



# RLT-Opt: Betriebsoptimierung von raumlufotechnischen Anlagen

RLT-Opt – Praktische Einblicke in Methoden und Tools ganzheitlicher Optimierung von Lüftungs- und Klimaanlage sowie deren Ergebnisse



EWB-Stunde 1. Februar 2024



Effizienzborse  
Deutschland

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Ablauf



## Forschungsprojekt RLT-Opt:

1. Christoph Schüring (5min) – Projektübersicht (Motivation/Ziele/Demonstratoren) //
2. Detlef Malinowski (10min) – Übersicht zu den-Tools // mobiles Monitoring
3. Mathias Ziebarth (5min) – Datenplattform, Ontologien, Umsetzung von Ansätzen zu „Regelungsoptimierung“
4. Andreas Wunsch (10min) – Dashboards (Einstiegsseite // Detail-Dashboards) als Live Demo
5. Christoph Schüring Fragen und Abschluss

# Heutige Referenten



Dipl.-Ing. Detlef Malinowsky  
IBDM GmbH



Dr. Mathias Ziebarth  
Fraunhofer IOSB



Dr. Andreas Wunsch  
Fraunhofer IOSB



Dipl.-Ing. Christoph Schüring  
Effizienzborse Deutschland

# Projektpartner

- **Fraunhofer IOSB:** Projektkoordination, Datenportale, Kennzahlberechnung, Dashboards
- **IBDM GmbH:** Dienstleister für Inbetriebnahme/Optimierung von RLT-Heizungs-Kälteanlagen (Erfahrung aus 11.000 Anlagen!)
- **BUILD.ING Consultants + Innovators GmbH:** TGA-Planung, Gebäudezertifizierungen, Energetische Inspektionen, Energieversorgungskonzepte, Energieauditierungen
- **Effizienzborse Deutschland GmbH:** Berater, Optimierer und Bewirtschafter bzgl. Abfall, Energie und Material



# Hohe Einsparpotenziale bei RLT-Anlagen!



- Gebäudebestand: ca. 400.000 Teilklima- und 600.000 mittlere/große Lüftungsanlagen, Stromverbrauch  $\sim 40$  TWh/a  $\rightarrow \sim 8\%$  des **Gesamtstromverbrauchs** in Deutschland (2022) !
- Nur ein Teil der Anlagen werden von der Pflicht einer energetischen Inspektion erfasst (ca. 250.000), und **nur bei geschätzten 10 %** hiervon wurde energetische Inspektion durchgeführt (Quelle: IBDM GmbH)



# Ziele des Projektes



Forschungsprojekt RLT-Opt:

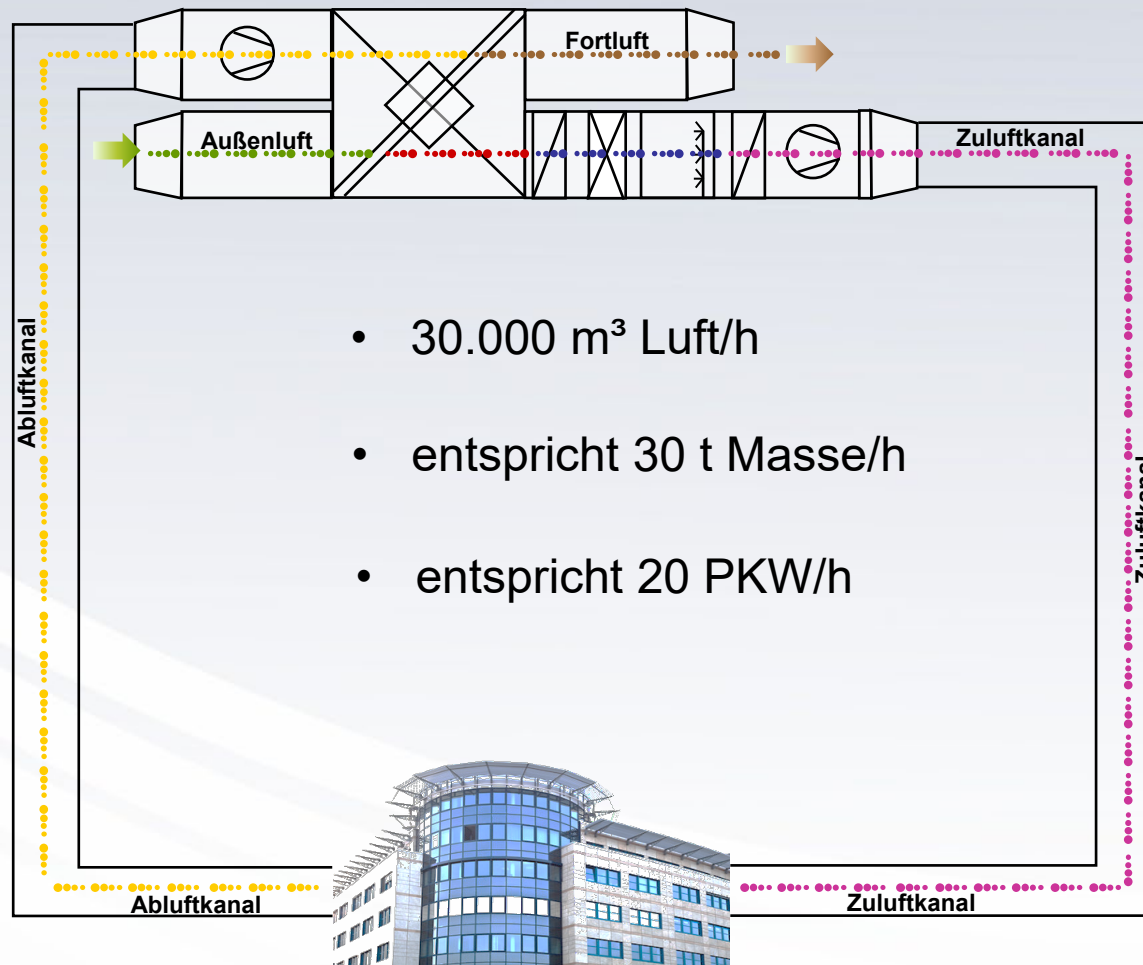
**Methoden für die ganzheitliche Betriebsoptimierung von raumluftechnischen Anlagen**

gefördert durch BMWK, Laufzeit 4/2021 – 3/2024, Projekt-Webseite: [www.rlt-opt.de](http://www.rlt-opt.de)

## Ziele:

- **Tools zur Erstinspektion:** Schwachstellen in RLT-Anlagen analysieren und Einsparpotential bewerten
- **Monitoring & Kennzahlberechnung:** Zusammenführung von Messdaten aus verschiedenen Quellen (mobile/stationäre Sensoren), Kennzahlberechnung, Reports, anwenderfreundliche Dashboards
- **Betriebsoptimierung von RLT-Anlagen,** damit Energie-, Kosten- und CO<sub>2</sub>-Reduktion
- **Leitfaden, Workshops** zur Verbreitung der Ergebnisse

