



# Energie- und Betriebsmonitoring nach der Sanierung – Praxisbeispiel REHAU Verkaufsbüro Wien

REHAU AG + Co

Dipl.-Ing. Klaus Paul Koch

Leiter Forschung und Entwicklung  
Flächenheizung /-kühlung

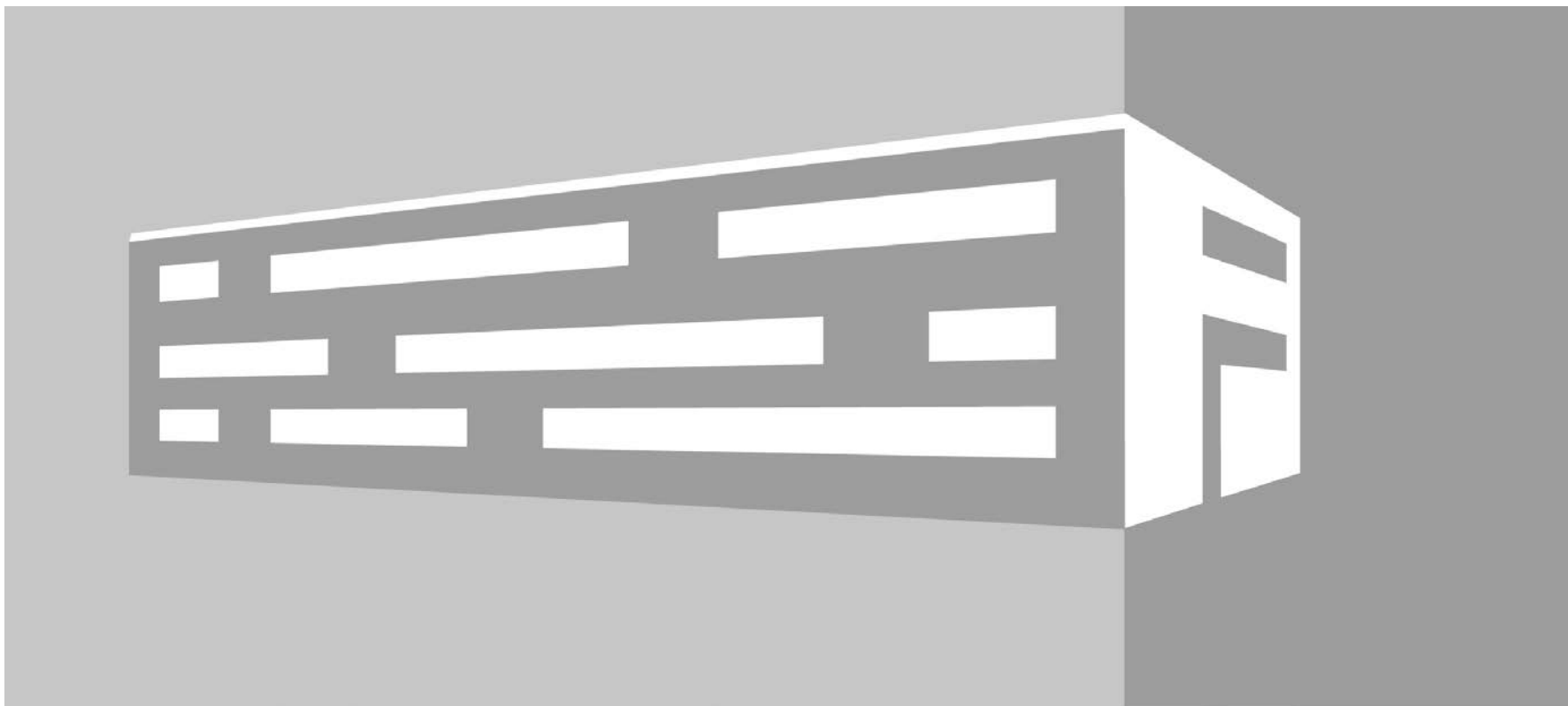
Bundesverband der Deutschen  
Heizungsindustrie e. V.

**BDH**

Bundesverband der  
Deutschen Heizungsindustrie

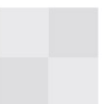


# AUSGANGSLAGE



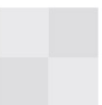


# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG AUSGANGSLAGE



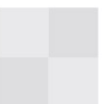


# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG AUSGANGSLAGE



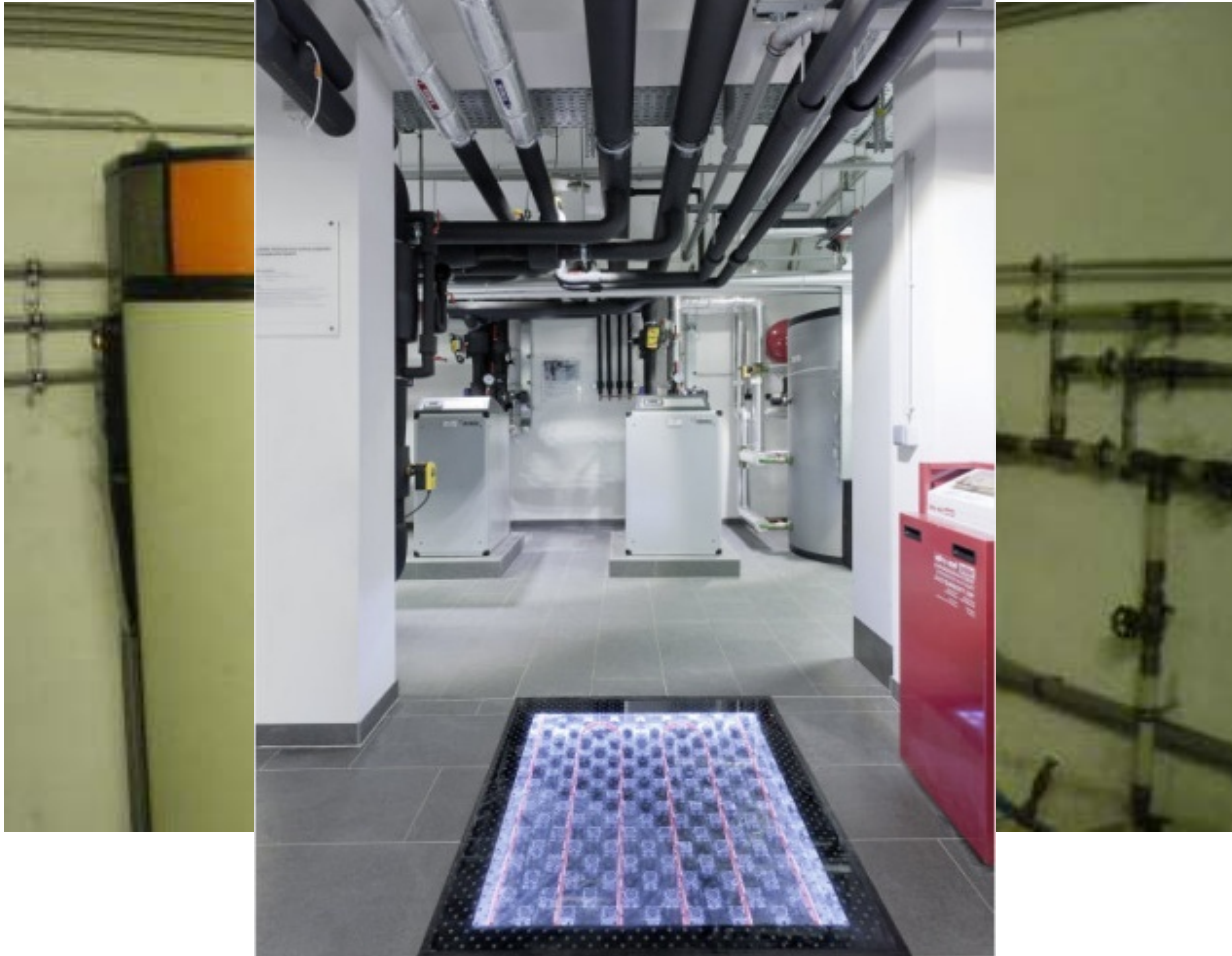


# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG AUSGANGSLAGE



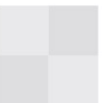


# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG AUSGANGSLAGE



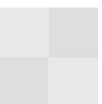
**BDH**

Bundesverband der  
Deutschen Heizungsindustrie





# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG AUSGANGSLAGE

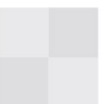




# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG

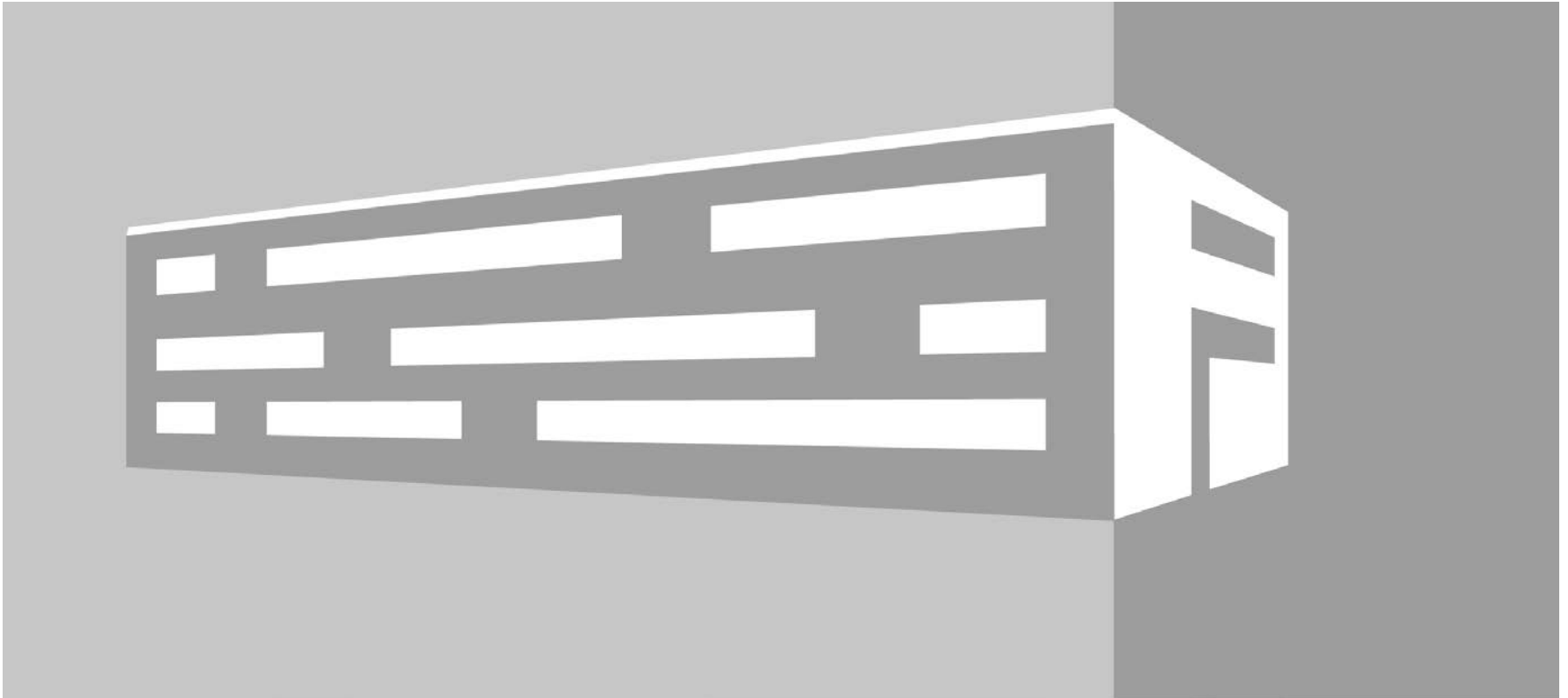
## AUSGANGSLAGE

	Wert
Heizenergiebedarf jährlich	151.659 kWh/a
Kühlenergiebedarf jährlich	---
Brutto-Grundfläche	1.736 m <sup>2</sup>
Konditioniertes Bruttovolumen	6.258 m <sup>3</sup>
Spezifischer Heizwärmebedarf	59 kWh/m <sup>2</sup> a
Heizlast	95 kW
Spezifische Heizlast	63 W/m <sup>2</sup>
Kühllast	---
Spezifische Kühllast	---





# ZIELSTELLUNG





# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG

## ZIELSTELLUNG

### ➤ Zielstellung Technik:

- Pilotbaustellen mit wichtigen Erfahrungswerten
- Energie- und Betriebsmonitoring
- Erkennen von Verbesserungspotentialen als Grundlage für Produkt Neu- und Weiterentwicklung

### ➤ Präsentation von zeitgemäßen Sanierungslösungen:

- Präsentation von funktionierenden Lösungen
- Aufzeigen von Chancen für Wirtschaft, Umwelt und Politik, auf Basis fundierter Daten
- Anknüpfungspunkt zur politischen Diskussion: Automaussteig, CO<sub>2</sub>, Zukunft, Standort, Moral

### ➤ Motivation der Mitarbeiter:

- Identifikation und Motivation aller REHAU- Mitarbeiter in der Region
- Aufwertung der Arbeitsplatzattraktivität: Bestehende MA entwickeln, neue finden und begeistern
- Glaubhaftigkeit durch vorleben: Unsere Programme im eigenen Haus konsequent umsetzen

