


Margot Grim-Schlink
Paul Lampersberger



DeLight Monitoring

Messtechnische Untersuchung von energieeffizienten Gebäuden


 **Bundesministerium**
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

NACHHALTIGwirtschaften

- 1. Eckpunkte zum Projekt und Zielsetzungen**
- 2. Überblick Demonstrationsgebäude**
- 3. Energie- und Komfortkennzahlen je Gebäudekategorie**
- 4. Erkenntnisse aus objektspezifischen Schwerpunktthemen**
- 5. Empfehlungen: Multiplizierbare Optimierungspotenziale**
- 6. Schlussfolgerungen zu Monitoring von großvolumigen Objekten**
- 7. Learnings für zukünftige Neubauprojekte**

Eckpunkte zum Projekt



- FuE Dienstleistung, 5. Ausschreibung Stadt der Zukunft
- Projektpartner: EUDT Energie und Umweltdaten-treuhand GmbH 
- Laufzeit: 08-2019 bis 01-2021
- **Ziele**
 - 11 innovative Demonstrationsobjekte aus Österreich (großvolumig)
 - Unterschiedliche Nutzungsarten (Wohnbau, Büro-, Bildungs-, Sport-, Pflege- und Krankenhauseinrichtungen)
 - Monitoring (Energieverbrauch und Komfortparameter) für 1 Betriebsjahr
 - Aufzeigen vorhandener Optimierungspotenziale
 - Aufbereitung von Empfehlungen für einen energieeffizienten Anlagen- und Gebäudebetrieb für zukünftige GebäudeerrichterInnen, PlanerInnen sowie GebäudebetreiberInnen

Überblick Demonstrationsgebäude (1)

Objekt	Wohnprojekt Wien	Passivhaus Wohnhaus St. Paulus	Messequartier Graz, Passivhaus, Bauabs. 1	Seniorenwohnhaus Itzling, Haus 4	Kinder- und Herzzentrum Innsbruck, Bauabs. 2 (KHW)	St. Josef Krankenhaus Wien, Bauteil 10 (West)
Abbildung (Quellen siehe Objektkapitel)						
Nutzungsart	Wohnobjekt mit Gewerbeflächen	Wohnnutzung	Wohnnutzung (Senioren, Studenten, Wohnungen)	Seniorenwohnhaus	Krankenhaus mit Medizintechnik	Krankenhaus, Stations- und Bettentrakt
Eigentümer	Verein für nachhaltiges Leben	Neue Heimat Tirol Gemeinn. WohnungsGmbH	ENW Gemeinnützige Wohnungsges. m.b.H.	Stadt Salzburg	Tirol Kliniken GmbH	St. Josef Krankenhaus GmbH
Standort	Krakauer Straße 19/45, 1020 Wien	Reichenauer-Straße 74, 6020 Innsbruck	Klosterwiesgasse 101a/b und 103 a/b, 8010 Graz	Schopperstraße 17, 5020 Salzburg	Anichstraße 35, 6020 Innsbruck	Auhofstraße 189, 1130 Wien
Innovative Aspekte und Auszeichnungen	- Cohousing Wohnprojekt im Niedrigstenergie-Standard - 39 Wohnungen und Gewerbe im EG & 1.OG. - Div. Auszeichnungen: z.B. Lebenszyklus-Award 2016, Staatspreis Architektur u. Nachhaltigkeit 2014, Umweltpreis d. Stadt Wien	- 10-stöckiges Passivhaus - 70 Mietwohnungen u.a. mit „betreutem Wohnen“ - klimaaktiv Bronze	- Das Wohnhaus gliedert sich in 149 Standard- Wohnungen, 90 Studentenheim-Plätze u. 21 Seniorenwohnungen - Staatspreis für Architektur und Nachhaltigkeit 2012	- Hoher Wohnkomfort für insgesamt 60 BewohnerInnen - Intelligente Raumaufteilung mit gemeinschaftlichen Wohn- /Essbereichen - Konzept für optimierte Tageslichtnutzung - klimaaktiv Silber	- Herzzentrum: 74 Betten - Kinderzentrum: 142 Betten - Zusätzlich: Therapeutische Einrichtungen, Kindergarten, großer Hörsaal - Gute natürliche Belichtung - Koordinierte Nutzung medizinischer Großtechnologien	- Massivbau in Passivhaus- Energiestandard - Überwiegend Stations- und Bettenzimmer, 136 Betten - Gute natürliche Belichtung - Bauteilaktivierung der Zwischendecken für Kühlung der Patientenzimmer (eigener Kühlkreis je Zimmer)
Zusammenfassung Energiekonzept	- Wärmeversorgung durch Fernwärme - Zentrale Warmwasserbereitung - Brunnenwasser-Kühlung in Kombination mit zentraler Wohnraumlüftung - Photovoltaik-Anlage	- Wärmeversorgung durch Fernwärme und Solarthermie-Anlage - Dezentrale Warmwasserbereitung mit Wohnungsstationen - Zentrale Wohnraum- lüftungsanlagen	- Wärmeversorgung durch Fernwärme und Solarthermie-Großanlage - Dezentrale Warmwasserbereitung mit Wohnungsstationen - Zentrale Wohnraum- lüftungsanlagen	- Wärmeversorgung durch Fernwärme - Dezentrale Warmwasserbereitung mit Wohnungsstationen - Zentrale Wohnraumlüftungsanlagen - Photovoltaik-Anlage	- Groß-Wärmepumpen für Wärme und Kälte mit Nutzung von Brunnenwasser und Abwärme - Fernwärme für Hochtemperatur - Kälteversorgung mit mehrstufiger Nutzung von Brunnen-Kühlwasser	- Bauteilaktivierung in Kombination mit Wärmepumpe für Wärme und Kälte inkl. Geothermiespeicher - Getrenntes Heizsystem: Hochtemp. (Gaskessel) und Niedertemperatur mit Wärmepumpe
Konditionierte Brutto- Grundfläche (BGF) [m²]	6.071	6.110	19.911	4.326	27.758	7.987

