



# Löschmann + Schneider

Ingenieurgesellschaft mbH für Bautechnik

Löschmann + Schneider Ingenieurgesellschaft mbH  
Konrad-Adenauer-Allee 12 • 44263 Dortmund

LB PEGSI GmbH & Co.KG  
Kreisstraße 24  
58453 Witten

- Bautechnische Prüfung
- Tragwerksplanung
- Brandschutzkonzept
- Schall- und Wärmeschutznachweise
- Energieberatung
- Bauüberwachung
- Schaden- und Sanierungsgutachten
- Beweissicherung

[www.wlp-ingenieure.de](http://www.wlp-ingenieure.de)

Geschäftsführer:

**Dipl.-Ing. Hermann Schneider**

von der IHK Berlin

öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger

für Schäden an Gebäuden

BKB · AIV

**Projekt:** Neubau eines Wohngebäudes mit 28 öffentlich  
geförderten Wohnungen  
**Bauort:** Talstraße 17 und 19, 57339 Erndtebrück  
**Bauherr:** Heiko Klute und Christian Buderus GbR  
**Projekt-Nr.:** 2024 I 10016  
**Betreff:** Bestätigung Einhaltung Netto-Null-Energie-  
Haus Standard

**Dipl.-Ing. Friedhelm Löschmann**

Prüfingenieur für Baustatik

staatlich anerkannter Sachverständiger

für die Prüfung der Standsicherheit,

die Prüfung des baulichen Brandschutzes

und für Schall- und Wärmeschutz

öffentlich bestellter und vereidigter

Sachverständiger der IHK zu Essen

für Statik und Baukonstruktion

Beratender Ingenieur, VBI, VPI, VDI, RAIV

26. April 2024 Za

Ihr Ansprechpartner: M. Zarse

Sehr geehrter Herr Klute,  
Sehr geehrter Herr Buderus,

hiermit bestätigen wir Ihnen, dass mit dem im Gebäude benötigten Endenergiebedarf von 32.795,14 kWh/a durch die geplante Photovoltaik Anlage mit einem Ertrag von 46.745,4 kWh/a gedeckt wird. Ein Netto-Null-Energie-Haus wird erreicht.

Mit freundlichen Grüßen  
**Löschmann + Schneider**  
Ingenieurgesellschaft mbH für Bautechnik

Dipl.-Ing. (FH) Michael Zarse  
Energie-Effizienz- Experte und geprüfter Energieberater im SHK-Handwerk  
Staatlich anerkannter Sachverständiger für Schall- und Wärmeschutz  
Energieberater - Nr.: EB 442003

Anlagen:

1. GEG-Nachweis vom 26.04.2024
2. PV-Anlagen Simulation Future Fox GmbH vom 22.04.2024

**Büro Dortmund:**  
Konrad-Adenauer-Allee 12  
44263 Dortmund  
Telefon: 0231/946070-0  
Telefax: 0231/946070-30  
e-mail: [do@wlp-ingenieure.de](mailto:do@wlp-ingenieure.de)

**Büro Essen:**  
August-Thyssen-Straße 13  
45219 Essen-Kettwig  
Telefon: 02054/87334-0  
Telefax: 02054/87334-20  
e-mail: [e@wlp-ingenieure.de](mailto:e@wlp-ingenieure.de)

**Büro Berlin:**  
Hochbergweg 2  
12207 Berlin  
Telefon: 030/7732704-00  
Telefax: 030/7732700-29  
e-mail: [b@wlp-ingenieure.de](mailto:b@wlp-ingenieure.de)

**Amtsgericht Essen**  
HRB-Nr. 26035  
Gesellschaftssitz: Essen

**Bankverbindung:**  
National-Bank Essen GmbH  
IBAN: DE15 3602 0030 0000 2486 73  
BIC: NBAG DE 3 E  
Finanzamt Essen-Süd  
Steuer-Nr.: 112/5777/1787

Anlage 1:

GEG-Nachweis  
vom 26.04.2024

# Projekt-Dokumentation



**Projekt V21 Senioren-Quartier**  
**Talstraße 17 und 19, Netto-Null-Energiehaus**

Projektnummer 2024 | 10016

**Gebäude** Neubau eines Wohngebäudes  
mit 28 geförderten Wohneinheiten  
Talstraße 17 und 19  
57339 Erndtebrück

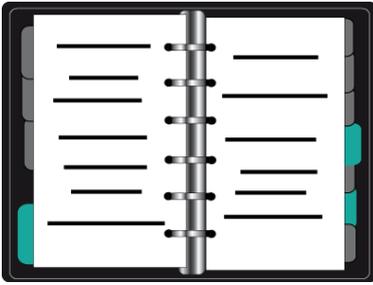
**Aussteller** Löschmann + Schneider  
Ingenieurgesellschaft mbH für Bautechnik Michael Zarse  
Dipl.-Ing. (FH) Michael Zarse  
Konrad-Adenauer-Allee 12  
44263 Dortmund

**Auftraggeber** LB PEGSI GmbH & Co.KG  
Kreisstraße 24  
58453 Witten

**Erstellungsdatum** 26.04.2024

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	2
Allgemein .....	3
Projektdaten .....	3
Nachweisergebnisse .....	5
Gebäudedaten .....	6
Gebäudeergebnisse.....	7
Gebäude.....	7
Wesentliche Angaben für Anzeigen nach GEG §87 .....	9
Erneuerbare Energien für Heizungsanlagen.....	10
Strom aus erneuerbaren Energien nach GEG § 23.....	11
Wärme- und Energiebilanzen .....	13
Gebäudeergebnisse (grafisch) .....	15
Bautechnik.....	19
Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 .....	19
Übersicht der verwendeten Konstruktionen .....	20
Türen .....	21
Bauteilliste .....	22
Bauteile detailliert.....	23
Berechnung HT'.....	32
Zone 1 .....	37
Nutzungsprofile.....	47
Geschosse.....	48
Anlagentechnik.....	56
Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Heizung .....	56
Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Trinkwarmwasser .....	58
Anlagentechnik: Verteilsystem Heizung .....	60
Anlagentechnik: Verteilsystem Trinkwarmwasser .....	62
Referenzgebäude.....	64
Gebäudeergebnisse .....	64
Ergebnisse Referenzgebäude (grafisch) .....	66
Zone 1 .....	70
Ergebnisse der Anlagentechnik .....	75



# Allgemein

## Projektdaten

### Projekt

Projektname	Neubau eines Wohnhauses mit 28 Wohneinheiten
Projektnummer	2024 I 10016
Erstellungsdatum	25.04.2024
Programmversion	ZUB Helena v7.139 Ultra

### Aussteller

Name	Dipl.-Ing. (FH) Michael Zarse; Energie-Effizienz-Experte für Förderprogramme des Bundes
Firma	Löschmann + Schneider, Ingenieurgesellschaft mbH für Bautechnik
Berufsbezeichnung	staatlich anerkannter Sachverständiger für Schall- und Wärmeschutz
Straße, Hausnr.	Konrad-Adenauer-Allee 12
PLZ / Ort	44263 Dortmund
Telefon	0231 94607040
E-Mail	m.zarse@wlp-ingneiuere.de

### Auftraggeber

Auftraggeber	LB PEGSI GmbH & Co.KG
Straße, Nr.	Kreisstraße 24
PLZ, Ort	58453 Witten

### Gebäude

Name/Bezeichnung	Neubau eines Wohngebäudes mit 28 geförderten Wohneinheiten
Gebäudetyp	Wohnhaus, Senioren
Straße, Hausnr.	Talstraße 17 und 19
PLZ, Ort	57339 Erndtebrück
Baujahr	2024
Baujahr des Wärmeerzeugers	2025

## Berechnungsverfahren

Gebäudeart	Wohngebäude nach DIN V 18599
Randbedingungen	Nachweis nach GEG
Berechnung gemäß	GEG 2024
Verwendete Norm	DIN V 18599:2018
Art des GEG-Nachweises	Neubau (auch BEG-Effizienzhaus im Bestand)
keine Verrechnung von Energieträger Nachtstrom bei GEG §23	nein
Vereinfachte Flächenerfassung nach DIN V 18599-1 Anhang D	nein

## Randbedingungen der Berechnung

Klimastandort	Region 4 - Potsdam (GEG Referenzklima)
---------------	--

# Nachweisergebnisse

**Projekt:** Neubau eines Wohnhauses mit 28 Wohneinheiten, Talstraße 17 und 19, 57339 Erndtebrück

**Berechnung:** Wohngebäude nach GEG 2024, Verfahren nach DIN V 18599:2018, Neubau

**Die Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes 2024 sind erfüllt.**

GEG-Werte	Ist-Wert	Soll-Wert	% vom Soll-Wert
spez. Transmissionswärmeverlust $H'_T$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,262	0,408	<b>64,2 % (zulässig)</b>
spez. Primärenergiebedarf [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	25,42	29,04	<b>87,5 % (zulässig)</b>

**Energieeffizienzklasse: A+**

## Erneuerbare Energien für Heizungsanlagen

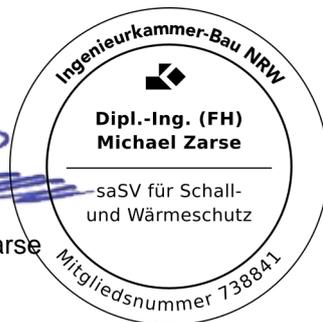
Die Anforderungen an die Heizungsanlagen gemäß GEG 2024, §71 sind erfüllt.

Wärmepumpe 1: Wärmepumpe (§71 c) (vollständig)

**Der Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2 ist erfüllt.**

Dortmund, 26.04.2024

Dipl.-Ing. (FH) Michael Zarse



# Gebäudedaten

## Geometrie

Bruttovolumen $V_e$	7.257,4 m <sup>3</sup>
Nettovolumen $V$	5.515,6 m <sup>3</sup>
Nutzfläche $A_N$	2.322,4 m <sup>2</sup>
räumliche Teilbeheizung für Wohnzonen	berücksichtigt
$A/V_e$ -Verhältnis	0,38 m <sup>-1</sup>
Thermische Hüllfläche	2.730,1 m <sup>2</sup>
Geschosshöhe [m]	2,65
vereinfachte Ermittlung der charakteristischen Maße:	
Heizung (Gebäudegruppe 1)	
charakteristische Breite	12,03 m
charakteristische Länge	38,80 m
Trinkwarmwasser (Gebäudegruppe 1)	
charakteristische Breite	10,16 m
charakteristische Länge	46,16 m

## Unterer Gebäudeabschluss

Bodenbeschaffenheit	Sand oder Kies
Wärmeleitfähigkeit $\lambda$ [W/(m·K)]	2,0 (Standardwert)
Wärmekapazität $\rho_c$ [J/m <sup>3</sup> ·K]	2.000.000 (Standardwert)
mittlere Windgeschwindigkeit in 10 m Höhe [m/s]	3,0
Lage Windabschirmung	mittel
Windabschirmfaktor $f_w$ [-]	0,05 (Standardwert)
Einfluss von fließendem Grundwasser berücksichtigen	nein



# Gebäudeergebnisse

## Gebäude

Jährlicher Nutzenergiebedarf	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	30,24	70.224,17
Trinkwarmwasser	12,49	29.000,86
Kühlung	0,00	0,00
<b>Gesamt</b>	<b>42,73</b>	<b>99.225,03</b>

Jährlicher Endenergiebedarf (brennwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	9,43	21.910,35
Trinkwarmwasser	4,69	10.884,79
Kühlung	0,00	0,00
<b>Gesamt</b>	<b>14,12</b>	<b>32.795,14</b>

Jährlicher Endenergiebedarf (heizwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	9,43	21.910,35
Trinkwarmwasser	4,69	10.884,79
Kühlung	0,00	0,00
<b>Gesamt</b>	<b>14,12</b>	<b>32.795,14</b>

Endenergiebedarf nach Energieträgern (brennwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Strom-Mix	27,15	63.062,8
Korrektur nach GEG §23	-13,03	-30.267,7
<b>Gesamt</b>	<b>14,12</b>	<b>32.795,1</b>

Endenergiebedarf nach Energieträgern (heizwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Strom-Mix	27,15	63.062,8
Korrektur nach GEG §23	-13,03	-30.267,7
<b>Gesamt</b>	<b>14,12</b>	<b>32.795,1</b>

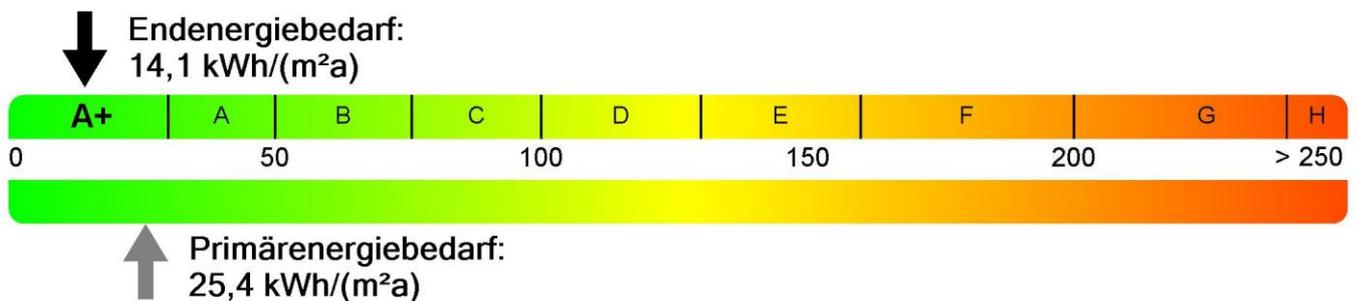
Jährlicher Primärenergiebedarf (heizwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	18,05	41.914,71
Trinkwarmwasser	30,83	71.598,32
Kühlung	0,00	0,00
Korrektur für erneuerbaren Strom nach GEG § 23	-23,46	-54.481,78
<b>Gesamt</b>	<b>25,42</b>	<b>59.031,24</b>

GEG-Werte	Ist-Wert	Soll-Wert	% vom Soll-Wert
spez. Transmissionswärmeverlust $H'_T$ [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,262	0,408	<b>64,2 % (zulässig)</b>
spez. Primärenergiebedarf [kWh/(m <sup>2</sup> a)]	25,42	29,04	<b>87,5 % (zulässig)</b>

Energieeffizienzklasse: A+

## Monatswerte

	Nutzenergiebedarf [kWh/a]	Endenergiebedarf [kWh/a]	Primärenergiebedarf [kWh/a]
Januar	16.551,77	8.726,98	15.708,56
Februar	14.222,80	7.437,93	13.388,27
März	12.372,41	6.839,41	12.310,94
April	6.160,92	4.488,84	8.079,91
Mai	2.583,33	3.158,15	5.684,66
Juni	2.383,63	2.906,83	5.232,29
Juli	2.463,09	2.923,49	5.262,28
August	2.463,09	2.936,84	5.286,31
September	2.542,70	3.063,96	5.515,13
Oktober	7.160,30	4.848,91	8.728,04
November	13.397,92	7.083,77	12.750,79
Dezember	16.923,07	8.647,69	15.565,84



### Hinweis:

Die Werte für den End- und Primärenergiebedarf wurden gemäß GEG §23 korrigiert.

Die flächenbezogenen Ergebnisse beziehen sich auf die Gebäudenutzfläche  $A_N$ .

## Wesentliche Angaben für Anzeigen nach GEG §87

1. Art des Energieausweises	Energiebedarfsausweis
2. Endenergiebedarf (heizwertbezogen)	14,1 kWh/(m <sup>2</sup> a)
3. Wesentliche Energieträger	Strom-Mix
4. Baujahr des Gebäudes	2025
5. Energieeffizienzklasse	A+

Die angegebenen Werte beziehen sich auf die Variante "Ausgangsfall".

## Erneuerbare Energien für Heizungsanlagen

Die Anforderungen an die Heizungsanlagen gemäß GEG 2024, §71 sind erfüllt.  
Wärmepumpe 1: Wärmepumpe (§71 c) (vollständig)

## Strom aus erneuerbaren Energien nach GEG § 23

### Verrechnungsart nach GEG §23

Stromdirektheizung vorhanden	nein
Verrechnungsart der Stromerzeugung	Über monatliche Verrechnung nach GEG §23 Abs. 2

### Photovoltaik gemäß GEG und DIN V 18599-9:2018

#### PV-Pulldach

Peakleistung $P_{pk}$ [kW]	49,5 (Standardwert)
mittl. Peakleistung $P_{pk,m}$ [kW]	44,6 (Standardwert)
Art des Photovoltaikmoduls	Monokristallines Silizium
Oberfläche der Module A [m <sup>2</sup> ]	272,00
Baujahr der Module [-]	Ab 2017
Peakleistungskoeffizient $K_{pk}$ [kW/m <sup>2</sup> ]	0,182
Art der Gebäudeintegration	Mäßig belüftete Module, < 0,5 m auf Dach aufgesetzt
Systemleistungsfaktor $f_{perf}$ [-]	0,75
Ausrichtung	Südost
Winkel	12°

#### PV-Flachdach

Peakleistung $P_{pk}$ [kW]	18,0 (Standardwert)
mittl. Peakleistung $P_{pk,m}$ [kW]	16,2 (Standardwert)
Art des Photovoltaikmoduls	Monokristallines Silizium
Oberfläche der Module A [m <sup>2</sup> ]	99,00
Baujahr der Module [-]	Ab 2017
Peakleistungskoeffizient $K_{pk}$ [kW/m <sup>2</sup> ]	0,182
Art der Gebäudeintegration	Mäßig belüftete Module, < 0,5 m auf Dach aufgesetzt
Systemleistungsfaktor $f_{perf}$ [-]	0,75
Ausrichtung	Südwest
Winkel	10°

### Monatliche Erträge der Photovoltaikanlagen

Monat	PV-Anlagen [kWh/Monat]
Januar	1.185,61
Februar	1.433,11
März	3.497,49
April	6.477,78

Monat	PV-Anlagen [kWh/Monat]
Mai	7.556,69
Juni	7.897,77
Juli	7.113,75
August	6.267,07
September	4.412,60
Oktober	2.916,95
November	1.102,16
Dezember	654,23
<b>Gesamt [kWh/Jahr]</b>	<b>50.515,22</b>

## Monatliche Verrechnung der Endenergie Strom nach GEG § 23 Abs. 2

Monat	regen. Strom (Endenergie) [kWh/Monat]	Korrekturen der Endenergie [kWh/Monat]		
		Kühlung	Warmwasser	Heizung
Januar	1.185,6	0,0	1.185,6	0,0
Februar	1.433,1	0,0	1.433,1	0,0
März	3.497,5	0,0	3.497,5	0,0
April	6.477,8	0,0	3.232,2	1.256,7
Mai	7.556,7	0,0	3.105,7	52,4
Juni	7.897,8	0,0	2.906,8	0,0
Juli	7.113,7	0,0	2.923,5	0,0
August	6.267,1	0,0	2.936,8	0,0
September	4.412,6	0,0	2.997,5	66,5
Oktober	2.917,0	0,0	2.917,0	0,0
November	1.102,2	0,0	1.102,2	0,0
Dezember	654,2	0,0	654,2	0,0
<b>Gesamt</b>	<b>50.515,2</b>	<b>0,0</b>	<b>28.892,1</b>	<b>1.375,6</b>

## Verrechnung des Endenergiebedarfs

	Endenergie- bedarf [kWh/a]	gedeckt durch erneuerbare Energien [kWh/a]	Deckungsanteil
Heizung	23.285,9	1.375,6	5,9 %
Warmwasser	39.776,8	28.892,1	72,6 %
<b>Gesamt</b>	<b>63.062,8</b>	<b>30.267,7</b>	<b>48,0 %</b>

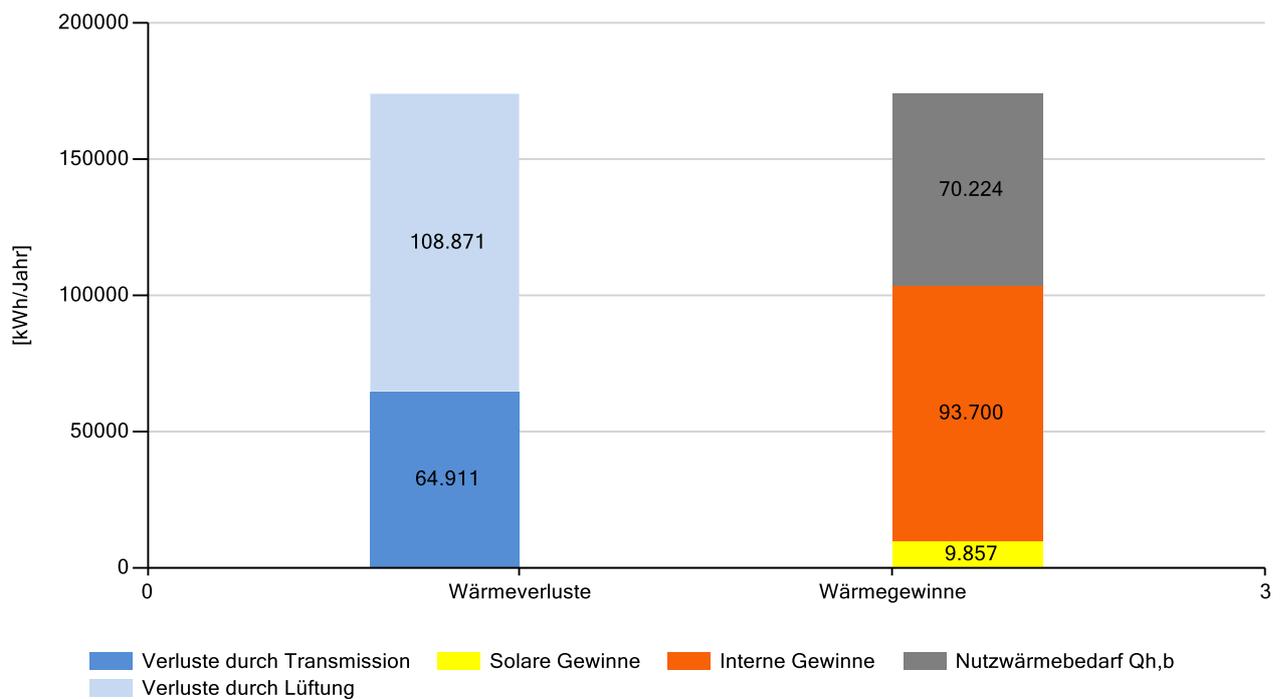
# Wärme- und Energiebilanzen

## Wärmebilanz - Heizung und Trinkwarmwasser

Heizung	kWh/a	
Verluste durch Transmission		64.910,7
<i>Außenwandflächen</i>	15.654,2	
<i>Dachflächen und oberste Geschossdecke</i>	10.803,0	
<i>unterer Gebäudeabschluss</i>	6.151,0	
<i>Fenster</i>	26.133,1	
<i>Türen</i>	831,4	
<i>Wärmebrücken</i>	5.337,9	
Verluste durch Lüftung		108.870,7
<i>Lüftungswärmeverluste gegen Außenluft</i>	108.870,7	
<i>Wärmeeinträge durch Lüftungsanlage (Wärmerückgewinnung, Luftheizung)</i>	0,0	
Wärmegewinne		-103.557,2
<i>Interne Gewinne (gemäß Nutzungsprofil)</i>	-59.825,6	
<i>Ungeregelte Wärmeeinträge durch Anlagentechnik</i>	-33.874,7	
<i>Solare Gewinne</i>	-9.857,0	
<b>Nutzwärmebedarf <math>Q_{h,b}</math></b>		<b>70.224,2</b>
Verluste der Anlagentechnik		-47.850,3
<i>durch Übergabe</i>	7.150,4	
<i>durch Verteilung</i>	910,1	
<i>durch Speicherung</i>	94,7	
<i>durch Erzeugung</i>	0,0	
<i>regenerativer Anteil</i>	-56.005,5	
Wärmeenergie ohne Hilfsenergie		22.373,9
Hilfsenergie		912,0
<b>Endenergiebedarf Heizung (ohne Lüftungsanlage)</b>		<b>23.285,9</b>

Warmwasser	kWh/a	
<b>Wärmebedarf für Trinkwarmwasser</b>		<b>29.000,9</b>
Verluste der Anlagentechnik		31.698,3
<i>durch Verteilung</i>	41.163,3	
<i>durch Speicherung</i>	1.356,3	
<i>durch Erzeugung</i>	0,0	
<i>regenerativer Anteil</i>	-10.821,4	
<b>Endenergie Wärmeenergie</b>		<b>60.699,1</b>
Hilfsenergie		533,9
<b>Endenergie Warmwasser gesamt</b>		<b>61.233,0</b>

