

# **Technische Beschreibung** der thermisch-energetischen Sanierung des neuen Betriebsgebäudes **der LSI - Leistungsgruppe von** **Installateuren**

in  
Grazer Vorstadt 120 B  
8570 Voitsberg

Oktober 2013

Grazer Energieagentur Ges.m.b.H.  
Kaiserfeldgasse 13/I  
8010 Graz

Auftraggeber:

LSI Leistungsgruppe von Installateuren Handels-GesmbH.

Grazer Vorstadt 120 B

8570 Voitsberg

Impressum

Ing. Rudolf Großbauer

Grazer Energieagentur Ges.m.b.H.

Kaiserfeldgasse 13/I

8010 Graz

Tel.: +43-316-811848-0

Fax: +43-316-811848-9

E-Mail: [office@grazer-ea.at](mailto:office@grazer-ea.at)

Web: <http://www.grazer-ea.at>

Nachdruck nur auszugsweise und mit genauer Quellenangabe gestattet. Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Ausgangssituation und Zielsetzungen .....</b>	<b>5</b>
1.1	Allgemeine Daten .....	5
1.2	Gebäudedaten .....	5
<b>2</b>	<b>Bestandsaufnahme Gebäudehülle.....</b>	<b>7</b>
2.1	Die Gebäudehülle .....	7
2.1.1	Bauteile mit Wärmeverlusten.....	7
2.2	Bauteilbeschreibung .....	8
2.2.1	Fußboden - erdberührt.....	8
2.2.2	Außenwände.....	8
2.2.3	Flachdach /Dachschräge .....	9
2.2.4	Fenster /Türen.....	9
2.1	Energiekennzahl für den Bestand .....	10
2.1.1	Energiekennzahl .....	10
<b>3</b>	<b>Bestandsaufnahme Haustechnik.....</b>	<b>11</b>
3.1	Wärmeversorgung Heizung im Bestand .....	11
3.2	Wärmeversorgung Warmwasser .....	11
3.3	Wärmeverteilung und Regelung.....	11
3.4	Energieverbrauch Wärme im Bestand.....	12
3.5	Elektrische Energie –Beleuchtung und Bürogeräte .....	12
<b>4</b>	<b>Sanierungsmaßnahmen Gebäudehülle.....</b>	<b>14</b>
4.1	Hochwertige thermische Sanierung der Gebäudehülle .....	14
4.1.1	Beschattungseinrichtungen.....	15
4.2	Energiekennzahl nach der Sanierung .....	15
<b>5</b>	<b>Modernisierung der Haustechnik und Energieträgerumstellung .....</b>	<b>16</b>
5.1	Wärmeversorgung nach Sanierung .....	17
5.1.1	Solarthermische Anlage .....	17
5.1.2	Luft-Wasserwärmepumpe.....	18
5.1.3	Wärmeabgabesystem .....	18
5.1.4	Warmwasserbereitung .....	18
5.1.5	Klimatisierung .....	18
5.2	Kontrollierten Be -und Entlüftungsanlage mit WRG .....	18
5.2.1	Lüftungskonzept .....	18
5.2.2	Zonierung - Leistungsdaten und Jahresverbrauch.....	19
5.2.3	Technische Ausführung der Lüftungsgeräte .....	19
5.2.4	Gerätedaten .....	20
5.2.5	Luftverteilsystem .....	20

5.3	PV Anlage 1: kleine Anlage mit Batteriespeicher und Backup-Funktion .....	21
5.4	PV-Anlage 2: große Anlage als Ökostromanlage .....	22
<b>6</b>	<b>Energiebedarf – Wärme, Kälte und Strom nach Sanierung .....</b>	<b>23</b>
6.1	Energiebedarf Wärme .....	23
6.2	Energiebedarf Kältebereitstellung .....	23
6.3	Elektrische Energiebedarf nach Sanierung .....	24
6.4	Effizienzmaßnahmen in der Beleuchtung .....	25
6.4.1	Elektr. Energieverbrauch Beleuchtung im Bestand .....	25
6.4.2	Maßnahmen zur Effizienzsteigerung .....	25
6.4.3	Elektr. Energieverbrauch Beleuchtung nach Sanierung .....	26
6.5	Optimierungsmaßnahme in der Heizungssteuerung .....	26
<b>7</b>	<b>EnergieVerbrauchsMonitoring (EVM) .....</b>	<b>28</b>
7.1	Messpunkte Heizung- Warmwasser – Lüftung .....	28
7.2	Messpunkte Beleuchtung –Solarthermie - Photovoltaik .....	28
7.3	Komfortparameter .....	29
7.4	EVM –Systembeschreibung .....	29

# 1 Ausgangssituation und Zielsetzungen

Das ehemalige Zielpunkt-Geschäftsgebäude in 8570 Voitsberg wurde von der LSI Leistungsgruppe von Installateuren in 8570 Voitsberg erworben und soll auf Grund des Alters und des ineffizienten Zustandes der Gebäudehülle saniert werden.

Im Rahmen dieses Berichtes werden für den Verkaufsbereich des Geschäftsgebäudes Maßnahmen für eine thermisch- energetische Sanierung beschrieben. Die Zielsetzung ist, die Anforderung an den Heizwärme - und Kühlbedarf nach den Förderrichtlinien der Mustersanierungsoffensive 2013 des KLIEN (österr. Klima- und Energiefond) zu erfüllen. Gleichzeitig soll durch die Nutzung der Solarenergie mehr Energie bereitzustellen werden als im Gebäude verbraucht wird.

Der vom Verkaufsbereich durch eine Wand thermisch getrennte Lagerbereich wird nicht energetisch saniert – außer der gemeinsamen Dachfläche in der Verlängerung des Verkaufsbereiches (bis zu Achse 2 im Grundriss)

## 1.1 Allgemeine Daten

Die nachfolgenden techn. Beschreibungen basieren auf folgenden Informationen:

- den Erkenntnissen aus der Vor-Ort-Begehungen
- Plankopien des Gebäudes (Grundrisse im Maßstab 1:100)
- Energieausweisberechnung vom Planungsbüro Ing. Norbert Breitfuß , Leistungsverzeichnis u. Angebote

## 1.2 Gebäudedaten

Geschäftsgebäude	:	Grazer Vorstadt 82, 8570 Voitsberg
Baujahr:		1991
Gebäudeanzahl:		1
Gebäudetyp:		ingeschoßiger Massivbau mit Flachdach
Nutzung:		Verkaufsstätte, Büro, Lager
Bruttogeschosßfläche-Verkaufsstätte:		467 m <sup>2</sup>

### Lageplan des Betriebsobjektes



**Verkaufs- und Bürobereich,  
relevant für Mustersanierung**  
thermisch durch eine Wand vom Lager-  
bereich getrennt



Abbildung 1: Eingangsbereich



Abbildung 2: Fassade Nordost -links Verkaufsstätte, rechts Lagerbereich

## 2 Bestandsaufnahme Gebäudehülle

### 2.1 Die Gebäudehülle

Die folgende Auflistung führt jene Bauteile an, die beheizte von nicht beheizten Bereichen trennen. Die Mindestanforderungen an die Wärmedämmung gemäß der OIB Richtlinie 6 (Österreichisches Institut für Bautechnik) werden dargestellt.

Die OIB Richtlinie legt die Wärmedämmungsgrenzwerte für Neubauten, wie auch für Zu- und Umbauten fest.

#### 2.1.1 Bauteile mit Wärmeverlusten

Bauteil	Aufbau	U-Wert Bestand	U-Wert (OIB)
Erdanliegender Fußboden	Kunststein Zementmörtel Stahlbeton	2,33 W/m <sup>2</sup> K	0,40 W/m <sup>2</sup> K
Außenwand 38 cm Ziegelmauerwerk	Innenputz Hochlochziegel Außenputz	0,76 W/m <sup>2</sup> K	0,35 W/m <sup>2</sup> K
Innenwand zu Lager und Pufferraum 25 cm Ziegelmauerwerk	Innenputz Hochlochziegel Außenputz	0,98 W/m <sup>2</sup> K	0,60 W/m <sup>2</sup> K
Außentüre	Metalltür mit Zweischiebenverglasung	2,4 W/m <sup>2</sup> K	1,70 W/m <sup>2</sup> K
Außenfenster	Alufenster mit Zweischiebenverglasung	2,7 W/m <sup>2</sup> K	1,70 W/m <sup>2</sup> K
Eingangsportal (zu unbeheizten Pufferraum)	Metallkonstruktion mit Einschiebenverglasung	5,3 W/m <sup>2</sup> K	1,70 W/m <sup>2</sup> K
Lichtkuppel	Kuppel mit Acrylglas	2,5 W/m <sup>2</sup> K	1,70 W/m <sup>2</sup> K
Flachdach/Dachschräge	Betonhohldielen-Decke Dampfsperre 12 cm Mineralwolle Kunststoff -Dachbahn	0,30 W/m <sup>2</sup> K	0,20 W/m <sup>2</sup> K

Tabelle 1: Übersicht der thermischen Qualität der Gebäudehülle

## 2.2 Bauteilbeschreibung

### 2.2.1 Fußboden - erdberührt

Der Fußboden besteht aus einer Stahlbetonplatte mit einem Kunststein – Oberbelag ohne Wärmedämmung.



Abbildung 3: erdberührter Fußboden mit Kunststeinbelag

#### **Bewertung:**

Aus thermisch-energetischer Sicht ist der Fußboden sanierungsbedürftig.

### 2.2.2 Außenwände

Die 30 cm starken Außenwände im EG bestehen aus einem Hohlziegelmauerwerk, innen und außen mineralisch verputzt.



Abbildung 4: Ansicht Fassade Südwest

#### **Bewertung:**

Die Außenfassade entspricht nicht mehr heutigen Wärmedämmstandards und ist daher sanierungsbedürftig.



### 2.2.3 Flachdach /Dachschräge

Die Konstruktion besteht aus einer Betonhohlsteindecke mit 12 cm Dämmung und integrierten Lichtkuppel, die Abdichtung besteht aus Elastomerbitumen-Flachdachbahnen.



Abbildung 5: Dach mit Lichtkuppel

**Bewertung:**

Das Dach entspricht nicht mehr heutigen Wärmedämmstandards und ist daher sanierungsbedürftig.

### 2.2.4 Fenster /Türen



Abbildung 6: Fenster und Eingangsportal

**Bewertung:**

Die Alu- Fenster/türen entsprechen nicht mehr heutigen Wärmedämmstandards und sind daher sanierungsbedürftig.

## 2.1 Energiekennzahl für den Bestand

Das Nichtwohngebäude wird von der Nutzung her nach der OIB Richtlinie der Kategorie Verkaufsstätte zugeordnet.

### 2.1.1 Energiekennzahl

Die nach der OIB Richtlinie berechnete spezifische Energiekennzahl **HWB** für den Standort liegt bei **302 kWh/m<sup>2</sup>a** und entspricht somit der Effizienzklasse G im Energieausweis.

Der standortbezogene HWB beträgt somit 141.503 kWh/a.

Der **spezifische HWB\*** bezogen auf das Referenzklima liegt bei **54,7 kWh/m<sup>3</sup>a**.

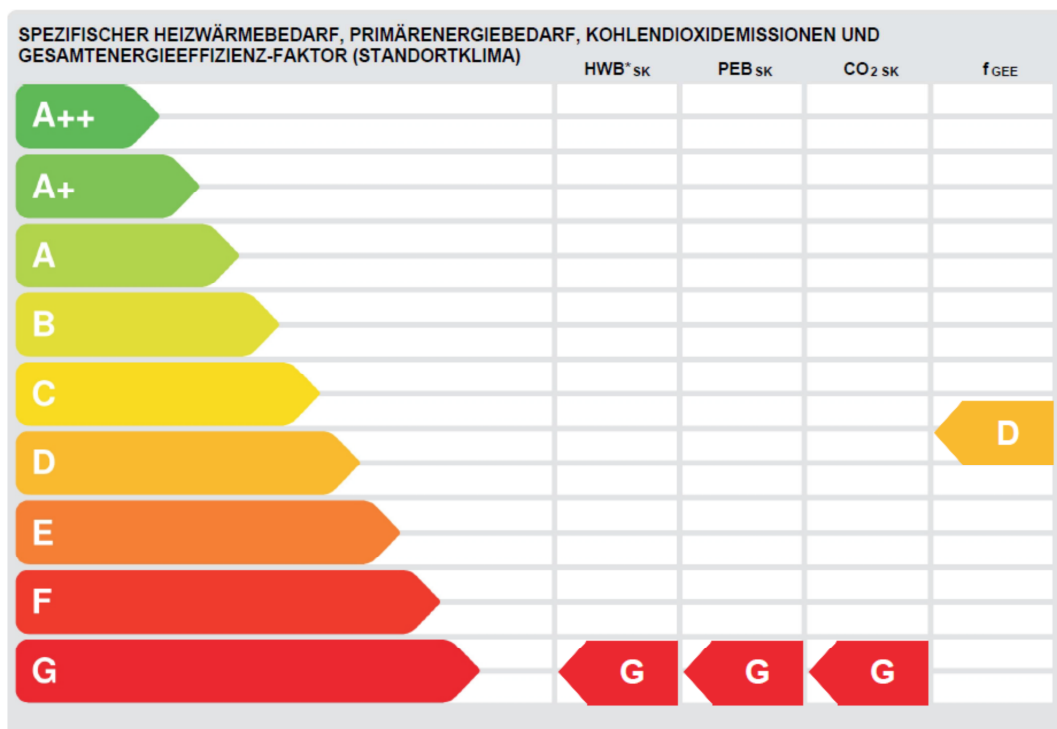


Abbildung 3. Energieausweis Bestand

### 3 Bestandsaufnahme Haustechnik

#### 3.1 Wärmeversorgung Heizung im Bestand

Die Wärmebereitstellung im Bestand erfolgt über fossile Fernwärme von der Energie Steiermark. Der Rohrbündelwärmetauscher hat eine Anschlussleistung von 60 kW.



Abbildung 7: Fernwärme- Umformer im Technikraum

#### 3.2 Wärmeversorgung Warmwasser

Warmwasser wird dezentral mit Elektro-Kleinspeicher erwärmt.

#### 3.3 Wärmeverteilung und Regelung

Die witterungsgeführte Vorlauftemperaturregelung wirkt auf das mengenvariable Durchgangsventil, welches sich auf der Primärseite des Fernwärme-Umformers befindet. Die drehzahlgeregelte Umwälzpumpe transportiert die Wärmeenergie zu den einzelnen Heizkörpern und Lufterhitzern. Die Lufterhitzer werden zonenweise über die Raumtemperatur geregelt.



Abbildung 8: Lufterhitzer im Verkaufsraum u. Heizkörper im Büro

### 3.4 Energieverbrauch Wärme im Bestand

Der Jahresenergieverbrauch für Heizung und Warmwasser im Bestand für den Betrieb wurde auf Grund fehlender Verbrauchsdaten auf Basis der Energieausweisberechnung ermittelt (Nichtwohngebäude - Gebäudekategorie - Verkaufsstätte).

Das Gebäude wurde von der LSI zu Jahresbeginn 2013 gekauft, zu diesem Zeitpunkt war das Gebäude bereits ungenutzt.

Heizwärme (Nutzwärme HWB Standortklima)	141.503 kWh/a
Warmwasserwärmebedarf (WWWB)	2.593 kWh/a
Endenergie Raumheizung (mit der Fernwärme- Nutzungsgrad 97 %)	145.880 kWh/a

Tabelle 2: Nutzwärme/-und Endenergiebedarf auf Basis Energieausweisberechnung

### 3.5 Elektrische Energie – Beleuchtung und Bürogeräte

Die Beleuchtung besteht aus Lichtbändern mit T8 Leuchtstofflampen mit KVG (konventionelles Vorschaltgerät).



Abbildung 9: Lichtbänder mit Leuchtstofflampen

Es liegen keine Verbrauchswerte vom Vornutzer vor.  
Es wird daher auf Grund der Vornutzung (Verkaufsstätte) ein elektrischer Jahresenergiebedarf von **22.674 kWh** ermittelt.

Bereich Verbraucher	Anschluss- leistung	Betriebszeiten Normalmodus	Jahresverbrauch
	kW	Stunden	kWh/a
<b>Bürogeräte</b>			
2 x PC Arbeitsplätze je 80 W	0,16	1.900	304
1 x Drucker/Kopierer	0,2	500	100
<b>Haushaltsgeräte</b>			
Kühlschrank			250
Kaffemaschine			300
Geschirrspüler			400
E-Kleinspeicher			800
<b>Beleuchtung</b>			
55 Stk. Leuchtstofflampem T8 /70 W mit KVG (Leistungsaufnahme 84 W)	4,62	2.000	9.240
5 Stk. Außenleuchten	2	3.000	6.000
<b>Haustechnik</b>			
4 Stk. Heizlüfter je 0,42 W	1,68	2.000	3.360
Umwälzpumpe	0,08	4.000	320
Torluftschleier			500
elektr. Schiebetüren			500
Kompressor Brandrauchentfütung			500
WC Entlüfter			100
<b>SUMME</b>			<b>22.674</b>

Tabelle 3: elektr. Energieverbrauch im Bestand

## 4 Sanierungsmaßnahmen Gebäudehülle

Auf Basis der Baubeschreibung und der Zielformulierung – Erreichung der HWB Anforderung nach der Mustersanierungsoffensive -sind folgende Sanierungsmaßnahmen geplant:

- **Außenwand** - komplette wärmeschutztechnische Verbesserung der Gebäudehülle mit 20 cm VWS (Vollwärmeschutzsystem)
- **Dach**- zusätzliche Dämmung mit 14 cm PIR Hochleistungsdämmung
- **Erdanliegender Fußboden**- Dämmung mit 16 cm EPS und 3 cm EPS Granulat Schüttung sowie einer umlaufenden vertikalen Dämmung im Perimeterbereich (46 lfm) mit 10 cm XPS
- **Fenster** - Austausch der Fenster auf Holz/Alufenster mit 3-Scheibenverglasung
- **Türen**- Erneuerung des Eingangsportals
- **Blower Door Test** - Überprüfung der Luftdichtheit nach Abschluss der thermischen Sanierung

### 4.1 Hochwertige thermische Sanierung der Gebäudehülle

**Sanierungsmaßnahmen: Nachfolgend werden die Maßnahmen erläutert.**

Kurzbezeichnung	Thermisch – energetische Sanierungsmaßnahme
Erdberührter Fußboden neuer Bodenaufbau auf Bestand	3 cm EPS Granulat zementgebunden 16 cm EPS W30 Plus $\lambda$ 0,03 W/mK 1,5 cm Heralan TP Zementestrich (Heizestrich) mit Oberbelag  zusätzliche Dämmung im Perimeterbereich, H=50 cm mit 10 cm XPS  U-Wert alt: 2,33 W/m <sup>2</sup> K U-Wert neu: 0,15 W/m <sup>2</sup> K
Außenwand Hochlochziegel 38 cm mit Wärmedämmung	20 cm Wärmedämmung (EPS F Plus) $\lambda$ 0,031 W/mK  U-Wert alt: 0,76 W/m <sup>2</sup> K U-Wert neu: 0,13 W/m <sup>2</sup> K
Innenwand - Trennwand zum Lager u. Pufferraum Hochlochziegel mit Wärmedämmung	16 cm Wärmedämmung (EPS Plus) $\lambda$ 0,031 W/mK  U-Wert alt: 0,98 W/m <sup>2</sup> K U-Wert neu: 0,16 W/m <sup>2</sup> K
Flachdach/Dachschräge Betonhohldielen	Aufdoppelung mit 14 cm PIR Hochleistungsdämmung $\lambda$ 0,023 W/mK aufgebracht auf die bestehende Wärme- dämmung von 12 cm Mineralwolle U-Wert alt: 0,30 W/m <sup>2</sup> K, U-Wert neu: 0,11 W/m <sup>2</sup> K
Eingangsportal (zu unbe- heizten Pufferraum)	Alurahmen thermisch getrennt, Verglasung mit ESG (Ug 0,7 W/m <sup>2</sup> K)  U-Wert alt: 5,3 W/m <sup>2</sup> K,

U-Wert neu: 1,7 W/m <sup>2</sup> K	
Lichtkuppeln	Kuppel mit 3 schaligem Acrylglas U-Wert alt: 2,5 W/m <sup>2</sup> K, U-Wert neu: 1,99 W/m <sup>2</sup> K
Luftdichtheitsüberprüfung	Mittels Blower Door Test wird eine Dichtheitsüberprüfung der Gebäudehülle nach Fertigstellung der Sanierungsmaßnahmen durchgeführt.

Tabelle 4: Übersicht Sanierungsmaßnahmen

#### 4.1.1 Beschattungseinrichtungen

Die Südwest- Südost und Nordost orientierten Fensterflächen werden mit beweglichen außenliegenden Jalousien beschattet.

Die automatische Motorsteuerung der Jalousien erfolgt sonnenstands/ -und lichtabhängig.

Die Lichtkuppeln am Dach werden durch außenliegende feststehende Lamellen beschattet.

## 4.2 Energiekennzahl nach der Sanierung

Die nach der OIB Richtlinie berechnete spezifische Energiekennzahl HWB für den Standort liegt bei 29,7 kWh/m<sup>2</sup>a und entspricht somit der Effizienzklasse B im Energieausweis.

Der standortbezogene HWB beträgt somit **13.877 kWh/a**.

Der spezifische **HWB\*** bezogen auf das Referenzklima liegt bei **7,6 kWh/m<sup>3</sup>a**.

## 5 Modernisierung der Haustechnik und Energieträgerumstellung

Zur Verbesserung der Energieeffizienz ist die Modernisierung der bestehenden Haustechnik geplant. Es ist auch eine 100 %igen Abdeckung des Gesamtenergiebedarfs aus eigener mit erneuerbaren Energieträgern geplant.

### Folgende Maßnahmen im Bereich der Haustechnik sind geplant:

- **Energieträgerumstellung** - anstelle der ursprünglichen Wärmebereitstellung durch die fossile Fernwärme ist die Wärmeversorgung mittels einer thermischen Solaranlage (72 m<sup>2</sup> therm.Kollektorfläche mit 10 m<sup>3</sup> Pufferspeicher) in Kombination mit einer Luft-Wasser Wärmepumpe geplant.
- **Eigenstromversorgung** - eine am Dach montierte PV Anlage mit 20 kWp dient zur Überschusseinspeisung und ist als Ökostromanlage genehmigt. Eine zweite am Dach montierte netzgekoppelte PV Anlage mit 2,5 kWp ist mit einer Speicherbatterie ausgestattet und dient primär der Eigenversorgung. Durch die zwei geplanten PV Anlagen wird der eigene Strombedarf vollständig abgedeckt.
- **Wärmeabgabesystem** - eine großflächige Fußbodenheizung mit einer maximalen Vorlauftemperatur von 35 °C ist geplant.
- **Lüftungsanlage** -Durch den Einbau von dezentralen Lüftungsgeräten mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung (WRG) wird der hygienische Luftwechsel sichergestellt. Dadurch werden die Lüftungswärmeverluste erheblich reduziert.
- **Beleuchtung** – anstelle der ineffizienten bestehenden Beleuchtung sind hocheffiziente Leuchtstofflampen mit EVG und einer Lichtsteuerung geplant.
- **Regelungsoptimierung** – durch die Einzelraumregelung werden die Fremdwärmeinflüsse in den einzelnen Zonen optimal zur Beheizung mitgenutzt. Durch die individuelle Zeitprogrammierung der einzelnen Zonen werden unnötige Heizphasen vermieden.
- **EnergieVerbrauchsMonitoring (EVM)** – an 28 Messpunkten ( 3 x Wärmemengenzähler, 12 x Stromzähler, 6 x Feuchtefühler, 6 x Temperaturfühler, 1 x CO<sub>2</sub> Sensor) werden die Messdaten erfasst und vom EVM aufgezeichnet



## 5.1 Wärmeversorgung nach Sanierung

Die für die Raumheizung erforderliche Energie wird durch die Kombination einer thermischen Solaranlage und einer invertergeregelten Luft-Wasser-Wärmepumpe bereitgestellt.

Die erforderliche elektrische Energie wird von der geplanten PV-Anlage mit 22,5 kWp bereitgestellt.

### 5.1.1 Solarthermische Anlage

Entlang der Attika auf der Süd-West-Seite des Gebäudes werden 6 Stück Großflächen-Fassadenkollektoren mit insgesamt Summe 72,6m<sup>2</sup> Kollektorfläche montiert.

Der Ertrag der geplanten thermischen Solaranlage während der Heizperiode liegt bei 13.576 kWh/a. (Simulation Polysun)

Der **solare Deckungsgrad** für die Raumheizung beträgt **69,9 %** (siehe Simulation Polysun im Anhang)