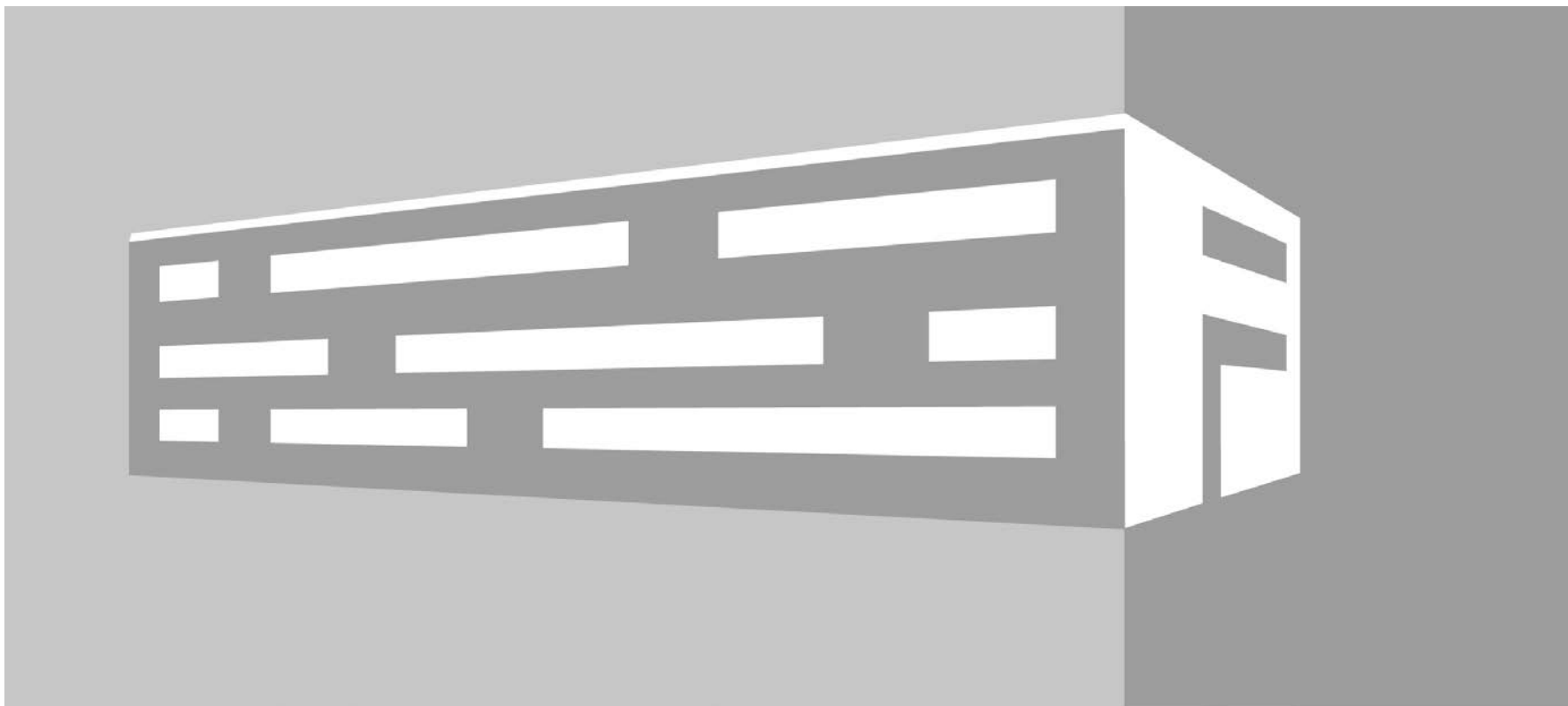
### ➤ Aufbau einer Referenz:

- Zur Förderung bestehender Programme
- Als Vermarktungswurzel für neue Programme
- Zum Demonstrieren unseres Lösungsanspruchs





# PLANUNG





# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG PLANUNGSKONZEPT

## TGA-Konzept Sanierung REHAU-Verkaufsbüro Wien

Energieerzeugung

Wärmepumpen



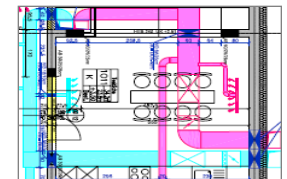
Erdsonden



Lufterdwärmetauscher



Lüftung



Energieverteilung

Rohrfußbodenheizung



Akustikkühldecke



Vorlauftemperatur

Heizen  $\approx +32^\circ \text{C}$

Vorlauftemperatur

Kühlen  $\approx +17^\circ \text{C}$

Gebäudehülle

Fenster

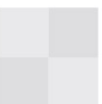


Gebäudeheizlast

$\approx 17 \text{ W/m}^2$

Gebäudekühllast

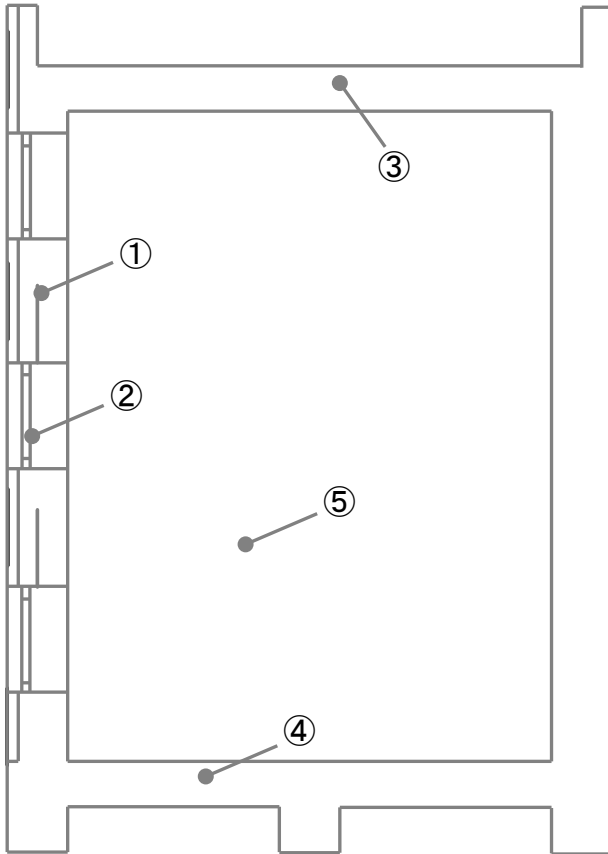
$\approx 27 \text{ W/m}^2$



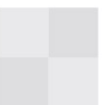


# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG PLANUNGSKONZEPT

## U-Werte im Vergleich

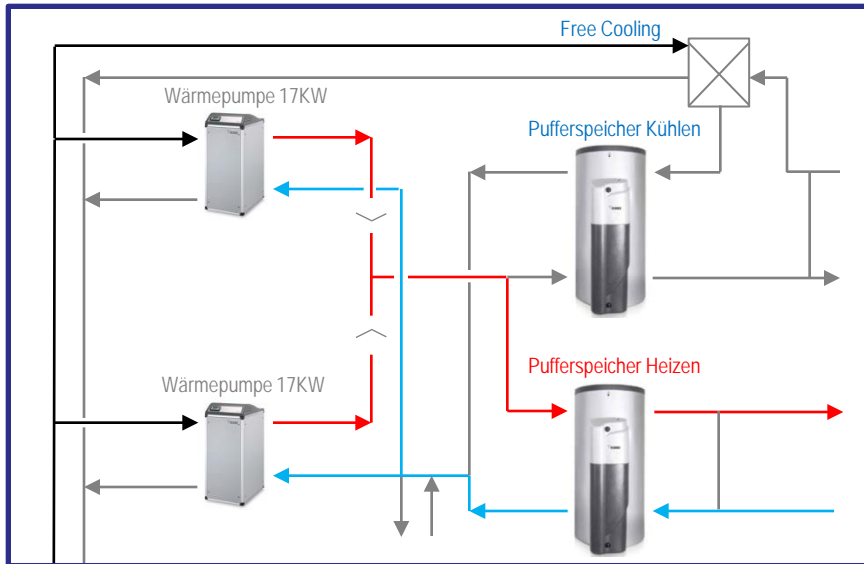


Bauteil	vor Sanierung (U-Wert in $W/(m^2 \cdot K)$ )	nach Sanierung (U-Wert in $W/(m^2 \cdot K)$ )	EnEV 2014 (Bestand) (U-Wert in $W/(m^2 \cdot K)$ )
① Außenwände	0,37	<b>0,13</b>	0,24
② Fenster/Türen	2,96	<b>0,86</b>	1,6
③ Dach	0,27	<b>0,12</b>	0,2
④ Fußboden gegen Erdreich	0,88	<b>0,63</b>	0,3
⑤ Geschossdecken	2,68	<b>0,56</b>	0,5



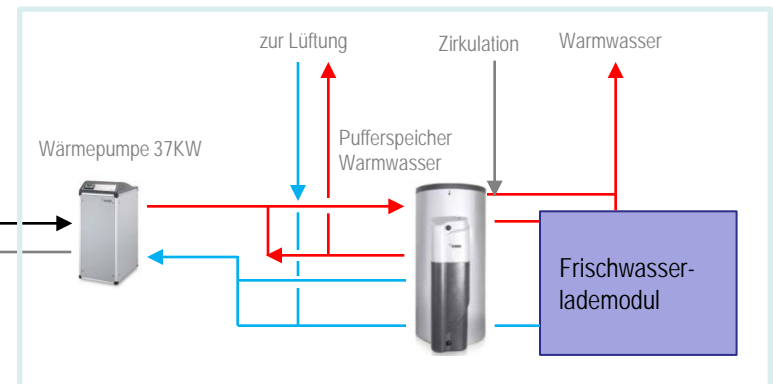
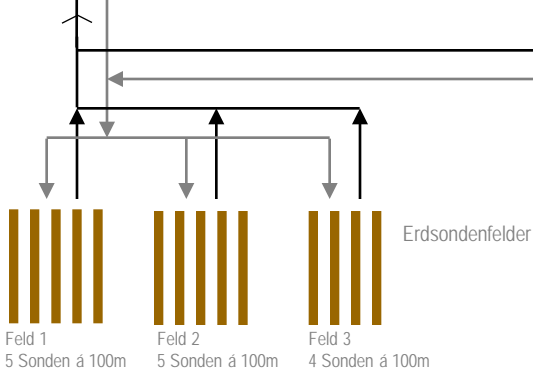


# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG PLANUNGSKONZEPT

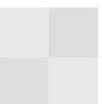


Zwei Wärmepumpen für Flächenheizung mit 2x 17kW (gesamt 34 kW) Heizleistung und 2x 21kW Kälteleistung (gesamt 42kW)

➤ Trennung von Kreisläufen mit unterschiedlichen Temperaturniveaus



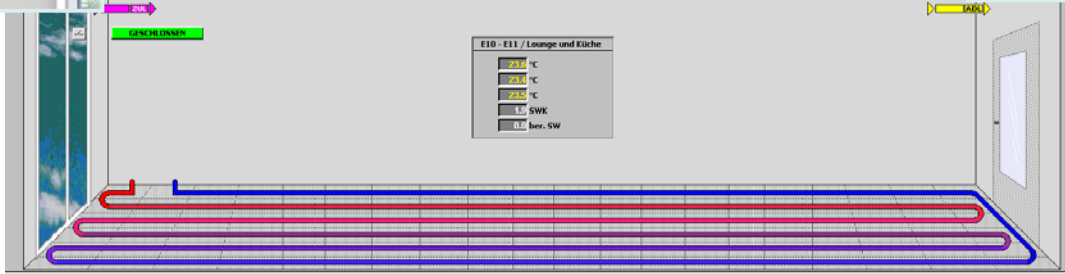
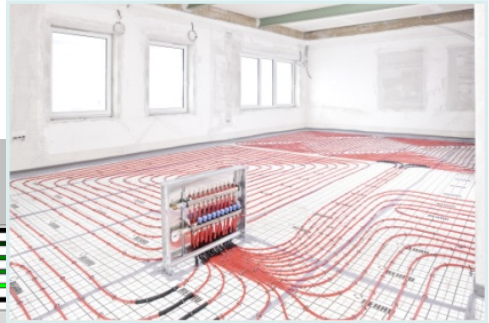
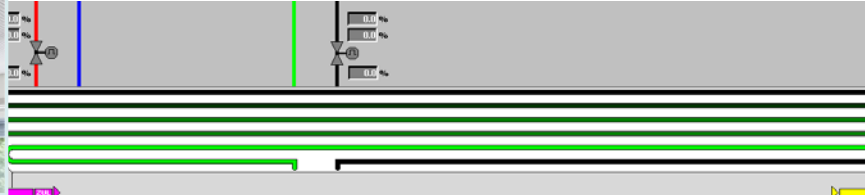
Eine Wärmepumpe für Warmwasser und Lüftung mit 37kW Heizleistung





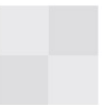
# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG PLANUNGSKONZEPT

Gebäudekühllast > Gebäudeheizlast

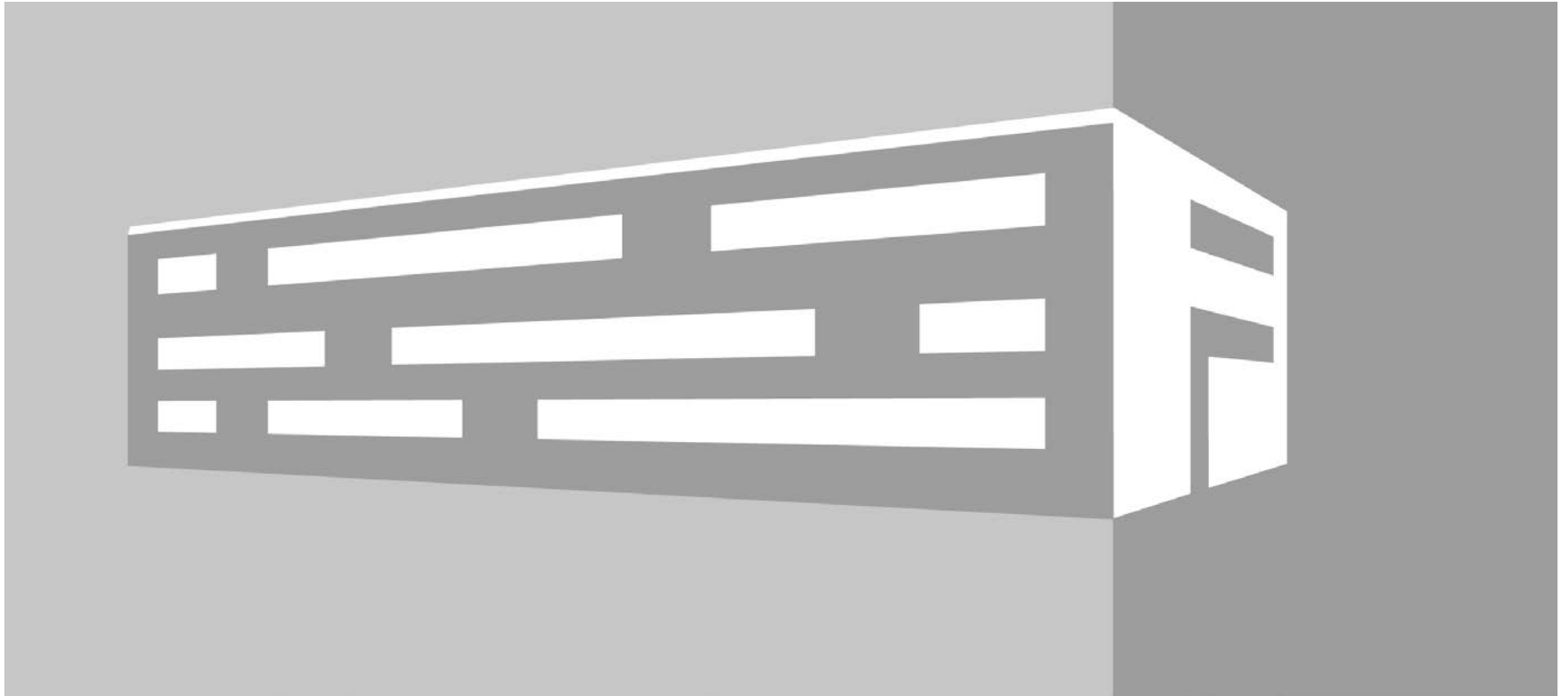


- Gebäudekühllast n. VDI 2078 27 W/m<sup>2</sup>
- Gruppenbüro 2. OG / 30 W/m<sup>2</sup> - 40 W/m<sup>2</sup>
- Aufenthalt EG 18 W/m<sup>2</sup>

- Gebäudeheizlast n. EN 12831 17 W/m<sup>2</sup>
- Gruppenbüros 14 W/m<sup>2</sup> - 30 W/m<sup>2</sup>

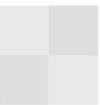
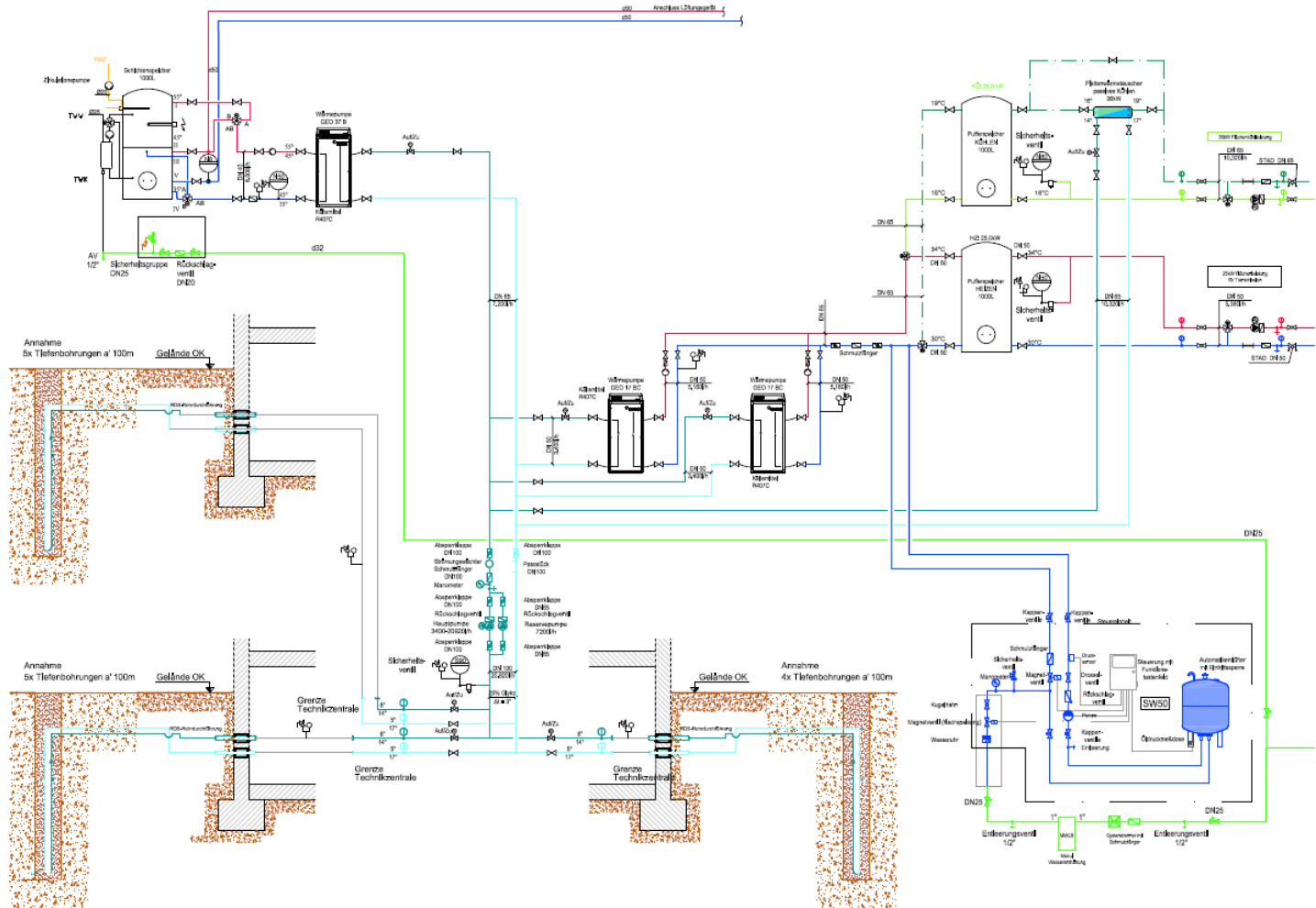


# AUSFÜHRUNG





# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG AUSFÜHRUNG



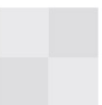
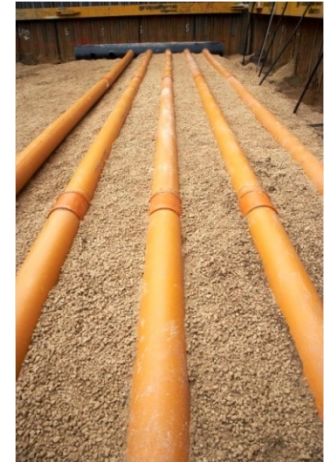
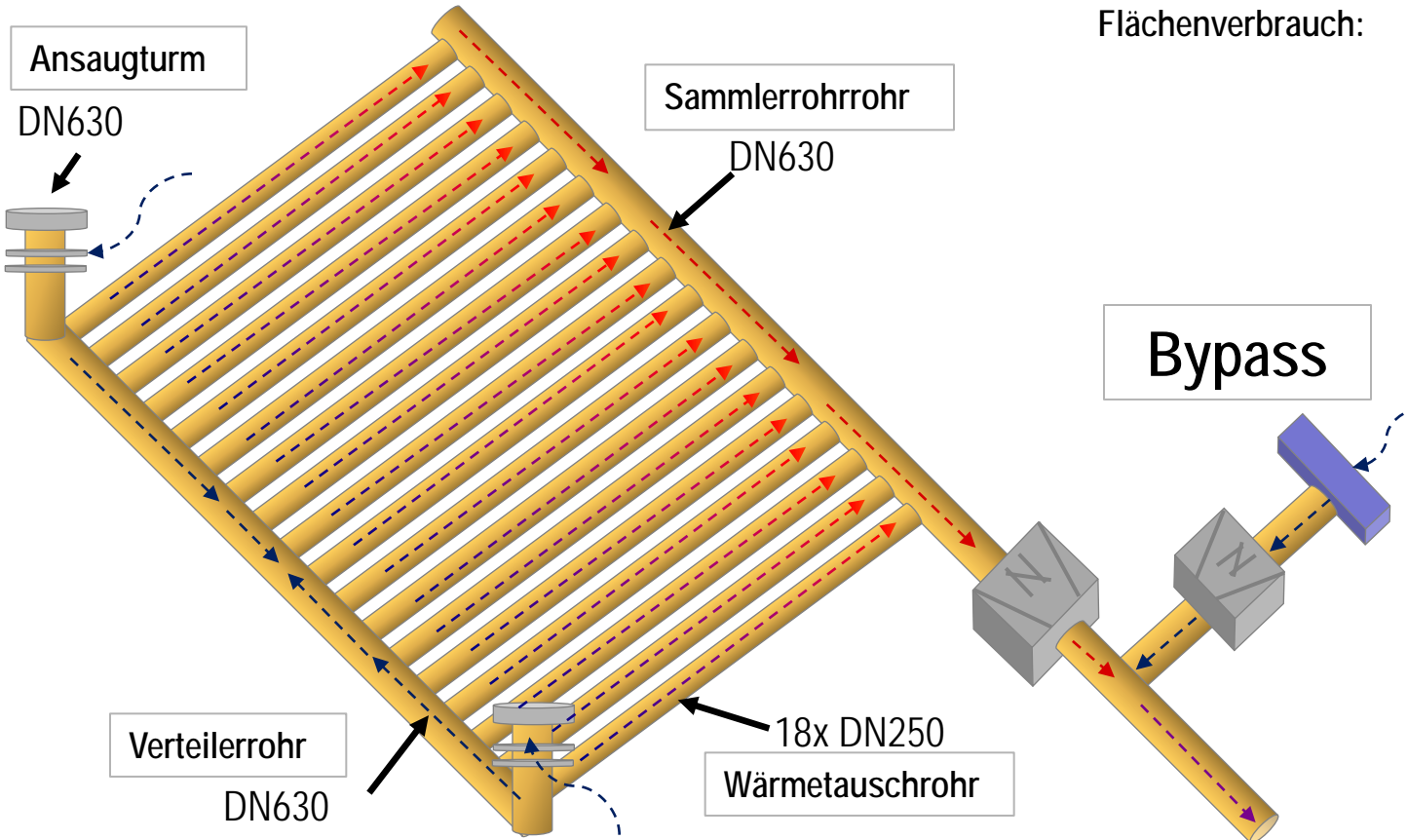


# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG AUSFÜHRUNG - LUFTERDWÄRMETAUSCHER

LEWT

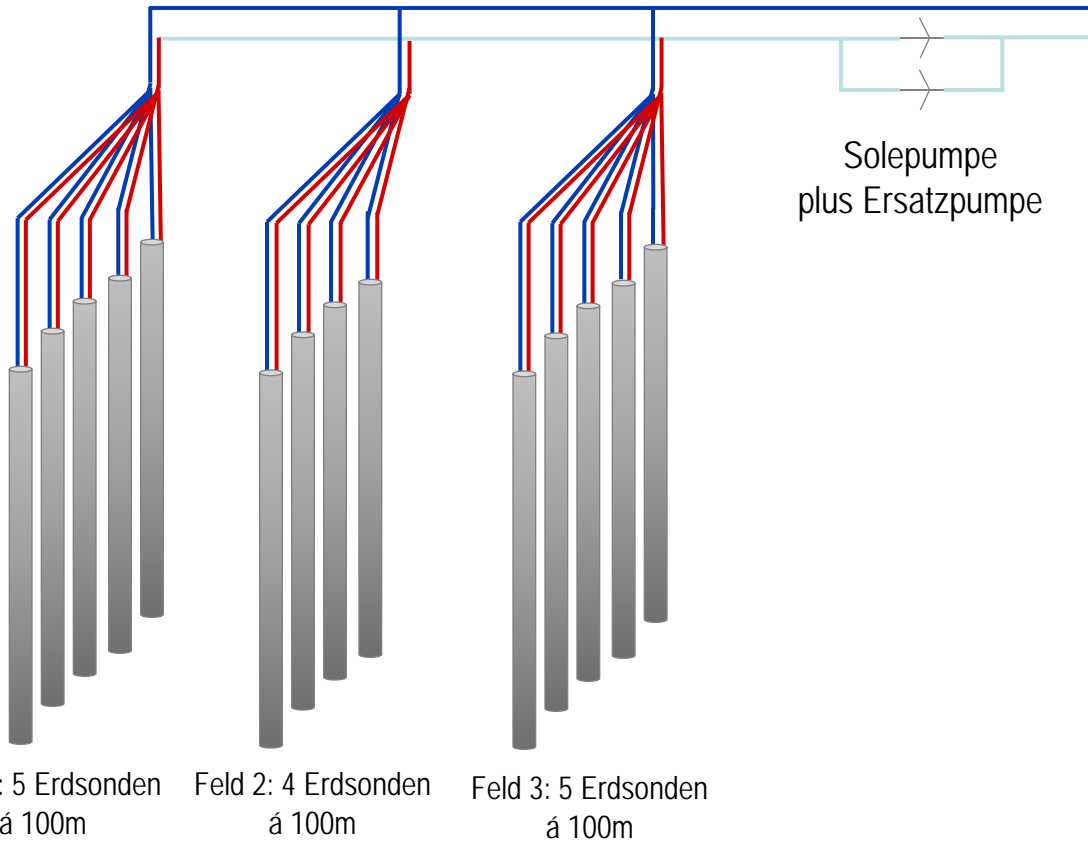
Volumenstrom:  
Flächenverbrauch:

max. 5.500 m<sup>3</sup>/h  
ca. 610 m<sup>2</sup>

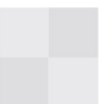


# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG AUSFÜHRUNG - ERDSONDEN

## ➤ 3 verbaute Erdsondenfelder

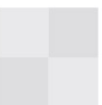


- Doppel U 32 x 2,9
- Parallel angeschlossen



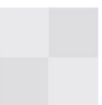


# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG AUSFÜHRUNG





# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG AUSFÜHRUNG





# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG AUSFÜHRUNG



**BDH**

Bundesverband der  
Deutschen Heizungsindustrie





# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG AUSFÜHRUNG



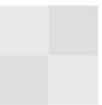
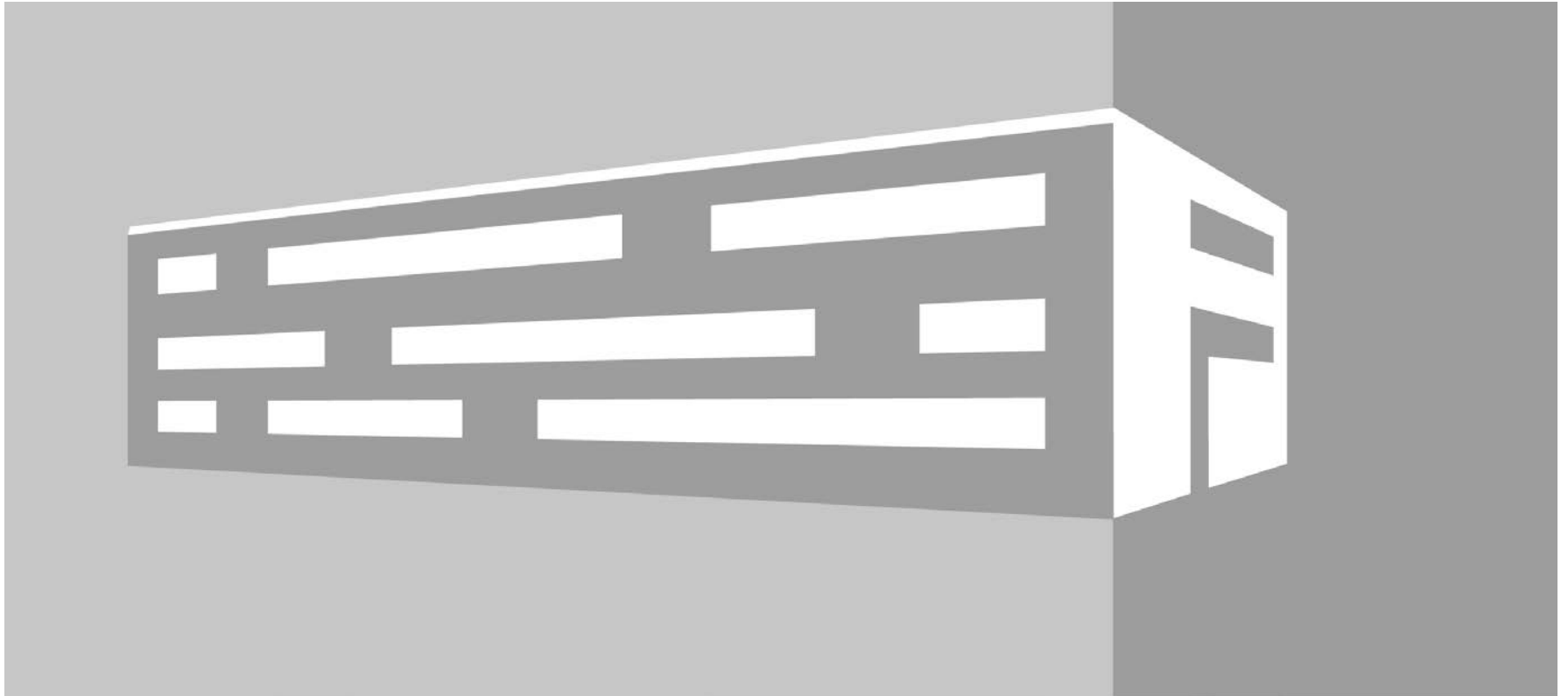


# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG AUSFÜHRUNG





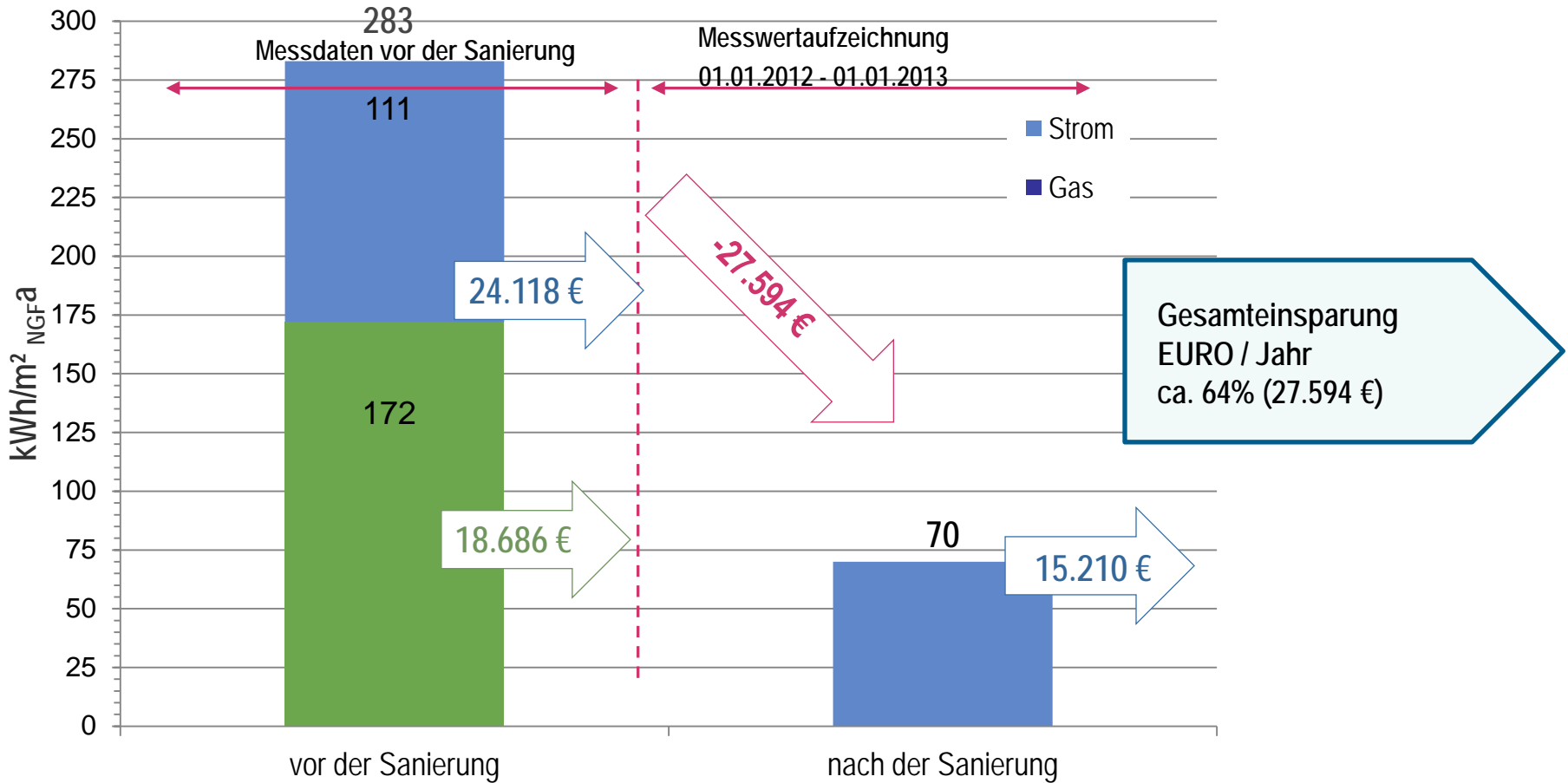
# ERGEBNISSE AUS DEM BETRIEB





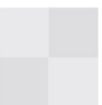
# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG MONITORINGERGEBNISSE AUS DEM BETRIEB – 2012

Verbrauchsgebundene Kosten / Energieverbrauch



Gaspreise für gewerbliche Bauten: ca. 7 Cent/kWh  
Strompreis für gewerbliche Bauten: ca. 14 Cent/kWh  
NGF: 1.552m<sup>2</sup>

Alle Werte mit Stromverbrauch aus dem Steckdosennetz

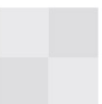




# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG MONITORINGERGEBNISSE AUS DEM BETRIEB – 2012

Einsparung Endenergie 01.01.2012 - 01.01.2013

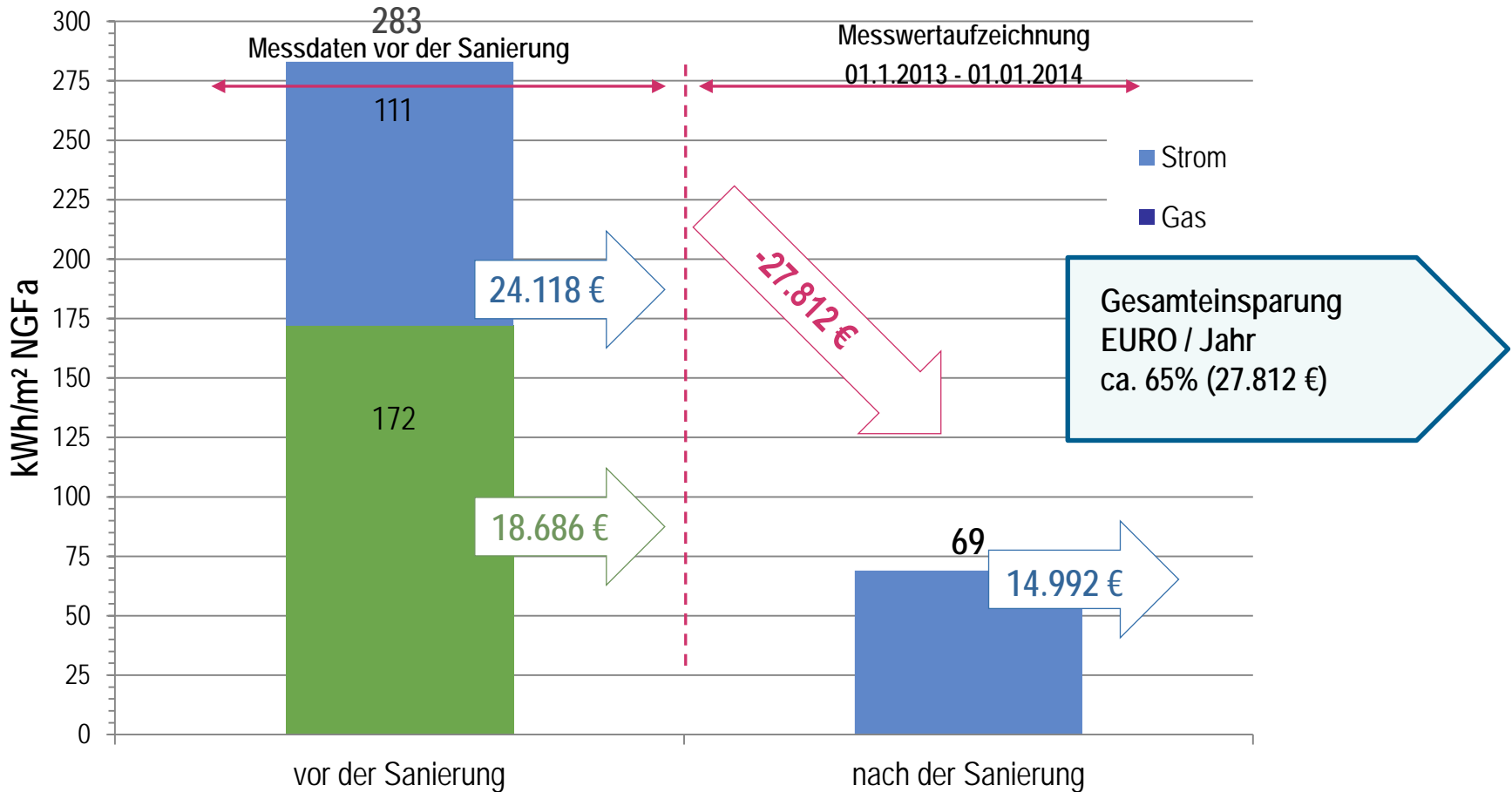
Einsparung EndE  
≈ 330.000 kWh/a  
≈ 140 t CO<sub>2</sub>  
≈ 14 Hektar  
aufgeforsteten Wald





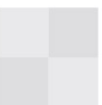
# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG MONITORINGERGEBNISSE AUS DEM BETRIEB – 2012

Verbrauchsgebundene Kosten / Energieverbrauch



Gaspreise für gewerbliche Bauten: ca. 7 Cent/kWh  
Strompreis für gewerbliche Bauten: ca. 14 Cent/kWh  
NGF: 1.552m²

Alle Werte mit Stromverbrauch aus dem Steckdosennetz

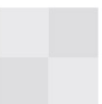




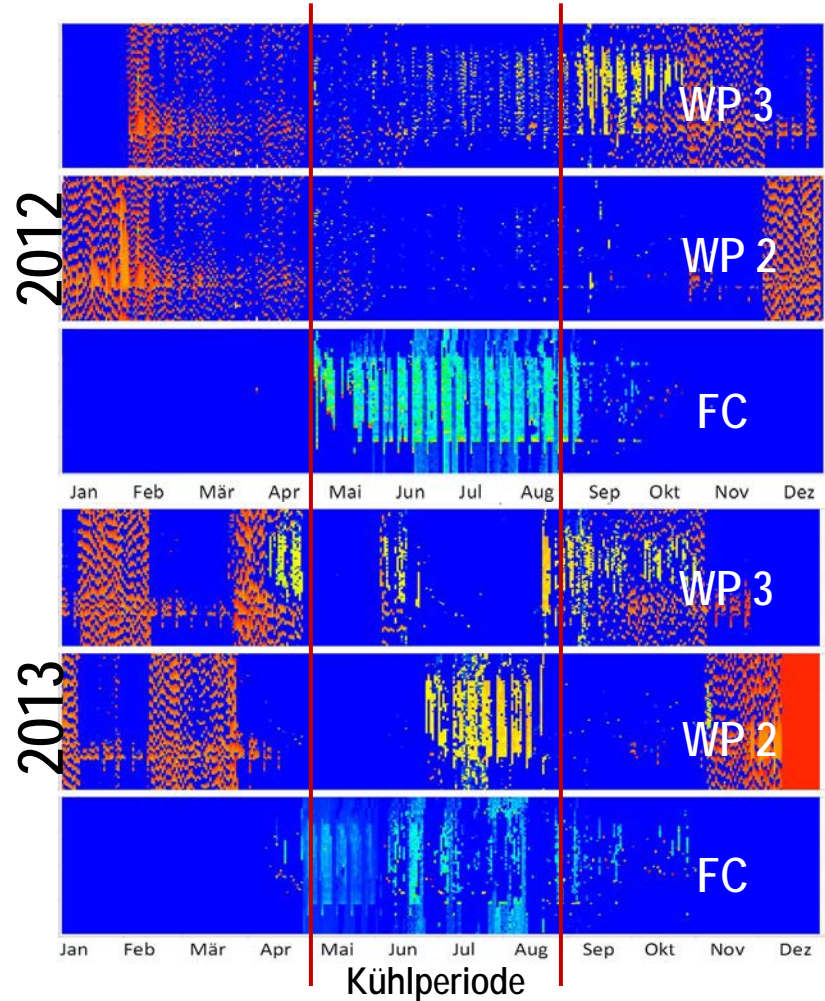
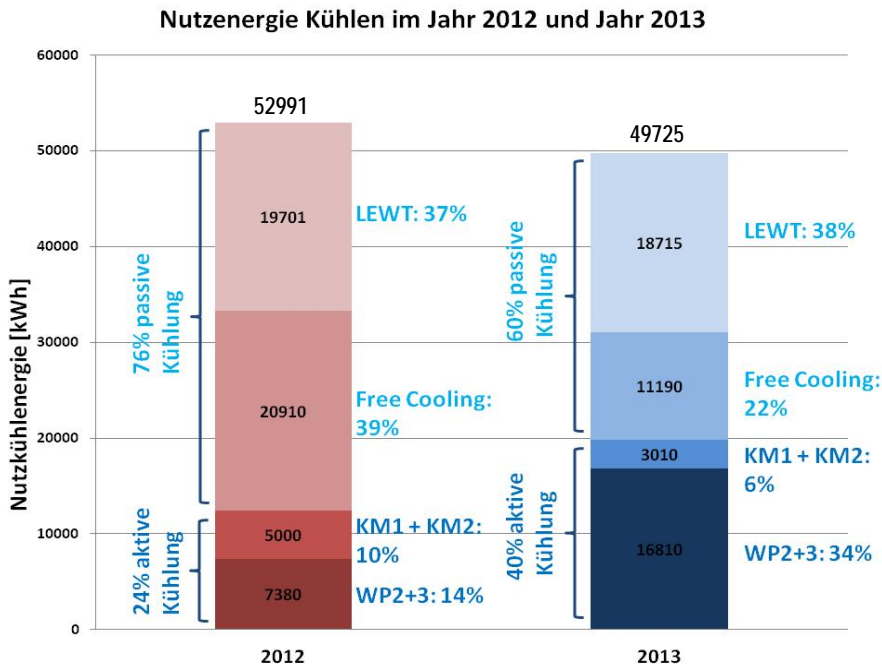
# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG MONITORINGERGEBNISSE AUS DEM BETRIEB – 2012

Einsparung Endenergie 01.01.2013 - 01.01.2014

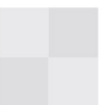
Einsparung EndE  
≈ 332.000 kWh/a  
≈ 140t CO<sub>2</sub>  
  
≈ 14 Hektar  
aufgeforsteten Wald



# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG VERGLEICHE AKTIVE UND PASSIVE KÜHLUNG 2012 VS. 2013



- In 2013 geringe Laufzeit Free Cooling
- Erhöhte Laufzeit Wärmepumpe 2 in 2013

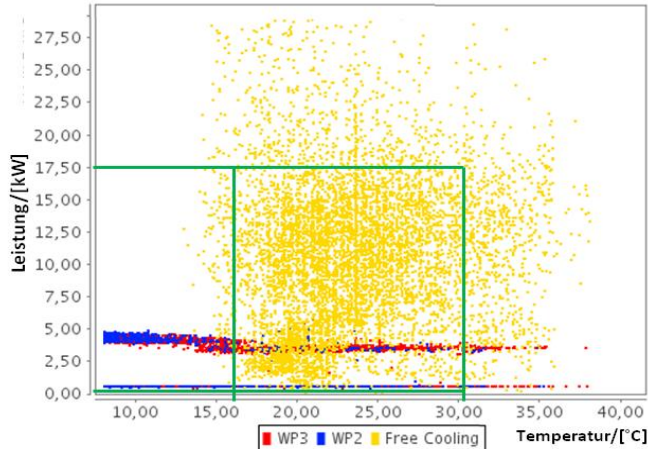


# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG

## VERGLEICHE AKTIVE UND PASSIVE KÜHLUNG

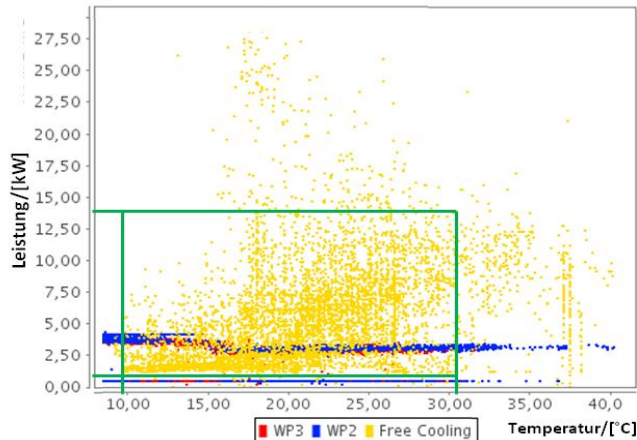
### 2012 VS. 2013

Leistung der Free Cooling und WP2+3 nach Temperatur 2012

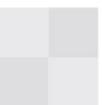


- In 2012 arbeitet Free Cooling in einem größeren Temperatur- und Leistungsbereich als in 2013
- In 2013 ist das **Einschaltungskriterium** für Free Cooling **strenger**: Temperaturdifferenz zwischen Austritts-Temperatur WT-Free-Cooling und min. Auswahl Temperatur Erdsondenaustritt  
In 2012  $\Delta T > 3^\circ \text{C}$  ↔ in 2013  $\Delta T > 5^\circ \text{C}$

Leistung der Free Cooling und WP2+3 nach Temperatur 2013

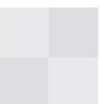
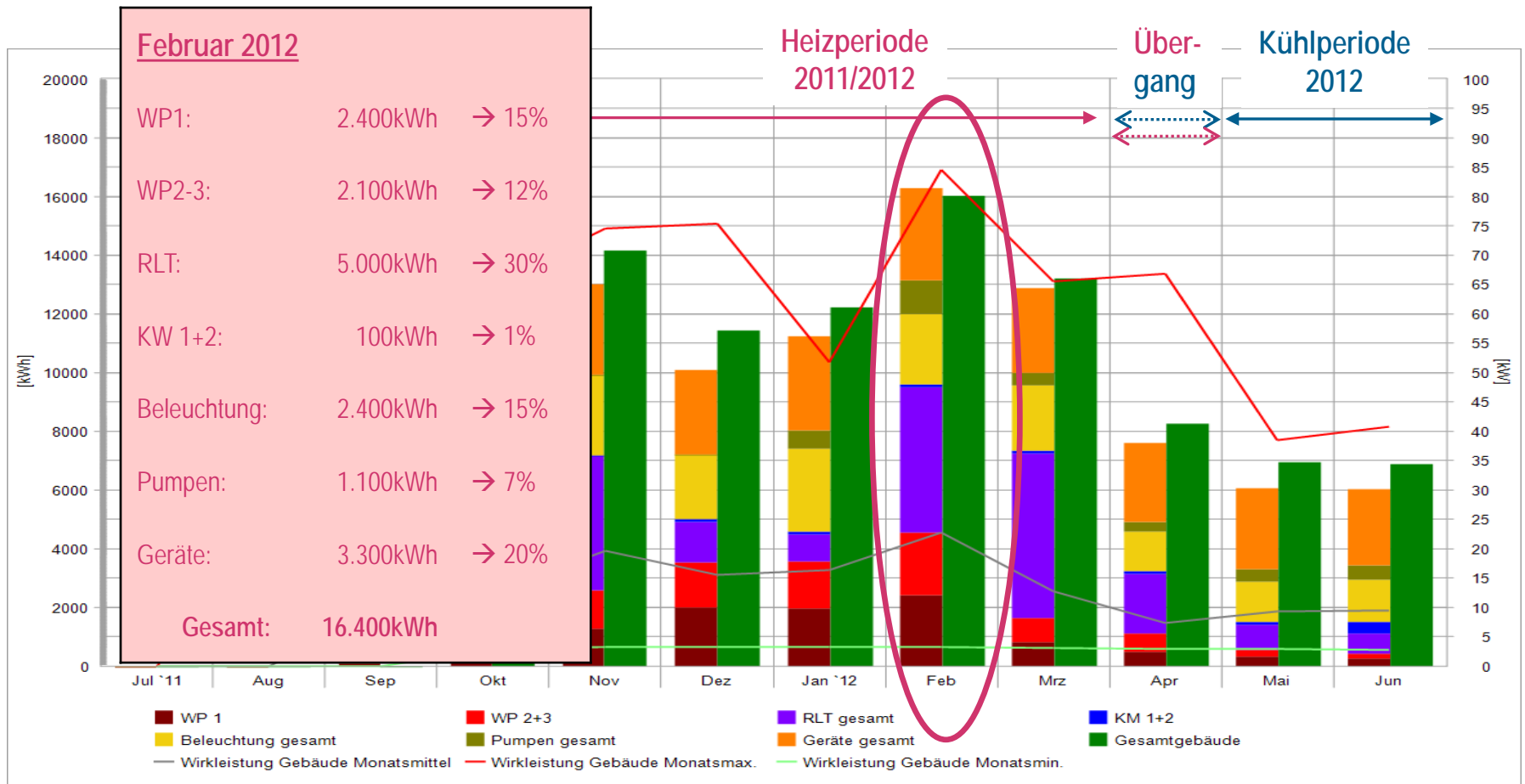


Monat	mittlere $\Delta T^*$ in 2012 [°C]	mittlere $\Delta T^*$ in 2013 [°C]
Juni	5,44 → FC „ein“	7,05 → FC „ein“
Juli	4,92 → FC „ein“	4,97 → FC „aus“
August	4,75 → FC „ein“	4,68 → FC „aus“



# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG MONITORINGERGEBNISSE AUS DEM BETRIEB

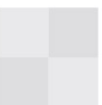
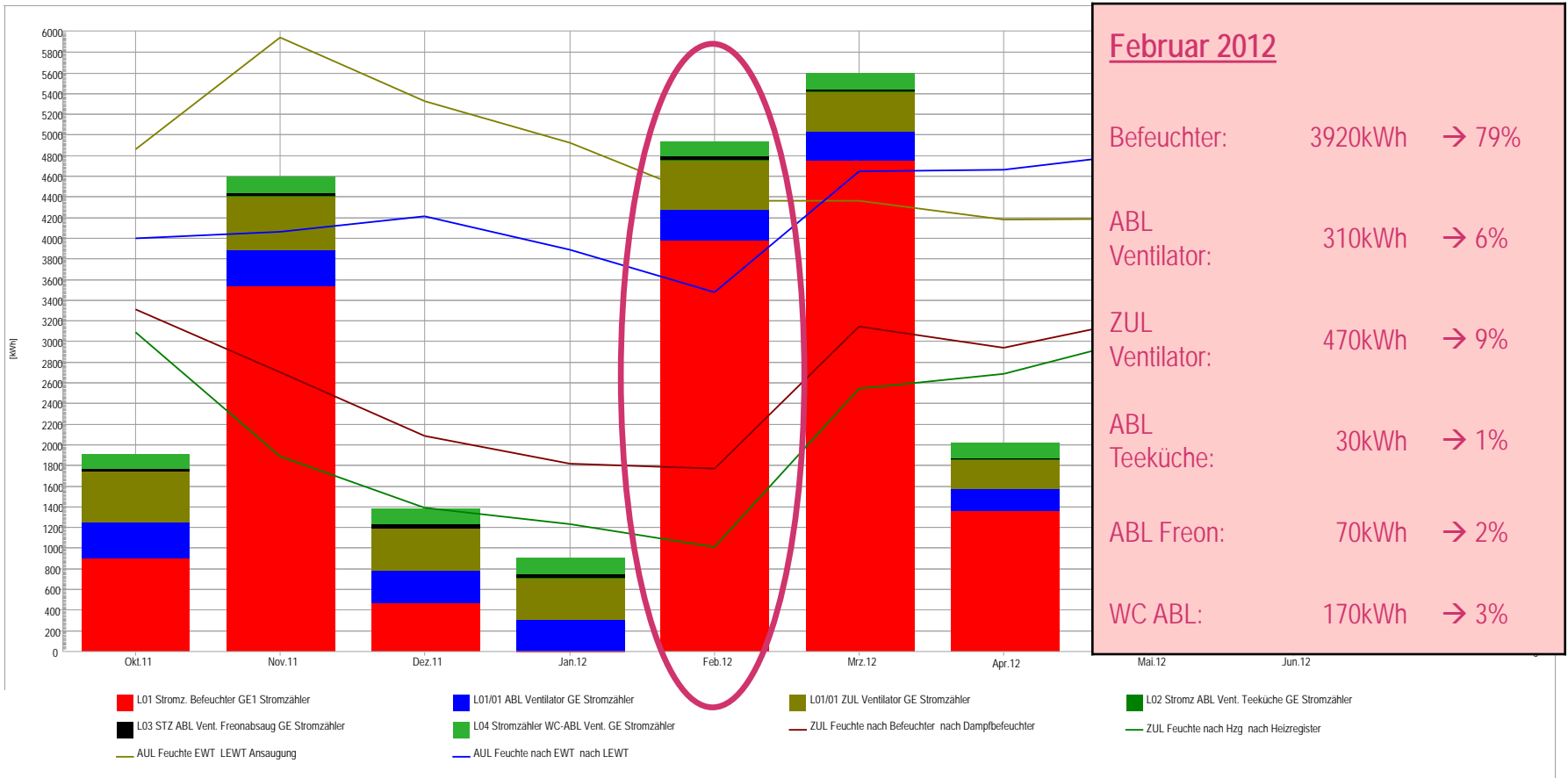
Endenergie – Stromverbrauch gesamt (07/11 – 06/12)





# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG MONITORINGERGEBNISSE AUS DEM BETRIEB

## Endenergieverbrauch - Raumluftechnik

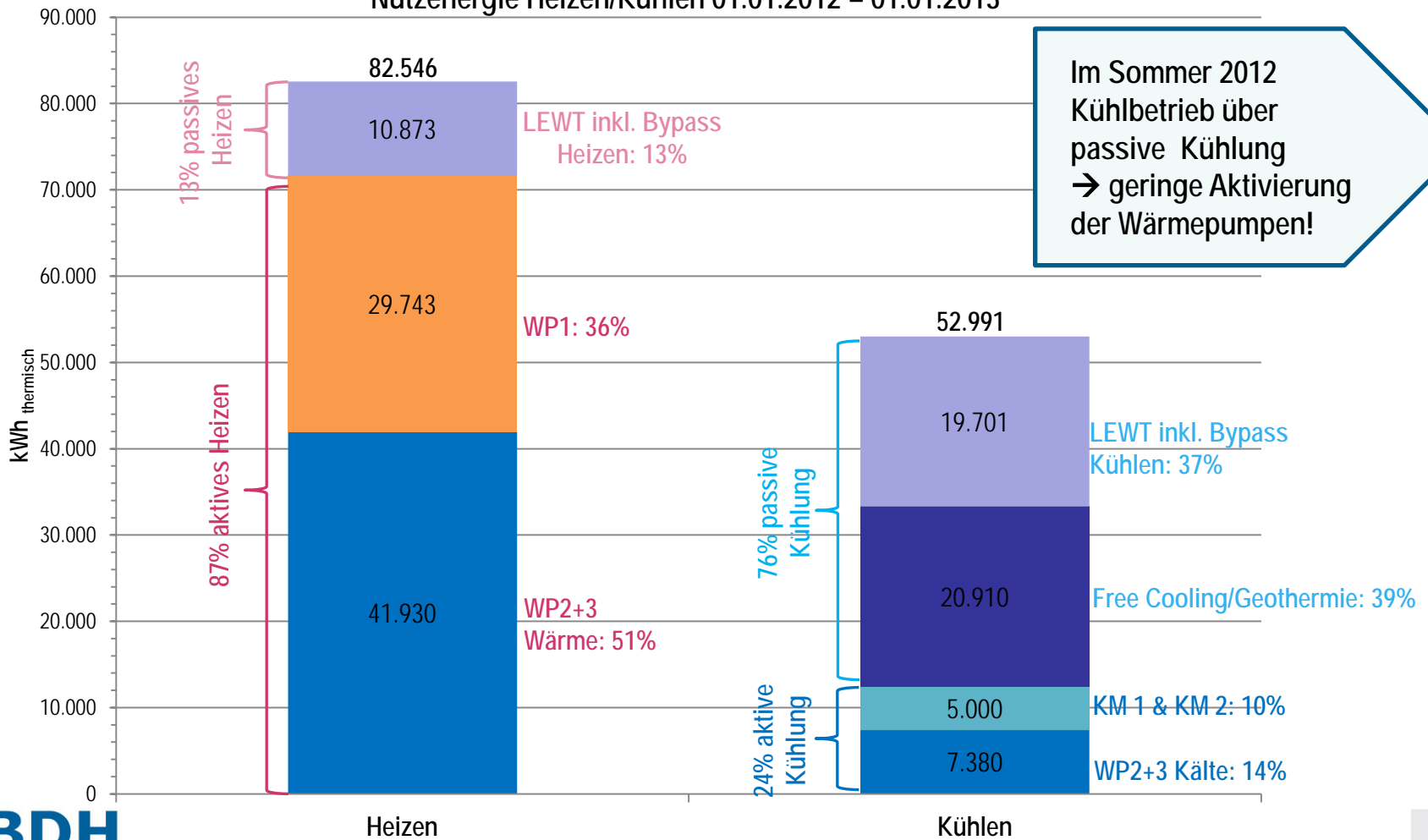


# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG

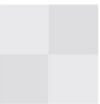
## MONITORINGERGEBNISSE AUS DEM BETRIEB

Erzeuger im Vergleich – Wärmepumpen, Luftherdwärmetauscher (LEWT), Free Cooling, Kältemaschinen (KM)

Nutzenergie Heizen/Kühlen 01.01.2012 – 01.01.2013



Im Sommer 2012  
Kühlbetrieb über  
passive Kühlung  
→ geringe Aktivierung  
der Wärmepumpen!

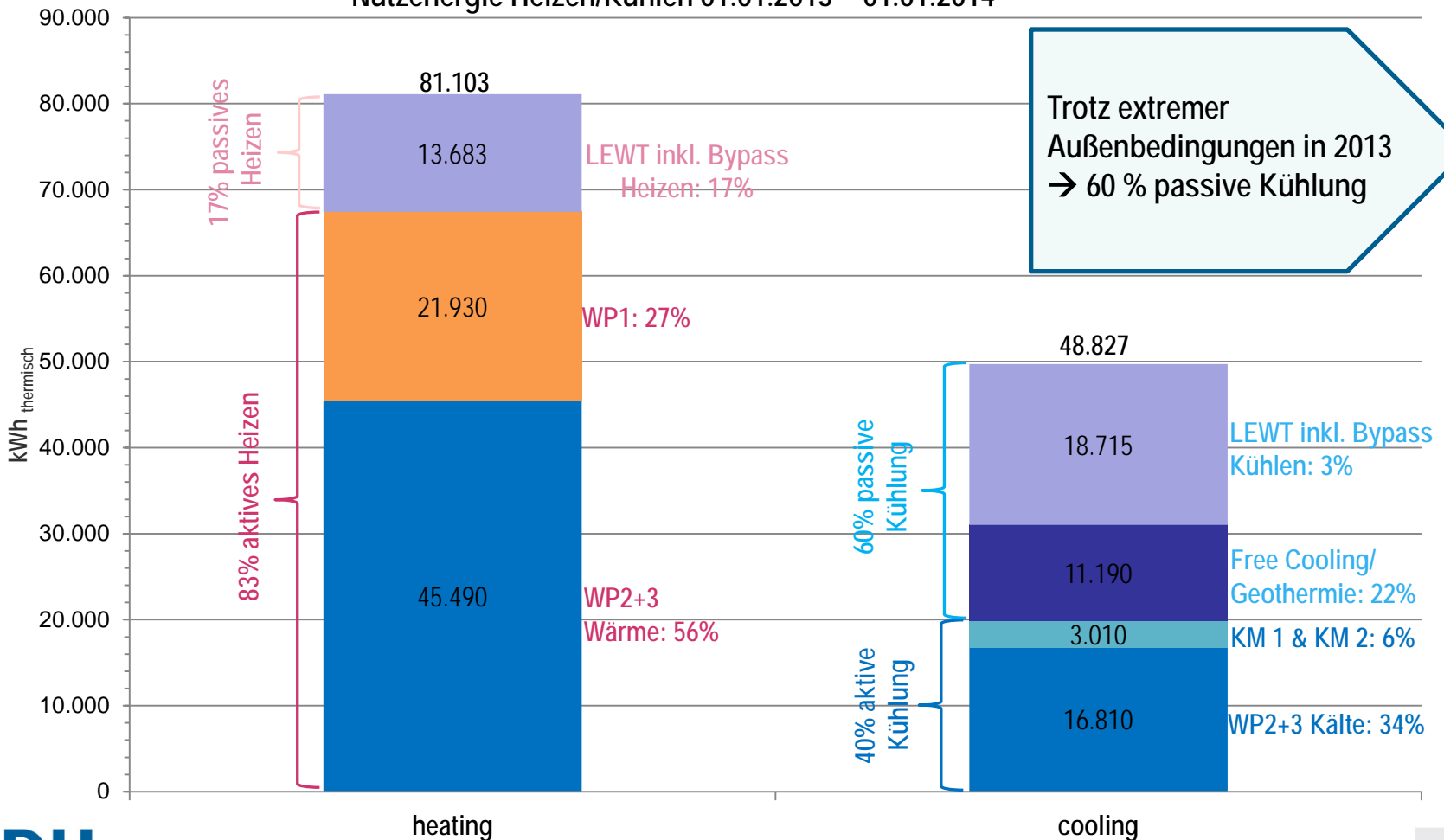


# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG

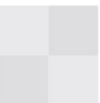
## MONITORINGERGEBNISSE AUS DEM BETRIEB

Erzeuger im Vergleich – Wärmepumpen, Luftherdwärmetauscher (LEWT), Free Cooling, Kältemaschinen (KM)

Nutzenergie Heizen/Kühlen 01.01.2013 – 01.01.2014



Trotz extremer Außenbedingungen in 2013  
→ 60 % passive Kühlung



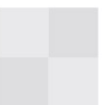
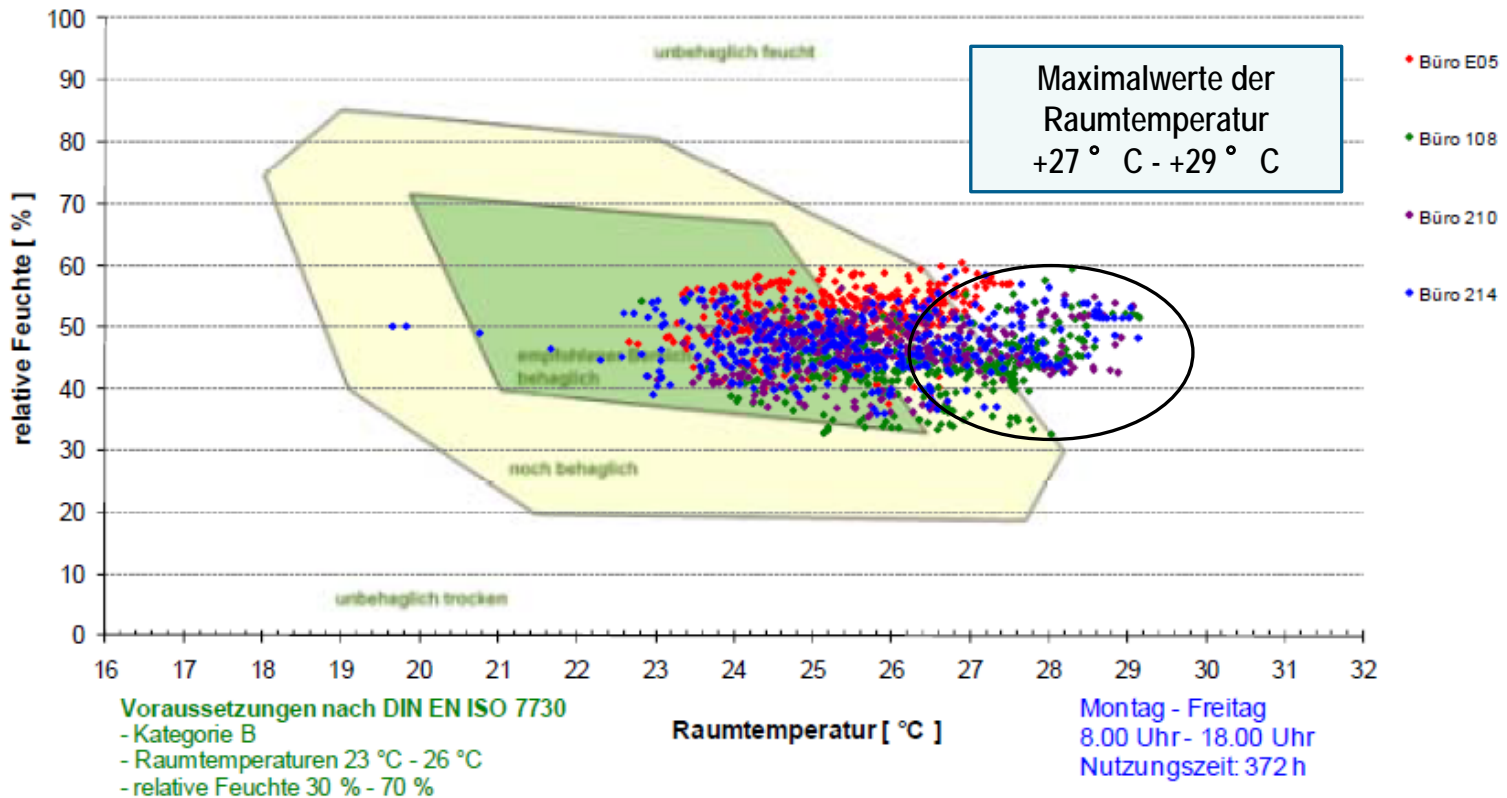
# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG MONITORINGERGEBNISSE AUS DEM BETRIEB

Raumkomfort – Vor der Sanierung - Raumtemperatur

## Thermische Behaglichkeit am Arbeitsplatz: REHAU Verkaufsbüro Wien

Abhängigkeit von Raumtemperatur und Relative Feuchte

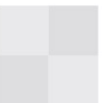
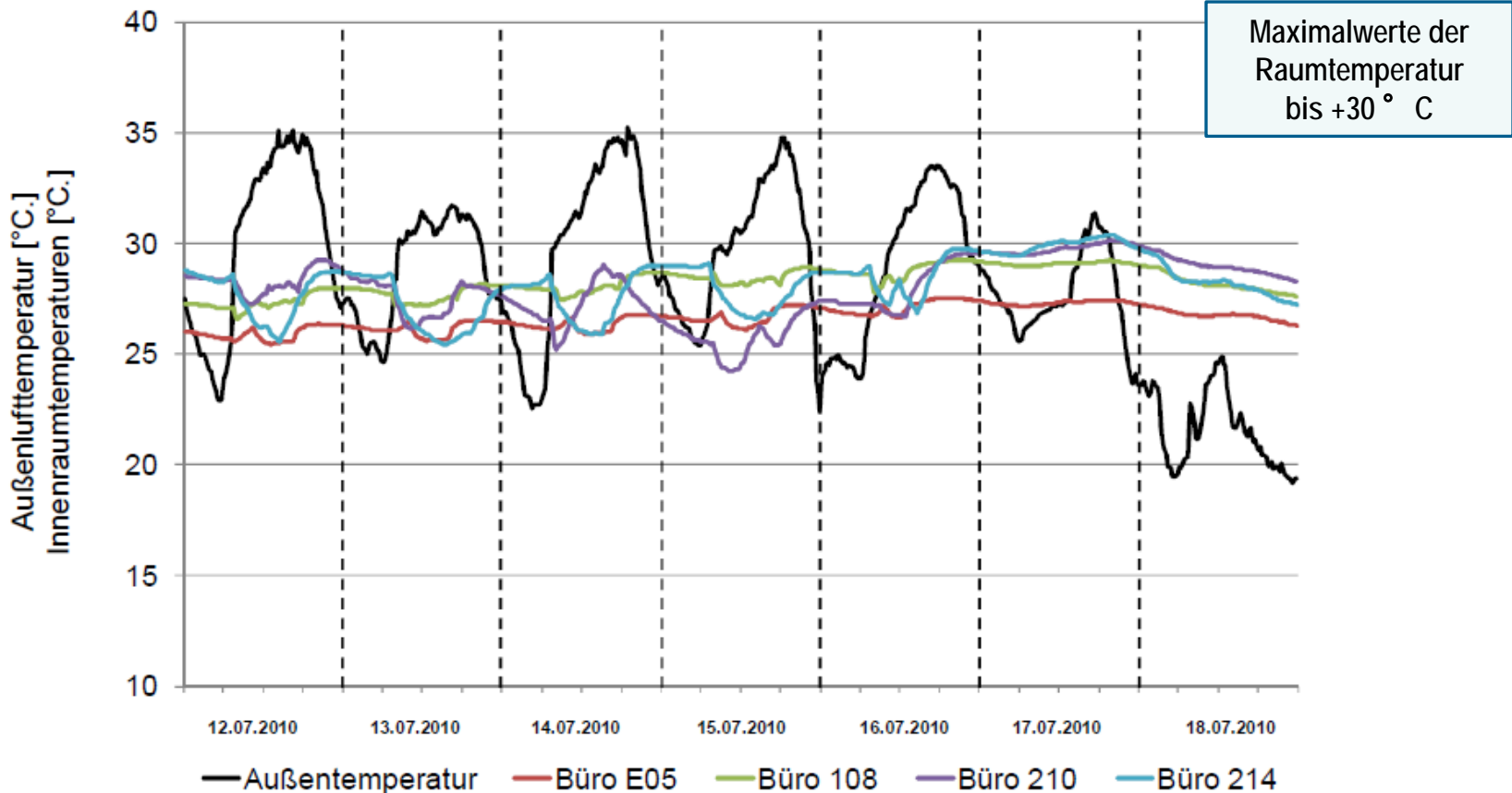
Betrachtungszeitraum 23.06.2010 - 10.08.2010



# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG MONITORINGERGEBNISSE AUS DEM BETRIEB

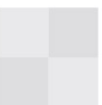
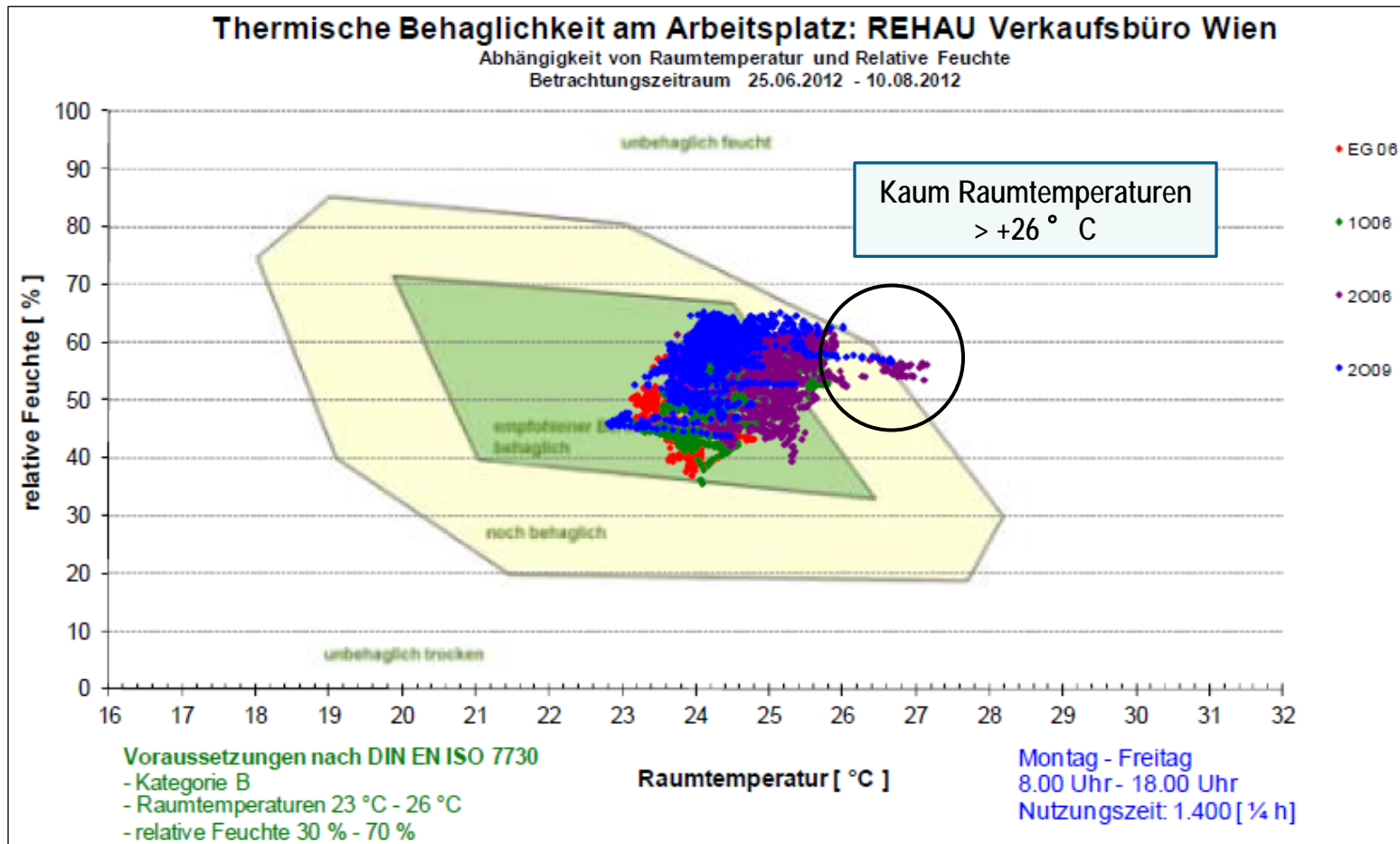
Raumkomfort – Vor der Sanierung - Raumtemperatur

REHAU Verkaufsbüro Wien - Temperaturenverlauf vom 12.07 - 18.07.2010



# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG MONITORINGERGEBNISSE AUS DEM BETRIEB

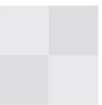
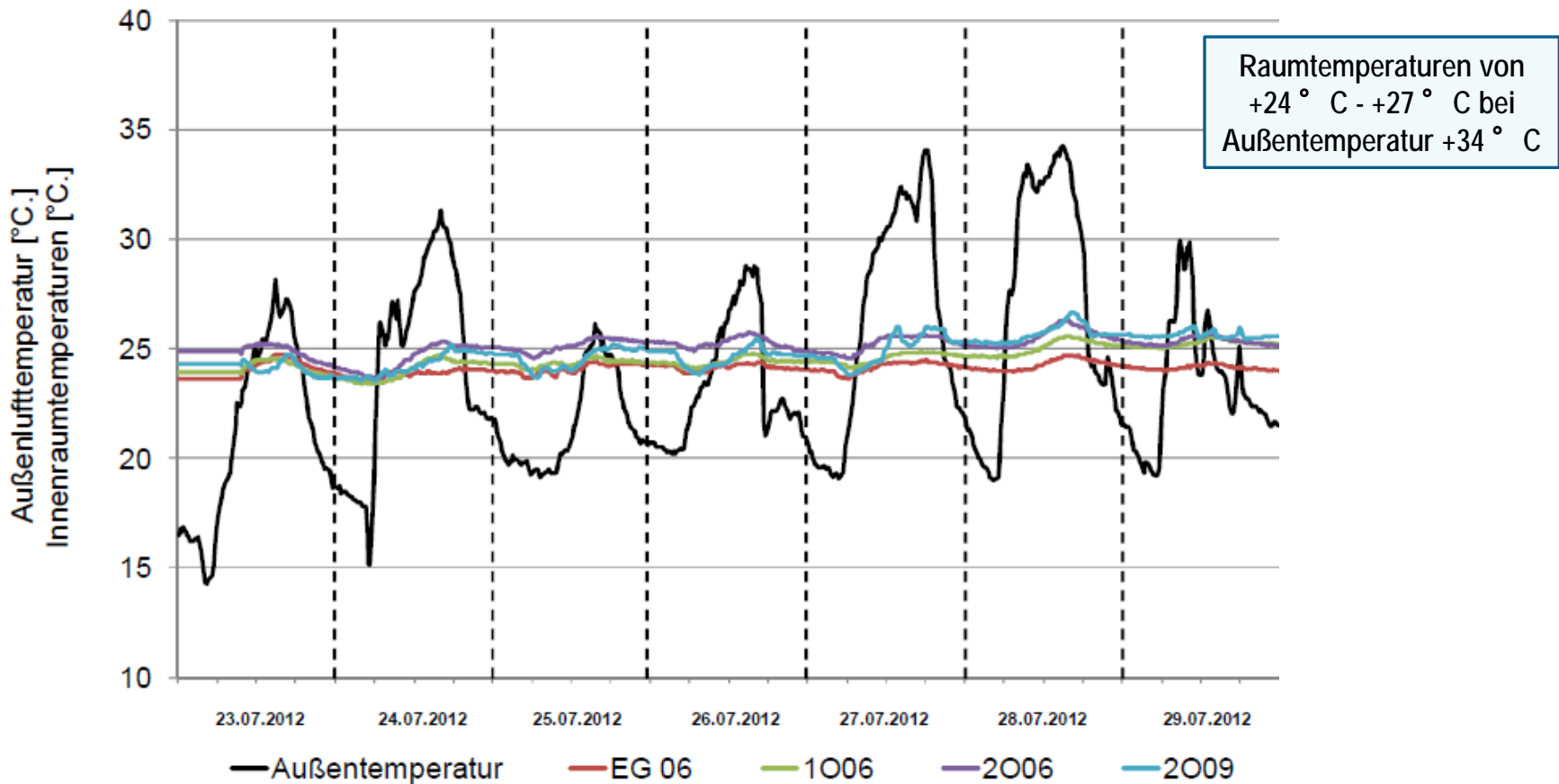
Raumkomfort – Nach der Sanierung - Raumtemperatur



# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG MONITORINGERGEBNISSE AUS DEM BETRIEB

Raumkomfort – Nach der Sanierung - Raumtemperatur

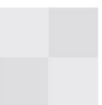
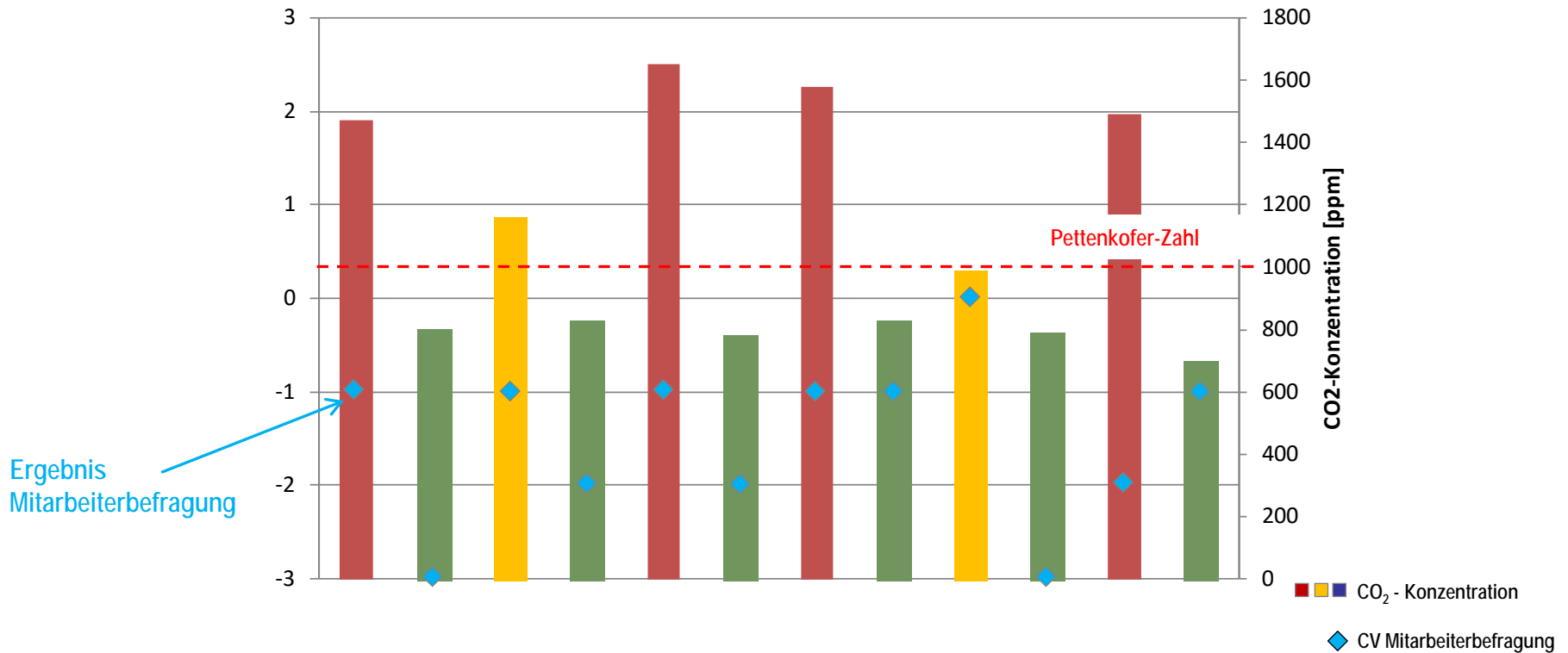
REHAU Verkaufsbüro Wien - Temperaturenverlauf vom 23.07 - 29.07.2012



# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG MONITORINGERGEBNISSE AUS DEM BETRIEB

Raumkomfort – **Vor der Sanierung** - CO<sub>2</sub> Konzentration

Spotmonitoring – REHAU Verkaufsbüro Wien  
Raummessungen aller Tageszeiten – Sommer – CO<sub>2</sub> Konzentration [ppm], Comfort Vote

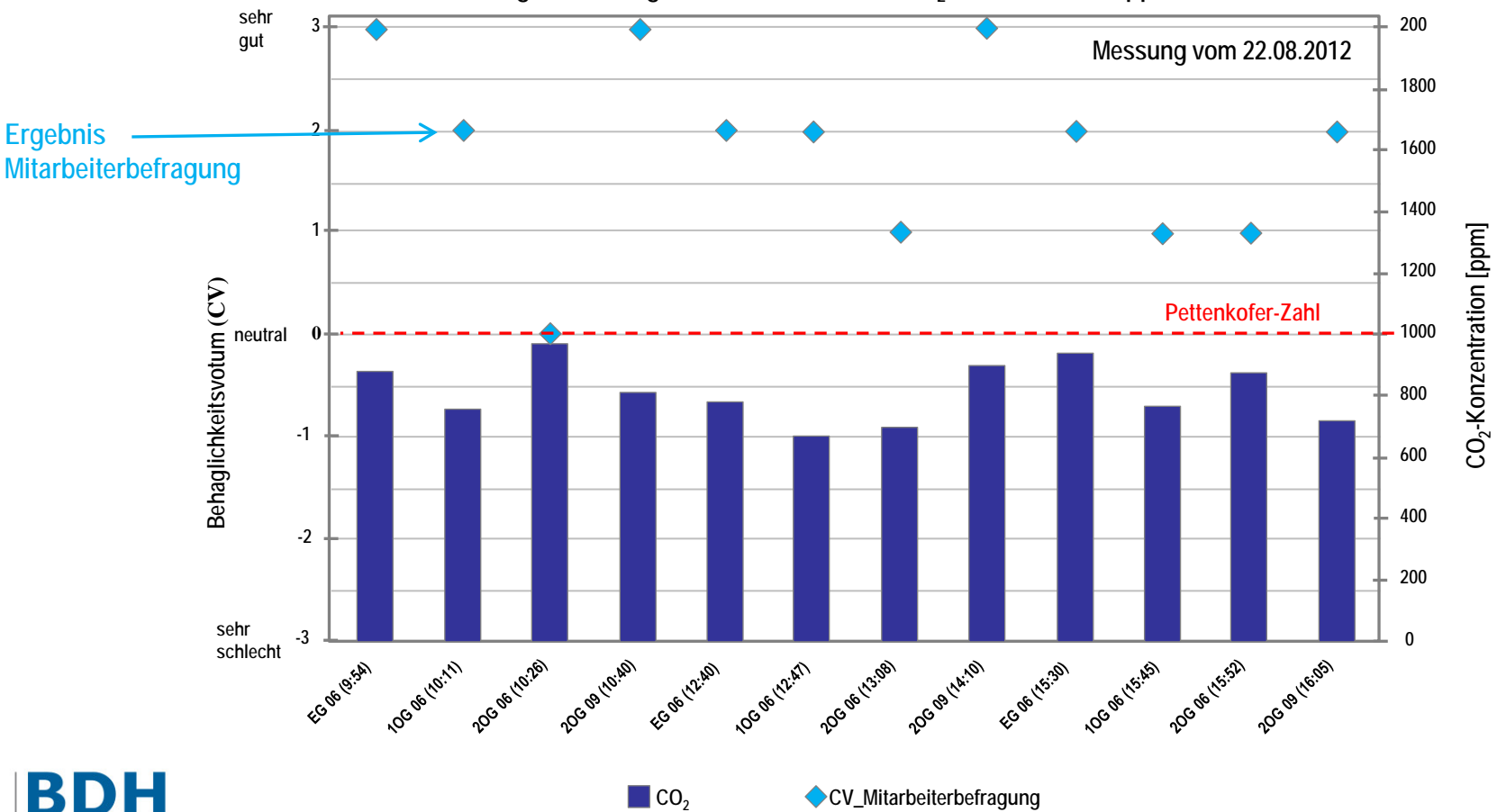


# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG MONITORINGERGEBNISSE AUS DEM BETRIEB

## Raumkomfort – **Nach der Sanierung** - CO<sub>2</sub> Konzentration

Spotmonitoring – REHAU Verkaufsbüro Wien

Raummessungen aller Tageszeiten – Sommer – CO<sub>2</sub> Konzentration [ppm], Comfort Vote

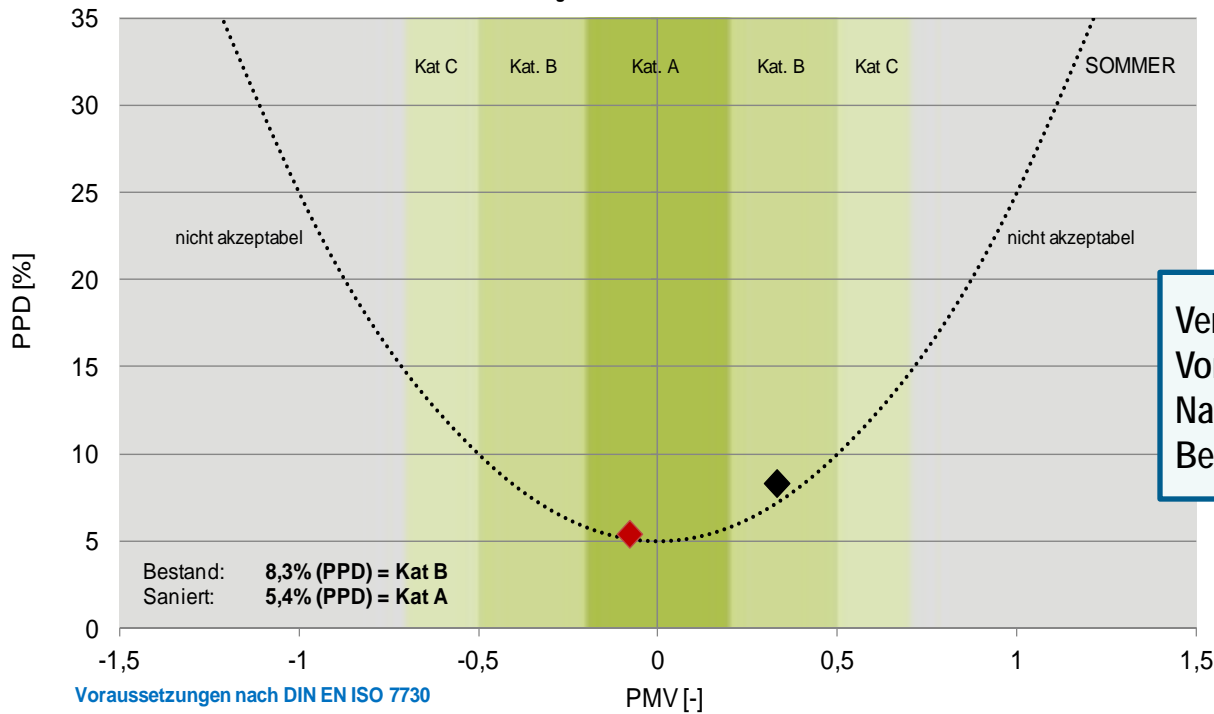


# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG MONITORINGERGEBNISSE AUS DEM BETRIEB

Komfort PPD – Vorher - Nachher

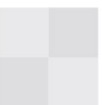
## Thermische Behaglichkeit: REHAU Verkaufsbüro Wien

Abhängigkeit von Raumtemperatur und Relative Feuchte  
Betrachtungszeitraum: 10.08.2010 + 22.08.2012



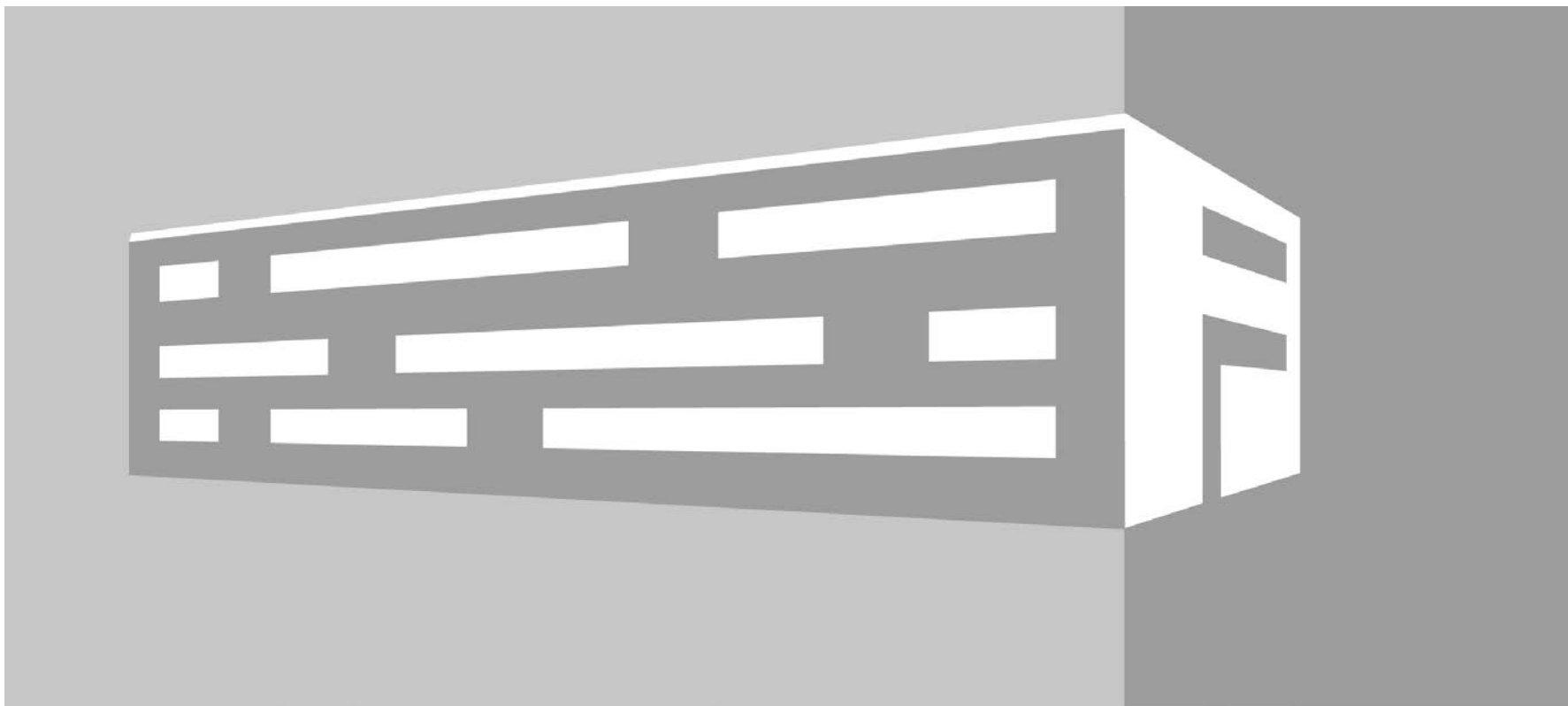
Vergleich PPD vorher nachher  
Vorher: 8,3  
Nachher: 5,4  
Best Practice (lt. Norm): 5

◆ Bestand     ◆ Saniert     ..... PPD (benchmark)



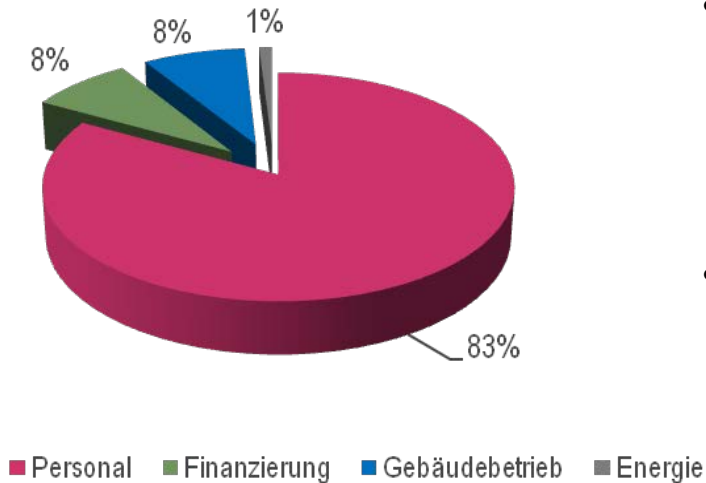


# RECHNET SICH DAS ALLES?

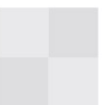
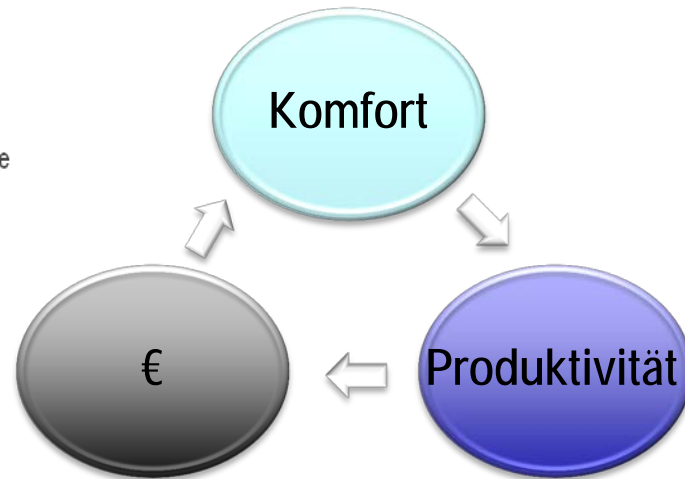


# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG MONITORINGERGEBNISSE AUS DEM BETRIEB

Jährliche Gebäudekosten

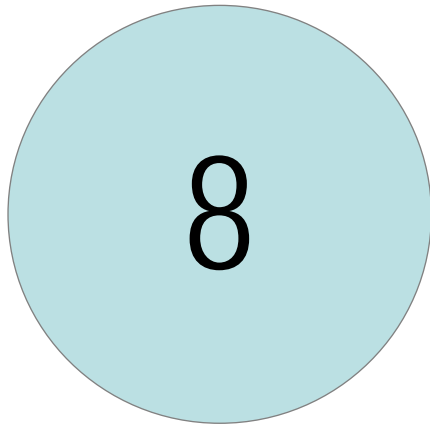


- VB Wien → ROI 6-8 Jahre
- Mehrinvest ca. 250.000 €
- Gesamtersparnis 1. Jahr aus dem Betrieb 27.500 €
- Gesteigerter Komfort
  - + thermische Behaglichkeit
  - + CO<sub>2</sub>
  - + Akustik
- Motivation und Produktivität der Mitarbeiter steigt



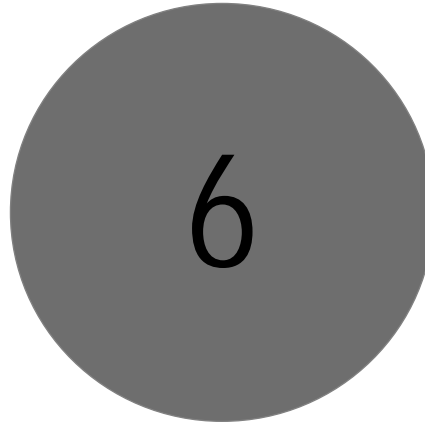


# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG RECHNET SICH DAS ALLES?



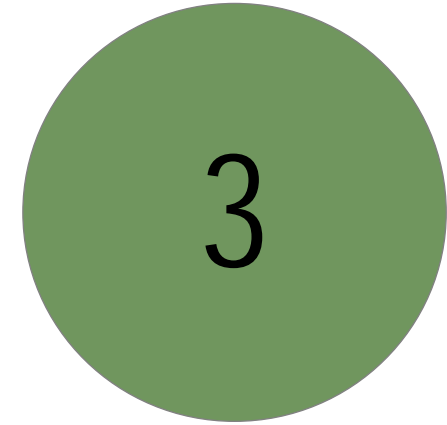
8 Jahre Amortisationszeit

Berücksichtigung der jährlichen  
Energieeinsparungen von 30.000 EUR



6 Jahre Amortisationszeit

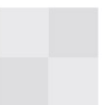
Berücksichtigung von jährlich 10%  
Energiepreissteigerung



3 Jahre Amortisationszeit

Berücksichtigung von zusätzlich 1% Effektivitäts-  
steigerung bzw. Kosteneinsparung auf Grundlage  
der Personalkosten.

- Weniger Fehler
- Mehr Wert
- Weniger Kranktage
- Weniger Fluktuation
- Schnellere und bessere Besetzung offener Stellen







# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG

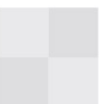
## GANZHEITLICHE QUALITÄTSSICHERUNG VON IMMOBILIEN

Die Zertifizierung nach DGNB unterteilt sich in folgende Kriterien



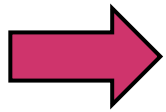
Gesamterfüllungsgrad	Mindestersfüllungsgrad	Auszeichnung	DGNB
ab 35 %	— %	Bronze*	
ab 50 %	35 %	Silber	
ab 65 %	50 %	Gold	
ab 80 %	65 %	Platin	

\*Diese Auszeichnung gilt nur für Bestandsgebäude



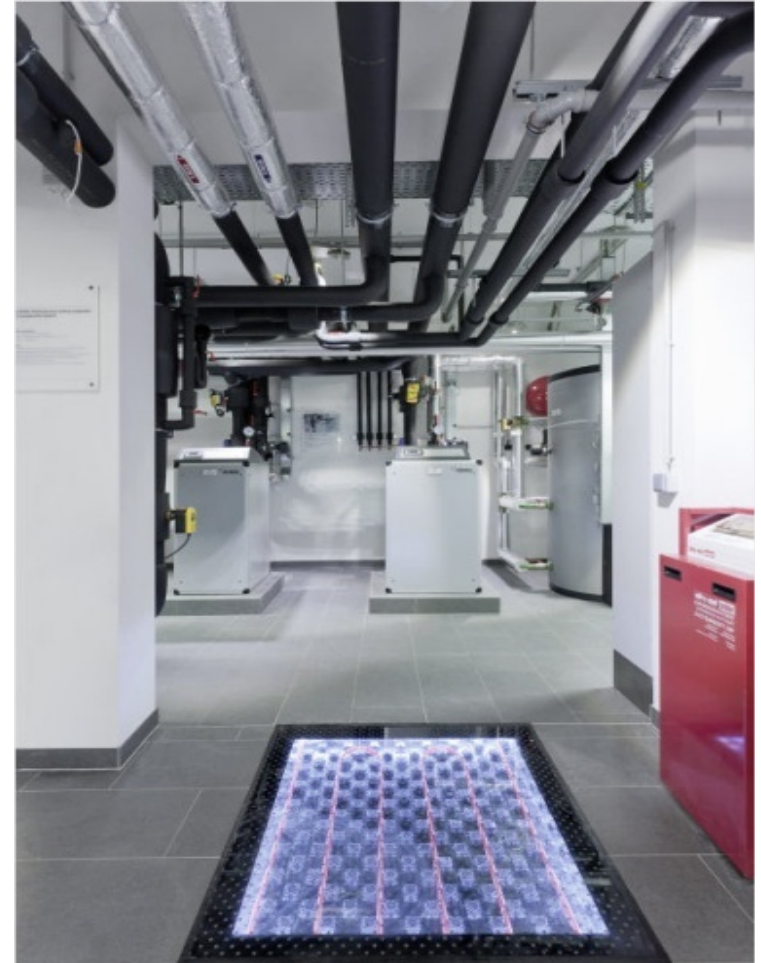
# PRAXISTRANSFER STANDORTSANIERUNG UNSER ZIEL

Was haben wir bisher im VB Wien erreicht?



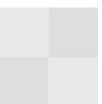
81,5 % DGNB Platin

DGNB



**BDH**

Bundesverband der  
Deutschen Heizungsindustrie



Vielen Dank für Ihre  
Aufmerksamkeit!

**BDH**

Bundesverband der  
Deutschen Heizungsindustrie