

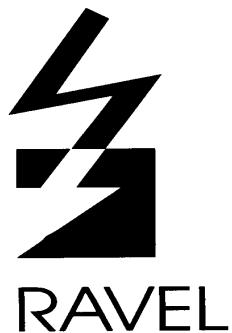
1993 724.397.23.59 D

Materialien zu RAVEL

Sanierung und Ersatz von Elektroheizungen

Zusatzheizungen

Hanspeter Meyer



Ressort 23: Geräte

Bundesamt für Konjunkturfragen

Adressen:

Herausgeber: Bundesamt für Konjunkturfragen (Bf K)
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: Ruedi Spalinger INFEL Lagerstrasse 1 8021 Zürich
Tel.: 01/291 01 02
Fax: 01/291 09 03

Autoren: Hanspeter Meyer Durena AG Sägestrasse 6 5600 Lenzburg
Tel.: 064/52 00 33
Fax: 065/52 00 40

unter Mitarbeit der
Sorane SA
Route du Châtelard 52
101 Lausanne
Tel.: 021/37 11 75
Fax: 021/36 86 76

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, Juni 1993
Auszugsweiser Nachdruck unter Quellenangabe erlaubt. Zu beziehen bei der Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern (Best. Nr. 724.397.23.59 D)

Form. 724.397.23.59 D 6.93 500

RAVEL - Materialien zu RAVEL

Materialien zu RAVEL

Sanierung und Ersatz von Elektroheizungen Zusatzheizungen

Hanspeter Meyer

RAVEL - Materialien zu RAVEL



Bundesamt für Konjunkturfragen

ZUSAMMENFASSUNG/RESUME

1.	NEUE ZUSATZSYSTEME UND ENERGIEEINSPARUNGEN	3
1.1	ALLGEMEINES	3
1.2	HOLZZUSATZHEIZUNGEN	4
1.3	DER ZIMMEROFEN (SCHWEDENOFEN)	11
1.4	KACHELÖFEN	12
1.5	WARMLUFTHEIZUNGEN MIT KACHELÖFEN	12
1.6	INDIVIDUELLE ÖFEN AUS GUSS ODER STAHLBLECH	12
1.7	CHEMINEEÖFEN	12
1.8	GESCHLOSSENE CHEMINEES UND EINSÄTZE	15
1.9	DER HOLZANSTELLHERD MIT KOCHPLATTEN	16
2.	ZIMMERÖFEN MIT HEIZÖL ODER GAS	16
2.1	KLEINE ÖLÖFEN	17
2.2	WARMLUFT-ÖLÖFEN	17
2.3	KLEINE GASÖFEN	18
3.	LUFTWECHSEL IN WOHNUNGEN	19
3.1	GENERELLE ENTWICKLUNG	19
3.2	BESTEHENDE SYSTEME	19
3.3	NEUE SYSTEME	20

21. April 1993

ZUSAMMENFASSUNG

Ausgehend vom Jahresverlauf des Heizenergiebedarfs für verschiedene Hauskonstruktionen werden die verschiedenen Möglichkeiten von Zusatzheizungen gezeigt.

Holzzusatzheizungen werden mit Vor- und Nachteilen beschrieben. Für verschiedene Kleinsysteme (Cheminées) werden Auslegungsgrundlagen angegeben und Systemvarianten erklärt.

Einige Angaben zu Zimmeröfen mit Heizöl oder Gas vervollständigen den Überblick.

Die mechanische Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung wird als System erklärt. Diese moderne Lösung in der Haustechnik hat sowohl bei Sanierungen wie auch bei Neubauten viele Vorteile: Sie ist energetisch und bezüglich Raumluftqualität eine zukunftsorientierte

Technik.

RESUME

L'étude montre les différentes possibilités de chauffage d'appoint adaptées aux besoins de différents types de construction en fonction des saisons.

Les avantages et les inconvénients du chauffage 'à bois sont décrits. Nous expliquons également les bases pour le dimensionnement et les différents systèmes existants (cheminées de salon en particulier).

Quelques données sur les fourneaux d'appartement (à mazout ou à gaz) complètent ce tour d'horizon.

Nous écrivons également le système de la ventilation des appartements avec récupération de chaleur. Cette solution moderne présente des avantages aussi bien pour l'assainissement des bâtiments que pour les nouvelles constructions: c'est une technique d'avenir tant du point de vue énergétique que du point de vue de la qualité de l'air.

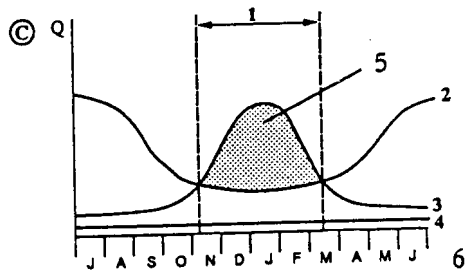
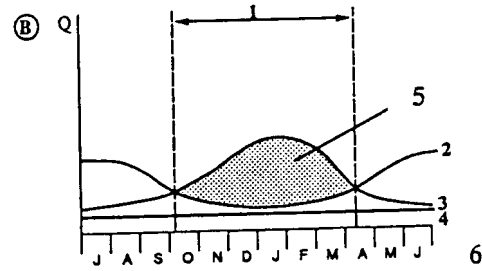
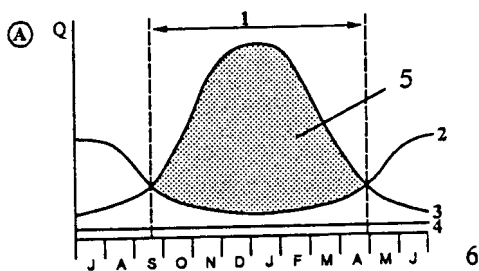
1. NEUE ZUSATZSYSTEME UND ENERGIEEINSPARUNGEN

1.1 ALLGEMEINES

Bei elektrisch beheizten Gebäuden handelt es sich beim grössten Teil um gut isolierte Häuser. Um die relativ hohen Stromkosten für die Gebäudeheizung zu senken, ist es möglich die Heizperiode durch ein Zusatzheizsystem am Anfang und am Ende der Heizperiode zu verkürzen (z.B. mit einem Holzanstellofen). Im weiteren ist es, je nach System der Zusatzheizung, möglich, damit als Grundlastheizung einen mehr oder weniger konstanten Wärmeanteil zu erzeugen. So kann ein grosser Teil des elektrischen Heizenergiebedarfs reduziert werden. Ein Einsatz an sehr kalten Tagen als Spitzenlastheizung kommt vor allem dann in Frage, wenn die elektrische Anschlussleistung knapp ist.

Die Installation einer Zusatzheizung verursacht Mehrkosten. Um diese klein zu halten, ist eine Anpassung an die bestehenden Systeme und Gebäude sehr wichtig. Nachfolgend werden die verschiedenen Zusatzheizungen beschrieben mit Vorteilen, Nachteilen und Möglichkeiten. Zusätzlich wird ein modernes System behandelt, mit dem durch kontrollierte mechanische Lüftung im Wohnbereich interessante Energieeinsparungen erzielt werden können.

Der Jahresverlauf des Heizenergiebedarfs für verschiedene Haustypen, konventionelle, gut isolierte und Gebäude mit passiver Sonnenenergienutzung ist aus Bild 1.1 ersichtlich.



Legende:

- A Gebäude konventioneller Bauweise
- B Gebäude mit überdurchschn. Wärmedämmung
- C Gebäude mit passiver Sonnenenergienutzung

- 1. Heizperiode
- 2. Solarer Wärmegewinn
- 3. Heizenergiebedarf
- 4. Interner Wärmegewinn
- 5. Heizenergie
- 6. Monate

Bild 1.1: Jahresverlauf des Heizenergiebedarfs verschiedener Gebäudetypen, schematisch

Die Vorteile eines gut isolierten Hauses zeigen sich in der Reduktion der installierten Heizleistung, in einer Verkürzung der Heizperiode und in einer deutlichen Verminderung des Heizenergieverbrauchs.

1.2 HOLZZUSATZHEIZUNG

Der Einsatz dieser Heizungstypen ist ausgelegt für die Heizung in den Uebergangszeiten. Damit kann der Heizbeginn der Elektroheizung hinausgeschoben werden. Sie können auch als Zusatzsysteme während verschiedenen Perioden eingesetzt werden.

1.2.1 Offene Cheminées (3 - 15 kW)

Ein traditionelles Cheminée ohne Wärmerückgewinnung ist mehr ein Element des Wohnkomforts als eine Heizung. Sein niedriger Wirkungsgrad (10 bis 15%) erlaubt höchstens die Benutzung als Zusatzheizung zu einem anderen Heizsystem.

Die Energiebilanz eines offenen Cheminées ist negativ, weil das Cheminée mehr Wärme verbraucht als es liefert! Es ist nicht zu vergessen, dass auch wenn kein Feuer brennt, aufgewärmte Zimmerluft durch den Kamin entweichen kann. (Auch wenn eine Kaminklappe vorhanden ist, ist diese in geschlossenem Zustand oft nicht genügend dicht.)

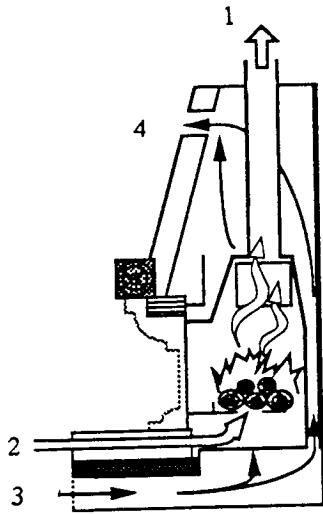
1.2.2 Heizeinsätze

Ein Heizeinsatz ist ein einfacher Wärmetauscher, den man im Feuerraum des Cheminées installiert.

Ein Teil der erzeugten Wärme im Cheminée kann damit zurückgewonnen werden. Man unterscheidet zwei Typen von Heizeinsätzen:

A) Luft-Heizeinsätze

Durch Kanäle wird Luft von unten am Feuerraum vorbeigeführt, wo sie sich erwärmt und oben ausströmt. Die Luftzirkulation kann mit Ventilatoren beschleunigt werden.

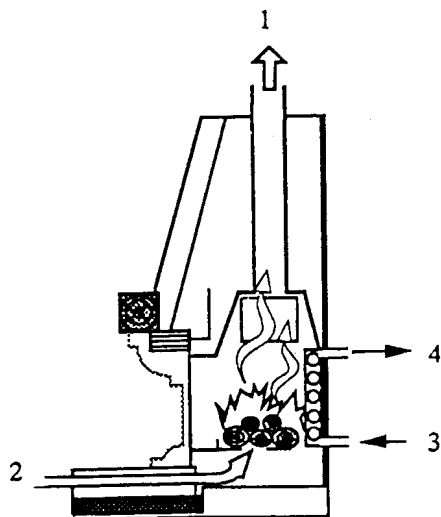


1. Rauchgasaustritt, Kaminanschluss
2. Verbrennungsluftzufuhr, regulierbar
3. Heizluftzirkulation-Eintritt in Bodennähe
4. Heizluftzirkulation - Ausblas oberhalb des Feuerraums

Bild 1.2.2 A: Luftheizeinsatz

B) Heizeinsätze mit Wasser

Es handelt sich um Rohrregister, die im Heizraum oder angrenzend an den Heizraum eingebaut sind. Das darin zirkulierende Wasser wird durch das Holzfeuer erwärmt. Der Wasserkreislauf kann in die Zentralheizung integriert werden oder zur Speisung unabhängiger Radiatoren dienen. Es ist notwendig, eine thermische Sicherung einzubauen (Expansionsgefäß, automatische Notkühlung bei Ueberhitzung). Die Installation solcher Apparate erfordert detaillierte Abklärungen. Die Wirkungsgrade von Kombinationen Cheminée - Heizeinsätze sind wenig höher als solche von einfachen Cheminées: 15 bis 25 %.



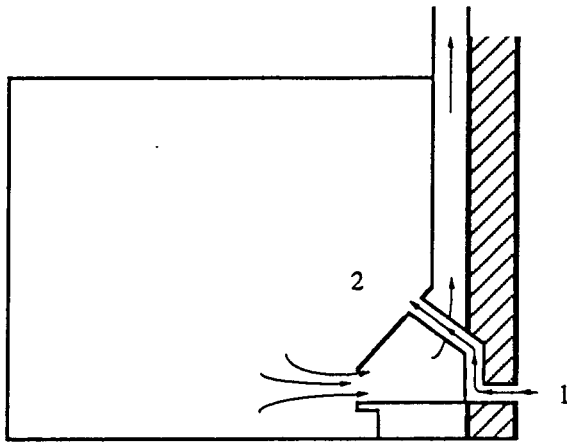
1. Rauchgasaustritt, Kaminanschluss
2. Verbrennungsluftzufuhr, regulierbar
3. Heizwasserzirkulation: Kaltwasser (Rücklauf)
4. Heizwasserzirkulation: Warmwasser (Vorlauf)

Bild 1.2.2 B: Heizeinsatz mit Wasserregister

1.2.3 Die zwei Haupttypen von Luft-Wärmetauschern:

Es gibt eine grosse Anzahl von Heizeinsätzen zum Einbau in Cheminées. Man kann sie in zwei Hauptgruppen einteilen

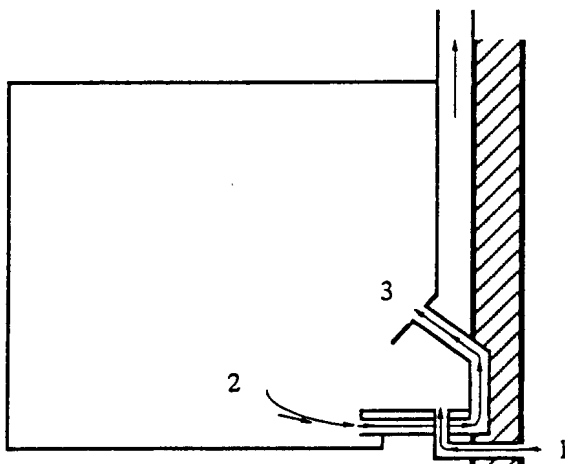
- Heizeinsätze in denen Aussenluft aufgewärmt wird und dann ins Zimmer strömt



1. Heizluftansaug von aussen
2. Erwärmte Aussenluft im Zimmer

Bild 1.2.3 A: Heizeinsatz mit nach aussen offenem Kreislauf

- Heizeinsätze mit geschlossenem Kreislauf. Luft-Ein- und Austritt befinden sich im selben Raum, die Zimmerluft wird umgewälzt



1. Verbrennungsluftansaug von aussen (getrennt vom Heizluftkreislauf im Zimmer)
2. Heizluftzirkulation - Eintritt
3. Heizluftzirkulation - Ausblas

Bild 1.2.3 B: Heizeinsatz mit zimmerinternem Kreislauf
Beide Apparate haben Vor- und Nachteile.

Heizeinsätze mit Aussenluft

Diese Heizeinsätze erwärmen die Luft die von draussen kommt, die also eine viel tiefere Temperatur hat als diejenige in den Räumen. Ihr Hauptvorteil ist, dass sie sowohl als Wärmerekuperator als auch als Lüftung dienen.

Sie sind sehr einfach in der Konstruktion und in der Installation und sie funktionieren mit natürlichem Zug. Weil normalerweise ein gut funktionierendes Cheminée einen Unterdruck im Raum erzeugt, wird die Aussenluft damit automatisch über den Wärmeeinsatz ins

Zimmer geführt.

Bei geschlossenen Türen und Fenstern passiert beim funktionierenden Cheminée die ganze Aussenluft den Wärmetauscher.

Ein Cheminée mit einem solchen Heizeinsatz hat einen höheren Wirkungsgrad und wenn die Wirksamkeit des Systems hoch genug ist, können dadurch auch Zugerscheinungen vermieden werden.

Der Hauptnachteil dieser Installationen ist der, dass die eingelassene erwärmte Luft wieder durch das Kamin des Cheminées entweicht. Ein wichtiger Teil der Wärme geht so wieder verloren. Zudem ist es möglich, dass ein so konzipiertes Cheminée die Funktion der Heizapparate der konventionellen Heizung stören kann, wenn beide in Betrieb sind.

Heizeinsätze mit geschlossenem Kreislauf

Die Heizeinsätze mit geschlossenem Kreislauf werden durch Luft aus dem Wohnbereich gespiesen. Sie erzeugen mit dieser Luft einen geschlossenen Kreislauf im Raum. Auch bei ihrem geringen Wirkungsgrad stören sie die Funktion des Cheminées nicht, diese Heizeinsätze haben keinerlei Einfluss auf den Zug des Cheminées. Sie funktionieren wie eine konventionelle Heizung, wo die Wärmeproduktion direkt abhängig ist von der Intensität des Feuers.

Die gleichzeitige Benutzung mit andern Heizsystemen erfordern auch sorgfältige Abklärungen. Die notwendige Frischluft für das Feuer muss durch die dafür vorgesehenen Oeffnungen in den Raum eingelassen werden.

sen werden.

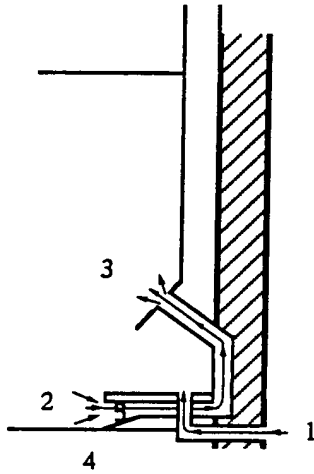
Der Heizeinsatz mit geschlossenem Kreislauf liefert Wärme mit etwas höherer Temperatur als bei offenem Kreislauf bei den gleichen Konditionen. Der Grund liegt darin, dass die Eintrittstemperatur in den Heizeinsatz bei geschlossenen Systemen der Raumtemperatur entspricht, also höher liegt als von aussen angesaugte Frischluft.

Ein geschlossenes System mit einem Cheminée, das Frischluft von aussen bezieht hat gesamthaft einen weniger grossen Wirkungsgrad als eines mit einem Heizeinsatz und offenem Kreislauf. Wenn das Cheminée andererseits die Luft aus den Innenräumen bezieht, kann das Gesamtsystem "Heizeinsatz mit geschlossenem Kreislauf - Cheminée" einen bis zu dreimal besseren Wirkungsgrad haben.

