



Dauer Vortrag: 25 Minuten

# Plusenergieschule Stuttgart

**ThEGA Fachkongress Energiemanagement**  
**Dr. Ralf Postler**

Erfurt, 13. November 2024

## Uhlandschule

- Grund- und Werkrealschule
- 443 Schüler
- Alter: 6 bis 16 Jahre
- Beheizte Fläche: 6.437 m<sup>2</sup>
- Baujahr 1954 (2004)
- Gaskessel (Baujahr 1988)
- Sanierung zu PLUS 2014-2017

Hauptbau  
(1954)

Erweiterungs-  
bau (2004)



Pavillon  
(1954)

Turnhalle  
(1954)

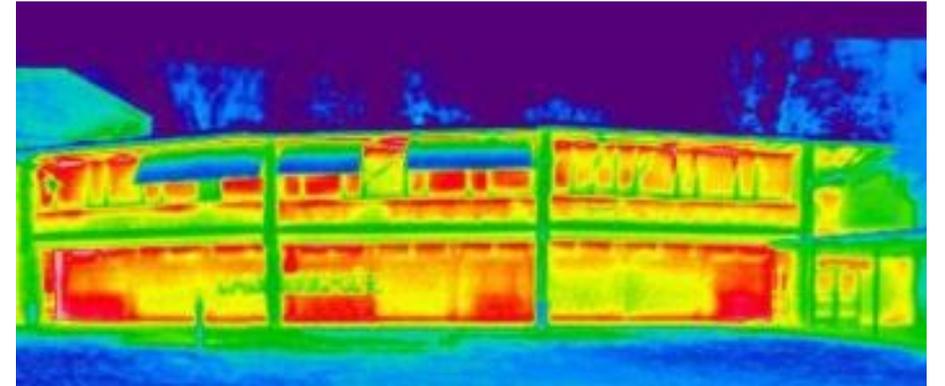




## Maßnahmen zum Plusenergiestandard

- Dämmung: Dach 20 cm, Außenwand 10-30 cm, Boden/Dach Vakuum-Isolations-Paneele (VIP), EPS
- Wärmeerzeugung: Wärmepumpe mit Erdsonden
- Wärmeübergabe: Niedertemperatur-Flächenheizung
- Stromerzeugung: Photovoltaik
- Hybride Belüftung: Lüftungsanlage mit 90 % WRG
- Effizientes Beleuchtungssystem: Tageslichtabhängige Steuerung und Präsenzmelder
- Keine Kälteerzeugung für Kühlzwecke (Ausnahme: Server)

## Gebäudehülle alt





# Gebäudehülle neu



3 cm Vakuumdämmung  
VacuPad



Vakuumisulationspaneele  
(WLG 017)  
U-Wert 0,17 W/m²K



Graues expandiertes Polystyrol  
(EPS) (WLG 031)  
U-Wert 0,10 W/m²K



Mineralwolle  
(WLG 032 und WLG 033)  
U-Wert 0,15 W/m²K

Bauteil	U-Wert		Maßnahme
	vorher	nachher	
Außenwand Giebelseiten	1,70	0,17	Zusätzliches 9 cm-Vakuumsandwich-Element, Weber
Außenwand (außer EG Süd)	1,70	0,10	Zusätzlich 30cm Wärmedämmung, Isover und Weber
Außenwand EG Süd	1,70	0,15	Zusätzlich 20cm Mineralwolle-Dämmung, Isover
Brüstungen OG Süd	3,00	0,15	Zusätzlich 20cm Mineralwolle-Dämmung, Isover
Fenster Klassenräume	2,70	0,80	Dreischeiben-Diamant-Glas mit Passivhausrahmen,
Fenster Treppenhäuser	5,20	0,80	Glas von Saint-Gobain
Dach	1,60	0,10/0,15	Zusätzlich 30cm EPS-Dämmung / 9cm Vakuumdämmung + EPS-Dämmung, Isover
Boden / Decke gegen Außenluft	0,80	0,25	Zusätzlich 12cm Mineralwolle-Dämmung, Isover
Decke zu unbeheiztem Keller	1,80	0,20	Zusätzlich 14 cm Mineralwolle-Dämmung, Isover
Boden gegen Erdreich	3,10	0,47	Zusätzlich 3cm Vakuumdämmung, Isover

