

Energetische Inspektionen von Klimaanlage

Detlef Malinowsky
Dipl.-Ing. (FH)

Am Baumgarten 12
85662 Hohenbrunn

Tel.: 08102/895590

- TÜV zert. Energieberater für Wohn- und Nichtwohngebäude
- KMU - Beratungen
- Thermographie 1
- Abnahmeprüfung von RLT – Anlagen (EN12599)
- Optimierung von Heizungs-, Kälte-, Lüftungsanlagen
- Brandschutz (RLT)
- Hygieneprüfung VDI 6022 (RLT)
- Hygieneprüfung VDI 6023 (Trinkwasser)
- Hydraulischer Abgleich von Heizungs-, Kälte-, Lüftungsanlagen
- Energetische Überprüfung von Klimaanlage (EN 18599)
- Energieanalyst (TÜV)
- Energie - Monitoring, - Managementsysteme
- Simulationsberechnungen
- Mess- und Regeltechnik

Woher kommt die Energetische Inspektion von Klimaanlage?

EPBD - "Energy Performance of Buildings Directive"

EPBD

16.12.2002
Richtlinie 2002/91/EG
16.05.2010
Richtlinie 2010/31/EU



Artikel 9 Inspektion von Klimaanlage

- Begrenzung CO2 Emissionen
- Regelmäßige Inspektionen
- Klimaanlage (Gebäude)
> 12 kW Kühlbedarf

EnEV 2007 / 2009 / 2014



§12 Energetische Inspektion von Klimaanlage

- Begrenzung CO2 Emissionen
- Regelmäßige Inspektionen
- Klimaanlage (Gebäude)
> 12 kW Kühlbedarf

Energiesparverordnung 2009

- **Instandhaltung der Anlagen**
- **Energetische Inspektion der Anlagen**
- **Gebäudeenergieausweis zur Dokumentation und Veröffentlichung**

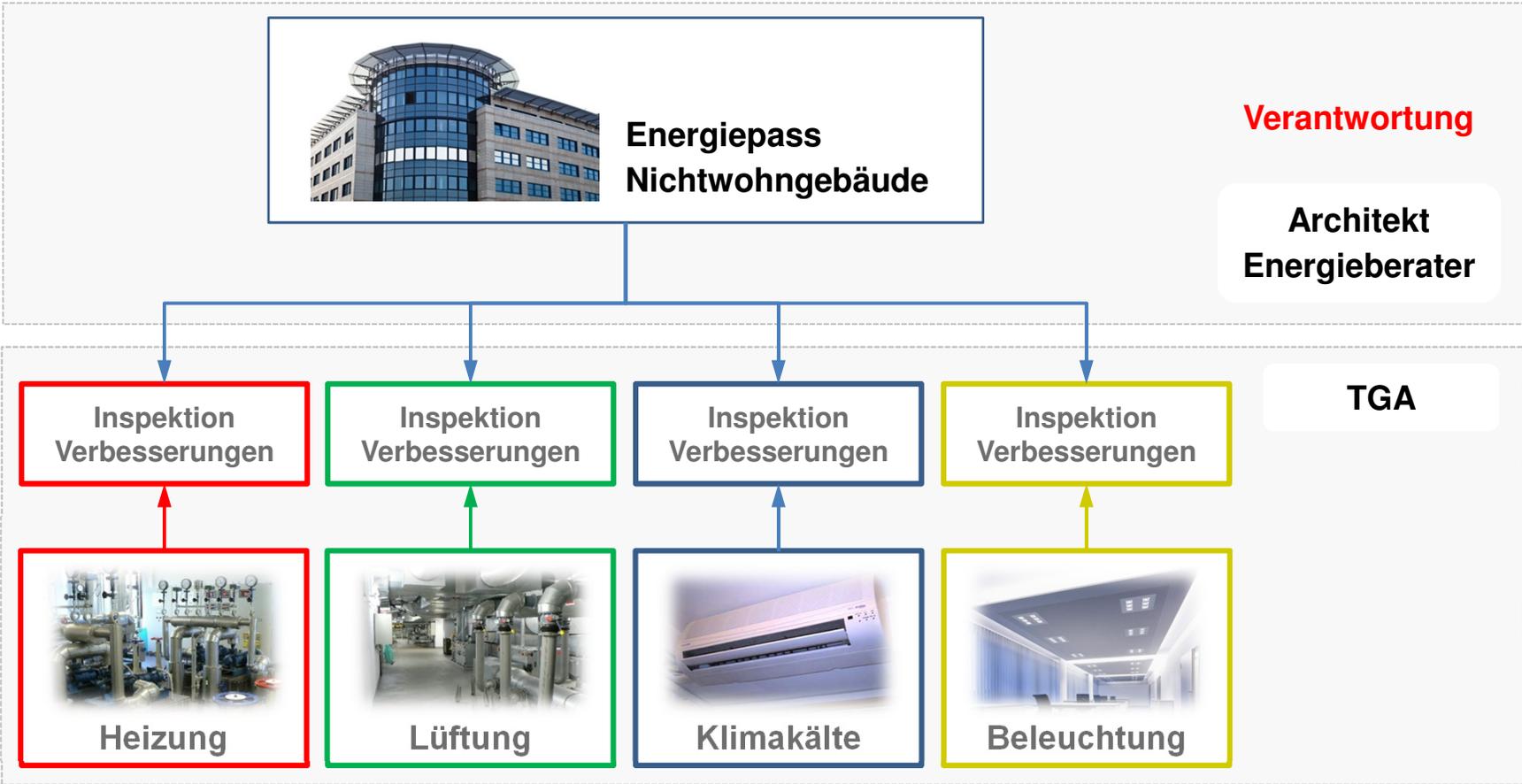
Wer darf die Energetische Inspektion durchführen?

Fachkundige Personen sind insbesondere Personen

- mit berufsqualifizierendem Hochschulabschluss in den Fachrichtungen
 - Versorgungstechnik oder
 - technische Gebäudeausrüstungmit mindestens einem Jahr Berufserfahrung in Planung, Bau und Betrieb oder Prüfung raumluftechnischer Anlagen
- mit berufsqualifizierendem Hochschulabschluss in den Fachrichtungen
 - Maschinenbau, Elektrotechnik, Verfahrenstechnik, Bauingenieurwesen oder
 - einer anderen technischen Fachrichtung mit einem Ausbildungsschwerpunkt in der Versorgungstechnik oder der Technischen Gebäudeausrüstung (TGA)mit mindestens drei Jahren Berufserfahrung in Planung, Bau und Betrieb oder Prüfung raumluftechnischer Anlagen

Quelle: EnEV 2009 • Abschnitt 3 • § 12 • Absatz (5)

Mitwirkende und Verantwortliche



§12 Energetische Inspektion von Klimaanlage

Gebäudebegehung

Nutzungszeiten

Relevante bauphysikalische
Eigenschaften

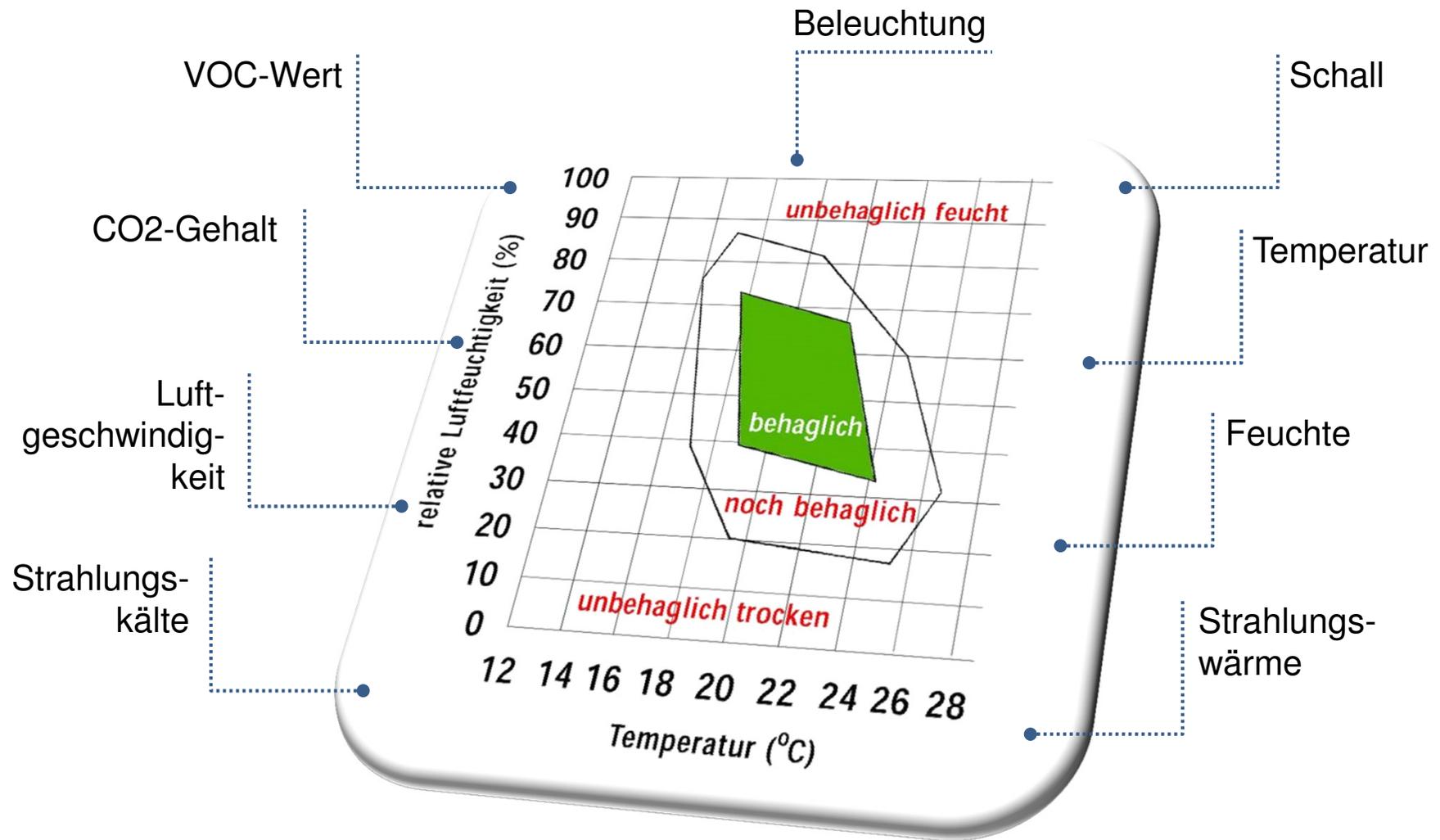


Innere Wärmequellen

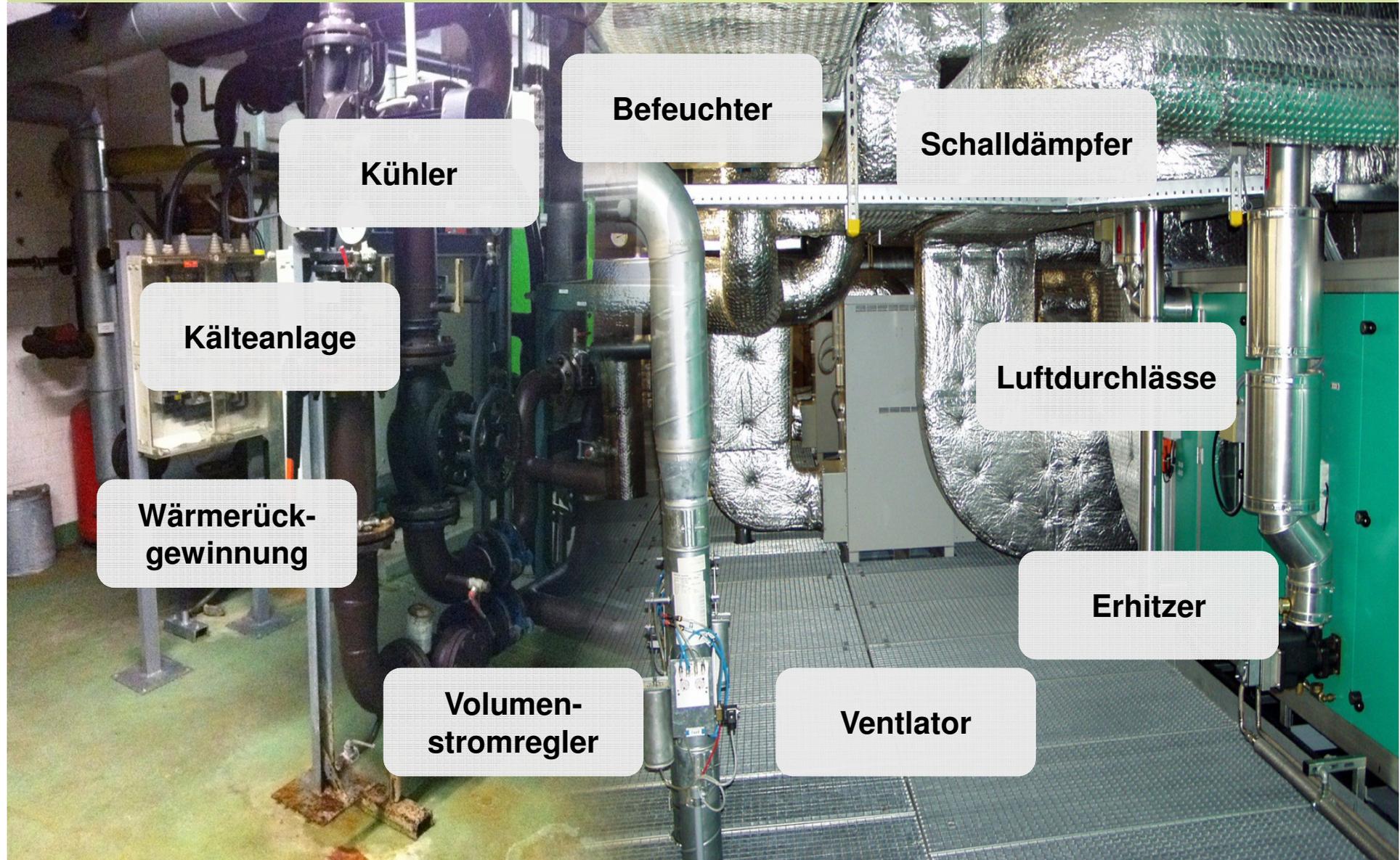
Veränderung der
Raumnutzung

Sollwerte für Luftmenge,
Temperatur, Feuchte,
Betriebszeit, Toleranzen

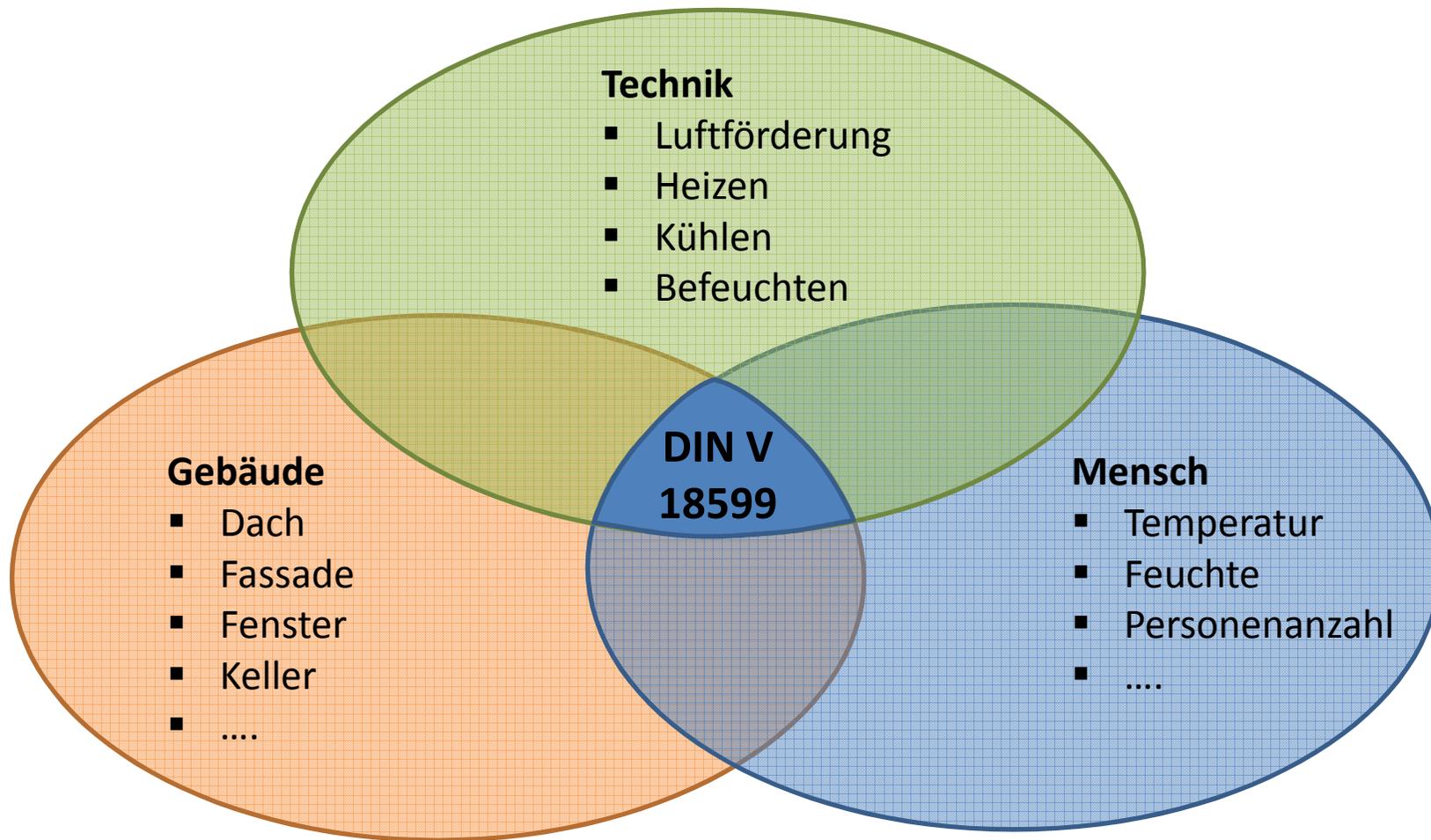
§12 Energetische Inspektion von Klimaanlage Behaglichkeit



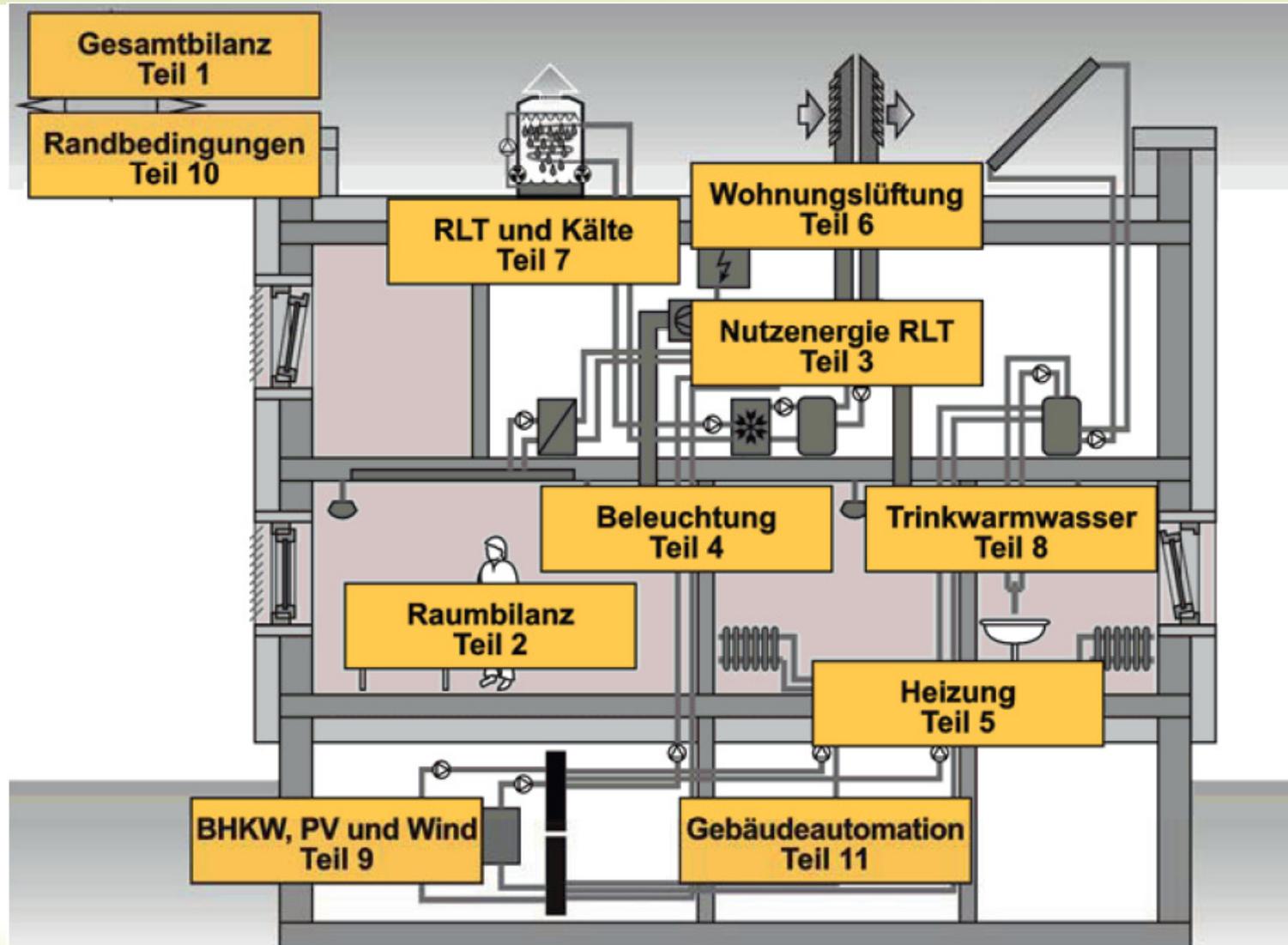
§12 Energetische Inspektion von Klimaanlage Die Anlagenprüfung



Die gemeinsame Schnittmenge nach DIN V 18599



DIN V 18599 Gesamtumfang



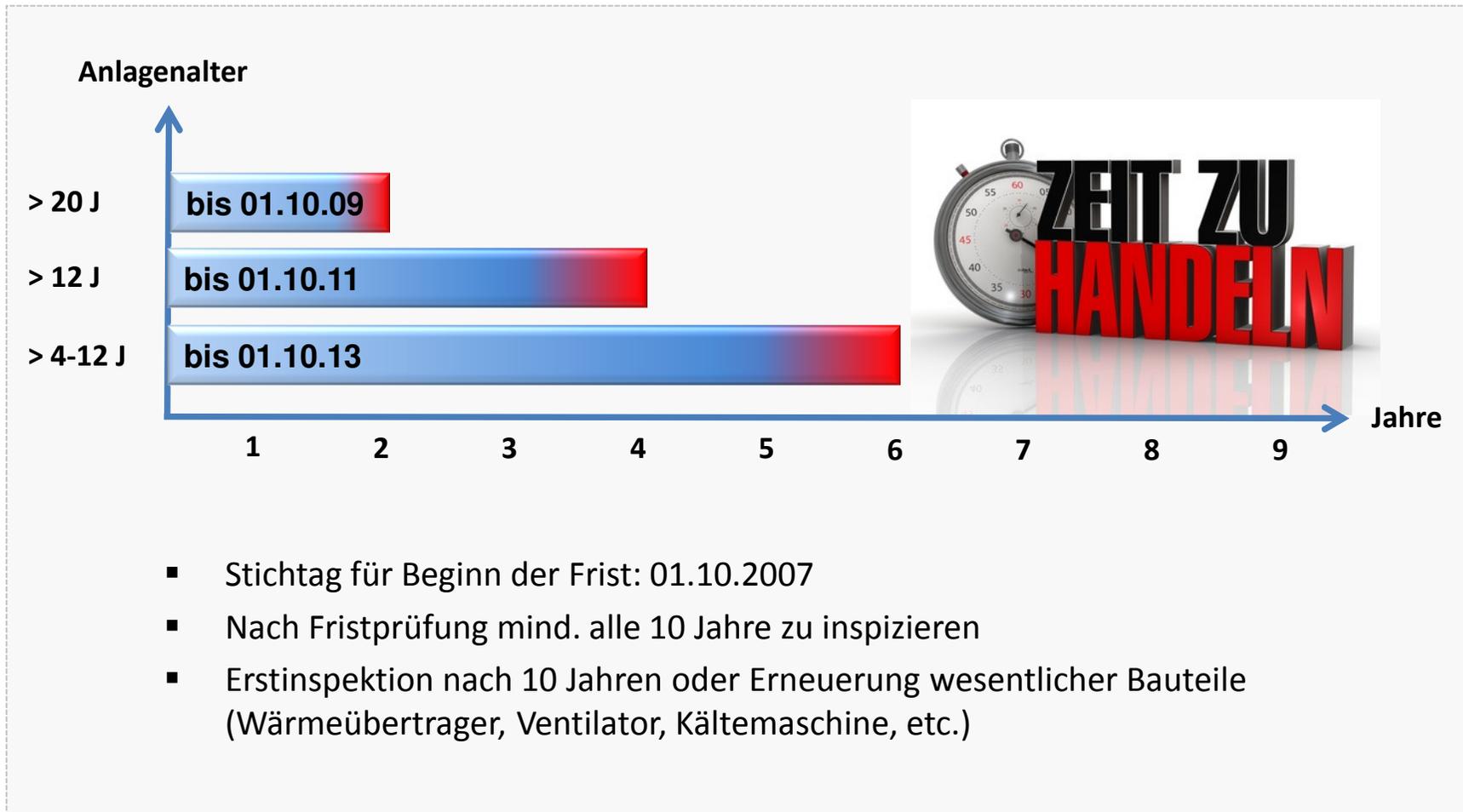
DIN V 18599

Berechnung & Beurteilung aller Energiemengen von Gebäuden

- ▶ Teil 1: Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger
- ▶ Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen
- ▶ **Teil 3: Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung**
- ▶ Teil 4: Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung
- ▶ Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen
- ▶ Teil 6: Endenergiebedarf von Lüftungsanlagen, Luftheizungsanlagen und Kühlsystemen für den Wohnungsbau
- ▶ **Teil 7: Endenergiebedarf von Raumluftechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau**
- ▶ Teil 8: Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungsanlagen
- ▶ Teil 9: End- und Primärenergiebedarf von stromproduzierenden Anlagen
- ▶ Teil 10: Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten
- ▶ Teil 11: Gebäudeautomation

§12 Energetische Inspektion von Klimaanlage Fristen

Inspektionsfristen in Abhängigkeit vom Alter der Anlage



Energieeinsparverordnung und ihre Grenzwerte

Referenzwerte SFP

Verschärfung der Anforderungen von EnEV 2007 bis 2014

Abluftanlage

Ventilator:	SFP = 1,25 kW/(m ³ /s)	EnEV 2007
	SFP = 1,00 kW/(m ³ /s)	EnEV 2009
	SFP = 1,00 kW/(m ³ /s)	EnEV 2014

Zu- und Abluftanlage

Zuluftventilator:	SFP = 1,60 kW/(m ³ /s)	EnEV 2007
	SFP = 1,50 kW/(m ³ /s)	EnEV 2009
	SFP = 1,50 kW/(m ³ /s)	EnEV 2014
Abluftventilator:	SFP = 1,25 kW/(m ³ /s)	EnEV 2007
	SFP = 1,00 kW/(m ³ /s)	EnEV 2009
	SFP = 1,00 kW/(m ³ /s)	EnEV 2014

Energieeinsparverordnung und ihre Grenzwerte

Referenzwerte WRG

Verschärfung der Anforderungen von EnEV 2007 bis 2014

Zu- und Abluftanlage

KVS :	PSFP = 0,45	EnEV 2007
Platten-WÜ	PSFP = 0,6	EnEV 2009
Platten-WÜ	PSFP = 0,6	EnEV 2014

Zu- und Abluftanlage mit geregelter Luftkonditionierung

KVS :	PSFP = 0,45	EnEV 2007
Platten-WÜ	PSFP = 0,6	EnEV 2009
Platten-WÜ	PSFP = 0,6	EnEV 2014

Ingenieurmäßige Definition einer Klimaanlage

Grundarten der RLT-Anlagen nach Funktionen nach DIN EN 13779

Kategorie	Filterung	Thermodynamische Funktion					Bezeichnung
		Lüftung	Heizung	Kühlung	Befeuchtung	Entfeuchtung	
THM – C0	x	x	-	-	-	-	Einfache Lüftungsanlage
THM – C1	x	x	x	-	-	-	Lüftungsanlage Heizen oder Luftheizung
THM – C2	x	x	x	-	x	-	Teilklimaanlage Lüften, Heizen, Befeuchten
THM – C3	x	x	x	x	-	(x)	Teilklimaanlage Lüften, Heizen, Kühlen
THM – C4	x	x	x	x	x	(x)	Teilklimaanlage Lüften, Heizen, Kühlen und Befeuchten
THM – C5	x	x	x	x	x	x	Klimaanlage Lüften, Heizen, Kühlen und Be- und Entfeuchten

Legende

- von der Anlage nicht beeinflusst
- x von der Anlage geregelt und im Raum sichergestellt
- (x) durch die Anlage beeinflusst, jedoch ohne Garantiewerte im Raum

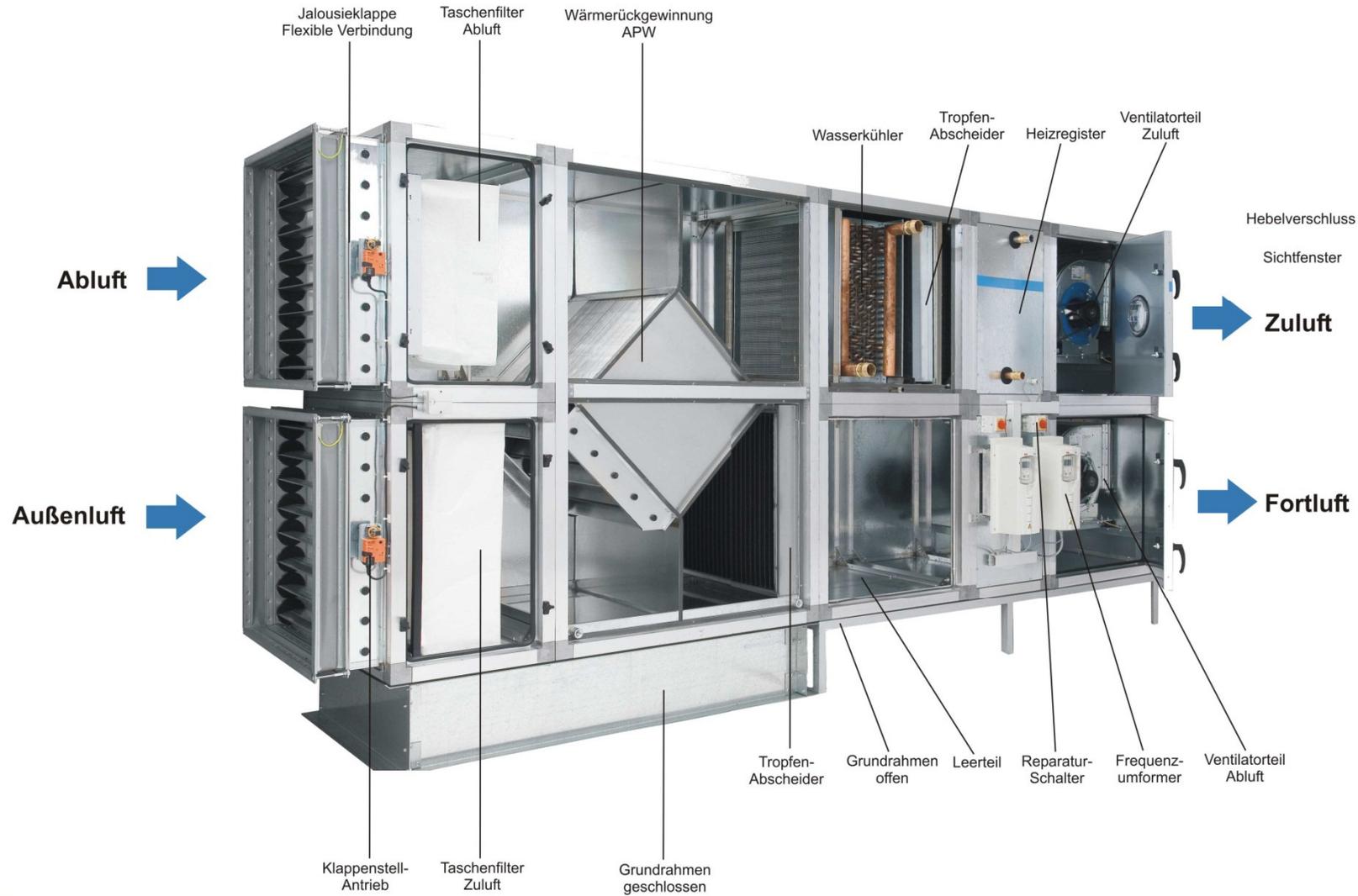
Definition einer Klimaanlage nach der Energieeinsparverordnung

Eine „**Klimaanlage**“ ist eine Kombination sämtlicher Bauteile, die für eine Form der Luftbehandlung erforderlich sind, bei der die Temperatur, eventuell gemeinsam mit der Belüftung, der Feuchtigkeit und der Luftreinheit, geregelt wird oder gesenkt werden kann.

- Klima- und Teilklimaanlagen C3 bis C5 nach Tabelle
- Raumklimageräte und Raumkühlsysteme ohne Lüftungsfunktion ab 12 kW
- Nennkühlleistung (Summe je Gebäude)

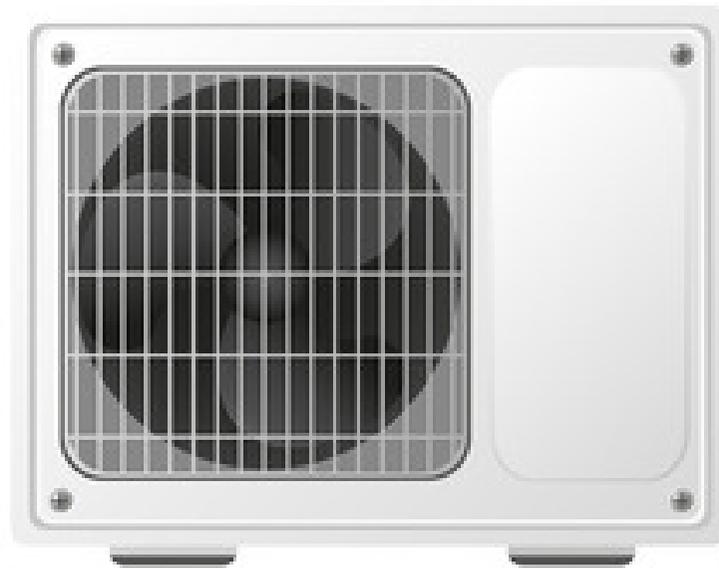
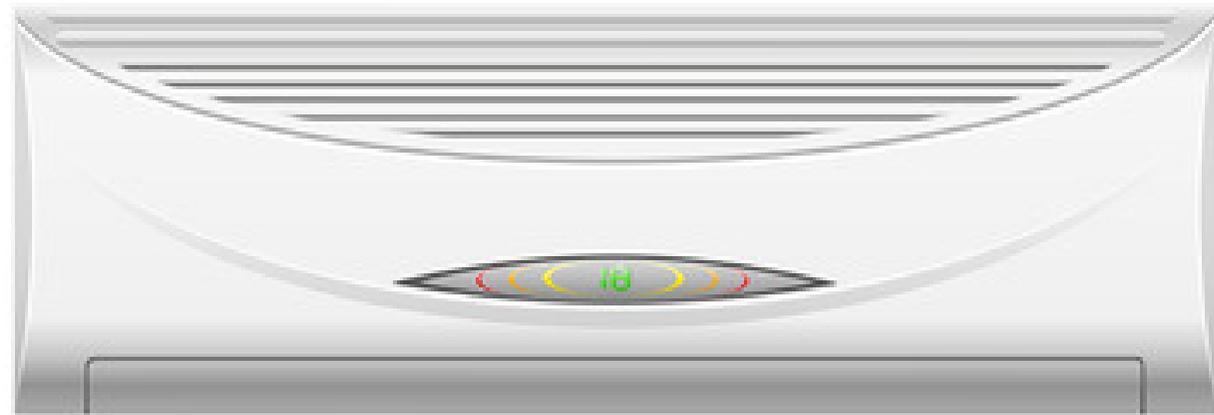


DIN SPEC 15240:2013 Definition einer Klimaanlage



DIN SPEC 15240:2013
Definition einer Klimaanlage

Split-Anlagen



DIN SPEC 15240:2013
Definition einer Klimaanlage

Multi-Split-Anlagen



DIN SPEC 15240:2013 Definition einer Klimaanlage

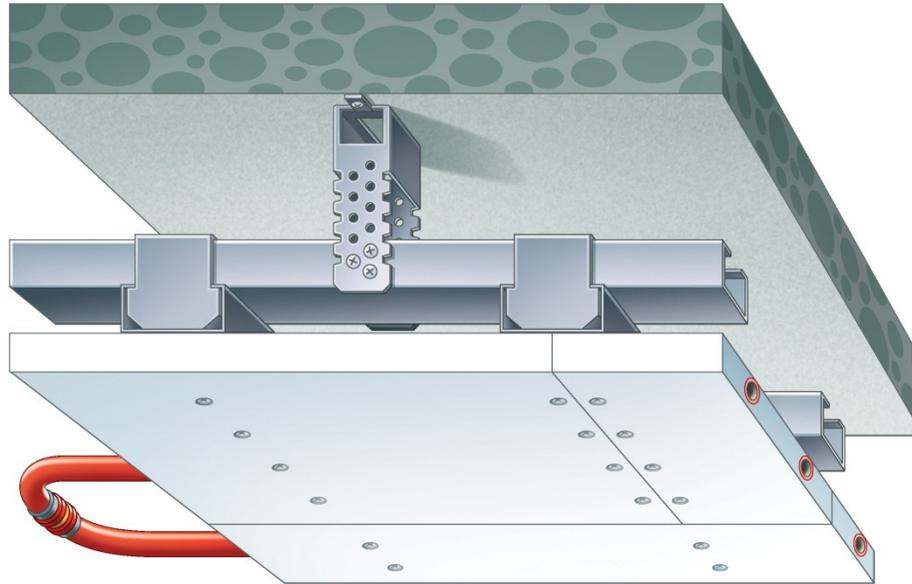
VRF-Anlagen

Heizen
und
Kühlen



DIN SPEC 15240:2013 Definition einer Klimaanlage

Kühldecken



DIN SPEC 15240:2013
Definition einer Klimaanlage

Betonkernaktivierung



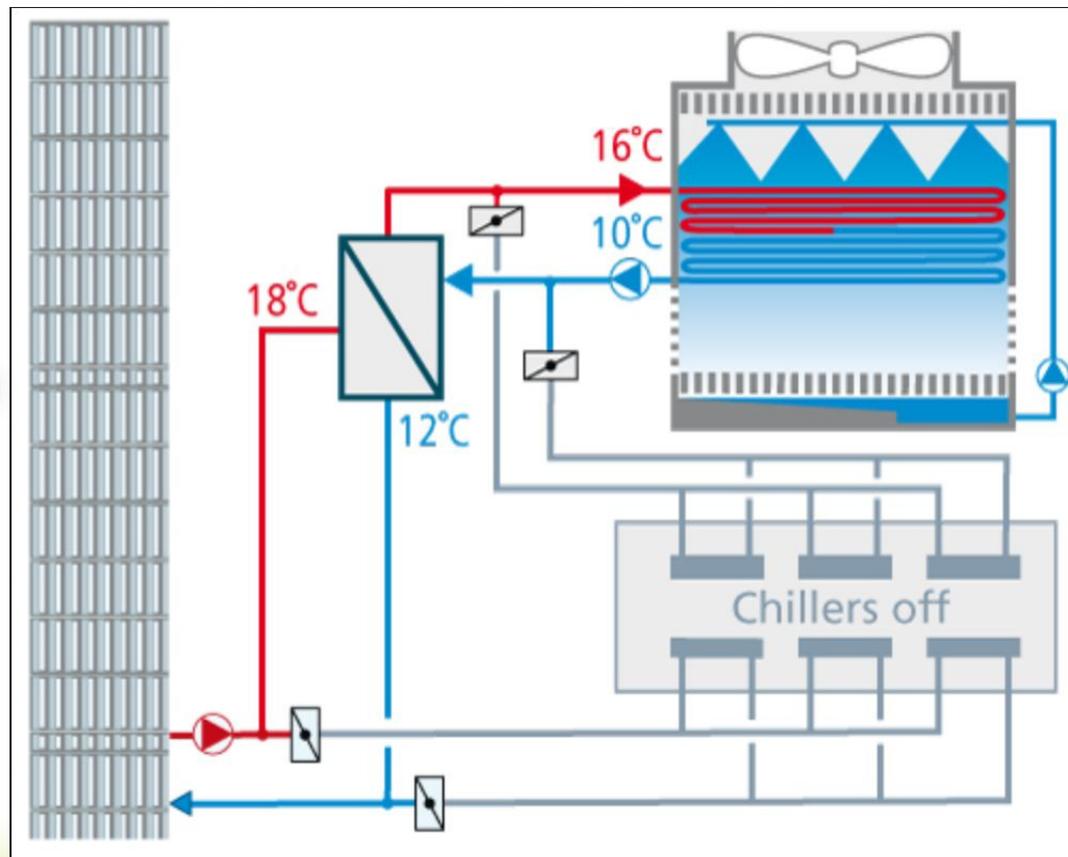
DIN SPEC 15240:2013 Definition einer Klimaanlage

Verdunstungskühlung



DIN SPEC 15240:2013 Definition einer Klimaanlage

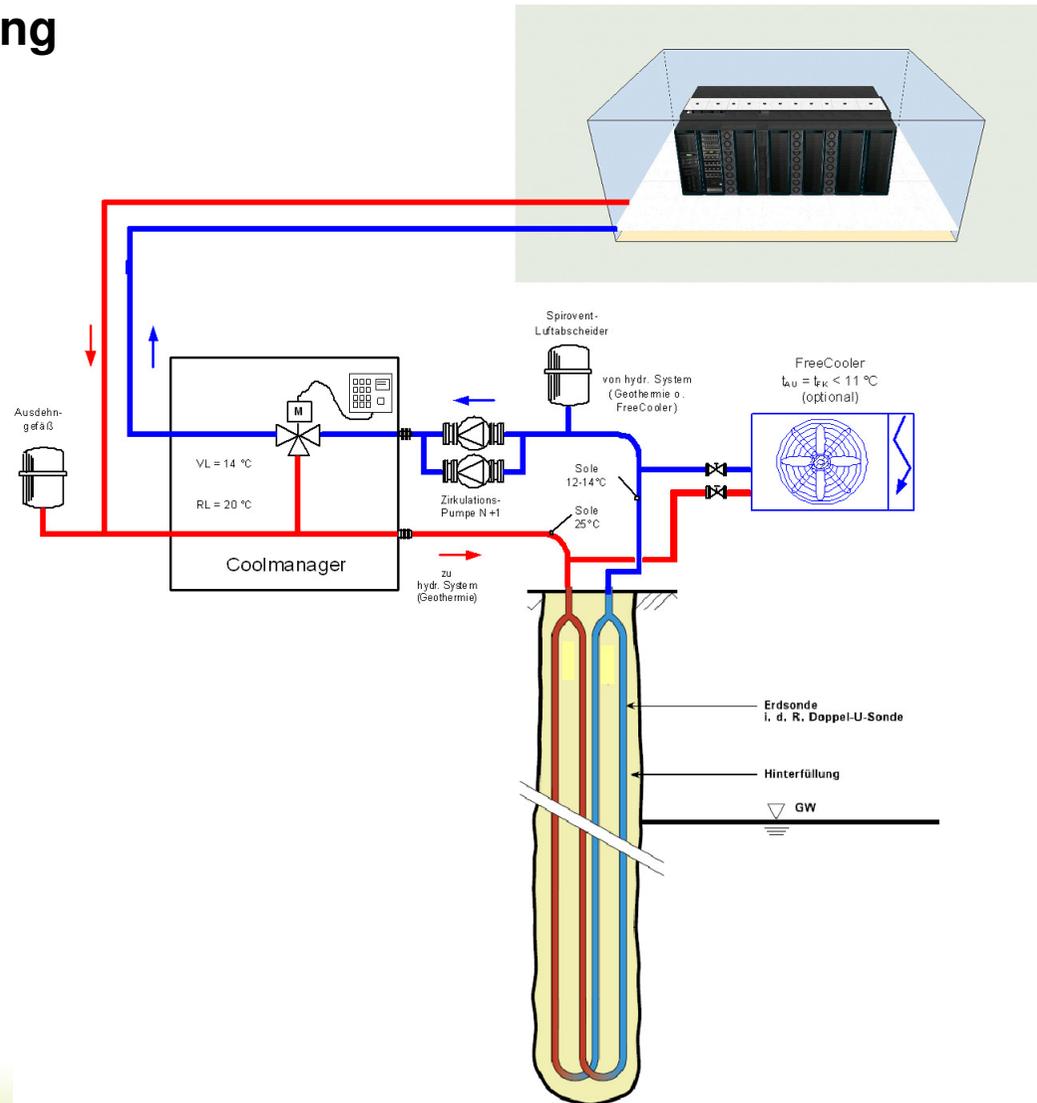
Freie Kühlung über Kühlturm



(DDP)

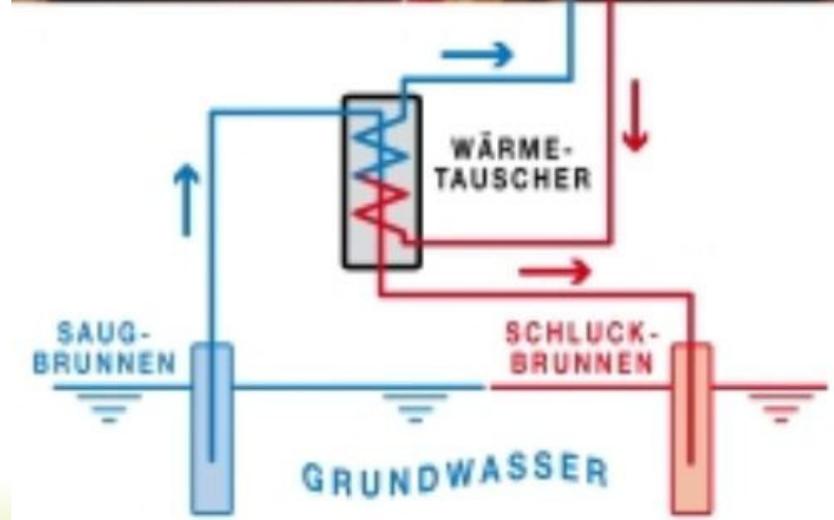
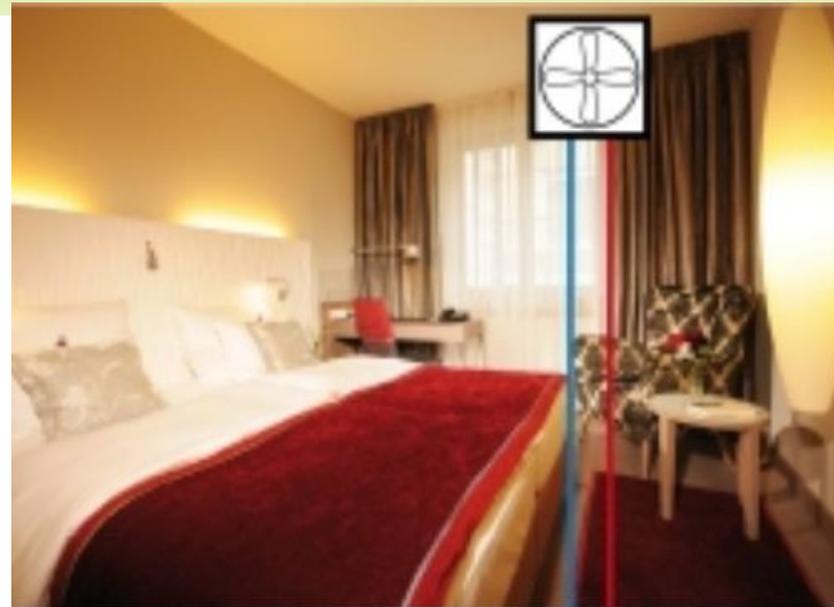
DIN SPEC 15240:2013 Definition einer Klimaanlage

Geothermische Kühlung



DIN SPEC 15240:2013 Definition einer Klimaanlage

Grund- und Oberflächenwasserkühlung



DIN SPEC 15240:2013

Allgemeine Hinweise zur Inspektion

Für reine Lüftungsanlagen keine Pflicht der Energetische Inspektion nach EnEV

Das Bewertungsverfahren nach DIN SPEC 15240 ist aber auch für reine Lüftungsanlagen jeglicher Größe geeignet

Standardmäßig werden auch reine Lüftungsanlagen im Energiepass für Nichtwohngebäude berechnet

Es wird empfohlen auch für reine Lüftungsanlagen eine freiwillige Inspektion durchzuführen

DIN SPEC 15240:2013

Inhalte der Energetischen Inspektion

Im Rahmen der Energetischen Inspektion müssen nach DIN SPEC 15240 die gebäude-, anlagen- und nutzungsspezifischen Randbedingungen für einen energieeffizienten Betrieb festgestellt werden.

die Anforderungen des Gebäudes

die Energieeffizienz der RLT-Anlage

die Energieeffizienz der Kälteanlage

DIN SPEC 15240:2013

Allgemeine Hinweise zur Inspektion

Energieeinsparungen sollen auf folgenden Grundlagen beruhen

- Verringerung des Kühlbedarfs des Gebäudes
- Verbesserung der Anlageneffizienz
 - Verringerung der Emissionen
 - Verringerung der Verluste in der Verteilung
 - Optimierung der Anlagentechnik

DIN SPEC 15240:2013

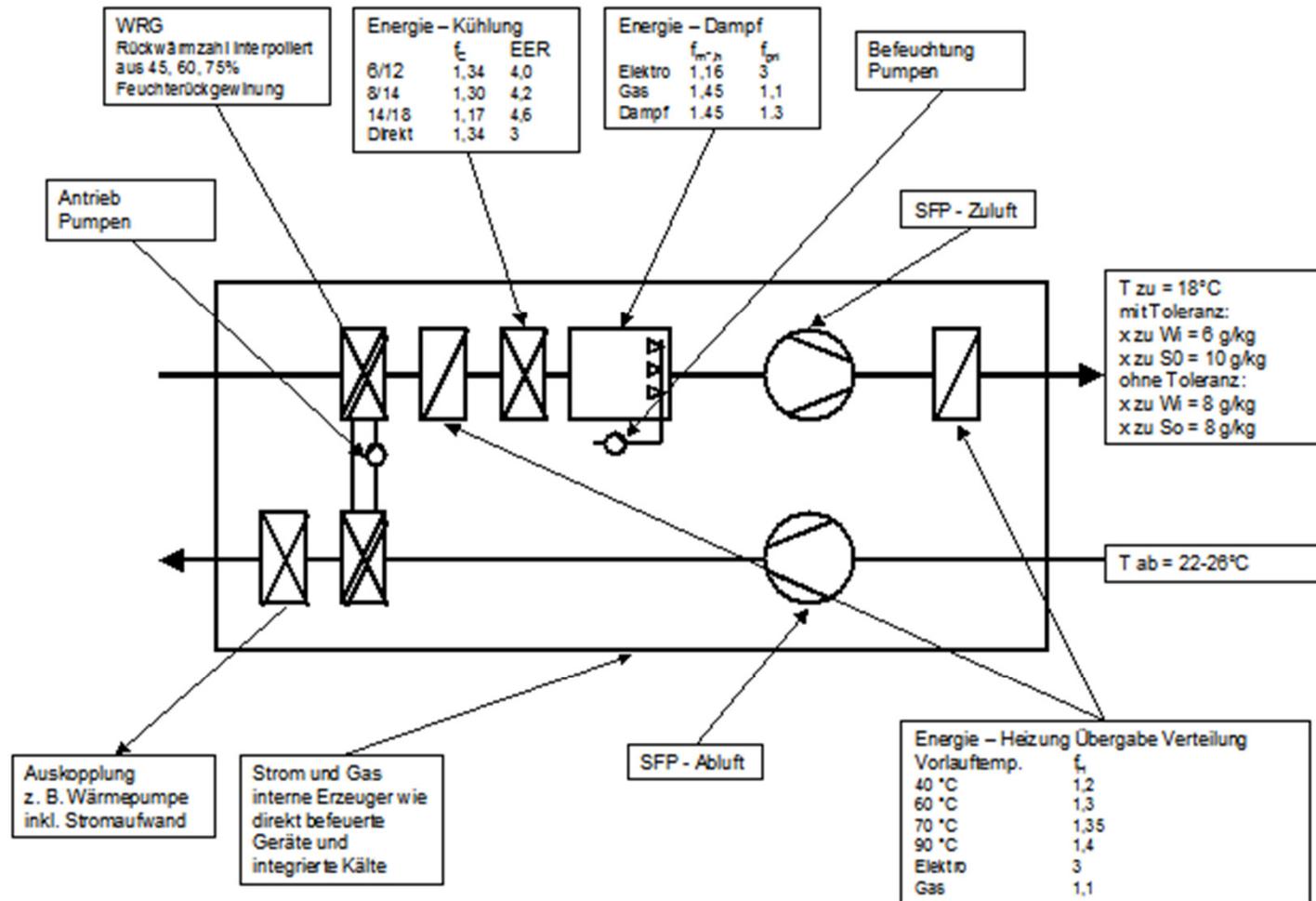
Inhalte der Energetischen Inspektion

Tabelle 1: Übersicht der durchzuführenden ca. 70 Tätigkeiten:

Nr.	Tätigkeit/ Parameter	Abschnitt	Arbeitsliste/ Checkliste siehe	Bemerkungen	Stufe A	Stufe B	Stufe C
	Inspektionsvorbereitung	4					
	Prüfung der Dokumentation		VDMA 24197-1 bis -3		x	x	
	Gebäude-/ Zonenparameter	5		Begehung und Befragung			
	Konditionierte Flächen	5.2.	Anlage A.5. A.7.	Betrifft nur die mit RLT- und Kälteanlagen versorgten Bereiche	x	x	
	Nutzung	5.5	Anlage A.5. A.7.	Prozentuale Zuordnung der Flächen zu den Nutzungsarten DIN V 18599-10	x	x	
	Verglasung und Sonnenschutz	5.3	Anlage A.7.		x	x	
	Beleuchtung	5.4.2	Anlage A.7.	Stichprobenhaft Überprüfung im Hinblick auf die Raumlasten	x	x	
	Geräte und Maschinen	5.4.3	Anlage A.7.	Stichprobenhafte Überprüfung und Hinweise im Inspektionsbericht	x	x	
	Personen	5.4.4	Anlage A.5.	Feststellung und Befragung	x	x	
	Benchmark Kühllasten	5.6	Anlage A.7.		x	x	
	Abschätzung der Kühllasten	Anhang D	Anhang D	VDI 2078 Abschätzverfahren	x	x	
	Kühllastrechnung	5.6.1		VDI 2078, Simulation			x
	Raumklimaparameter	6		Definition des Soll-Klimas und Feststellung des Ist-Klimas			
	Außenluftvolumenströme	6.2.1 6.3.1	VDMA 24197-1	Vergleich Soll – Ist Messung Luftvolumenstrom		x	

Energiekennwert RLT-Gerät

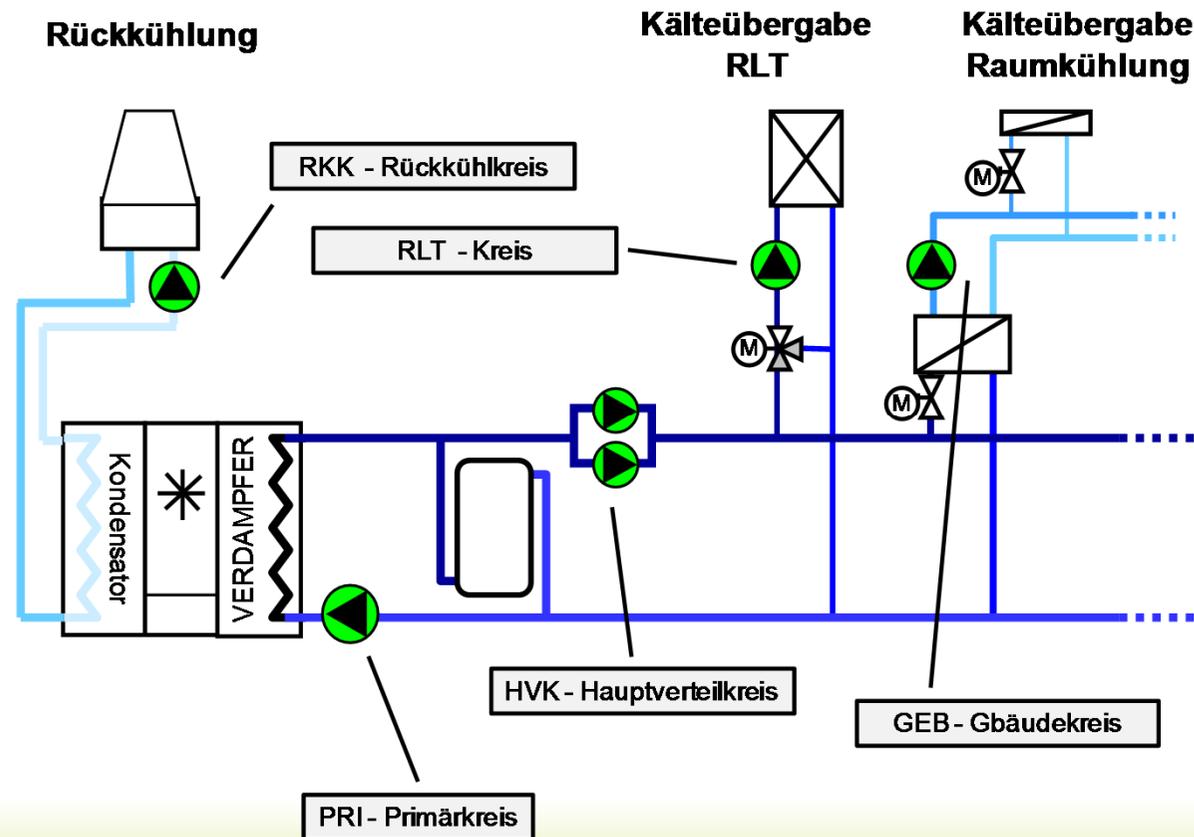
$$E_{RLT} = q_H * f_H + q_C * f_C * f_S * 1/EER + (q_{V,ZUL} + q_{V,ABL}) * f_S + q_{Dampf} + (q_{WRG} + q_{BEF}) * f_S$$



Hilfsenergie für Kühl- und Kaltwasserverteilung

Berechnungsverfahren nach DIN V 18599 Teil 7

- Energiebedarf Pumpen
- Aufteilung Kalt- und Kühlwasserverteilkreise



Ermittlung von Kennwerten aus den Messprotokollen

Energiekennwert RLT-Gerät

Ergebnisse

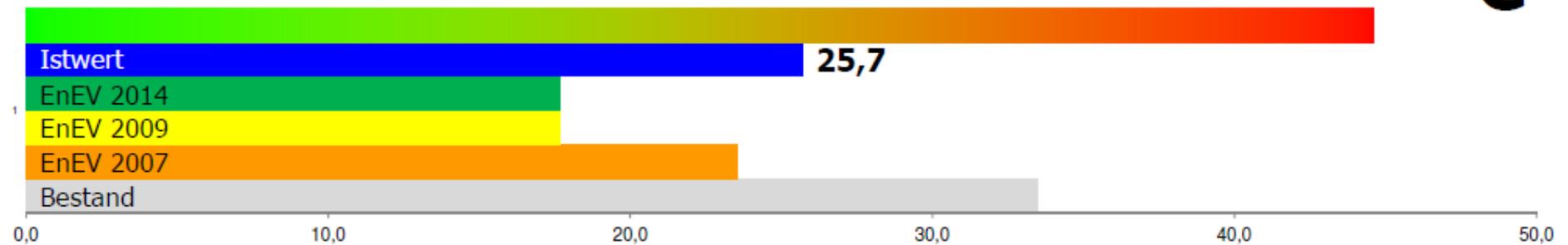
Bestand	33,5 kWh/(m³/h)/Jahr
EnEV 2007	23,5 kWh/(m³/h)/Jahr
EnEV 2009	17,6 kWh/(m³/h)/Jahr
EnEV 2014	17,6 kWh/(m³/h)/Jahr

Energiekennwert E_{RLT}

25,7 kWh/(m³/h)/Jahr

Energiekennwert Typ
Energieeffizienzklasse

ERLT-C4
C



Ermittlung von Kennwerten aus den Messprotokollen

Energiekennwert für Kälteerzeugungssysteme

$$E_{KK} = \frac{EER}{1 + q_{R,elektr} \cdot f_{KK,R,av} (1 + EER)} \cdot PLV_{KK,av}$$

E_{kk} = Teilkennwert Kälteerzeugung

EER = Nennkälteleistungszahl

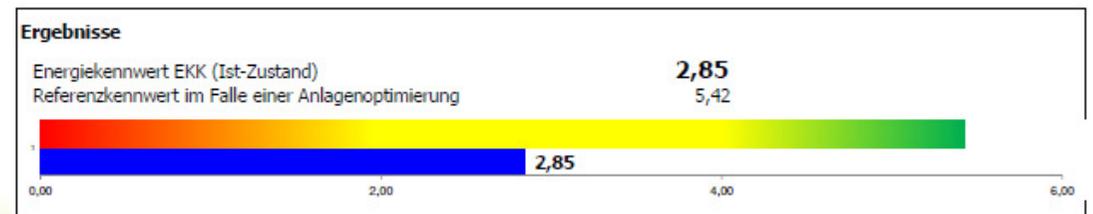
PLV = gewichteter mittlerer Teillastfaktor

QR = Energiebedarf Rückkühler

f_{kk} = Nutzungsfaktor Rückkühler

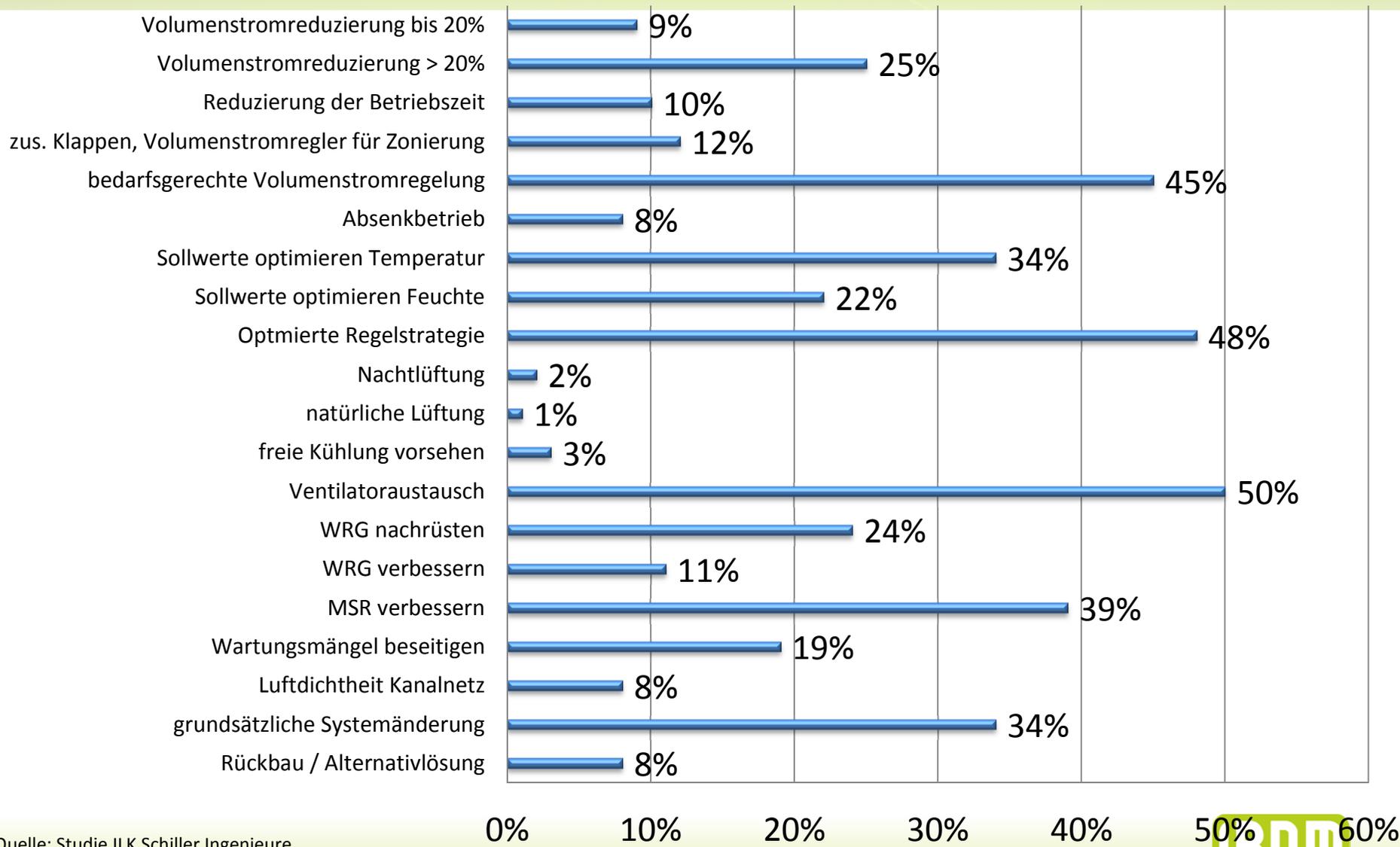
Typ des Klimakälteerzeugers (nach DIN V 18599-7)			
Kälteerzeuger			Energieeffizienzwert EER EER nach DIN V 18599-7 4,5
Rückkühlung	Wassergekühlt		
Verdichter	Schraube		
Kältemittel	R134a		
Kaltwasseraustritt	6 °C oder DX		
Kühlwassereintritt	27 °C		
Verdichterregelung			
Verdichterregelung	WK - Kolben-/Scrollverdichter mit Heißgasbypassregelung		
Rückkühler			qR, elektrisch
Rückkühler	Offener Verdunstungsrückkühler Axial		Ermittelter qR, elektrisch 0,018 kw/h
Art der Rückkühlung	Kühlwasser konst.- trocken		

Nutzungsarten				
Nutzung 1	Einzelbüro <i>Tabelle A2</i>	50 %	RLT mit Toleranz mit WRG	PLV: 0,5082 f _R : 0,0886
Nutzung 2	Serverraum, Rechenzentrum <i>Tabelle A10</i>	50 %	Raumkühlung ohne Toleranz ohne WRG	PLV: 0,7631 f _R : 0,0812
Nutzung 3	Schalterhalle <i>Tabelle A2</i>	0 %	RLT mit Toleranz mit WRG	PLV: 0,5082 f _R : 0,0886



Statistik

Sanierungsempfehlungen für RLT-Anlagen



Quelle: Studie ILK Schiller Ingenieure



Optimierungspotential Kälte – Anlagentechnik

Reinigung von Anlagenkomponenten um Widerständen zu reduzieren

- Kühler im Lüftungsgerät, Verflüssigen, Verdampfer

Hydraulischer Abgleich des Kälteverteilsystems

- Druckverluste reduzieren
- Bessere Wasserverteilung
- Pumpenleistung reduzieren
- Temperaturspreizung VL/RL vergrößern, Vorlauftemperatur erhöhen



Kälteleistung auf Bedarf anpassen

Anlagenkomponenten z.B. Pumpen gegen Effizienzpumpen tauschen

Delta P-Regelung effizienter Delta T-Regelung

Regelverhalten verbessern (Energiesparregelung / Monitoring)

Kälteanlage optimieren

- Temperaturen, Drücke
- Kältemittel
- ...

DIN EN 15232:12-09

Beispiel: Einsparpotential durch Regelungstechnik

Bei der Anwendung der EN 15232 auf Sanierungsprojekte mit bekanntem Energieverbrauch können dadurch die Einsparungen bei geplanten Investitionen leicht überschlagen werden:

Wenn ein Gebäudeeigner beispielsweise ein Bürogebäude von Effizienzklasse C auf Effizienzklasse A bringen lässt, beträgt die mit der Norm

- eine Reduzierung der Wärmeenergie 30 % (Faktor 0,7).
- Die Reduzierung des Kälteverbrauchs beträgt 43 % (Faktor 0,57).
- Bei Heizkosten pro Saison von 10.000 € beträgt die **Einsparung somit rund 3.000 €/a**
- bei Kühlungskosten von 25.000 € beträgt die **Einsparung etwa 10.750 €/a**.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