# Typische RLT-Anlage



# Energiekosten und Einsparpotential im Jahr durch Regelungs-Optimierung nach DIN EN 15232 / ISO 52120

Heizen und Kühlen	Luftmenge	vor Optimierung	nach Optimierung	Einsparung
Umrechnung	1 m <sup>3</sup> /h	1,0 €/m <sup>3</sup> /h	0,7 €/m <sup>3</sup> /h	0,3 €/m <sup>3</sup> /h
Energiekosten im Jahr	100.000 m <sup>3</sup> /h	100.000 €	70.000 €	30.000 €
Energiekosten in 10 Jahren	100.000 m <sup>3</sup> /h	1.000.000 €	700.000 €	300.000 €

\*) Strom rd. 22 Ct/kWh, Wärme rd. 12 Ct/kWh, Kälte rd. 7 Ct/kWh



# Liegenschaften im Projekt



Allianz SE, München



MPDV Mikrolab GmbH, Mosbach



Diakonie-Klinikum  
Stuttgart

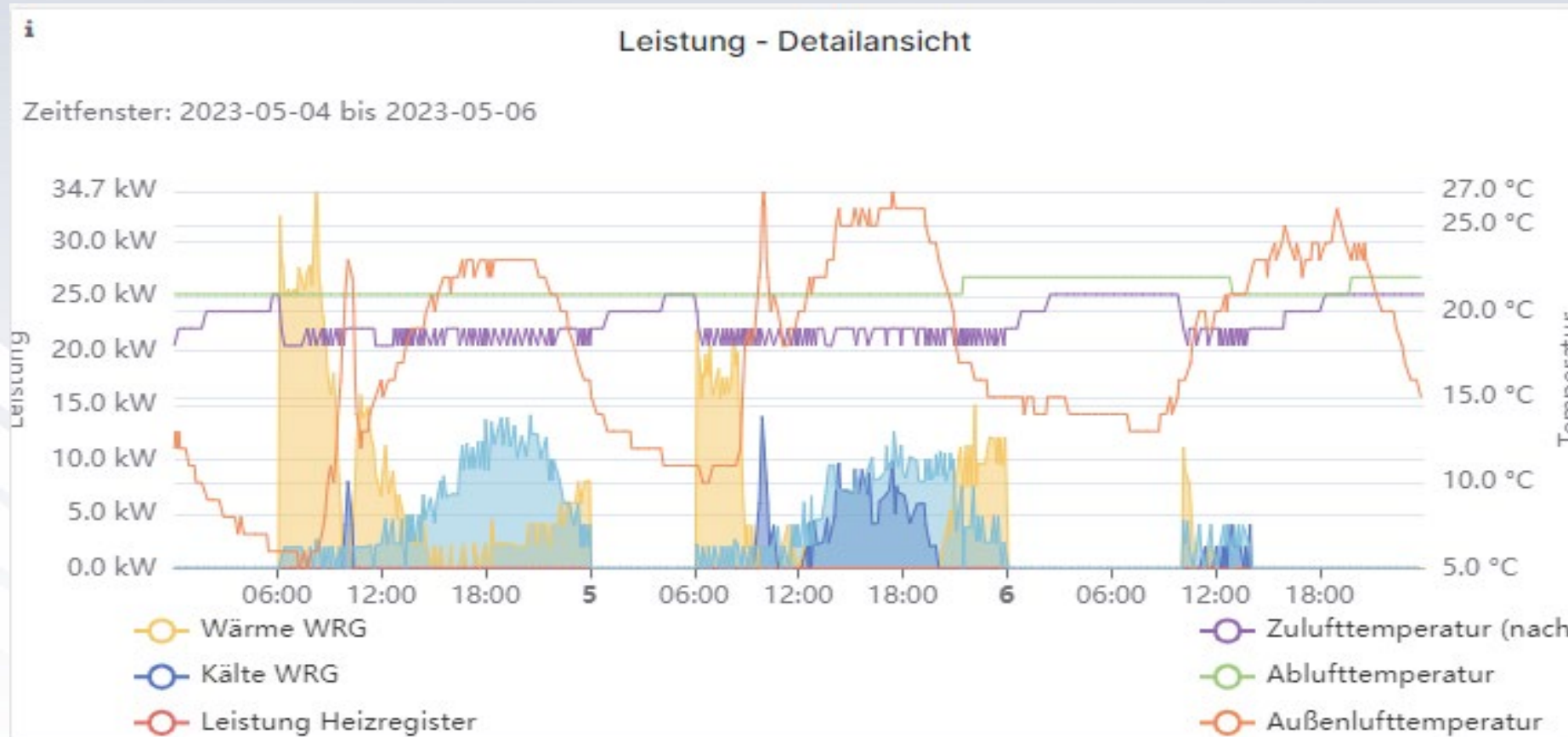


BartHaas  
GmbH  
Nürnberg



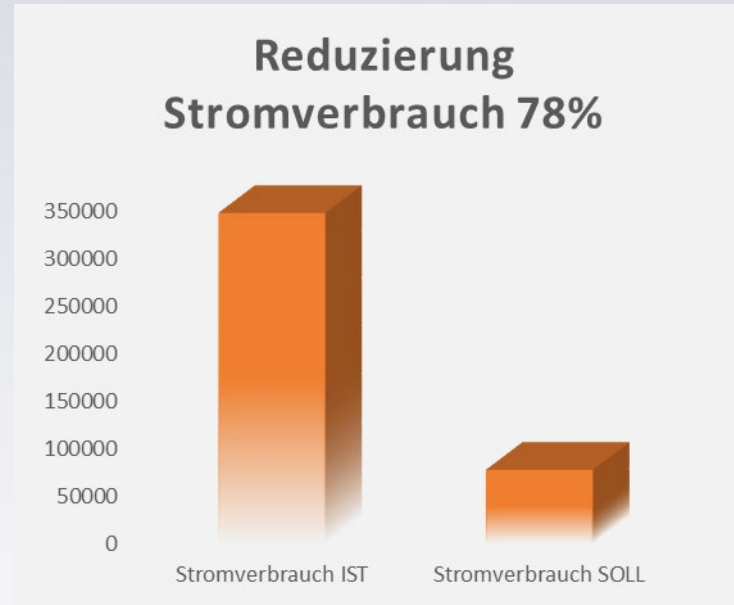
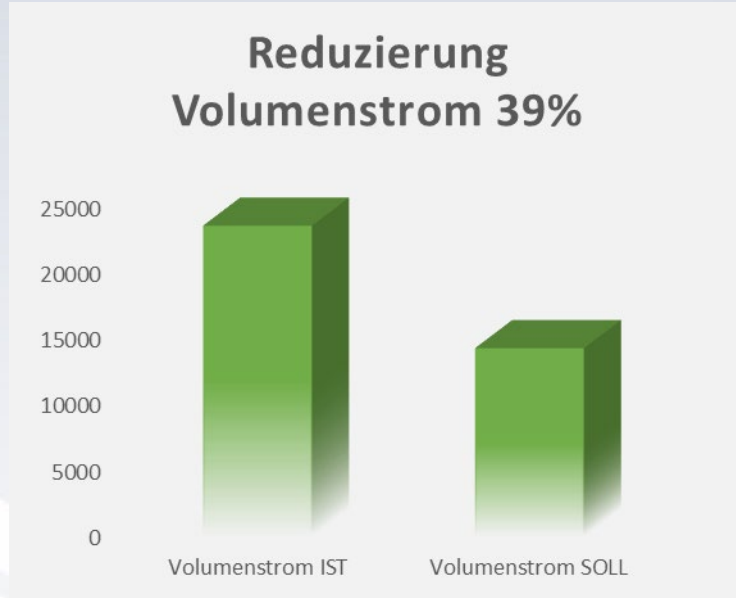
# Energiecontrolling im laufenden Betrieb

Zeitreihen von Wärme-/Kälterückgewinnung, Heizregister und Temperaturen



# Wege zur Umsetzung in Ihrem Unternehmen

Verbesserungen Bsp. 1



**Einsparung Bedarfsgerechte Steuerung ca. 270 MWh/a Strom; 198 t/CO<sub>2</sub>; 59.000 €/a**

\*) Strom rd. 22 Ct/kWh

# Projektergebnisse / größte Potenziale

- **tatsächlich benötigter Außenluftvolumenstrom**
- **Betriebszeiten optimieren**

- technische Anpassung von Ventilatoren und Antrieben
- Monitoring von Wärme, Kälte, sowie Wärme- und Kälterückgewinnung
- Dichtigkeit des Kanalnetzes

- Regelungen parametrieren und Sensoren kalibrieren
- Antriebe der Versorgungsnetze Wärme/Kälte

# Einsparungen in verschiedenen Liegenschaften

## Ergebnisse durch bedarfsgerechte Reduzierung des Zuluft-Volumenstroms:

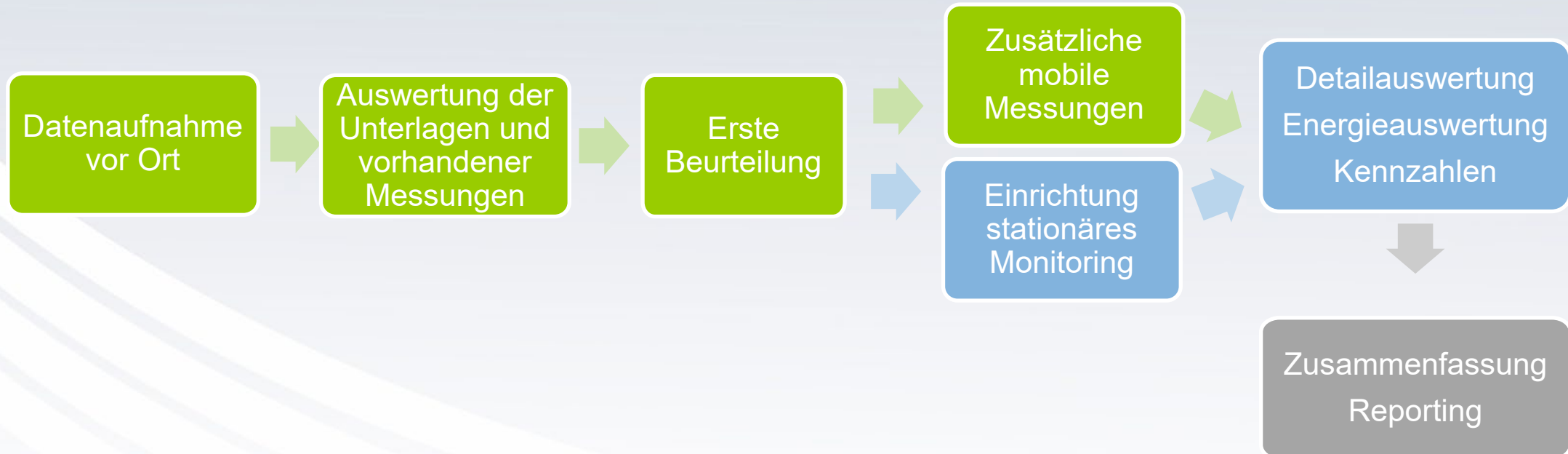
**Anlage a)** um 40% / Verringerung um 9.300 m<sup>3</sup>/h => **Einsparung Strom 59.000 €/a**

**Anlage b)** um 52% / Verringerung um 5.600 m<sup>3</sup>/h => **Einsparung Strom 88 %**

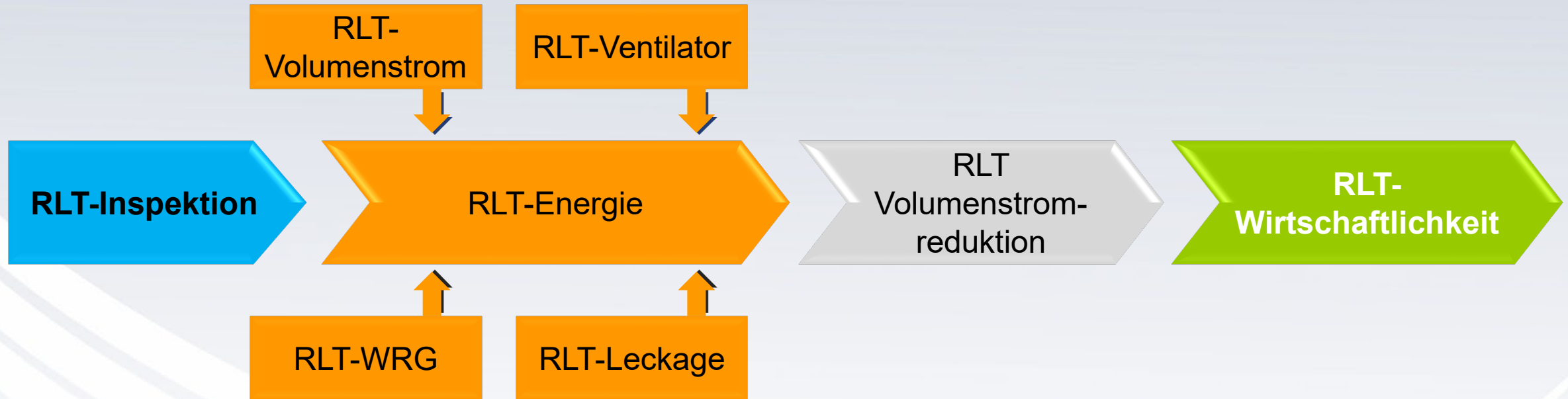
**Anlage c)** um 22% / Verringerung um 7.600 m<sup>3</sup>/h => **Einsparung Strom 52%**

**Anlage d)** um 33% / Verringerung um 5.500 m<sup>3</sup>/h => **Qualitative Verschiebung**

# Vorgehensweise RLT-Optimierung



# RLT-Opt - Tools



# RLT-Opt - Inspektion

Deckblatt

Dokumentation

Komponenten-  
bewertung

Messdaten-  
bewertung

Effizienz-  
potentiale

Anlagendaten	
Bezeichnung	
Gebüdetel	
Baugrtfänger	
<b>Auftraggeber (AG)</b>	
Gebäudenutzer	
Auftraggeber	
Facility Management (FM)	
Ansprechpartner (FM)	
Ansprechpartner vor Ort	
Anschritt untersuchtes Gebäude	
Gebüdetel	
Auftragsnummer	
<b>Auftragnehmer (AN)</b>	
Firma	BDM GmbH
Straße, Hausnummer	Obb.-Hahn-Str. 34
PLZ, Ort	85521 Remerling
Ansprechpartner	
Telefon	
E-Mail	
Auftragsnummer	
Datum	

Position	Bauteil Bezeichnung	Anzahl Prüfung	Beurteilung der Dokumentation		
			In Ordnung	Hinweis	Mangel
1.0	Anlagenbeschreibung				
2.0	RLT-Centrale				
3.0	Pläne				
6.0	Listen				
7.0	Protokolle				
Beurteilung Dokumentarität			Prüfung durchgeführt		
Prüfkriterien					
Prüfkriterium 1 (Sinnhaftigkeit)					
Prüfkriterium 2 (Sinnvolligkeit)					
Prüfkriterium 3 (Sinnvolligkeit)					
Prüfkriterium 4 (Sinnvolligkeit)					
Prüfkriterien					
Durchführung der Prüfung notwendig		Bemerkungen		Prüfdatum	
7.1	Hygienisierung nach VDI 6022 Zurückspülen mit Zudosieren und Zudosieren mit Zudosieren. Abschleppen der Anlagen nach der Prüfung		RLT-Anlagen ist beaufschlagt		2 Jahre
7.2	Energetische Inspektion nach DIN SPNC 15246		vor Anlagen über 120kW Kälteleistung		10 Jahre
7.3	Strandlichtinspektion nach Herstellerangaben und Energie		ist Energie		1/2 Jahr
7.4	Wartung nach VDMA 24 106		ist ein Hinweis bei zu untersuchenden Prüfungen		1 Jahr
			Prüfung erfolgt, bei vorrangiger Filtervorschaltung ist ein Austausch erforderlich		1 Jahr

Position	Bauteil Bezeichnung	Anzahl Prüfung	Beurteilung der Anlagenzustände		
			In Ordnung	Hinweis	Mangel
1.0	Luftfiltereinrichtungen Zustand (Sinnhaft)				
1.1	Verleihen in Betrieb		ja		
1.2	auf Veranschauligung, Beschädigung, Korrosion prüfen				
1.3	Leitungen einleiten, Filterraumventilator auf Funktion prüfen				
1.4	Leitungen prüfen				
1.5	Leben auf Druckverlust prüfen				Leben muss geteilt werden
1.6	auf Leckluft und Einströmung prüfen, Strömung bei drehenden Teilen				
1.7	Leitungen auf Beschädigungen und Leckluft prüfen				
1.8	Haute Verbindungen auf Dichtigkeit prüfen				
1.9	Leitungsanschlüsse auf Funktion prüfen (Trennfähigkeit prüfen)				
1.10	Leitungen auf Leckluft prüfen (Blasprüfung, über 10 min 100h, Reparaturarbeiten)				
1.11	Reinigungsarbeiten				
1.12	Reinigung, Ölwanne				
1.13	Leben (Vorschau) (10 min) 100h				
2.0	Luftfiltereinrichtungen Ablauf				
2.1	Verleihen in Betrieb				
2.2	auf Veranschauligung, Beschädigung, Korrosion prüfen				
2.3	Leitungen einleiten, Filterraumventilator auf Funktion prüfen				
2.4	Leitungen prüfen				
2.5	Leben auf Druckverlust prüfen				

Position	Bauteil Bezeichnung Messparameter	Messung	Einheit
	Volumenstrom	MSR	m³/h
	Eintragen weiterer Messwerte: am linken Rand dieser Zeile die rechte Maustaste anklicken und "Zellen einfügen" anklicken		
21.0	Luftkanäle		
	Volumenstrom	MSR	m³/h
	Druckdifferenz	MSR	Pa
	Leckluft	Mobil	Pa
	Eintragen weiterer Messwerte: am linken Rand dieser Zeile die rechte Maustaste anklicken und "Zellen einfügen" anklicken		
22.0	Schalldämpfer		
	Volumenstrom	MSR	m³/h
	Druckdifferenz	MSR	Pa
	Schalldämpfer	MSR	dB
	Eintragen weiterer Messwerte: am linken Rand dieser Zeile die rechte Maustaste anklicken und "Zellen einfügen" anklicken		
23.0	Jalousieklappen		
	Messbereich uninteressant		
	Eintragen weiterer Messwerte: am linken Rand dieser Zeile die rechte Maustaste anklicken und "Zellen einfügen" anklicken		

Position	Bauteil Bezeichnung	Beurteilung der Effizienz		
		In Ordnung	Hinweis	Mangel
1.0	RLT-Gerät			
1.1	Verleihen Zu-Abluft			
1.2	Druckverluste Komponenten			
2.0	Regelung			
2.1	Betriebszeiten			
2.2	SLT			
2.3	Trennvorrichtungen			
2.4	Regelstrategie nach DIN EN 15232			
3.0	Pumpen			
3.1	Ventilator-Pumpe			
3.2	Nachheiz-Pumpe			
3.3	Kühler-Pumpe			
3.4	WRG-Pumpe			
Beurteilung der Energieeffizienz				
Priorität 3 (Empfehlung)				
Priorität 2 (Hinweis)				

a) Prüfung ob ein Ventilatorausch energetisch gesehen Vorteile bringt (Wirtschaftlichkeitsbetrachtung).  
b) Prüfung ob die Lufttechnische Versorgung der Räume noch notwendig und ausreichend entsprechend der Nutzung ist. (Bedarfsanalyse)  
c) Prüfung ob eine Anpassung der Betriebszeiten möglich ist.



# RLT-Opt - Energiekennwert

Eingabeblatt

Volumenstrom  
Zu-  
Abluftventilator

Elektr.- Leistung  
Zu- Abluftventilator

Druckerhöhung  
Zu-  
Abluftventilator

Ergebnis  
Energiekennwerte

Nennluftvolumenstrom	19.200 m <sup>3</sup> /h
El. Leistung Zuluftventilator	6,400 kW
Abluftvolumenstrom	17.000 m <sup>3</sup> /h
El. Leistung Abluftventilator	4,960 kW

## Luftförderung

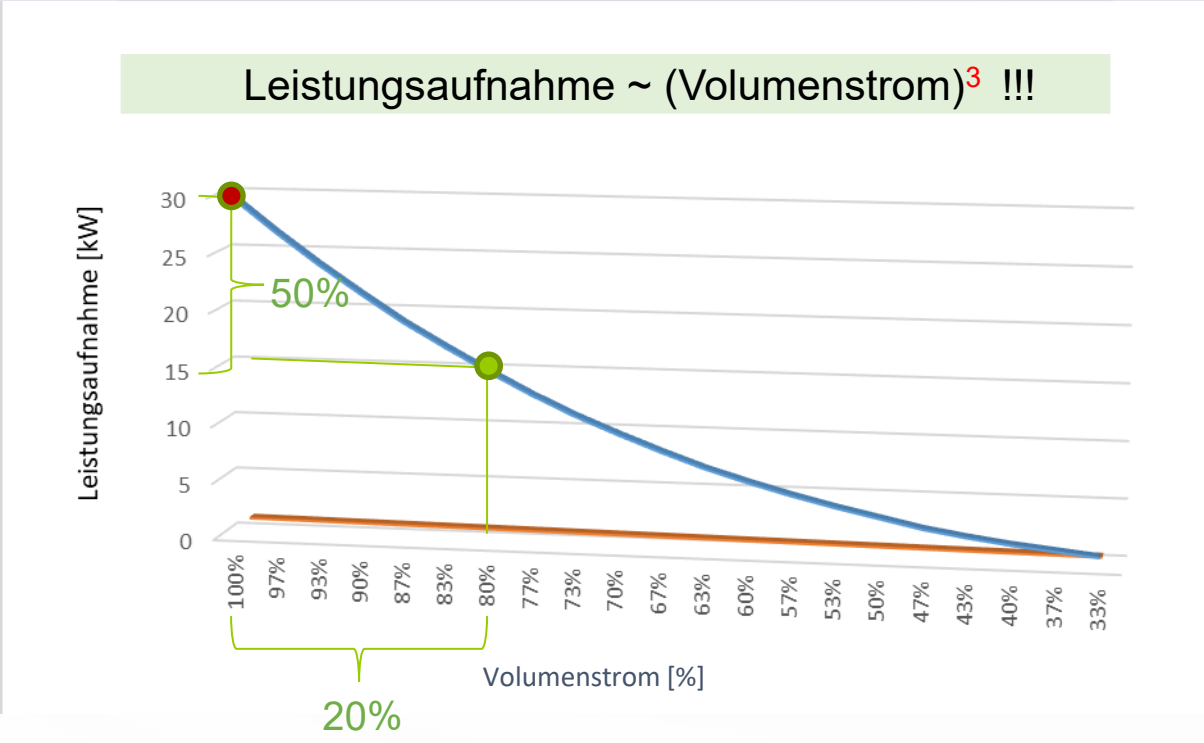
$\Delta p_{\text{stat, Zuluft}}$	900 Pa
$\Delta p_{\text{stat, Abluft}}$	825 Pa

Wärme	7.539 kWh/a
Kälte	41.078 kWh/a
Dampf	0 kWh/a
Strom	53.160 kWh/a

# RLT-Opt - Volumenstrom-Reduktion

Reduktion Volumenstrom um 20%  
→ Reduktion Leistungsaufnahme um 50% !

Leistungsaufnahme  $\sim$  (Volumenstrom)<sup>3</sup> !!!



# RLT-Opt - Volumenstrom-Reduktion

Gegenüberstellung Ist-/Soll-Volumenstrom nach aktueller Nutzung und aktuellen Normen:

- Stimmt die Raumnutzung noch?
- Wie ist die tatsächliche Personenbelegung?
- Welches sind die nach aktuellen Normen empfohlenen Volumenströme?
- Kann die Luftmenge reduziert werden?

Bewertung des IST-Zustandes							Zuluft-Volumenstrom IST [m³/h]		Volumenstrom DIN 16798 [m³/h]		Bewertung SOLL-Zustand zur Auslegung nach Verfahren 1 oder 2)			
Raumnr.	Raumbezeichnung	Zuluft-Volumenstrom IST [m³/h]	Abluft-Volumenstrom IST [m³/h]	Zone Nr.	Nettoraumfläche NRF [m²]	Raumhöhe [m]					Luftwechselrate ggf. individuell eintragen [h⁻¹]	Kategorie nach DIN EN 16798-1	Luftwechselrate SOLL Neubewertung	Volumenstrom DIN 16798 [m³/h]
		5000	5000	101	500,0	3,5	5000	2520				2	1,44	2520
R002	Archiv	1000	1000	101	300,0	3,5	1000	756				2	0,72	756
R003	Haustechnik	800	800	101	200,0	3,5	800	504				2	0,72	504
R004	Hörsaal groß	3000	3000	101	950,0	3,5	3000	2400				2	0,72	2400
R005	Hörsaal klein	700	700	101	100,0	3,5	700	360				2	1,03	360
R006	Teeküche	1400	1400	101	200,0	3,5	1400	504				2	0,72	504
R007	WC Personal	300	300	101	15,0	3,5	300	165			3,14	2	3,14	165
R008	WC Personal	350	350	101	20,0	3,5	350	220			3,14	2	3,14	220
R009	WC Besucher	300	300	101	15,0	3,5	300	165			3,14	2	3,14	165
R010	WC Besucher	350	350	101	20,0	3,5	350	220	70,0	5,0	3,14	2	3,14	220
R011	Flur mit freier Lüftung	550	550	101	150,0	3,5	525,0	175,0	1,0	1,4		4	0,31	162
R012	Flur UG	250	250	101	50,0	3,5	175,0	54				4	0,31	54

# RLT-Opt - Wirtschaftlichkeit

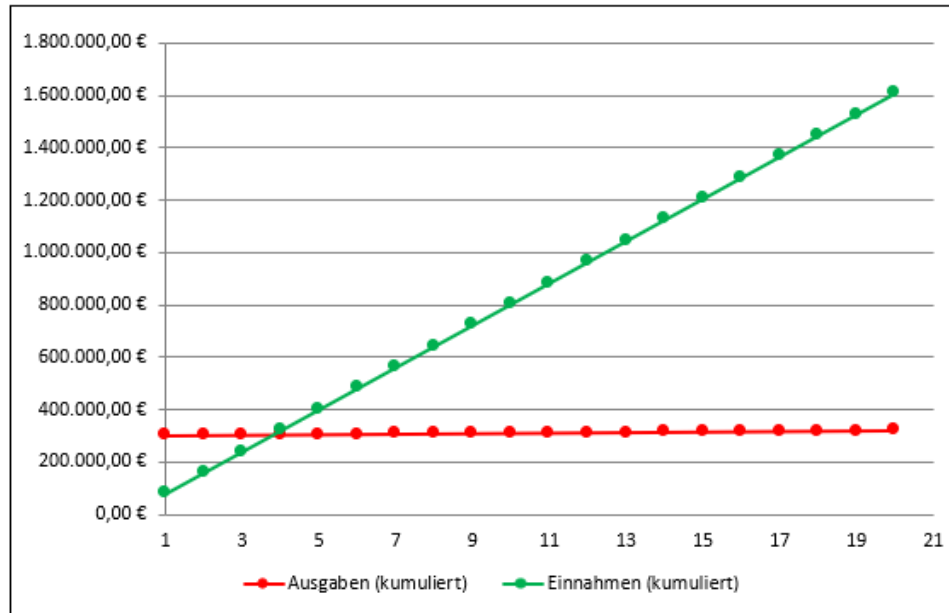
Anlage:	RLT-Anlage mit 80.000m³/h Luftförderung
---------	-----------------------------------------

Energieträger	Energieverbrauch	Energiepreise	Energiekosten	Ersparnis			
Heizung	300.000 kWh	0,125 Euro/kWh	37.500 Euro	50 % des Jahres	300.000 kWh	18.750 Euro	
Warmwasser	45.000 kWh	0,125 Euro/kWh	5.625 Euro	30 % des Jahres	13.500 kWh	1.688 Euro	
Kälte	600.000 kWh	0,200 Euro/kWh	120.000 Euro	50 % des Jahres	300.000 kWh	60.000 Euro	
Dampf	- kWh	0,200 Euro/kWh	- Euro	15 % des Jahres	- kWh	- Euro	
Strom	500.000 kWh	0,000 Euro/kWh	0 Euro	50 % des Jahres	250.000 kWh	0 Euro	
<b>Gesamt</b>	<b>1.445.000 kWh</b>		<b>163.125 Euro</b>		<b>863.500 kWh</b>	<b>80.438 Euro</b>	

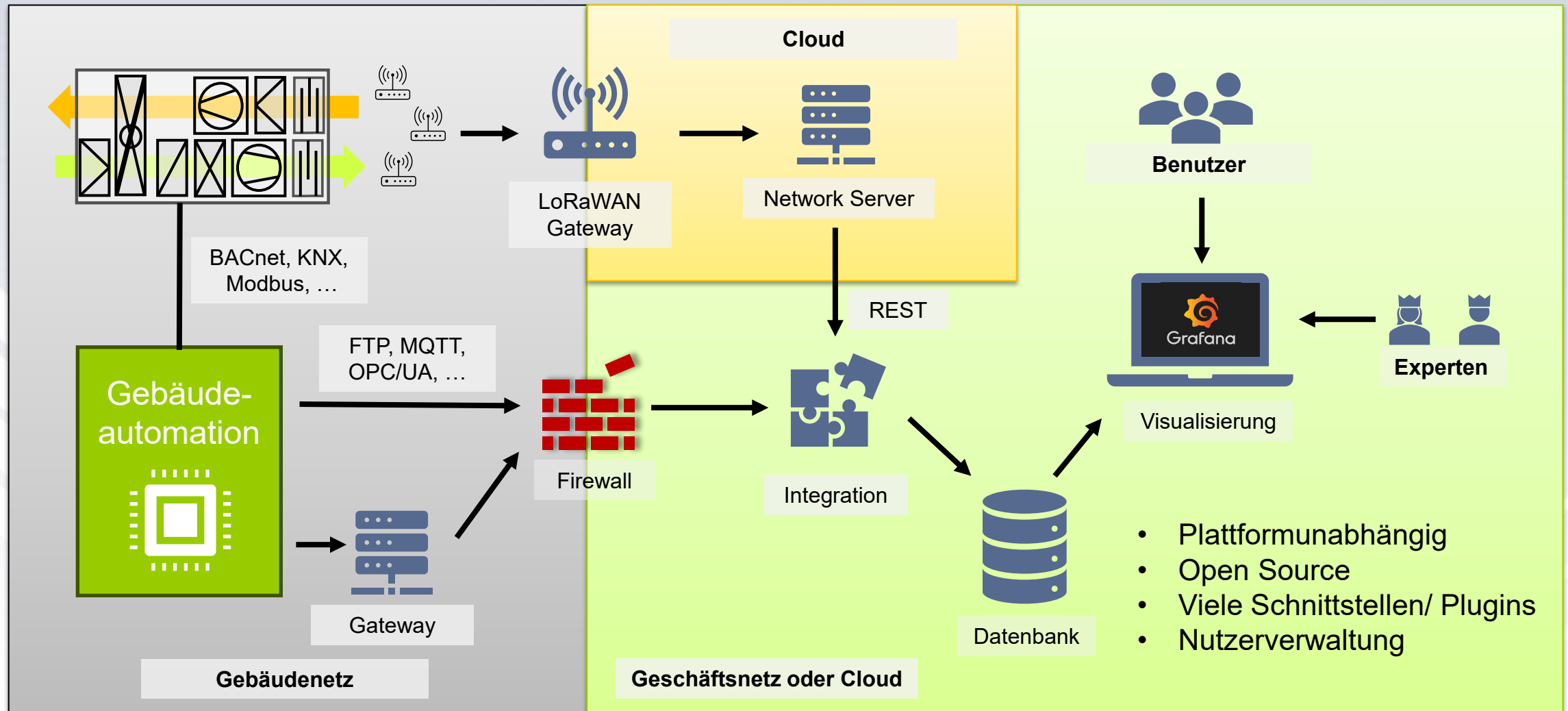
Investition	
Optimierungskosten	300.000 €
davon Barinvest	300.000 €
davon Kreditbetrag	- €
Kalkulationzinsfuß	0,00%
Kreditzinssatz	0,00%
Kredittilgung pro Jahr	0,00 €
Kreditlaufzeit in Jahren	10

Einsparung	
Energiekosteneinsparnis / Jahr	80.438 €
Wartungskosten / Jahr	1.000 €
Gesamteinsparung / Jahr	79.438 €
Preissteigerung / Jahr	0,00%
Anlagenlaufzeit in Jahren	20

Ergebnis	
Kapitalwert nach 20 Jahren	1.288.752,00 €
Amortisationsdauer	3,98 Jahre
Interner Zinssatz	26,23%



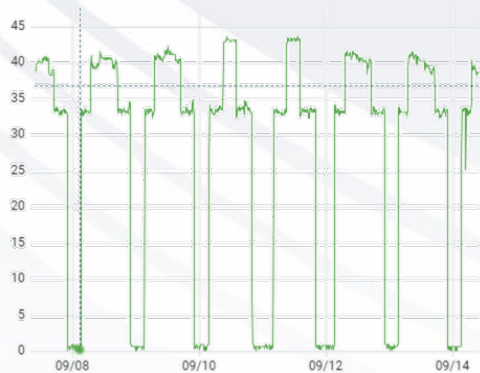
# Stationäres Monitoring - Datenplattform



# Integration von Daten und Informationen



OPC-Adresse	Datenpunktbeschreibung	Einheit
S001_01.Z_P90_001.B001.G807.AI_b2/1	P L1/010 Z500 ZU/AB-VSR RF P03.125Fühler2	%
S001_01.Z_P90_001.B001.G807.AI_b3/1	P L1/010 Z610 ZU/AB-VSR RF P03.125Fühler3	%
S001_01.Z_P90_001.B001.G807.AI_b4/1	P L1/010 Z620 ZU/AB-VSR RF P03.125Fühler4	%
S001_01.Z_P90_001.B001.G809.AI_b1/1	P L1/010 Z700 ZU/AB-VSR RF P03.125Fühler1	%



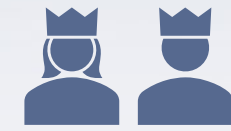
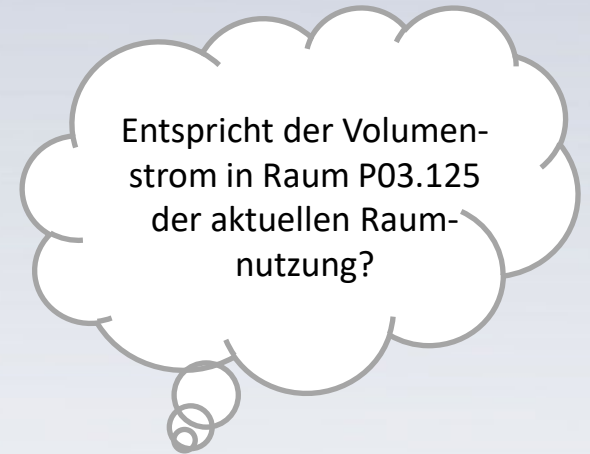
Messwerte

Bezeichner	Bedeutung
P	Gebäude
L1/010	Index
Z500	Zone
ZU/AB-VSR	Bauteil
P03.125	Raum
RF, Fühler2	?

Informationen

Zugehöriger Grundwert?

Wertebereich



Datenbank

# Informationen in Datengraphen

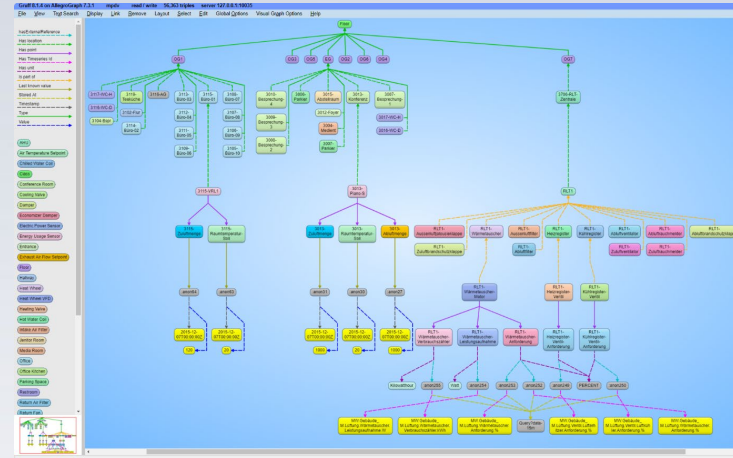


Entspricht der Volumenstrom in Raum P03.125 der aktuellen Raumnutzung?

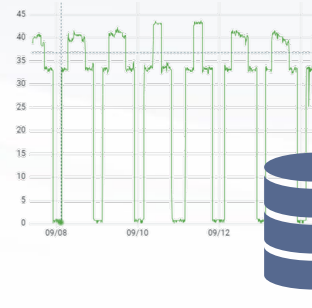
Welche Sensoren sind zur Berechnung der Rückwärmzahl von RL5 vorhanden?

Wieviel Energie haben die Ventilatoren in Gebäude P letztes Jahr verbraucht?

Anfrage



Datengraph



Messdaten

+

Feld	Wert
Raum	Einzelbüro
Nennvolumenstrom	80

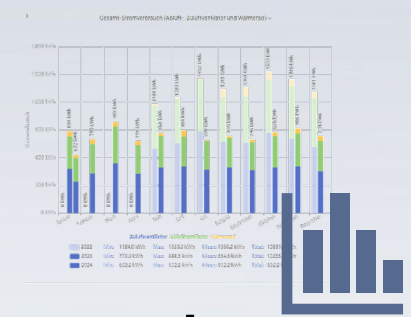
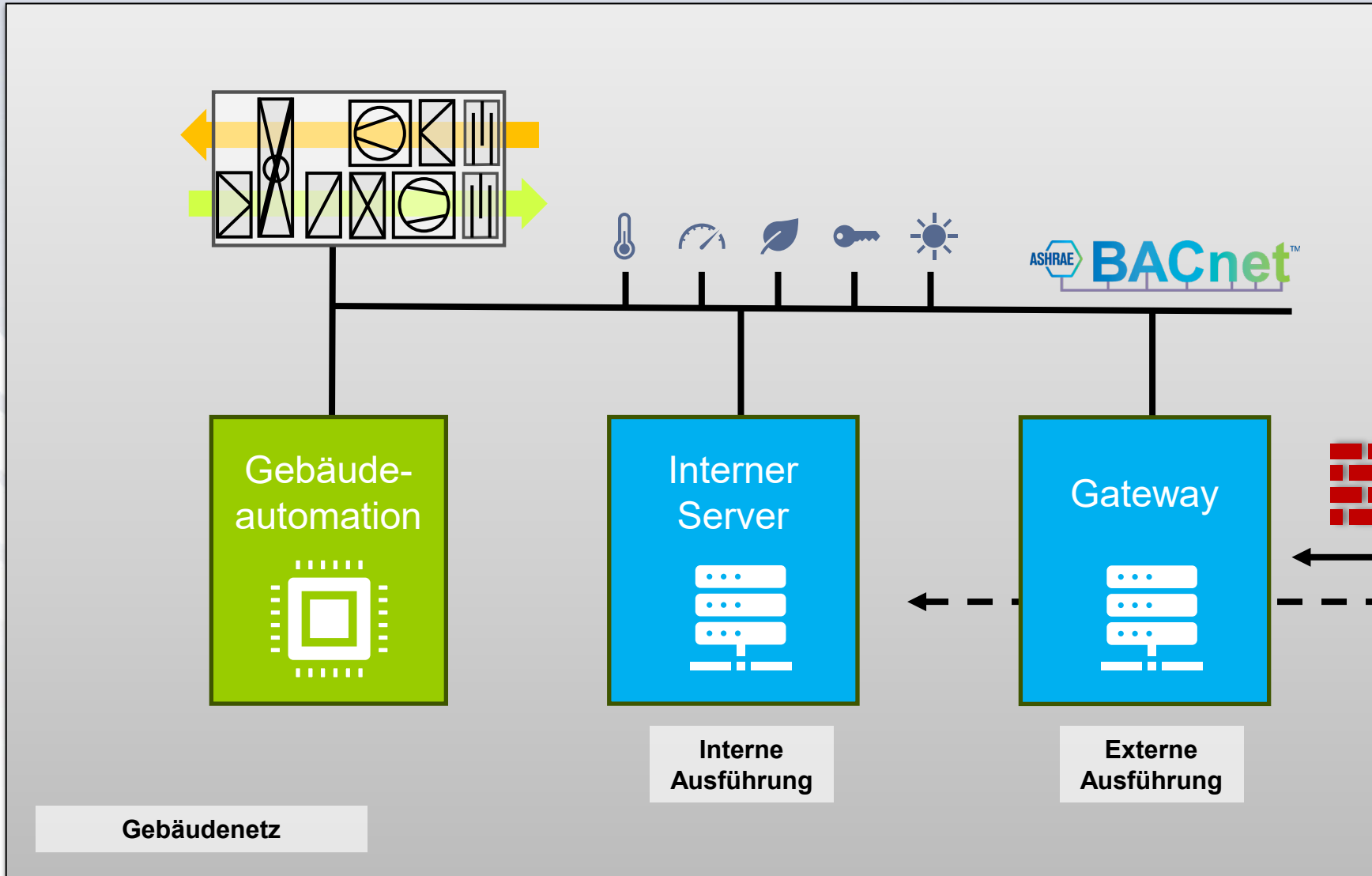
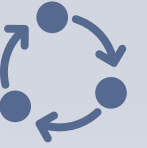
Metadaten

=

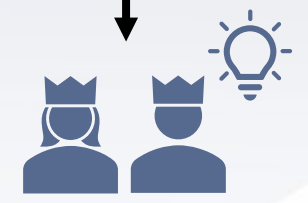


Auswertung

# Ansätze zur Regelungsoptimierung



Analyse



Neue Regelungsstrategien



# Wege zur Umsetzung

Unsere einfach handhabbaren Tools, die Berater oder Spezialisten aus der Betriebstechnik unterstützen, werden **als Download frei zur Verfügung gestellt:**

1. Vergleich SOLL/IST Außenluftvolumenstrom
2. Anlagenprüfung - Erstinspektionsgrundlage
3. Ventilator Daten zum Ventilatortausch
4. Einregulierung von RLT-Anlagen

Diese finden Sie zum Projektabschluss auf der Seite [www.effizienzboard.com](http://www.effizienzboard.com) (Ab 1.4.2024)

## WORKSHOP

Die. 27. Febr. 2024 10:00 Uhr  
Fraunhofer IOSB, Karlsruhe



Für technisch Verantwortliche für Lüftungs- und Klimaanlage in gewerblichen Gebäuden.  
Vorkenntnisse sind hilfreich, aber nicht Voraussetzung

### Ganzheitliche Optimierung von Lüftungs- und Klimaanlage

Wir möchten Ihnen Projektergebnisse und Projekterfahrungen vorstellen und mit Ihnen darüber in Diskussion treten. Neben kurzen Impulsvorträgen gibt es „Ergebnisse zum Anfassen“. Dabei werden konkrete Beispiele sowie Ergebnisse und Live-Demonstrationen vorgestellt. Über die Vorstellung von Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung hinaus wollen wir zudem aufzeigen, wie die neuen Rahmenbedingungen durch die Energiewende eine Chance bieten können, indem sich neue Erlösquellen erschließen lassen.

Anstatt einer reinen Frontalveranstaltung möchten wir mit Ihnen in Diskussion treten und Ihnen auch den Austausch untereinander ermöglichen. Dabei sollen die Fragestellungen im Vordergrund stehen, wie diese Ergebnisse in der Praxis genutzt und Einsparungen umgesetzt werden können. Testen Sie unsere Tools während des Workshops – gerne auch auf Ihrem eigenen Laptop. Weitere Informationen zum Forschungsprojekt finden Sie unter [www.rlt-opt.de](http://www.rlt-opt.de).

Zum Forschungsprojekt



Die Teilnehmerzahl ist begrenzt auf 30 Teilnehmer.  
Einschließlich einem kleinen Mittagessen.

#### Agenda:

- 10:00 Begrüßung, Vorstellung der Projektpartner, Dr. Thomas Bernard, Fraunhofer IOSB
- 10:15 Impulsvortrag zum Forschungsprojekt RLT-Opt, Dr. Thomas Bernard, Fraunhofer IOSB
- 10:30 Vorstellung verschiedener Tools, Detlef Malinowsky, IBDM GmbH
  - Erstinspektion
  - Auslegung
  - Einsparberechnung
  - Wirtschaftlichkeitsanalyse
- 11:00 Monitoring, Sensorik und Datenplattform, Ruth David, BUILD.ING Consultants + Innovators GmbH
  - Erfahrungen aus vier Demonstratoren
- 11:30 Kennzahlen, Dashboards und Reports, Philippe Redlich, Effizienz Börse Deutschland GmbH
- 12:10 Mittagspause
- 13:10 Anwendung der Tools an vier Thementischen
  - Tisch 1: Erstinspektion, RLT-Energiekennwert und Wirtschaftlichkeitsanalyse mit Detlef Malinowsky
  - Tisch 2: Volumenstrommessung, WRG-Wirkungsgrad und Sensorik mit Ruth David
  - Tisch 3: Auslegung Außenluftvolumenstrom SOLL/IST mit Philippe Redlich
  - Tisch 4: Kennzahlen, Dashboards und Reports mit Andreas Wunsch und Mathias Ziebarth
- 14:15 Kaffeepause mit Networking
- 14:45 Fortsetzung der Thementische
- 15:30 Zusammenfassung der Ergebnisse und Abschlussdiskussion
  - Christoph Schüring, Effizienz Börse Deutschland GmbH
- 16:00 Ende der Veranstaltung

Zur Anmeldung



#### Preis

30 € inkl. Mittagessen

#### Anmeldung

[www.ibdm-training.de/termine/RLT-OPT-27-02-24](http://www.ibdm-training.de/termine/RLT-OPT-27-02-24)

Veranstalter: IBDM GmbH, Otto-Hahn-Str. 34, 85521 Riemerling | Veranstaltungsort: Frauenhoferstr.1, 76131 Karlsruhe



## Präsenz-Workshops:

29.2.2024 in Karlsruhe,

21.03.2024 in München

## Infos zum Projekt:

[www.rlt-opt.de](http://www.rlt-opt.de)

[www.ibdm-training.de](http://www.ibdm-training.de)

## Zur Anmeldung



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



[www.rlt-opt.de](http://www.rlt-opt.de)

[thomas.bernard@iosb.fraunhofer.de](mailto:thomas.bernard@iosb.fraunhofer.de)

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages