

## Berechnung der effektiven Schaltschrankoberfläche

Von den zur Berechnung notwendigen Größen bedarf die effektive Schaltschrankoberfläche A noch einer besonderen Erläuterung. Die Wärmeleistung, die vom Schaltschrank abgestrahlt wird, hängt nämlich nicht nur von dessen tatsächlicher Oberflächengröße ab; entscheidend ist auch die Aufstellungsart des Schrankes.

Ein Gehäuse, das allseitig frei in einem Raum steht, kann mehr Wärme abgeben als eines, das an einer Wand oder in einer Nische aufgestellt wird. Deshalb gibt es genaue Vorschriften, wie die effektive Schaltschrankoberfläche in Abhängigkeit von der **Aufstellungsart** zu berechnen ist. Die Formeln zur Berechnung von A sind in DIN 57 660 Teil 500 bzw. IEC 890 festgelegt (s. Tabelle unten).

### Gehäuse-Aufstellungsart nach IEC 890

-  Einzelgehäuse allseitig freistehend
-  Einzelgehäuse für Wandanbau
-  Anfangs- oder Endgehäuse freistehend

-  Anfangs- oder Endgehäuse für Wandanbau
-  Mittelgehäuse freistehend

-  Mittelgehäuse für Wandanbau
-  Mittelgehäuse für Wandanbau, abgedeckte Dachflächen

Aufstellungsart nach IEC 890	Formel zur Berechnung von A [m <sup>2</sup> ]
	$A = 1,8 \times H \times (B + T) + 1,4 \times B \times T$
	$A = 1,4 \times B \times (H + T) + 1,8 \times T \times H$
	$A = 1,4 \times T \times (H + B) + 1,8 \times B \times H$
	$A = 1,4 \times H \times (B + T) + 1,4 \times B \times T$
	$A = 1,8 \times B \times H + 1,4 \times B \times T + T \times H$
	$A = 1,4 \times B \times (H + T) + T \times H$
	$A = 1,4 \times B \times H + 0,7 \times B \times T + T \times H$

A = effektive Schaltschrankoberfläche  
 B = Schaltschrankbreite [m]  
 H = Schaltschrankhöhe [m]  
 T = Schaltschranktiefe [m]

## Berechnungsbeispiel zur Dimensionierung eines Kühlgerätes

Ein an einer Hallenwand angebauter Schaltschrank aus Stahlblech ist 1,20 m breit, 2,0 m hoch und 0,60 m tief. Die installierte Verlustleistung beträgt 1000 W. Die maximale Umgebungstemperatur beträgt 40 °C; die Temperatur im Schaltschrank darf 35 °C nicht überschreiten.

Die Strahlungsleistung  $\dot{Q}_s$  über die Gehäuseoberfläche wird nach Gleichung 2 berechnet:

$$\dot{Q}_s = k \times A \times (T_i - T_u)$$

Für Stahlblech ist der Wärmedurchgangskoeffizient  $k = 5,5 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

Die effektive Gehäuseoberfläche nach DIN VDE 0660 Teil 500 (Tab. 3) ist:

$$A = 1,4 \times B \times (H + T) + 1,8 \times T \times H$$

Die genannten Gehäusemaße eingesetzt ergibt:

$$A = 1,4 \times 1,2 \text{ m} \times (2,0 \text{ m} + 0,6 \text{ m}) + 1,8 \times 0,6 \text{ m} \times 2,0 \text{ m} = 6,528 \text{ m}^2$$

Die Strahlungsleistung  $\dot{Q}_s$  errechnet sich damit zu:

$$\dot{Q}_s = k \times A \times (T_i - T_u) = 5,5 \text{ W/m}^2\text{K} \times 6,528 \text{ m}^2 \times (-5 \text{ K}) = -179,52 \text{ W}$$

Die Strahlungsleistung ist in diesem Fall negativ, das heißt, von der wärmeren Umgebungsluft wird über die Gehäuseoberfläche Wärme in das Gehäuse eingebracht. Diese Wärme muss das Kühlgerät zusätzlich zur installierten Verlustleistung abführen. Die erforderliche Kühlleistung ist somit größer als die Verlustleistung:

$$\dot{Q}_e = \dot{Q}_v - \dot{Q}_s = 1000 \text{ W} - (-179,52 \text{ W}) = 1179,52 \text{ W}$$

Umgebungstemperatur $T_u$ in °C	Strahlungsleistung $\dot{Q}_s$ in W	Erforderliche Kühlleistung $\dot{Q}_e$ in W
30	+179,52	820,48
35	0	1000,00
40	-179,52	1179,52
45	-359,04	1359,04
50	-538,56	1538,56

Tab. 4: Erforderliche Kühlleistung für einen Schaltschrank in den Abmessungen 1,20 × 2,00 × 0,60 m (B × H × T) mit 1000 W installierter Verlustleistung und gewünschter Schaltschrank-Innentemperatur von  $T_i = 35 \text{ °C}$  bei Wandanbau.

# Checkliste zur Schaltschrank-Klimatisierung

	O.K.	n. O.K.
1. Klimatisierungsberechnung durchgeführt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Aufstellungsbedingungen beim Endkunden berücksichtigt – Temperatur, Luftqualität, Wasserqualität.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Die Verlustleistung der im Schrank installierten Komponenten überschreitet die spezifische Kühlleistung des Kühlgeräts nicht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Lüftungsräume ober- und unterhalb der Komponenten gemäß Herstellervorgabe berücksichtigt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Komponenten sind gemäß Ihres Aufbaus mit Kühlluft durchströmt; bei Komponenten mit Eigenbelüftung wurde auf die Strömungsrichtung im Schrank geachtet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Lüftungsgitter der Komponenten sind frei von Hindernissen, inklusive Leitungen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Kaltluftstrom ist nicht direkt auf aktive Komponenten gerichtet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Die Schaltschrank-Innentemperatur entspricht der Werkseinstellung (+35 °C). Bei Sollwertänderungen wurde die Freigabe der Elektroplanung eingeholt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Der Schrank ist allseitig abgedichtet (mindestens IP 54), insbesondere im Bereich der Kabeleinführungen, um das Eindringen von Umgebungsluft zu verhindern.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Zur Vermeidung von erhöhtem Kondensatanfall sind Türpositionsschalter installiert.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Sichere Kondensatableitung gemäß Bedienungsanleitung installiert. <i>(Geräte mit integrierter Kondensatverdunstung, ext. Kondensatverdunstung oder Kondensatauffangflasche; Bestellnummer: siehe Herstellerkatalog)</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Je nach Umgebungsbedingungen korrektes Filtermedium eingesetzt. <i>(Info über benötigtes Filtermedium: siehe Herstellerkatalog)</i>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<hr/>		
Firma/Stempel _____	Datum/Unterschrift _____	

# Die wichtigsten Punkte bei der Schaltschrank-Klimatisierung

- Die gesamte Verlustleistung der im Schaltschrank installierten Komponenten darf die spezifische Kühlleistung des Kühlgeräts (gemäß KühlgeräteKennlinienfeld) nicht überschreiten.
- Der Aufstellungsort eines Kühlgeräts sollte möglichst frei von starkem Schmutz sein.
- Der Schaltschrank muss abgedichtet sein, um ein Eindringen von Umgebungsluft zu verhindern.
- Die niedrigste Schaltschrank-Innentemperatur ist nicht die beste. Der voreingestellte Wert (35 °C) ist ein guter Kompromiss zwischen Lebensdauer und Kondensatanfall.
- Der Einsatz von Türpositionsschaltern verhindert einen Kühlbetrieb bei offenen Türen und damit eine übermäßige Kondensatbildung.
- Der Abstand der Kühlgeräte zueinander bzw. zur Wand sollte mindestens 200 mm betragen.
- Kühlgeräte sind mit Filtermatten auszustatten, wenn die Umgebungsluft durch Schmutz- oder Staubpartikel stark belastet ist. Bei ölhaltiger Luft sind Metallfiltermatten vorzusehen. Alternativ empfiehlt sich der Einsatz von Kühlgeräten mit schmutzabweisender Nanobeschichtung der Verflüssigerlamellen. Entsprechende Geräte können in der Regel auch bei stark belasteter Umgebungsluft ohne Filtereinrichtung betrieben werden.
- Filtermatten sind regelmäßig zu reinigen bzw. auszutauschen.
- Kondensat sicher abführen. Es sind hierzu die Hinweise in der Betriebsanleitung des jeweiligen Kühlgeräts zu beachten.
- Lüftungsfreiräume ober- und unterhalb der Komponenten vorsehen.
- Zur Vermeidung von Wärmenestern ist eine ausreichende Umströmung der aktiven Komponenten im Schaltschrank sicherzustellen.
- Ausreichend Depots zur Aufnahme von Dokumenten im Schaltschrank vorsehen.
- Komponenten von unten nach oben mit Kühlluft durchströmen.
- Kaltluft nicht gezielt und direkt auf aktive Komponenten richten.
- Bei Komponenten mit Eigenlüftung (Gebläse oder Axiallüfter) auf die Strömungsrichtung achten.