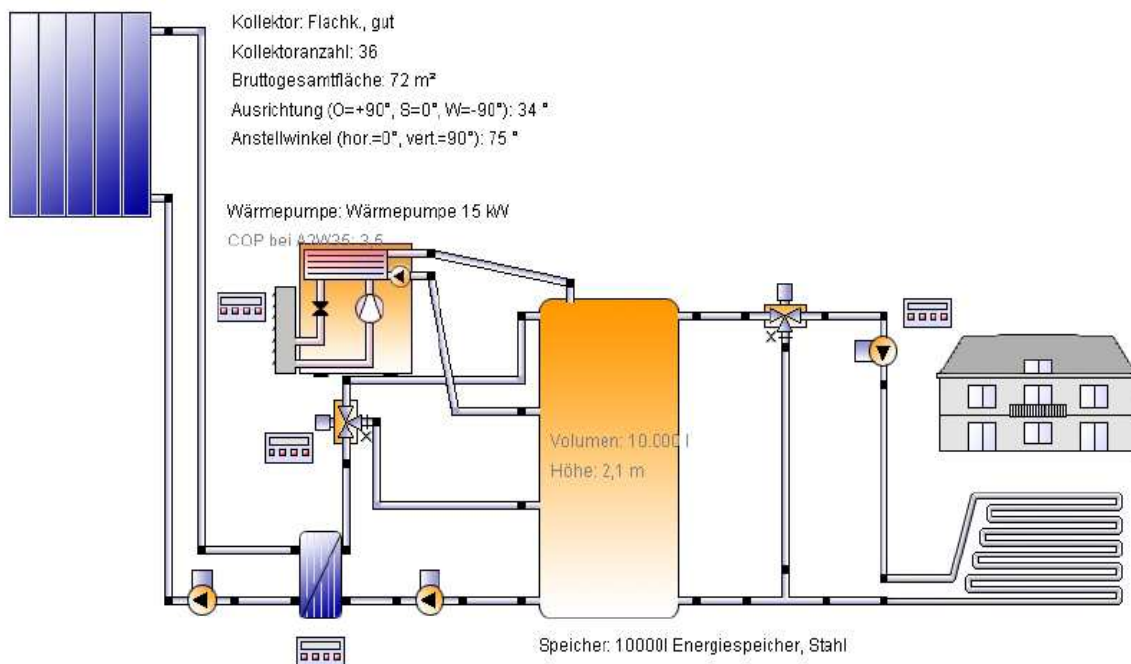


Abbildung 10 : Schema Heizanlage

Zur Abdeckung der Restwärme wird auf dem Dach eine invertergeregelte Luft-Wasser - Wärmepumpe aufgestellt. Die Wärmepumpe ist reversibel und wird im Sommer für Raumklimatisierung verwendet.

Die elektrische Energie für den Betrieb der Wärmepumpe von 2.444,4 kWh wird von den beiden installierten PV -Anlagen mit insgesamt 22 kWp erzeugt (siehe Simulation PVsol).

Die **Systemjahresarbeitszahl** (SPF<sub>sys</sub>) der kombinierten Anlage für den Heizbetrieb beträgt **5,86** (lt. Simulation Polysun)

### 5.1.2 Luft-Wasserwärmepumpe

Die Daten der geplanten Luft - Wasser – Wärmepumpe sind:

Kompaktgerät –invertergeregelt, Fabrikat Daikin EWYQ 16-BAW

Nennleistung Heizen	16,2
COP A7/W35	3,9
JAZ nach VDI 4650	3,22

Die Wärmepumpe ist reversibel kann im Sommer für die Raumkühlung verwendet werden.

Nennleistung Kühlen	17,4
Leistungszahl (ESEER)	4,33
Kältemittel	R410 A
Kältemittelfüllmenge kg	7,6

### 5.1.3 Wärmeabgabesystem

Zur optimalen Ausnutzung der Umweltenergie ist eine Fußbodenheizung mit einer maximalen Vorlauftemperatur von 35 °C geplant.

### 5.1.4 Warmwasserbereitung

Das Warmwasser für Reinigungszwecke wird in einem Kleinspeicher erwärmt (50 ltr.). Die Beheizung erfolgt elektrisch. Der elektr. Energie wird durch die am Dach des Gebäudes installierte PV-Anlage bereitgestellt.

### 5.1.5 Klimatisierung

Im Sommer kann die Fußbodenfläche -mit Kaltwasser beaufschlagt - als Flächenkühlsystem genutzt werden. Die Kaltwassertemperatur von > +18°C ermöglicht einen effizienten Betrieb der reversiblen Wärmepumpe im Kühlfall. Zur Kühllast-Spitzenabdeckung und Entfeuchtung werden im Sommer Konvektoren zugeschaltet.

## 5.2 Kontrollierten Be -und Entlüftungsanlage mit WRG

### 5.2.1 Lüftungskonzept

Auf Grund verschiedener Nutzungszeiten in den Büros, dem Schulungsraum, dem Empfangsraum und den Besprechungsräumen werden dezentrale Lüftungsgeräte mit WRG eingebaut. Dadurch reduzieren sich auch gegenüber einer zentralen Anlage die erforderlichen Luftleitungen.

### 5.2.2 Zonierung - Leistungsdaten und Jahresverbrauch

Bereich	Verbraucher	Anschlussleistung	Betriebszeiten Normalmodus	Jahresverbrauch
		kW	Stunden	kWh/a
Lüftung Zone L1 Großbüro+Chefbüro+Server		0,013-0,35	2.550	463
Lüftung Zone L1 Vorheizregister		0,9	200	180
Lüftung Zone L2 Empfang + H. + D. WC'S		0,013-0,36	2.550	463
Lüftung Zone L4 Besprechung 1 + 2 klein		0,017-0,24	459	59
Lüftung Zone L3 Schulung groß (2 Geräte)		2*0,132	240	63

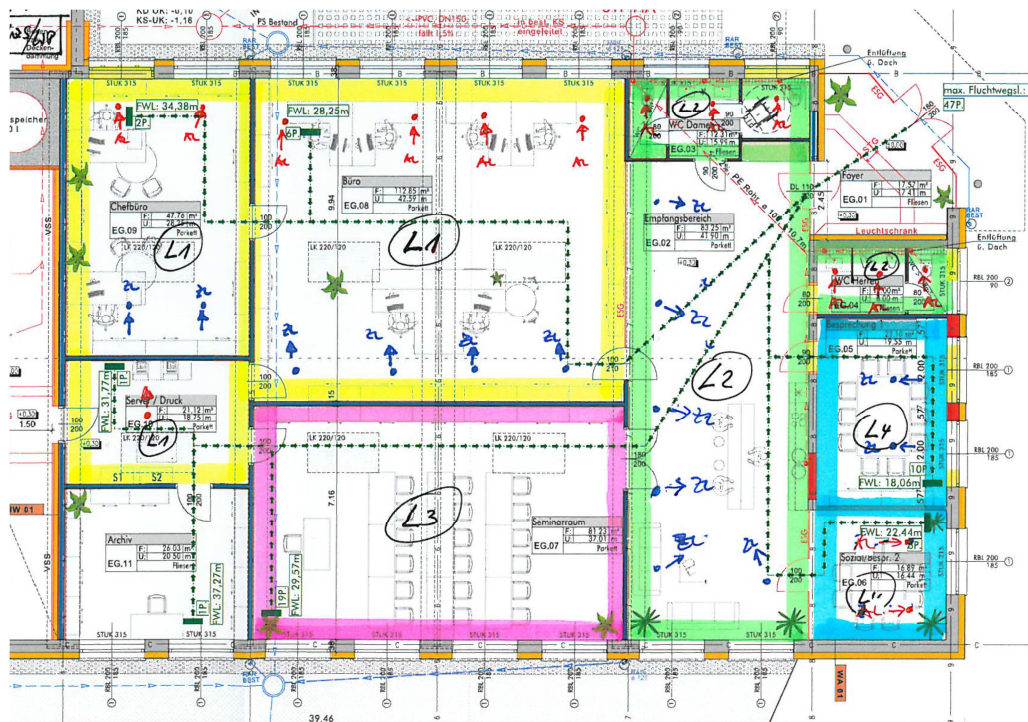


Abbildung 11: Aufteilung der dezentralen Lüftungsgeräte nach Nutzungszeiten

### 5.2.3 Technische Ausführung der Lüftungsgeräte

Die geplanten Wernig Lüftungsgeräte sind mit einer hocheffizienten Wärmerückgewinnung und energiesparenden Gleichstromventilatoren für die kontrollierte Be- und Entlüftung der Räumlichkeiten ausgestattet.

#### Wärmerückgewinnung (WRG)

Die WRG erfolgt durch die Luft/Luft- Gegenstromplattentauscher aus recycelbaren Kunststoff bzw. aus Aluminium mit einem Wärmetauscherwirkungsgrad von  $\sim 90\%$ .

### Einfrierschutz

Die Geräte sind mit einem automatischen Einfrierschutz versehen. Ein Temperatursensor in der Fortluft erfasst die Temperatur und reduziert stufenlos den Zuluftventilator, sodass aus der Abluft weniger Energie entzogen wird und ein Einfrieren verhindert wird.

Für die Zone L1 ist ein elektrisches Vorheizregister als Frostsicherung geplant.

### 5.2.4 Gerätedaten

#### 2 x Lüftungsgerät für Zone L1 und L2 Fabrikat Wernig Type G90-550

Fördervolumen m <sup>3</sup> /h einstellbar	546 (603)m <sup>3</sup> /h
Elektr. Leistungsaufnahme der Ventilatoren	13-350 W
Wärmetauscher	Gegenstrom -WT Rückwärmezahl ~ 0,9
Frostschutz	Elektr. Vorheizregister

#### 2 x Lüftungsgerät für Zone L3 Fabrikat Wernig Type AM-500

Fördervolumen m <sup>3</sup> /h einstellbar	959 m <sup>3</sup> /h
Elektr. Leistungsaufnahme der Ventilatoren	132 W
Wärmetauscher	Gegenstrom -WT Rückwärmezahl ~ 0,9
Frostschutz	Zuluftregelung

#### Lüftungsgerät Zone L4 Fabrikat Wernig Type G90 -380

Fördervolumen m <sup>3</sup> /h einstellbar	236 m <sup>3</sup> /h
Elektr. Leistungsaufnahme der Ventilatoren	17-290 W
Wärmetauscher	Gegenstrom -WT Rückwärmezahl ~ 0,9
Frostschutz	Zuluftregelung

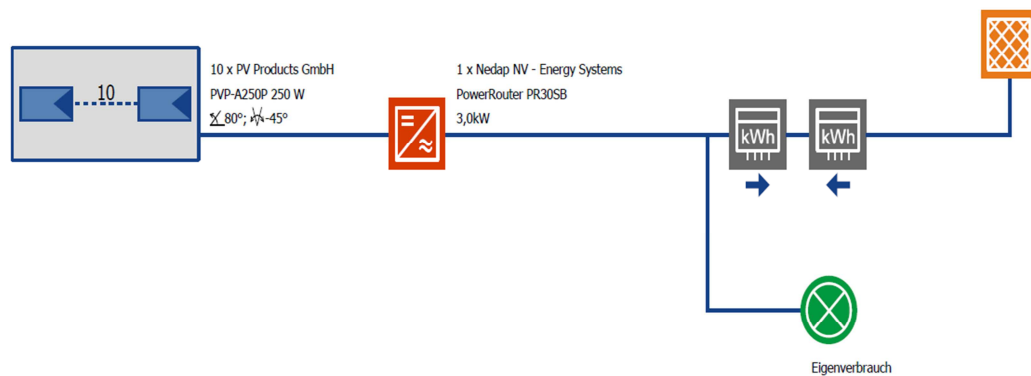
### 5.2.5 Luftverteilsystem

Die Luftleitungen werden aus verzinkten Blech hergestellt und sind mit erforderlichen Einbauteilen ausgestattet (Schalldämpfer, Brandschutzklappen, Luftdurchlässe, Wetterschutzgitter).

### 5.3 PV Anlage 1: kleine Anlage mit Batteriespeicher und Backup-Funktion

Es ist eine dachparallele Montage an der 80 % geneigten Attika vorgesehen (Leistung 2,5 kWp).

Die Fläche der polykristallinen PV -Module beträgt 16,12 m<sup>2</sup>, der solare Jahresertrag (vom Wechselrichter abgegeben) beträgt **1.991,5 kWh/a** (Simulation PV Sol).



Standort:	Voitsberg
Klimadatensatz:	Graz (1961-1990)
PV-Leistung:	2,50 kWp
PV-Brutto-/Bezugsfläche:	16,11 / 16,12 m <sup>2</sup>

PV-Generator Einstrahlung:	15.996 kWh
PV-Gen. erzeugte Energie (wechselstromseitig):	1.991,5 kWh
Netz Einspeisung:	80,9 kWh
Verbrauch Bedarf:	15.000 kWh
PV-Gen. Energie direkt genutzt:	1.910,7 kWh
Netz Bezug:	13.110,0 kWh

Solarer Deckungsanteil:	13,1 %
Systemnutzungsgrad:	12,3 %
Performance Ratio (Anlagennutzungsgrad):	79,4 %
Wechselrichter Nutzungsgrad:	90,7 %
PV-Generator Nutzungsgrad:	13,6 %
Spez. Jahresertrag:	788,3 kWh/kWp
Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen:	1.232 kg/a

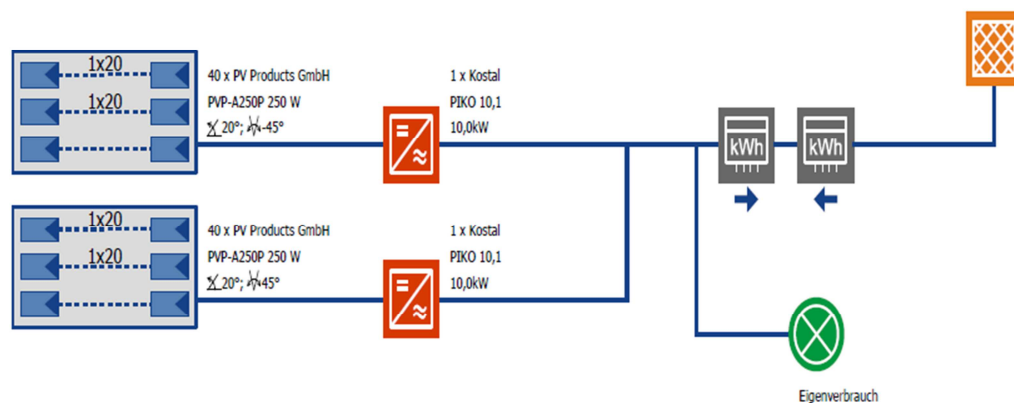
Abbildung 12: Simulation mit PV-Sol - kleine PV -Anlage

## 5.4 PV-Anlage 2: große Anlage als Ökostromanlage

Die Anlage ist als Ökostromanlage mit Überschusseinspeisung geplant.