Überblick Demonstrationsgebäude (2)

Objekt	Bezirkshauptmannschaft Kirchdorf	Plusenergie Sporthalle Liefering Salzburg	AK-Bildungshaus Jägermayrhof	Kindergarten St. Paulus	Konzernzentrale Bundesimmobiliengesellschaft
Abbildung (Quellen siehe Objektkapitel)					
Nutzungsart	Büro Verwaltung	Sporthalle	Bildungshaus, Hotel, Großküche	Kindergarten	Büro Verwaltung
Eigentümer	Land Oberösterreich	Stadt Salzburg	AK OÖ Kammer für Arbeiter und Angestellte für Oberösterreich	Neue Heimat Tirol Gemeinn. WohnungsGmbH	Bundesimmobiliengesellschaft m.b.H.
Standort	Garnisonstraße 3, 4560 Kirchdorf an der Krems	Josef-Brandstätter-Straße 9, 5020 Salzburg	Römerstraße 98, 4020 Linz	Reichenauer-Straße 72, 6020 Innsbruck	Trabrennstraße 2c, 1020 Wien (Viertel Zwei)
Innovative Aspekte und Auszeichnungen	<ul style="list-style-type: none"> - Bürogebäude nach Low-Tech-Ansatz - Innovatives Lüftungs- und Free-Cooling-Konzept - Keine aktive Kühlung für Büroflächen - Sonnenschutz mit manuell verschiebbaren Fensterläden 	<ul style="list-style-type: none"> - Erste Plusenergie Multifunktions-Sporthalle Österreichs - Vollsolare Beheizung - Licht-/Wärme-geregelte Beschattung - Energieüberschüsse versorgen Nachbargebäude - klimaaktiv Gold - Energy Globe 	<ul style="list-style-type: none"> - Muster-Sanierungsobjekt - Hocheffiziente Sanierung eines historischen Gebäudes - 100% erneuerbare Energieträger: Solarthermie und Photovoltaik-Anlage, reversible Luftwärmepumpe, Pelletskessel und Ökostrom-Bezug 	<ul style="list-style-type: none"> - Zweistöckiges Bauwerk mit Low-Tech-Konzept im Niedrigenergiestandard - Keine mechanische Belüftung - Fensterlüftungskonzept - klimaaktiv Bronze 	<ul style="list-style-type: none"> - Achtstöckiges Bauwerk im Niedrigenergiestandard - Umfassende Energiemonitoring-Infrastruktur in Verbindung mit innovativer Gebäudeleittechnik - ÖGNI Platin
Zusammenfassung Energiekonzept	<ul style="list-style-type: none"> - Wärmeversorgung durch Fernwärme - Dezentrale Warmwasserbereitung über Frischwassermodule - Automatische Freie Kühlung über Fenster - Photovoltaikanlage 	<ul style="list-style-type: none"> - Wärmeversorgung: Solarthermie-Anlage kombiniert mit thermisch aktivierter Bodenplatte, Wasser/Wasser-Wärmepumpe u. Abwasser-Wärmerückgewinnung - Photovoltaik-Anlage - Fenster-Lüftungskonzept 	<ul style="list-style-type: none"> - Wärmeversorgung durch Pelletskessel, Solarthermie-Anlage und reversible Luft-Wärmepumpe - Zentrale Warmwasserbereitung - Photovoltaik-Anlage - Zentrale Lüftungsanlagen - Kältemaschine 	<ul style="list-style-type: none"> - Wärmeversorgung durch Fernwärme - Dezentrale elektrische Warmwasserbereitung - Fensterlüftungskonzept per automatischer Fensterschaltung 	<ul style="list-style-type: none"> - Klimaschonende Wärme und Kälte vom Kraftwerk Kriemau - Schmutzwasserenergie wird im Kraftwerk genutzt - Vollkonditionierte Büroflächen per zentrale Lüftungsanlagen und Kühldecken bzw. Fan-Coils
Konditionierte Brutto-Grundfläche (BGF) [m²]	3.623	4.610	4.147	999	10.600

Energiekennzahlen & Komfort

Großvolumige Wohngebäude

- Wohnprojekt Wien (Niedrigstenergie-Standard)
- Wohnhaus St. Paulus, Innsbruck (Passivhaus-Standard)
- Messequartier Graz - Bauabschnitt 1 (Passivhaus-Standard)



BANDBREITEN

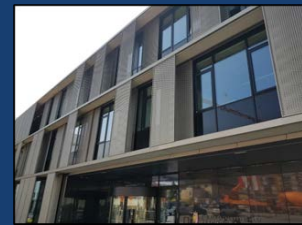
Gebäudekategorie	Großvolumige Wohngebäude	
Brutto-Grundfläche (BGF) [m ²]	6.071 – 19.911	
Heizenergieverbrauch [kWh/m ² a]	Graz → 49,2 – 59,0	← Innsbruck
Warmwasserverbr. u. -Verluste [kWh/m ² a]	Wien → 20,8 – 36,4	← Innsbruck
Stromverbrauch [kWh/m ² a]	Innsbruck → 7,2 – 11,0 (ohne Haushaltsstr.)	← Graz
CO ₂ -Emissionen [kg/m ² a]	5,6 – 5,8 (ohne Haushaltsstr.)	
Spez. max. Strom-Leistung [W/m ²]	Graz → 2,9 – 3,8 (ohne Haushaltsstr.)	← Innsbruck
Spez. Strom-Grundlast [W/m ²]	0,7 – 0,9 (ohne Haushaltsstr.)	
Grundlastanteil am Stromverbr. [%]	Alle sehr ähnlich 70 – 84% (ohne Haushaltsstr.)	
Komfort- & CO ₂ -Monitoring		
Durchschnittliche Raumtemperatur in der Heizperiode (Nov. - April)	<div style="background-color: #90EE90; padding: 10px; text-align: center;"> <h2>Sehr abhängig von den NutzerInnen</h2> </div>	
Durchschnittliche Raumtemperatur in den Sommermonaten (Mai - Okt.)		
Durchschnittliche Raumluftfeuchte in der Heizperiode (Nov. - April)		
Durchschnittlicher Anteil der Überhitzungsstunden (T > 26°C)		
Durchschnittlicher Anteil der CO ₂ Konzentration (CO ₂ > 1000ppm)		
	0 – 8% der Gesamtjahresstunden	



Energiekennzahlen & Komfort

Bürogebäude

Low-Tech: Innovatives Lüftungs- und Free-Cooling-Konzept, keine aktive Kühlung für Büroflächen, manueller Sonnenschutz, Fernwärme und Photovoltaikanlage



High-Tech: Vollkonditionierte Büroflächen: Lüftungsanlagen (Be- u. Entfeuchtung), Kühldecken, Fan-Coils. Klimaschonende Wärme u. Kälte vom Kraftwerk Kriearu



BANDBREITEN

Gebäudekategorie Bürogebäude	Bezirkshauptmannschaft Kirchdorf	Konzernzentrale BIG Wien
Brutto-Grundfläche (BGF) [m ²]	3.623	10.600
Heizenergieverbrauch [kWh/m ² a]	51,3	48,3
Warmwasserverbr. u. -Verluste [kWh/m ² a]	3,8	Enthalten i. Stromverbr.
Kühlenergieverbrauch [kWh/m ² a]	0,1	28,0
Stromverbrauch [kWh/m ² a]	24,3	37,5
Endenergieverbrauch [kWh/m ² a]	<i>Um ca. ein Drittel geringer →</i> 75,6	113,8
Spez. max. Strom-Leistung [W/m ²]	9,7	13,1
Spez. Strom-Grundlast [W/m ²]	1,3	1,6
Grundlastanteil am Stromverbr. [%]	48%	38%
Komfort- & CO2-Monitoring		
Durchschnittliche Raumtemperatur in der Heizperiode (Nov. - April)	22,6°C	23,8°C
Durchschnittliche Raumtemperatur i. d. Sommermonaten (Mai - Okt.)	23,6°C	24,3°C
Durchschnittliche Raumluftheuchte in der Heizperiode (Nov. - April)	37%	42%
Durchschnittlicher Anteil der Überhitzungsstunden (T > 26°C)	4%	4%
Durchschnittlicher Anteil der CO2 Konzentration (CO2 > 1000ppm)	7%	0%

Schlechtere Luftqualität

Energiekennzahlen & Komfort

Krankenhäuser

Sehr unterschiedliche Nutzung der Krankenhausbauteile
und viele Unterscheidungsmerkmale bei der Haustechnik!



BANDBREITEN

Gebäudekategorie Krankenhaus	Kinder- u. Herzzentrum Innsbr., Bauabschn. 2 (KHW)	St. Josef Krankenhaus Wien, Bauteil 10 (West)
Brutto-Grundfläche (BGF) [m ²]	27.758	7.987
Heizenergieverbrauch [kWh/m ² a]	96,5	95,6
Warmwasserverbr. u. -Verluste [kWh/m ² a]	28,6	61,6
Kühlenergieverbrauch [kWh/m ² a]	62,9	48,9
Stromverbrauch [kWh/m ² a]	122,0	80,9
Endenergieverbrauch [kWh/m ² a]	153,8	154,6
CO ₂ -Emissionen [kg/m ² a]	30,1	36,6
Spez. max. Strom-Leistung [W/m ²]	33,9	14,3
Spez. Strom-Grundlast [W/m ²]	9,2	7,0
Grundlastanteil am Stromverbr. [%]	66%	75%
Komfort- & CO₂-Monitoring		
Durchschnittliche Raumtemperatur in der Heizperiode (Nov. - April)	24,6°C	23,8°C
Durchschnittliche Raumtemperatur i. d. Sommermonaten (Mai - Okt.)	24,3°C	23,6°C
Durchschnittliche Raumlufffeuchte in der Heizperiode (Nov. - April)	22%	25%
Durchschnittlicher Anteil der Überhitzungsstunden (T > 26°C)	2% d. Gesamtjahresst.	4% d. Gesamtjahresst.
Durchschnittlicher Anteil der CO ₂ Konzentration (CO ₂ > 1000ppm)	0% d. Gesamtjahresst.	1% d. Gesamtjahresst.



Objektspezifische Schwerpunkt-Themen (Highlights #1)

- **Wohnprojekt Wien:** Wie hoch sind die Speicher- und Zirkulationsverluste bei der zentralen Warmwasserbereitung?

- Verbrauch für Erwärmung des Warmwassers in Folge von Zapfungen: 11,0 kWh/m²a (53%)
- Verteil- und Speicherverluste für die Warmwasserversorgung: 9,8 kWh/m²a (47%)

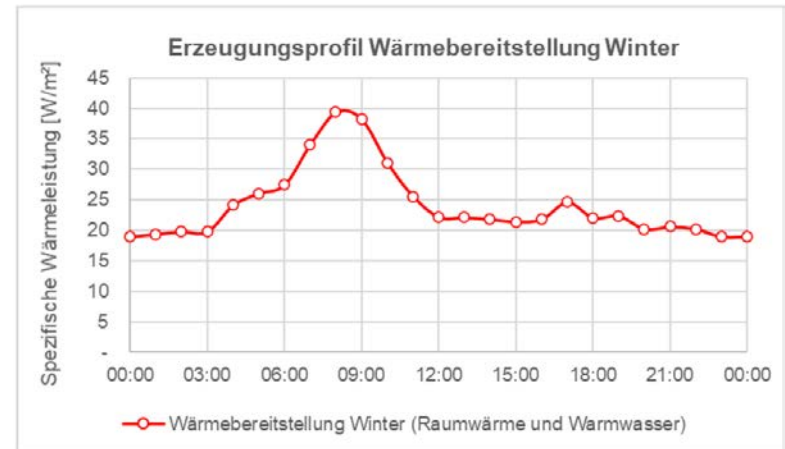
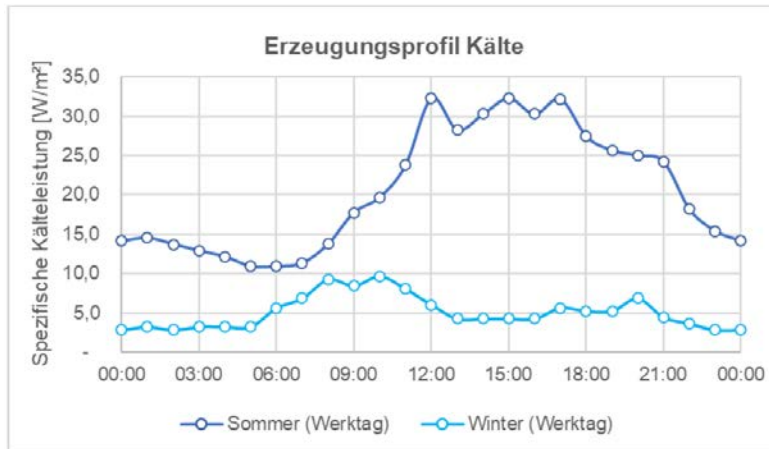
- **Stromverbrauch Passivhäuser Graz vs. Innsbruck:**

Stromverbrauch für Allgemeinflächen und Haustechnik	11,0	7,2	kWh/m ² a
Heiztechnik	1,2	1,0	kWh/m ² a
Lüftungsanlagen	4,2	4,2	kWh/m ² a
Allgemein-Beleuchtung, Lifte, sonstige Verbr.	5,6	2,1	kWh/m ² a



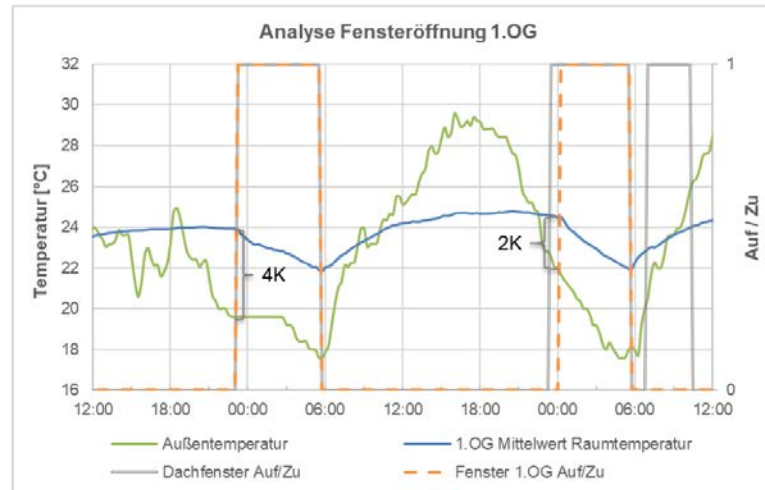
Objektspezifische Schwerpunkt-Themen (Highlights #2)

- **Kinder- und Herzzentrum Innsbruck:** Energieverbrauchs-Profile eines energieintensiven Krankenhauses

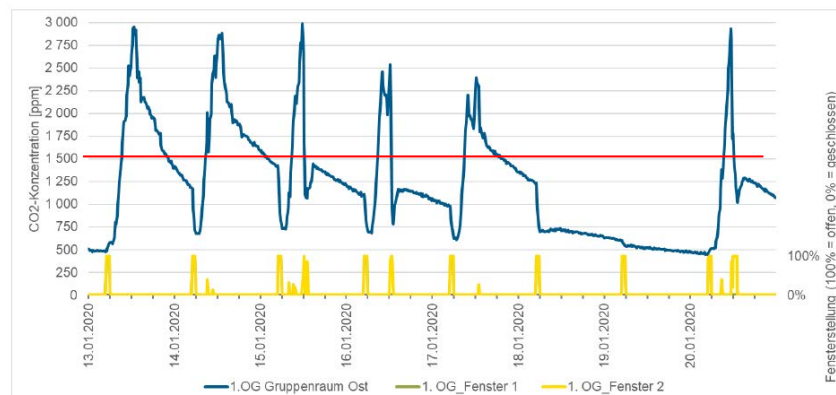


Objektspezifische Schwerpunkt-Themen (Highlights #3)

- **BH Kirchdorf: Funktion der Fensterlüftung: Nachlüftungskonzept zur Kühlung**



- **Low-Tech Kindergarten St. Paulus Innsbruck: Wie verhält sich die Luftqualität bei dem umgesetzten Fensterlüftungskonzept?**



Objektspezifische Schwerpunkt-Themen (Highlights #4)

- **Spezifischer Ertrag von Solar-Technologien: Photovoltaik**

Objekt	PV-Ertrag	Anmerkung
Wohnprojekt Wien	1.044 kWh/kWp (9,9 kWp)	Gut, Eigenstromverbrauch 65%, kann aber noch deutlich gesteigert werden
Seniorenwohnhaus Itzling, Haus 4	1.102 kWh/kWp (62,6 kWp)	Sehr gut, Eigenstromverbrauch ca. 100% am Areal (mehrere Häuser)
BH Kirchdorf	1.010 kWh/kWp (94 kWp)	Gut, Eigenstromverbrauch 41%
Plusenergie Sporthalle Lieferung	808 kWh/kWp (110 kWp)	Mäßig, Grund: Verschattung durch Objekt
AK-Bildungshaus Jägermayrhof	738 kWh/kWp (29,6 kWp)	Gering, Grund: Verschattung durch Park, Eigenstromverbrauch 100%

Objektspezifische Schwerpunkt-Themen (Highlights #5)

- **Spezifischer Ertrag von Solar-Technologien: Solarthermie**

Objekt	Solarthermie-Ertrag	Anmerkung
Passivhaus Wohnhaus St. Paulus	418 kWh/m ² a (88 m ² brutto)	Gut, solarer Deckungsgrad: 10% des Wärmeverbrauchs (WW+RH)
Messequartier Graz	450 kWh/m ² a (700 m ² brutto)	Gut, solarer Deckungsgrad: 15% des Wärmeverbrauchs (WW+RH)
Plusenergie Sporthalle Lieferung	280 kWh/m ² a (350 m ² Apertur)	Gut für eine Großanlage mit sehr hohem solaren Deckungsgrad von ca. 90% (WW+RH)
AK-Bildungshaus Jägermayrhof	388 kWh/m ² a (22 m ² Apertur)	Gut, Klein-Anlage nur für WW-Bereitung

Schlussfolgerungen, Empfehlungen und Learnings

DeLight Monitoring

Schlussfolgerungen

Multiplizierbare Optimierungspotenziale



- **Heizung und Warmwasserbereitung (Auszug)**
 - Anpassung der **Heizfreigabe-Bedingungen** bei der **Heizungssteuerung** (Heizgrenztemperatur, Zeitkonstante, Hysterese, etc.)
 - **Hydraulische Einregulierung** der Verteilstränge
 - Reduktion der **Zirkulationsverluste bei zentraler Warmwasserbereitung** durch Temperaturanpassungen unter Berücksichtigung von hygienischen Vorgaben
 - **Heizungsanpassung für Nicht-Nutzungsperioden** (Wochenenden oder Urlaubszeiten bei z.B. Bürogebäude, Schul- oder Kindergartengebäude, etc.) unter Berücksichtigung der Bauweise und Wärmeabgabesysteme
 - Beachtung von **Sommer-Wärmeverbräuchen** bei **Lüftungsanlagen mit Vollklimatisierung**

Schlussfolgerungen

Multiplizierbare Optimierungspotenziale



- **Kühlung (Auszug)**
 - Anpassung der **Kühlfreigabe-Bedingungen** bei der **Steuerung (GLT)**
 - **Abstimmung der Innenraumtemperatur** auf **tatsächlichem Bedarf** (nicht zu kühl) bei **Lüftungsanlagen** (Sollwert Zuluft-Temperatur) oder andern **Kälteabgabesystemen**
 - **Optimierung des Kälteverbrauchs** von **technischen Geräten** (z.B. Medizintechnik in Krankenhäusern)
 - **Kälteerzeugung:** Vermeidung der Überdimensionierung und optimale Einbindung von Pufferspeichern, um ineffizientes Taktverhalten zu vermeiden.
 - **Kühlstrategien überdenken:** Z.B. durch Anwendung einer ventilativen Kühllösung mit dezentraler Zuführung von Außenluft im Winterhalbjahr oder dezentrale Split-Klimaanlagen für Kleinverbraucher (z.B. EDV-Kühlung).
→ Schonung von groß dimensionierten zentralen Kälteanlagen mit langen Kälte-Verteilleitungen

Schlussfolgerungen

Multiplizierbare Optimierungspotenziale



- **Raumluftechnik / Lüftungsanlagen (Auszug)**
 - Anpassung der **Luftwechselraten an die Nutzungszeiten**: Mittels Zeitprogrammsteuerung oder aber auch durch Luftqualitätsfühler bzw. Präsenzmelder
 - Implementierung von **Feiertags-Zeitprogrammen**
 - Bei Objekten mit **mechanischer Be- und Entlüftung** ist die **Raumluftqualität** durchwegs im **sehr guten Bereich**.
Aber: Raumluftkonditionen insbesondere in der Heizperiode oftmals außerhalb des behaglichen Bereichs → **geringe Raumluftfeuchte**.
Abhilfe: Bedarfsgerechte Lüftungsbetrieb und ggf. Befeuchtungsmaßnahmen
 - **Low-Tech-Konzepten mit automatisierter Fensterlüftung**:
Raumluftqualität v.a. in der Heizperiode teilweise schlecht
Empfehlung:
 - Ggf. Anpassung der Fensterlüftungs-Programmierung
 - Anbringung von Lüftungssampeln: Signalisiert die Notwendigkeit von Frischluftzufuhr
→ Personal kann selbstständig lüften

Schlussfolgerungen

Multiplizierbare Optimierungspotenziale

- **Steigerung der Energieeffizienz und des Raumkomforts durch NutzerInnen-Sensibilisierung**
 - Bauträger Neue Heimat Tirol leitet Projekt „**Speak Smart! - Intelligente Städte durch intelligente Kommunikation**“ (Smart Cities Initiative des Klimafonds)
 - Wohnbau im Mittelpunkt: Die sprachlichen und kulturellen Bedürfnisse der BewohnerInnen
- **Optimierung der Beleuchtung:** Allgemeinflächen, Tiefgaragen und Außenbeleuchtung
- **Optimierung elektrische Frostschutzeinrichtungen:** Begleitheizbänder bei Regenrinnen oder Gullyheizungen im Außenbereich

Schlussfolgerungen

Monitoring



- Objekte mit **innovativer und oftmals komplexer Haustechnik**
- **Monitoring von Energie- und Komfortparametern hat hohe Relevanz**
- Dies wurde auch in dem Projekt DeLight Monitoring deutlich
- **Vorteile**
 - Zuordnung des Energieverbrauch bestimmten Haustechnikanlagen und deren Regelungseinstellungen oder auch einem speziellen NutzerInnenverhalten
 - Ermöglicht eine rasche Ortung von Störungen
 - Ermöglicht ein rasches Gegensteuern mit Optimierungsmaßnahmen
 - Nachweis der Effektivität von umgesetzten Maßnahmen
 - Energieverbrauch und –Kosten im Blick haben
 - Reduktion der Wartungsintensität von Anlagen → Betriebskosten-Reduktionen
- Empfehlung Realisierung einer **Grundausrüstung an Monitoringinfrastruktur** bei jedem großvolumigen Neubau- und Sanierungsobjekt

Learnings für zukünftige Neubauprojekte

- **Sommerliche Überhitzung im Wohnbau** vermeiden (Konzepte mit Verschattung, Begrünung, Nachtlüftung, usw.); nach Möglichkeit **keine aktive Kühlung** vorsehen
- **Alternative Warmwasser-Versorgungskonzepte** (insbesondere betreffend Zirkulationsverluste) im Wohnbau, aber auch z.B. im Krankenhaus-Bereich
- **Vermeidung von Überdimensionierung** bei der Auslegung von **Wärme- und Kälteanlagen** im Zuge der Planung
 - Insbesondere bei **Wärmepumpen-Systemen**
 - Es kann sinnvoll sein, **kaskadierte Versorgungslösungen** mit mehreren kleinen Wärmepumpen umzusetzen
- Formulierung von **(prüfbaren) Performancezielen** in der Planung und Integration in die Ausschreibung
- **Technisches Monitoring** von **TGA-Anlagen** bereits in der Planung mitdenken
 - Verfügbarkeit von Datenpunkten in der Automations-Software inkl. Export-Fähigkeit
- Geeignete Konzepte für **effiziente elektrische Frostschutzeinrichtungen** für Freiflächen, Regenrinnen und dergleichen

Kontakt



DI (FH) Paul Lampersberger

paul.lampersberger@e-sieben.at

e7 energy innovation & engineering

Ingenieurbüro für Energie- und Umwelttechnik

Walcherstraße 11, 1020 Wien

www.e-sieben.at