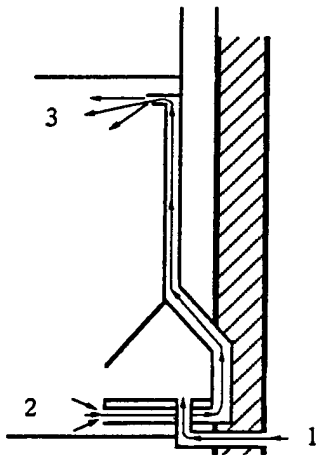
Unterstützung des Warmluftstromes

Ein Heizeinsatz mit geschlossenem Kreislauf kann nicht profitieren vom Unterdruck der durch das Cheminéefeuer erzeugt wird. Um den Luftdurchsatz zu erhöhen, gibt es zwei Möglichkeiten:

- den Einbau eines Ventilators, oder
- die Ausnutzung der Thermosyphonwirkung



1. Verbrennungsluftansaug von aussen (getrennt vom Heizluftkreislauf im Zimmer)
2. Heizluftzirkulation - Eintritt
3. Heizluftzirkulation - Ausblas
4. Ventilator zu Heizluftumwälzung im Zimmer



1. Verbrennungsluftansaug von aussen (getrennt vom Heizluftkreislauf im Zimmer)
2. Heizluftzirkulation - Eintritt
3. Heizluftzirkulation - Ausblas

Bild 1.2.3 C: Heizluftumwälzung im Zimmer mit Ventilatorunterstützung

Bild 1.2.3 D: Heizluftumwälzung im Zimmer durch Thermozirkulation

Die Ventilator ist die wirksamste Lösung. Störend kann höchstens das Ventilatorgeräusch wirken. Der Ventilator sollte immer auf der Saugseite des Einsatzes plaziert werden.

Die Luftumwälzung mit der verstärkten Thermosyphonwirkung funktioniert analog wie ein Cheminée. Die unten angesaugte Luft wird durch die Erwärmung leichter und steigt deshalb auf. Durch gute Anordnung der Luftkanäle kann dieser Auftrieb ausgenutzt werden.

Ein Heizeinsatz mit Thermosyphonwirkung kann eine grosse Luftmenge umwälzen, wenn die Kanalquerschnitte relativ gross sind. Weiter ist wichtig, dass der Luftaustritt möglichst viel höher liegt als der Lufteintritt und dass die heisse Luft ungehindert ausströmen kann.

1.2.4 Theoretische Berechnung der Leistung von Heizeinsätzen

Ausgangslage ist die Wirksamkeit eines Wärmetauschers, der in einem cheminée eingebaut ist.

Der Heizeinsatz hat eine gute Wirksamkeit, weil er direkt in Kontakt ist mit dem Feuerraum und dem Rauchgasaustritt. Der untere Teil des Wärmetauschers ist direkt mit dem Feuer in Kontakt, der obere Teil mit dem Rauchgas. Dadurch trägt er auch zur Homogenisation der Rauchgase bei, bevor diese das Kamin verlassen.

Der Versuch wird mit einem sehr intensiven Feuer durchgeführt. Die mittlere Flammenhöhe beträgt etwa 40 cm, die Feuerbreite etwa 50 cm. Der untere Teil des Wärmetauschers wird also auf einer Fläche von 0,2 m² mit Gastemperaturen von ca. 1000 °C beaufschlagt.

Bei einem K-Wert von 10 W/m² K liefert das Feuer eine Wärmeleistung von ungefähr einem kW auf die kalte Luft.

Der Versuchsraum hat eine Fläche von 70 m² und ein Volumen von 310 m³; die Isolationen der Mauern entsprechen etwa SIA-Zielwerten. Gemessen wurden am Warmluftaustritt die folgenden Werte:

- Austrittstemperatur T_s 70 °C

- Luftmenge: $Q = 25,1$ l/s

Die Luftmenge wurde mit einem Turbinen-Anemometer gemessen.

Die Aussentemperatur T_e war 7 °C. Die Heizleistung, die auf die Warmluft im Wärmetauscher übertragen wurde, ist also:

$$P = Q \cdot c_{p,air} (T_s - T_e)$$
$$P = 25,1 \times 10^{-3} \times 1000 \times 1,3 (70 - 7)$$
$$P = 2055 \text{ W}$$

also ungefähr 2 kW.

Ungefähr die Hälfte dieser Leistung kommt von der untern Partie des Wärmetauschers. Man kann annehmen, dass bei geschlossenem Kreislauf der Apparat ungefähr die gleiche Wärmemenge liefert.

Parallel zum Heizleistungsversuch wurde die Wärmemenge gemessen, die durch das Kamin entweicht. Die Raumtemperatur T_i betrug 24 °C, der Querschnitt des Kamins 0,12 m² und die Rauchgasgeschwindigkeit (gemessen mit dem Anemometer) war 2 m/s. Die Wärmemenge, die mit den Rauchgasen aus dem Zimmer entweicht ist also:

$$q' = Q_c \cdot c_{p,Luft} \cdot (T_i - T_a)$$

Die Menge Q_c im Kaminzug ist:

$$Q_c = 0,12 \times 2 = 0,24 \text{ m}^3/\text{s}$$

Daraus ergibt sich:

$$q' = 0,24 \times 1000 \times 1,3 \times (24 - 7)$$
$$q' = 5304 \text{ W}$$

also ungefähr 5 kW.

Die Verlustleistung durch die Rauchgase ist also eine Grössenordnung höher als die Leistung die der Heizeinsatz bringt.

Wenn man weiter eine Gluttemperatur von 1000 °C und eine Oberfläche von 0,06 m² annimmt und nach der Messung der Cheminéeöffnung, kann die Strahlungswärme des Cheminée mit etwa 5000 W angenommen werden.

Bei den Versuchsbedingungen brauchte das Cheminée ungefähr 7 kg sehr trockenes Holz pro Stunde und produzierte damit etwa 25 kW. Diese Leistung setzt sich zusammen aus:

- 5 kW Strahlung
- 2 kW Wärmerückgewinnung durch den Heizeinsatz
- 5 kW Verluste durch die mitnahme der Zimmerabluft durch das Kamin
- 13 kW Verlustleistung mit den eigentlichen Rauchgasen.

Die notwendige Leistung die durch das Cheminée zur Heizung des Zimmers geliefert wird, ist also 2 kW. Der totale Wirkungsgrad der Heizung ergibt sich:

$$2 \text{ kW} : 25 \text{ kW} = 0,08; 8 \%$$

Diese Grössenordnung ist üblich für ein Cheminée dieser Bauart.

1.2.5 Einfluss der Luftzuführung

Würde das gleiche Cheminée mit einem geschlossenen Kreislauf betrieben und die Verbrennungsluft aus entfernten Zimmern zugeführt, wäre der Wirkungsgrad etwa identisch.

Wenn sich dagegen der Verbrennungsluftansaug im Feuerraum befindet, also der vorher dem Zimmer entzogene Verbrennungsluftstrom durch Luft von Aussen ersetzt wird, dann wird die vom Cheminée erzeugte Heizleistung um 5 kW höher, der Wirkungsgrad erreicht 25 %. Immer vorausgesetzt, dass die Anlage perfekt funktioniert.

Praktisch wird dieser Wert aus verschiedenen Gründen nicht erreicht: Die Installation von Frischluftkanälen im Feuerraum kann zu Warmluftverlusten aus dem Zimmer führen, vorallem wenn sich das Cheminée in einem gut abgedichteten Zimmer befindet. Weiter hat die Frischluft, die durch die Düsen in den Brennraum eingeblasen wird, die Tendenz einen Teil der Warmraumluf mitzureissen. Ein Wirkungsgrad von ungefähr 20 % ist mit diesem Cheminée möglicherweise realisierbar, wenn es gelingt diese Effekte klein zu halten. Der Holzverbrauch wäre also 2,5 mal kleiner.

1.2.6 Wirkungsgrad eines Cheminéees in Funktion der Raumtemperatur

Der kalorische Wirkungsgrad eines Cheminéees hängt ab von seinem Feuer. Grundsätzlich ist er höher bei intensivem Feuer. Man kann auch zeigen, dass dieser Wirkungsgrad direkt abhängig ist von der Zimmertemperatur.

Wenn die Verbrennungsluft korrekt in den Feuerraum geführt wird, d.h. wenn keine Vermischung mit der Zimmerluft vor kommt, hängt der Wirkungsgrad nur von der Aussentemperatur ab. Kommt andererseits

die Verbrennungsluft nur oder teilweise aus dem Zimmer, hängt der Wirkungsgrad entsprechend von dieser Lufttemperatur ab.

Die Strahlungswärme aus dem Feuerraum hängt direkt vom Feuer ab. Bei einem Cheminée ohne Heizeinsatz, bei dem die Verbrennungsluft aus dem Zimmer kommt, ist diese Wärmemenge die ganze Heizenergie des Cheminées.

Die Rauchgase, die Luft aus dem Zimmer mitziehen, bewirken auch einen Wärmeverlust, der proportional zur Luftmenge und zur Temperaturdifferenz zwischen der Zimmertemperatur und der Aussentemperatur ist:

$$q_p = Q_c \times c_{p\text{Luft}} \times (T_p - T_e)$$

Die Heizleistung des Cheminées und damit sein Wirkungsgrad werden also kleiner mit zunehmender Differenz $T_p - T_e$. (Die Luftmenge q ist praktisch konstant für ein gegebenes Feuer).

1.3 DER ZIMMEROFEN (SCHWEDENOFEN)

Der Holzzimmerofen kann eine Luftmenge in seiner näheren Umgebung aufheizen durch die Strahlungswärme in seiner Umgebung. Aus diesem Grund kommt er nur als Zusatzheizung in Frage. Seine Leistung liegt

zwischen 3 und 15 kW.

