

Thermisch-energetische Untersuchung von RLT-Anlagenkonzepten mit zentraler und dezentraler Anordnung am Beispiel eines komplexen Bürogebäudes

Matthias Eydner

Institut für GebäudeEnergetik (IGE)



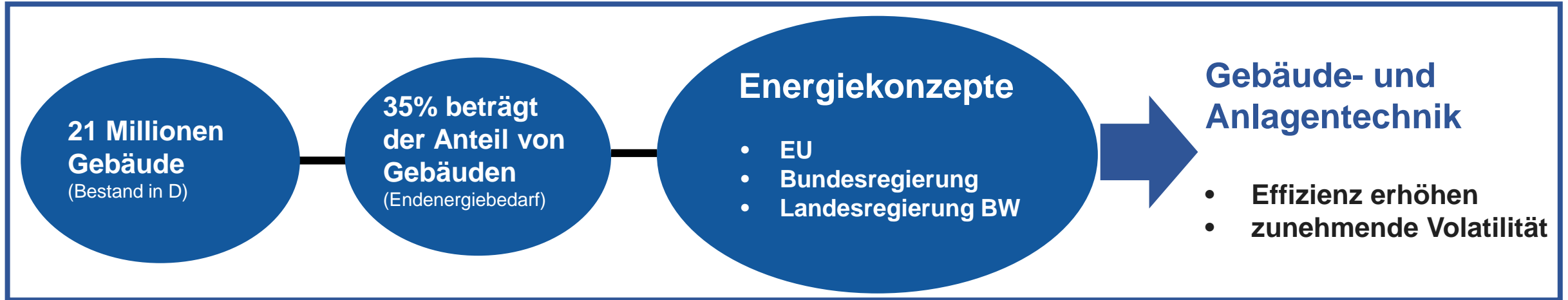
Berlin, 22./23. März 2018



Inhaltsübersicht

- Motivation
- Technischer Hintergrund
- Randbedingungen der Simulation
- Bewertungsmethode
- Ergebnisse
- Zusammenfassung und Ausblick

Motivation und Ziele der Themenstellung



Themenstellung – Inhalte und Ziele



Untersuchung zentraler und dezentraler RLT-Anlagensysteme für Nichtwohngebäude hinsichtlich

- Effizienzpotenzial
- Flexibilisierung
- Ökonomie
- Nutzenanforderung/ Behaglichkeit

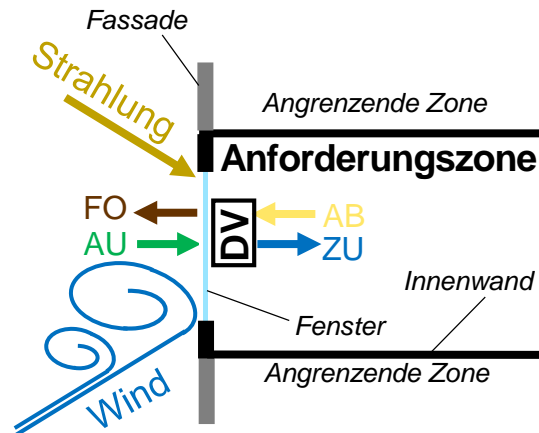


Thermisch-energetische Simulation

Zentral und dezentrale RLT-Anlagen

dezentrale RLT-Anlage (DV)

Bsp.: Unterflurgerät



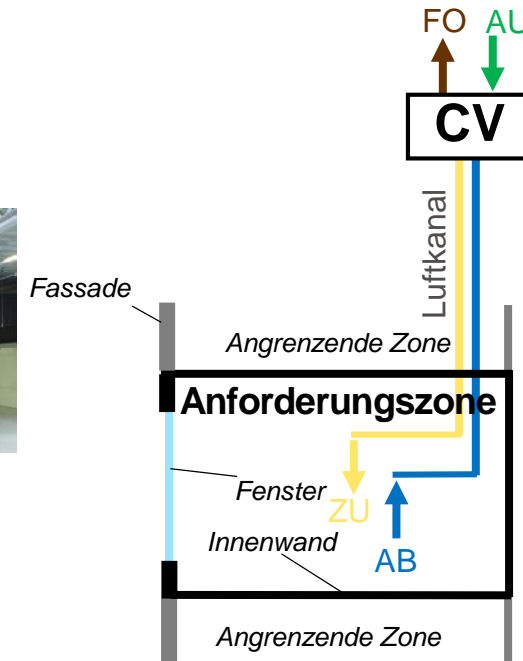
- Strahlung und Windeinflüsse an der Fassade können sich störend auf den Betrieb auswirken

zentrale RLT-Anlage (CV)

Bsp.: RLT-Zentrale



Quelle: TGA-Fachplaner, 10-2009.