Es ist eine Dachaufständerung vorgesehen (Leistung 20 kWp).

Die Fläche der polykristallinen PV-Module beträgt 129 m<sup>2</sup>, der solare Jahresertrag (vom Wechselrichter abgegeben) beträgt **20.238 kWh/a** (Simulation PV Sol).



Standort:	Voitsberg
Klimadatensatz:	Graz (1961-1990)
PV-Leistung:	20,00 kWp
PV-Brutto-/Bezugsfläche:	128,89 / 128,94 m <sup>2</sup>

PV-Generator Einstrahlung:	159.405 kWh
PV-Gen. erzeugte Energie (wechselstromseitig):	20.238 kWh
Netz Einspeisung:	11.154,3 kWh
Verbrauch Bedarf:	18.641 kWh
PV-Gen. Energie direkt genutzt:	9.083,9 kWh
Netz Bezug:	9.565,9 kWh

Solarer Deckungsanteil:	108,5 %
Systemnutzungsgrad:	12,7 %
Performance Ratio (Anlagennutzungsgrad):	81,8 %
Spez. Jahresertrag:	1.011 kWh/kWp
Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen:	15.455 kg/a

## 6 Energiebedarf – Wärme, Kälte und Strom nach Sanierung

### 6.1 Energiebedarf Wärme

Die Wärmebereitstellung für die Raumheizung erfolgt durch eine Solaranlage in Verbindung mit einer Luft-Wasser-Wärmepumpe (Parallelsystem).

Auf Basis der HWB Berechnung nach der Methode Energieausweis und der Ertragssimulation –Solarthermie mit Wärmepumpe (Polysun) - ergibt sich folgende Aufteilung:

Heizwärmebedarf (Nutzwärme HWB Standortklima)	13.887 kWh/a
Jahreseintrag der therm. Solaranlage in der - Heizperiode (72m <sup>2</sup> Kollektorfläche u. 10.000 ltr. Speicher) siehe Simulation im Anhang	13.576 kWh/a
Solarer Deckungsgrad 70 %	nutzbarer Ertrag 9.720 kWh/a
Nutzwärme Luft-Wasser-Wärmepumpe	4166 kWh/a

Tabelle 5: Nutzwärmebedarf nach Sanierung auf Basis Energieausweisberechnung

Der **Warmwasserwärmebedarf** wird auf Grund des geringen Bedarfes (nur für Reinigungszwecke) elektrisch abgedeckt. Es wird daher abweichend von der Energieausweisberechnung ein Jahresverbrauch **744 kWh/a** angenommen.

### 6.2 Energiebedarf Kältebereitstellung

Die Kältebereitstellung für die Raumkühlung erfolgt durch die reversible Luft-Wasser-Wärmepumpe.

Die Kühllastabfuhr erfolgt größtenteils über die Fußbodenfläche. Zur Spitzenabdeckung und Entfeuchtung können Fancoils zugeschaltet werden.

Kühlbedarf (aus der Energieausweisberechnung) (KB Standortklima)	21.202 kWh/a
Elektrischer Energiebedarf (Leistungszahl 4,33)	4.897 kWh/a

### 6.3 Elektrische Energiebedarf nach Sanierung

Nach der Sanierung werden hocheffiziente Bürogeräte, Umwälzpumpen, Lüftungsgeräte und für die Beleuchtung effiziente Leuchtmittel eingesetzt.

Der zukünftige Energiebedarf von **12.509 kWh/a** für die Beleuchtung, elektrische Anlagen u. Geräte nach Sanierung wird wie folgt berechnet:

Bereich	Verbraucher	Anschlussleistung	Betriebszeiten Normalmodus	Jahresverbrauch
		kW	Stunden	kWh/a
<b>Bürogeräte</b>				
	7 x PC Arbeitsplätze je 80 W	0,56	1.900	1.064
	1 Drucker + Scanner		2.250	287
	1 Drucker + Scanner		2.250	111
	2 x Drucker klein	0,1	2.250	225
	2 Server je 100 W	0,2	8.760	1.752
	USV			100
	Telefonanlage			100
<b>Haushaltsgeräte</b>				
	Kühlschrank			250
	Kaffemaschinen			300
	Getränkeautomat mit Kühlung			300
	E-Herd mit Ceran Feld + Backrohr			500
	Mikrowellengerät			300
	Geschirrspüler			400
<b>Beleuchtung</b>				
	46 Stk. Büro Leuchten FAC2-ID2 mit VG			4.122
	10 Stk. Decken Leuchten			170
	10 Stk. Außenleuchten	0,5	1.000	500
	Notbeleuchtung gemäß Vorschrift			100
<b>Haustechnik</b>				
	Umwälzpumpe WP-Puffer	0,08	1.000	80
	Umwälzpumpe FB Heizung + Kühlung	0,04	6.000	240
	Umwälzpumpe Fan Coils	0,04	1.440	58
	Umwälzpumpe Zwischenkreis Puffer	0,04	2.000	80
	Umwälzpumpe Solar	0,04	2.000	80
	Lüftung Zone L1 Großbüro+Chefbüro+Server	0,013-0,35	2.550	463
	Lüftung Zone L1 Vorheizregister	0,9	200	180
	Lüftung Zone L2 Empfang + H. + D. WC'S	0,013-0,36	2.550	463
	Lüftung Zone L4 Besprechung 1 + 2 klein	0,017-,24	459	59
	Lüftung Zone L3 Schulung groß (2 Geräte)	2*0,132	240	63
	FanCoils Kühlung (9)	0,655		164
	<b>SUMME</b>			<b>12.509</b>



## 6.4 Effizienzmaßnahmen in der Beleuchtung

Die Bestandsbeleuchtung aus Leuchtstofflampen mit KVG (konventionelle Vorschaltgeräte) ist ineffizient und soll durch effiziente T5 Leuchtstofflampen mit EVG (elektron. Vorschaltgerät) und bedarfsgerechter Lichtsteuerung ersetzt werden.



Abbildung 13: Bestandsbeleuchtung mit T8 Leuchtstofflampen

### 6.4.1 Elektr. Energieverbrauch Beleuchtung im Bestand

<b>Beleuchtung vor Sanierung</b>	Anschlussleistung kW	Betriebszeiten h	Jahresverbrauch kWh/a
55 Stk. Leuchtstofflampen T8 /70 W mit KVG (Leistungs- aufnahme 84 W)	4,2	2.000	9.240
5 Stk. Außenleuchten	2	3.000	6.000

**Gesamt 15.240 kWh/a**

### 6.4.2 Maßnahmen zur Effizienzsteigerung

Montage von Pendelleuchten mit Reflektor (Spiegelraster) und hocheffizienten T5 Leuchtstoffrohren mit EVG sowie Kompakt-Leuchtstofflampen in den Nebenbereichen (siehe Aufstellung Tabelle 6).

Zusätzlich ist eine Zonensteuerung und eine tageslichtabhängige Steuerung geplant. In den Nebenbereichen werden Präsenzmelder eingebaut.

### 6.4.3 Elektr. Energieverbrauch Beleuchtung nach Sanierung

Durch die Optimierungsmaßnahme Beleuchtung werden jährlich **10.348 kWh** elektr. Energie eingespart.

Beleuchtung nach Sanierung	Anschlussleistung kW	Betriebszeiten h	Jahresverbrauch kWh/a
46 Stk. Büro Leuchten FAC2-ID2 mit VG 2x 49 W, Anschlussleistung 107,8 W			4.122
10 Stk. Deckenleuchten			170
10 Stk. Außenleuchten u. Notbeleuchtung			600
<b>Gesamt</b>			<b>4.892 kWh/a</b>

### Anschlussleistungen und Nutzungszeiten der neuen Beleuchtungsanlage

Raum	Bemrkg	Stk	Watt/Stk	Su kW	Std p.T.	Su Tage	Redukt		Ges. Verbr.
Chef	Zonierung	6	107	0,642	10	240	50,00%		770,40
Büro Groß	Zonierung	12	107	1,284	10	245	70,00%		2.202,06
Schulung		12	107	1,284	8	25			256,80
Archiv	Präsenzmelder	2	107	0,214	1	245			52,43
Bespr. Klein		2	107	0,214	1	100			21,40
Bespr. Groß		3	107	0,321	1	100			32,10
Diele + Bewirtung	Zonierung	6	107	0,642	10	245	50,00%		786,45
<b>Zwischensumme</b>		<b>43</b>							<b>4.121,64</b>
Server	PM	2	55	0,11	2	245			53,90
Windfang	Zonierung	2	55	0,11	5	245	50,00%		67,38
WC D	PM	4	25	0,1	1	245			24,50
WC H	PM	4	25	0,1	1	245			24,50
<b>Zwischensumme</b>		<b>12</b>							<b>170,28</b>
<b>Summe</b>		<b>55</b>							<b>4.291,92</b>

Tabelle 6: elektr. Energiebedarf nach der Beleuchtungsmodernisierung

### 6.5 Optimierungsmaßnahme in der Heizungssteuerung

Durch die Installation von 3 Einzelraumregelmodulen mit 10 Raumtemperaturfühlern werden Fremdwärmeeinflüsse wie Personenabwärme, Abwärme EDV und passiver Solareintrag für die Raumheizung optimal genutzt und ein Überheizen verhindert.

Die Raumtemperaturfühler wirken auf die Stellantriebe des Heizkreisverteilers.

Zusätzliches Einsparpotential besteht durch das individuelle Zeitprogramm in jeder Zone.

Heizwärmebedarf Fernwärme (Bestand)	141.503 kWh/a
-------------------------------------	---------------

Einsparpotential 5 % (Schätzung)	7.075 kWh/a
----------------------------------	-------------

## 7 EnergieVerbrauchsMonitoring (EVM)

Durch den Einbau eines EVM wird es möglich, im zukünftigen Betrieb die haustechnischen Einrichtungen zu optimieren und weitere zusätzliche Energieeinsparungen – vor allem in den ersten Betriebsjahren zu erreichen. Außerdem sind durch das EVM Abweichungen bzw. Ausreißer von den normalen Verbrauchswerten sehr rasch erkennbar und entsprechende Maßnahmen können getroffen werden.

Im Bereich Strom und Wärme sind Einsparungen durch ein EVM möglich.

Insgesamt werden die Daten von **28 Messpunkten** aufgezeichnet.

### 7.1 Messpunkte Heizung- Warmwasser – Lüftung

<b>Heizungsanlage</b>		
zur Ermittlung des Nutzungsgrades		
Energieinput - <b>Wärmezähler Wärmepumpe Büro</b>	ja	1
Energieverbrauch (Energieabgabe) <b>Wärmezähler Lager</b>		
Energieverbrauch (Energieabgabe) <b>Wärmezähler Büro</b>	ja	1
Stromverbrauch der Heizungsanlage Büro inkl. Umwälzpumpen		
<b>Stromzähler</b>	ja	1
<b>Warmwasserbereitung</b>		
Energiemenge für die Warmwasserbereitung		
<b>Stromzähler</b>	ja	1
Energiemenge Warmwasserverbrauch		
<b>Lüftung</b>		
Stromverbrauch gesamte Lüftungsanlage <b>Stromzähler</b>	ja	5
Temperaturfühler ZUL <b>Temperaturfühler</b>	ja	5
Relative Luftfeuchtigkeit in ZUL, <b>Feuchtesensor</b>	ja	5

### 7.2 Messpunkte Beleuchtung –Solarthermie - Photovoltaik

<b>Beleuchtung</b>		
<b>Stromzähler</b>	ja	1
<b>Photovoltaik</b>		
Stromeinspeisung Gebäude ÖMAG	ja	1
Stromeinspeisung Netz ÖMAG	ja	1
Stromeinspeisung Gebäude PV Batteriespeicher	ja	1
<b>Stromzähler</b>		
<b>Solaranlage</b>		
Ertrag der Solaranlage, gemessen vor dem Speicher, <b>Wärmezähler</b>	ja	1
<b>Klimagerät</b>		
zur Ermittlung der Jahresnutzungsgrades		
Stromverbrauch (inkl. Pumpenstrom) <b>Stromzähler</b>	ja	1

### 7.3 Komfortparameter

Raumtemperatur (Referenzraum)	ja	1
Raumfeuchte (Referenzraum)	ja	1
CO <sub>2</sub> Gehalt (Referenzraum)	ja	1

Die Wärme/und Stromzähler sind mit den entsprechenden Schnittstellen für das übergeordnete EVM ausgerüstet.

### 7.4 EVM –Systembeschreibung

Das EVM erfasst die digitalen u. analogen Eingangssignale und zeigt diese über ein Visualisierungssystem an. Zusätzlich werden diese Daten aufgezeichnet und archiviert. Grenzwertüberschreitungen können signalisiert werden.

Die Messwerte können in gängigen Datenbankformaten ausgelesen werden.

#### **Klimadaten**

Um Wärmeverbrauchsdaten bewerten zu können, werden Klimadaten wie Außentemperaturen als Tagesdurchschnittswert sowie MIN und MAX Werte bereitgestellt.