Die Wirkungsgrade variieren heute zwischen 40 und 60 %. Bei alten Modellen kann er zurückgehen bis auf 20 %. Die Qualität und der Wirkungsgrad eines Holzofens hängen von verschiedenen Faktoren ab:

- Dichtigkeit

Nur die Lufteinlässe, die im Zusammenhang mit der Feuerregulierung vorgesehen sind, erlauben eine gute Feuerung.

- Komplette Verbrennung aller Gase und flüchtigen Stoffe: Verschiedene Systeme (Gasbrennkammer, Führungsbleche ...) erlauben die Verbrennung möglichst aller Gase und begrenzen dadurch auch den Ausstoss unerwünschter Nebenprodukte.

- Baumaterialien und die Qualität der Konstruktion:

Sie haben einen Einfluss auf die Funktion und die Langlebigkeit des Ofens. So erlauben Gusskonstruktionen oder feuerfeste keramische Materialien eine kontinuierlich langsame Wärmediffusion. Das gleiche gilt für feuerfeste Ausmauerungen, die eine grosse Wärmespeicherkapazität haben und dadurch die Wärme auch langsam abgeben können. Die Brenndauer in einem Holzofen bei voller Leistung beträgt etwa eine Stunde. Bei reduzierter Leistung kann eine Holzfüllung länger reichen, aber der Wirkungsgrad wird kleiner, die Verbrennung schlechter und daher der Schadstoffausstoss höher. Verschiedene Öfen haben eine thermostatische Regelung, die die Frischluftzufuhr dosiert und eine kontinuierliche Verbrennung gewährleistet.

Die Heizung in Holzöfen kann sich entwickeln als wirksames Mittel zur Reduktion des Energieverbrauchs im Zentralheizsystem. Die Nutzung von Holzöfen in der Uebergangszeit erlaubt es, die Heizperiode für das Hauptheizsystem zu verkürzen.

1.4 KACHELÖFEN

Handwerklich gefertigte Kachelöfen sind seit vielen Jahrhunderten bekannt. Es gibt sie in sehr vielen Ausführungen mit verschiedenen Materialien und verschiedenen Zusatzausrüstungen. Seit kurzer Zeit sind auch vorfabrizierte Modelle auf dem Markt. Der Anteil der Wärmestrahlung ist viel wichtiger als bei andern Holzheizsystemen. Die Wärmeleistung liegt im Mittel zwischen 0,7 und 1,2 kW per M² Oberfläche, wenn 1 oder 2 mal pro Tag gefeuert wird. Je nach Bauweise sind Leistungen bis 10 kW möglich.

1.5 WARMLUFTHEIZUNGEN MIT KACHELÖFEN

Ein Holzofen aus Gusseisen kann ummantelt werden mit Kacheln, die die Wärme speichern. Damit kann die Wärmeabgabe in das Zimmer in dem der Ofen steht gut reguliert werden. Zwischen dem Ofen und den Kacheln wird die Luft erhitzt und in das Zimmer durch Luftschlitze bzw. in andere Zimmer durch Kanäle verteilt. Wird die Luft in andere Zimmer verteilt, muss sie zum Ofen zurückgeführt werden. Die Wärmeleistung liegt zwischen 4 und 23 kW. Wenn grössere Leistungen erreicht werden sollen, müssen Ventilatoren vorgesehen werden, ebenso bei langen Warmluftkanälen.

1.6 INDIVIDUELLE ÖFEN AUS GUSS ODER STAHLBLECH

Einzelöfen (Schwedenöfen) für direkte Wärmeabgabe haben normalerweise eine sehr geringe Speicherkapazität. Man findet verschiedene Systeme und Ausrüstungen: Kochplatten, Backöfen, Doppelmantelausführungen zur Lufterwärmung und Spezialausführungen für HalbmeterHolzstücke sowie Öfen mit grossem Feuerraum für Werkstätten

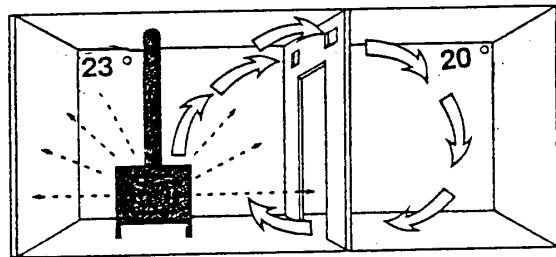
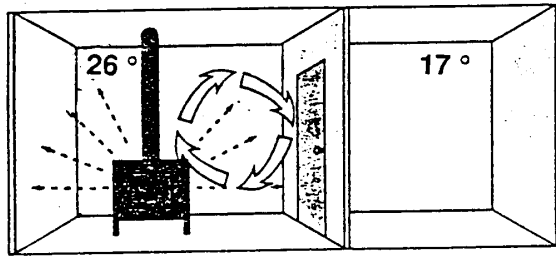
Die Leistungen liegen zwischen 3 und ungefähr 12 kW. Um die angegebenen Leistungen zu erreichen, sind oft sehr hohe Oberflächentemperaturen notwendig. Keramische Umhüllungen erlauben einen gewissen Speichereffekt.

1.7 CHEMINEEÖFEN

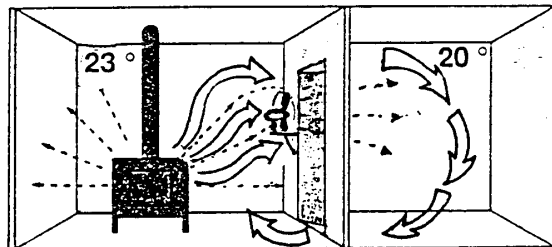
Cheminéeöfen haben ähnliche Formen wie diejenigen von Einzelöfen aus Stahlblech, aber sie können auch mit offenen Feuerraumtüren betrieben werden. Sie sind im allgemeinen mit einer feuerfesten Ausmauerung ausgerüstet."

Bei geschlossenen Feuerräumen sind Leistungen zwischen 8 und 15 kW möglich. Um den Vorschriften zu genügen, braucht ein Cheminéeofen normalerweise einen separaten Kaminzug.

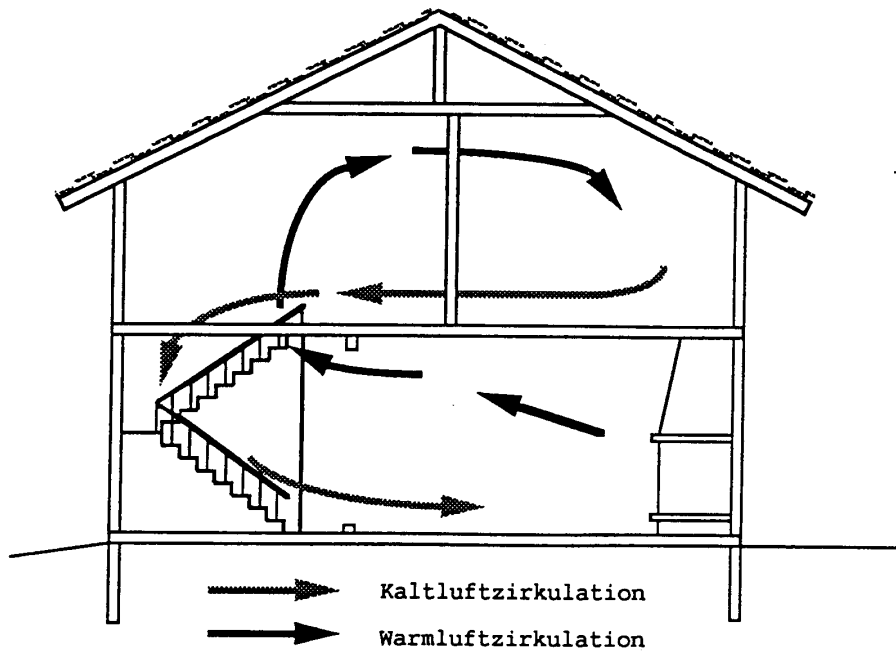
Eine optimale Ausnützung des Ofens ergibt sich durch eine teilweise Beheizung eines angrenzenden Zimmers. Dazu ist es notwendig, Öffnungen zu schaffen, die die Warmluft ins angrenzende Zimmer durchlassen. Eine offene Tür ist dafür auch wirksam.



Eine andere Lösung ist die Installation eines Ventilators. Damit kann durch eine Oeffnung die warme Luft ins Nebenzimmer befördert werden. So lässt sich die Temperatur im Nebenzimmer um einige Grade anheben.



wird in einem zweigeschossigen Haus das Hauptzimmer im Erdgeschoss durch ein CheminAe erwärmt, kann die warme Luft durch das Treppenhaus zirkulieren und zur Erwärmung des ersten Obergeschosses beitragen. Selbstverständlich dürfen keine geschlossenen Türen diesen Effekt behindern. Die Zimmer im Obergeschoss können so erwärmt werden und die abgekühlte Luft zirkuliert wieder nach unten. Die kalte Luft wird unten wieder erwärmt. Es entsteht eine dauernde natürliche Zirkulation im Haus.



1.8 GESCHLOSSENE CHEMINEES UND EINSÄTZE

Es handelt sich um Cheminéees, die den Holzöfen gleichen, in denen das Feuer grundsätzlich durch eine Glasscheibe sichtbar ist. Sie erlauben von der visuellen Freude, die das Feuer erzeugt, zu profitieren, bei einem wesentlich grösseren Wirkungsgrad als andere Cheminéees. Die Leistungen liegen zwischen 3 bis 15 kW.

