



*Mach mit* **TECHNIK!**

# Herzlich Willkommen

## Hallenklima mit Wärmepumpen

Genau  
mein  
Klima.

**KAMPMANN**

*fünfzig*  
KAMPMANN  
1972 2022

Wer

ist

das

eigentlich ?



# Frank A. Heidrich

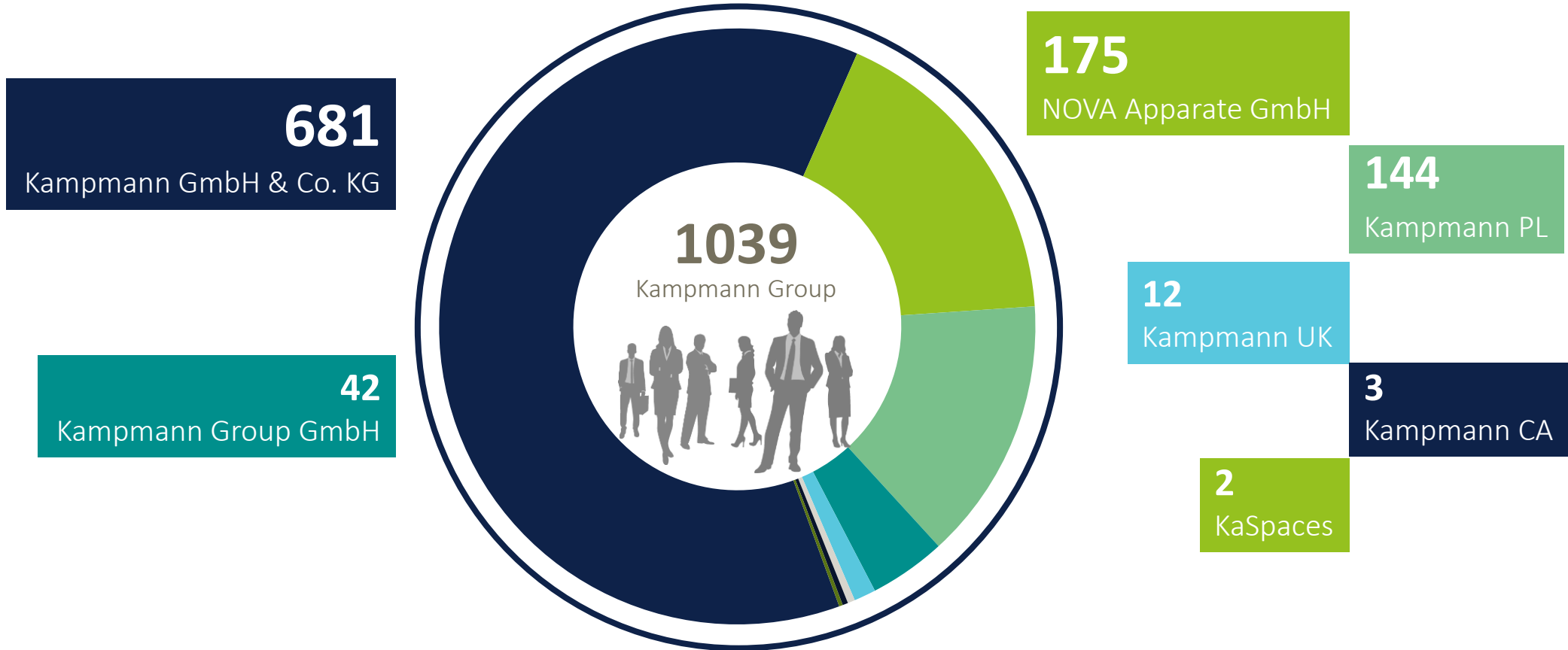
Dipl.-Ing. (FH), Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) – Leiter Key Account Kälte, Klima

# Die Kampmann Group



# Mitarbeiterzahlen

Kampmann Group



# Standort Lingen (Ems)

Verwaltung und Produktion



# Standort Lingen (Ems)

## Forschung- und Entwicklung Center



### Kompetentes Team des FEC

- > Neun Mitarbeiter, davon zwei Physiker und fünf Ingenieure
- > Hinzu kommen dual Studierende, Absolventen die Bachelor- oder Masterarbeiten schreiben

### Schallmesslabor

Hier: Semireflexionsarmer Raum



### Industrieturm

Industrieluftauslässe in 12 m Höhe



### Raumluftströmungslabor

Simulation des Raumklimas



# Standort Lingen (Ems)

## Forschung- und Entwicklung Center



### Systemräume

Produktdemonstrationen im  
Zweiachs- und Dreiachs-Büro



### Industrieturm

Eindringtiefen und Luftverteilung  
in großen Höhen



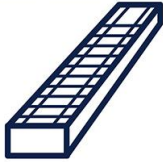
### Hallraum

Sende- und Empfangsraum  
Ergänzung zum schalltoten Messlabor



# Die Produktgruppen

Bodenkanalheizungen



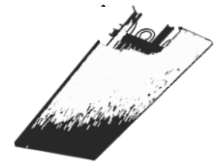
Design Roste



Konvektoren



Kühlsegel



Fan Coils



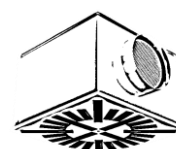
Lufterhitzer



Luftschleier



Luftdurchlässe



Hybrid ECO System



RLT-Geräte



Kaltwassererzeuger



KaControl GLT





# Hallenklima mit Wärmepumpen

Gasbetriebene Systeme sinnvoll  
ersetzen oder ergänzen

Genau  
mein  
Klima.

**KAMPMANN**

# Hintergrund

**HINTERGRUND** Noch höhere Preise drohen

Jetzt noch die Gasheizung austauschen?

WÄRMEPUMPE ALS ERSATZ FÜR ÖL- UND GASHEIZUNG

Was sollten Sie bei den Alternativen zu Ölheizungen und Gasheizungen beachten?

Erneuerbare Energien

Habeck will 500.000 Wärmepumpen jährlich



## RATGEBER

Zur Senkung der Energiekosten

Was tun mit der Öl- oder Gasheizung?

wa.de > Verbraucher

Gasheizungen verboten: Geräte müssen auf lange Sicht ausgetauscht werden

Daten und Prognosen für den Winter

So gut sind wir bereits auf die drohende Gas-Knappheit vorbereitet

# Agenda

## Thema

Hallenklima mit Wärmepumpen - Gasbetriebene Systeme sinnvoll ersetzen oder ergänzen

- Beispielauslegung einer Halle (Niedertemperatur)
- Wärmepumpe
- Regelungstechnik
- Gegenüberstellung Neubau - Bestand
- Torluftschleier – schnelles Einsparpotential

Zusammenfassung / Fazit

# Beispielauslegung zur Hallenheizung

Simulation Hochtemperatur - Niedertemperatur

Genau  
mein  
Klima.

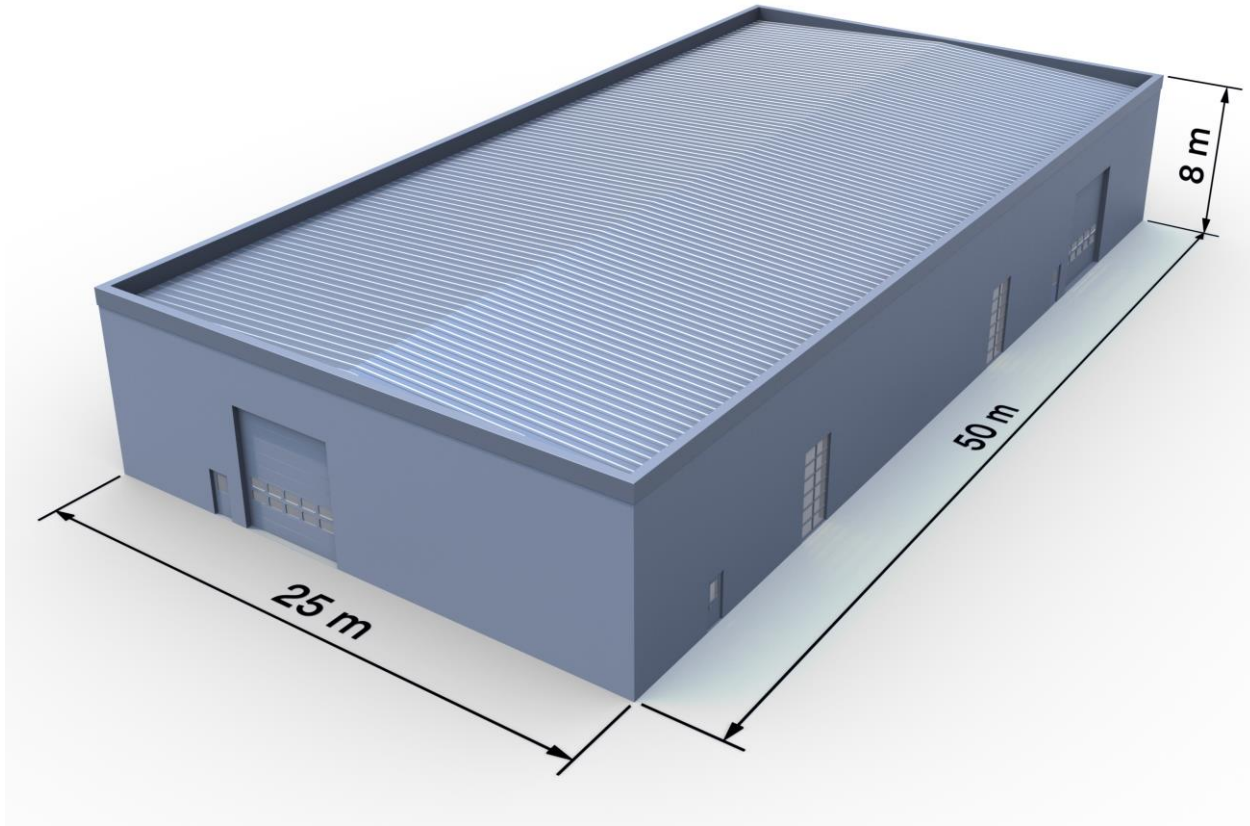
**KAMPMANN**

# Beispielauslegung

## Rahmenbedingungen

### Halle

- Länge 50m
  - Breite 25m
  - Höhe 8m
- 
- Fläche  $1.250\text{m}^2$
  - Volumen  $10.000\text{m}^3$

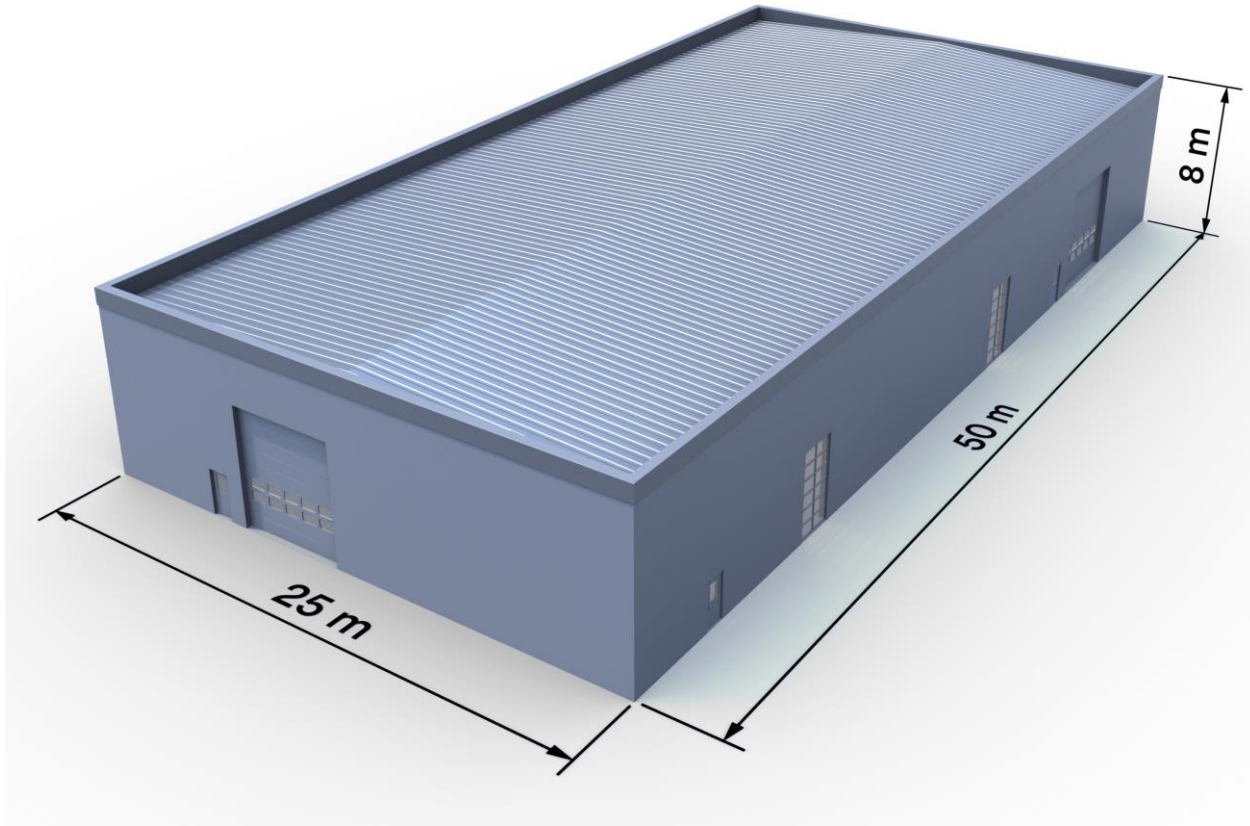


# Beispielauslegung

## Rahmenbedingungen

Wie legen wir die Halle aus?

Wie kommen wir auf die Heizlast?



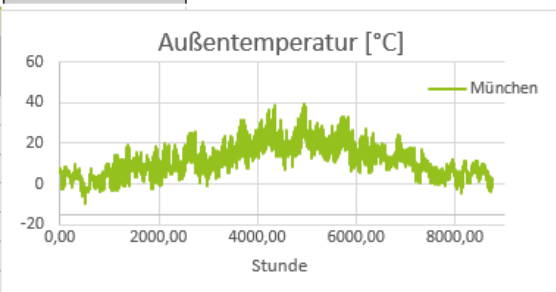
Projektname		CRM Nummer	Datum Auslegung
Simulation 6x 454058			

# Auslegung Heizlast und Wärmebedarf Industriehallen

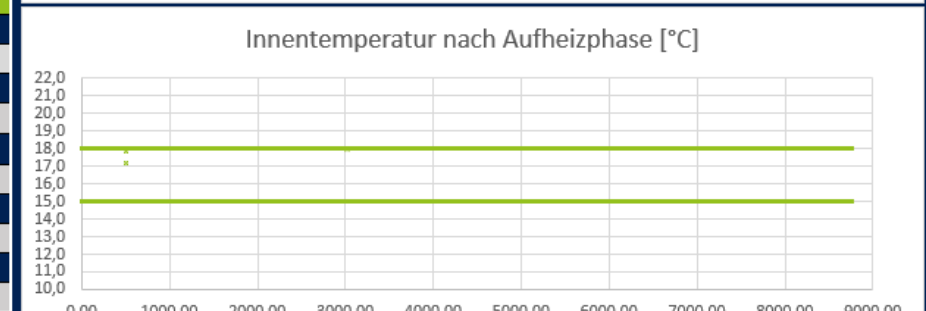
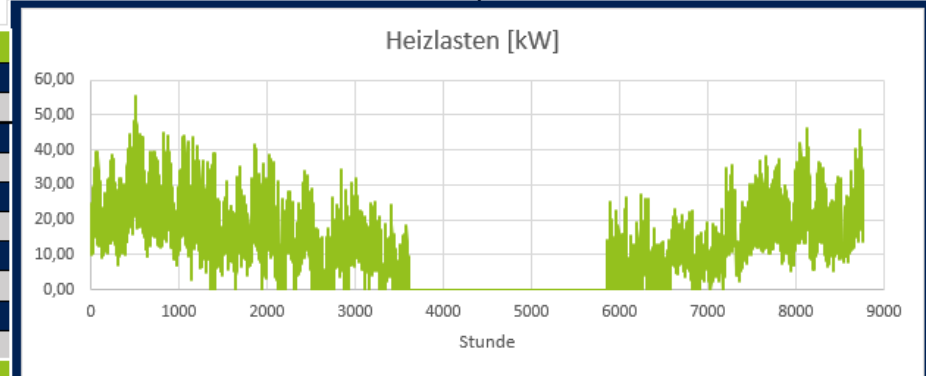
Daten Halle (Flachdach)						
NR	Bauteil	L [m]	B [m]	H [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	U-wert [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
1	Wände	50	25	8	1188	0,23
2	Dach	50	25		1250	0,22
3	Boden	50	25		1250	0,49
4	Tore [Anz] ->	3	3	4	12	2

Hallentemperatur	
Temp. Aufenthaltsbereich Anwesend [°C]	Temp. Aufenthaltsbereich Leer [°C]
18	15
Temp. Unter Decke Anwesend [°C]	Temp. Unter Decke Leer [°C]
19,7	16,7
Temperaturgradient [K/m]	Wiederaufheizen in 2h berücksichtigen? (J/N)
Lufterhitzer mit Warmluftrückführung (0,25 K/m)	n
Torluftschleier	
Sonstige Angaben	
Wingeschwindigkeit auf Tore [m/s]	Boden Adiatat? (J/N)
2,5	N
Öffnungszeit Tore je Betriebsstunde [min]	Infiltration durch Hülle nach 18599
1	Mit RLT Anlage, halbgeschützt stehend
Torluftschleier Protector Single (J/N)	Ort (Daten DWD 2019)
N	München

Heizzeiten			Heiztage	
Uhrzeit	x, wenn Anwesend n, wenn Leer	T [°C]	Wochentag	x, wenn heizen n, wenn leer
1	n	15	Montag	x
2	n	15	Dienstag	x
3	n	15	Mittwoch	x
4	n	15	Donnerstag	x
5	n	15	Freitag	x
6	x	18	Samstag	x
7	x	18	Sonntag	n
8	x	18	Heizstunden / a	5940
9	x	18	<b>Interne Lasten (im Betrieb)</b>	
10	x	18	Bezeichnung	Last [kW]
11	x	18		-4
12	x	18		
13	x	18		
14	x	18		
15	x	18		0
16	x	18	Summe	-4
17	x	18	<b>Sommermonate (mit Heizung =x)</b>	
18	x	18	Apr	x
19	x	18	Mai	x
20	x	18	Jun	n
21	n	15	Jul	n
22	n	15	Aug	n
23	n	15	Sep	x
24	n	15		



Ergebnisse	
Niedrigste Außentemperatur bei Betrieb [°C]	-10,00
Gesamtwärmebedarf [kWh]	97.261
Maximale Heizlast während Aufheizen [kW]	55
Maximale Heizlast nach Aufheizen [kW]	55
Spez. Volumenstrom Torluftschleier [m <sup>3</sup> /(h*m)]	0
Auswirkung verringerte Leistung	
Eingebrachte Leistung bei Betrieb [kW]	52,8
Stunden mit zu wenig Leistung	2
Tage mit Stunden mit zu wenig Leistung	1
Tage mit >2h mit zu wenig Leistung (Aufheizen)	0
Fehlenergie [kWh]	3



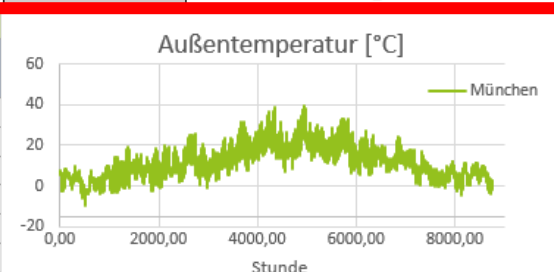
Projektname	CRM Nummer	Datum Auslegung
Simulation 6x 454058		

# Auslegung Heizlast und Wärmebedarf Industriehallen

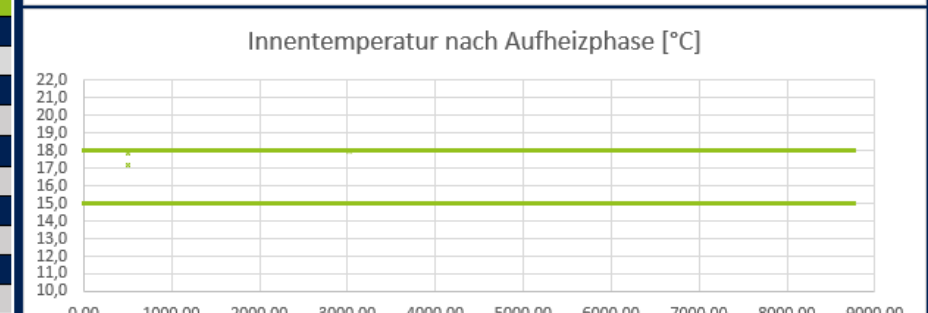
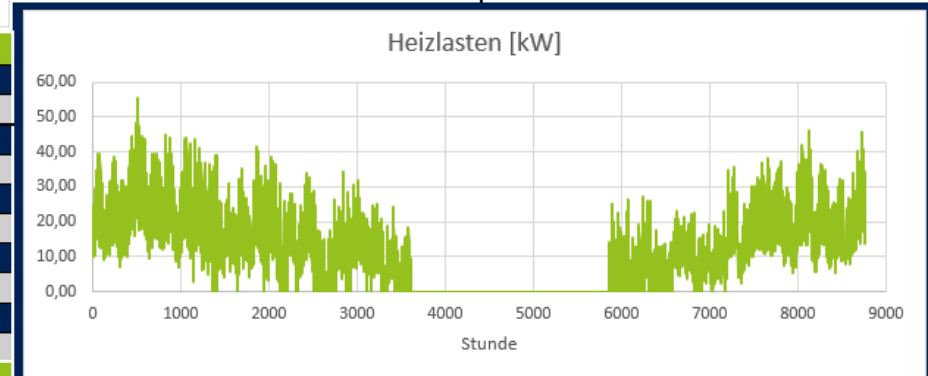
Daten Halle (Flachdach)						
NR	Bauteil	L [m]	B [m]	H [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	U-wert [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
1	Wände	50	25	8	1188	0,23
2	Dach	50	25		1250	0,22
3	Boden	50	25		1250	0,49
4	Tore [Anz] ->	3	3	4	12	2

Hallentemperatur	
Temp. Aufenthaltsbereich Anwesend [°C]	Temp. Aufenthaltsbereich Leer [°C]
18	15
Temp. Unter Decke Anwesend [°C]	Temp. Unter Decke Leer [°C]
19,7	16,7
Temperaturgradient [K/m]	Wiederaufheizen in 2h berücksichtigen? (J/N)
Lufterhitzer mit Warmluftrückführung (0,25 K/m)	n
Torluftschleier	
Sonstige Angaben	
Wingeschwindigkeit auf Tore [m/s]	Boden Adiatat? (J/N)
2,5	N
Öffnungszeit Tore je Betriebsstunde [min]	Infiltration durch Hülle nach 18599
1	Mit RLT Anlage, halbgeschützt stehend
Torluftschleier Protector Single (J/N)	Ort (Daten DWD 2019)
N	München

Heizzeiten			Heiztage	
Uhrzeit	x, wenn Anwesend n, wenn Leer	T [°C]	Wochentag	x, wenn heizen n, wenn leer
1	n	15	Montag	x
2	n	15	Dienstag	x
3	n	15	Mittwoch	x
4	n	15	Donnerstag	x
5	n	15	Freitag	x
6	x	18	Samstag	x
7	x	18	Sonntag	n
8	x	18	Heizstunden / a	5940
9	x	18	Interne Lasten (im Betrieb)	
10	x	18	Bezeichnung	Last [kW]
11	x	18		-4
12	x	18		
13	x	18		
14	x	18		
15	x	18		0
16	x	18	Summe	-4
17	x	18	Sommermonate (mit Heizung =x)	
18	x	18	Apr	x
19	x	18	Mai	x
20	x	18	Jun	n
21	n	15	Jul	n
22	n	15	Aug	n
23	n	15	Sep	x
24	n	15		



Ergebnisse	
Niedrigste Außentemperatur bei Betrieb [°C]	-10,00
Gesamtwärmebedarf [kWh]	97.261
Maximale Heizlast während Aufheizen [kW]	55
Maximale Heizlast nach Aufheizen [kW]	55
Spez. Volumenstrom Torluftschleier [m <sup>3</sup> /(h*m)]	0
Auswirkung verringerte Leistung	
Eingebrachte Leistung bei Betrieb [kW]	52,8
Stunden mit zu wenig Leistung	2
Tage mit Stunden mit zu wenig Leistung	1
Tage mit >2h mit zu wenig Leistung (Aufheizen)	0
Fehlenergie [kWh]	3

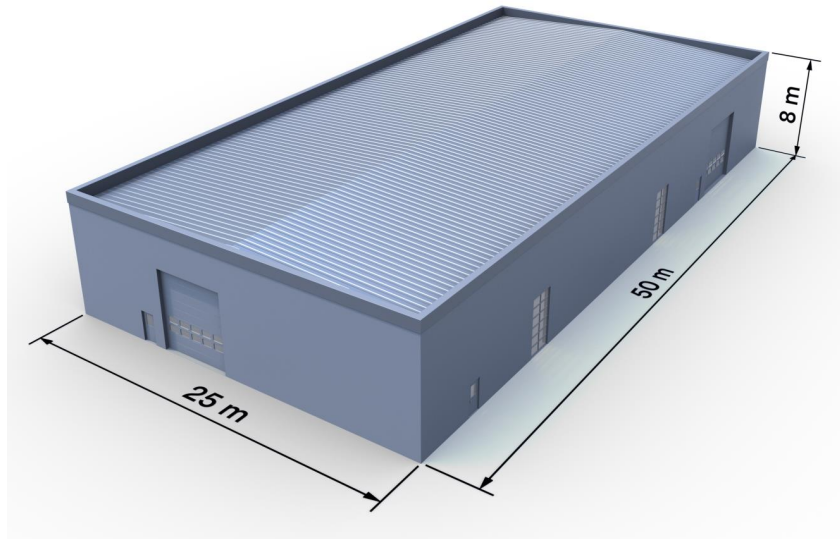




# Hallenheizungstool

## Auslegung der Halle

Projektname		CRM Nummer	Datum Auslegung	Auslegung		
Simulation 6x 454058						
Daten Halle (Flachdach)						
NR	Bauteil	L [m]	B [m]	H [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	U-wert [W/(m <sup>2</sup> ·K)]
1	Wände	50	25	8	1188	0,23
2	Dach	50	25		1250	0,22
3	Boden	50	25		1250	0,49
4	Tore [Anz] ->	3	3	4	12	2



# Hallenheizungstool

## Festlegung der Heizzeiten

Heizzeiten			Heiztage	
Uhrzeit	x, wenn Anwesend n, wenn Leer	T [°C]	Wochentag	x, wenn heizen n, wenn leer
1	n	15	Montag	x
2	n	15	Dienstag	x
3	n	15	Mittwoch	x
4	n	15	Donnerstag	x
5	n	15	Freitag	x
6	x	18	Samstag	x
7	x	18	Sonntag	n
8	x	18	Heizstunden / a	5940
9	x	18	Interne Lasten (im Betrieb)	
10	x	18	Bezeichnung	Last [kW]
11	x	18		
12	x	18		
13	x	18		
14	x	18		
15	x	18		0
16	x	18	Summe	-4
17	x	18	Sommermonate (mit Heizung =x)	
18	x	18	Apr	x
19	x	18	Mai	x
20	x	18	Jun	n
21	n	15	Jul	n
22	n	15	Aug	n
23	n	15	Sep	x
24	n	15		

# Hallenheizungstool

Temperaturen, Torschleier, sonstiges

Hallentemperatur	
Temp. Aufenthaltsbereich Anwesend [°C]	Temp. Aufenthaltsbereich Leer [°C]
18	15
Temp. Unter Decke Anwesend [°C]	Temp. Unter Decke Leer [°C]
19,7	16,7
Temperaturgradient [K/m]	Wiederaufheizen in 2h berücksichtigen? (J/N)
Luftherhitzer mit Warmluftrückführung (0,25 K/m)	n
Torluftschleier	Sonstige Angaben
Wingeschwindigkeit auf Tore [m/s]	Boden Adiabat? (J/N)
2,5	N
Öffungszeit Tore je Betriebsstunde [min]	Infiltration durch Hülle nach 18599
1	Mit RLT Anlage, halbgeschützt stehend
Torluftschleier Protector Single (J/N)	Ort (Daten DWD 2019)
N	München

# Hallenheizungstool

## Ergebnisse

Ergebnisse	
Niedrigste Außentemperatur bei Betrieb [°C]	
-10,00	
Gesamtwärmebedarf [kWh]	
97.261	
Maximale Heizlast während Aufheizen [kW]	
55	
Maximale Heizlast nach Aufheizen [kW]	
55	
Spez. Volumenstrom Torluftschleier [m³/(h*m)]	
0	
Auswirkung verringerte Leistung	
Eingebrachte Leistung bei Betrieb [kW]	
52,8	
Stunden mit zu wenig Leistung	
2	
Tage mit Stunden mit zu wenig Leistung	
1	
Tage mit >2h mit zu wenig Leistung (Aufheizen)	
0	
Fehlenergie [kWh]	
3	

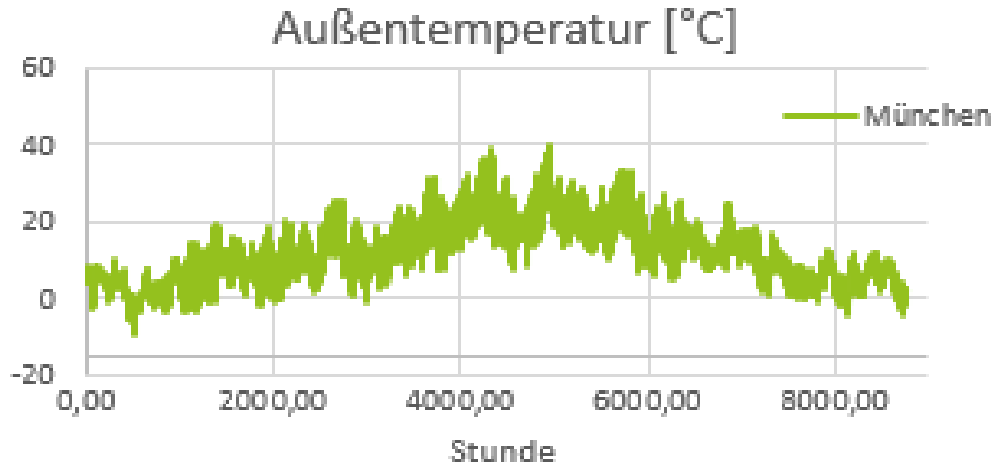
# Hallenheizungstool

## Ergebnisse

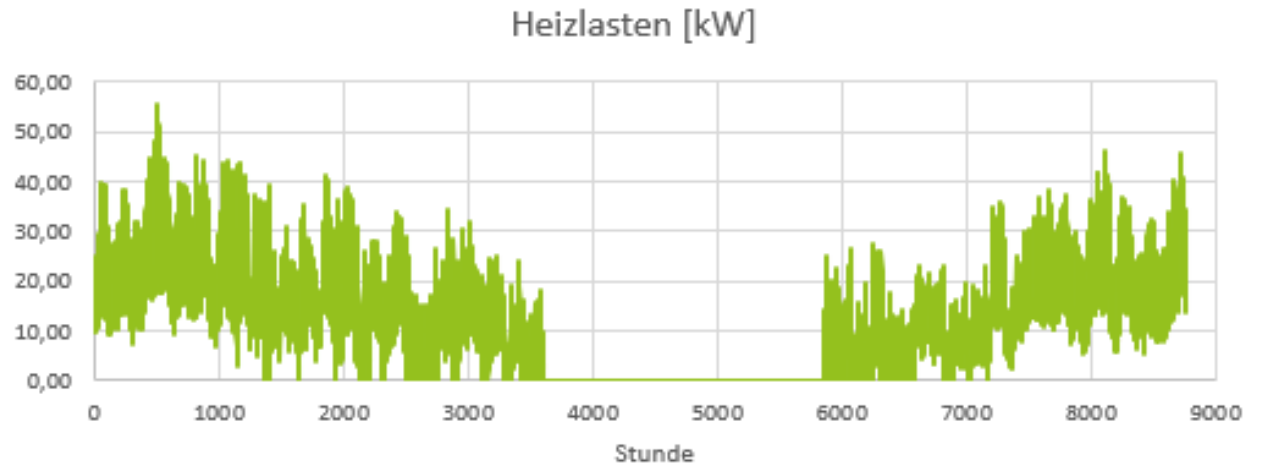
Ergebnisse	
Niedrigste Außentemperatur bei Betrieb [°C]	-10,00
Gesamtwärmebedarf [kWh]	97.261
Maximale Heizlast während Aufheizen [kW]	55
Maximale Heizlast nach Aufheizen [kW]	55
Spez. Volumenstrom Torlutschleier [m³/(h*m)]	0
Auswirkung verringerte Leistung	
Eingebrachte Leistung bei Betrieb [kW]	52,8
Stunden mit zu wenig Leistung	2
Tage mit Stunden mit zu wenig Leistung	1
Tage mit >2h mit zu wenig Leistung (Aufheizen)	0
Fehlenergie [kWh]	3

# Hallenheizungstool

Stundengenaue Heizlastberechnung, Basis DWD



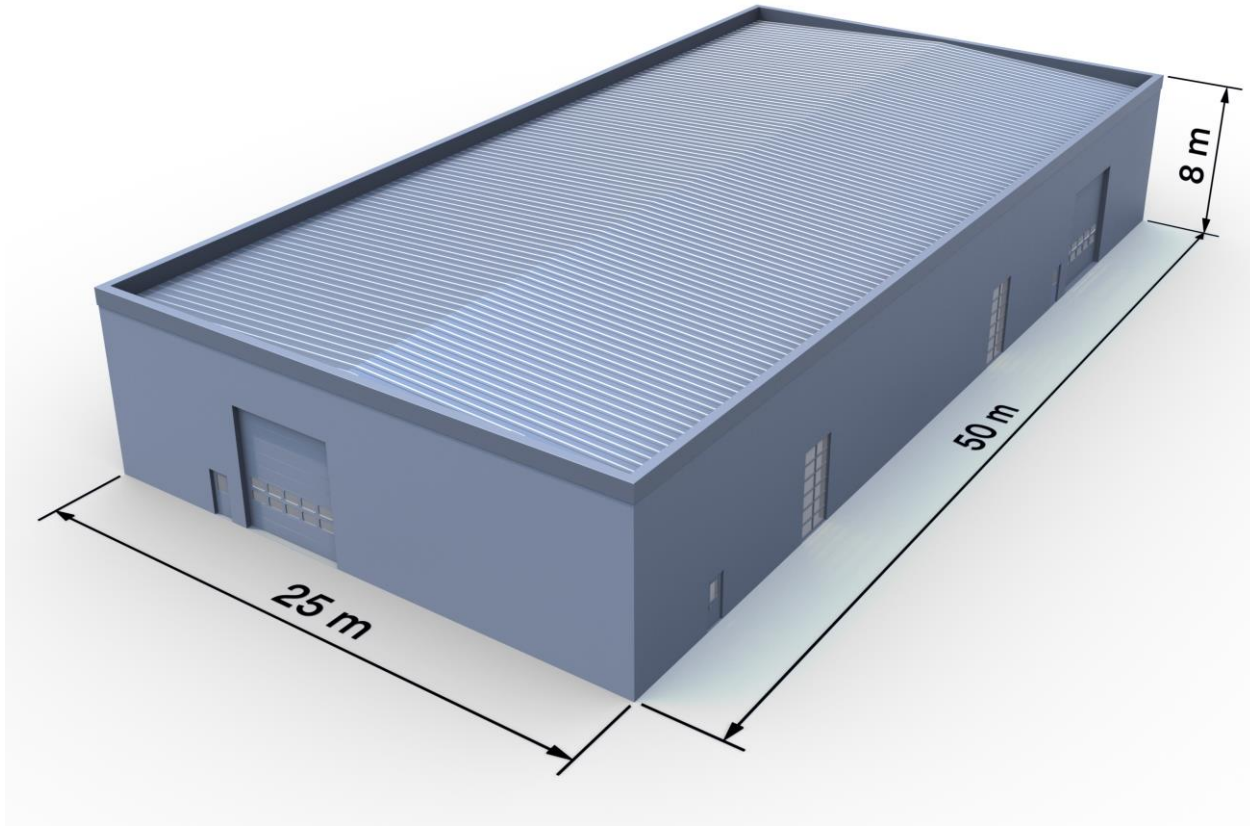
- Einstellen von festen Außentemperaturen laut DIN EN 12831
- oder standortgenauen Wetterdaten vom DWD



# Beispielauslegung

## Rahmenbedingungen

Heizlast laut DIN EN 12831 → ca. 55 kW



# Beispielauslegung

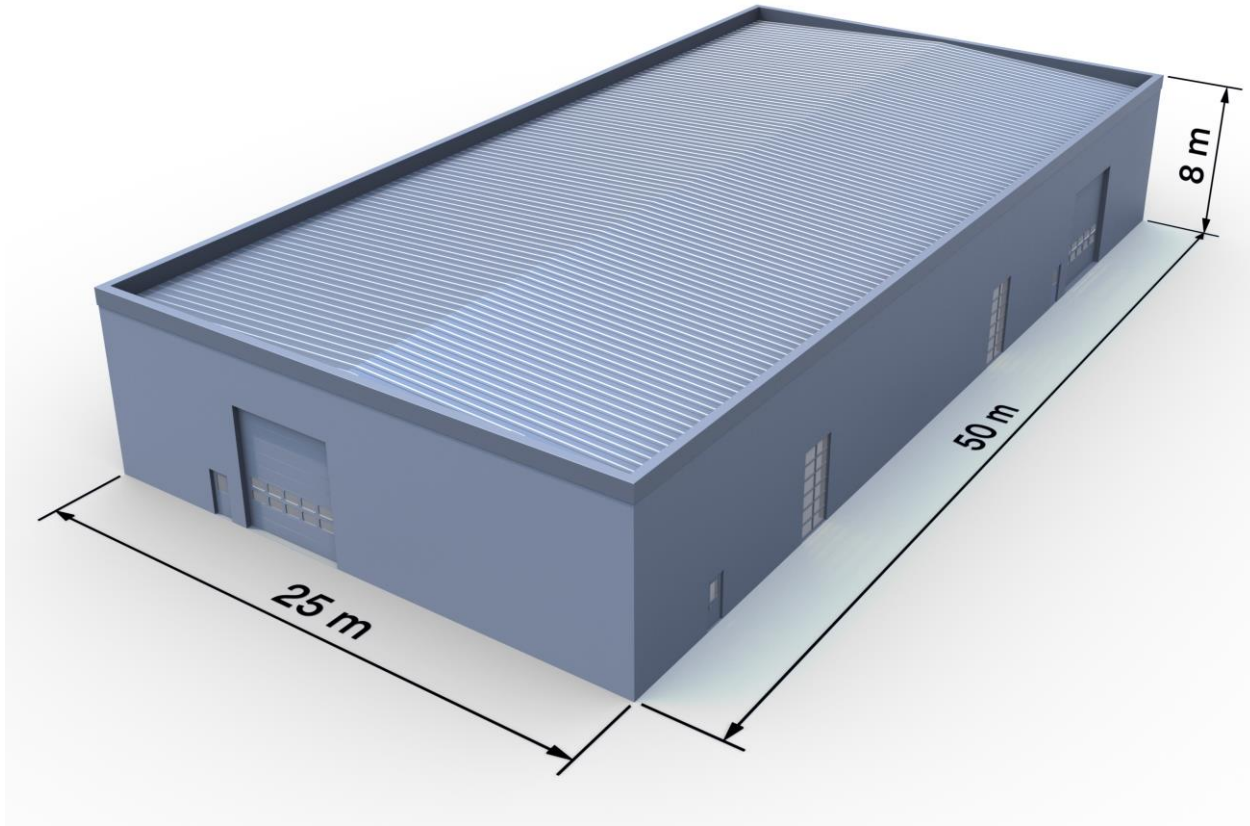
## Rahmenbedingungen

Heizlast laut DIN EN 12831 → ca. 55 kW

In folgenden 2 Simulationen mit den  
Temperaturen:

75/55/18 °C

40/35/18 °C





# Beispielauslegung

Auslegung mit 75/55/18°C

Heizlast 55 kW

Auswahl der Luftheritzer

## Ergebnis:

- 3 Stück à 18,9 kW bei 6,5 V
- Baugröße 5 (454058)
- = 56,7 kW Heizleistung

Luftheritzer  
**KAMPMANN**  
TOP  
Artikel-Nr.: 153000454058

Baugröße: 5  
Ausführung Wärmetauscher: Kupfer/Aluminium  
Wärmetauscherleistung: hoch, Wärmetauscher...  
Ausführung Ventilator: EC-Ventilator, 230 V, ...  
Regelungsvariante: elektromechanisch  
Zubehörartikel: KaMAX - vertikal

Passen Sie die Werte schnell & einfach über die Dropdowns Ihren Wünschen an.

Listenpreis  
2.375,00 €  
zzgl. 19% MwSt.

Vorlauftemperatur (°C)

Rücklauftemperatur (°C)

Luft Eintrittstemperatur (°C)

## Ergebnis unter Berücksichtigung Zubehör

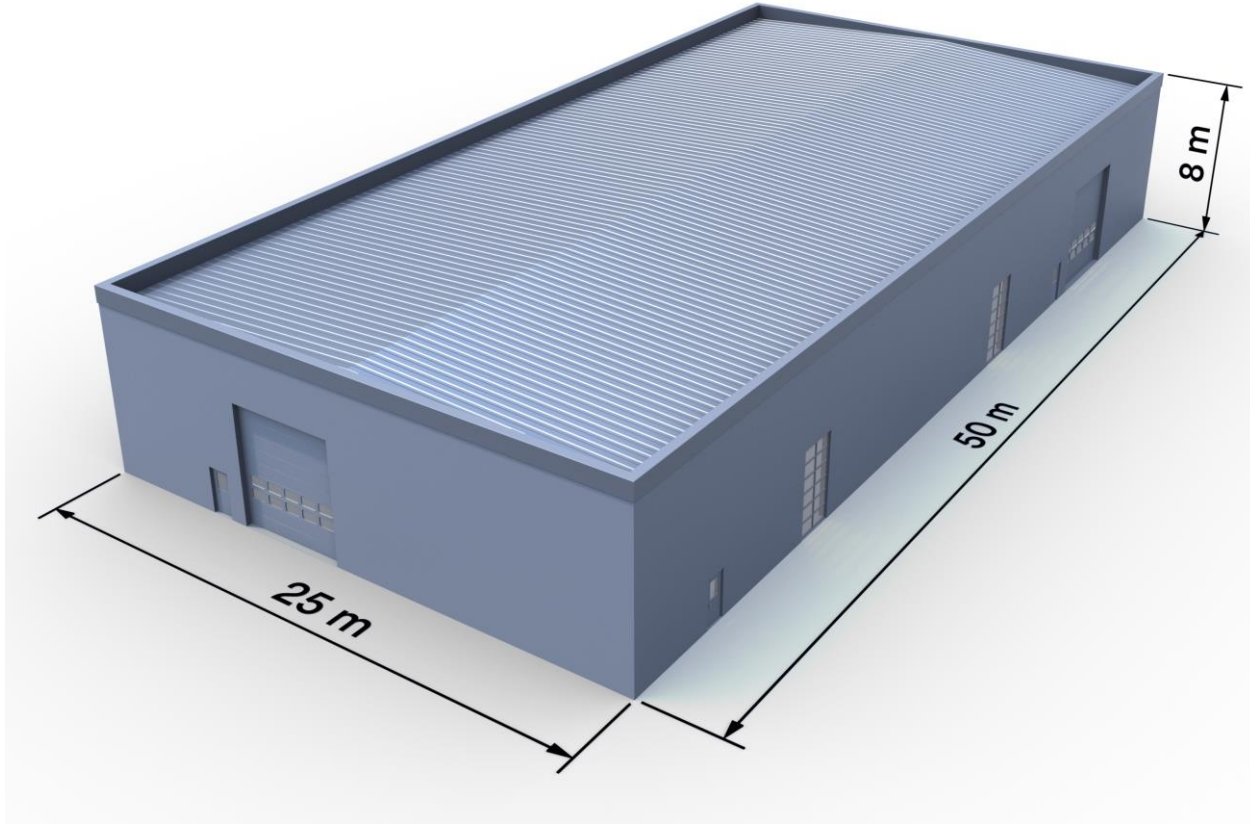
Steuerspannung [V]	10	8	6	4	2
Luftvolumenstrom [m³/h]	3.550	2.780	1.940	1.110	240
Leistungsaufnahme [W]	400	208	88	20	10
Stromaufnahme [A]	1,8	0,9	0,4	0,2	0,1
Schalldruckpegel [dB(A)]	61	55	47	36	23
Schalleistungspegel [dB(A)]	77	71	63	52	39
Wärmeleistung [kW]	29,5	23,8	17,3	10,7	3,7
Luftaustrittstemperatur [°C]	43,2	44,0	45,1	47,5	48,5
Wasservolumenstrom [m³/h]	1,30	1,00	0,70	0,50	0,20
Wasserwiderstand [kPa]	10,1	6,82	3,86	1,62	0,23
Maximale Montagehöhe bei Deckenmontage [m]	8,1	6,8	5,2	3,4	2,3

# Beispielauslegung

Auslegung mit 75/55/18

Heizlast 55 kW

Auswahl der Lufterhitzer  
= 56,7 kW Heizleistung

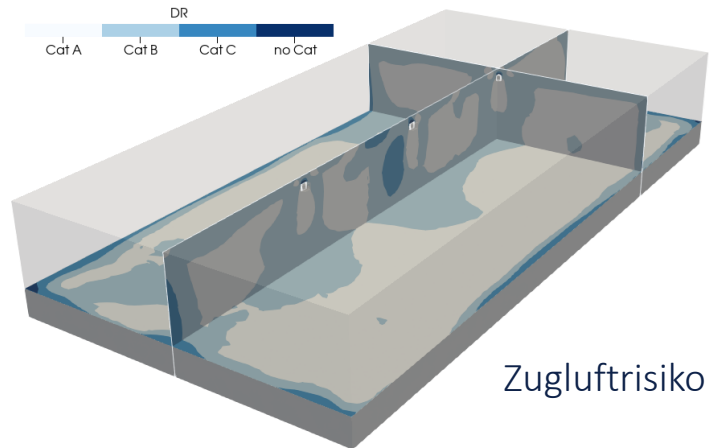
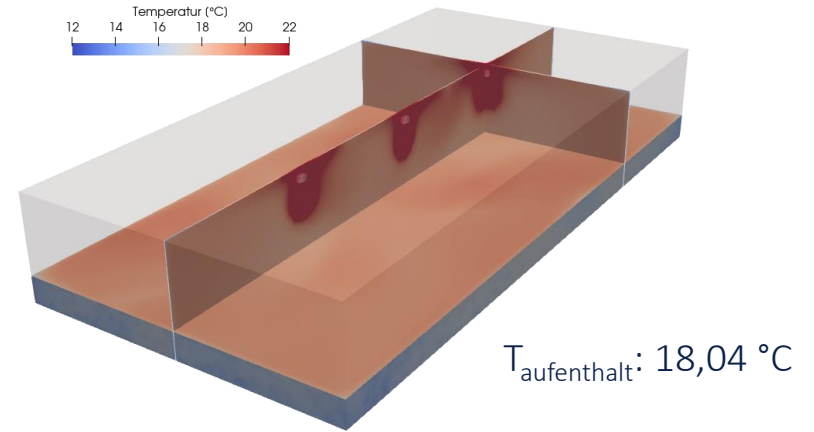


# Beispielauslegung

Auslegung mit 75/55/18°C

Verifizierung der Daten mittels CFD Simulation

- Gleichmäßige Anordnung der Luftherhitzer
- Zieltemperatur im Aufenthaltsbereich wird erreicht
- Kein Zugluftisiko im Aufenthaltsbereich nach DIN EN ISO 7730
- Hohe Ausblastemperatur > 45° C

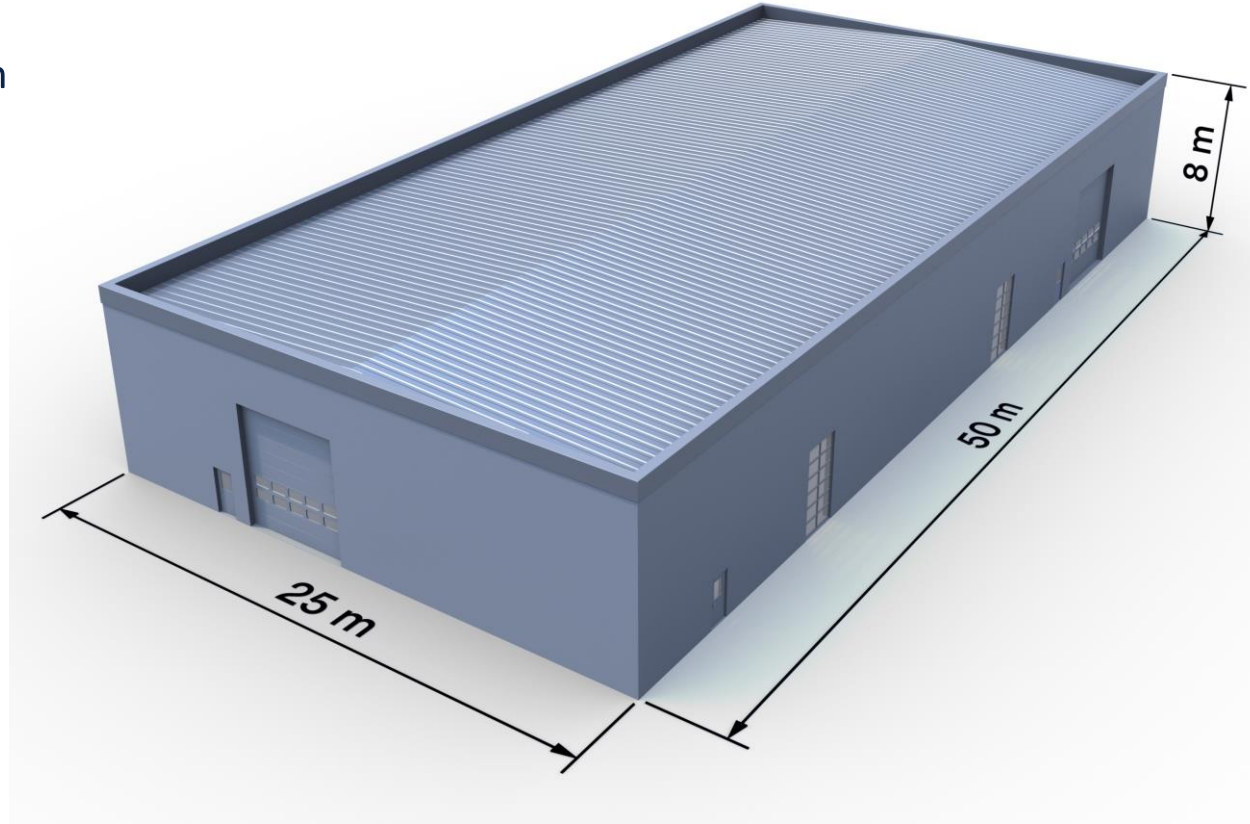


# Beispielauslegung

Auslegung mit 40/35/18°C

Vergleichsauslegung im Niedertemperaturbereich

- Systemtemperaturen 40/35/18°C
- Auslegung nach Heizlast



# Beispielauslegung

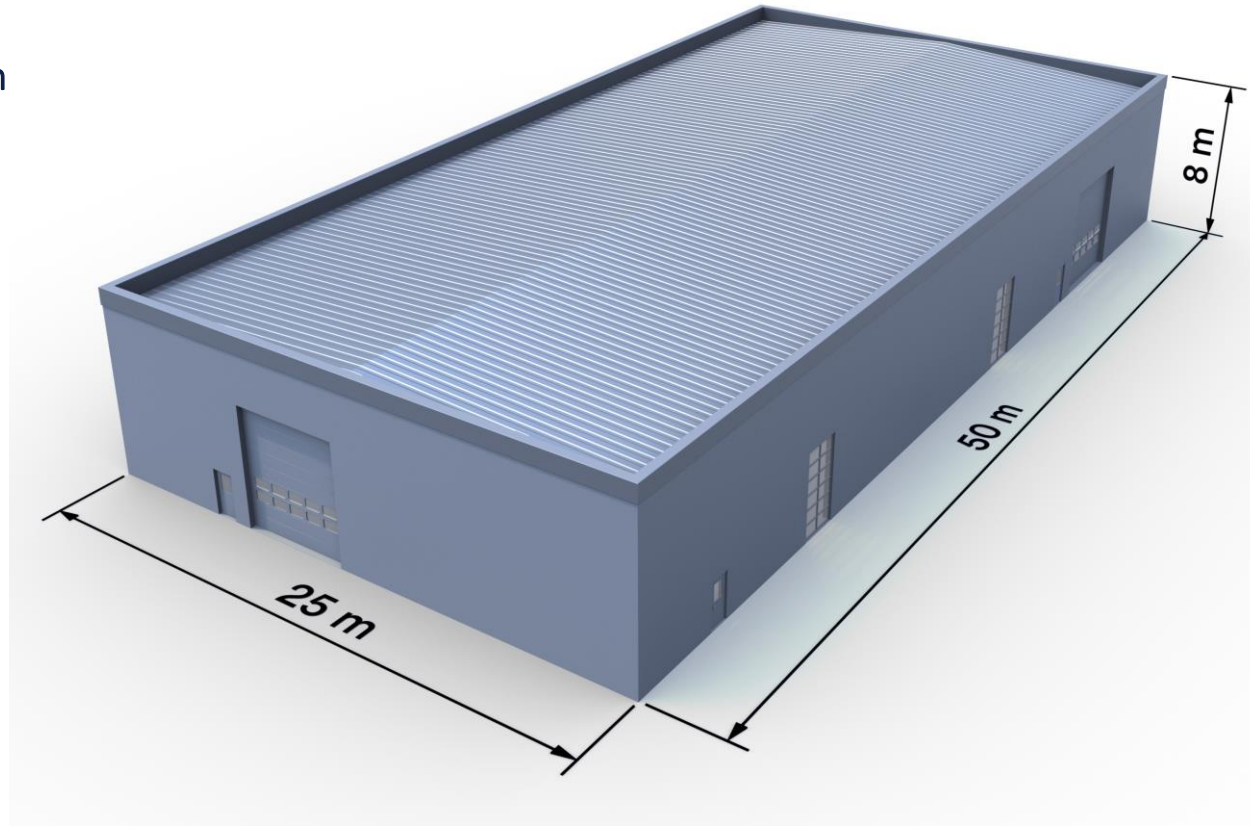
Auslegung mit 40/35/18

Vergleichsauslegung im Niedertemperaturbereich

- Systemtemperaturen 40/35/18
- Auslegung nach Heizlast

**Ergebnis:**

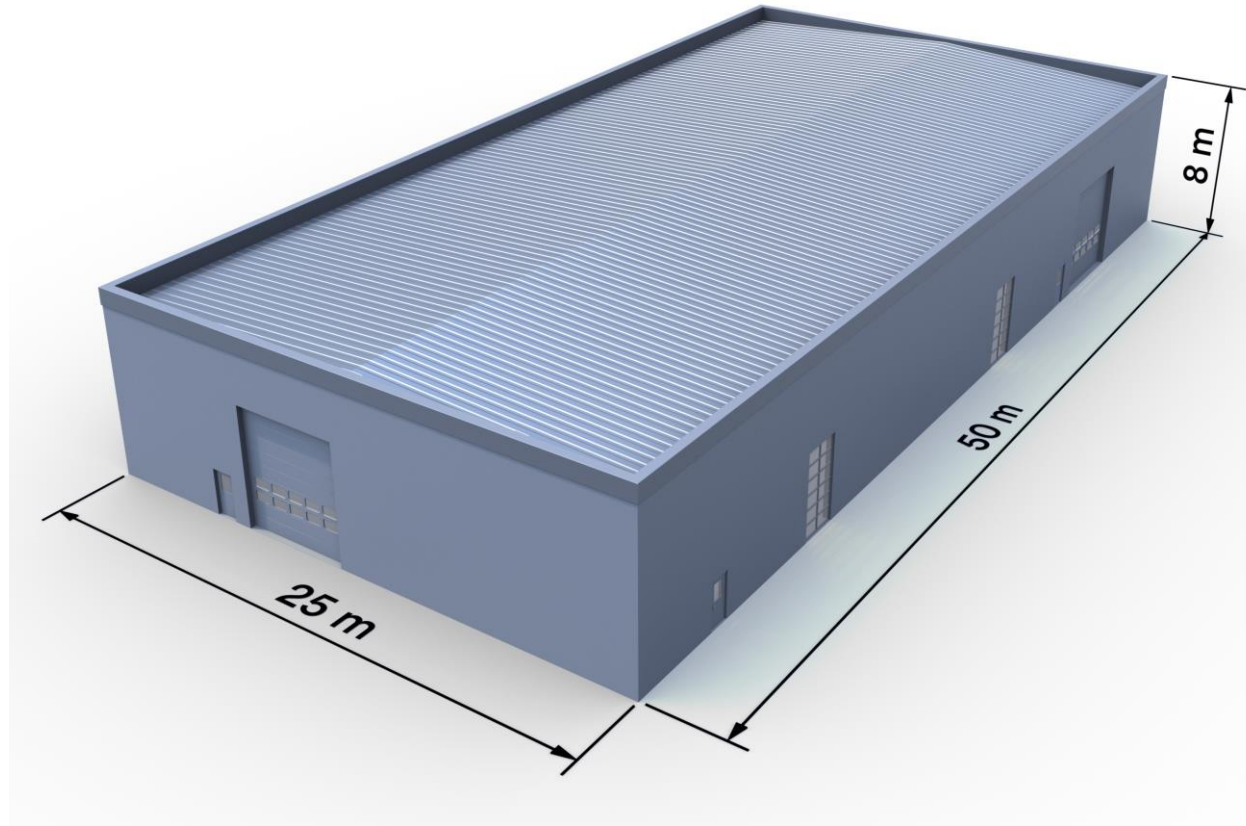
6 Stück à 8,8 kW bei 6,8 V  
Baugröße 5 (454058)  
= 52,8 kW Heizleistung



# Beispielauslegung

Auslegung mit 40/35/18°C

- Heizlast 55 kW
- Auswahl der Lufterhitzer  
= 52,8 kW Heizleistung

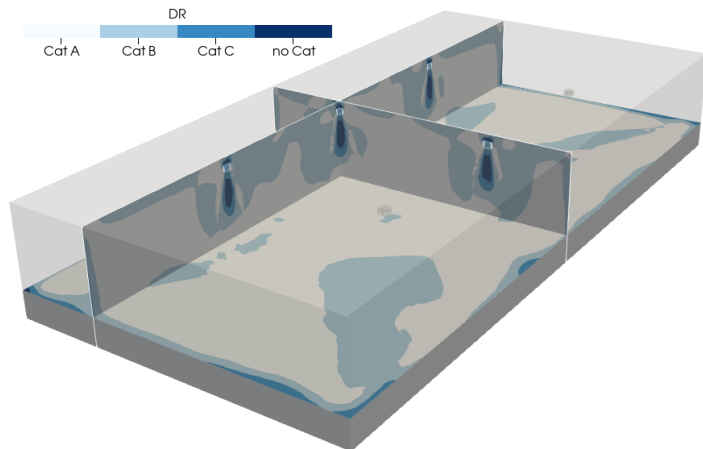
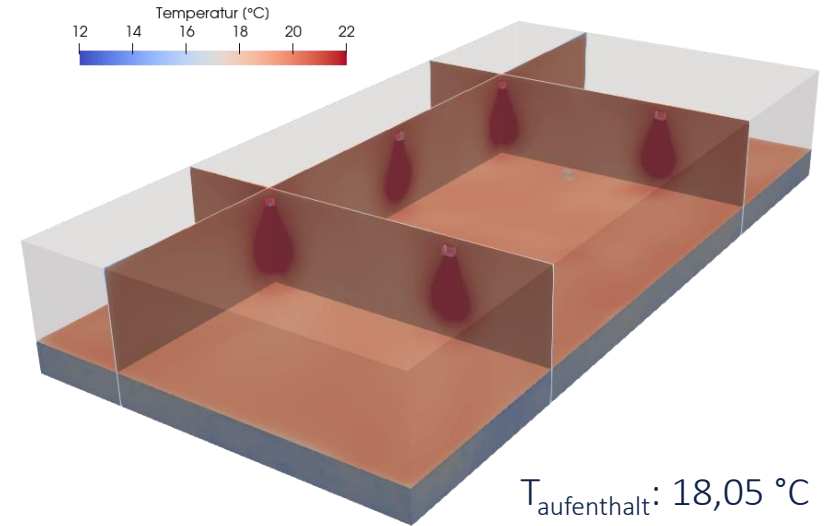


# Beispielauslegung

Auslegung mit 40/35/18

Verifizierung der Daten mittels CFD Simulation:

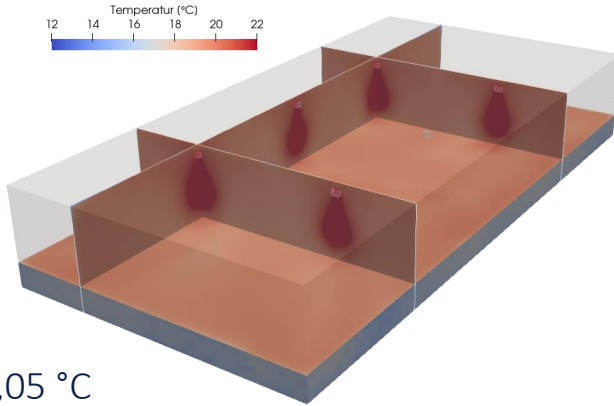
- Zieltemperatur im Aufenthaltsbereich wird erreicht
- Gleichmäßige Anordnung der Lufterhitzer
- Kein Zugluftrisiko im Aufenthaltsbereich nach DIN EN ISO 7730
- Moderate Ausblastemperatur < 30°C
- Kaum nennenswerte Warmluftpolster im Deckenbereich
- Gleichmäßige Durchströmung der Halle



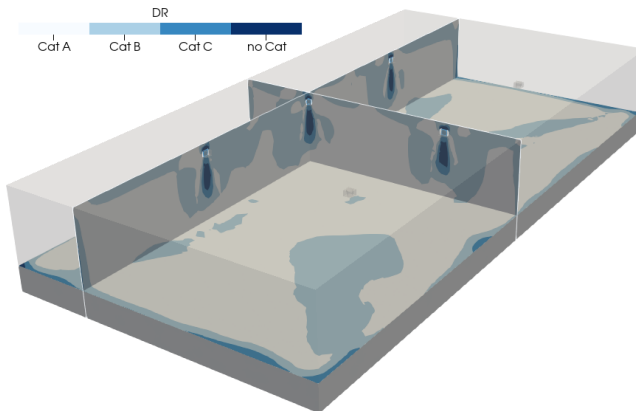
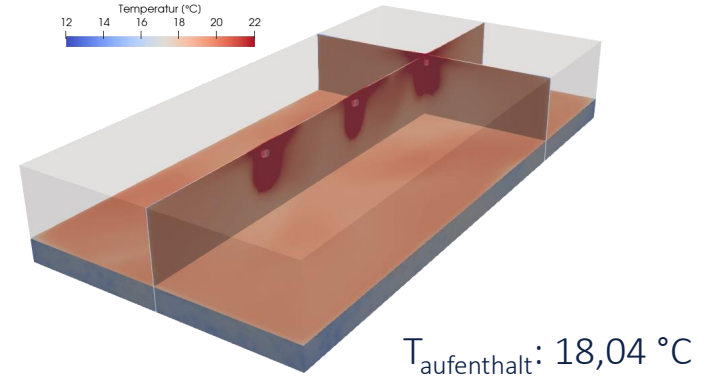
# Beispielauslegung

Gegenüberstellung Niedertemperatur vs. Hochtemperatur

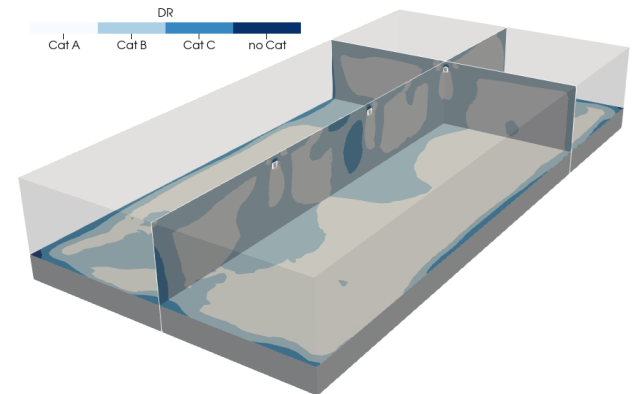
Systemtemperaturen 40/35/18°C



Systemtemperaturen 75/55/18°C



Zugluftrisiko





# Richtwerte zur Auslegung von Lufterhitzern

Luftumwälzung

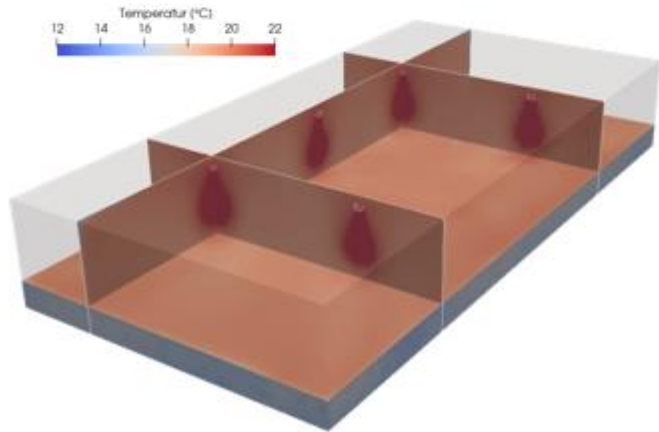
Luftausblastemperatur

Genau  
mein  
Klima.

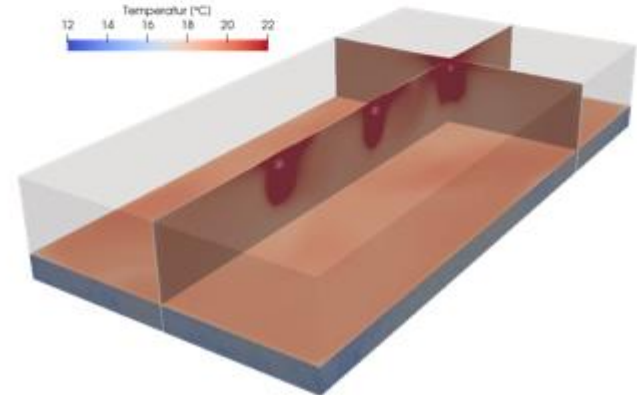
**KAMPMAN**

# Luftumwälzung

Warmluftpolster bei NT-Lufterhitzer

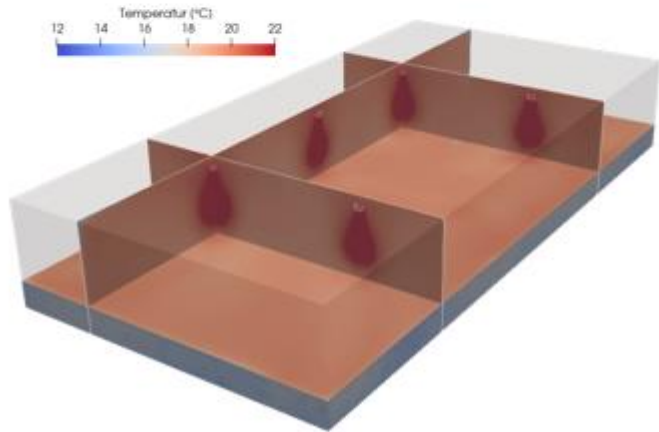
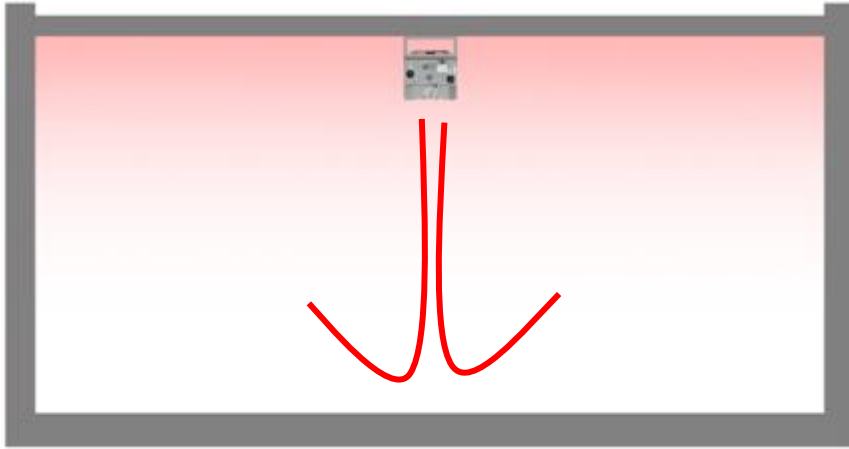


Warmluftpolster bei HT-Lufterhitzer

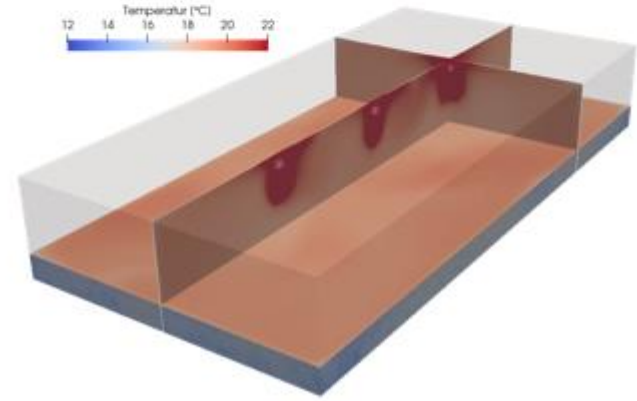
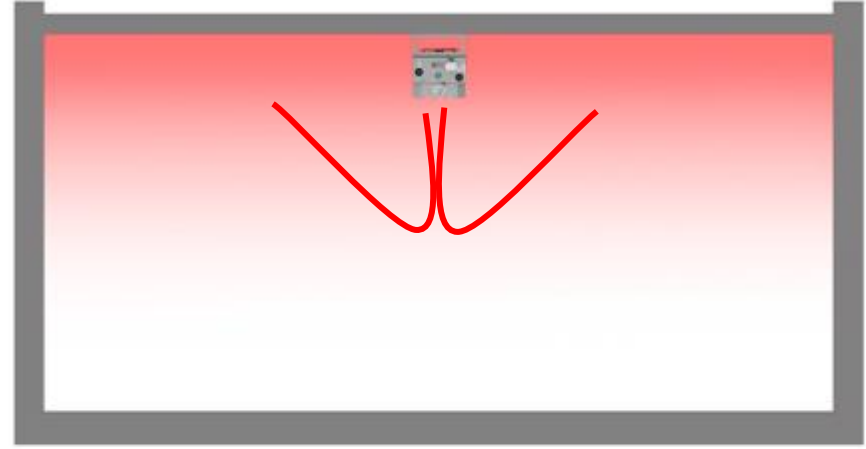


# Luftumwälzung

Warmluftpolster bei NT-Lufterhitzer



Warmluftpolster bei HT-Lufterhitzer



# Luftumwälzung

Warmluftpolster bei NT-Lufterhitzer



Warmluftpolster bei HT-Lufterhitzer



Die tatsächlichen Luftumwälzraten können im Niedertemperaturbereich geringer ausfallen.

# Fazit

- Luftumwälzung im NT Bereich wird erreicht  
Auslegung erfolgt nach Heizlast.  
Aufgrund der geringeren NT-Leistung steigt die Geräteanzahl
- Kein Zugluftrisiko bei  $< 40^{\circ}\text{C}$  Luftausblastemperatur  
bei Verwendung des richtigen Luftauslasses z.B. Kampmann KaMax einsetzen



# Wärmepumpen für die Beispielhalle

Genau  
mein  
Klima.

**KAMPMAN**

# Übersicht Portfolio Wärmepumpen

Luft-Wasser Wärmepumpen, Anwendungsgebiet Industriehallen



Heizleistung (AT7)*	6,26-30,8 kW	24,7-95,7 kW	225-684 kW
Heizleistung (AT-15)*	2,93-16,2 kW	11,7-53,9 kW	135-417 kW
Heizbetrieb min. AT	-25°C	-15°C	-10°C (-15 bei 40°C)
Anzahl Lufterhitzer	1	2-6	

\* bei Wasseraustritt 40,0°C, dT 5K

# Anzahl Wärmepumpen

## Vor- und Nachteile

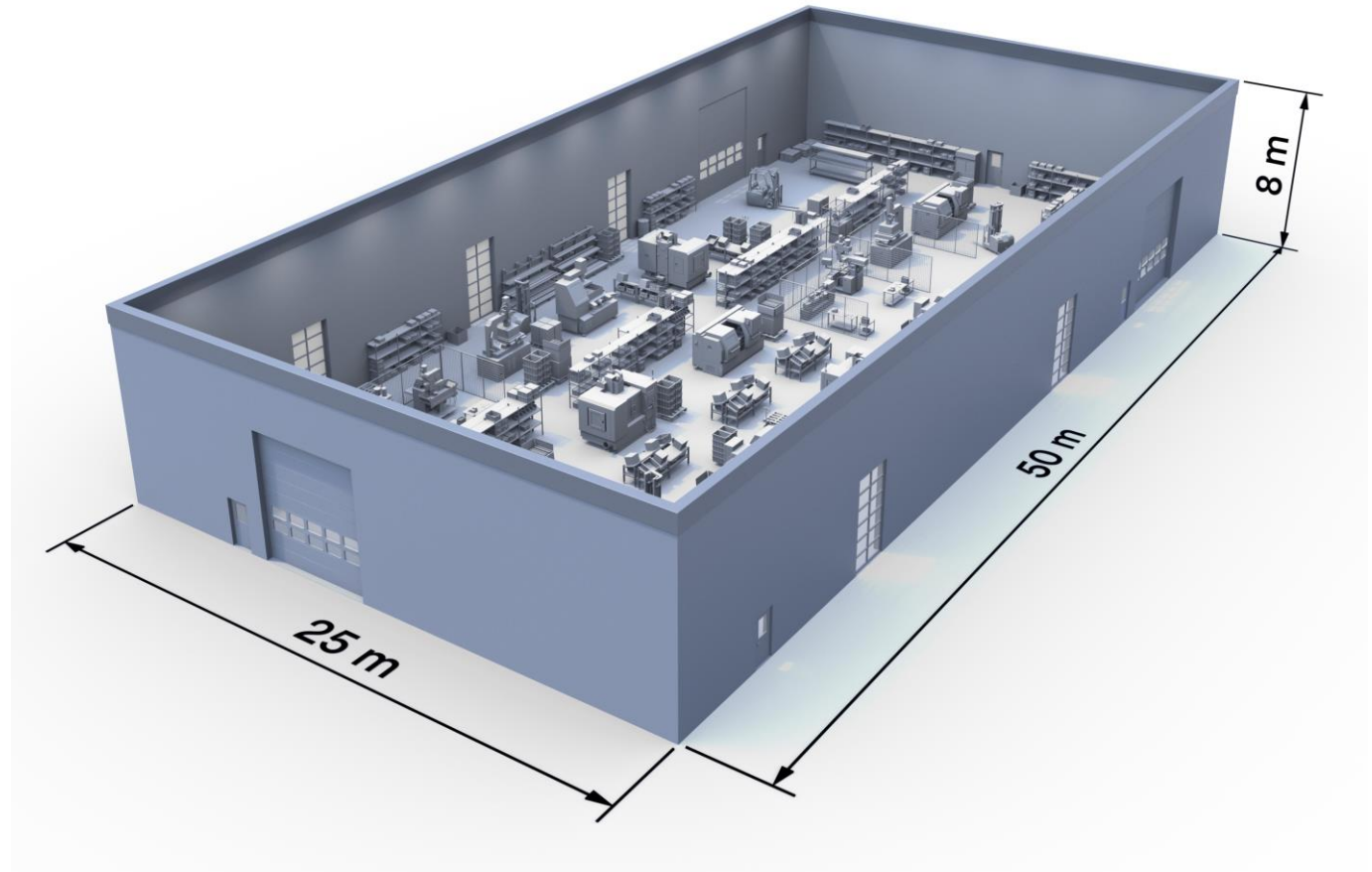
			
	<b>A: Ein Lufterhitzer je Wärmepumpe</b>	<b>B: 2-3 LH je WP, mehrere WP je Halle</b>	<b>C: Eine zentrale WP je Halle</b>
<b>Vorteile</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kurze Rohrleitungslängen</li><li>• Zeitlich versetzte Abtauintervalle</li><li>• Geringere punktuelle Dachlasten</li><li>• Redundanz bei Störungen</li><li>• Keine Dichtigkeitskontrollen nötig</li><li>• Reduzierte Kältemittelmenge je Anlage</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Identisch zu Variante A</li><li>• Geringere Anzahl Dachdurchführung</li><li>• Geringere Anzahl Wartungen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nur eine Dachdurchführung</li><li>• Nur eine elektrische Versorgung</li><li>• Nur eine Wartungsstelle</li></ul>
<b>Nachteile</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vielzahl Dachdurchführungen</li><li>• Wartungsaufwand je Gerät</li><li>• Elektrische Versorgung je WP nötig</li><li>• Gerätekosten etwa 10-20% höher als B</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Etwas längere Rohrleitungslängen</li><li>• Ggf. Dichtigkeitskontrolle nötig</li><li>• Elektrische Versorgung je WP nötig</li><li>• Höhere Kosten in der Peripherie als A</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lange Rohrleitungswege in der Halle</li><li>• Abtauung betrifft alle LH gleichzeitig</li><li>• Dichtigkeitskontrolle nötig</li></ul>



# Beispielprojekt

## Auswahl für Hallenprojekt

Heizlast 55 kW nach DIN EN 12831



# Auslegen der Wärmepumpe

## Auswahl für Hallenprojekt

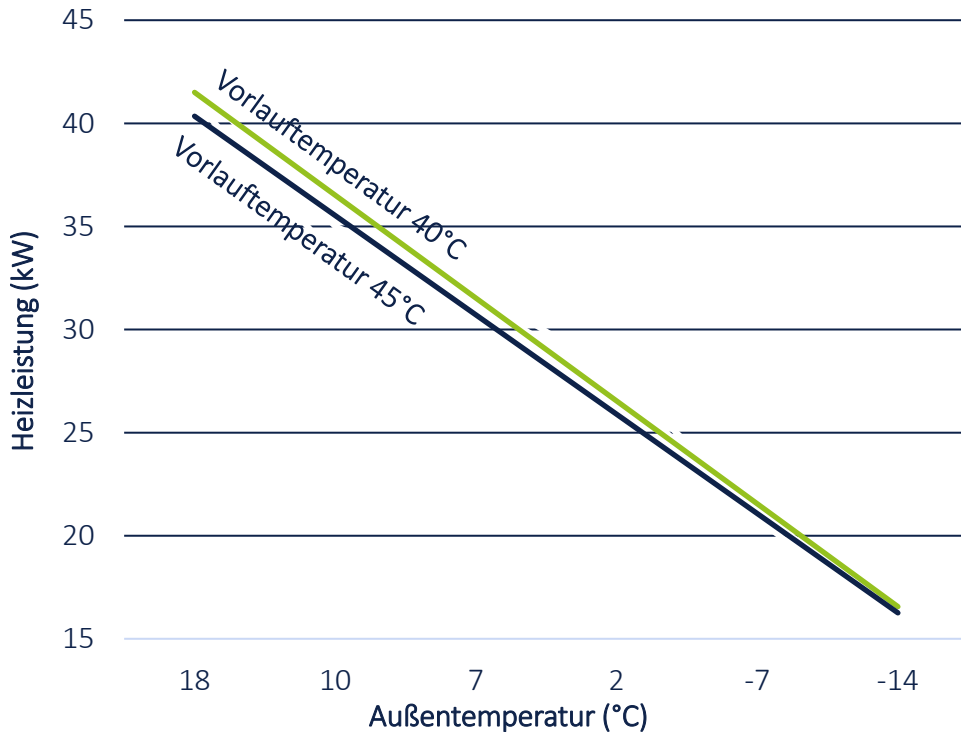


Baugröße	71	141	141	182	402
Heizleistung (AT-10)*	10,6kW	20,4kW	18,6 kW	31,5kW	61,3kW
COP (AT-10)*	2,26	1,88	2,47	2,37	2,25
Anzahl Lufterhitzer	1	2	2	3	6
Benötigte Anzahl Sets	6	3	3	2	1

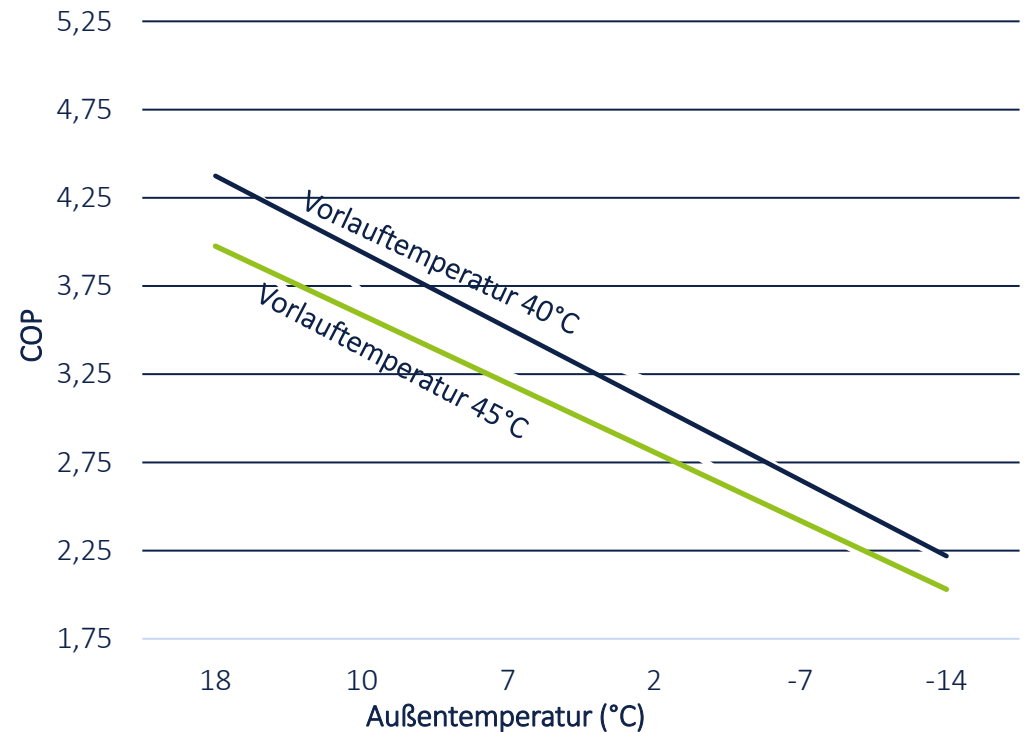
\* bei Wasseraustritt 40°C, dT 5K

# Auswirkung Außentemperatur und Systemtemperatur

## Heizleistung unter Betriebsbedingungen

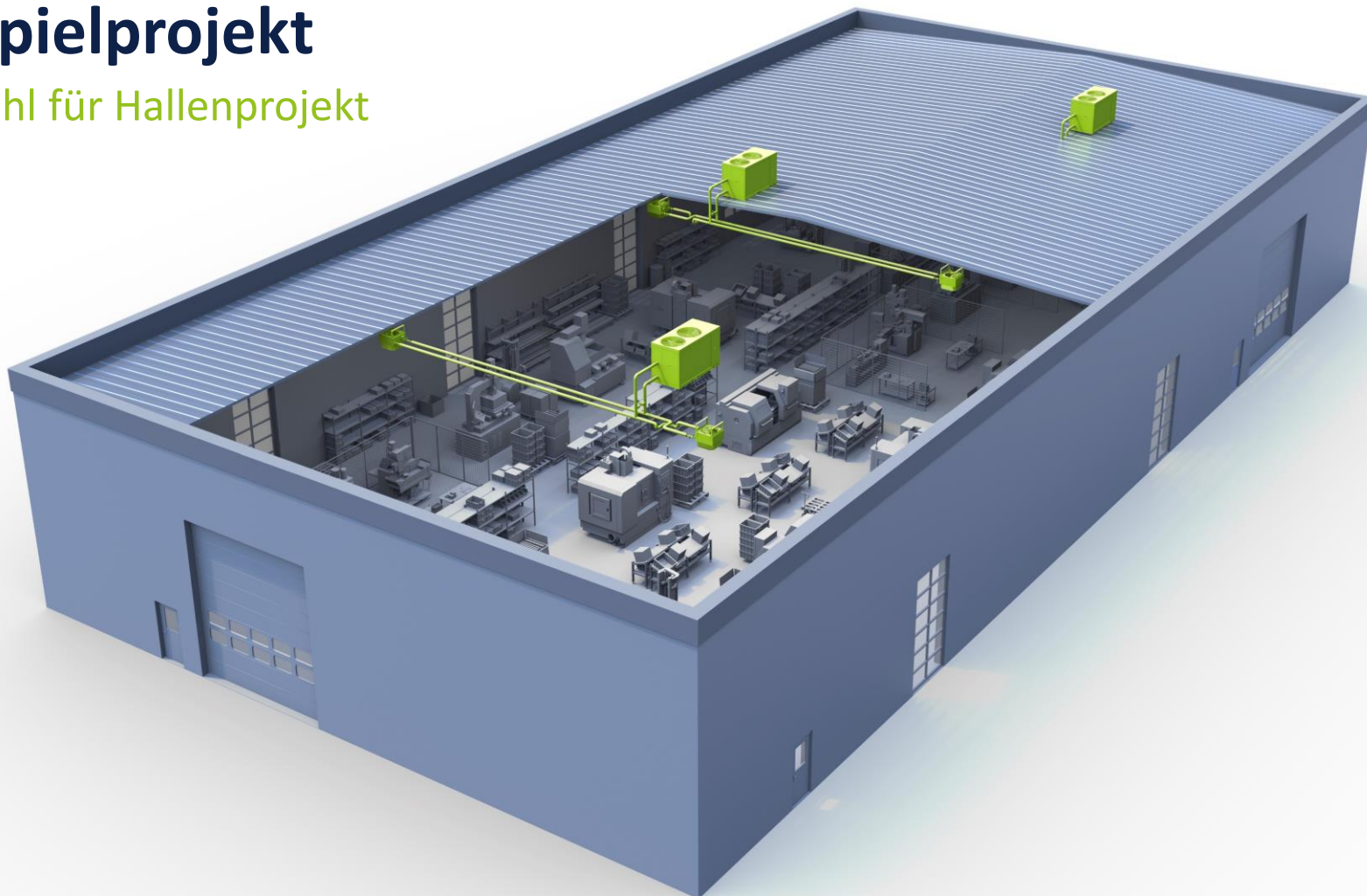


## COP unter Betriebsbedingungen

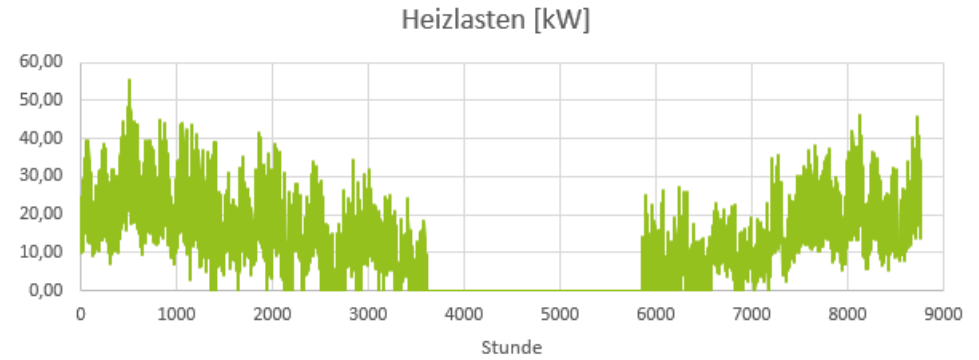
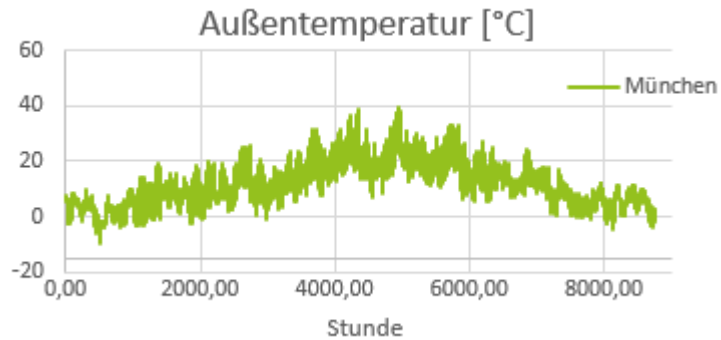


# Beispielprojekt

Auswahl für Hallenprojekt



# Jahresenergieverbräuche und Kosten

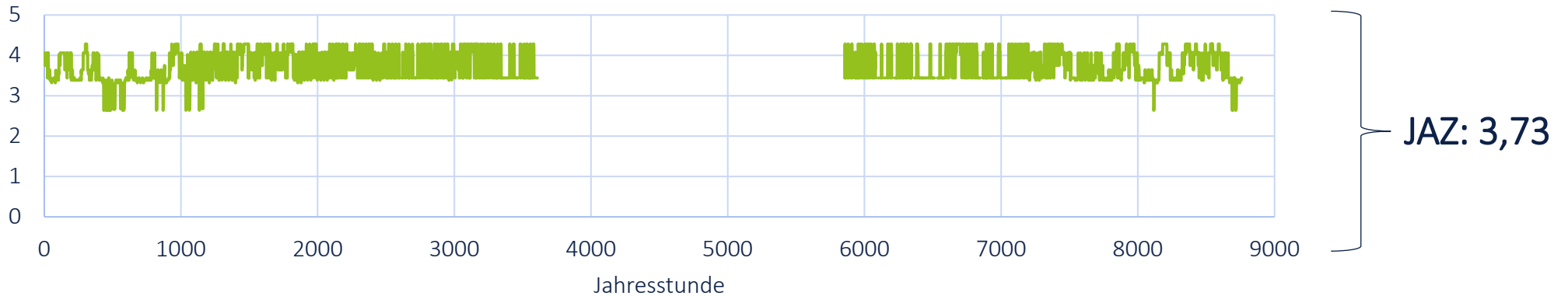


Ergebnisse	
Niedrigste Außentemperatur bei Betrieb [°C]	-10,00
Gesamtwärmebedarf [kWh]	97.261
Maximale Heizlast während Aufheizen [kW]	55
Maximale Heizlast nach Aufheizen [kW]	55

# Jahresenergieverbräuche und Kosten

Beispielprojekt, Heizenergiebedarf im Jahr 97.261 kWh

COP Wärmepumpen



Gas-/Stromkosten Kampmann Lingen

	2022		2021	
	Gasheizung	Wärmepumpe	Gasheizung	Wärmepumpe
Kosten je kWh	0,15 €/kWh	0,30 €/kWh	0,10 €/kWh	0,25 €/kWh
Gesamtkosten	14.589 €/a	8.081 €/a	9.726 €/a	6.734 €/a

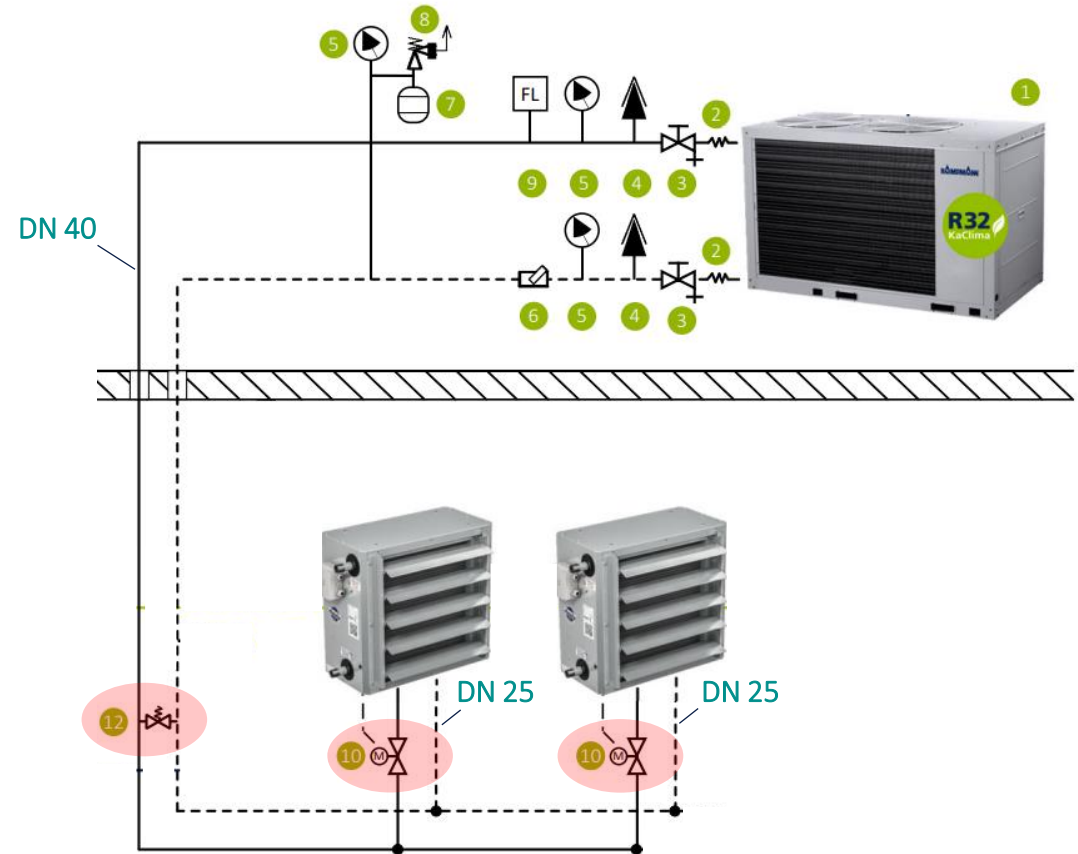
# Systemhydraulik

## Legende:

- 1 Wärmepumpengruppe inkl. Speicher und Pumpe
- 2 Elastische Verbindung
- 3 Absperrventil mit Entleerung
- 4 Luftabscheider
- 5 Manometer
- 6 Schmutzfänger
- 7 Membrandruckausdehnungsgefäß
- 8 Sicherheitsventil
- 9 Strömungswächter
- 10 Thermoelektrisches Absperrventil
- 11 Rücklauftemperaturfühler
- 12 Überströmventil

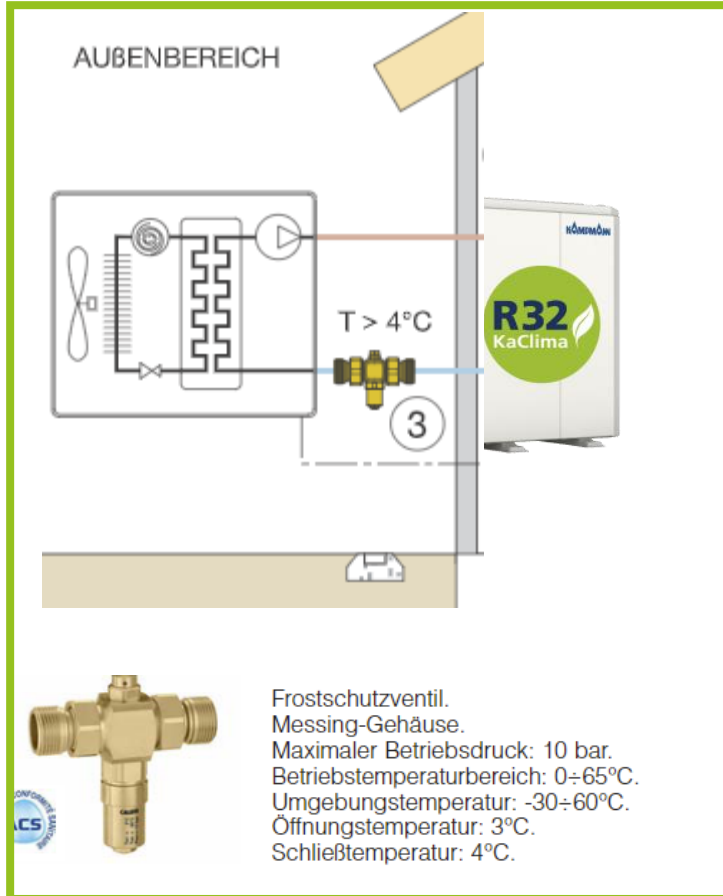
## Hydraulische Parameter:

Gesamtvolumenstrom:	3m <sup>3</sup> /h
Gesamtdruckverlust:	25kPa
Wasserinhalt Rohrleitung:	20 Liter
Wasserinhalt WP inkl. Speicher:	150 Liter
Sicherheitsventil WP:	6 bar
Ausdehnungsgefäß bauseits:	50 Liter



# Frostschutzkonzept Sicherheitskaskade

## Wärmepumpenbetrieb + Elektroheizung + Frostschutzventil



### Stufe 1: Wärmepumpenbetrieb

Die Wärmepumpe schützt sich im normalen Betrieb selber vor Frostschäden da die Temperatur des Wassers immer über der Raumtemperatur der Halle liegen.

### Stufe 2: Umwälzpumpe

Sollte die Wärmebereitstellung der Wärmepumpe im Stand-by sein, wird ab einer Wassertemperatur von  $<5^{\circ}\text{C}$  und einer Außentemperatur von  $<3^{\circ}\text{C}$  die Umwälzpumpe aktiviert. Durch Aufnahme der Wärme aus der Halle ist der Frostschutz gewährleistet.

### Stufe 3: Elektrische Zusatzbeheizung

Wird nach 30 min keine Wassertemperatur von  $>8^{\circ}\text{C}$  erreicht, schaltet die WP in den Heizbetrieb. Dieses schützt das besonders kritische Bauteil Plattenwärmetauscher vor einem Frostschaden.

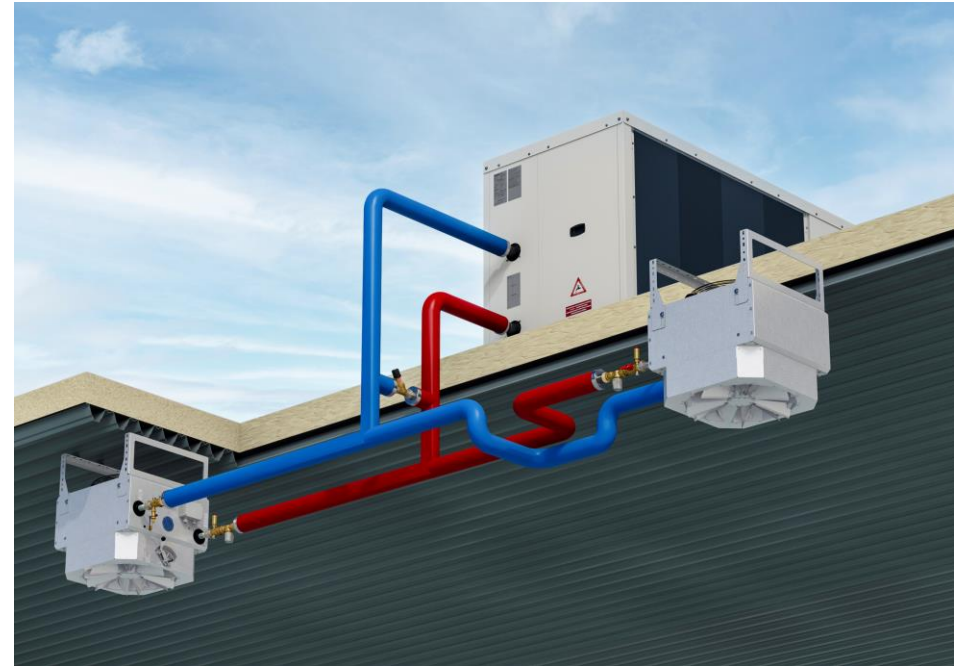
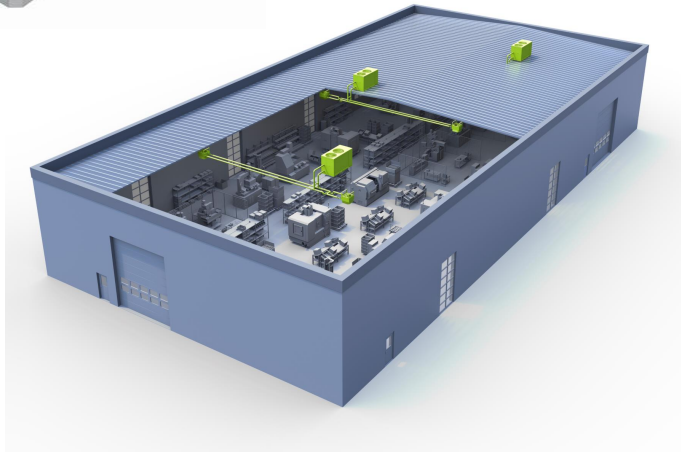
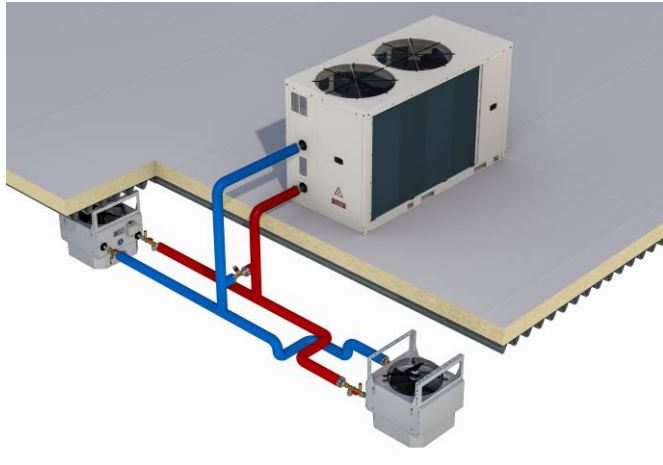
### Stufe 4: Frostschutzventil

Als letzte Instanz, z.B. wenn zur elektrischen Beheizung keine Spannungsversorgung anliegt, lässt das Frostschutzventil bei unterschreiten von  $4^{\circ}\text{C}$  das Wasser aus der Rohrleitung ab.



# Übersicht Portfolio Wärmepumpen

Luft-Wasser Wärmepumpen, Anwendungsgebiet Industriehallen



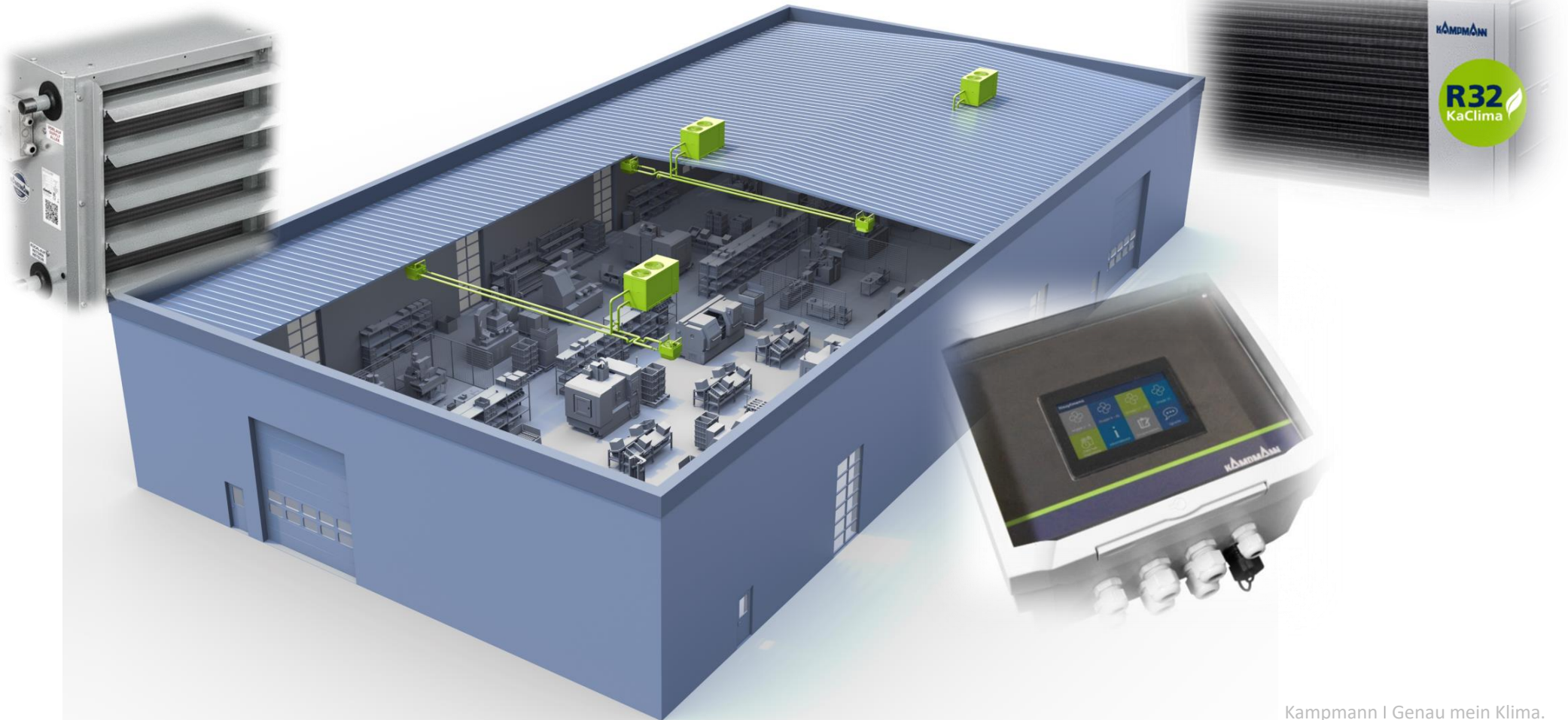
# Regelungstechnik für Lufterhitzer und Wärmepumpen

Genau  
mein  
Klima.

**KAMPMAN**

# System mit einer Wärmepumpe und Lufterhitzern

Systemlösung - Zonenregelung



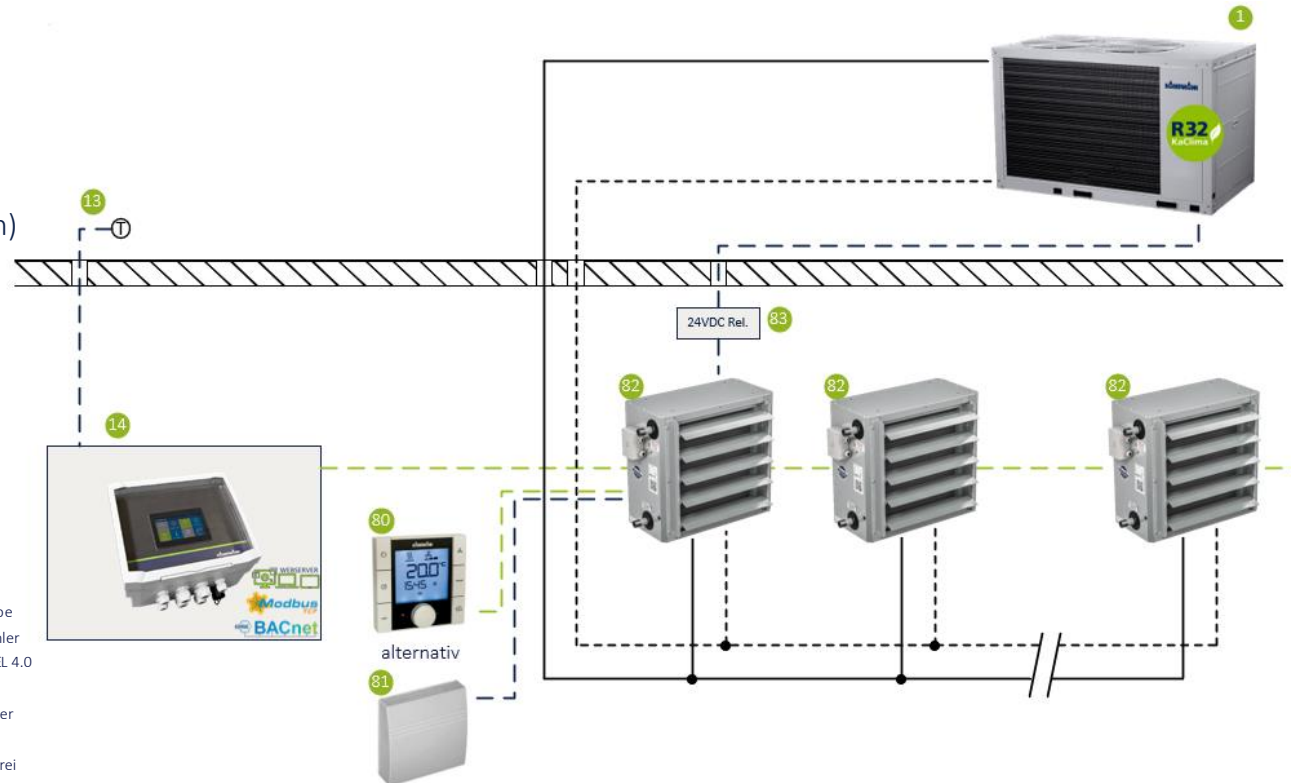
# System mit mehreren Wärmepumpen und Lufterhitzern

## Systemlösung - Zonenregelung

- Anbindung von **maximal 60 Lufterhitzer**, aufgeteilt auf maximal **25 Wärmepumpen**, an das KaControl Tableau SEL4.0
- Einkreisregelung (bis zu 6 Lufterhitzern je Regelzone)
- Optimale Aktivierung von Betriebsprogrammen (Zeit-, ,Ferien-, Feiertags-, und Temperaturabhängig)
- Raumtemperaturregelung
- Freigabe Wärmepumpe (Relais 24VDC -> pot.frei vorsehen)
- Zeitschaltprogramme
- Absenkbetrieb
- Webserver, Modbus TCP, BACnet IP(Lizenz erforderlich)

### Legende:

- 1 Wärmepumpengruppe
- 13 Außentemperaturfühler
- 14 KaControl Tableau SEL 4.0
- 80 KaController RBG
- 81 Raumtemperaturfühler
- 82 Sekundärluftgerät
- 83 Relais 24VDC -> pot.frei



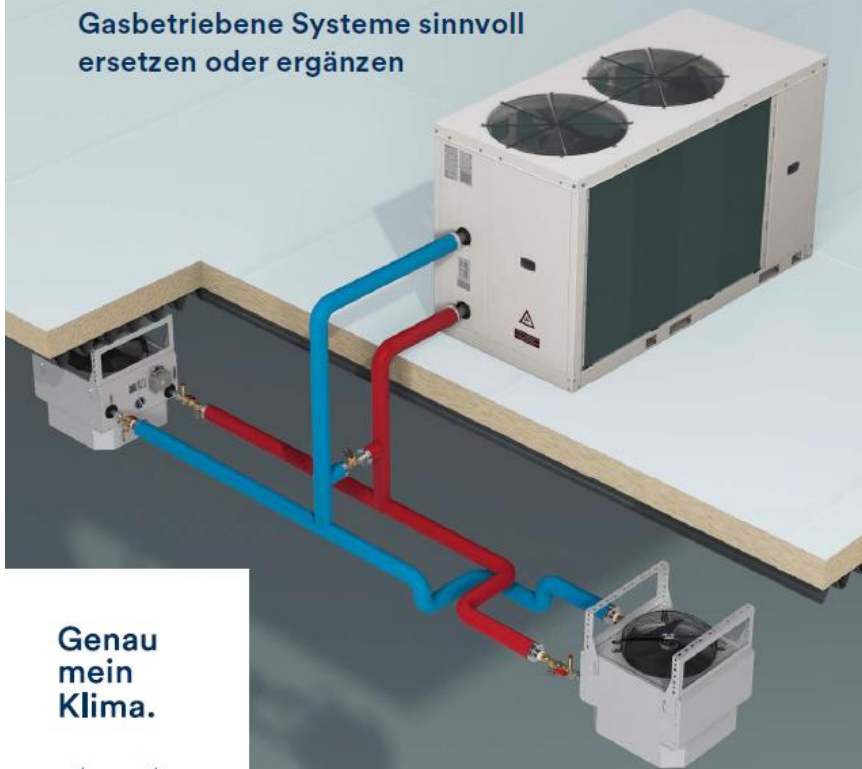
# Bestand und Neubau

Genau  
mein  
Klima.

**KAMPMAN**

# Hallenbeheizung mit Wärmepumpen

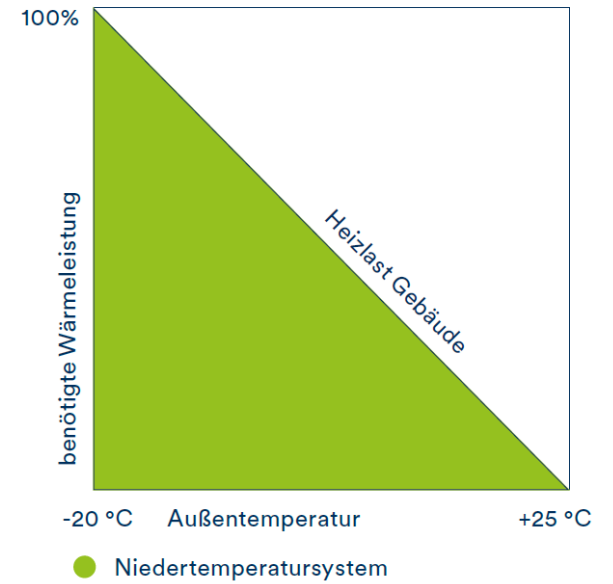
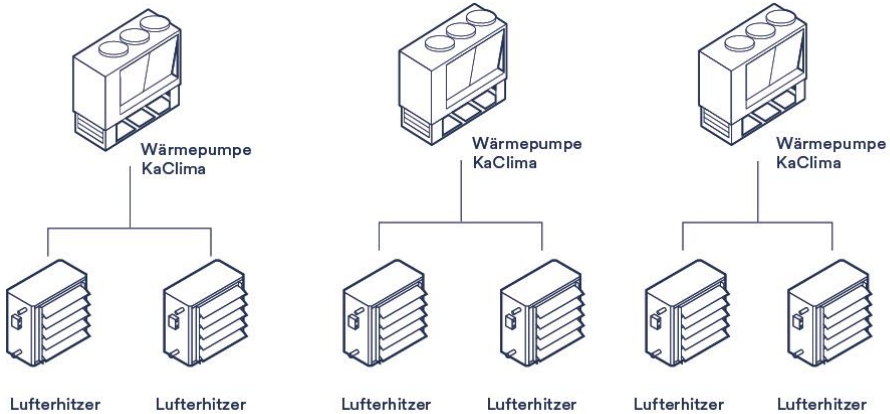
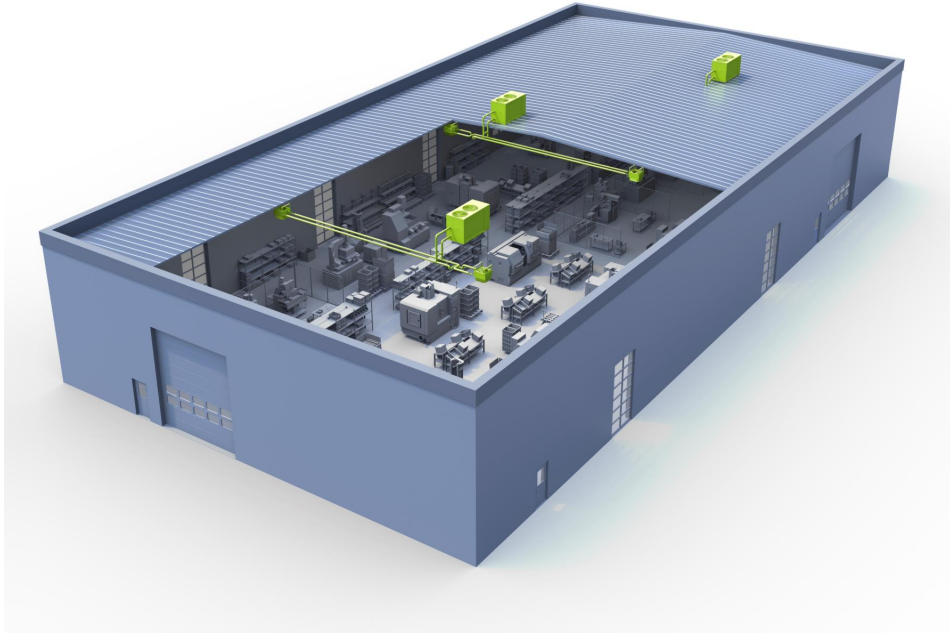
Gasbetriebene Systeme sinnvoll  
ersetzen oder ergänzen



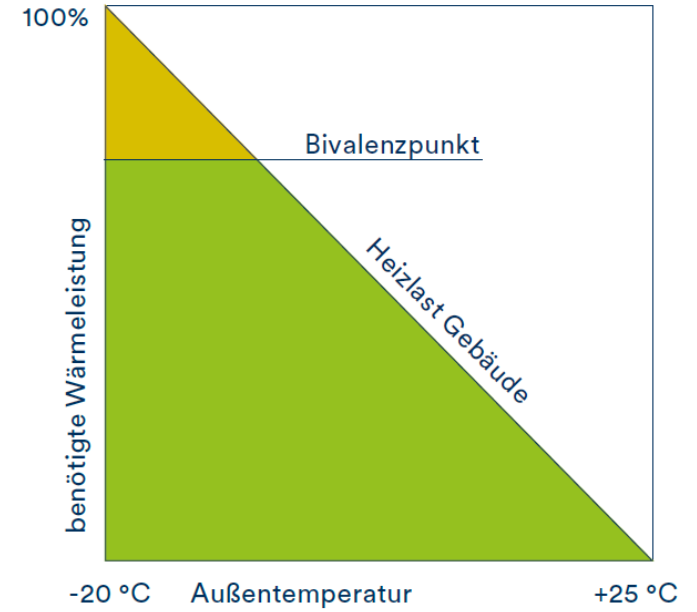
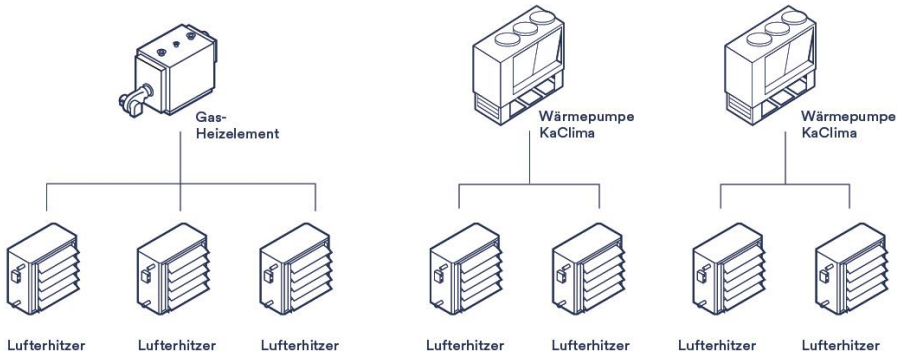
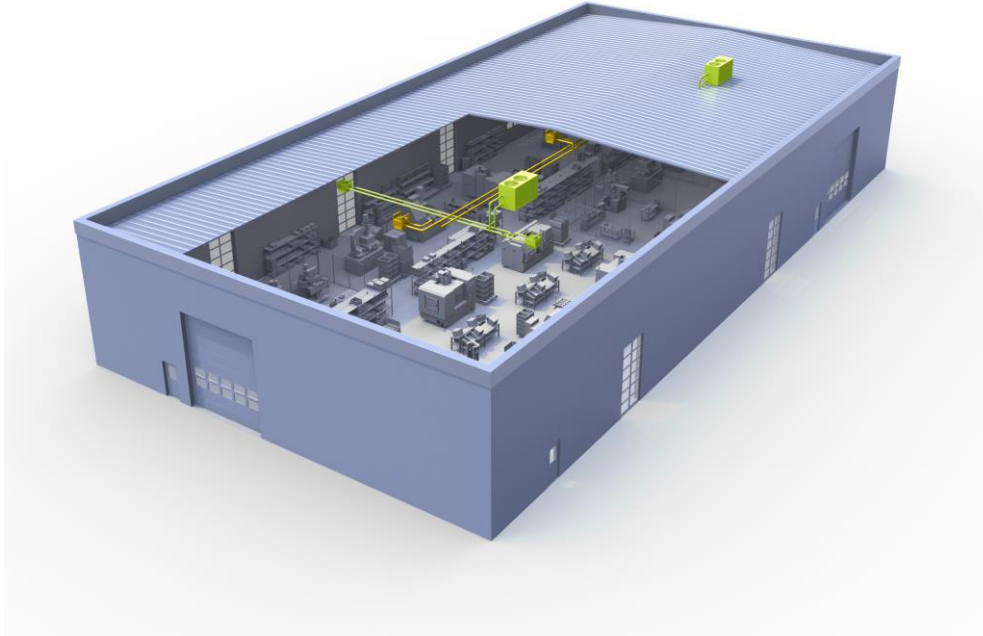
Genau  
mein  
Klima.

**KAMPMANN**

# Neubau



# Bestand



● Niedertemperatursystem ● Bestandssystem

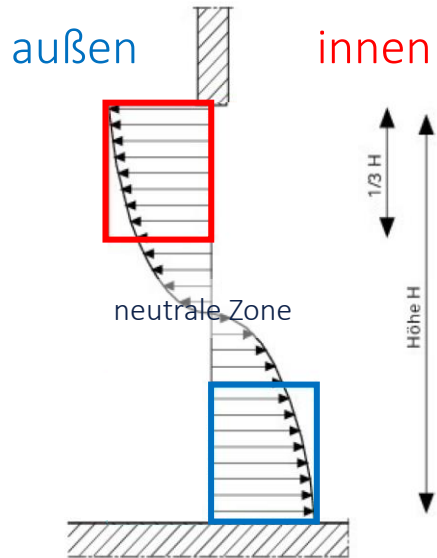


# Torschleier

Genau  
mein  
Klima.

**KAMPMANN**

# Einsparmöglichkeiten von Torluftschleiern



## Einfluss ohne Torluftschleier

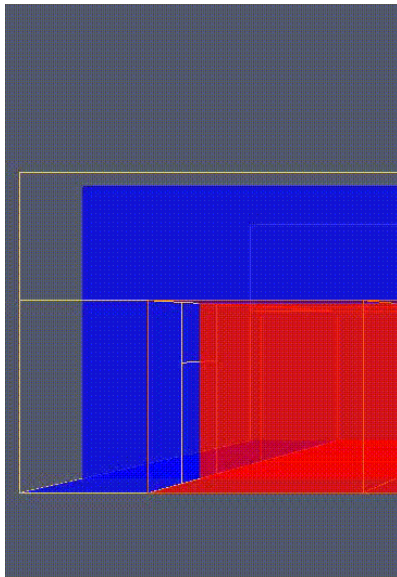
- Oberes Drittel: Warme Luft strömt nach Außen
- Unteres Drittel: Kaltluft strömt nach Innen
- Mittleres Drittel: Strömungen heben sich auf

# Einsparmöglichkeiten von Torluftschleiern

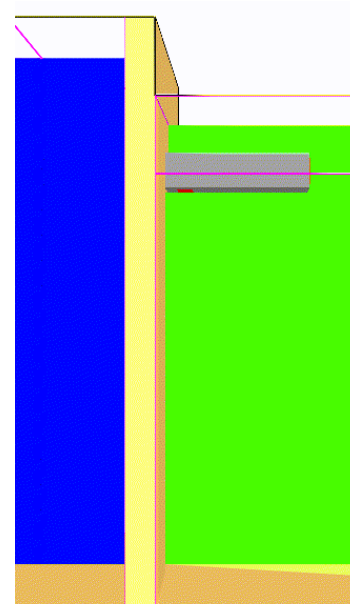
## Simulationen

Strömungssimulation

Gegenüberstellung ungeschütztes, geöffnetes Hallentor im Vergleich zu einem durch einen Torschleier geschütztes Tor



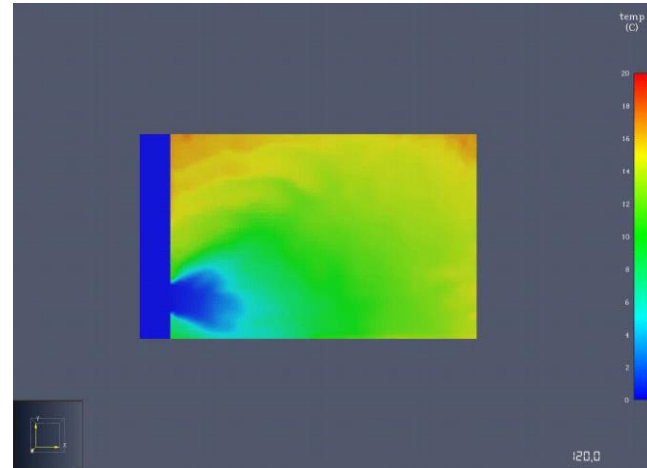
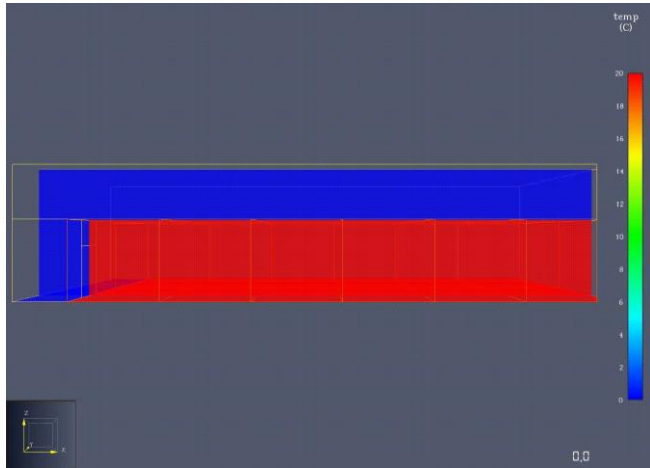
Zeitraffer



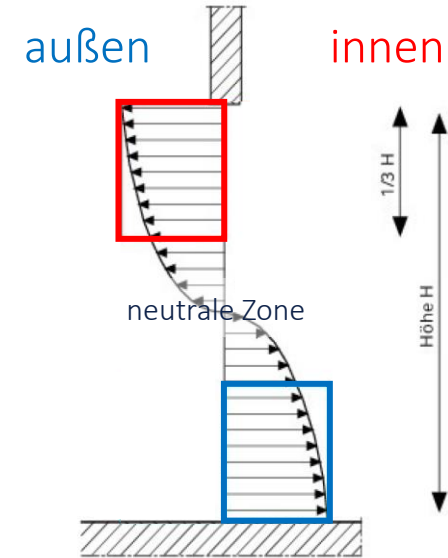
Zeitlupe

# Einsparmöglichkeiten von Torluftschleiern

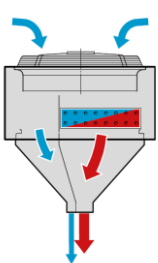
## Simulationen



# Einsparmöglichkeiten von Torluftschleier



## Einfluss ohne Torluftschleier



- Oberes Drittel: Warme Luft strömt nach Außen
- Unteres Drittel: Kaltluft strömt nach Innen
- Mittleres Drittel: Strömungen heben sich auf

# Beispiel

## Berechnung mittels Hallenheizungstool

Daten Halle (Flachdach)						
NR	Bauteil	L [m]	B [m]	H [m]	Fläche [m²]	U-wert [W/(m²·K)]
1	Wände	50	25	8	1188	0,23
2	Dach	50	25		1250	0,22
3	Boden	50	25		1250	0,49
4	Tore [Anz] ->	3	3	4	12	2

Torluftschleier	
Wingschwindigkeit auf Tore [m/s]	2,5
Öffnungszeit Tore je Betriebsstunde [min]	1
Torluftschleier Protector Single (J/N)	N

Toröffnungszeiten 1 min/h

Torluftschleier	
Wingschwindigkeit auf Tore [m/s]	2,5
Öffnungszeit Tore je Betriebsstunde [min]	1
Torluftschleier Protector Single (J/N)	J

Ergebnisse	
Niedrigste Außentemperatur bei Betrieb [°C]	-10,00
Gesamtwärmebedarf [kWh]	97.261

+ 24% Gesamtwärmebedarf  
ohne Torschleier

Ergebnisse	
Niedrigste Außentemperatur bei Betrieb [°C]	-10,00
Gesamtwärmebedarf [kWh]	78.400

18861 kWh / Jahr \* 0,20€/kWh = 3772 € Kosteneinsparung pro Jahr

# Fazit

- Lüfterhitzer mit niedrigen Vorlauftemperaturen betreiben  
Luftwechselrate, Luftaustrittstemperaturen, LH/m<sup>2</sup>
- Einfaches Gesamtpaket aus Lüfterhitzer, Wärmepumpe, Regelungstechnik
- Für Bestand und Neubau
- Energiesparen mit Torluftschleiern



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Genau  
mein  
Klima.

KAMPMAN