- Bedarfsgerechte Lüftung stellt bei unterschiedlich genutzten Gebäuden ein Kompromiss dar

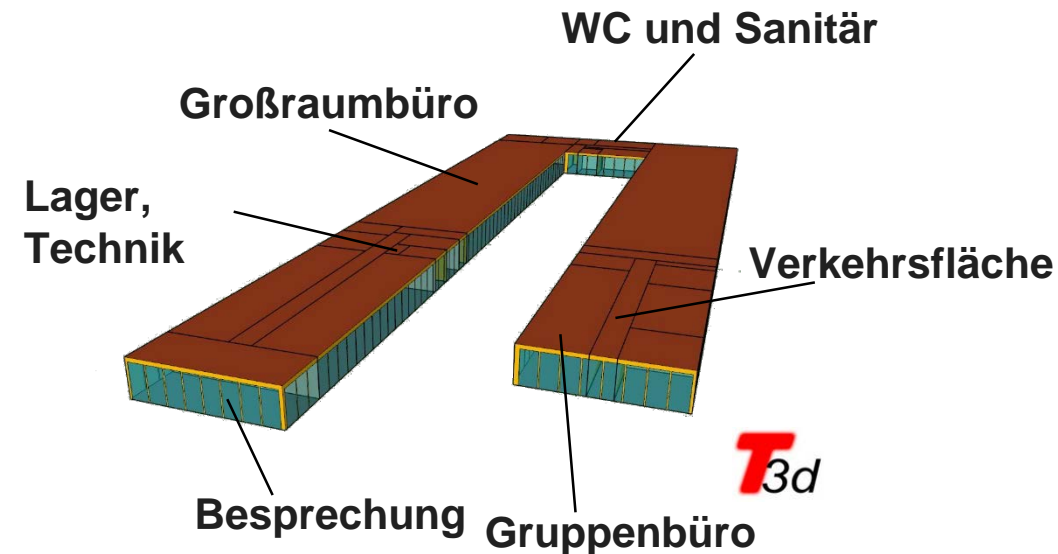
Der Marktanteil dezentraler Geräte wächst zunehmend

Zentral und dezentrale RLT- Anlagen

Simulation und Felddaten	Kriterium	zentral (CV)	dezentral (DV)
<ul style="list-style-type: none"> • Metzkirch et al. (2015) • Kim et al. (2015), • DeAL/ EVA-Studie (2007) • Mahler et al. (2008) • Franzke et al. (2003) • BOLKA 2 (2005) • SFP-Werte 	Lüftungseffizienz	<ul style="list-style-type: none"> ■ Zumeist SFP-Kategorie 3 bis 4 • Größere Abweichungen nach Einbau festgestellt (Installation, Betriebsweise) 	<ul style="list-style-type: none"> + Geringerer jährlicher elektrischer Energieverbrauch + SFP-Wert zumeist deutlich geringer (SFP-Kategorie 1 bis 2)
	Bedarfsgeführte Lüftung/ Übergabeaufwand	<ul style="list-style-type: none"> • Bedarfsgeführte Klimatisierung durch VVS-Systeme + Vollklimatisierung problemlos möglich 	<ul style="list-style-type: none"> + Flexible Betriebsweise (Nutzenanforderungen) + Reduzierung Heiz- bzw. Kühlenergiebedarf möglich ■ störende Witterungseinflüsse
	Wirtschaftlichkeit und Nutzerempfinden	<ul style="list-style-type: none"> + Wartung in Technikzentrale • Höhere Brandschutzanforderungen 	<ul style="list-style-type: none"> + Hohe Flächeneffizienz + Gute Nutzerakzeptanz • Wartung
	Einsatzbereich	<ul style="list-style-type: none"> + deckt alle Anwendungsbereiche 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Für spezielle Anwendungen in Nichtwohngebäuden nur eingeschränkt nutzbar

Randbedingungen - Modellaufbau

- TRNSYS – (Transient System Simulation Tool)
- komplexes Bürogebäude (3D-Modell)
 - Nutzfläche: ca. 2300 m²; Raumvolumen 7400 m³
 - 1. OG
 - Fensterflächenanteil ca. 80%
 - Standort Stuttgart
 - Dämmstandard (ENEV 2016)
- interne Wärmeabgabe (VDI 2078)
- Mindestaußenvolumenstrom, Solltemperaturen (DIN EN 15251)
- Anwesenheitsprofile
- Sonnenschutzvorrichtung
- meteorologische Daten
 - DWD, Testreferenzjahr (TRY)



Randbedingungen – Anlagenmodell (Nur-Luft System)

dezentrales RLT-Anlagensystem






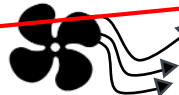
Funktionen

- Kühlen 
- Heizen 
- Umluft (\dot{V}_{UML}) 
- Wärmerückgewinnung 
- Lüftung ($\dot{V}_{AU,min}$) 
- Kühlen mit Außenluft ($\dot{V}_{AU}(t)$) 

Individuelle Modellannahmen

zentrales RLT-Anlagensystem

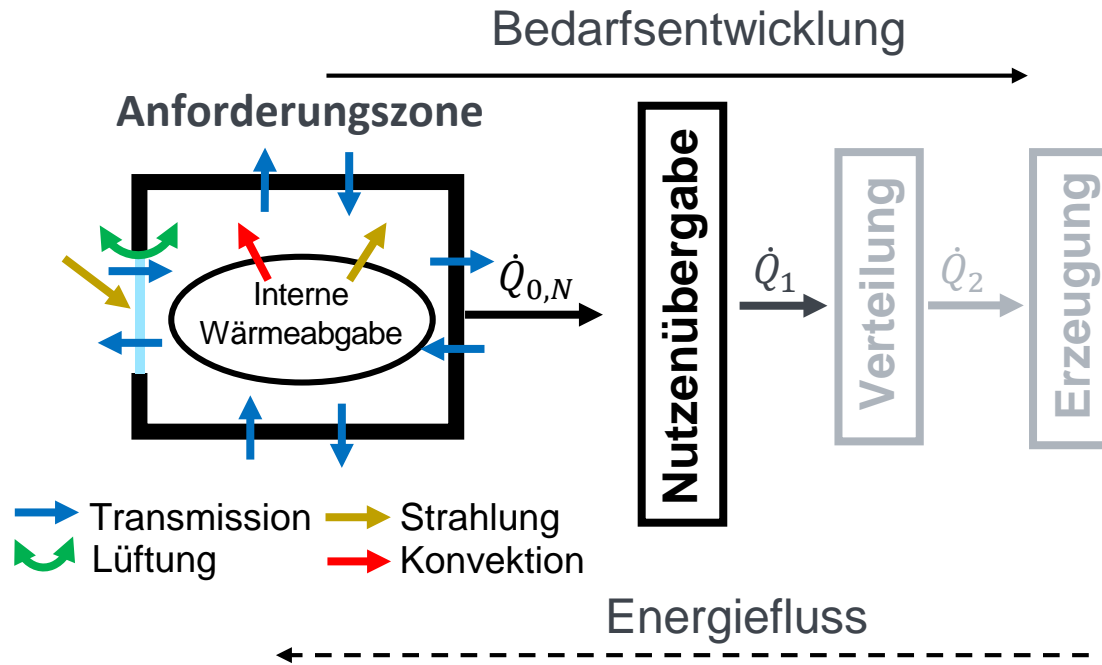
Funktionen

- Kühlen 
- Heizen 
- Umluft (\dot{V}_{UML}) 
- Wärmerückgewinnung 
- Lüftung ($\dot{V}_{AU,min}$) 
- Kühlen mit Außenluft ($\dot{V}_{AU}(t)$) 

Individuelle Modellannahmen

Regelungsstrategie

Bewertungsmethode



- Bedarfsentwicklung (Reichert/ VDI 2067)
- Aufwand der Nutzenübergabe für
 - Luftführung, -transport und -behandlung
 - Regelabweichungen

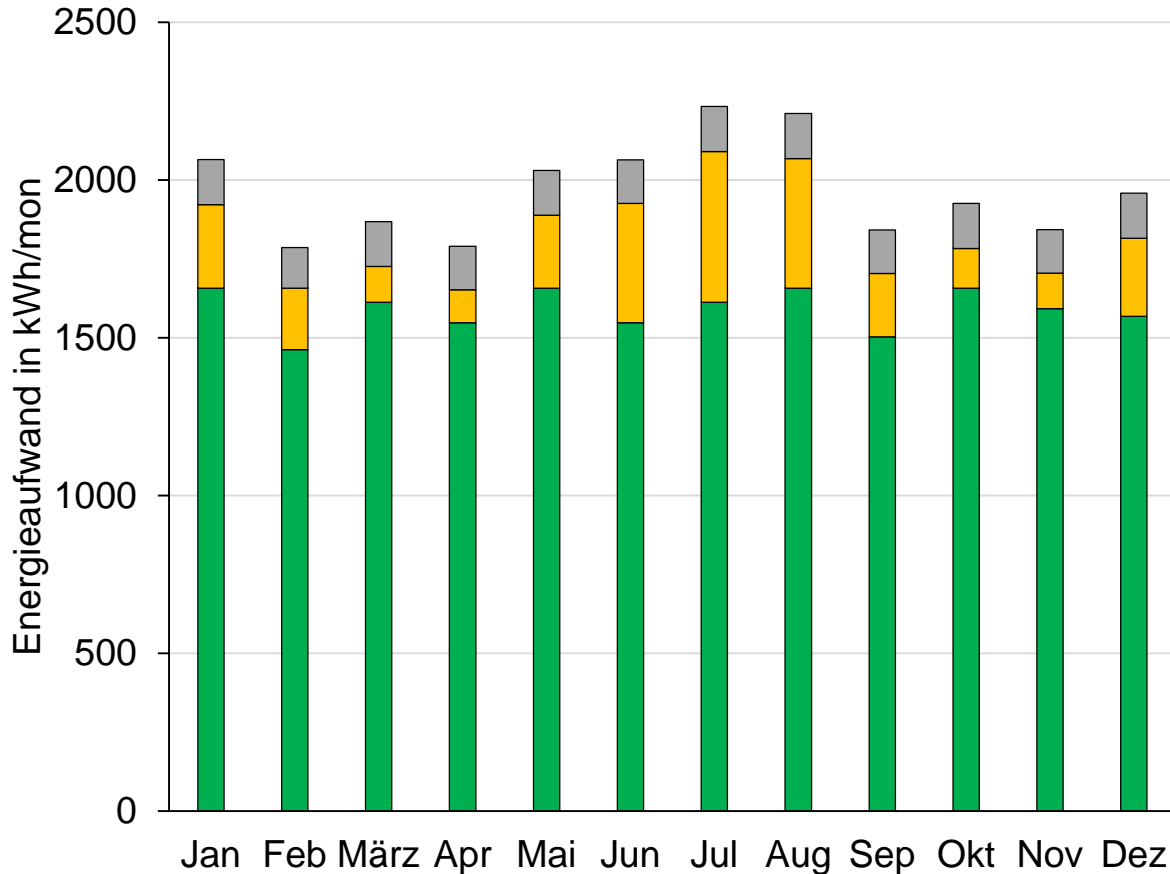
Referenzenergiebedarf:
$$Q_{0,N} = \int_{t=0}^t \dot{Q}_{0,N}(\tau) d\tau$$

Aufwand:
$$e_1 = \frac{Q_1}{Q_{0,N}}$$

Ergebnisse – Energieaufwand der Lüftung

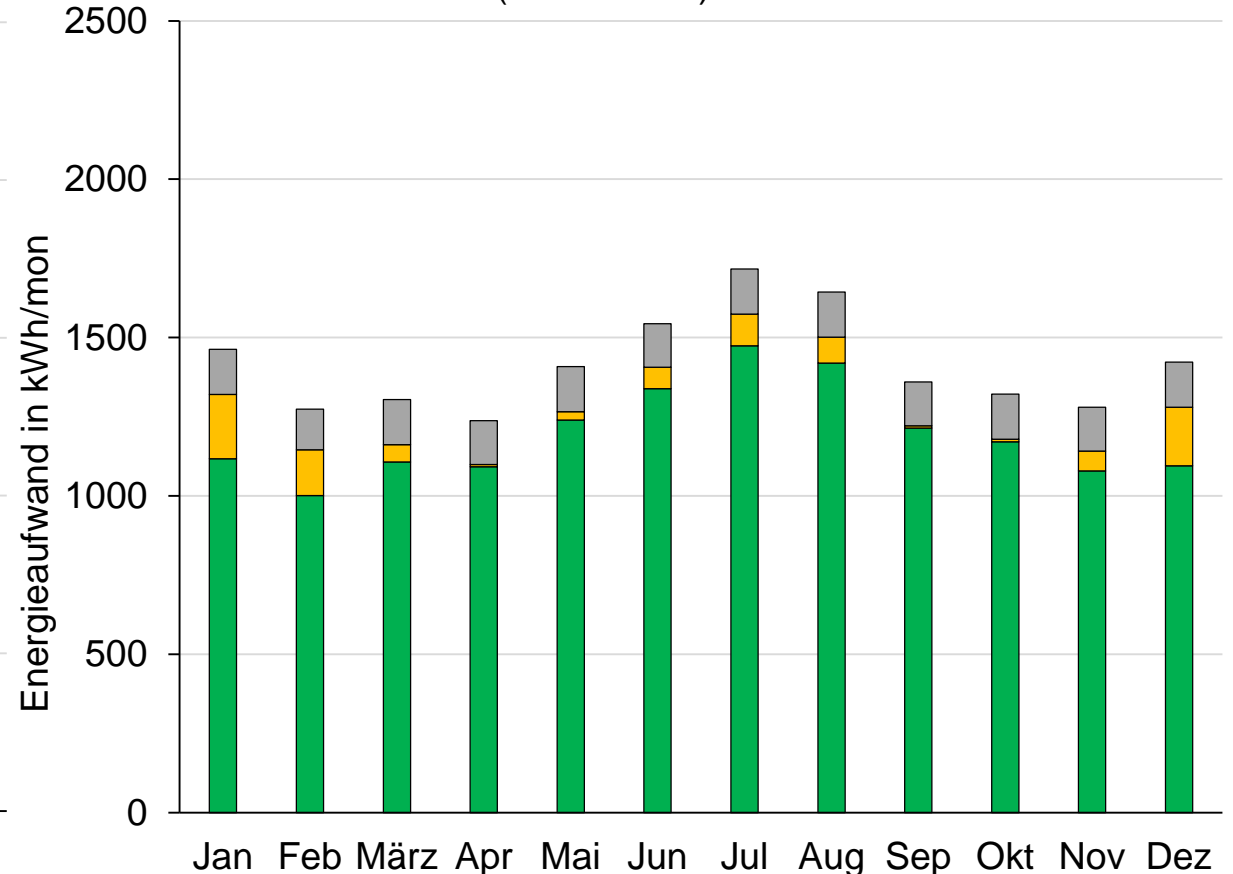
zentrales RLT-System

■ Abluft (WC/ Sanitär) ■ Umluft ■ Außenluft

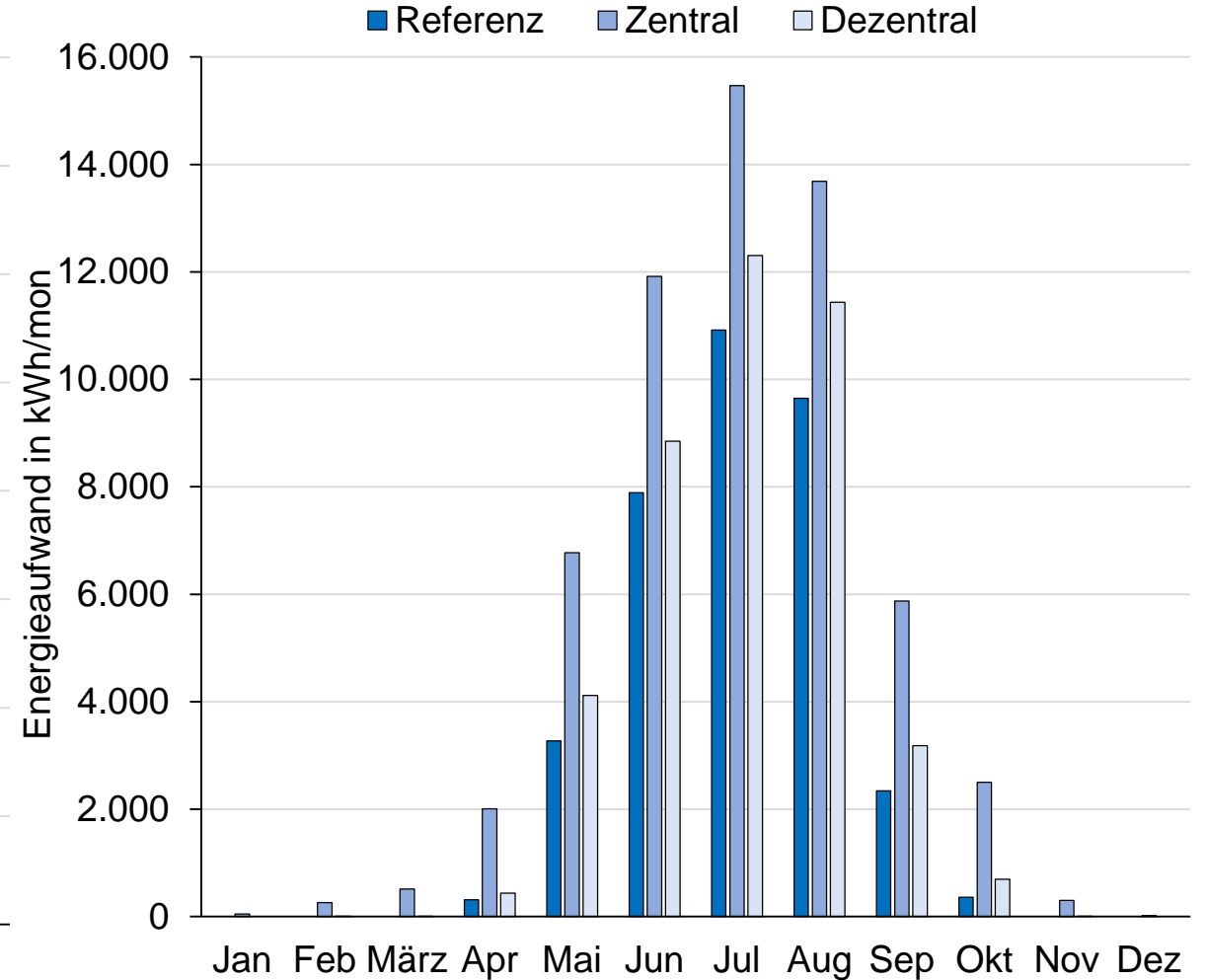
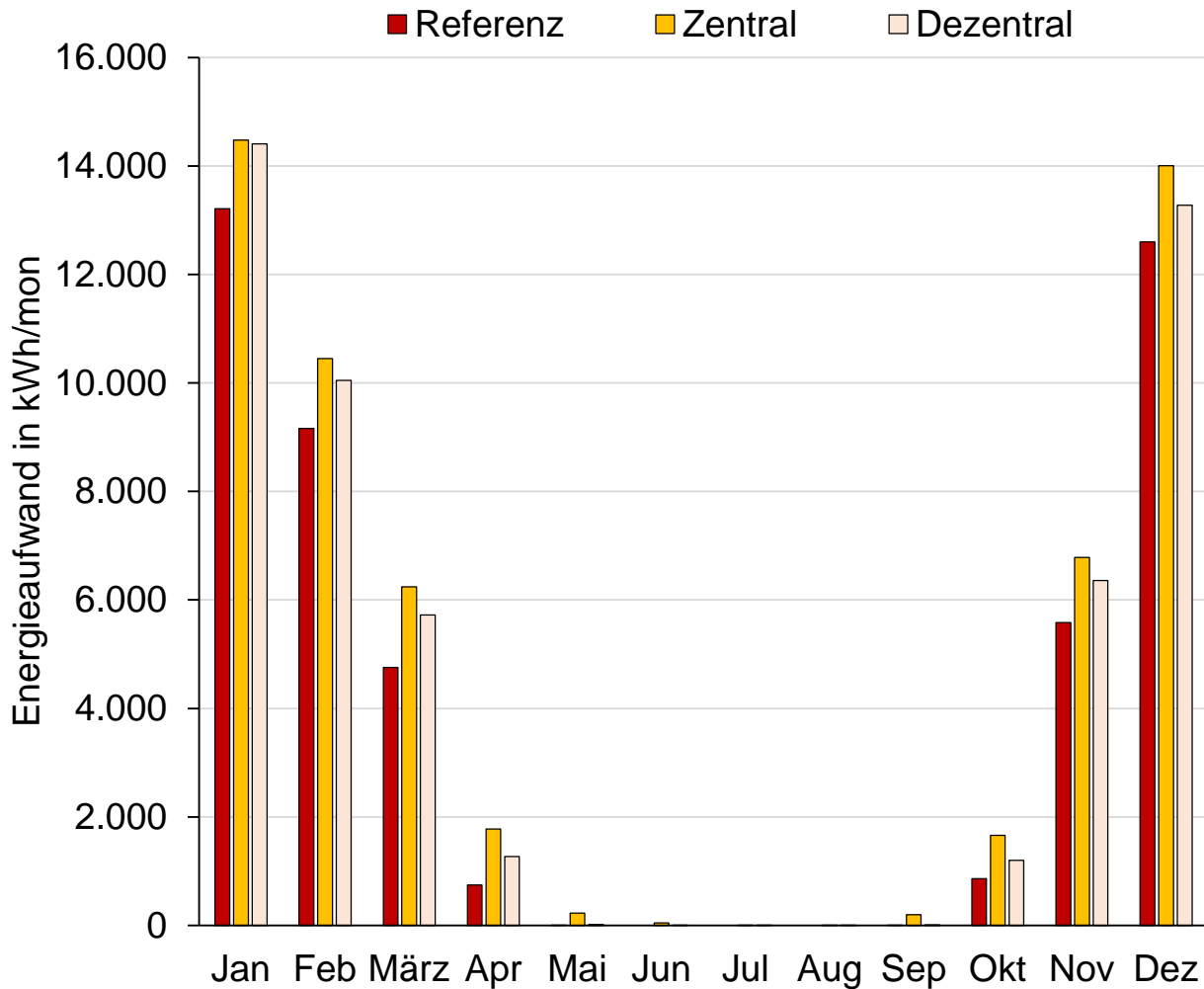