Es gibt einige Cheminéeinserts, die von der Geometrie her in ein existierendes Cheminée eingebaut werden können. Eine schmale Luftströmung zirkuliert durch Konvektion oder forciert ausserhalb des Einsatzes. Dadurch kann ein Teil der Wärme des Feuerraumes rückgewonnen und ins Zimmer geführt werden. Ein geschlossener Cheminéeinsert kann zur Heizung von einem oder mehreren Zimmern dienen. Bei mehreren Zimmern ist ein Ventilator notwendig und Luftkanäle zur Verteilung der warmen Luft an die verschiedenen Stellen. Die Luftmenge muss genügend gross sein, um Ueberhitzungen zu vermeiden und eine gute Wärmeverteilung in den Zimmern sicherzustellen.

Dieser Gerätetyp ist besser geeignet als Zusatzheizung wegen seiner limitierten Leistung. Eine solche Installation hat gegenüber einem Holzofen einen mittelmässigen Wirkungsgrad. Es handelt sich eher um einen Kompromiss zwischen einem traditionellen Cheminée und einem Holzofen als um ein wirkliches Heizsystem.

Diese Geräte bestehen meistens

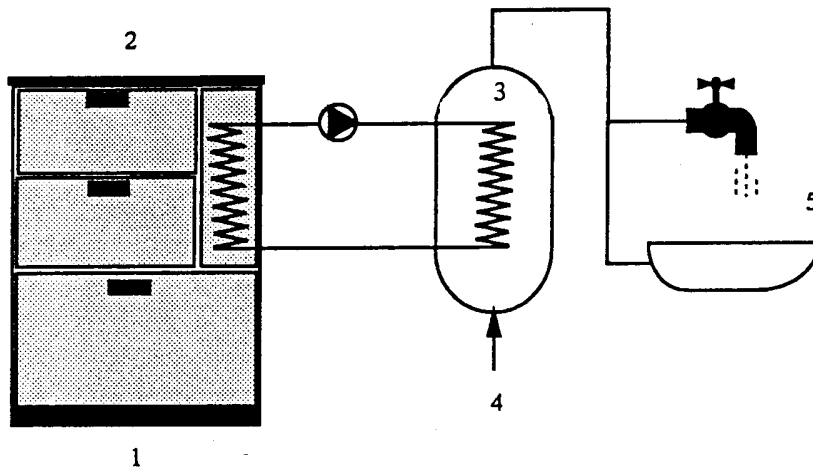
- aus Gussplatten
- einer Glaskeramiktüre (Temperaturbeständigkeit ca. 800 °C)
- einer regelbaren Verbrennungsluftzuführung zur Steuerung der Verbrennung
- einer Warmluftzirkulation mit Auslassöffnungen im oberen Teil.

1.9 DER HOLZANSTELLHERD MIT KOCHPLATTEN

(3 bis 10 kw/10 bis 30 kw MIT WARMWASSERHEIZEINSATZ)

Er war ursprünglich zur Erzeugung von genügend Hitze auf den Kochplatten, zum Kochen und für die Heizung der Küche vorgesehen. Verschiedene Modelle haben auch Wasserschiffe, um heisses Wasser für die Küche zu produzieren. Neuere Geräte erlauben ebenfalls die Erwärmung von Brauchwarmwasser.

Für die Warmwassererwärmung ist der Feuerraum mit einem Heizeinsatz umgeben in dem Wasser zirkuliert. Ueber eine Umwälzpumpe wird die Wärme über einen zweiten Heizeinsatz in einem kleinen Boiler an das Brauchwarmwasser abgegeben.



- 1 Holzherd
- 2 Kochfläche
- 3 Warmwasserspeicher
- 4 Kaltwasser
- 5 Warmwasserverbraucher (Küche; Bad)

Bild 1.9: Holzstellherd mit Kochplatten

Der Anschluss einer Zentralheizung an einen solchen Holzofen ist möglich für eine beschränkte Anzahl von Radiatoren bzw. Zimmern. Seine Benutzung als Zentralheizung kommt für kleine Wohnungen oder als Heizung für die Uebergangszeit in Frage. Weiter ist zu bedenken, dass es zu einer Ueberhitzung der Küche kommen kann. Wenn viel geheizt werden soll, ist daran zu denken, dass dazu sehr viel Holz benötigt wird, das dann immer in die Küche gebracht werden und dort umgeschlagen werden muss.

Mögliche Anwendungen:

- bei Elektrozentralheizungen mit Warmwasserspeicher ist es auf einfache Weise möglich, die Wärme des Holzofens dort zu speichern.

2. ZIMMERÖFEN MIT HEIZÖL ODER GAS

2.1 KLEINE OELÖFEN

Einfache kleine Oelöfen bestehen aus einem Verdampfungsbrenner und einem Feuerraum, der an einen Kaminzug angeschlossen ist und einem Aussengehäuse. Die Wärmeübertragung erfolgt durch Konvektion (Aufwärmung der Luft, die zwischen dem Feuerraum und dem Gehäuse zirkuliert) und durch Wärmestrahlung.

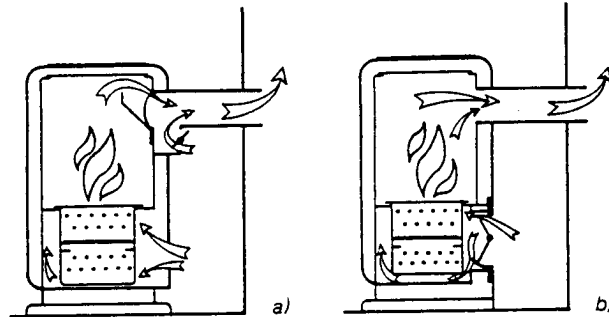


Bild 2.1: Warmluftöfen mit verschiedenen Luftregulierungsmöglichkeiten

Gewöhnliche Oel-Zimmeröfen können durch Regelung der Oelzufuhr in der Leistung variiert werden in einem Verhältnis von etwa 1:4. Ihr Wirkungsgrad, der von dieser Regelung und vom Kaminzug abhängig ist, bewegt sich zwischen 45 und 75 %.

Verschiedene neuere Modelle sind mit einem Ventilator für die Verbrennungsluft und mit einer elektrischen Zündeinrichtung ausgerüstet, die thermostatisch von der Umgebungsluft gesteuert wird. Aus lufthygienischer Sicht sind sie sicher besser und haben einen Wirkungsgrad von 80 bis 85 %. Die Versorgung mit Heizöl kommt aus einem Tagesbehälter im Ofen oder aus einem externen Tank. Es ist auch möglich, mit einer Pumpe Heizöl aus einem weiter entfernt liegenden Tank zum Ofen zu fördern. Als Oelleitungen dienen Kupferrohre von 6 bis 8 mm Durchmesser. Der Leistungsbereich liegt bei 2,8 bis 23 kW.

2.2 WARMLUFT-OELÖFEN

Es gibt auch Öfen mit Verdampfungsbrennern, die im Innern von Kachelöfen oder in gut isolierten, speicherfähigen, dichten Kellerräumen installiert werden können.

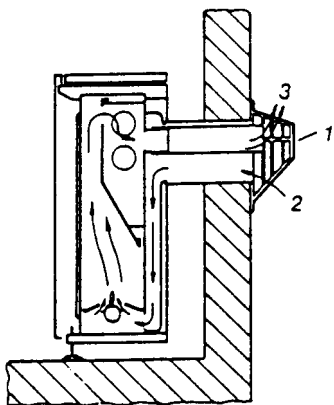
Der grösste Teil der Wärme wird dann über Warmluftkanäle vom Wärmespeicher in die zu beheizenden Zimmer geführt. Aus den Zimmern muss die Luft wieder zum Ofen geführt werden können. Diesem speziellen Punkt ist besonders Rechnung zu tragen, wenn sich die Heizinstallation im Keller befindet.

2.3 KLEINE GASÖFEN

Es gibt zwei Versionen von Gasöfen

- mit einer Verbindung zu einem Rauchzug; die Verbrennungsluft wird aus dem Zimmer bezogen
- mit einer Verbindung nach aussen durch einen einfachen Mauerdurchbruch; der Rauchgasaustritt und der Ansaug der Verbrennungsluft werden durch das gleiche Fassadenelement gewährleistet. Die Apparate sind ausgerüstet mit Allgasbrennern, die sich leicht auf jede Gassorte anpassen lassen. Die Regelung kann automatisch oder von Hand erfolgen.

Die Leistungen gehen von 2,6 bis 12 kW. Der grösste Teil der Wärme wird über Konvektion abgegeben. Die Öfen mit einer Verbindung durch die Aussenmauer haben den Vorteil, dass ihre Wärmeverluste durch den Luftwechsel geringer sind, als Öfen die über einen Kaminzug angeschlossen sind. Dabei ist aber zu beachten, dass solche Geräte nicht in allen Kantonen zugelassen sind.



- 1 Anschlussstück durch Aussenwand
- 2 Verbrennungsluftausgang zum Brenner
- 3 Rauchgasauslass

Bild 2.3: Gaszimmerofen mit direkter Verbindung durch die Aussenwand

3. LUFTWECHSEL IN WOHNUNGEN

3.1 GENERELLE ENTWICKLUNG

Seit etwa 1973 werden im Wohnungsbau stark verbesserte Gebäude-isolationen verwendet. Die Dichtigkeit von Fenstern und Türen ist sehr viel besser geworden. Das hat in verschiedenen Fällen zu Problemen geführt (Schimmelpilz, graue Zimmerecken usw.). Wenn man den Heizenergieverbrauch in Wohnhäusern verringern will, wird es notwendig, den Luftwechsel, also die Erneuerung der Luft im Gebäude, zu steuern und zu beherrschen.

3.2 BESTEHENDE SYSTEME

Die bestehenden Ventilationssysteme im Wohnungsbau sind vor allem Systeme zur Lüftung von Bad und Küchenräumen. Die frische Luft kommt durch undichte Stellen des Gebäudes wieder herein. Weil die Dichtelemente, speziell bei Fenstern, seit einigen Jahren sehr stark verbessert worden sind, ergeben sich Probleme mit den bestehenden Ventilatoren. Es ist unumgänglich, kontrollierte Frischlufteinlässe im Gebäude vorzusehen.

Das folgende Schema gibt einen Ueberblick über die verschiedenen Undichtigkeiten bei Fenstern, Türen und Storenkästen.

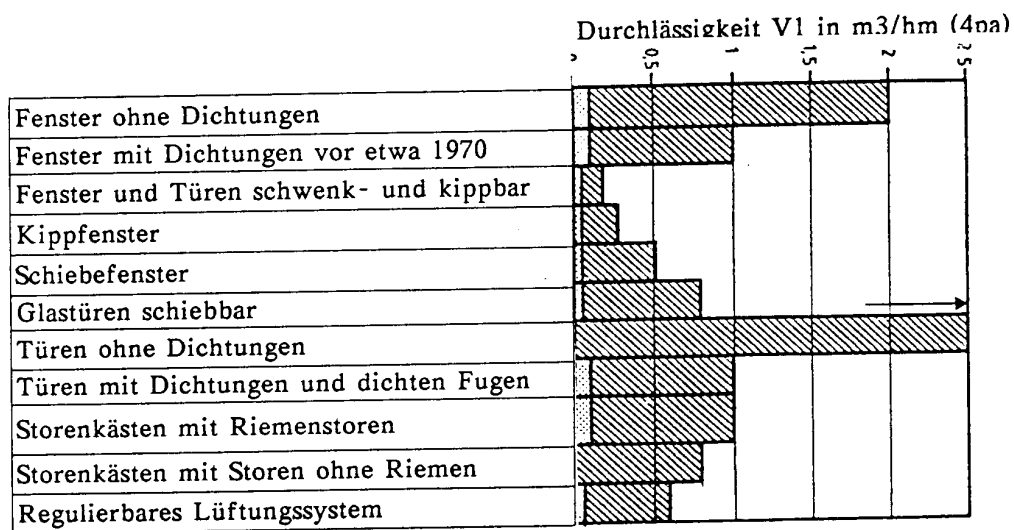


Bild 3.2: Luftdurchlässigkeit verschiedener Bauelemente:
Richtwerte unter einem Differenzdruck von 4 Pa

Die Technologie der Fenster- und Türabdichtungen wird immer besser. Man kann je länger je weniger mit der Undichtigkeit dieser Elemente zur Gewährleistung eines genügenden Frischlufteinlasses in das Gebäude rechnen. Die bestehenden Abluftsysteme sind normalerweise Ventilatoren in allen Sanitärräumen. Sie werden in der Regel mit der Beleuchtung eingeschaltet. Der Ventilatorauslass ist normalerweise verbunden mit einem Abluftkanalsystem, das vertikal über Dach geführt wird. Die Kompensation der so abgeführten Abluft erfolgt über Gebäudeundichtigkeiten.

3.3 NEUE SYSTEME

3.3.1 Feuchtigkeitsgeregelter Systeme

Neuere Abluftsysteme in Sanitärräumen arbeiten mit variablen Luftmengen in Funktion der Luftfeuchtigkeit. Dies entspricht der logischen Grundfunktion eines Ventilationssystems. Entsprechend geregelte Einlassöffnungen für Frischluft sorgen für genügende Frischluft in Funktion der Luftfeuchtigkeit. Diese Regelung ermöglicht in der Uebergangszeit und wenn die Aussenluft trockener ist als die Abluft eine gute Lüftung und eine Verhinderung von Feuchteschäden.

Die Abluftöffnungen in Sanitärräumen können auch in Funktion der Luftfeuchtigkeit geregelt sein. Diese Lösung erlaubt auch den nötigen Luftwechsel für die Hygiene und die Vermeidung von Gebäudeschäden.

Es gibt zwei Gruppen; zentrale und dezentrale Systeme.

3.3.2 Zentrale Lösung

Ein Dachventilator saugt die Abluft aus allen Sanitärräumen über ein Kanalsystem ab. Wo nötig regeln motorisierte Ansaugklappen die Luftmenge in einzelnen Räumen.

Die Frischluftzufuhr wird nach wie vor gewährleistet über Undichtigkeiten in Fenstern oder durch Luftansauggitter in den Fassaden.

3.3.3 System zum kontrollierten Luftwechsel

Der kontrollierte Luftwechsel ist nicht eine traditionelle mechanische Ventilation. Es geht vielmehr darum, den Luftwechsel und die Raumtemperatur über lange Zeit konstant zu halten. Dies erlaubt unter anderem:

1. Einen minimalen Luftwechsel zu gewährleisten und die verbrauchte Abluft sicher zu entfernen
2. Verhinderung von ungewünschten Vermischungen zwischen Luft aus Sanitärräumen und solcher aus Wohnräumen
3. Die Rückgewinnung der Abluftwärme zur Erwärmung der angesaugten Frischluft

4. Damit auch die Rückgewinnung der Heizwärme, die mit der Abluft weggeht und somit Verbesserung der gesamten Heizenergiebilanz des Gebäudes

5. Um die Luftzirkulation zwischen den Zimmern und den Vorräumen zu gewährleisten, brauchen die Innentüren entsprechende Öffnungen. (Spalten zwischen Türe und Boden oder Lüftungsgitter in den Türen).

Funktionsprinzip

Ein Kanalsystem verteilt die Frischluft in die Wohnräume mit "sauberem" Klima und saugt sie ab aus den Zimmern mit weniger sauberer Atmosphäre (Dampf, Fett, Feuchtigkeit ...). Vor dem Ausblasen der Abluft nach aussen wird die Abluftwärme zurückgewonnen und damit die abgesaugte Frischluft vorgewärmt. Es handelt sich um ein rudimentäres Be- und Entlüftungssystem.

- Die Luftwechselraten sind grundsätzlich etwa 0,5/h für die Zimmer und 0,75/h für das Wohnzimmer

- Die Lufteinlassöffnungen befinden sich an den Aussenwänden unter den Heizkörpern. Die Luftabsaugung in den Nassräumen und beim Dampfzug der Küche

- Das System lässt sich grundsätzlich für eine Wohnung anwenden. Wobei es keine Rolle spielt, ob es ein Einfamilienhaus oder eine Wohnung ist.

3.3.4 Be- und Entlüftungsgeräte

Die Ventilatoren zur Be- und Entlüftung der Wärmetauscher, die Filter, evtl. eine Zusatzheizung und die Regulierung für das System sind normalerweise integriert in einem einzigen Apparat: dem Monoblock.

Er wird normalerweise im Dachstock, im Keller oder, bei kleineren Einheiten, in der Küche montiert.

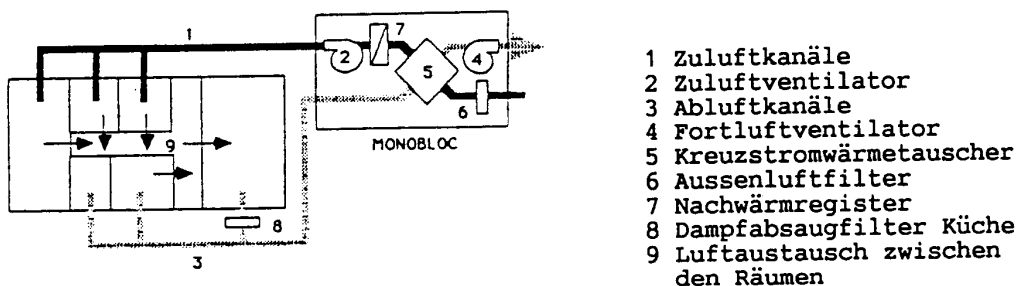


Bild 3.3.4: mechanische Lüftung, Prinzipschema

Wärmetauscherbauart	Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung
Plattentauscher	60 bis 70 %
Heat pipe	60 bis 70 %
Wärmerad	70 bis 85 %
Wärmetauscherbatterien mit Glykolkreislauf	30 bis 40 %
Wärmepumpen	100 bis 150 %

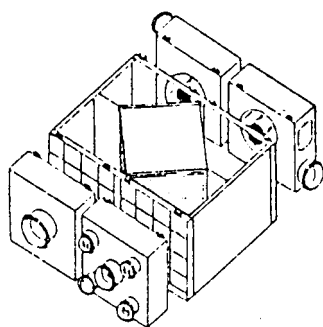
Die zwei letzten Typen erlauben eine räumliche Trennung des Abluft und des Zuluftsystems.

Bei der Wärmepumpe wird der Verdampfer im Abluftstrom angebracht und der Kondensator im Zuluftstrom.

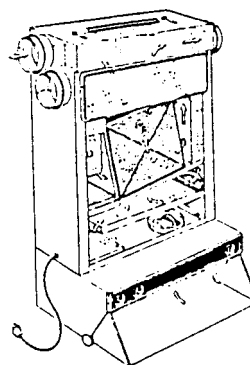
Dieses System kann über die einfache Wärmerückgewinnung hinaus, den Abluftstrom noch weiter unterkühlen und erreicht dadurch Leistungsziffern über 100 %. Auch die elektrische Antriebsenergie für die Wärmepumpe, wird dann in Form von Wärme dem Zuluftstrom mitgegeben. Die Aufheizung der Zuluft kann am Anfang und am Ende der Heizsaison zu Problemen führen.

Der Schallisolation des monoblocks muss ganz besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden, vor allem wenn er im Gebäude eingebaut ist. Er muss auch gut zugänglich sein, denn eine Filterreinigung muss ein- bis zweimal pro Jahr vorgenommen werden können.

a)



b)



- a) Gerät zur Installation im Keller oder Dachstock
- b) Integration in eine Dampfabzughaube

Bild 3.3.4 A: Kleinlüftungsgeräte (Monoblocks)

3.3.5 Luftverteilung

Die Luftverteilung dient nur dem Luftwechsel im Gebäude. Die Mengen sind sehr klein, so dass ein einfaches Plastikrohrsystem genügt.

Das Rohrsystem kann an verschiedenen Orten im Gebäude untergebracht werden, je nach Konstruktion:

- Auf dem Dachboden, wenn er nicht bewohnt ist
- Unter der Kellerdecke, für die Verteilung im Erdgeschoss, oder
- in den Decken zwischen den Geschossen, bei mehrstöckigen Häusern

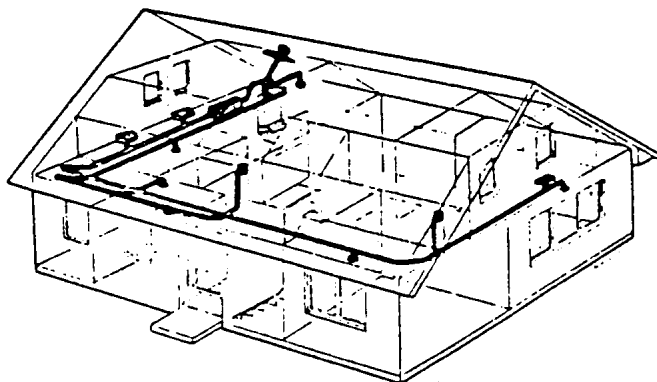


Bild 3.3.5: Lüftungskanäle im Dachstock verlegt

Die Luftauslässe in den Zimmern werden durch Lüftungsgitter hinter oder unter den Heizkörpern angeordnet, um eine gute Nachwärmung zu erreichen. Wenn die Verteilung über den Dachboden erfolgt, befinden sich die Austrittsöffnungen an der Decke oder in der Fassade. Ein Schalldämpfer reduziert die Geräusche des Monoblocks bei seinem Anschluss an das Verteilsystem. Ein gleiches System kann auch zur Abluftführung gebraucht werden, wenn die Wohnräume entsprechend abgeschlossen werden.

3.3.6 Regulierung und Steuerung

Wenn der Monoblock nicht mit einer Nachwärmung ausgerüstet ist, braucht er keine Temperaturregelung für die Zuluft. Für die Systeme mit Nachwärmung oder Wärmepumpe regelt man normalerweise die zulufttemperatur fix auf ungefähr 20 °C.

Wenn das System ausgelegt ist als alleinige Gebäudeheizung ohne zusätzliche Konvektoren muss die Nachwärmatterie in Funktion einer fixen Abwärmtemperatur geregelt werden. Eine solche Regulierung ist heikel, weil aus verschiedenen Räumen wesentliche Abwärmeanteile anfallen können (Küche, Badezimmer). So ist es möglich, dass die Ablufttemperatur aus diesen Räumen zu hoch ist und so zu einer Kühlung der Räume ohne innere Abwärme führen würde. Es ist deshalb wichtig, die Temperaturmessung in einem neutralen Raum anzuordnen, wo keine innere Abwärme als Störgröße auftritt (z.B. WC, Vorräume).

Diese Anlagen laufen normalerweise im Dauerbetrieb. Während der Nacht oder wenn Räume nicht genutzt werden, ist es möglich die Luftmenge zu reduzieren. Normalerweise sind in den monoblocks Ventilatoren mit verschiedenen Geschwindigkeiten eingebaut, die man manuell, über eine Schaltuhr oder automatisch steuern kann.

Anmerkung:

Das beschriebene System lässt sich noch erweitern oder verbessern:

- Vorwärmung der Frischluft mit Solarkollektoren
- Benutzung des Systems im Sommer zur Klimatisierung; Kühlung des Gebäudes durch Wasserverdampfung auf der Luftaustrittseite (adiabatische Kühlung).

Bestellung von RAVEL-Dokumentationen:

Name, Vorname:
 Firma:
 Strasse:
 PLZ, Ort:
 Datum, Unterschrift:

Bundesamt für Konjunkturfragen
 Impulsprogramm RAVEL
 Belpstrasse 53
 3003 Bern
 FAX: 031/46 41 02

Titel	Autor	Bestellnummer	Preis	Bestellung
Allgemeine Dokumentationen zu RAVEL				
Broschüre "Neue Handlungsspielräume mit weniger Strom"		724.301 d	gratis	
Broschüre "L'économie d'électricité crée de nouveaux champs d'action"		724.301 f	gratis	
Broschüre "Nuove libertà d'azione con meno energia elettrica"		724.301 i	gratis	
Untersuchungsergebnisse: "47 heisse Spuren zu lohnenden Stromsparpotentialen"		724.301.3 d	gratis	
Untersuchungsprojekte		724.301.1 d	gratis	
Weiterbildung		724.301.2 d	gratis	
IMPULS - Zeitschrift für IP Bau, RAVEL und PACER			gratis	
Construction et Energie - Bulletin des 3 programmes d'impulsions			gratis	
IMPULSO - Bollettino per PI Edil, RAVEL e PACER			gratis	
RAVEL-Lehrmittel				
Strom rationell nutzen - RAVEL Handbuch		ISBN 3 7218 1830 3	76.-	Buchhandel
RAVEL-Tagung 1991: Start zu einer neuen fachlichen Kompetenz		724.300.1 d/f	25.-	
RAVEL-Tagung 1992: Mehr Büro mit weniger Strom		724.300.2 d/f	30.-	
RAVEL-Tagung 1993: Energie-Fitness in der Industrie		724.300.3 d/f	25.-	
RAVEL-Tagung 91-93: 3er Set		724.300.0 d/f	50.-	
RAVEL-Industrie-Handbuch	A. Huser	724.370 d	35.-	ab Juni
Erfassung des Energieverbrauchs (2 Bücher und Bon für Diskette)	A. Huser	724.371.0 d	27.-	
Erfassung des Energieverbrauchs (Diskette und Band 1: Leitfaden für Ind. + DL)	A. Huser	724.371.1 d	12.-	
Erfassung des Energieverbrauchs (Band 2: Anleitung für den Beauftragten)	A. Huser	724.371.2 d	15.-	
Energie - ihre Bedeutung für die Wirtschaft	D. Spreng	724.316 d	13.-	ab Juli
Analyse des Energieverbrauchs	F. Wolfart	724.318 d	31.-	
Messen von Leistungen und Energien	Jaun	724.377 d	13.-	ab Juli
Organisation und Energiemanagement	R. Hasenböhler	724.374 d	13.-	ab Juli
Elektrische Antriebe: Auslegung und Betriebsoptimierung	K. Reichert	724.331 d	33.-	
Umwälzpumpen: Auslegung und Betriebsoptimierung	E. Füglistner	724.330 d	33.-	
Energie-effiziente Lüftungstechnische Anlagen in der Haustechnik	U. Steinemann	724.307 d		ab Juli
Elektroantriebe	A. Neyer	724.332 d	9.-	
Geräte zur Wassererwärmung	H. Hediger	724.349 d	36.-	
Elektroheizungen - Sanierung und Ersatz	H.P. Meyer	724.346 d	28.-	
Elektrizität und Wärme (Grundlagen)	H.R. Gabathuler	724.357 d		ab Juli
Wärmepumpen	Th. Baumgartner	724.356 d		ab Juli
Wärmerückgewinnung und Abwärmenutzung	R. Brunner	724.355 d	15.-	
Elektrizität im Wärmesektor (WKK, WP, WRG)	H.R. Gabathuler	724.354 d	8.-	
Electricité et chaleur	P. Renaud	724.354 f	8.-	
Gebäudeautomation - Inbetriebsetzung und Abnahme	J. Willers	724.363 d	24.-	

Bestellung von RAVEL-Dokumentationen:

Name, Vorname:
 Firma:
 Strasse:
 PLZ, Ort:
 Datum, Unterschrift:

Bundesamt für Konjunkturfragen
 Impulsprogramm RAVEL
 Belpstrasse 53
 3003 Bern

FAX: 031/46 41 02

Titel	Autor	Bestellnummer	Preis	Bestellung
RAVEL-Materialien				
Renouvellement d'air: Extraction d'air des bains, WC, cuisines	G. Spoehrle	724.397.11.51	f	12.-
Conditionnement des locaux: études de cas	C. Brunner	724.397.11.53	d/f	12.-
Conditionnement des locaux: humidification, déshumidification	M. Borel	724.397.11.54	f	12.-
Pompes de circulation - Diminuer la puissance installée et l'énergie cons.	L. Keller	724.397.11.55	f	12.-
Fallstudie Betrieb und Unterhalt einer Lüftungsanlage	R. Naef	724.397.11.56	d	12.-
Grundbegriffe der Energiewirtschaft (Glossar)	R. Leemann	724.397.12.51.1	d	12.-
Methoden der Wirtschaftlichkeitsanalyse von Energiesystemen	R. Leemann	724.397.12.51.2	d	12.-
Kennwerte betrieblicher Prozessketten	F. Wolfart	724.397.12.54	d	12.-
Valeurs caractéristiques de processus industriels	F. Wolfart	724.397.12.54	f	12.-
Energieverbrauch in gewerblichen Küchen	J. Tercier	724.397.13	d	12.-
Fallstudie Testküche	L. Perincioli	724.397.13.52	d	12.-
Zuverlässigkeit und Energieverbrauch von elektronischen Geräten	A. Birlolini	724.397.13.56	d	12.-
Elektrizitätsbedarf von Textildruckmaschinen	W. Hässig	724.397.21.51	d	12.-
Kühlmöbel im Lebensmittelhandel	U. Kaufmann	724.397.21.52	d	12.-
Wirkungsgradoptimierung der Drucklufterzeugung und Verteilung	F. Münst	724.397.21.54	d	12.-
Analyse du rendement énergétique de processus industr. de prod.	M. Bongard	724.397.21.55	f	12.-
Elektrizitätsbedarf der Zementindustrie	U. Fischli	724.397.21.61	d	12.-
Elektrizitätsbedarf von Industrielüftungen	U. Fischli	724.397.21.62	d	12.-
Lumière, Licht: Etudes de cas, Fallstudien	R. Miloni	724.397.22.51	d/f	12.-
Stromverbrauchserhebung in Haushalten	A. Huser	724.397.23.51	d	12.-
Wäschetrocknen im Mehrfamilienhaus	J. Nipkow	724.397.23.52	d	12.-
Kühlschränke für Hotelzimmer und Studios	M. Beer	724.397.23.53	d	12.-
Energieverbrauch von elektronischen Bürogeräten	A. Huser	724.397.23.54	d	12.-
Energierelevante Aspekte von elektronischen Bürogeräten	R. Strauss	724.397.23.55	d	12.-
Energieverluste bei Büro- und Unterhaltungselektronikgeräten	U. Graune	724.397.23.56/57	d	12.-
Warmwasserbedarfszahlen und Verbrauchscharakteristik	M. Blatter	724.397.23.58	d	12.-
Sanierung und Ersatz von Elektroheizungen: Zusatzheizungen	Hp. Meyer	724.397.23.59	d	12.-
WRG / AWN-Checkliste	R. Brunner	724.397.31.52	d	12.-
Abgeschlossene und laufende Projekte in den Bereichen WKK und WP	Th. Baumgartner	724.397.31.55	d	12.-
Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung	V. Kyburz	724.397.31.56	d	12.-
Interne Wärmelasten von Betriebseinrichtungen	B. Nussbaumer	724.397.32.51	d	12.-
Fallstudie Tunnellüftung	H. Hatz	724.397.41	d	12.-
Kühltemperaturen im Lebensmittelhandel	A. Kümin	724.397.41.52	d	12.-
RAVEL zahlt sich aus - Prakt. Leitfaden für Wirtschaftlichkeitsberechn.	A. Müller	724.397.42.01	d	12.-
RAVEL, une économie d'argent - Guide prat. pour les calculs de rentabilité	A. Müller	724.397.42.01	f	12.-
Energiesparstrategie für Versorgungsunternehmen	F. Spring	724.397.42.51	d	12.-
Benutzerverhalten im Bürobereich	E. Nussbaumer	724.397.42.55	d	12.-
Rationelle Stromnutzung - Einfl. neuer Technolog. auf künft. Weiterbildung	W. Baumgartner	724.397.46.51	d	12.-
Rationelle Stromnutzung - Einfluss neuer Technologien: Kurzfassung	W. Baumgartner	724.397.46.52	d	12.-

Das RAVEL-Handbuch Strom rationell nutzen

**Umfassendes Grundlagenwissen und praktischer Leitfaden
zur rationellen Verwendung von Elektrizität**

Das RAVEL-Handbuch ist die zur Zeit aktuellste und umfassendste Zusammenfassung des verfügbaren Wissens über den intelligenten Einsatz von Strom in praktisch allen Anwendungsbereichen. Über 40 Autoren zeigen in diesem Nachschlagewerk auf, wo und wie Strom intelligent genutzt werden kann. Die Erkenntnisse, Anregungen und Empfehlungen sind übersichtlich nach den einzelnen Anwendungsbereichen geordnet. Wer Strom rationell einsetzen will, findet klare Antworten auf Fragen wie: Was ist zu berücksichtigen bei der Planung oder Nutzung eines Gebäudes, einer Maschine, einer Installation usw.? Wo liegen die Stromsparpotentiale? Welche Lösungen gibt es bereits? Das RAVEL-Handbuch enthält eine Fülle von Checklisten, mit denen neue stromsparende Lösungen einfacher und sicherer geplant oder bestehende Lösungen auf ihre Stromverbrauchs-Intelligenz beurteilt werden können. Seine Vielseitigkeit erleichtert eine vernetzte Zusammenarbeit der einzelnen Berufsdisziplinen in den Bereichen Gestaltung, Planung, Entwicklung, Konstruktion, Fertigung, Nutzung, Investitionsbeurteilung und Energieberatung.

Umfang 312 Seiten, zahlreiche Tabellen und grafische Darstellungen, Format 16 x 24 cm, gebunden, Fr. 76.—

ISBN 3-7281-1880-3

**Im Buchhandel erhältlich
vdf, Verlag der Fachvereine, ETH,
8092 Zürich, Fax 01 252 34 03**

Die drei Impulsprogramme des Bundesamtes für Konjunkturfragen 1990 bis 1995

Impulsprogramme sind auf 6 Jahre befristete Massnahmen zur Vermittlung von neuem Wissen in die berufliche Praxis. Ansatzpunkte sind zielgruppengerechte Information, Aus- und Weiterbildung. Die Vorbereitung und Durchführung erfolgt in enger Kooperation von Wirtschaft, Bildungsinstitutionen und Bund.



IP BAU – Erhaltung und Erneuerung

Der volkswirtschaftliche Stellenwert der baulichen Erneuerung ist bedeutend; schon heute werden mehr als 50% der jährlichen Bauinvestitionen für die Bauerneuerung inkl. Ersatzneubau aufgewendet. Nur mit vermehrter fachlicher Kompetenz und ganzheitlichem Denken kann verhindert werden, dass die Qualität unserer Bauten und Anlagen, aber auch die wirtschaftlichen, sozialen und kulturellen Werte unserer Quartiere, Siedlungen, Dorf- und Stadtteile verloren gehen. Das Impulsprogramm Bau erarbeitet Wissen aus den Bereichen Hochbau, Tiefbau und Umfeld – gesamtheitlich und umweltgerecht –, um die Qualität der Erneuerung und Erhaltung zu verbessern und mit guten Lösungen die bestehende Bausubstanz an die heutigen und zukünftigen Anforderungen von Funktion und Nutzung heranzuführen.



RAVEL – Rationelle Verwendung von Elektrizität

Forschungs- und Untersuchungsprojekte des Impulsprogrammes RAVEL über den Stromverbrauch in Industrie, Dienstleistung und Haushalt zeigen: Elektrische Energie wird heute oft nicht oder zu wenig intelligent genutzt. D. h. dieselbe Leistung könnte mit einem Bruchteil des bisherigen Stromverbrauches erzielt werden und das wirtschaftlich, ohne Komforteinbusse. Zudem werden mit Strom zum Teil Leistungen erzeugt, für die sich kein Bedürfnis nachweisen lässt. Wird der heute nicht intelligent genutzte Strom frei, erhält unsere Volkswirtschaft neue Spielräume. Damit diese Chance genutzt werden kann, müssen die RAVEL-Erkenntnisse in der Praxis wirksam werden. Dazu werden sie von Fachleuten in sofort anwendbares, praxishere Wissen aufgearbeitet und in Weiterbildungskursen, Informationsveranstaltungen und Publikationen an die Praxis vermittelt.



PACER – Erneuerbare Energien

Erneuerbare Energien können – so die Beurteilung von Experten – einen nicht unwesentlichen Anteil an die Deckung des Energiebedarfs leisten. Sie zeichnen sich ausserdem durch ihre Umweltverträglichkeit aus. Trotzdem ist ihre Anwendung momentan noch gering. Hier setzt PACER an. Das Impulsprogramm will Techniken im Bereich erneuerbarer Energien fördern, die ausgereift sind und sich nahe an der Grenze zur Wirtschaftlichkeit befinden: passive und aktive Sonnenenergienutzung für die Wärmeerzeugung, Energiegewinnung aus Biomasse und solare Stromproduktion. Zu diesem Zweck bereitet PACER bestehendes Wissen auf, erarbeitet und vermittelt unter anderem Planungshilfen für Architekten, Ingenieure und Installateure sowie Entscheidungsgrundlagen für Bauleute und Behörden.