

* **Kleinst-Raumklimageräte**

werden in verschiedenen Bauarten angeboten und erfreuen sich zunehmender Beliebtheit.

* Heisse Sommer wie 2003 lassen die Verkäufe explodieren.

* Der resultierende Elektrizitätsverbrauch ist erheblich, die Wirkung auf den Komfort oft weniger!

- Themen:**
- Überlegungen zur Kühlleistung
 - Funktionsprinzip
 - Bauarten und Effizienz
 - Energie-Etikette
 - Energieverbrauch, Kosten
 - Vorgehen, Alternativen



Überlegungen zur Kühlleistung

Die Wärmelast in einem typischen Büroraum setzt sich wie folgt zusammen:

- Personen-Abwärme 2x 100 W
- Geräte: 2 PC + Monitoren (!), ev. Drucker etc. 150...500 W
- Falls Licht eingeschaltet (je nach Effizienz!) ca. 200 W
- Sonnenstrahlung durch Fenster, mit Sonnenschutz
(je nach Fenstergrösse, Exposition, Art des Sonnenschutzes) 500 bis 1000 W
- Transmission (je nach Vorgeschichte, Wärmedämmung etc.) 100 bis 1000 W
(kann im Extremfall viel höher sein, z.B. mit Flachdach!)

Total 950 bis 2900 W

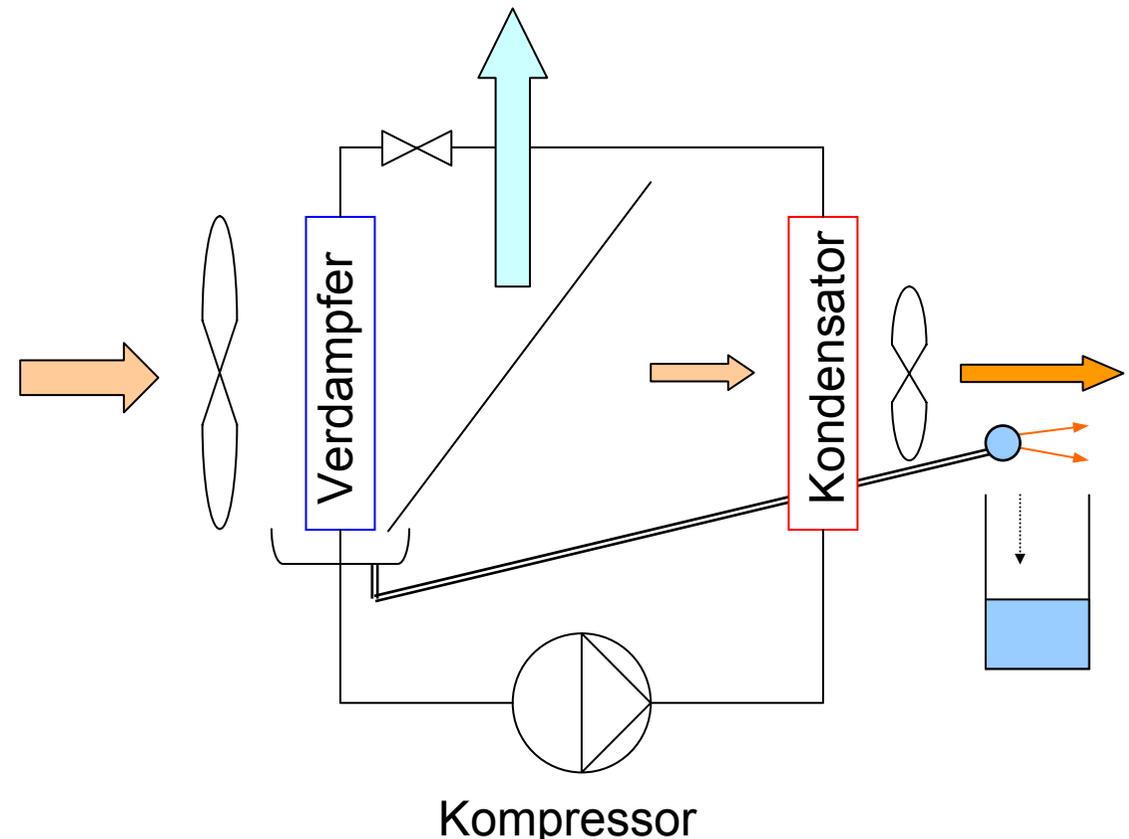
Somit bringt eine Kühlleistung (netto!) unter 2000 W nur bei kleinen Wärmelasten überhaupt eine merkliche Abkühlung.

Achtung: die deklarierten Kühlleistungen sind Verdampferleistungen.
Bei Ein-Schlauch-Geräten sind bis 40% abzuziehen.

Funktionsprinzip

Grundkonfiguration:

- Kompressor, **Kondensator**, Expansionsorgan, **Verdampfer** (Kältekreislauf)
- Ventilator für zu kühlende Luft
- Ventilator für Kondensatorkühlung (Ansaug: Raumluft oder Schlauch von draussen)
- Kondensat-Wanne, Kondensat-Entsorgung durch Verdunsten/ Versprühen via Fortluft, evtl. Überschuss in Behälter



Bauarten und Effizienz

Mobile Systeme sind nicht mit Wasserkühlung realisierbar, sind also immer Luft-Luft-Wärmepumpen

1. Ein-Schlauch-System

Kostengünstig.

Schlauch-Adapter für Fenster-/Türspalt oder Bohrungen.

Kondensator-Kühlluft wird aus dem Raum angesaugt, warme Fortluft durch den Schlauch ins Freie geblasen. Es wird Ersatzluft von draussen (neben dem Schlauch) angesaugt, die wärmer ist als der Raum und sich im Raum verteilt.

Dadurch und weil sämtliche Verlustwärme im Raum bleibt, ist die Effizienz klein; die effektive Kühlleistung ist bis 40% kleiner als die deklarierte Verdampferleistung.

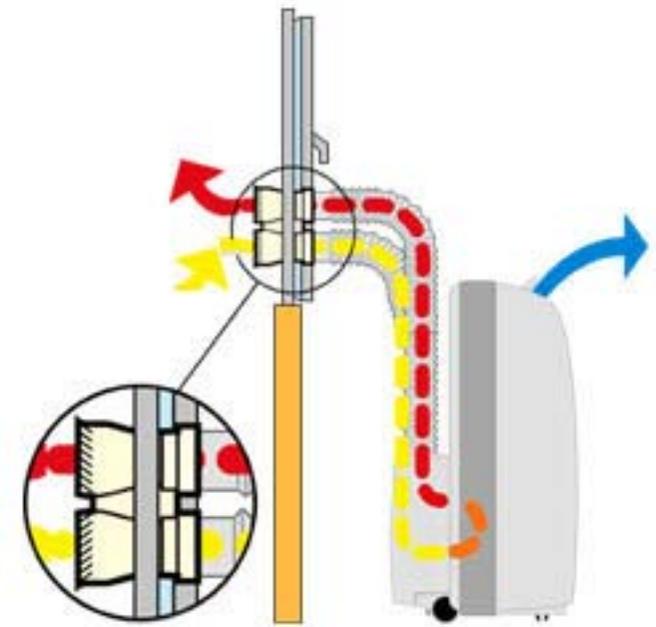


2. Zwei-Schlauch-System

Wenig teurer als Ein-Schlauch.

Die erforderliche Kondensator-Kühlluft wird durch einen Schlauch von draussen angesaugt, warme Fortluft durch den 2. Schlauch ins Freie geblasen. Die Raumluft wird nur indirekt durch die Geräte-Abwärme erwärmt (nebst freiem Luftwechsel durch den Fensterspalt etc.).

Dadurch ist die Effizienz bis 25% besser als bei Ein-Schlauch-Geräten; die effektive Kühlleistung ist "nur" etwa 20% kleiner als die deklarierte Verdampferleistung.



Bilder Dolce Clima

3. Split-Systeme

Teurer als kompakte Schlauch-Geräte.

Mobilität eingeschränkt, stärkere Geräte sind meist fest montiert.

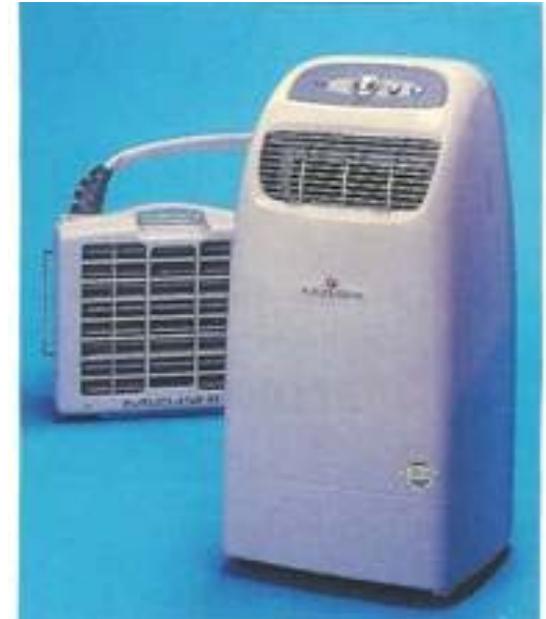
3a „Mobil-Split“

Kompressor innen, nur Kondensator samt Ventilator im trennbaren, relativ leichten Aussengerät.

Flexible Verbindungsleitung, ca. 30 mm \varnothing , Stecker ca. 60 mm \varnothing .

Kompressorabwärme und -Geräusch bleiben innen.

Effizienz: deutlich besser als Schlauch-Geräte; wegen der Kompressorabwärme nicht ganz so gut wie Split-Geräte mit Kompressor aussen. Die effektive Kühlleistung ist max. 10% kleiner als die deklarierte Verdampferleistung.



3b Split für feste Installation

Der Kondensationsteil samt Kompressor liegt ausserhalb des Raums, womit keine Abwärme davon in den Raum gelangt. Der Kältekreislauf wird mit steckbaren, vorgefüllten Leitungen zusammengesetzt, es wird nur eine kleine Öffnung benötigt, die leicht luftdicht zu stopfen ist.



Optimal bezüglich Effizienz (effektive = deklarierte Kühlleistung) und Geräusch (Kompressor aussen).

4. Kompaktgeräte für Fenster-/Mauereinbau

Die Anlage wird so in ein Fenster bzw. eine Maueröffnung eingebaut, dass der Verdampferteil innerhalb, der Kondensationssteil ausserhalb des Raumes liegt. Erfordert gewisse bauliche Massnahmen zur Anpassung am Fenster. Im Winter tendenziell eine Wärmebrücke.



Effizienz weniger gut als Split-Geräte (gedrängte Bauweise, kleine Wärmetauscher).

5. Stichwort Wasserkühlung

- a) **Direkt** (Wärmetauscher, Lüftung), ganze Kühlleistung wird über Trinkwasser abgeführt. Verboten, extrem teuer. See-/Flusswasser ist zu wenig kalt.
- b) **Kondensator** der Kälteanlage **wassergekühlt** (bessere Leistungsziffer als Luft). In ZH für Raumkühlung bewilligungspflichtig; fest installierte Kühlanlagen.
- c) Patent DeLonghi für **mobile Klimageräte**: Wasser aus Tank wird über Kondensator geträufelt, tiefere Kondensationstemperatur durch Verdunstungskälte. Erhöht Kühlleistung und (wenig) auch Effizienz. Braucht relativ viel Wasser, z.B. 1 – 2 l/h.
- d) **Adiabatische Kühlung**: Wasser wird versprüht und die so um einige K abgekühlte Luft durch einen Wärmetauscher ins Freie geblasen. Mit der anderen Seite des Wärmetauschers wird die Zuluft (Umluft oder Aussenluft) gekühlt. Beschränkte erreichbare Temperaturdifferenz, insbesondere kann bei hoher relativer Feuchte der „Prozessluft“ nicht mehr viel Wasser aufgenommen werden und die Abkühlung ist gering (in unserem Klima aber meist ausreichend!). Fest installierte Anlagen.
- e) **"Adiabatische Kühlung" mobil**: Wasserbehälter, Filtermatte, Ventilator – und die Luft wird kühler! Allerdings auch feuchter, was rasch zu Tropenklima führt. Untauglich für mehr als 1 Stunde.
- f) ...und **nur Entfeuchten**? Hilft nur bei Tropenfeuchte, Abwärme erhöht Raumtemperatur.

Energie-Etikette

Die EU-Kommission hat eine Direktive (2002/31/EG) zur Etikettierung von Raumklimageräten bis 12 kW Kühlleistung erlassen; mit einer Etiketle A...G wie Haushaltgeräte.

Sie hätte auf 1.1.2003 von den Mitgliedländern angewendet werden sollen. Wurde hinausgeschoben, weil die Prüfnorm EN 14511 (alt: EN 255, 814) noch nicht harmonisiert ist. Einführung Schweiz auf 1. 10. 2004 vorgesehen.

Vorgesehene **Grenzwerte der Kälte-Leistungsziffern:**

("Effizienzgrösse") Klasse **A** \geq Δ **G** \leq

Luftkühlung

Split 3.2 0.2 2.2

Kompakt 3.0 0.2 2.0

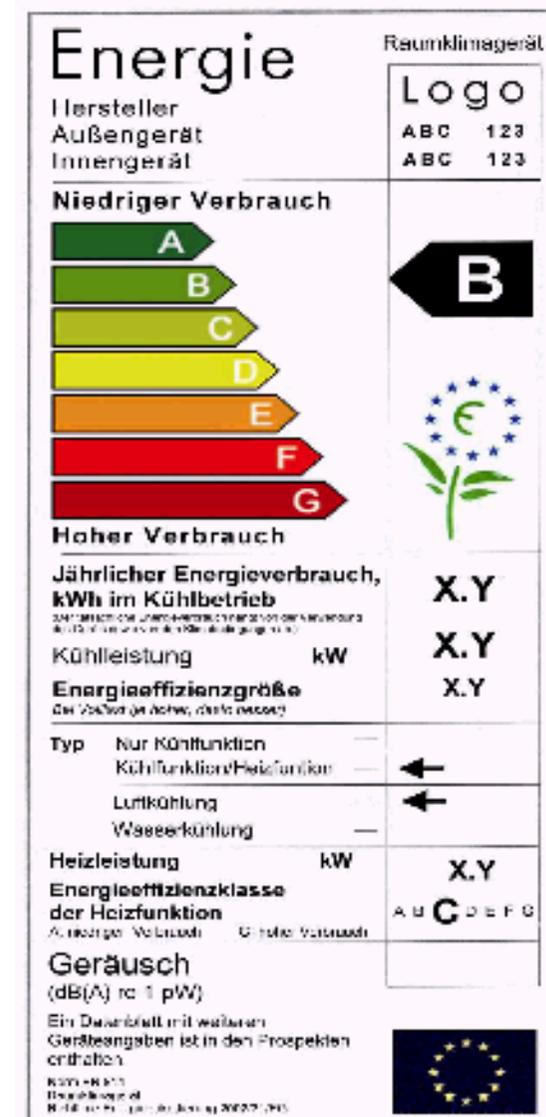
Schlauch (...) 2.6 0.2 1.6

Wasserkühlung:

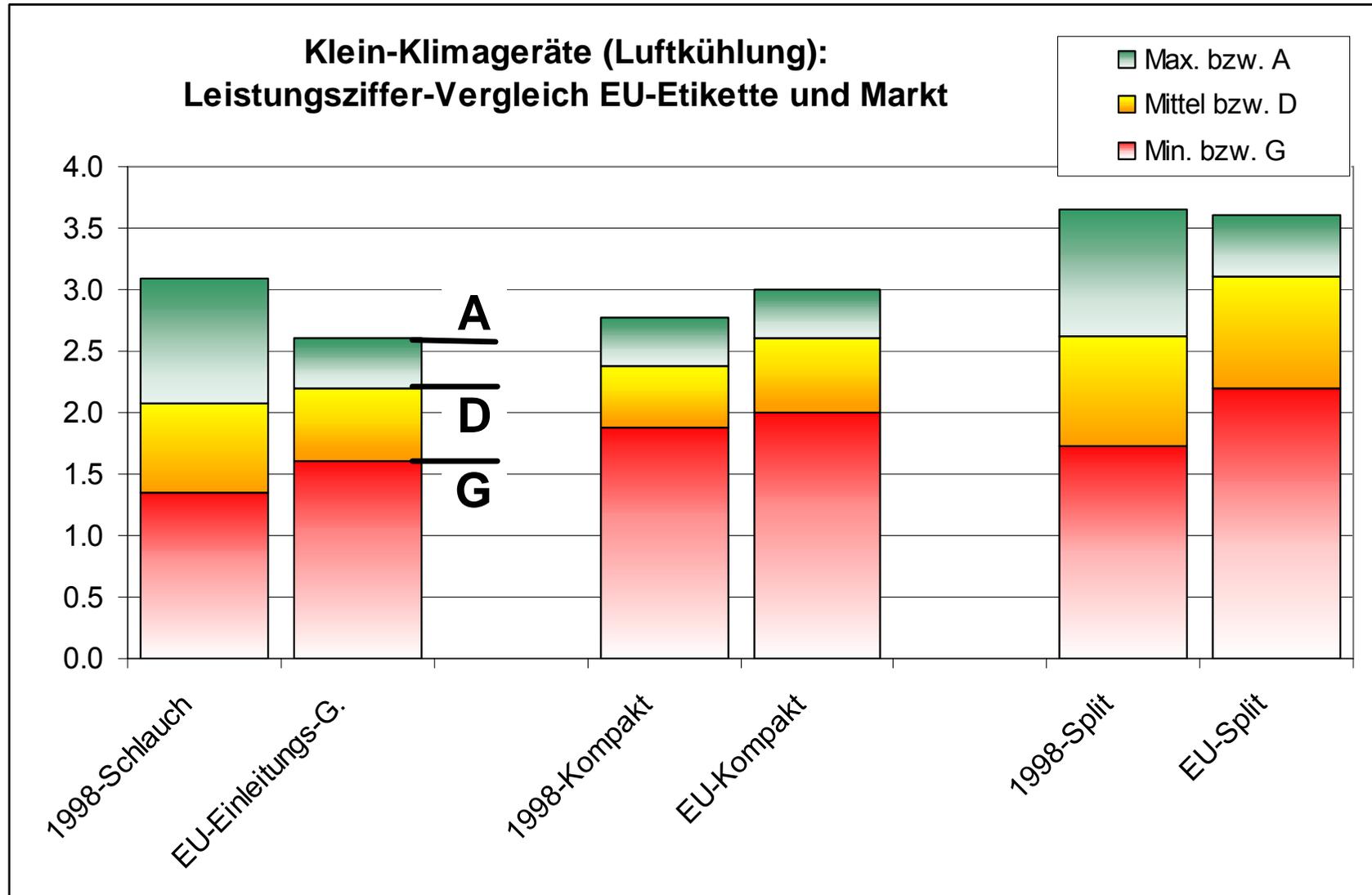
Kompakt 4.4 0.3 2.9

Split 3.6 0.3 2.2

(C-D: 0.2)



Vergleich der Energie-Etiketten-Grenzwerte mit Marktwerten



Quelle
Marktwerte:
Vortrag U.
Sprengart,
Panasonic /
Westamatic
GmbH,
D -
Eschborn
(Anhang)

Energieverbrauch, Kosten

Rechnungsannahmen:

- Kälteleistung 2,5 kW, Leistungsziffer 2.5 ⇒ Leistungsaufnahme 1 kW
- 30 Hitzetage à effektiv 6 h Betrieb ⇒ 180 kWh, ca. 40 Fr./a
- Für mehr Komfort, 100 Tage à Ø 5 h ⇒ 500 kWh, ca. 110 Fr./a
- Amortisation Kauf + Installation 3'000 Fr., 15 Jahre, 4% ⇒ 270 Fr./a

Folgerungen

1. Die Investitions- bzw. Amortisations-Kosten überwiegen.
2. Die Energiekosten sind stark von der Nutzungsintensität abhängig, somit von der Disziplin der Nutzenden und einer guten Steuerung.
3. Die Wahl eines "billigen" Einschlauchgerätes (LZ 1,8 -40% = effektiv 1.1) kann gegenüber einem effizienten Gerät (Split, LZ effektiv über 3) die Energiekosten überwiegen lassen, fast 3-fache Energiekosten!
4. Komfortable, fest eingebaute Geräte verleiten zu intensiverem Gebrauch...

Vorgehen, Alternativen

Es ist **zu heiss** im Büro...Hilfe! Was tun?

Das Klima ändern!
Da läuft aber etwas falsch...

Was tun, wenn ein Kunde ein (Klein-) Klimagerät möchte?

1. Abklären ob betriebliche Massnahmen und Alternativen ausgeschöpft sind (mit Alternativen gibt's vielleicht auch interessante Geschäfte...) → unten!
2. Wenn ein Klimagerät tatsächlich sinnvoll scheint, Zeithorizont abklären:
 - kurzfristig evtl. Mobil-Split- oder Zweischlauchgerät
 - mittelfristig Split-Gerät für feste Installation
 - längerfristig: Alternativen und Gebäude-Lösung vertieft abklären
3. Qualitative Merkmale beachten:
 - A-Klasse bzw. besser wählen
 - Geräusch (Probehören im Geschäft bringt's nicht; Werte vergleichen!)
Achtung auf Angaben von Schalldruck oder -Leistung
 - Gute Steuerung mit Thermostat, Schaltuhr, ev. Fernbedienung
4. In jedem Fall betriebliche Massnahmen nahe legen (dann erledigt sich das Problem evtl. in einigen Tagen)

Betriebliche Massnahmen gegen Überwärmung

Diese müssen vorausschauend ergriffen werden, um den Temperaturanstieg möglichst zu verzögern und zu verlangsamen. Ist die Gebäudemasse einmal auf 28°C, so hilft fast nur noch maschinelle Kühlung.

- **Wärmelasten** vermindern:
CRT-Monitor? Kopierer, Drucker? Licht (Glühlampen!?), nachts...
- **Sonnenschutz** konsequent anwenden (im Juni ab 5 Uhr!), evtl. verbessern:
Aussen statt innen, weiss statt farbig, automatische Steuerung, ggf. Lamellen so stellen dass Tageslicht ausreicht (!).
- **Nachtlüften** bzw. frühmorgens, später nicht mehr! Erfordert u.U. geeignete Fenster bzw. Armaturen (Oblicht, Kippfenster, Einbruch- und Sturmsicherheit).
- Ein Gefühl von „kühler“ schaffen durch **Luftzug**: Decken-, Raum-, Tischventilator. Bringt um einige Grad verminderte empfundene Temperatur, vor allem wenn man schon schwitzt (Verdunstungskälte). Man kann sich verkühlen... Für einige Tage Ausnahmesituation durchaus nützlich, relativ billig und energiesparend (20x kleinere Leistungsaufnahme als Mobil-Klimagerät).

Alternativen bzw. Massnahmen mit Investitionen

Nachrüstung, Sanierung:

- Sonnenschutz verbessern (z.B. gut einstellbare reflektierende Lamellen statt Rolladen, automatische Betätigung frühmorgens)
- Elektrische Fenstersteuerung (Nachtlüftung ohne Maschinen)
- Nachtlüftungs-Anlage...

Neubau, Gesamterneuerung:

- Bauliche Massnahmen wie Wärmedämmung, Speichermasse, Sonnenschutz etc. nach neuesten Erkenntnissen optimieren
- Falls notwendig und bewilligungsfähig: effiziente technische Kühlung (Erdregister, Free Cooling, TABs, adiabatische Kühlung etc.)

Durchschnitts-, Minimal- und Maximalwerte der Leistungszahlen im Europäischen Markt in den Jahren 1997/1998

Raumklimageräte-Typ (einphasig)	Ausführung	Leistungszahl (EER)		
		Minimum	Durchschnitt	Maximum
Multi-Split	Nur Kühlen	1,91	2,70	3,74
	Wärmepumpe	2,08	2,53	2,94
Single-Split	Nur Kühlen	1,54	2,53	3,56
	Wärmepumpe	1,45	2,48	3,45
Kompakt	Nur Kühlen	1,88	2,38	2,77
	Wärmepumpe	1,93	2,32	2,84
Mobil mit Schlauch	Nur Kühlen	1,35	2,07	3,09

Quelle: Vortrag von U. Sprengart, Panasonic (Westamatic GmbH, D-Eschborn)