

# Einzellüftung oder Zentrallüftung in Wohngebäuden

AIC 560 AB #940

AIC Transle no. 17



Dipl.-Ing. Klaus Hain, Dortmund

## 1 Einleitung

Unter Wohnbauten sind in erster Linie Mehrfamilienhäuser mit Miet- oder Eigentumswohnungen zu verstehen. Reihenhäuser und kleinere Einfamilienhäuser mit max. 150 m<sup>2</sup> Wohnfläche können in die folgenden Betrachtungen gut mit einbezogen werden. Größere Einfamilienhäuser oder Penthouse-Wohnungen mit Zusatzeinrichtungen wie Sauna, Schwimmbad oder mehreren großzügigen Bädern sollte man nicht in den Vergleich einbeziehen.

Nach der LBO der einzelnen Länder wird eine ausreichende Lüftungsmöglichkeit der Wohn- und Aufenthaltsräume gefordert und zwar mit dem Nachweis der Querlüftung über die Lage der Außenfenster oder Außentüren. Zusatzforderungen werden nur für Kleinküchen unter 8 m<sup>2</sup> Grundfläche gefordert sowie für Innensanitärräume wie Bad und WC. In einzelnen Ländern der BRD sind fensterlose Innenküchen erlaubt, wenn eine ausreichende Lüftung gewährleistet ist. Über den dazu erforderlichen Luftvolumenstrom geben die Richtlinien oder Erlasse jedoch keine Auskunft.

Der erforderliche Lüftungsnachweis und seine Möglichkeiten werden im Bild 1 dargestellt bei einem Grundriß mit Außenbad und Außenküche, d. h. die natürliche Durchlüftung ist gewährleistet, jedoch mit allen Vor- und Nachteilen je nach Lüftungsrichtung. Über die Größenordnung und Schwankungsbreite und damit auch unkontrolliertem Energietransport ins Freie kann kaum eine Aussage gemacht werden.

Die Zusatzforderungen für die Lüftung bei Innensanitärräumen sind in der DIN 18017, Blatt 1-3, verankert. Bild 2 zeigt den veränderten Grundriß aus Bild 1 mit fensterlosem Innenbad und WC und der eingetragenen Schachtlüftung im Gebäudeschnitt. Zu beiden gezeigten Darstellungen (Bilder 1 und 2) gehört die Randbedingung einer ausreichenden Durchlässigkeit der Gebäudehülle zur Durchströmung bei der Anordnung nach Bild 1 und zur Nachströmung bei der Anordnung nach Bild 2. Die Möglichkeiten des Luftdurchtrittes bei einem Gebäude werden in Bild 3 demonstriert und zwar wie folgt:

- a) Undichte Einbaufugen
- b) Undichte Fensterfugen
- c) Undichter Wandaufbau (Wanddurchlässigkeit)

Diese drei Möglichkeiten erlauben bei älteren Gebäuden bei ausreichendem Winddruck eine Durchströmung des Gebäudes und damit ist die Gewährleistung der Querlüftung gegeben. Bei neueren Gebäuden und bei sanierten Altbauten nach dem ENEC sind derartige Undichtigkeiten nicht mehr zulässig und damit ist auch die zuvor beschriebene Lüftung in Frage gestellt. Die Darstellungen

- d) Spallüftung und
  - e) Stoßlüftung
- sind die verbleibenden Möglichkeiten der ausreichenden Nachströmung bei der natürlichen Lüftung als Querlüftung einer Wohnung oder als Durchspülung von Außenräumen über Innensanitärräume mit Schachtlüftung. Eine Funktion dieser Nachströmung ist jedoch nur gewährleistet, wenn eine Bedienung der Spalt- oder Fensterlüftung durch Personen erfolgt und damit ist eine ausreichende Lüftung wohl kaum gewährleistet.

## 2 Was ist eine ausreichende Lüftung

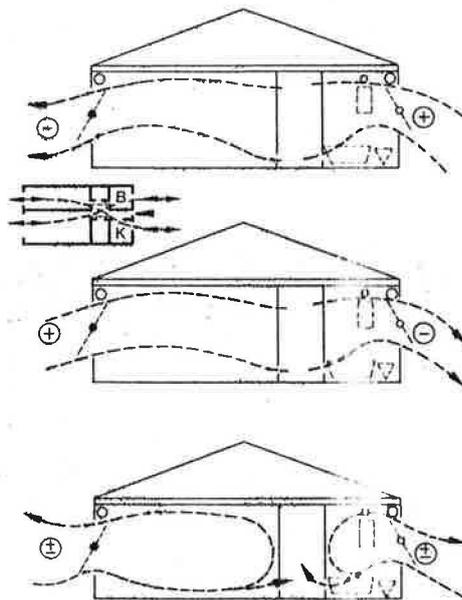
Für die Ermittlung des Luftvolumenstroms für Aufenthalts- und Wohnräume gelten bisher folgende Maßstäbe:

- a) Kohlensäuremaßstab
- b) Wärmemaßstab
- c) Feuchtigkeitsmaßstab
- d) Schadstoffmaßstab

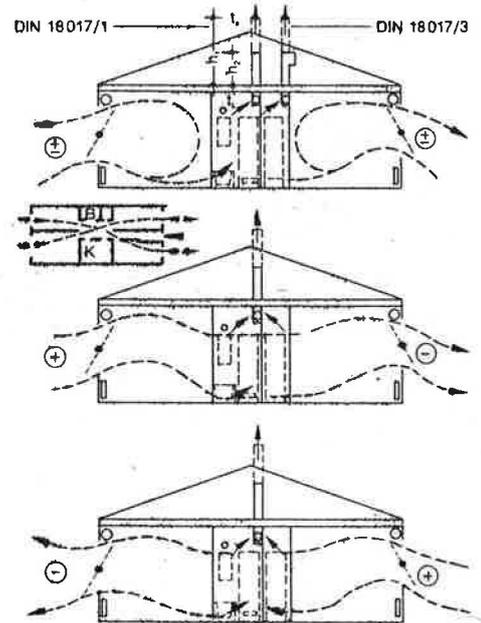
Für Wohnräume war es bisher ausreichend, den Maßstab a) anzusetzen, d. h. aus dem Verhältnis der von einer Person anfallenden CO<sub>2</sub>-Menge zur Differenz des zulässigen Wertes abzüglich des in der zuströmenden Luft vorhandenen Wertes den stündlich erforderlichen Außenluftstrom zu ermitteln. Die Werte mit rd. 20 m<sup>3</sup>/Person und Stunde bei Rauchverbot und 30 m<sup>3</sup>/Person und Stunde bei Raucher-

laubnis sind hinreichend bekannt und sind Grundlage für den erforderlichen Außenluftanteil bei Lüftungsanlagen nach DIN 1946. Damit wäre auch für Wohnungen dieser Wert als Mindestlüftung anzusetzen und somit 30 m<sup>3</sup>/Person und Stunde.

Der Maßstab b) Wärme bleibt für Wohnungen hinsichtlich der abzuführenden Wärme mit dem Außenluftvolumenstrom ohne Bedeutung. Nur für gewerbliche Räume mit Anfall von Produktionswärme sowie Versammlungsräume mit entsprechendem kleinen Raumluftvolumen je Person und zusätzlich anfallender Wärme kann der Wärmemaßstab einen Luftvolumenstrom bis 60 m<sup>3</sup>/Person und Stunde erfordern, jedoch wird der Anteil der Außenluft je nach Jahreszeit aus energetischen Gründen bis auf 20 m<sup>3</sup>/Person und Stunde reduziert und der Rest dann als Umluftbeimischung aufgestockt.

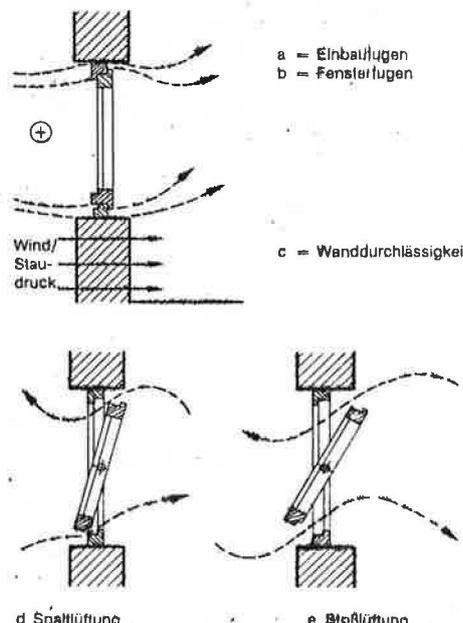


1 Natürliche Lüftung einer Wohnung mit Außenbad und WC



2 Natürliche Lüftung einer Wohnung mit Innenbad und Schachtlüftung

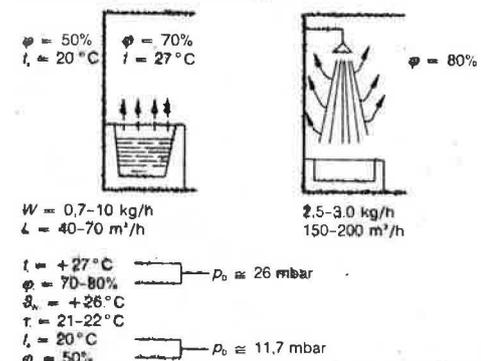
## 3 Möglichkeiten des Luftdurchtrittes bei einem Gebäude



Kohlensäure-Maßstab	~ 20 bis 30 m <sup>3</sup> /Pers. h
Wärme-Maßstab	~ 50 bis 60 M <sup>3</sup> /Pers. h <sup>1</sup> )
Feuchte-Maßstab	~ 10 bis 15 m <sup>3</sup> /Pers. h
Schadstoff-Maßstab	= ?

1) 30 bis 40 m<sup>3</sup> Umluft

## 5 Feuchtigkeitsentwicklung im Bad







## Die Wirklichkeit sah anders aus:

Die Tabelle auf Bild 6 stellt eine Aufzählung von Meßwerten dar. Bei geschlossenen Fenstern in allen Räumen mit Außenwand und Verschluss eines Zuluftgitters oberhalb der Wohnzimmertür zur Loggia wurden an den 6 Abluftventilen insgesamt 116 m<sup>3</sup>/h Volumenstrom gemessen. Die Wohnung hatte gegenüber dem Abwasserfallstrang im Bad einen Unterdruck von rd. 50 Pa (5 mm Wassersäule). Während beim Fall 2 und 3 ein Ausgleich auf ±0 erfolgte. Der Volumenstrom mit 116 m<sup>3</sup>/h wäre theoretisch hinreichend als Zuluft für die vier Personen und stellt noch einen rd. 0,75fachen Luftwechsel für die Wohn- und Schlafräume dar. Die Abluftvolumenströme für die Küche, Bad, Dusche und WC dagegen sind völlig unzureichend.

Bei näherer Betrachtung zeigt sich nämlich, daß dem Abstellraum und dem Hauswirtschaftsraum die Zuluft aus dem Innentreppenhaus in allen drei Meßfällen nachströmt, und zwar annähernd konstant, während die Wohn- und Schlafräume über:

- Fensterfugen Fall 1 mit 74 m<sup>3</sup>/h,  $f = 0,47$
- Fensterfugen + Gitter Fall 2 mit 85 m<sup>3</sup>/h,  $f = 0,54$
- Fensterlüftung Fall 3 mit 186 m<sup>3</sup>/h,  $f = 1,2$  versorgt werden.

Für die 4 Personen in der Wohnung ergeben sich noch keine Unterschreitung der Sollwerte, dagegen ist die Küchenentlüftung selbst bei Fensterlüftung mit 53 m<sup>3</sup>/h völlig unzureichend und die Wohnungsnutzer bestätigten die erhebliche Geruchsbelästigung bei der Nutzung der Küche für den Wohn- und Aufenthaltsbereich.

## 3.2 Lüftungsverhältnisse in 2 Studentenwohnungen mit Sanitärräumen

### 3.2.1 Fall (FG)

In einem 10geschossigen Wohnturm mit kreisförmigen Grundriß sind 10 Wohnbereiche je Geschöß angeordnet. Im Bereich der Sanitärzelle ergab sich die Notwendigkeit, aus bauphysikalischen Gründen eine Aussage über den Luftdurchsatz zu machen. Es ist eine Entlüftung nach DIN 18017, Blatt 3, eingebaut und sie kann über Nacht reduziert werden. Bild 7 stellt den Grundriß der angeführten Studentenwohnung dar und in der Tabelle sind die

Meßwerte aufgeführt. Sie bewegen sich mit rd. 16,0 m<sup>3</sup>/h bei geschlossenen Fenstern zu 25 m<sup>3</sup>/h bei gekippten Fenstern.

Für die Personen im Wohnraum ergibt sich keine Benachteiligung unter der Voraussetzung, daß die Kochküche nicht benutzt wird. Der Sanitärraum dagegen als Duschaum und WC-Raum muß als unterversorgt angesehen werden.

Die DIN 18017 fordert unter 4.1 Volumenstrom mit 4.1.1 einen mindestens 4fachen Luftwechsel. Als Volumenstrom genügen auch für Bäder mit Abortsitz 60 m<sup>3</sup>/h.

Der Sanitärraum hat ein Raumvolumen von 3,75 m<sup>3</sup> und damit wären lt. DIN  $4 \times 3,75 = 15,0$  m<sup>3</sup>/h ausreichend.

Es ist jedoch hinreichend bekannt, daß ein derartiger Volumenstrom nicht in der Lage ist, beim Duschbetrieb den anfallenden Wasserdampf abzuführen. Die Folgen sind waschküchenähnliche Zustände mit Sättigungsfeuchte und Temperaturen um 30 °C und damit hohen Dampfdrücken gegenüber angrenzenden Räumen mit der Gefahr des Feuchtigkeitsdurchtrittes.

Solange das Wandmaterial der Sanitärzelle geschlossen alle Raumflächen umfaßt und dazu dampfdicht ist, kommt es nur zur Tropfenbildung und zum Niederschlag.

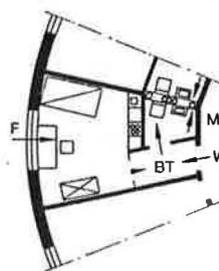
Wenn dagegen das Wandmaterial Teile der Baukonstruktion, z. B. Decke und obere Wandbereiche, freiläßt und selbst nicht dampfdicht ist, bzw. eine Dampfbremse darstellt, dann ergeben sich entsprechende Belastungen für die angrenzenden Räume, und das war im vorliegenden Fall auch der Fall.

### 3.2.2 Fall (D)

In einer 3- bis 4geschossigen Wohnanlage befinden sich Studentenwohnungen entsprechend Bild 8. Dieses zeigt die Anordnung einer derartigen Studentenwohnung mit Vorflur und Sanitärraum. Die Raumgrößen entsprechen dem Fall (FG) nach Bild 7. Im Wohnraum ist jedoch keine Kochküche angeordnet. Die Schilderung der möglichen Auswirkungen durch Wasserdampfdurchtritt ist hier voll aufgetreten auf Wohnraum, Diele und Flurbereich. Aus den Meßwerten kann die Auswirkung der geschlossenen Fenster mit dichten Fugen gut abgelesen werden.

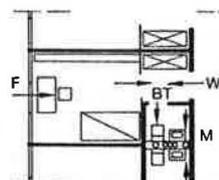
### 3.2.3 Zusammenfassung zur Fall (FG) + (D)

Die Forderung nach DIN 18017, Blatt 3, mit mindestens 4fachen Luftwechseln wird in bei-



	F	WT	BT	V (m <sup>3</sup> )
M <sub>1</sub>	zu	auf	zu	2
M <sub>2</sub>	zu	zu	zu	11
M <sub>3</sub>	zu	zu	auf	11
M <sub>4</sub>	auf	zu	zu	2
M <sub>5</sub>	auf	zu	auf	2

7 Grundriß einer Studentenwohnung



	F	WT	BT	V (m <sup>3</sup> )
M <sub>1</sub>	zu	zu	zu	2
M <sub>2</sub>	zu	auf	zu	4
M <sub>3</sub>	auf	zu	zu	4
M <sub>4</sub>	auf	auf	auf	4

8 Studentenwohnung mit Vorflur und Sanitärraum

den Fällen auch beim kleinsten Abluftvolumenstrom erfüllt. Es ist jedoch der Volumenstrom von 60 m<sup>3</sup>/h erforderlich, und deshalb muß die Aussage in der DIN 18017 schnellstens dahingehend präzisiert werden, daß die 60 m<sup>3</sup>/h Mindestwerte sind.

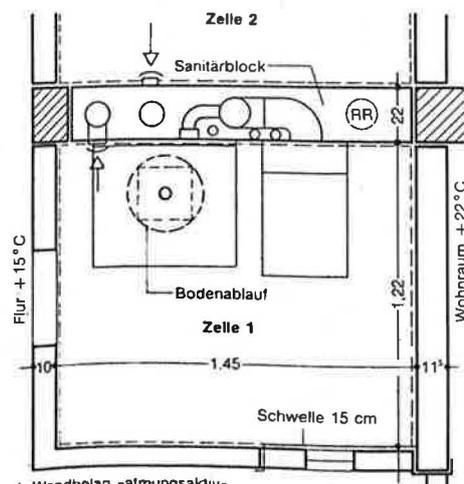
## 4 Schadensfälle - Sanitärzelle

Das in Bild 8 gezeigte Appartement für Studenten ist in einer deutschen Universitätsstadt mit rd. 250 Einheiten gebaut worden und die Sanitärzellen wurden nach 3 Jahren Nutzung der Wohnungen als Ausgang für erhebliche Bauschäden lokalisiert.

Im Bild 9 wird die Zelle detailliert dargestellt. Der Rauminhalt beträgt rd. 4,5 m<sup>3</sup>. Bei der Forderung nach der DIN 18017 mit einem Mindestluftwechsel 4fach ergibt sich somit ein notwendiger Luftvolumenstrom von 18 m<sup>3</sup>/h, ein Wert der als kritisch anzusehen ist. Nach dem Ansatz von 60 m<sup>3</sup>/h in der DIN ergibt sich ein Austausch zu  $60 : 4,5 =$  rd. 14fach und bei der Nachströmung über ungeeignete Schlitze ohne Luftführung sind Zugerscheinungen in diesen Sanitärzellen die Regel.

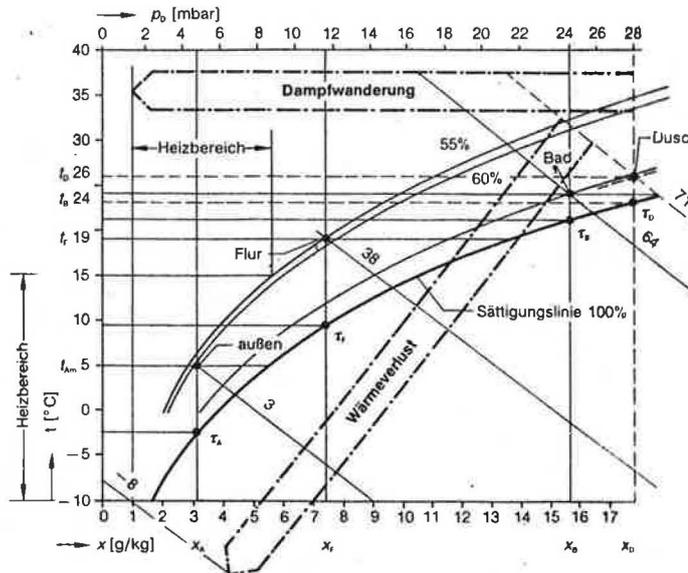
Nach Bild 8 wurden in der Tabelle Luftdurchsätze von 20 bis 48 m<sup>3</sup>/h gemessen je nach

## 9 Sanitärzelle in einem Studentenheim



1. Wandbelag -atmungsaktiv-
2. Decke -Beton gespachtelt-
3. Abluft rd. 60 bis 70 m<sup>3</sup>/h

## 10 H-X-Diagramm Sanitärzelle



# Einzellüftung oder Zentrallüftung in Wohngebäuden



Öffnung von Fenstern und Türen und damit ist die DIN-Norm in beiden Fällen erfüllt. Zurückkommend auf Bild 5 der Darstellung mit dem Wasseranfall bei der Brausezelle bzw. bei der Badewanne, lassen sich die angeführten Temperaturen und Feuchtigkeitswerte in einem H-X-Diagramm wie folgt darstellen: In der Sanitärzelle wurden beim Duschen 26°C und max. 90% relativer Feuchte gemessen. Diesem Wert entsprechen rd. 18 g/kg Feuchte in trockener Luft. Zugehörig ist der

Dampfdruck mit 28 m bar. Zu den beheizten angrenzenden Räumen wie Flur und Wohnraum ergibt sich somit ein Gefälle von 10 g pro kg bzw. 17 m bar. Dampfwanderung und Wärmeleuf können an den Pfeilen verfolgt werden. Da der Wandbelag der Zelle aus einem atmungsaktiven Stoff besteht, ist er für den Wasserdampf gut durchlässig und es kam in den angrenzenden Räumen Flur und Wohnraum zur Verfärbung, zur Staubbildung und zu Pilzkulturen. Auch der nachweisliche schon erwähnte Luftaustausch nach Bild 8 mit 20 bis 48 m<sup>3</sup>/h hat hier den Wasserdampfanfall nicht bewältigt.

Es dürfte daher notwendig sein, daß für derartig kleine Sanitärzellen mit einem Duschvorgang andere Möglichkeiten geschaffen werden, Bauschäden zu verhindern.

In der gezeigten Darstellung wird eine zentrale Entlüftungsanlage nach DIN 18017, Blatt 3, gezeigt mit angeschlossenen Sanitäräumen und Wohnungsküchen.

Diese Anlage ist für den Dauerbetrieb gedacht, soll jedoch hinsichtlich der angeschlossenen Küchen bei der Nutzung einzelner Küchen eine entsprechende Änderung des Luftvolumenstroms zur Folge haben.

Vorgesehen ist diese Volumenstromänderung durch eine Druckabtafung im Saugraum unter der Ventilatoranlage mit einer entsprechenden Steuerung auf die Drehzahlveränderung des Ventilators. Damit soll erreicht werden, daß den Küchen bei Auskippen der Absaughaube oder bei Einschaltung der Beleuchtung durch Widerstandsveränderung im Abluftventil der Küchenhaube eine größere Menge Abluft entnommen werden kann. Der Ventilator soll über die Druckänderung im Saugraum in der Drehzahl verändert werden und eine größere Förderung übernehmen bis zur Wiederherstellung des eingestellten Druckes.

Statt der Anordnung aus Bild 11 mit der Steuerung des Zentralventilators sind 2 bis 3 Systeme auf dem Markt und auch vom Institut für Bautechnik in Berlin zugelassen, die sich mit der Einzellüftung von angeschlossenen Räumen an einen Sammelschacht befassen. Das heißt, jeder zu entlüftende Raum hat einen Ventilator, der vom Raume aus mit Hilfe der Beleuchtung oder einer sonstigen Schaltein-

richtung geschaltet wird und dabei die entnommene Abluft in den Sammelschacht drückt.

Damit eine Belästigung anderer angeschlossener Räume nicht erfolgen kann, muß jeder angeschlossene Ventilator eine Rückschlagklappe besitzen, die im Stillstandsfall eine Rückströmung von Abluft aus dem Sammelschacht in den angeschlossenen Raum verhindert.

Ohne Zweifel wird bei diesen Anlagen eine ausreichende Entlüftung des Raumes möglich sein, sofern eine entsprechende Schaltung bei Nutzung mit ausreichendem Nachlauf erfolgt und die schon beschriebenen Rückschlagklappen auch alterungsbedingt dicht bleiben und damit eine Belästigung vom Schacht her selbst vermeiden.

Inwieweit die Energiehochrechnungen der Hersteller hinsichtlich der Einsparungsmöglichkeit durch die Teilnutzung der Ventilatoranlage bei Betrieb bestätigt werden, muß abgewartet werden. Die Hochrechnungswerte sind jedenfalls nicht uninteressant und man sollte solche Systeme von Einzellüftung mit Bedarfschaltung auf jeden Fall verfolgen.

## 5 Wohnungslüftung mit WRG und Umschaltbetrieb bei einem Einfamilienhaus

Der Luftvolumenstrom einer Wohnungslüftung wird als Mindestwert aus dem erforderlichen Abluftstrom ermittelt und der Zuluftstrom sollte mindestens den gleichen Wert haben, sofern nicht Sonderforderungen für eine Mehrleistung zur Deckung von Leckverlusten bestehen.

Bild 12 zeigt den Grundriß eines Einfamilienhauses aus dem Solarwettbewerb Landstuhl 1979. Als Berater des Architekten hat der Verfasser zur wirtschaftlichen Nutzung der Solarenergie eine Wohnungslüftung mit WRG für den Entwurf vorgeschlagen. Zur Nutzungsanpassung wurde ein Umschaltsystem eingeplant, damit in Nachtzeiten und am Tage bei geringeren Anforderungen eine Zuluftverlagerung auf die Schlafräume bzw. die Wohn- und Eßräume erfolgen kann. Beim Abluftsystem wurde eine Umschaltung in Form der Verlagerung zwischen Küche sowie Bad und WC vorgesehen.

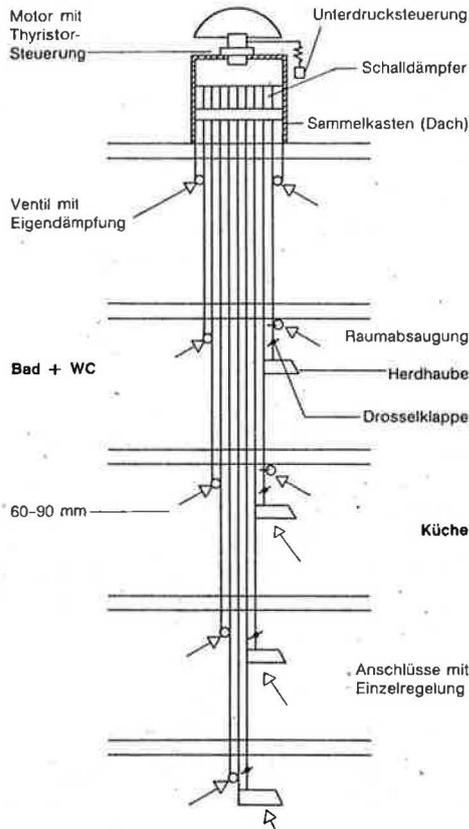
Bild 13 zeigt ein Säulendiagramm für das Haus Bild 12. Im oberen Teil ist für den Nachtbetrieb für die Schlafräume eine Versorgung mit 88 m<sup>3</sup>/h ( $f = 0,8$ ) bei Umschaltung vorgesehen und der Wohnraum erhält den Minimumwert 30 m<sup>3</sup>/h ( $f = 0,3$ ).

Am Tage kann bei Schwachnutzung durch Umschaltung den Schlafräumen 59 m<sup>3</sup>/h ( $f = 0,5$ ) und dem Wohnraum 46 m<sup>3</sup>/h ( $f = 0,5$ ) zugeleitet werden.

In den Spitzenzeiten 6 bis 8 Uhr, 11 bis 13 Uhr und 18 bis 22 Uhr wird der Volumenstrom bei Zu- und Abluft insgesamt verdoppelt und bei der Küche im Normalwert eine Anhebung von 60 auf 120 m<sup>3</sup>/h erreicht. Bei einer möglichen Umschaltung der Abluft kann dazu noch eine Anhebung für die Küche auf 190 m<sup>3</sup>/h stattfinden während gleichzeitig im Bad und WC ein Minimum an Abluft entnommen wird. Im vorliegenden Beispiel beträgt der Nachtwert rd. 130 m<sup>3</sup>/h, der Tagwert 260 m<sup>3</sup>/h.

Durch die Reduzierung erfolgt am Tage während 8 bis 11 Uhr und 14 bis 18 Uhr eine Reduzierung auf den Nachtwert. Eine Anpassung an andere Nutzungsabläufe ist jederzeit möglich.

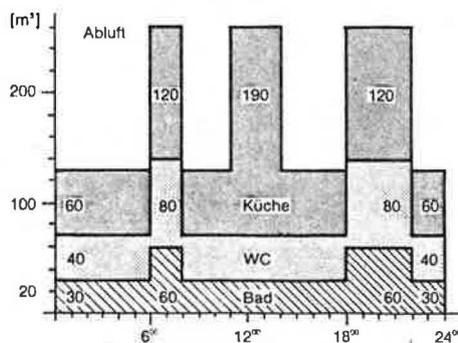
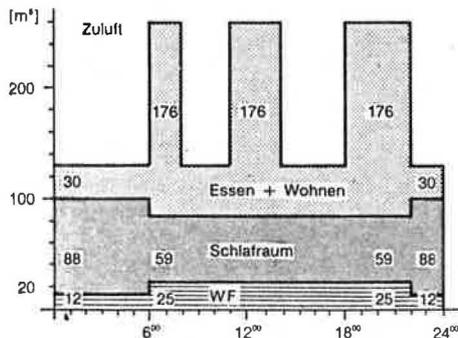
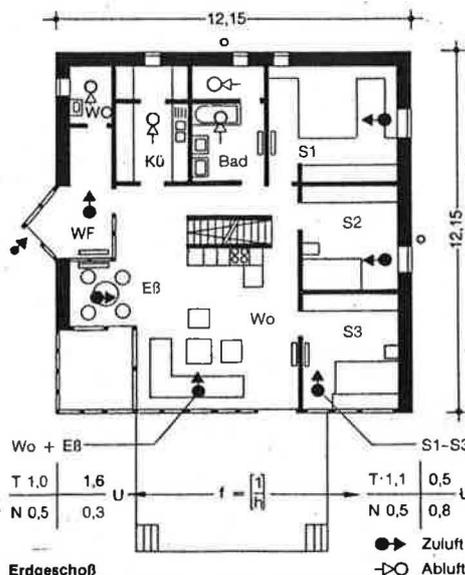
Für den Solarentwurf war die Wohnungslüftung auch als Grundheizung vorgesehen, und weiterhin sollte bei Übererwärmung des Wohn- und Eßraumes durch Sonneneinstrah-

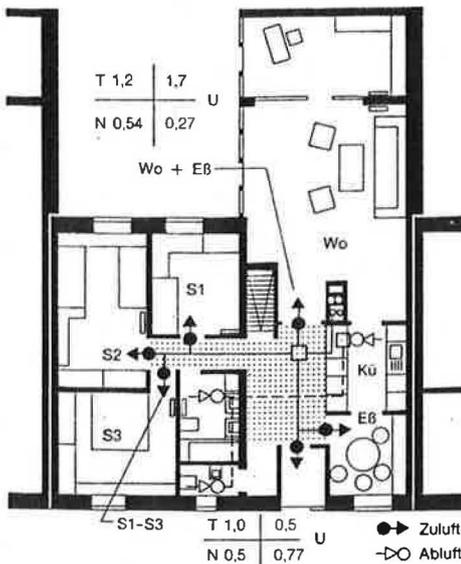


11 Zentrale Entlüftungsanlage

13 Säulendiagramm für das Haus Bild 12

12 Einfamilienhaus-Grundriß aus dem Solarwettbewerb Landstuhl 1979





14 Wohnungslüftung im Solarhaus Landstuhl 1979

lung ein Transport und eine Teilnutzung über die WRG in die Nord- und Osträume des Hauses erfolgen.

Bild 14 zeigt ein Haus aus einer Reihenhausanlage und dortselbst ist auch das Luftverteil- und Sammelsystem im Wohngeschoß eingezeichnet und zwar in einem abgehängten Bereich der Flure.

Von den zwei eingezeichneten Umschaltkästen ist der Bereich der wechselseitig zu reduzierenden oder verstärkt versorgenden Räume zu verfolgen.

Der an dem Wohnraum angrenzende nicht in die Versorgung einbezogene Raum gilt als Pufferzone zur eingeschränkten Nutzung entsprechend der äußeren Erwärmung bei entsprechender Jahreszeit.

Für beide Entwürfe (Bild 12 und Bild 14) war die Wohnungslüftung als Grundheizsystem bis +14 °C Raumtemperatur bei maximalster tiefster Außentemperatur für die mit Zuluft versorgten Räume vorgesehen. Die Nachheizung mit Einzelraumreglern kann mit Radiatoren und sonstigen Heizflächen mit der Eignung für Einzelregelung erfolgen.

## 6 Beispiel Einzellüftung oder Zentrallüftung mit WRG und Umschaltung für eine Wohnung im Mehrfamilienhaus

Für eine Wohnbebauung in 4geschossigen Häusern mit zwei Wohnungen je Geschloß wurde im Rahmen eines Forschungsantrages eine Wohnungslüftung projektiert. Die Normalausführung der Häuser sollte eine Sammelschachtlüftung nach DIN 18017, Blatt 2, erhalten und zwar für Bad und WC. Für die Küche, an der Außenwand gelegen, ist keine Entlüftung vorgesehen.

Bild 15 zeigt eine Wohnung mit rd. 70 m<sup>2</sup> für 3 bis 4 Personen. Der Wohnraum und Schlafraum S 2 sind nach Süden gelegen, die Raumheizung soll durch eine Warmwasserheizung 90 bis 70 °C mit Gasthermenversorgung, angeordnet in der Diele, erfolgen. Es ergibt sich folgende Luftvolumenbilanz:

Küche =	120 m <sup>3</sup> /h
Bad =	60 m <sup>3</sup> /h
WC =	30 m <sup>3</sup> /h
<b>Gesamt =</b>	<b>210 m<sup>3</sup>/h als Tageswert</b>

Durch Umschaltung kann folgende Bilanz erreicht werden:

Küche =	165 m <sup>3</sup> /h
Bad =	30 m <sup>3</sup> /h
WC =	15 m <sup>3</sup> /h

**Gesamt = 210 m<sup>3</sup>/h als Tageswert**

Bei Reduzierung auf den zulässigen 50%-Wert bei Zentralanlagen ergibt sich folgendes Bild:

Küche =	60 m <sup>3</sup> /h
Bad =	30 m <sup>3</sup> /h
WC =	15 m <sup>3</sup> /h

**Gesamt = 105 m<sup>3</sup>/h Nachtwert bzw. Schwachlastwert**

Bei der Zuluftversorgung mit dem gleichen Volumenstrom wird bei der Abluft, d. h. 210 m<sup>3</sup>/h bei Tag und 105 m<sup>3</sup>/h bei Nacht einmal ein ausreichender Außenluftvolumenstrom mit rd. 26 m<sup>3</sup>/h und Person bei Nacht gesichert und außerdem zeigen die Luftwechselzahlen auf Bild 15 die Umschaltverhältnisse:

Wohnraum	$T = 1,1 - T/U = 1,8$
	$N = 0,7 - N/U = 0,3$
Schlafräume S 1 und S 2	$T = 1,16 - T/U = 0,6$
	$N = 0,67 - N/U = 0,9$

Insgesamt also mehr als ausreichende Werte und zwar ausgegangen von den Norm-Abluftwerten für Küche, Bad und WC.

Bild 16 zeigt den Vorschlag der Anordnung einer Einzel- und Wohnungslüftung für jede Wohnung (Aufenthaltsbereich oder Nutzereinheit). Gegenüber Bild 15 ergibt sich eine Veränderung bei der Zuluftführung und der Schachtanordnung.

Erforderlich wird ein Sammelschacht für die Außenluft und die Fortluft zur Ver- und Entsorgung von vier Wohnungen. Auf dem deutschen Markt gibt es noch keine eigene Entwicklung von geeigneten Wohnungslüftungsgeräten mit Wärmerückgewinnung in der Größenordnung von 100 bis 250 m<sup>3</sup>/h einschließlich der erforderlichen Nachheizung, Filterung und der Rückschlagklappen.

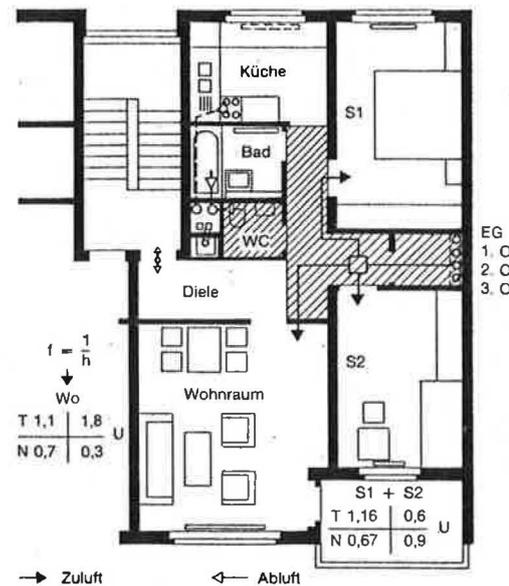
Es sind jedoch zwei französische Ausführungen mit Wärmepumpen auf Kompressionsbasis auf dem deutschen Markt in Vertrieb und diese Geräte werden hoffentlich den deutschen Firmen ausreichende Anregung zur eigenen Entwicklung geben.

## 7 Zusammenfassung

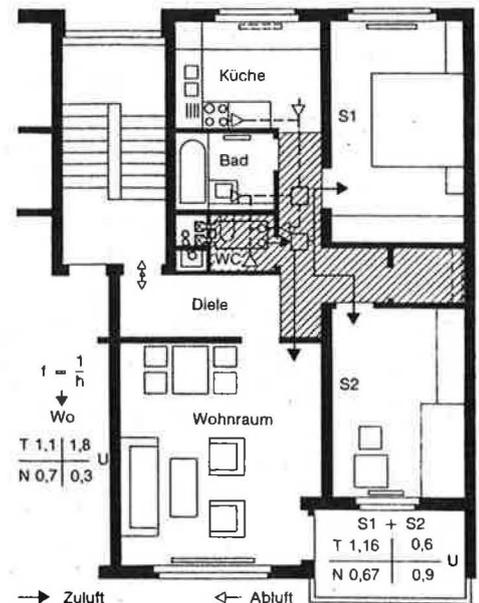
Bei der Anordnung nach Bild 16 wäre der Nutzer in der Lage, den Energieverbrauch seiner Raumheizung und Raumlüftung zu messen und im Sinne einer Energieeinsparung zu beeinflussen und weiterhin läge eine echte verbrauchsabhängige Abrechnung vor. Bei vorhandenen Gasthermen muß die Verbrennungsluft in die Lüftungsbilanz der Wohnung einbezogen werden und desgleichen muß der Betrieb der Einzellüftung mit der Gastherme verriegelt werden, damit ein sicherer Betrieb der Gastherme gewährleistet ist.

Sinn der vorstehenden Abhandlung sollte es sein, die Einzellüftung einer Wohnung als bessere Möglichkeit der Lüftung zur Energieeinsparung herauszustellen und dabei ist die Notwendigkeit der kontrollierten Lüftung mit der Möglichkeit der Wärmerückgewinnung und der Nutzung von Eigen- und Fremdwärme aufzuzeigen.

Die Gefahr der Schädigung der Bausubstanz durch Feuchteschäden infolge unzureichender Lüftung der Wohnung darf nicht unterschätzt werden. Eine rechtzeitige und ausreichende Einweisung der Nutzer mit Überwachungen dürfte notwendig sein.



15 Grundriß einer Wohnung mit rd. 70 m<sup>2</sup> für 3 bis 4 Personen



16 Wohnung entsprechend Bild 15, jedoch mit Anordnung einer Einzel- und Wohnungslüftung

## 17 Wohnungsbe- und Entlüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung und Wärmepumpe