Quelle: Saint-Gobain Weber

## Reduzierung des Fensteranteils an der Nordfassade



U-Wert 5,2 W/m<sup>2</sup> K



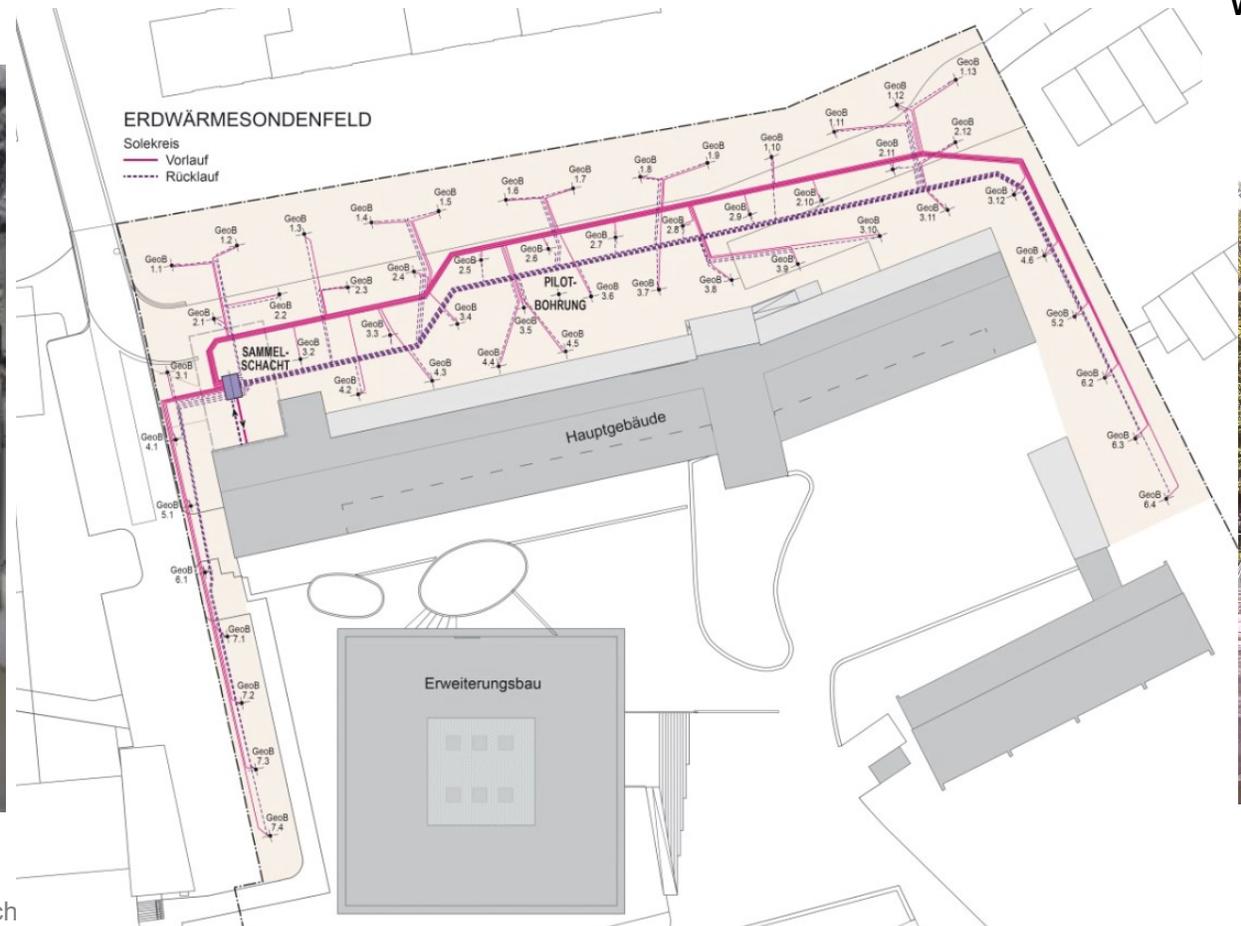
U-Wert 0,8 W/m<sup>2</sup> K

# Wärmeerzeugung neu (Geothermie)



Hauptgebäude 2 x 33 kW (NGF 3453 m<sup>2</sup>)  
Erweiterungsbau 2 x 60 kW (NGF 2038 m<sup>2</sup>)

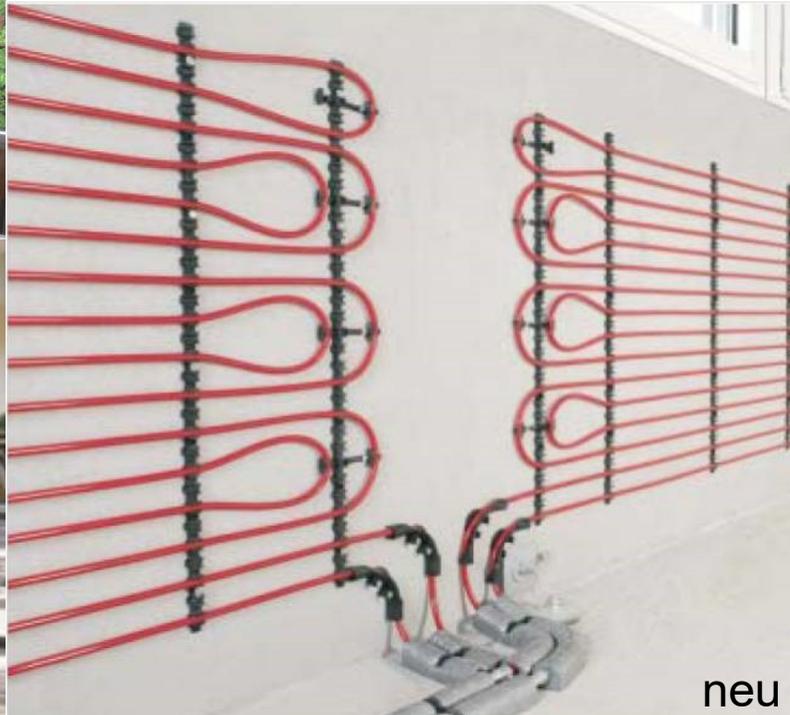
Sondenfeld mit 52 Sonden  
max. Bohrtiefe 90 – 92 m  
Wärmeertrag 40 W/m



# Wärmeübergabe alt - neu



Niedertemperatur-Flächenheizung  
und Akustikdecken



## Stromerzeugung mit Photovoltaikanlagen



PV und Begrünung

Fassaden-PV

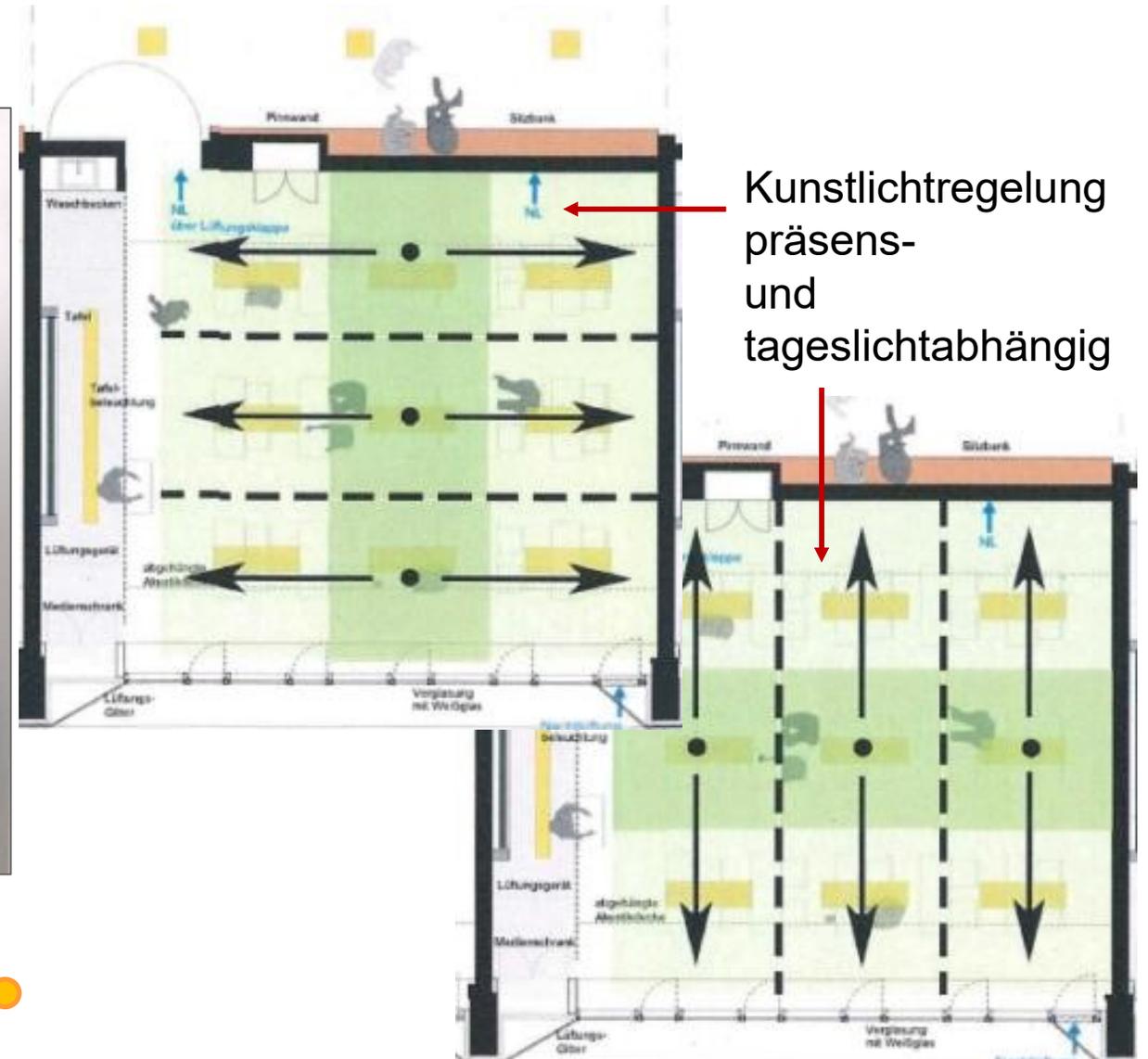


belegte Fläche: 1.800 m<sup>2</sup> (Dach+Brüstung)  
installierte Leistung: 234 kWp  
Jahresertrag 2023: 199.000 kWh/a

# Beleuchtungsregelung

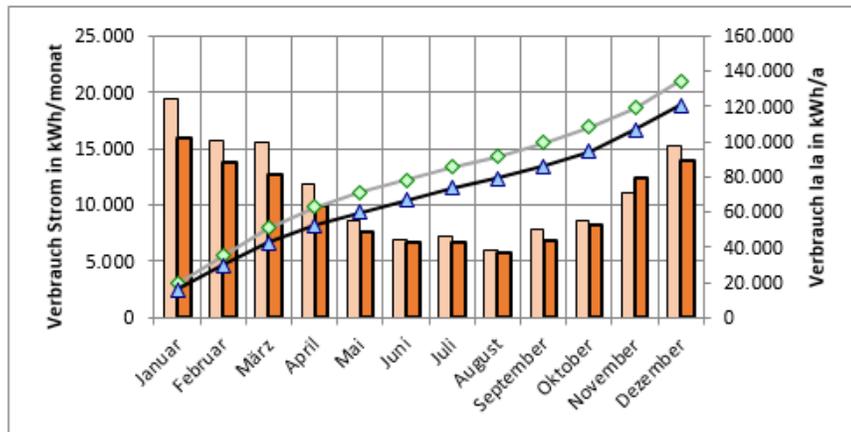
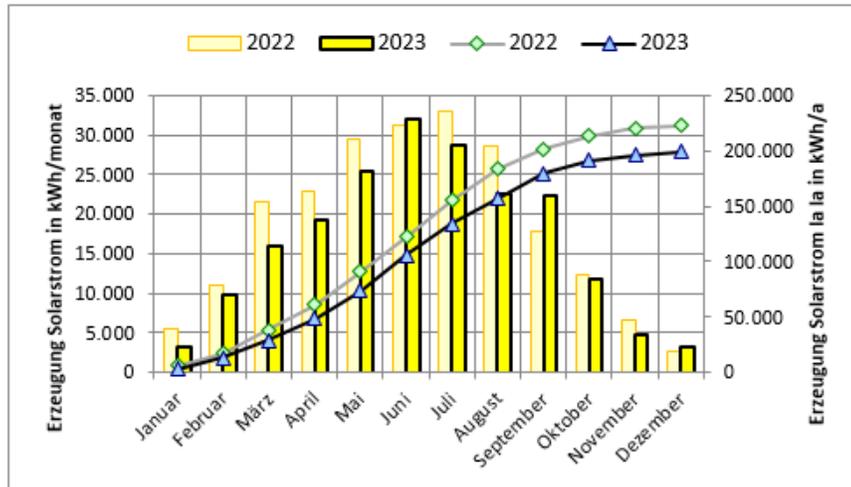


