie sie hier im Vordergrund stehen (betriebswirtschaftliche Betrachtung), verwendet man in der Regel das Konzept der linearen Abschreibung, oder es werden Abschreibung und Zins als "Annuität" berechnet, d.h. als ein über die Nutzungsdauer einer Anlage gleichbleibender jährlicher Betrag (siehe Annuität, Annuitätenfaktor). Die degressive Abschreibung wird vor allem aus steuerlichen Gründen verwendet.

Abschreibungsdauer

Die Zeitdauer, innerhalb welcher der anfängliche Anlagenwert (Anschaffungswert, Bruttoanlagenwert) auf den Wert null abgeschrieben wird. In der Wirtschaftlichkeits- und Investitionsrechnung entspricht die Abschreibungsdauer in der Regel der angenommenen Nutzungsdauer der Anlage.

Lineare Abschreibung

Die Lineare Abschreibung K_A wird nach der folgenden einfachen Formel berechnet:

$$K_A = (I - LW)/n \quad (\text{Fr/Jahr})$$

wo I = Investitionskosten der Anlage (Anschaffungswert)
 LW = Liquidationswert der Anlage am Ende der Nutzungsdauer
 n = Nutzungsdauer der Anlage

Der Liquidationswert der Anlage ist oft ein unbedeutender Betrag, welcher in erster Näherung vernachlässigt werden kann.

Mit Hilfe des Abschreibungssatzes $b = 1/n \cdot 100$ (%) lässt sich die lineare Abschreibung auch wie folgt berechnen (Liquidationswert LW vernachlässigt):

$$K_A = 1 \cdot b/100 \quad (\text{Fr/Jahr})$$

Bei bestehenden Anlagen ist manchmal nicht der historische Anschaffungswert (Bruttoanlagenwert) sondern der Buchwert N (Nettoanlagenwert nach Abschreibungen) sowie eine geschätzte Restnutzungsdauer n , der Anlage gegeben. Für die jährliche lineare Abschreibung ergibt sich dann:

$$K_A = N/n, \quad (\text{Fr/Jahr})$$

Kalkulatorische Abschreibung

Als kalkulatorische Abschreibung bezeichnet man die im Rahmen von Investitionsrechnungen und Wirtschaftlichkeitsberechnungen verwendeten Abschreibungen. Die kalkulatorischen Abschreibungen unterscheiden sich oft von den in der betrieblichen Erfolgsrechnung (Buchhaltung, Bilanz) ausgewiesenen Abschreibungen, indem der Berechnung z.B. eine andere Abschreibungsdauer oder ein anderes Abschreibungsverfahren zugrunde gelegt wird.

Zins (Zinskosten)

Der Zins ist der Preis für die Beanspruchung von Kapital.

Entsprechend der Herkunft des beanspruchten Kapitals (Fremdkapital bzw. Eigenkapital) spricht man von Fremdkapitalzins oder Eigenkapitalzins.

Kalkulationszins (kalkulatorischer Zins)

Als kalkulatorischer Zins bezeichnet man die im Rahmen von Investitionsrechnungen oder Wirtschaftlichkeitsrechnungen verwendeten Zinskosten; sie unterscheiden sich in der Regel von den in der betrieblichen Erfolgsrechnung ausgewiesenen Zinsen.

Das für die Berechnung des kalkulatorischen Zinses massgebliche Kapital umfasst das gesamte gebundene Kapital, also nicht nur Fremdkapital, sondern auch der durch

Eigenkapital finanzierte Anteil einer Investition. Das gebundene Kapital ist gleich dem Investitionsbetrag (Anschaffungskosten) abzüglich der Summe der bereits getätigten Abschreibungen.

Kalkulationszinssatz (kalkulatorischer Zinssatz)

Der für eine Investitionsrechnung oder Wirtschaftlichkeitsrechnung verwendete einheitliche Zinssatz. Der Kalkulationszinssatz ist im Prinzip die Mindestverzinsung, die wir für die geplante Investition erwarten; liegt die effektive Verzinsung (Rendite) des investierten Kapitals über dem Kalkulationszinssatz, so ist das Investitionsvorhaben als "wirtschaftlich", andernfalls als "unwirtschaftlich" zu beurteilen.

Die Wahl des Kalkulationszinssatzes für eine Wirtschaftlichkeitsrechnung ist bis zu einem gewissen Grad eine Ermessenssache. Insbesondere für Investitionsvorhaben im Energiebereich (z.B. Energiesparmassnahmen), wo Gewinn- und Risikoüberlegungen nicht im Vordergrund stehen, sollte der Kalkulationszinssatz nicht höher als der Zins für neues langfristiges Fremdkapital liegen. Vielfach wird auch ein etwas tieferer Kalkulationszinssatz verwendet, entsprechend dem Zinssatz für langfristige Kapitalanlagen.

Realzins

Als Realzins bezeichnet man die über die allgemeine Teuerung (Inflation) hinausgehende Verzinsung. Der Realzins i_r ergibt sich näherungsweise als Differenz zwischen dem Zinssatz (Nominalzins) und der allgemeinen Teuerungsrate (Inflationsrate):

$$i_r = i - e$$

Beispiel: Beträgt der Zinssatz 7 % bei einer allgemeinen Teuerung von 5 %, so ergibt sich ein Realzins von 2 %.

In einer Volkswirtschaft besteht ein relativ enger Zusammenhang zwischen dem allgemeinen Zinsniveau (Marktzinsen) und der Teuerung (allgemein steigende Zinssätze bei zunehmender Teuerung). Der reale Zinssatz ist daher eine Grösse, die sich nur in verhältnismässig engen Grenzen verändert. Für die schweizerische Volkswirtschaft gelten heute reale Zinssätze um 3 %.

Annuität

Allgemein ein jährlich gleichbleibender, konstanter Zahlungsbetrag. Im speziellen versteht man unter Annuität meist die für die Tilgung (Rückzahlung) einer Kapitalschuld erforderliche jährliche Zahlung bestehend aus Rückzahlungsrate und Zins.

Kapitalkosten als Annuität

Im Rahmen von Wirtschaftlichkeitsrechnungen oder Investitionsrechnungen werden die Kapitalkosten (Abschreibung plus Zins) in der Regel als Annuität ermittelt, d.h. als ein über die Nutzungsdauer der Investition gleichbleibender jährlicher Betrag. Die Annuität (A_n) ist somit jener konstante Jahresbetrag, welcher die Rückzahlung und Verzinsung des eingesetzten Kapitals (des Investitionsbetrages) über die Nutzungsdauer gewährleistet.

Annuitätenfaktor

Der Annuitätenfaktor a ist die Rechengrösse, mit welcher ein Kapitalwert I (Investitionswert) in eine Annuität A_n umgewandelt wird, unter Berücksichtigung des gegebenen Zinses i und der Tilgungsdauer (Nutzungsdauer) n .

Annuität $A_n = a \cdot I$

wo $a = [(1 + i)^n \cdot i] / [(1 + i)^n - 1]$

Beispiel:

- Investition	I	=	1 00'000 (Fr.)
- Zins	i	=	7 %
- Nutzungsdauer	n	=	15 Jahre
- Annuitätenfaktor	a	=	$[1.07^{15} * 0.07] / [1.07^{15} - 10.11]$
- Annuität	An	=	$0.11 * 100'000 = 11'000(\text{Fr.})$

5.3.3 Betriebskosten

- Betriebskosten

Die Kosten für den laufenden Betrieb einer Anlage oder eines Unternehmens einschliesslich Material- und Energieeinsatz, sowie für Wartung und Instandhaltung der Anlagen, jedoch ohne die Kapitalkosten.

- Energiekosten (Energiekosten im engeren Sinn)

Als Energiekosten werden im hier verwendeten Kostenschema die Kosten der vom Betrieb eingekauften (und verbrauchten) Endenergieträger bezeichnet. Es sind also die Kosten von Heizöl, Erdgas oder der aus dem Netz bezogenen Elektrizität, gemäss Messung und Fakturierung. Die beiden Faktoren der Energiekosten sind grundsätzlich die in der Betrachtungsperiode massgeblichen Energieeinkaufspreise (Oelpreis Fr/100 kg; durchschnittlicher Strompreis Rp/kWh, etc.) und die in der Periode zur Deckung des Nutzenergiebedarfes verbrauchte Endenergiemenge. Die leitungsgebundenen Energieträger weisen allerdings im konkreten Fall meist eine differenziertere Kostenstruktur auf. (Siehe auch Abschnitt 2.6, Energiepreise).

- Energiekosten von leitungsgebundenen Energieträgern

Entsprechend den gebräuchlichen Tarifsyste men (siehe Energiepreise) bestehen die Energiekosten von leitungsgebundenen Energieträgern (Strom, Gas, Fernwärme) im allgemeinen aus 4 Kostenelementen:

Anschlussabhängige Kosten

Entgelt für die Kosten des Anschlusses und evtl. für Aufwendungen für das vorgelagerte Netz; in der Regel als einmalige Zahlung (Baukostenbeitrag, Netzkostenbeitrag).

Leistungsabhängige Kosten

Entgelt für die zur Verfügung gestellte Leistung

Arbeitsabhängige Kosten

Entgelt für die bezogene Energie (bei Strom evtl. auch Entgelt für bezogenen Blindstrom)

Messabhängige Kosten

Entgelt für Kosten der Messung (Messgeräte, Zählerablesung). Meist in der Form einer monatlichen Grundgebühr.

- Bedienungs- und Unterhaltskosten

Unter den Bedienungs- und Unterhaltskosten werden in unserem Kostenschema alle Kosten zusammengefasst (ohne die Energiekosten), welche sich direkt aus dem laufenden Betrieb einer Anlage sowie deren Pflege und Instandhaltung ergeben, einschliesslich Reparaturen und Revisionen. Statt Unterhaltskosten werden auch oft die Begriffe Wartungskosten- oder Instandhaltungskosten verwendet.

- Uebrige Betriebskosten

Unter den übrigen Betriebskosten werden in unserem Kostenschema alle Betriebskosten zu-

sammengefasst, welche zwar betriebsnotwendig sind, jedoch nicht ohne weiteres einer bestimmten Anlage oder einem betrieblichen Prozess zugeordnet werden können, z.B. Anteile an den Verwaltungskosten, Versicherungskosten, Steuern, etc.

5.4 Wirtschaftlichkeitsrechnung

Anmerkung: Die verschiedenen gebräuchlichen Verfahren der Wirtschaftlichkeitsrechnung sind in der RAVEL-Publikation Methoden der Wirtschaftlichkeitsanalyse von Energiesystemen, ein Leitfaden eingehend beschrieben. Im vorliegenden Glossar werden einige wichtige Begriffe der Wirtschaftlichkeitsrechnung erläutert.

5.4.1 Grundbegriffe der Wirtschaftlichkeitsrechnung

- Wirtschaftlichkeitsrechnung, Investitionsrechnung

In der Wirtschaftlichkeitsrechnung wird nach bestimmten Rechenverfahren die Wirtschaftlichkeit (oder Rentabilität) eines Unternehmens oder Vorhabens untersucht. Ist das untersuchte Vorhaben mit einer Investition verbunden, so spricht man auch von Investitionsrechnung.

Die Wirtschaftlichkeitsrechnung im hier definierten Sinn ist ein Bewertungsverfahren, bei dem nur monetär bewertbare, quantitativ erfassbare (oder abschätzbare) Tatbestände berücksichtigt werden (rein wirtschaftliche Betrachtung). Für eine ganzheitlichere Bewertung eines Projektes, welche neben den rein monetären auch andere, qualitative Faktoren einbezieht, sind besondere Bewertungsverfahren entwickelt worden, so insbesondere die sog. Nutzwertanalyse.

- Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit einer betrieblichen Massnahme oder eines Investitionsvorhabens wird am Kosten-Nutzen Verhältnis oder an der erzielten Verzinsung des Kapitaleinsatzes gemessen. Eine Massnahme oder eine Investition gilt dann als wirtschaftlich, wenn über die Nutzungsdauer der Massnahme bzw. Investition der insgesamt erzielte Ertrag (Nutzen) wenigstens die gesamten Kosten deckt; oder wenn im Mittel über die Nutzungsdauer die Verzinsung des Kapitaleinsatzes wenigstens dem Marktzins entspricht.

- Rentabilität

Die Rentabilität ist allgemein das Verhältnis des Gewinnes (Ueberschusses) einer Zeitperiode zum mittleren Kapitaleinsatz in der Periode. Die Rentabilität kann für eine Jahresperiode oder eine längere Zeitdauer (z.B. mittlere Rentabilität über Nutzungsdauer) ermittelt werden. Das Verhältnis von Gewinn zu Kapitaleinsatz (zu investiertem Kapital) wird auch als Return on Investment (ROI) bezeichnet. Wird in einem Unternehmen der Jahresgewinn auf den Umsatz bezogen, so spricht man auch von Umsatzrentabilität.

- Amortisationsdauer (Amortisationszeit, Kapitalrückflusszeit, Wiedergewinnungszeit)

Quotient aus Kapitaleinsatz (investiertem Kapital) und erzieltm Rückfluss pro Jahr unter Mitberücksichtigung der Zinsen. Die Amortisationsdauer gibt also an, in wieviel Jahren das investierte Kapital zurückbezahlt (wiedergewonnen) ist.

- Diskontierung

Abzinsung eines (künftigen) Zahlungsbetrages auf einen früheren Zeitpunkt (z.B. auf den heutigen Zeitpunkt).

- Zeitwert

Der tatsächliche Wert eines Zahlungsbetrages oder einer Kostengrösse in einem bestimmten Zeitpunkt (für Kostengrössen gleichbedeutend mit den Kosten zu laufenden Preisen).

Barwert (Gegenwartswert)

Der Barwert einer künftigen Ausgabe oder Einnahme ist der auf den heutigen Zeitpunkt bezogene (abgezinste, diskontierte) Wert der Ausgabe bzw. Einnahme.

Barwert = Wert (Zeitwert) * Abzinsungsfaktor

Abzinsungsfaktor (Diskontierungsfaktor)

Faktor zur Ermittlung des Gegenwartswertes einer künftigen, im Jahre t anfallenden Zahlung.

Abzinsungsfaktor $1/(1+i)^t$

wo i der Zinssatz bedeutet.

(Analog spricht man von Aufzinsung bzw. Aufzinsungsfaktor, wenn eine Zahlungsgrösse auf einen späteren Zeitpunkt aufgezinst wird; der Aufzinsungsfaktor ist $(1 + i)^t$)

Diskontierungssummenfaktor (Rentenbarwertfaktor)

Der Diskontierungssummenfaktor ist der Faktor, mit dem man eine jährlich gleichbleibende Zahlungsgrösse (Annuität) multiplizieren muss, um die Summe der Barwerte der Zahlungsgrösse über eine Betrachtungszeitdauer n zu berechnen.

Diskontierungssummenfaktor = $[(1 + i)^n - 1] / [(1 + i)^n * i]$

Kapitalwert

Der Kapitalwert einer Investition ist die Differenz zwischen dem Barwert aller Einnahmen (Nutzen) der Investition und dem Barwert aller Ausgaben (einschliesslich Kapitaleinsatz) über die Nutzungsdauer der Investition.

Betrachtungszeit

Die Betrachtungszeit ist die der Wirtschaftlichkeitsrechnung zugrunde gelegte Zeitperiode. In der Regel entspricht sie der angenommenen Nutzungsdauer des untersuchten Investitionsvorhabens. Beim Wirtschaftlichkeitsvergleich von zwei Investitionen unterschiedlicher Nutzungsdauer wird die Wirtschaftlichkeitsrechnung für eine einheitliche Betrachtungszeit durchgeführt, z.B. entsprechend der kürzeren der beiden Nutzungsdauern.

5.4.2 Methoden der Wirtschaftlichkeitsrechnung

Statische Methoden

Verfahren bei denen vereinfachend die künftigen Ausgaben (Kosten) und Einnahmen einer Investition wertmässig über die ganze Nutzungsdauer konstant angenommen werden. Insbesondere die Teuerung bleibt unberücksichtigt. Die statischen Verfahren sind Näherungsverfahren, die sich hauptsächlich für Ueberschlagsrechnungen eignen.

Gebräuchliche statische Verfahren sind:

Kostenvergleichsrechnung

Bei der statischen Kostenvergleichsrechnung werden die Jahreskosten (berechnet für den heutigen Zeitpunkt) zweier oder mehrerer Investitionsvarianten gegenübergestellt, um die kostengünstigste zu ermitteln. Der Ist-Zustand ist in der Regel ebenfalls als eine der möglichen Varianten zu betrachten.

Gewinnvergleichsrechnung

Bei der Gewinnvergleichsrechnung werden die jährlichen Gewinne oder Nettokosteneinsparungen (berechnet für den heutigen Zeitpunkt) mehrerer Investitionsvarianten verglichen.

Die Variante mit dem höchsten Jahresgewinn (Nettokosteneinsparung) gilt als die wirtschaftlichste.

Amortisationsrechnung (Pay-back-Methode)

Bei diesem Verfahren wird die Zeitdauer ermittelt, in welcher die anfänglichen Investitionsausgaben über die jährlichen Nettoeinnahmen der Investition (unter Mitberücksichtigung der Verzinsung) wieder zurückgeflossen sind (siehe auch Amortisationsdauer). Die jährlichen Nettoeinnahmen werden für den heutigen Zeitpunkt bestimmt und als konstant angenommen.

Rentabilitätsrechnung

Bei diesem Verfahren wird die Rentabilität einer Investition als Verhältnis des jährlichen Gewinnes oder der jährlichen Nettokosteneinsparung (vor Verzinsung) zum durchschnittlich über die Nutzungsdauer beanspruchten (gebundenen) Kapitals ermittelt. Der Gewinn wird für den heutigen Zeitpunkt bestimmt und als konstant angenommen. Das durchschnittlich gebundene Kapital ist gleich der Hälfte der anfänglichen Investitionsausgaben.

Dynamische Methoden

Die dynamischen Verfahren berücksichtigen die künftige wert- und mengenmässige Veränderung der Rechengrössen über die Nutzungsdauer der Investition (z.B. Berücksichtigung der Teuerung). Der zeitliche Unterschied im Anfall der künftigen jährlichen Zahlungsgrössen wird wertmässig dadurch berücksichtigt, dass alle Zahlungsgrössen auf einen bestimmten Zeitpunkt (in der Regel den gegenwärtigen Zeitpunkt) abgezinst werden.

Gebräuchliche dynamische Verfahren sind:

Barwertmethode

Bei der Barwertmethode wird für eine Investition der Barwert aller Ausgaben über die Nutzungsdauer ermittelt (einschliesslich der anfänglichen Investitionsausgaben). Von mehreren Investitionsvarianten ist diejenige die kostengünstigste, welche den kleinsten Barwert der Ausgaben aufweist.

Kapitalwertmethode

Bei der Kapitalwertmethode wird für eine Investition der Kapitalwert als Differenz zwischen dem Barwert aller Ausgaben und dem Barwert aller Einnahmen (Kosteneinsparungen) über die Nutzungsdauer ermittelt. Eine Investition ist wirtschaftlich, wenn der Kapitalwert einen positiven Wert ergibt. Von mehreren Investitionsvarianten ist diejenige die wirtschaftlichste, welche den höchsten Kapitalwert aufweist.

Annuitätenmethode

Bei der Annuitätenmethode bestimmt man die durchschnittlichen jährlichen Kosten oder den durchschnittlichen jährlichen Jahresgewinn (Nettokosteneinsparung) einer Investition über deren Nutzungsdauer. Von mehreren Investitionsvarianten ist diejenige die kostengünstigste bzw. wirtschaftlichste, welche die tiefsten durchschnittlichen Jahreskosten bzw. den grössten durchschnittlichen Jahresgewinn (Nettokosteneinsparung) aufweist.

Die Annuitätenmethode baut auf der Barwert- bzw. Kapitalwertmethode auf: Mittels des Annuitätenfaktors werden Barwert bzw. Kapitalwert in gleiche Jahreswerte (Annuitäten) umgewandelt um die mittleren Jahreswerte für die Kosten bzw. den Gewinn zu erhalten.

In der Praxis wird bei der Annuitätenmethode vereinfachend oft von konstanten jährlichen Energie- und Betriebskosten ausgegangen (konstant zu heutigen Preisen). Für die Rechnung können dann einfache Summenformeln verwendet werden.

Methode des internen Zinssatzes

Bei dieser Methode bestimmt man die durchschnittliche Rentabilität d.h. die durchschnittliche effektive Verzinsung des investierten Kapitals, über die Nutzungsdauer der Investition. Diese durchschnittliche Verzinsung wird als interner Zinssatz bezeichnet. Eine

Investition ist wirtschaftlich, wenn der interne Zinssatz wenigstens dem Marktzins (Kalkulationszinssatz) entspricht. Der interne Zinssatz ergibt sich rechnerisch als der Zinssatz, bei dem der Kapitalwert der Investition gerade gleich null wird.

Sensitivitätsanalyse

In der Sensitivitätsanalyse wird der Zusammenhang zwischen den Eingangsdaten (InputDaten) und dem Ergebnis (Output-Wert) einer Wirtschaftlichkeitsrechnung sichtbar gemacht. Es wird dabei also untersucht, wie sich das Rechenergebnis (z.B. der Kapitalwert) verändert bei einer bestimmten Veränderung einer oder mehrerer Eingangsgrößen (z.B. des Strompreises, der Teuerungsrate).

Nutzwertanalyse

Verfahren zur ganzheitlichen Bewertung eines Vorganges oder Projektes, bei welchem neben den rein monetären Faktoren (rein wirtschaftliche Betrachtung) auch wichtige andere, oft nicht oder nur schwer quantifizierbare Entscheidungskriterien berücksichtigt werden. Dabei werden die verschiedenen Bewertungskriterien (z.B. Betriebssicherheit, Bedienungskomfort, Kosten, Umweltverträglichkeit, etc.) zunächst gewichtet und dann nach einem Punktesystem einzeln bewertet. Der "Wert" oder "Nutzen" des untersuchten Vorgangs oder Projektes lässt sich damit insgesamt durch einen Zahlenwert (Nutzwert) ausdrücken.

6. Umwelt

6.1 Allgemeine Begriffe

- Umweltschutz

Gesamtheit aller Massnahmen, die dazu dienen, den natürlichen Zustand der Umwelt der Menschen, der Tiere, der Pflanzen, der Landschaft usw. weitestgehend zu erhalten oder wiederherzustellen.

- Umweltverträglichkeit

Gibt an, inwieweit durch eine geplante oder bereits durchgeführte Massnahme unvermeidbare Auswirkungen auf die Umwelt zu erwarten bzw. festzustellen sind. Die Feststellung der Umweltverträglichkeit ist ein wichtiges Ziel der Umweltvorsorge. Eine frühzeitige Prüfung der Umweltverträglichkeit ermöglicht es, bereits in der Planungsphase eines Projektes zu erreichen, dass nachteilige oder schädigende Auswirkungen auf die Umwelt verhindert, minimiert oder auf ein verantwortbares Mass beschränkt werden.

- Ökologie

Lehre von den Wechselwirkungen zwischen lebenden Organismen und ihrer Umwelt sowie den verschiedenen Umweltfaktoren.

- Emission

Abgabe von Stoffen und Energien (z.B. Schall, Erschütterung, Strahlung, Wärme) aus einer Quelle an die Umwelt. Das Mass der Emission wird angegeben durch einen Kennwert, z.B. als Konzentration (Masse der emittierten Stoffe bezogen auf das Volumen des Abgases, z.B. in mg/m³), als Emissionsfaktor (Verhältnis der Masse der emittierten Stoffe zur Masse der erzeugten oder verarbeiteten Produkte, z.B. in kg/t) oder als Emissionsgrad (Verhältnis der emittierten Masse eines Schadstoffes zur Masse dieses Stoffes, welche der Anlage mit dem Brennstoff zugeführt wird,

- Emissionsgrenzwert

Emissionsgrenzwerte für die wichtigsten Schadstoffe und Brennstoffe für verschiedene Arten von Feuerungsanlagen und Verbrennungsmotoren sind in der eidg. Luftreinhalteverordnung gesetzlich geregelt.

- MAK-Wert (Maximale Arbeitsplatz-Konzentration)

Höchstzulässige Konzentration eines Arbeitsstoffes als Gas, Dampf oder Schwebestoff in der Luft am Arbeitsplatz, die bei fortgesetzter und in der Regel achtstündiger Einwirkung auf den menschlichen Organismus die Gesundheit nicht beeinträchtigt.

- Emissionskataster

Zusammenstellung detaillierter Daten über die Emissionen in einer bestimmten Region.

- Immission

Auftreten von Stoffen und Energien (z.B. Schall, Erschütterung, Strahlung, Wärme) an einem bestimmten Ort, wodurch auf die Umweltbedingungen für Mensch, Tier, Pflanze und Materialien eingewirkt wird.

- Biologisch abbaubarer Stoff

Stoff, der durch einen biologischen Prozess abgebaut werden kann.

- Recycling

Wiederverwertung von Wertstoffen aus Abfällen mit dem Ziel der Verminderung der Abfallmenge und der Schonung knapper Ressourcen. Energieverbrauch und Umweltbelastung werden durch den Einsatz von Wertstoffen aus Abfällen in Produktionsprozessen beträchtlich gesenkt.

- Abgasentschwefelung

Verfahren zum Entfernen von Schwefeloxiden aus den bei der Verbrennung schwefelhaltiger Brennstoffe entstehenden Abgasen, bevor diese in die Atmosphäre emittiert werden. Es gibt "nasse" und "trockene" Entschwefelungsverfahren, die verfahrensabhängig auch weitere Bestandteile des Rauchgases, wie Fluor und Chlor, mit abscheiden.

- Katalysator

Katalysatoren bestehen aus Stoffen, die chemische Reaktionen verzögern oder beschleunigen, ohne selber bei der chemischen Umsetzung dauernde Veränderungen zu erfahren. Zur Nachverbrennung der Abgase bei Kraftfahrzeugmotoren eingesetzt, vermindern sie deren Kohlenwasserstoff-, Kohlenmonoxid- und Stickstoffoxidgehalt.

- Verursacherprinzip

Rechtsprinzip, nach dem grundsätzlich der Verursacher für die Massnahmen zur Beseitigung von Umweltschäden oder Umweltbeeinträchtigungen verantwortlich ist. Als Verursacher gilt neben dem Produzenten auch der Anwender eines Produktes, das ggf. mit entsprechenden Abgaben belastet wird.

6.2

Formen der Umweltbelastung, Schadstoffe

- Abgase

In die Atmosphäre geleitete Gase aus stationären und beweglichen Quellen (z.B. aus Haushalt, Gewerbe, Industrie, Verkehr).

- Schwefeldioxid SO₂

Hauptsächlich bei der Verbrennung von schwefelhaltigen fossilen Brennstoffen (insbesondere Kohle und Öl) entstehendes Oxid. Schwefeldioxid ist ein farbloses, stark riechendes Gas, dass bei höheren Konzentrationen zu Atembeschwerden führen kann. In Verbindung mit Luftfeuchtigkeit kann SO₂ "Saurer Regen" verursachen.

- Kohlenmonoxid CO

Geruchloses, farbloses und giftiges Gas. Ein grosser Teil des in der Atmosphäre vorhandenen Kohlenmonoxids entsteht bei unvollständiger Verbrennung von kohlenstoffhaltigen Materialien.

- Kohlendioxid CO₂

Farbloses, unbrennbares, säuerlich riechendes Gas, das überall dort entstehen kann, wo Kohle und kohlehaltige Substanzen erhitzt oder verbrannt werden. Durch die Fähigkeit, infrarote Strahlen aus dem Sonnenlicht zu absorbieren, ist es für den Wärmehaushalt der Erde von Bedeutung. (Siehe Treibhauseffekt)

- Stickstoffoxide NO_x

Werden bei jedem üblichen Verbrennungsvorgang, insbesondere bei hohen Temperaturen gebildet und freigesetzt. NO (Stickstoffmonoxid oder Stickstoffdioxid) entstehen durch Oxidation des atmosphärischen Stickstoffs und durch teilweise Umwandlung eventuell vorhandenen Brennstoff-Stickstoffs. Auswirkungen können sich durch die wichtige Rolle, die die Stickstoffoxide bei photochemischen Reaktionen in der Atmosphäre spielen, sowie durch ihren Beitrag zum Problem des "Saurer Regens" ergeben.

- Halogenkohlenwasserstoffe HC (FCKW)

Verschiedene Verbindungen aus Kohlenwasserstoffen, bei denen der Wasserstoff ganz oder teilweise durch Halogene (Fluor, Chlor) ersetzt ist. Sie finden als Treib-, Kühl- und Lösungsmittel Verwendung. Sie tragen dazu bei, die Ozon-Schicht in der Stratosphäre zu verändern und damit eine verstärkte Einstrahlung der schädlichen UV-Strahlung auf die Erdoberfläche zu verursachen.

Ozon O₃

Aus atomarem und molekularem Sauerstoff gebildetes Gas. In Anwesenheit von Luftverunreinigungen, wie Stickstoffoxide und Kohlenwasserstoffe, können bei starker Sonneneinstrahlung erhöhte Ozonkonzentrationen auftreten. In der Stratosphäre vermindert die Ozonschicht die starke UV-Einstrahlung zur Erdoberfläche. In der Atmosphäre ist Ozon, das pflanzen- und gesundheitsschädigend wirken kann, an einer Vielzahl von luftchemischen Prozessen beteiligt (z.B. Oxidation von NO).

Treibhauseffekt

Kohlendioxid und auch andere Gase der Atmosphäre sind für das sichtbare Licht nahezu vollständig durchlässig, absorbieren jedoch Infrarotstrahlung. Entsprechend dem jetzigen Wissensstand ist davon auszugehen, dass vor allem aufgrund des ansteigenden Kohlendioxidanteils (CO₂) in der Luft als Folge der Verbrennung fossiler Energieträger - aber auch durch andere Luftbestandteile - eine erhöhte Absorption langwelliger Strahlung in der Atmosphäre verursacht wird, die zu einer globalen Temperaturerhöhung - dem Treibhauseffekt - führen kann.

Smog

Mit dem aus smoke (engl. Rauch) und fog (eng. Nebel) zusammengesetzten Kunstwort wird eine besondere Nebelform in austauscharmen Wetterlagen bezeichnet, deren Bildung auf der hohen Konzentration an Kondensationskernen beruht, die durch Abgase in Ballungszentren in erhöhtem Umfang produziert und emittiert werden.

Staub

In einem Trägergas verteilte Feststoffe.

Russ-Partikel

Sind eine Folge von flüssigen oder festen Brenn- und Treibstoffen (z.B. Dieselöl, Kohle). Sie sind ein lungengängiger Träger für Giftstoffe und zudem selber toxisch.

Schadstoffbelastung durch verschiedene Energieträger

	Umweltbelastung [mg/MJ]				
	Russ	SO ₂	NO _x	Co	HC
Heizsystem					
Heizöl extraleicht	5	100	50	70	15
Diesel-Wärmepumpe	10-30	100	300-1800	70-370	5-90
Erdgas	0	0	35	70	15
Gasmotor-Wärmepumpe	0	0	960-1900	100-230	50-130
Holzfeuerung konventionell	50-150	0	40-250	1500-6500	100-700
Holzfeuerung realisierbar	5-26	0	40-150	130-650	25-50

(Aus: Impulsprogramm Haustechnik, "Heizsysteme für Energiesparhäuser", BfK 1987)

Eutrophierung

Unerwünschter Eintrag von Nährstoffen in Gewässer, die eine Zunahme des Pflanzenwachstums hervorrufen und durch Zersetzung den für tierisches Leben erforderlichen Sauerstoffgehalt herabsetzen.

Schwermetalle

Elemente mit hohen Atommassen, wie z.B. Quecksilber, Blei, Cadmium usw., die häufig bei industriellen Prozessen und z.B. bei mit verbleitem Benzin betriebenen Autos anfallen und die Umwelt verunreinigen können, werden dazu gezählt.

- ionisierende Strahlung (nukleare Strahlung)

Einerseits Photonenstrahlen wie Röntgen- und Gammastrahlen und andererseits Korpuskelstrahlen wie Betastrahlen, Elektronen, Mesonen, Protonen, Neutronen, Alphastrahlen, schwere Teilchen usw., die Ionen erzeugen können.

- höchstzulässige Dosis

Akkumulierte Strahlendosis, mit der nach dem heutigen Stand der Wissenschaft ein so geringes Risiko körperlicher oder genetischer Schäden verbunden ist, dass es vernachlässigt werden darf. Die Dosen, die vom natürlichen Strahlenpegel sowie von medizinischen Untersuchungen herrühren, sind in der höchstzulässigen Dosis nicht inbegriffen.

- Schallpegel

Logarithmus des Verhältnisses des effektiven Schalldruckes zum Bezugsschalldruck (Hörschwelle). Er wird in der Einheit Dezibel angegeben.

Die Lärmbelastung wird durch den in einer bestimmten Zeitperiode an einem bestimmten Ort gemessenen und bewerteten Schallpegel bestimmt.

- Wärmebelastung

Emissionen von Abwärme an Gewässer, Boden oder die Atmosphäre, die über dem natürlichen Temperaturniveau liegen.

6.3 Gesetze und Verordnungen des Bundes im Bereich Umwelt

- Umweltschutzgesetz (USG)

Das Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) von 1983 mit den zugehörigen Ausführungsverordnungen setzt sich zum Ziel, Menschen, Tiere und Pflanzen, ihre Lebensgemeinschaften und Lebensräume gegen schädliche oder lästige Einwirkungen zu schützen und die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten. (Art. 1, Abs.1)

Dabei gelangen folgende hauptsächlichen Prinzipien zur Anwendung: Das Vorsorgeprinzip (Frühzeitige Begrenzung der Einwirkungen, die schädlich oder lästig werden könnten), das Prinzip der Bekämpfung von Umweltbelastungen an ihrer Quelle, Die Kostentragung nach dem Verursacherprinzip, die Festlegung von Emissions- und Immissionsgrenzwerten.

Verschiedene Sachbereiche werden in besonderen Ausführungsverordnungen geregelt (z.B. Luftreinhalteverordnung, Verordnung über die Umweltverträglichkeitsprüfung, Schadstoffverordnung, Verordnung über Schadstoffe im Boden, Lärmschutzverordnung).

- Umweltverträglichkeitsprüfungsverordnung

Die mit dem Umweltschutzgesetz eingeführte Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) ist eine Methode, nach welcher innerhalb eines vorgegebenen Verfahrens über ein Projekt entschieden wird, das eine umweltbelastende Anlage zum Gegenstand hat. Wesentlich sind eine Mitwirkungspflicht des Gesuchstellers bei der Grundlagenbeschaffung (Umweltverträglichkeitsbericht, UVB), der Einbezug der Umweltschutzfachstelle in den Entscheidungsprozess und die Öffnung des Verfahrens zur Allgemeinheit hin.

- Luftreinhalteverordnung (LRV)

Die Luftreinhalteverordnung regelt insbesondere: Die Anwendung der vorsorglichen Emissionsbegrenzungen auf neue und auf bestehende Anlagen. Emissionsgrenzwerte für zahlreiche Schadstoffe hinsichtlich bestimmter Anlagentypen (Feuerungsanlagen, Verbrennungsmotoren, Gasturbinen). Die Typenprüfung für solche Anlagen. Die Beschränkung des Schwefelgehaltes des Heizöls und des Bleigehaltes des Benzins sowie weitere Anforderungen an Brenn- und Treibstoffe. Immissionsgrenzwerte für die wichtigsten Luftfremdstoffe, sowie Kriterien für die Beurteilung der Ueberschreitung von Immissionen bei Fehlen von Immissionsgrenzwerten.

Emissionsgrenzwerte für Feuerungsanlagen
(Oelfeuerungen und Gasfeuerungen)

Feuerungen für Heizöl «Extra leicht»

– Bezugsgrösse: Die Grenzwerte für die gasförmigen Schadstoffe beziehen sich auf einen Sauerstoffgehalt im Abgas von		3 % vol
– Russzahl		
a. Feuerungen mit Gebläsebrennern		1
b. Feuerungen mit Verdampfungsbrennern		2
– Kohlenmonoxid (CO)		
a. Feuerungen mit Gebläsebrennern		80 mg/m ³
b. Feuerungen mit Verdampfungsbrennern mit Ventilator		150 mg/m ³
– Stickoxide (NO _x), angegeben als Stickstoffdioxid		
a. bei den in Artikel 20 aufgeführten Anlagen		120 mg/m ³
b. bei Feuerungen mit einer Feuerungswärmeleistung über 350 kW:		
bei einer Heizmediumtemperatur bis 110 °C		120 mg/m ³
bei einer Heizmediumtemperatur über 110 °C		150 mg/m ³
– Ammoniak und Ammoniumverbindungen, angegeben als Ammoniak ¹⁾		30 mg/m ³

		Feuerungswärmeleistung		
		über 5 MW bis 50 MW	über 50 MW bis 100 MW	über 100 MW
Heizöl «Mittel» und «Schwer»				
– Bezugsgrösse: Die Grenzwerte beziehen sich auf einen Sauerstoffgehalt im Abgas von				
	%vol	3	3	3
– Feststoffe insgesamt:				
Heizöle Qualität A	mg/m ³	80	50	50
Heizöle Qualität B	mg/m ³	50	50	50
– Kohlenmonoxid (CO)	mg/m ³	170	170	170
– Schwefeloxide (SO _x), angegeben als Schwefeldioxid (SO ₂)	mg/m ³	1700	1700	400
– Stickoxide (NO _x), angegeben als Stickstoffdioxid (NO ₂)	mg/m ³	450	300	150
– Ammoniak und Ammoniumverbindungen, angegeben als Ammoniak ¹⁾	mg/m ³	30	30	30

Feuerungen für Gasbrennstoffe

– Bezugsgrösse: Die Grenzwerte beziehen sich auf einen Sauerstoffgehalt im Abgas von		3 %vol
– Kohlenmonoxid (CO)		100 mg/m ³
– Stickoxide (NO _x), angegeben als Stickstoffdioxid (NO ₂):		
a. bei den in Artikel 20 Absatz 1 Buchstabe a–d aufgeführten Anlagen		
atmosphärische Brenner mit einer Feuerungswärmeleistung bis 12 kW		120 mg/m ³
übrige Anlagen		80 mg/m ³
b. bei Feuerungen mit einer Feuerungswärmeleistung über 350 kW		
Heizmediumtemperatur bis 110 °C		80 mg/m ³
Heizmediumtemperatur über 110 °C		110 mg/m ³
– Ammoniak und Ammoniumverbindungen, angegeben als Ammoniak ¹⁾		30 mg/m ³

¹⁾ Hinweis: Diese Emissionsbegrenzung ist nur für Feuerungsanlagen mit Entstickungseinrichtung von Bedeutung.

Anhang 1 **Masseinheiten**

(nach dem internationalen Einheitensystem SI)

Grösse Basiseinheit	Name	Zeichen	Ableitung Umrechnung
SI-Basiseinheiten			
Länge	Meter	m	
Masse	Kilogramm	kg	
Zeit	Sekunde	s	
Elektr. Stromstärke	Ampere	A	
Temperatur	Kelvin	K	
Stoff menge	Mol	mol	
Lichtstärke	Candela	cd	
Abgeleitete SI-Einheiten und weitere zugelassene Einheiten			
Kraft	Newton	N	$1 \text{ N} = 1 \text{ J/m} \quad 1 \text{ kg m/S}^2$
Drehmoment		N*m	
Druck	Pascal	Pa	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/M}^2$
	Bar	bar	$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$
Energie, Arbeit	Joule	J	$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m} = 1 \text{ W} \cdot \text{s} = 0.278 \cdot 10^{-6} \text{ kWh}$ $1 \text{ kWh} = 3.6 \cdot 10^6 \text{ J}$
Leistung, Wärmestrom	Watt	w	$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s} = 1 \text{ N} \cdot \text{m/s}$
Frequenz	Hertz	Hz	$1 \text{ Hz} = 1/\text{s}$
Elektr. Ladung	Coulomb	C	$1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot \text{s}$
Elektr. Spannung	Volt	V	$1 \text{ V} = 1 \text{ W/A} = 1 \text{ A} \cdot \Omega$
Elektr. Widerstand	Ohm	Ω	$1 \Omega = 1 \text{ V/A} = 1/\text{S}$
Elektr. Leitwert	Siemens	S	$1 \text{ S} = 1 \text{ A/V} = 1/\Omega$
Elektr. Kapazität	Farad	F	$1 \text{ F} = 1 \text{ A} \cdot \text{s} / \text{V} = 1 \text{ C/V}$
Elektr. Induktivität	Henry	H	$1 \text{ H} = 1 \text{ V} \cdot \text{s} / \text{A} = 1 \text{ Wb/A} = 1 \Omega \cdot \text{s}$
Magn. Fluss	Weber	Wb	$1 \text{ Wb} = 1 \text{ V} \cdot \text{s} = 1 \text{ W} \cdot \text{s/A}$
Magn. Flussdichte	Tesla	T	$1 \text{ T} = 1 \text{ Wb/M}^2$
Lichtstrom	Lumen	lm	$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \cdot \text{sr}$
Beleuchtungsstärke	Lux	lx	$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm} / \text{M}^2$
Leuchtdichte		cd/M ²	
Radioaktivität	Becquerel	Bq	$1 \text{ Bq} = 1/\text{s}$
Curie Ci	1	Ci	$1 \text{ Ci} = 37 \cdot 10^9 \text{ Bq}$
Energiedosis	Gray	Gy	$1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$
	Rad	rd,rem	$1 \text{ rd} = 1 \text{ rem} = 0.01 \text{ Gy}$
Temperatur	Grad Celsius	°C	$\text{C.temp.} = \text{K.temp.} - 273.15$ $\delta 1 \text{ }^\circ\text{C} = \delta 1 \text{ K}$
Wärmekapazität		J/K	
Wärmeleitfähigkeit		W/(m * K)	
Wärmedurchgangskoeff.	(k)	W/(M ² * K)	
Ebener Winkel	Radiant	rad	
	Grad	°	$1^\circ = \pi / 180 \text{ rad}$
	Minute		$1' = 1^0/60$
Raumwinkel	Steradian	sr	
Volumen	Liter	l	$1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3$
Dichte		kg/m ³	
Fläche (Grundstücke)	Aare	a	$1 \text{ a} = 100 \text{ m}^2$
	Hektare	ha	$1 \text{ ha} = 100 \text{ a} = 10^4 \text{ m}^2$

Anhang 2 Dezimale - Teile und Vielfache

Faktor (Zehnerpotenz)	SI-Vorsatz Name	Zeichen
10^{-18}	Atto	a
10^{-15}	Femto	f
10^{-12}	Piko	p
10^{-9}	Nano	n
10^{-6}	Mikro	#
10^{-3}	Milli	m
10^{-2}	Zenti	c
10^{-1}	Dezi	d
10^0	Deka	da
10^2	Hekto	h
10^3	Kilo	k
10^6	Mega	M
10^9	Giga	G
10^{12}	Tera	T
10^{15}	Peta	P
10^{18}	Exa	E

Anhang 3 Wichtige Umrechnungsfaktoren

Leistung, Wärmestrom

^	W	kW	PS	kcal/h
1 W (= 1 J/s)	1	10.3	$1.36 \cdot 10^{-3}$	0.860
1 kW	103	1	1.36	860
1 PS	735	0.735	1	632
1 kcal/h	1,16	$1.16 \cdot 10^{-3}$	$1.58 \cdot 10^{-3}$	1

Energie, Arbeit, Wärmemenge

	J	kJ	kWh	kcal
1J	1	10^{-3}	$0.278 \cdot 10^{-6}$	$0.239 \cdot 10^{-3}$
1 kJ	10^3	1	$0.278 \cdot 10^{-3}$	0.239
1 kWh	$3.6 \cdot 10^6$	$3.6 \cdot 10^3$	1	860
1 kcal	$4.19 \cdot 10^3$	4.19	$1.16 \cdot 10^{-3}$	1

Brennstoffe (unterer Heizwert H_u ; ungefähre Werte)

1 kg Heizöl EL	= 42.7 MJ	= 11.9 kWh	= 1 0'200 kcal
1 kg Heizöl S	= 40.2 MJ	= 11.2 kWh	= 9'600 kcal
1 m ³ Erdgas (ca.)	= 33.5 MJ	= 9.3 kWh	= 8'000 kcal
1 kg Steinkohle	= 29.0 MJ	= 8.0 kWh	= 6'900 kcal
1 kg Holz	= 15.5 MJ	= 4.3 kWh	= 3'700 kcal

Literaturverzeichnis

- Bartsch G.: "Physikalisch-technische Grundlagen". Handbuchreihe Energieberatung/Energiemanagement, Bd. 111. Springer Berlin, 1987
- BEW (Bundesamt für Energiewirtschaft): "Schweizerische Gesamtenergiestatistik 1990". Sonderdruck aus Bulletin SEV/VSE Nr. 12/1991
- BEW: "Schweizerische Elektrizitätsstatistik 1990". Sonderdruck aus Bulletin SEV/VSE Nr. 8/1991
- BfK (Bundesamt für Konjunkturfragen): "Heizsysteme für Energiesparhäuser". Impulsprogramm Haustechnik. EDMZ, 1987
- BfK: "Haustechnik heute". EDMZ. 1984
- BfK: "Energiegerechter Betrieb haustechnischer Anlagen". EDMZ, 1983
- BfK: "Handbuch Planung und Projektierung wärmetechnischer Gebäudesanierungen". Impulsprogramm für das bauliche Energiesparen. EDMZ, 1983
- BUWAL: "Panorama des Umweltrechts". EDMZ, Schriftenreihe Umwelt Nr. 138, 1990
- Borch G. et al.: "Energiemanagement". Handbuchreihe Energieberatung/Energiemanagement, Bd. I. Springer Berlin, 1986
- Von Cube H.L. et al.: "Handbuch der Energiespartechnik". Karlsruhe, 1983
- Bd.1: "Technische und wirtschaftliche Grundlagen"
 - Bd.2: "Spartechniken bei der Nutzung fossiler Energieträger"
 - Bd.3: "Nutzung regenerativer Energien und passive Spartechnik"
- Endrullat P. et al.: "Wärmetechnik". Handbuchreihe Energieberatung/Energiemanagement, Bd. IV, Springer Berlin, 1987
- Epinatjeff P. et al.: "Rationelle Energieverwendung im Hochbau". Handbuchreihe Energieberatung/Energiemanagement, Bd. VI. Springer Berlin, 1986
- Hanitsch R. et al.: "Elektrische Energietechnik". Handbuchreihe Energieberatung/Energiemanagement, Bd. V. Springer Berlin, 1986
- Humm O. et al.: "Schweizer Energiefachbuch", Künzler-Bachmann AG. St.Gallen, 1992
- RAVEL Handbuch: "Strom rationell nutzen". Zürich, 1992
- SIA: "SI-Einheiten, Anwendung im Bauwesen". SIA Empfehlung 411. 1976
- SIA: "Energie im Hochbau". SIA Empfehlung 380/1. 1988
- SIA: "Elektrische Energie im Hochbau". SIA Empfehlung 380/4, Entwurf. 1991
- UNICHAL (Union Internationale des Distributeurs de Chaleur): "Begriffsbestimmungen der Fernheizung". 1980
- VSE (Verband Schweiz. Elektrizitätswerke): "Schweizerische Stromtarife". Sonderdruck aus Bulletin SEV/VSE, Nr. 22/1985

VDEW (Vereinigung Deutscher Elektrizitätswerke): "Begriffsbestimmungen in der Energiewirtschaft".

- Teil 1 : "Elektrizitätswirtschaftliche Grundbegriffe". 1990
- Teil 2: "Begriffe der Fernwärmewirtschaft". 1981
- Teil 6: "Begriffe der Unternehmensplanung". 1981
- Teil 7: "Begriffe in Elektrizitätsversorgungsverträgen". 1986
- Teil 8: "Begriffe des Rechnungswesens". 1987
- Teil 9: "Begriffe der Bilanz- und Erfolgsanalyse und des Betriebsvergleichs". 1988
- Teil 10: "Begriffe in Gasversorgungsverträgen". 1990

Weltenergiekonferenz: "Energieterminologie". Ein mehrsprachiges Wörterbuch. Pergamon Press, Oxford, UK, 1986

Winje D. und Witt. D.: "Energiewirtschaft". Handbuchreihe Energieberatung/Energiemanagement, Bd. 11. Springer Berlin, 1991

Wohinz J.W et al.: "Betriebliches Energiemanagement". Springer Wien, 1989

Stichwortverzeichnis

Abfallenergie -12-
Abgase -75-
Abgasentschwefelung -75-
Ableseperiode -28-
Abonnierte Leistung -35-
Abrechnungsperiode -28-
Abschaltvertrag -31 -
Abschreibungen -66-
Abschreibungsdauer -67-
Abwärme -12-
Abwärmenutzung -12-,-56-
Abwärmenutzungsanlage -56-
Abwärmeträger -12-
Abzinsung -70-
Abzinsungsfaktor -71-
Äquivalenzpreis -25-
Amortisationsdauer -70-
Amortisationsrechnung -72-
Amortisationszeit -70-
Anergie -1-
Anfahrzeit -32-
Anlaufzeit -32-
Anlegbarer Preis -25-
Annuität -68-
Annuitätenfaktor -68-
Annuitätenmethode -72-
Anschaffungskosten -64-
Anschaffungswert -64-
Anschlussabhängige Kosten -69-
Anschlussbeitrag -27-
Anschlussgebühr -27-
Anschlussleistung -33-
Anschlusswert -33-
Arbeitsabhängige Kosten -69-
Arbeitsbegriffe -35-
Arbeitspreis -26-
Arbeitspreistarif -27-
Arbeitszahl -57-
Aufwand -61 -
Ausfallzeit -32-
Ausgaben -61-
Ausnutzungsdauer -37-
Barwert -71 -
Barwertmethode -72-
Baukostenbeitrag -27-
Bedienungs- und Unterhaltskosten -69-
Belastungsdiagramm -48-
Belastungsfaktor -37-
Belastungsgrad -37-
Benutzungsscharakteristik -36-
Benutzungsdauer -37-
Benutzungsdauer der Höchstlast -37-
Benutzungsgrad -37-
Benutzungszeit -32-

Bereitschaftsdauer -32-
Bereitschaftsleistung -34-
Bereitschaftsstunden -32-
Bereitschaftszeit -32-
Bereitzustellende Leistung -35-
Bestimmungsfaktoren der betrieblichen Energiekosten -44-, -45-
Bestimmungsfaktoren des Energieverbrauches im Betrieb -44-, -45-
Betrachtungszeit -71-
Betriebsanalyse, energetische -46-
Betriebsart -36-
Betriebsdauer -32-
Betriebsfaktor -38-
Betriebsgebundene Kosten -63-
Betriebskosten -65-, -69-
Betriebsleistung -34-
Betriebsstunden -32-
Betriebszeit -32-
Bewertung von Energiesparmassnahmen -55-
Bilanzgrenze -48-
Biogas -5-
Blokconversion -5-
Biomasse -3-, -5-
Bivalentes Energiesystem -56-
Blindenergiepreis -26-
Blindleistung -35-
Blindstromkompensation -55-
Blindstromkompensationsanlagen -26-
Blindstrompreis -26-
Blockheizkraftwerk -57-
Brennstoffausnutzung -22-
Brennwert -7-
Brutto-Leistung -34-
Buchwert -64-
Cash-Flow -62-
Cos phi (Leistungsfaktor) -26-, -38-
Dampfkraftwerk -19-
Dauerbetrieb -36-
Dauerleistung -33-
Dauerlinie -48-
Deckungsbeitrag -63-
Degressive Durchschnittskosten -59-
Dieselkraftwerk -20-
Diskontierung -70-
Diskontierungsfaktor -71 -
Diskontierungssummenfaktor -71-
Diversitätsfaktor -38-
Doppeltarif -27-
Durchschnittskosten -59-
Durchschnittspreis -25-
Dynamische Methoden der Wirtschaftlichkeitsrechnung -72-
EGES -58-
Einfachtarif -27-
Eingliedtarif -27-
Einheitstarif -27-
Einkaufspreis -25-
Einnahmen -62-

Einsatzenergie -9-, -11-, -43
 Einsatzenergiekosten -65
 elektrische Last -33-
 Elektrizitätstarife -29-
 Elektrizitätswirtschaft, schweizerische -13-
 Elektrizitätserzeugung und -verbrauch Schweiz -15
 Elektrizitätsübertragung -16-
 Gesetzgebung und Behörden - 1 3-
 Hausinstallationsvorschriften -14-
 Institutionelle Struktur -13-
 Kennzahlen des schweiz. Elektrizitätsverbrauches -1 6
 Rechts- und Gesellschaftsformen -13-
 Starkstrominspektorat -14-
 Verbände, Fachorganisationen -1 4-
 Emission -74-
 Emissionsfaktor -74-
 Emissionsgrad -74-
 Emissionsgrenzwert -74-
 Emissionskataster -74-
 Emissionsgrenzwerte nach der LRV -78
 Endenergie -9-, -41-
 Endenergieträger -9-
 Endenergieverbrauch -16-, -41-
 Endverbrauch an Energieträgern -9
 Energie -1-
 Erscheinungsformen -1-
 Masseinheit -1-
 Physikalischer Begriff -1-
 Wertigkeit -1-
 Wirtschaftsgrösse Energie -2-
 Energie 2000 -58-
 Energie-Planung -53-
 Operative Planung -53-
 Strategische Planung -53-
 Energie-Umfeld-Analyse -47-
 Energieabgabe -36-
 Energieanalyse -46-
 Energiearten -2-
 Energieartikel (in der Bundesverfassung) -57
 Energiebedarf -36-
 Energiebedarfskennlinie -48-
 Energiebereitstellung -53-
 Energiebeschaffung -52-
 Energiebewirtschaftung -52-
 Energiebezugsfläche -51-
 Energiebilanz -47-
 Energiebuchhaltung -47-
 Energiedienstleistung -44-
 Energieeinsparung -54-
 Energieentsorgung -41-
 Energieerfassung -46-
 Energieerzeugung -35-
 Energiefluss -41-, -42-
 Energieflussdiagramm -48-, -49-
 Energieholz -5-
 Energieinhalt -7-

Energieinhalt eines Brennstoffes -7-
 Energieinhalt eines Produktes -7-
 Energieintensität -51-
 Energiekennlinie -48-, -50-
 Energiekennzahl -51-
 Energiekennziffer -51 -
 Energiekosten -59-, -69-
 Energiekosten von leitungsgebundenen Energieträgern -69-
 Energiekostenfunktion -51-
 Energiekostenrechnung -65-
 Energiemanagement -52-
 Dispositive und organisatorische Funktionen -53-
 Energie-Planung -53-
 Kontrollfunktion -53-
 Koordination, Information, Beratung -54-
 Ziele und Aufgaben -52-
 Energiemarkt -13-
 Energieniveauwandler -43-
 Energienutzungsbeschluss -57-
 Energienutzungsverordnung -58-
 Energiepreise -24-
 Energiequellen -2-
 Energierückgewinnung -41-, -55-
 Energiesparende Techniken der Wärmeerzeugung -56-
 Energiesparmassnahmen -54-
 Energiesparpotential -54-
 Energiestatistik -47-
 Energiestatistik der Schweiz -5-
 Energiesystem -2-
 Energietechnik -2-
 Energieträger -2-
 Energieumformung -8-
 Energieumformungsverluste -8-
 Energieumwandlung -7-, -8-, -10-, -41-
 Energieumwandlungsanlagen -43-
 Energieumwandlungsverluste -8-
 Energieverbrauch -36-
 Energieverbrauchsfunktion -51-
 Energieverluste -8-, -39-
 Energieverteilung -41-
 Energieverwendung im Betrieb -41-
 Energieverwendung, Grundbegriffe -32-
 Energievorkommen -2-
 Energievorräte -2-
 Energiewandler -43-
 Entnahme-Kondensationsturbine -19-, -22-
 Entnahmebetrieb -22-
 Entsorgung -53-
 Erdgas -2-, -8-, -23-
 Erdgasversorgung, schweizerische -23-
 Gasverteilung -24-
 Herkunft des Erdgases -23-
 Organisation der Erdgaswirtschaft -23-
 Erdöl -2-, -8-
 Erdölprodukte -2-
 Erdölversorgung, schweizerische -22-

Fiskalbelastung -23-
 Herkunft des Erdöls -22-
 Inlandraffinerien -23-
 Organisationen der Erdölwirtschaft -23-
 Struktur des Erdölmarktes -23-
 Erdwärme -5-
 Erfassung des Energieverbrauches -46-
 Erfolgsrechnung -61-
 Erlös -62-
 Erneuerbare Energie -3-
 Erntefaktor -40-
 Ertrag -62-
 Ethanol-Alkohol -5-
 Eutrophierung -76-
 Exergie -1-
 Externe Kosten -59-
 Faktorpreis -25-
 Feinanalyse -46-
 Fernheizkraftwerk -21 -
 Fernheizwerk -21-
 Fernwärme -20-
 Fernwärmeerzeugung -21-
 Fernwärmepreise -29-
 Fernwärmeversorgung, schweizerische -20-
 Anteil der Fernwärme am Endenergieverbrauch -6-
 Struktur und Organisation des Fernwärmemarktes -20-
 Finanzierung -64-
 Fixe (feste) Kosten -62-
 fossil-thermische Kraftwerke -19-
 Fossile Energieträger -2-
 Freie Wärme -33-
 Ganglinie -48-
 Gasmotor-Wärmepumpe -21-
 Gaspreise -30-
 Gasturbine -19-
 Gasturbinenkraftwerk -19-
 Gebrauchsenergie -1 1-, -43-
 Gebundenes Kapital -67-
 Gegendruckbetrieb -21-
 Gegendruckkraftwerk -19-
 Gegendruckturbine -19-, -21-
 Gegenwartswert -71 -
 geordnetes Jahresbelastungsdiagramm -48-
 Geothermische Energie -3-, -5-
 Gesamtenergiebilanz der Schweiz -5-, -6-
 Gesamtenergiestatistik der Schweiz -5-, -6-, -9-, -12-
 Gesamtkosten der betrieblichen Energieversorgung -65-
 Gesamtpreis -25-
 Gesamtwirkungsgrad -39-
 Gesicherte Leistung -34-
 Gewinn -62-
 Gewinn- und Verlustrechnung -61-
 Gewinnvergleichsrechnung -71-
 Gleichzeitigkeitsfaktor -38-
 Graue Energie -7-
 Grenzkosten -59-

Grenzwert -52-
 Grobanalyse -46-
 Grundgebühr -26-
 Grundlast -34-
 Grundpreis -26-
 Grundpreistarif -27-
 Halogenkohlenwasserstoffe -75-
 Hauptenergie -43-
 Haustechnik -44-
 Heizgradtage -38-
 Heizkraftwerk -21 -
 Heizölpreise -30-
 Heiztage -38-
 Heizwerk -21 -
 Heizwert -7-
 Oberer Heizwert -7-, -30Umrechnung Ho/Hu -7Unterer Heizwert -7Hilfsenergie -43-
 Höchstlast -34-
 Höchstleistung -34-
 Holzkohle -5-
 Hydrologisches Jahr - 1 5Immission -74-
 INFEL -14-
 Inflation -60-
 Installierte Leistung -33-
 Intermittierender Betrieb -36-
 Internalisierte Kosten -60-
 Internationales Einheitensystem (SI) -79Interne Wärmelast -33-
 Interner Zinssatz -72-
 Investition -63-
 Investitionsarten -63-
 Investitionsausgaben -64-
 Investitionskosten -64-
 Investitionsrechnung -70-
 Ionisierende Strahlung -77-
 Istkostenrechnung -65-
 Jahresarbeitszahl -57-
 Jahresbenutzungsdauer -37-
 Jahreskosten -59-
 Jahreslastdauerlinie -48-, -49Joule -1-
 k-Wert -40-
 Kalkulationszins -67-
 Kalkulationszinssatz -68-
 Kalkulatorische Abschreibung -67-
 Kapitalgebundene Kosten -63-
 Kapitalkosten -65-, -66-
 Kapitalkosten als Annuität -68-
 Kapitalrückflusszeit -70-
 Kapitalwert -71 -
 Kapitalwertmethode -72-
 Katalysator -75
 Kernbrennstoff -3-

Kernenergie -1-, -3-
Kernkraftwerke der Schweiz - 1 9-
Kilowattstunde -1-
Kohle -2-, -24-
Kohlendioxid -75-
Kohlenmonoxid -75-
Kohleversorgung, schweizerische -24-
Kombianlage -20-
Kombiheizkraftwerk -20-
Kombikraftwerk -20-
Kompressionswärmepumpe -56-
Kondensationskraftwerk -19-
Kondensationsturbine: -19-
konventionell-thermische Kraftwerke -19-
Konzentration (einer Emission) -74-
Koppelprodukt -22-
Koppelprozess -22-
Kosten -59-
Kosten der Einsatz-Energieträger -66-
Kosten zu heutigen Preisen -61-
Kosten zu laufenden Preisen -61-
Kostenarten -65-
Kostenbegriffe -59-
Kosteneinflussgrößen -66-
Kostenrechnung -65-
Kostenstellen -65-
Kostenträger -65-
Kostenvergleichsrechnung -71-
Kraftwerke -18-
Kurzzeitbetrieb -36-
Landesindex der Konsumentenpreise -60-
Lärmbelastung -77-
Last -33-
Last-Ganglinie -48-
Lastdiagramm -48-
Lastfaktor -37-
Lastverhältnis -38-
Lebensdauer -64-
Leistung -1-, -33-
Leistungsabhängige Kosten -69-
Leistungsbedarf -35-
Leistungsbegriffe -33-
Leistungsdiagramm -48-
Leistungsfaktor -38-
Leistungskurve -48-
Leistungsmanagement -55-
Leistungspreis -26-
Leistungspreistarif -27-
Leistungsverhältnis -38-
Leistungsverluste -39-
Leistungszahl -57-
Leistungsziffer -57-
Lineare Abschreibung -67-
Liquidationswert -65-
Liquidität -62-
Luftreinhalteverordnung -77-

MAK-Wert -74-
Masseinheiten -79-
Messabhängige Kosten -69-
Methanol-Alkohol -5-
Methode des internen Zinssatzes -72-
Methoden der Wirtschaftlichkeitsrechnung -71-
Mindestabnahme -36-
Mittlere Leistung -35-
Monovalentes Energiesystem -56-
Nennleistung -33-
Nennzeit -32-
Netto-Leistung -34-
Netzkostenbeitrag -27-
Nicht erneuerbare Energie -3-
Nichtverfügbarkeitszeit -32-
Nominelle Kosten -61-
nutzbare Energieabgabe -36-
Nutzenergie -1 1-
Nutzenergieformen -11-
Nutzenergieverwendung nach schweiz. Gesamtenergiestatistik 1 1 -
Nutzungsdauer -37-, -64-
Nutzungsgrad -12-, -39-
Nutzungszeit -32-
Nutzwertanalyse -70-, -73-
Oekologie -74-
Ozon -76-
PACER -58-
Pauschaltarif -27-
Pay-back-Methode -72-
Photovoltaische Anlage -4-
Photovoltaische Zelle -4-
Plankostenrechnung -65-
Preis -24-
Preis CIF -25-
Preis FOB -25-
Preisänderungsklausel -28-
Preisäquivalenz -25-
Preisbegriffe -24-
Preiselastizität -25-
Preiskomponenten -25-
Preissteigerung -60-
Primärenergie -8-
Prognosekosten -60-
Progressive Durchschnittskosten -59-
Progressive Kosten -63-
Proportionale Kosten -63-
Prozessenergie -43-
Prozesswärme -43-
Rationelle Energieverwendung -53-, -54-
RAVEL -58-
Reale Kosten -61-
Reale Teuerung -60-
Realzins -68-
Rechnungswesen -61-
Recycling -74-
Regenerative Energie -3-

Regenerator -56-
Regenerierbare Energie -3-
Reingewinn -62-
Rekuperator -56-
Rentabilität -70-
Rentabilitätsrechnung -72-
Rentenbarwertfaktor -71 -
Reparaturzeit -32-
Reserveleistung -34-
Restwert -65-
Return on Investment -70-
Rohenergie -8-
Rücksubstitution -55-
Rückwärme -56-
Russ-Partikel -76-
Saison tariff -28-
Sankey-Diagramm -48-
Schadstoffbelastung (durch verschiedene Energieträger) -76-
Schallpegel -77-
Scheinleistung -35-
Schwefeldioxid -75-
Schweizerischer Elektrotechnischer Verein (SEV) -1 4-
Schwermetalle -76-
Sekundärenergie -9-
Sensitivitätsanalyse -73-
Smog -76-
Solarenergie -4-
Solarzelle -4-
Sondertarif -28-
Sonnenenergie -3-, -4-
Sonnenenergienutzung, aktive und passive -4-
Sonnenkollektor -4-
Sparpotential -54-
Spezifische Kosten -59-
Spezifischer Energiebedarf -36-
Spezifischer Energieverbrauch -36-
Spitzenlast -34-
Spot-Preis -25-
Sprungkosten -63-
Statische Methoden der Wirtschaftlichkeitsrechnung -71-
Staub -76-
Steinkohle -2-, -7-, -8-
Stickstoffoxide -75-
Stromausbeute -22-
Stromeinbusse -21-, -22-
Stromerzeugung -35-
Stromkennzahl -22-, -57-
Stromkennziffer -22-
Stromlieferungsvertrag -28-
Stufen der Energieumwandlung -8-, -10-
Substitution -55-
Summenlinie -48-
Tarif -26-
Arbeitspreistarif -27-
Doppeltarif -27-
Dreigliedriger Tarif -27-

Einfachtarif -27-
 Eingliedtarif -27-
 Einheitstarif -27-
 Elektrizitätstarife -29-
 Grundpreistarif -27-
 Hochtarif -27-
 Leistungspreistarif -27-
 Minimale -27-
 Niedertarif -27-
 Pauschaltarif -27-
 Saisontarif -28-
 Sondertarif -28-
 Staffelung -26-
 Tarifgrundsätze (Elektrizität) -29-
 Zonung -26-
 Zweigliedtarif -27-
 Tarifsysteem -26-
 Teilkosten -62-
 Teillastwirkungsgrad -39-
 Teuerung -61-
 Thermische Kraftwerke -19-
 Treibhauseffekt -76-
 Ueberholungsdauer -32-
 Umgebungsenergie -4-
 Umgebungswärme -3-, -4-, -8-
 Umsatzrentabilität -70-
 Umwandlungsverluste -8-
 Umweltenergie -4-, -8-
 Umweltschutz -74-
 Umweltschutzgesetz -77-
 Umweltverträglichkeit -74-
 Umweltverträglichkeitsbericht -77-
 Umweltverträglichkeitsprüfung -77-
 Umweltverträglichkeitsprüfungsverordnung -77-
 Uran -8-
 Variable (bewegliche) Kosten -62-
 Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke (VSE) -1 4-
 Verbrauchsgebundene Kosten -63-
 Verfügbare Leistung -34-
 Verfügbarkeit -38-
 Verfügbarkeitszeit -32-
 Verlustleistung -39-
 Verrechnungspreis -63-
 Verschiedenheitsfaktor -38-
 Verursacherprinzip -75-, -77-
 Vollastbetrieb -36-
 Vollaststunden -37-
 Vollkosten -62-
 Wärme-Kraft-Kopplung -21-
 Anlagen für die WKK -21-
 Brennstoffausnutzung -22-
 Stromausbeute -22-
 Stromeinbusse -22-
 Stromkennzahl -22-
 Stromkennziffer -22-
 Wärmeäquivalenz -48-

Wärmebelastung -33-, -77-
Wärmedurchgangskoeffizient -40-
Wärmeerzeugung -35-
Wärmelast -33-
Wärmepumpe -56-
Wärmerückgewinnung -12-, -55-, -56-
Wärmerückgewinnungsanlage -56-
Wärmetauscher -56-
Wärmeträger -2-, -57-
Wärmeträgermedium -2-
Wärmeumformwerk -21-
Wärmwäquivalent -48-
Wasserkraft -3-, -4-
Wasserkraftwerke -18-
Kleinwasserkraftwerk -18-
Laufkraftwerk -18-
Mikrowasserkraftwerk -18-
Miniwasserkraftwerk -18-
Mittlere Produktionserwartungen -18-
Pumpspeicherkraftwerk -18-
Speicherkraftwerk -18-
Watt - 1 -
Wertbegriffe -64-
Wertigkeit -8-
Wertigkeit der Energie -1-
Wiederbeschaffungswert -64-
Wiedergewinnungszeit -70-
Windenergie -3-
Wirkleistung -35-
Wirkungsgrad -39-
Wirkungsgrad-Kennlinie -39-
Wirtschaftlichkeit -59-, -70-
Wirtschaftlichkeitsrechnung -70-
Zeitausnutzung -38-
Zeitbegriffe -32-
Zeitverfügbarkeit -38-
Zeitwert -70-
Zielwert -52-
Zins -67-
Zinskosten -67-
Zweigliedtarif -27-