dezentrales RLT-System

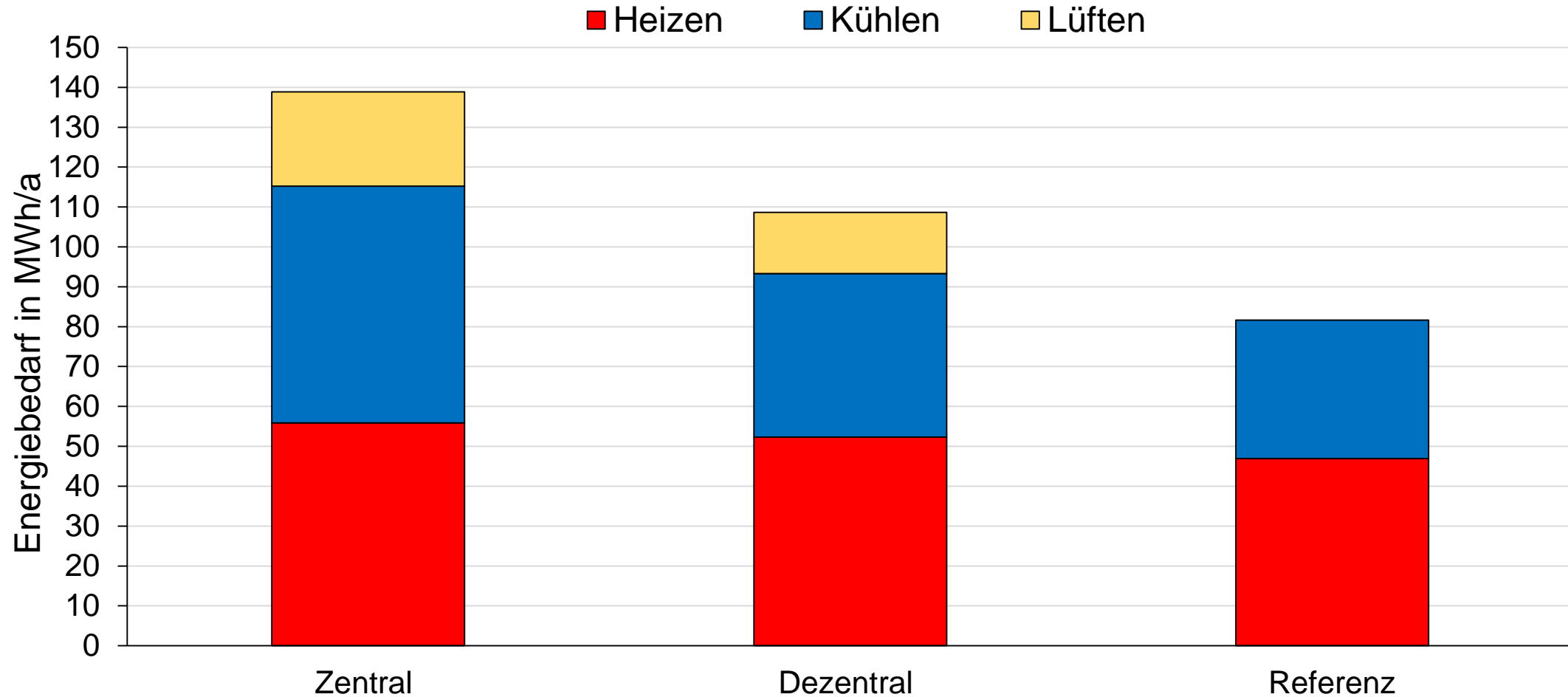
■ Abluft (WC/Sanitär) ■ Umluft ■ Außenluft



Ergebnisse – monatlicher Energieaufwand für Heizen und Kühlen



Ergebnisse – jährlicher Energieaufwand



Einsparpotenzial bei Kühlenergiebedarf für zentrale Variante mit variablem Außenluftanteil $\dot{V}_{AU}(t)$

Beispiel für dezentrales RLT-System

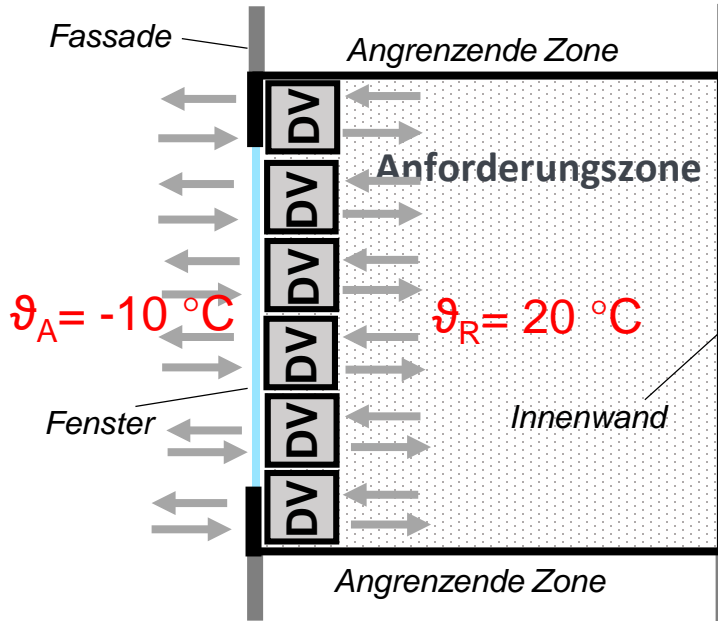
Beispiel: Gruppenbüro



Quelle: Objektbüro.de

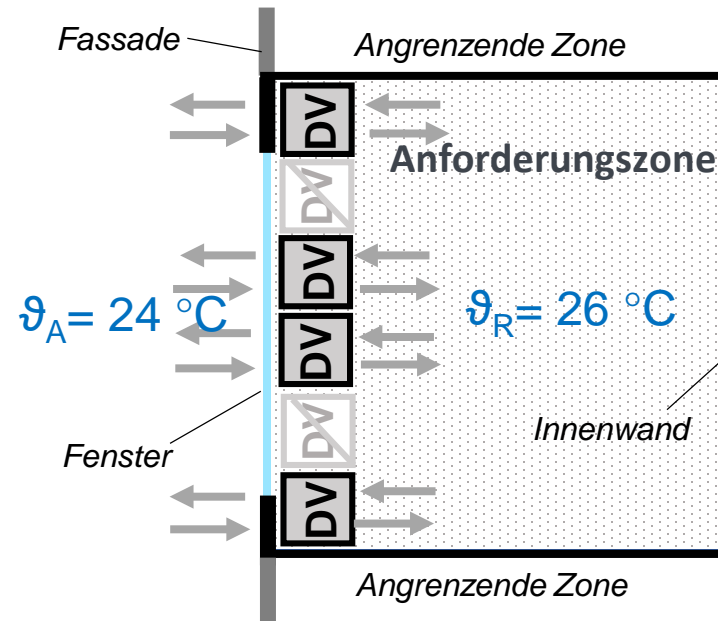
- Nutzfläche: $A_N=129m^2$
- Personenbelegung: 10
- Mindestaußenvolumenstrom gemäß DIN EN 15251:
 $\dot{V}_{A,min}= 650m^3/h$

- Zulufttemperaturen:
 $\vartheta_{min}=17^\circ C / \vartheta_{max}=29^\circ C$
- Nennvolumenströme:
 $\dot{V}_{AU} = 400 m^3/h$
 $\dot{V}_{UML} = 400 m^3/h$



Winter (Heizen)

- 6 Geräte in Betrieb
- 5 Geräte (100% UML)
- 1 Gerät (40% UML)
- Alle Geräte (25% AU)



Übergangsjahreszeit mit solaren Wärmeeinträgen (freie Kühlung)

- 4 Geräte in Betrieb
- 3 Geräte (100% AU)
- 1 Gerät (85% AU)
- Keine Umluft

$\dot{V}_{gesamt} = 2800 m^3/h \quad \dot{V}_A = 650 m^3/h \quad \dot{V}_{UML} = 2150 m^3/h$

$\dot{V}_{gesamt} = \dot{V}_A = 1540 m^3/h \quad \dot{V}_U = 0 m^3/h$



Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung

Dezentrale RLT-Anlagen bieten vor allem bei mehrzonigen, unterschiedlich genutzten Gebäuden eine verbesserte Anpassung an den Bedarf

- Einsparpotenzial für Heiz- und Kühlenergiebedarf
- freie Kühlung mit Außenluft
- geringerer Energiebedarf für die Luftförderung

Ausblick

- wirtschaftliche Betrachtung
- Untersuchung und Vergleich mit weiteren zentralen Systemvarianten
- Flexibilisierungspotenzial

Literatur

- Franzke et al. (2003): Wirtschaftlichkeit der dezentralen Klimatisierung im Vergleich zu zentralen RLT-Anlagen. Dresden: Institut für Luft- und Kältetechnik (ILK)
- Mahler et al. (2008): Evaluierung dezentraler außenwandintegrierter Lüftungssysteme (DeAL). Stuttgart: Steinbeis-Transferzentrum und Steinbeis Forschungszentrum
- Fisch et al. (2007): Evaluierung von Energiekonzepten (EVA). Braunschweig: TU Braunschweig.
- Kim et al. (2015): Energy analysis of a decentralized ventilation system compared with centralized ventilation systems in European climates: Based on review of analyses
- Metzkirch et. Al. (2015): Field Tests of centralized and decentralized ventilation units in residential buildings – Specific fan power, heat recovery efficiency, shortcuts and volume flow unbalances
- Voss (2010): Energieoptimiertes Bauen: Dezentrale Lüftung in Bürogebäuden – Mikroklimatische und baukonstruktive Einflüsse
- Schmidt; Richter; Kolarik; Lampert (2005): Forschungsvorhaben BOLKA 2 – Bestimmung des Energiebedarfs zur Optimierung von Luftkanalsystemen Raumluftechnischer Anlagen Teil 2. Stuttgart, Dresden: Universität Stuttgart, Technische Universität Dresden.
- Sefke (2007): Energieeffiziente Lösung zur Belüftung von Gebäuden
- Richter et al. (2004): Bewertung von dezentralen, raumweisen Lüftungsgeräten für Wohngebäude sowie zur Bestimmung von Aufwandszahlen für die Wärmeübergabe im Raum infolge Sanierungsmaßnahmen. Dresden: Institut für Thermodynamik und Technische Gebäudeausrüstung.
- Schiller et al. (2015): Chancen der Energetischen Inspektion für Gesetzgeber, Anlagenbetreiber und die Branche. Dresden: Institut für Luft- und Kältetechnik (ILK)
- Kaup, Christoph (2010): Energieeffizienz von RLT-Geräten, TGA-Fachplaner.
- DIN EN 15251 (2012). Eingangsparmeter für das Raumklima zur Auslegung und Bewertung der Energieeffizienz von Gebäuden – Raumlufqualität, Temperatur, Licht und Akustik.
- VDI 2067-10 (2013). Wirtschaftlichkeit gebäudetechnischer Anlagen: Energiebedarf von Gebäuden für Heizen, Kühlen, Be- und Entfeuchten
- Interconnection Consulting (2016). Marktrecherche über die Entwicklung des Lüftungsmarktes.



Vielen Dank

Gibt es noch Fragen?

Matthias Eydner, M.Sc.

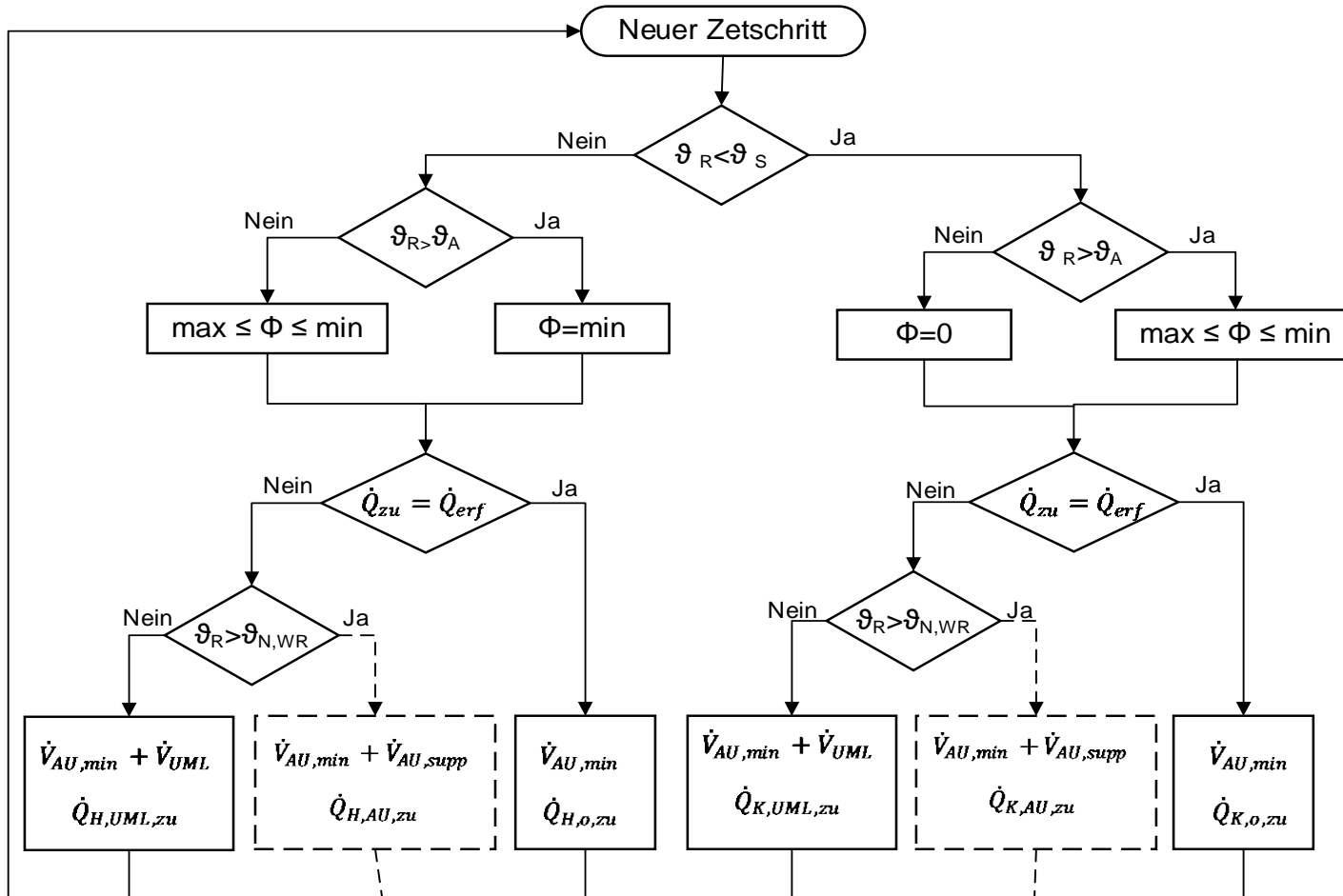
Tel. 071168567241

matthias.eydner@ige.uni-stuttgart.de

Pfaffenwaldring 35

70569 Stuttgart

Back Up



- Heizfall/ Kühlfall
- WRG-Regelung
- zugeführte Energie ausreichend mit Mindestaußenluftanteil
- Umluft oder Außenluft