Einsatz einer CO<sub>2</sub>-Ampel



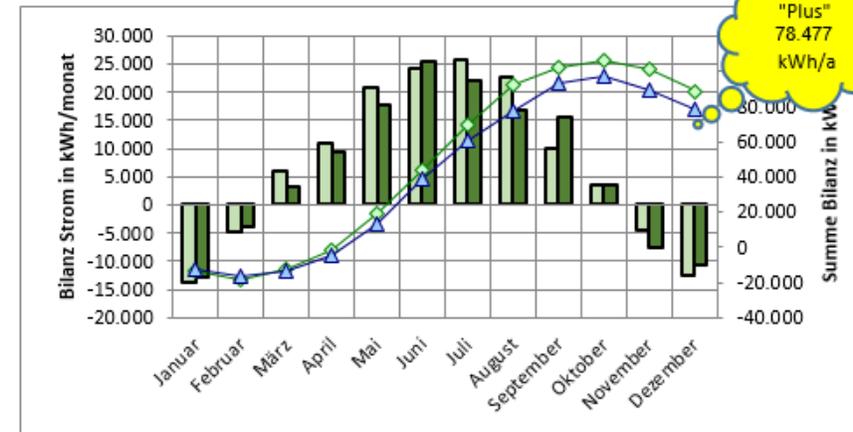


## Betriebsergebnisse – Stromerzeugung vs. Strombedarf



\* inkl. Strom für WP

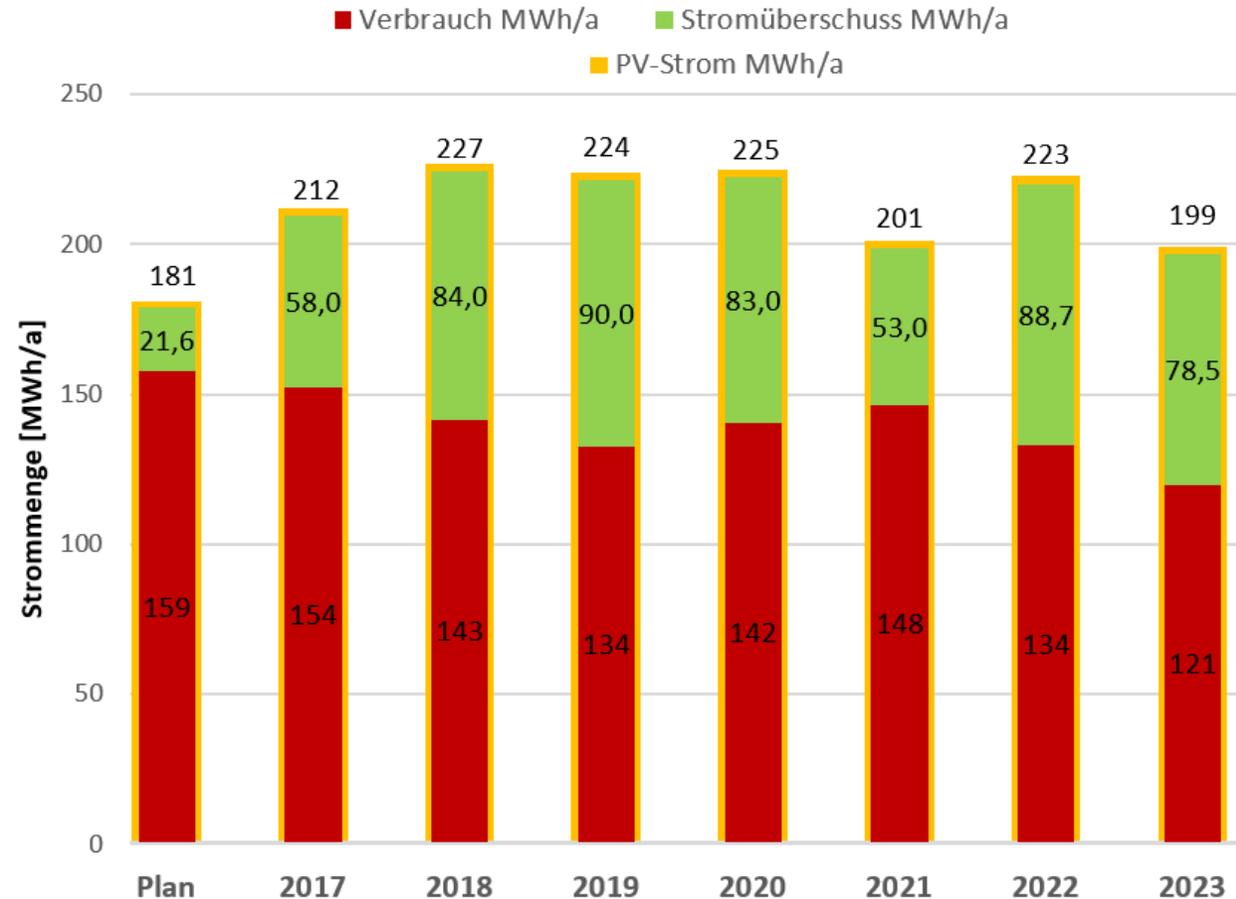
Monat	Erzeugung PV-Anlage		Eigenbedarf*		Solarertrag-Bedarf	
	kWh/monat	VJ-1 %	Strom kWh/monat	VJ-1 %	Bilanz kWh/monat	VJ-1 %
Januar	3.122,0	-29,4	15.997	-0,4	-12.875	-7,3
Februar	9.880,0	-15,2	13.723	-11,3	-3.843	-17,9
März	15.911,0	-33,4	12.692	-2,6	3.219	-46,1
April	19.206,0	-24,0	9.948	-10,8	9.258	-16,2
Mai	25.470,0	-30,9	7.635	-11,7	17.835	-14,7
Juni	32.033,0	95,3	6.726	-2,4	25.307	4,4
Juli	28.711,0	-36,9	6.743	-6,3	21.968	-15,0
August	22.629,0	-61,9	5.790	1,3	16.839	-25,5
September	22.416,0	-69,3	6.804	-4,4	15.612	55,4
Oktober	11.756,0	-6,0	8.236	-1,7	3.520	-3,3
November	4.817,0	51,4	12.453	4,5	-7.636	69,8
Dezember	3.261,0	-3,9	13.986	6,7	-10.725	-14,6
Summe bisher	199.212,0		120.733,6		78.478,4	
Summe bisher VJ	222.869,0		134.209,1		88.659,9	





## Betriebsergebnisse

- Überschusseinspeisung  
53 bis 90 MWh/a  
Summe 2017 bis 2023: **535 MWh**  
→ Jahresbedarf von 153 4-Pers. HH
- Heizkennwert  
alt 139,5 kWh/m<sup>2</sup>a  
neu 35,9 kWh/m<sup>2</sup>a (kernsanierter Hauptbau)  
76,3 kWh/m<sup>2</sup>a (Erweiterungsbau)
- Stromkennwert  
alt 15,0 kWh/m<sup>2</sup>a  
neu 22,5 kWh/m<sup>2</sup>a (kernsanierter Hauptbau)  
11,0 kWh/m<sup>2</sup>a (Erweiterungsbau)



## Betriebsergebnisse

- Wärmepumpen JAZ (2023)
  - WP Hauptbau: 4,1
  - WP Erweiterungsbau: 3,9
- Spezifische Stromerzeugung PV-Anlagen (2023)
  - Dach Hauptgebäude 959 kWh/kWp pro Jahr
  - Dach Erweiterungsbau 733 kWh/kWp pro Jahr
  - Südfassade Hauptgebäude 279 kWh/kWp pro Jahr
- Einsparung Betriebskosten durch Sanierung (2022)
  - **127.000 €** pro Jahr





 <p>Städtische <b>Neubauten</b> im Plusenergiestandard <b>Sanierung</b> auf Klimaneutralität <b>Solaranlagen</b> auf jedes Dach</p>	 <p><b>Klimaneutrale Liegenschaften</b> bis 2030 Neufassung der <b>Energierichtlinie</b> zur Betriebsoptimierung</p>	 <p><b>CO<sub>2</sub>-Preis</b> für die Wirtschaftlichkeitsberechnung <b>237 Euro/t CO<sub>2</sub></b> (Empfehlung UBA)</p>	 <p>30% Anteil bei <b>Recyclingbaustoffen</b> Neubau bis zu 2 Vollgeschosse in <b>Holz- oder Holzhybrid</b> Mind. 30 % der Gebäudehülle <b>begrünen</b></p>
--	--	--	--

- *Best Practice* Beispiel für zukünftige Projekte
- Neue städtische Standards im Energiebereich (Energierichtlinie)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit