

## Klimaanlage für Dachgeschoßwohnung

**Stichwörter:** Klimaanlage; Bodenkonvektoren; Beschattungseinrichtungen; Geräuschpegel

**Streitpunkt:** Mit der ausgeführten Klimaanlage werden in der Dachgeschoßwohnung die geforderten Raumtemperaturen nicht erreicht.

### G U T A C H T E N (Kurzfassung)

**Gegenstand der Untersuchung** ist die für die Klimatisierung einer Dachgeschosswohnung installierte Klimaanlage.

**Anlass des Gutachtens** sind Beschwerden, dass aufgrund der Anlagenkonzeption und der Bemessung der Klimaanlage bei sommerlichen Außentemperaturen die geforderten Raumtemperaturen nicht eingehalten werden können.

**Fazit des Gutachtens:**

Die installierte Anlage ist ausreichend dimensioniert und vorschriftsmäßig montiert. Es ist allerdings zutreffend, dass bei geöffneten Beschattungseinrichtungen die Kälteleistung nicht ausreicht, um behagliche Raumtemperaturen zu gewährleisten. Da die vorhandene Beschattungseinrichtung bei den vorherrschenden Windverhältnissen nicht geschlossen bleiben kann, müsste sie durch eine diesen Verhältnissen angepasste ersetzt werden. Der beanstandete zu hohe Geräuschpegel kann durch Nachrüstung einer Schalldämmung des Maschinenraumes auf die geforderten Werte gesenkt werden.

Das ausführliche Gutachten finden Sie umseitig.

# Klimaanlage für Dachgeschoßwohnung

**Stichwörter:** Klimaanlage; Bodenkonvektoren; Beschattungseinrichtungen; Geräuschpegel

**Streitpunkt:** Mit der ausgeführten Klimaanlage werden in der Dachgeschoßwohnung die geforderten Raumtemperaturen nicht erreicht.

## GUTACHTEN

### 1. Grundlagen

Es liegen zugrunde:

- Das Anschreiben des Amtsgerichts ...vom ...zwecks Gutachtenserstattung,
- der Beschluss des Amtsgerichts ...,
- die Akten,
- das Ergebnis des Ortstermins vom ... (Anlage 1),
- die von den Parteien zugeleiteten Unterlagen (s. extra Ordner...)
- Telefongespräch mit .... vom ... gemäß beigefügter Telefonnotiz (Anlage 2),
- Kostenschätzung der Fa..., vom ... für geeignete Beschattungselemente als Austausch gegen die vorhandenen (Anlage 3),
- Div. Telefonate mit Jalousien- und Markeisenherstellern ... bezüglich geeigneter Materialien für die Fensterbeschattung.

### 2. Beschluss des Amtsgerichts ...

Gemäß Ziff. I des Beschlusses soll Beweis erhoben werden über folgende Fragen:

1. Ist es richtig, dass die durch die Firma ... gewählte und geplante Anlagenkonzeption mit Bodenkonvektoren eine Raumkühlung im Anwesen ..., im Dachgeschoss in zulässiger Raumkondition nicht erfüllen kann?
2. Ist es richtig, dass die technischen Anlagen gemäß Ausführungs-LV nicht zur Ausführung gekommen sind?
3. Ist es richtig, dass die Bodenkonvektoren keinen Kondensat-Anschluss haben?
4. Ist es richtig, dass eine Kälteerzeugung von 48 kW zur Ausführung gekommen ist, gleichwohl aber der Energieeintrag kältetechnischer Anlagen ins Dachgeschoss lediglich mit einer maximalen Kühllastmenge von < 5 kW erfolgt?

5. Ist es richtig, dass im Zusammenwirken mit einer Deplatierung der Endgeräte die Anlage derart unwirksam ist, dass ein merklicher Einfluss auf die Raumkonditionierung nicht stattfinden kann?
6. Ist es richtig, dass der Bestand Kältetechnik mangelhaft ist?
7. Ist es richtig, dass durch die Lage der Bodenkonvektoren im Fußpunkt des Glasdaches sich im Eckbereich die maximale Raumtemperatur entwickelt, verursacht durch innenseitige Erwärmung der Glasdachkonstruktion? Ist es richtig, dass eine Vermischung der Luftströme durch Induktion bei senkrechtem Ausblas nach oben und Verwirbelung beim Einblasen des Daches bereits im Austrittspunkt die Kälteenergie „vernichtet“?
8. Ist es richtig, dass raumkonditionell die zu geringe und falsch eingebrachte Energiemenge keine Einflüsse hat?
9. Ist es richtig, dass an sonnigen Tagen sich aufgrund der Thermik zwischen Kalt- und Warmluft die Tatsache ergibt, dass an solchen Tagen es häufig windig ist und dadurch zu diesem Zeitpunkt die Jalousieanlagen aufgrund von Vorbeugung gegen Beschädigungen automatisch eingefahren werden und es dadurch zu einer globalen Einstrahlung der Sonne in den Dachraum kommt?
10. Ist es richtig, dass durch das zuvor beschriebene Einfahren der Jalousien bei Energiemengen von bis zu 600 W/qm schon in kurzer Zeit nach Öffnen der Jalousien Raumtemperaturen entstehen, die durch die völlig unterdimensionierte kältetechnische Anlage nicht ausgeglichen werden können?  
Ist es richtig, dass die vorgesehenen Raumkonditionen mit 26°C bei 32°C Außentemperatur nicht zu erreichen sind?
11. Ist es richtig, dass in den Übergangszeiten mit Sonneneinstrahlung bis hin zu Tagen mit tiefen Außentemperaturen eine Kühlung aufgrund der großen Glasflächen notwendig werden kann?
12. Ist es richtig, dass die bestehende kältetechnische Anlage in ihrer Planung und ihrer Ausführung nicht dem Stand der Technik entspricht?
13. Ist es richtig, dass die vorhandene kältetechnische Anlage nicht geeignet ist, durchgängig für eine Maximaltemperatur von 26°C Sorge zu tragen, und die Antragsgegner zu 1) und 2) hierauf hätten hinweisen müssen?

14. Mit welchen Maßnahmen ist die Vorgabe zu erfüllen, dass bei einer Außentemperatur von 32°C maximal eine Innentemperatur von 26°C erreicht wird?
15. Ist es richtig, dass die kältetechnische Anlage weder in ihrer Planung noch in ihrer technischen Ausführung die höchstmögliche geräuscharme Ausführung darstellt?
16. Ist es richtig, dass die Ausführung der Arbeiten durch die Antragsgegnerin nicht ihrem Angebot vom 16.3.2006 entspricht?
17. Ist es richtig, dass die Anlage entweder heizt oder kühlt?

Ist es richtig, dass die Anlage als Heizung abhängig ist von den herrschenden Außentemperaturen?

Ist es richtig, dass die Kühlung nicht von den Außentemperaturen abhängig ist, sondern von der Sonneneinstrahlung?

Ist es richtig, dass die Wechselwirkung weder in Planung noch Ausführung bedacht worden ist und es dadurch bei entsprechenden niedrigen Außentemperaturen und einer gleichzeitigen Sonneneinstrahlung zu dem Doppeleffekt kommen kann, dass gleichzeitig geheizt wird, obwohl durch die Sonneneinstrahlung die Kühlung tätig werden müsste?

18. Mit welchen Kosten ist zu dies verbunden?

### **3. Ortstermin vom ...**

Die Ladung hierzu erging fristgerecht mit Datum vom ... mit gleichlautender Kopie an die Parteien.

Zu dem Ortstermin wurde ein Protokoll unter dem Datum des ... erstellt, das diesem Gutachten beigelegt ist (Anlage ...).

Hierin sind unter 1. die Anwesenden, unter 2. die zu dem Beschluss getroffenen Feststellungen und unter 3. weitere Feststellungen aufgeführt.

### **4. Zum Beweisbeschluss**

#### 4.1 Zu Punkt 1

Die vorgenommenen Überprüfungen zeigen, dass die von der Antragstellerin zu 1) geplante Anlage bei geschlossenen Beschattungseinrichtungen die Forderungen bezüglich ordnungsgemäßer Raumkühlung erfüllt.

Hierzu wurden folgende Unterlagen überprüft:

- Kühllastberechnung der .... Für den Bezugszeitraum Monat Juli, 11 bis 13 Uhr, wird eine Kühllast von

11.542 W

ausgewiesen. Die ausgewiesenen Daten sind plausibel und; die Berechnung ist anzuerkennen.

- Lieferumfang und Kühlleistung der Bodenkonvektoren gemäß Ausführungsplan der Antragsgegnerin zu 1), Telefongespräch vom ..., Teil-Schlussrechnung vom ... Pos. 1.27, 1.28, 1.29), Angebot vom ... (Pos. 1.27, 1.28, 1.29). Die installierte Kühlleistung beträgt

13.551 W

und ist somit 17% größer als die Kühllast und somit großzügig bemessen.

- Lieferumfang und Kälteleistung des Kaltwassersatzes gemäß Teil-Schlussrechnung vom ..., Pos. 1.1 ff., Angebot vom ..., Datenblatt der Fa..., Größe 81. In dem Datenblatt ist die Kälteleistung mit 19,5 kW angegeben, im Angebot mit 17,5 kW.

Die Leistung somit mehr als ausreichend. Als ordnungsgemäß erweist sich auch die Kühlleistung des Rückkühlers mit 27 kW, dessen Leistung sich aus der Kälteleistung des Kaltwassersatzes und dessen Antriebsleistung ergibt.

#### 4.2 Zu Punkt 2

Die Behauptung ist unzutreffend. Es kamen die technischen Anlagen gemäß Ausführungs-LV zur Ausführung.

Dies zeigt nachstehende Gegenüberstellung der von der Antragsgegnerin zu 2) zugegangenen Schlussrechnung (Seite 47 ff) mit dem (in den Akten enthaltenen) Ausschreibungstext (AS 17 ff). Für die Hauptkomponenten ergibt sich folgendes Bild:

*(es folgt die detaillierte Gegenüberstellung der Kosten)*

Es besteht somit sowohl hinsichtlich der Positionen als auch der Preise Übereinstimmung. Die Kostensumme ergibt sich zu 31.484,60 € und beinhaltet den überwiegenden Teil des kältetechnischen Lieferumfangs; die Differenz zur Gesamtsumme folgt aus Kleinmaterialien, die das Gesamtbild nicht verändern.

#### 4.3 Zu Punkt 3

Die Behauptung ist unzutreffend; die Bodenkonvektoren sind mit Kondensat-Anschlüssen versehen. Hierzu sei auf die anlässlich des Ortstermins getroffenen Feststellungen verwiesen.

#### 4.4 Zu Punkt 4

Die Behauptung trifft weder bezüglich des angegebenen Wertes von 48 kW noch der maximalen Kühllast von < 5 kW zu. Installiert sind dagegen:

- Bodenkonvektoren mit einer Kühlleistung von 13.551 W
- Kaltwassersatz mit einer Kühlleistung von ca. 17.500 W (17,5 kW).

#### 4.5 Zu Punkt 5

Die Behauptung ist unzutreffend. Die Bodenkonvektoren sind vorschriftsmäßig installiert. Der Luftaustritt erfolgt ordnungsgemäß nach oben in den Raum hinein. Es sei auch auf das Protokoll des Ortstermins verwiesen.

#### 4.6 Zu Punkt 6

Die Behauptung ist ebenfalls unzutreffend. Sowohl der Leistungsumfang als auch die Leistungen wurden ordnungsgemäß erbracht.

#### 4.7 Zu Punkt 7

Aufgrund der gegenseitigen Lage der Eckfenster tritt zutreffenderweise in diesem Bereich bei Sonneneinstrahlung und geöffneter Beschattung die größte Kühllast auf. Infolge der für diesen Fall nicht mehr ausreichenden Geräte Kühlleistung ist eine Überwärmung des Raumes unvermeidlich.

#### 4.8 Zu Punkt 8

Die Frage soll so verstanden werden, dass die verfügbare Geräte Kühlleistung für den Fall, dass die Beschattung geöffnet ist, nicht ausreicht, um die gewünschte Raumtemperatur einzustellen. Dies ist zutreffend.

#### 4.9 Zu Punkt 9

Die Behauptung ist im Kern zutreffend. Offensichtlich werden schon bei geringen Windgeschwindigkeiten die Beschattungsrollos durch den Windmesser geöffnet.

#### 4.10 Zu Punkt 10

Zutreffend ist, dass bei geöffneter Beschattungseinrichtung die Kühlleistung nicht mehr ausreicht und die Raumtemperatur übermäßig ansteigt. Damit lässt sich die vorgesehene Raumtemperatur von 26°C nicht mehr aufrechterhalten.

Gemäß der VDI-Richtlinie 2078, Berechnung der Kühllast klimatisierter Räume, beträgt für den Berechnungsfall Juli, 12 Uhr, für eine horizontale Fläche der Maximalwert der Gesamt- und Diffusstrahlung 631 W/m<sup>2</sup>. Somit erweist sich der

im Beschluss angegebene Wert von  $600 \text{ W/m}^2$  als mit guter Näherung zutreffend.

Legt man zur überschlägigen Berechnung für die Sonneneinstrahlung die projizierten Fensterflächen zugrunde (s. Telefonnotiz vom ... Anlage ...), so betragen diese  $3,1 \times 3,1 + 3,1 \times 4,8 + 3,1 \times 3,1 = 34,1 \text{ m}^2$ . Damit erhält man die Kühllast zu  $631 \times 34,1 = 21.517 \text{ W}$  (Doppelverglasung Durchlassfaktor  $b = 1,0$ ).

Der Vergleichswert für die geschlossenen Beschattungseinrichtungen, mit einem vom Planer vorgesehenen Durchlassfaktor  $b$  von  $0,3$ , beträgt  $6.466 \text{ W}$ , somit nur  $30\%$  des Wertes für die offenen Beschattungen.

Anzumerken ist, dass der Durchlassgrad  $b$  des verwendeten Materials aufgrund der Unterlagen nur  $0,2$  beträgt; für die Berechnung soll jedoch von dem Planungswert von  $0,3$  ausgegangen werden.

Die Kühllast erhöht sich damit von  $11.542 \text{ W}$  auf  $26.604 \text{ W}$ . Dies übersteigt sowohl die Leistung der Bodenkonvektoren ( $13.550 \text{ W}$ ) als auch die der Kältemaschine ( $17,5 \text{ kW}$  entspr.  $17.500 \text{ W}$ ) erheblich. Die Raumtemperatur steigen damit übermäßig an.

#### 4.11 Zu Punkt 11

Die Behauptung ist zutreffend. Aus der vorgeh. VDI-Richtlinie erhält man selbst für die Monate März und September noch als Maxima der Gesamtstrahlung  $455$  bzw.  $431 \text{ W/m}^2$ , die weit über dem für Juli geltenden Wert für die geschlossene Beschattung von  $631 \times 0,3 = 189 \text{ W/m}^2$  liegen.

#### 4.12 Zu Punkt 12

Die Behauptung ist unzutreffend. Die bestehende kältetechnische Anlage entspricht in ihrer Planung dem Stand der Technik.

#### 4.13 Zu Punkt 13

Auch diese Behauptung ist unzutreffend. Die vorhandene kältetechnische Anlage ist, vorausgesetzt die Beschattungseinrichtungen sind geschlossen, geeignet, durchgängig eine Maximaltemperatur von  $26^\circ\text{C}$  einzuhalten.

#### 4.14 Zu Punkt 14

Notwendig ist, dass die Beschattungseinrichtungen immer dann geschlossen sind und bleiben, wenn dies wegen den äußeren Bedingungen erforderlich ist.

#### 4.15 Zu Punkt 15

Die Behauptung ist zu verneinen. Zwar liegen die anlässlich des Ortstermins gemessenen Schallpegel mit Werten von  $41,1 \text{ dB(A)}$  (Stufe 1),  $39,8 \text{ dB(A)}$  (Stu-

fe 2) und 41,1 dB(A) (Stufe 3) über dem für Wohnungen zugrunde zu legenden Wert von etwa 30 dB(A), jedoch betrug das Hintergrundgeräusch bereits 36,4 dB(A). Selbst bei ausgeschalteter Anlage wäre somit der Schalldruckpegel zu hoch. Die Messergebnisse ergeben somit kein reales Bild für einen Sollvergleich.

Doch dürfte auch bei ausreichend niedrigem Hintergrundgeräusch der Sollwert nicht erreicht werden, da die von den Antragsgegnern geforderte Schalldämmung des Kälteanlagenraums gegenüber dem Wohnraum fehlt. Damit sollte eine Minderung um 20 dB(A) erreicht werden, siehe Ausführungsplan der Antragsgegnerin zu 1) und Revisionsplan der Antragsgegnerin zu 2). Die Dämmung sollte bauseits vorgesehen werden.

Ist diese Dämmung angebracht, werden auch die geforderten Werte erreicht.

#### 4.16 Zu Punkt 16

Die Behauptung ist unzutreffend, die ausgeführten Arbeiten entsprechen den angebotenen. Der Nachweis wurde bereits vorstehend unter Punkt 2) erbracht.

#### 4.17 Zu Punkt 17

Es trifft zu, dass die Anlage entweder heizt oder kühlt. Diese Trennung der Funktionen ist zwingend.

Es trifft ebenso zu, dass die Anlage als Heizung abhängig ist von den Außentemperaturen, allerdings gilt dies auch bezüglich der Abhängigkeit von der Innentemperatur. Die Anlage geht nur in Betrieb, wenn die Innentemperatur unter den jeweils geforderten unteren Wert absinkt. Auch diese Funktion ist normal.

Es ist nicht richtig, dass die Kühlung von der Sonneneinstrahlung allein abhängig ist, sie ist auch von der Außentemperatur abhängig. So kann es sein, dass auch bei bewölktem Himmel die Anlage in Betrieb geht, wenn die Außentemperatur so hoch ist, dass ein hoher Anteil an Transmissionswärme in den Raum gelangt. Der maßgebliche Anteil an der Kühllast stellt jedoch die Sonneneinstrahlung dar.

Bezüglich des als Doppeleffekt genannten Fehlers gleichzeitigen Heizens und Kühlens (letzter Satz von Punkt 17) sei auf das Protokoll des Ortstermins verwiesen. Hierin ist die Äußerung des Mitarbeiter Kirchner der Antragstellerin zu 2) wiedergegeben, wonach ein Kabelbruch vorgelegen haben sollte, der zwischenzeitlich behoben sei.

#### 4.18 Zu Punkt 18

Folgende Maßnahmen werden vorgeschlagen:

Änderung der Beschattungseinrichtungen in der Weise, dass diese auch bei den im Frankfurter Raum vorkommenden üblichen Maximalgeschwindigkeiten des Windes noch geschlossen bleiben können.

Eine Möglichkeit stellen die von der Fa. ...mit Datum vom .... angebotenen außenliegenden Wintergartenverschattungseinrichtungen dar, die aus der Anlage 3 hervorgehen.

Hierbei kommt als Beschattungsmaterial wie bisher zur Verwendung, jedoch mit besonderen Führungsschienen, die eine Nutzung bis zu hohen Windgeschwindigkeiten erlaubt. Die Kostenschätzung ergibt einen Betrag von brutto 16.660,00 €, worin die gesamte Lieferung und Montage enthalten ist mit Ausnahme der Elektrotechnik, Gerüste u.a., wie aus der Kostenschätzung zu entnehmen ist.

Andere Lösungsmöglichkeiten erwiesen sich insofern als äußerst fraglich, als bei diesen die nötige Windfestigkeit nicht gegeben ist.

Berücksichtigt man für Gerüststellung, Demontage der vorhandenen Beschattung, der Elektrotechnik, Unvorhergesehenes u.a. ca. 8.000,00 €, so dürften sich die Gesamtkosten auf ca. 25.000,00 € belaufen.

Da die vorhandenen Beschattungseinrichtungen von der Antragstellerin beschafft wurden, betrifft die Maßnahme diese und nicht die Antragsgegner.

## **5. Sonstiges**

Wie anlässlich des Ortstermins festgestellt wurde, sind vor einem Teil der Bodenkonvektoren Regale angebracht (s. 4. Lichtbild). Da diese die Luftströmung nachteilig beeinflussen, sollten sie versetzt werden.

Weiterhin war festzustellen, dass zumindest eines der Filter der Bodenkonvektoren verschmutzt ist (2. Lichtbild). Dies bewirkt eine Verringerung des umgewälzten Luftvolumenstromes. Die Filter sollten regelmäßig gereinigt werden.