## Wärmebedarf für Heizung

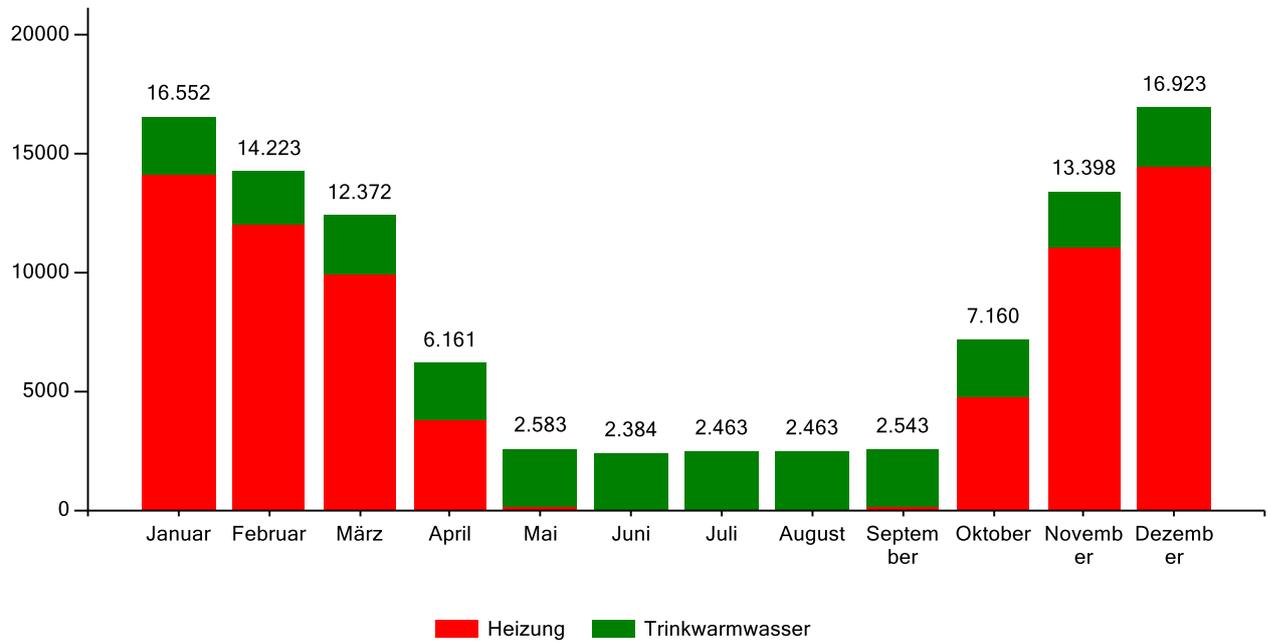


## Wärmebedarf für Heizung

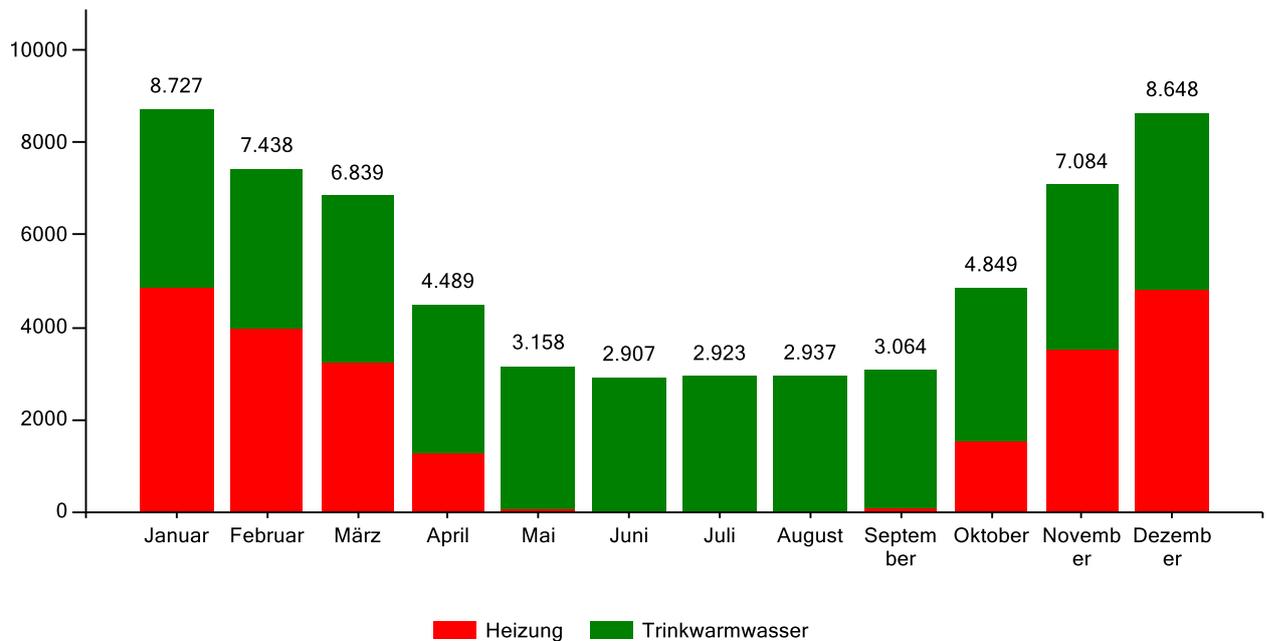
Heizung	[kWh/Jahr]	
Wärmeverluste		173.781,4
<i>Verluste durch Transmission</i>	64.910,7	
<i>Verluste durch Lüftung</i>	108.870,7	
Wärmegewinne		-103.557,2
<i>Interne Gewinne</i>	-93.700,2	
<i>Solare Gewinne</i>	-9.857,0	
<b>Nutzwärmebedarf Q<sub>h,b</sub></b>		<b>70.224,2</b>

## Gebäudeergebnisse (grafisch)

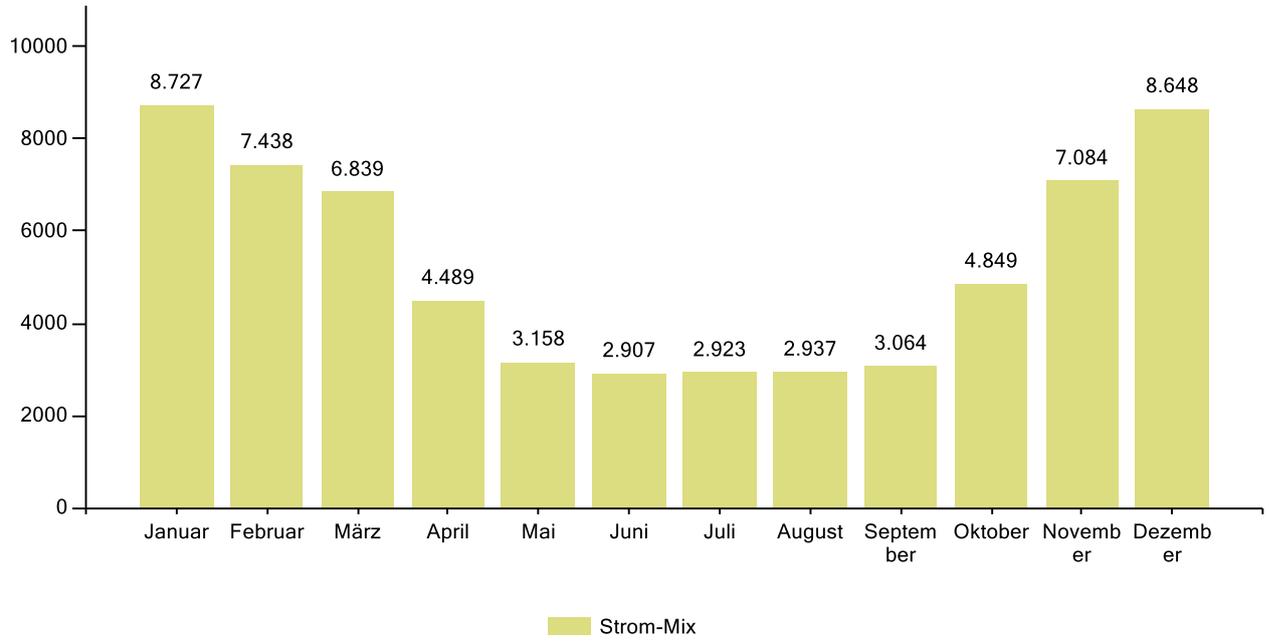
Nutzenergiebedarf des Gebäudes [kWh/a]



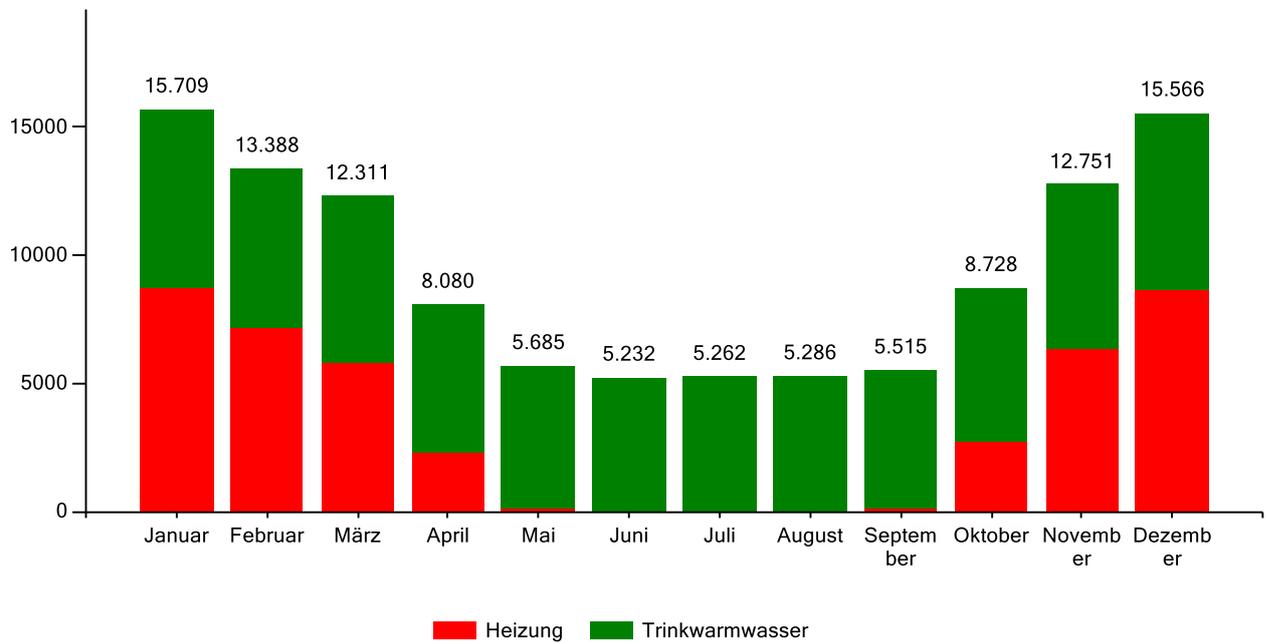
Endenergiebedarf des Gebäudes [kWh/a]



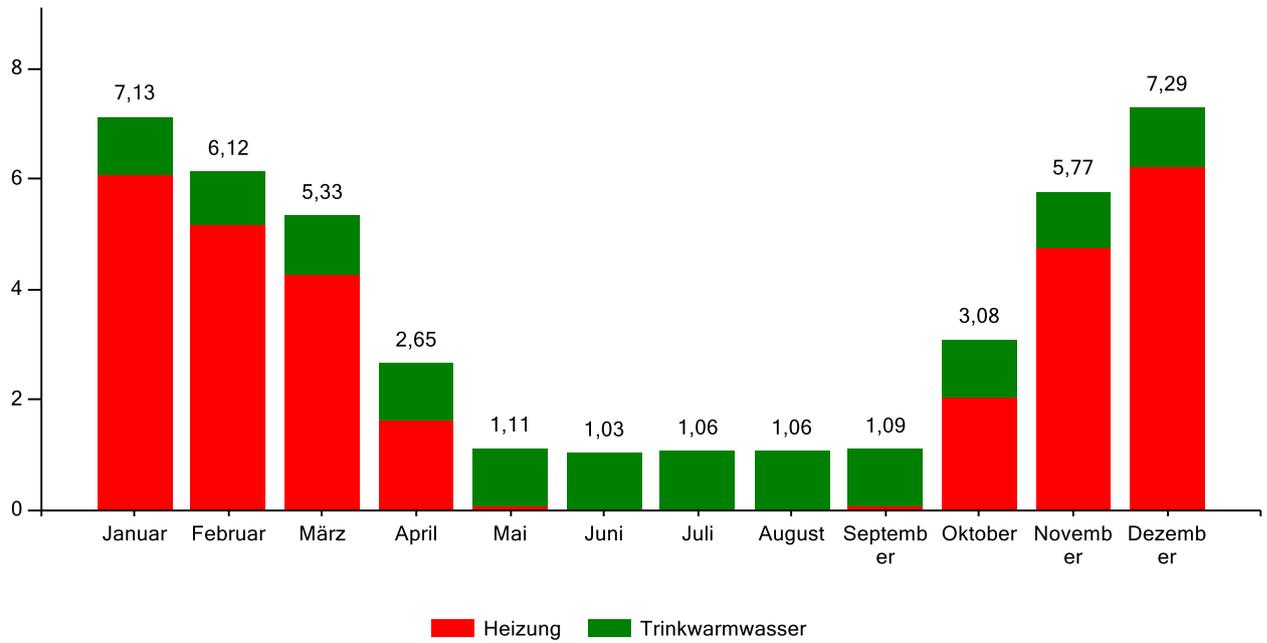
### Endenergie nach Energieträgern [kWh/a]



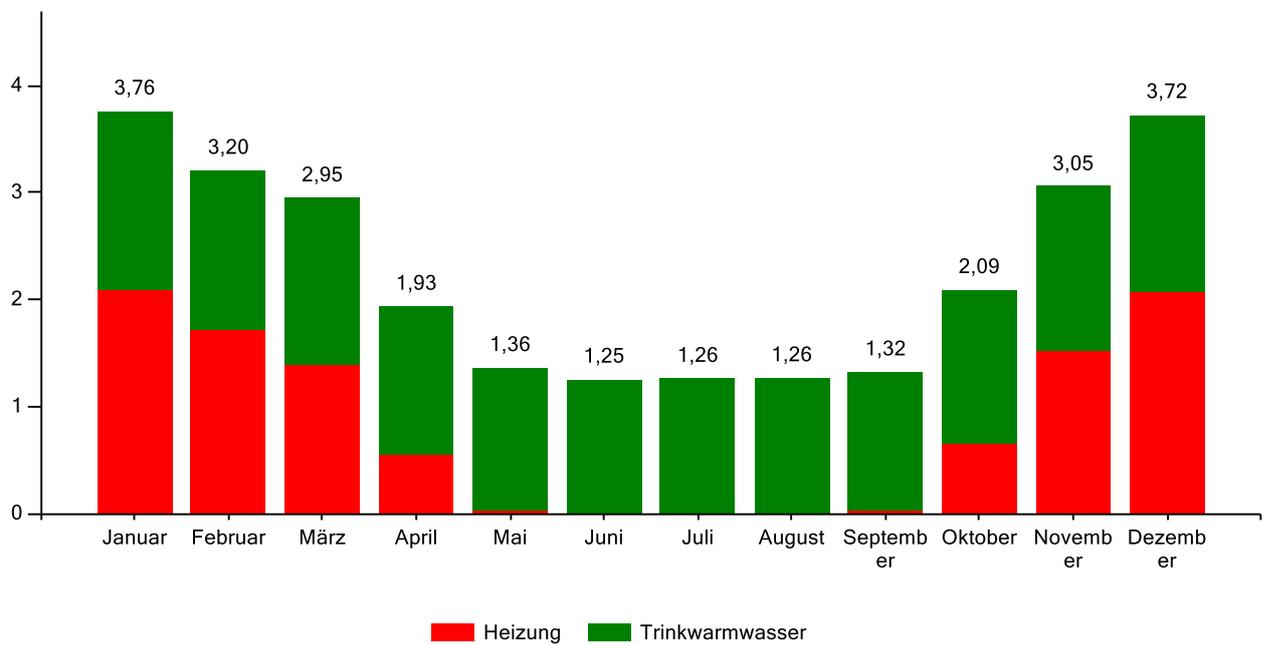
### Primärenergiebedarf des Gebäudes [kWh/a]



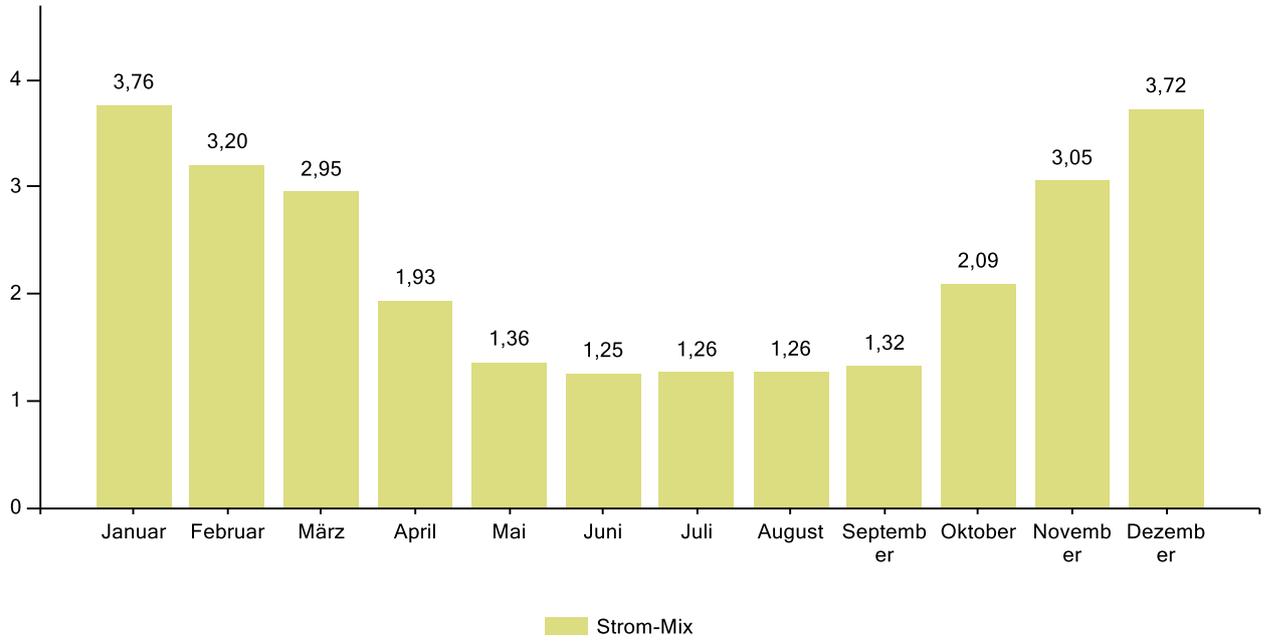
### Spezifischer Nutzenergiebedarf des Gebäudes [kWh/(m²a)]



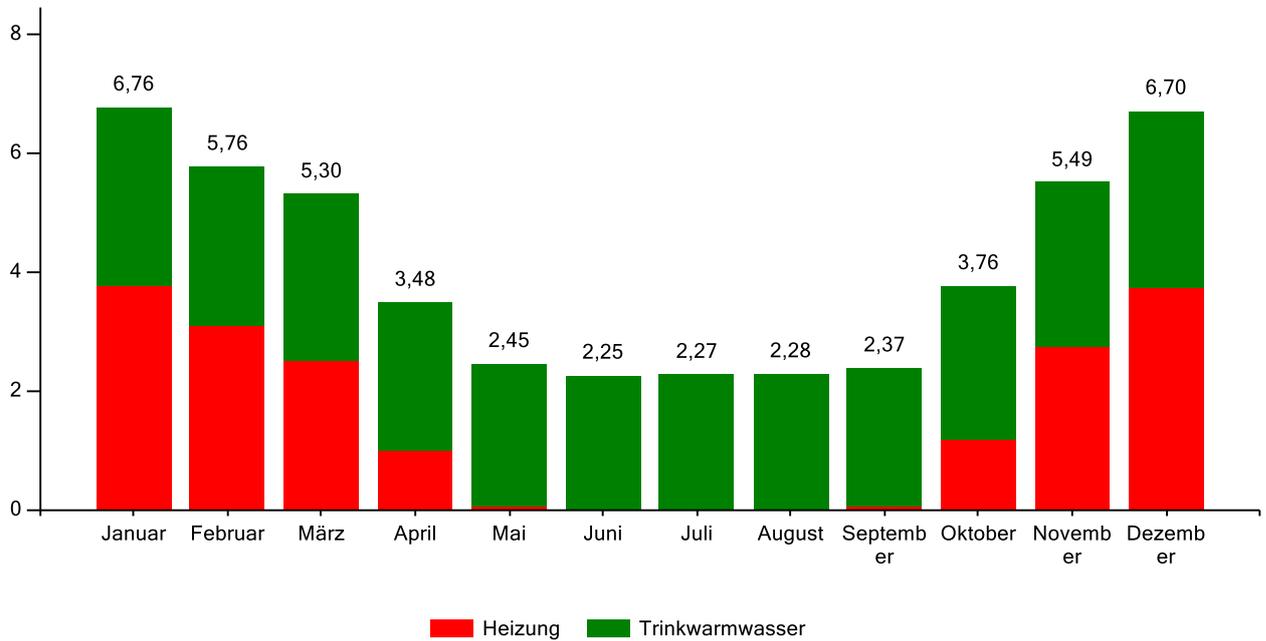
### Spezifischer Endenergiebedarf des Gebäudes [kWh/(m²a)]



### Spezifische Endenergie nach Energieträgern [kWh/(m²a)]



### Spezifischer Primärenergiebedarf des Gebäudes [kWh/(m²a)]





# Bautechnik

## Mindestwärmeschutz nach DIN 4108-2

### Bauteile

Bezeichnung	Anforderung erfüllt	Wärmedurchlasswiderstand [m <sup>2</sup> K/W]		Bauteilart
		Ist-Wert	Mindestwert	
WA NW	ja	6,20	1,20	
WA SW	ja	6,20	1,20	
WA NE	ja	6,20	1,20	
WA SE	ja	6,20	1,20	
DA H	ja	6,70	1,20	
DF H	ja	6,70	1,20	
DK H	ja	6,75	0,90	zu nicht beheizten Räumen
WA SW	ja	6,20	1,20	
WA NE	ja	6,20	1,20	
WA NW	ja	6,20	1,20	
KE H	ja	7,07	0,90	gegen Erdreich

## Übersicht der verwendeten Konstruktionen

Bezeichnung	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	R <sub>si</sub> / R <sub>se</sub>	Dicke [cm]	Anzahl Bauteile	Fläche [m <sup>2</sup> ]
AW 15MW_20WLG032	0,157	0,13 / 0,04	35,0	97	1.021,9
Flachdach	0,145	0,10 / 0,04	42,0	4	683,5
Bodenplatte	0,138	0,17 / 0,00	60,5	1	683,5

## Türen

### TA

U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	1,3
Gesamtfläche [m <sup>2</sup> ]	7,2

### Verwendung

Bauteil	Fläche
TA	7,2 m <sup>2</sup>

## Bauteilliste

### Bauteile

Bezeichnung	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Nettofläche [m <sup>2</sup> ]	Ausrichtung	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]
WA NW	459,79	303,28	Nordwest	0,160
WA SW	220,56	192,09	Südwest	0,160
WA NE	220,98	200,55	Nordost	0,160
WA SE	460,03	324,26	Südost	0,160
DA H	683,40	683,40	horizontal	0,150
DF H	0,04	0,04	horizontal	0,150
DK H	0,09	0,09	horizontal	0,140
WA SW	0,92	0,92	Südwest	0,160
WA NE	0,51	0,51	Nordost	0,160
WA NW	0,26	0,26	Nordwest	0,160
KE H	683,53	683,53	horizontal	0,140

### Fenster

Bezeichnung	Fläche [m <sup>2</sup> ]	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]
FA	333,98	0,90

### Türen

Bezeichnung	Fläche [m <sup>2</sup> ]	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]
TA	7,20	1,30

## Bauteile detailliert

### Bauteile

#### WA NW

Konstruktion	AW 15MW_20WLG032
Gewerk	Wandfläche
Anwendung	Außenwand gegen Außenluft
R <sub>si</sub> / R <sub>se</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	0,13 / 0,04
U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,157
R-Wert / R <sub>T</sub> -Wert [m <sup>2</sup> K/W]	6,21 / 6,38
Bruttofläche [m <sup>2</sup> ]	459,79
Orientierung	Nordwest
Strahlungsabsorptionsgrad α [-]	0,60 (Standardwert (unbekannte Oberfläche))
Verschattung	typisch

#### Bauteilzuordnungen

Zone	Raumgruppe	Fläche [m <sup>2</sup> ]
Zone 1	Raum 45	15,92
Zone 1	Raum 45	6,49
Zone 1	Raum 45	30,36
Zone 1	Raum 45	6,49
Zone 1	Raum 45	15,92
Zone 1	Raum 45	3,87
Zone 1	Raum 45	3,87
Zone 1	Raum 45	15,58
Zone 1	Raum 45	5,78
Zone 1	Raum 45	29,69
Zone 1	Raum 45	5,78
Zone 1	Raum 45	15,58
Zone 1	Raum 45	3,82
Zone 1	Raum 45	3,82
Zone 1	Raum 45	3,78
Zone 1	Raum 45	5,78
Zone 1	Raum 45	29,69
Zone 1	Raum 45	5,78
Zone 1	Raum 45	15,32
Zone 1	Raum 45	15,23
Zone 1	Raum 45	3,76
Zone 1	Raum 46	9,26
Zone 1	Raum 46	6,72
Zone 1	Raum 46	29,03
Zone 1	Raum 46	6,70
Zone 1	Raum 46	9,26
		<b>303,28</b>

## WA SW

Konstruktion	AW 15MW_20WLG032
Gewerk	Wandfläche
Anwendung	Außenwand gegen Außenluft
$R_{si} / R_{se}$ [m <sup>2</sup> K/W]	0,13 / 0,04
U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,157
R-Wert / R <sub>T</sub> -Wert [m <sup>2</sup> K/W]	6,21 / 6,38
Bruttofläche [m <sup>2</sup> ]	220,56
Orientierung	Südwest
Strahlungsabsorptionsgrad $\alpha$ [-]	0,60 (Standardwert (unbekannte Oberfläche))
Verschattung	typisch

## Bauteilzuordnungen

Zone	Raumgruppe	Fläche [m <sup>2</sup> ]
Zone 1	Raum 45	2,05
Zone 1	Raum 45	2,05
Zone 1	Raum 45	19,52
Zone 1	Raum 45	1,12
Zone 1	Raum 45	22,20
Zone 1	Raum 45	1,74
Zone 1	Raum 45	2,02
Zone 1	Raum 45	2,02
Zone 1	Raum 45	19,20
Zone 1	Raum 45	1,07
Zone 1	Raum 45	21,88
Zone 1	Raum 45	1,72
Zone 1	Raum 45	2,02
Zone 1	Raum 45	1,72
Zone 1	Raum 45	2,00
Zone 1	Raum 45	18,87
Zone 1	Raum 45	1,02
Zone 1	Raum 45	21,55
Zone 1	Raum 46	1,99
Zone 1	Raum 46	23,04
Zone 1	Raum 46	21,61
Zone 1	Raum 46	1,69
		<b>192,09</b>

## WA NE

Konstruktion	AW 15MW_20WLG032
Gewerk	Wandfläche
Anwendung	Außenwand gegen Außenluft
$R_{si} / R_{se}$ [m <sup>2</sup> K/W]	0,13 / 0,04
U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,157
R-Wert / R <sub>T</sub> -Wert [m <sup>2</sup> K/W]	6,21 / 6,38
Bruttofläche [m <sup>2</sup> ]	220,98

Orientierung	Nordost
Strahlungsabsorptionsgrad $\alpha$ [-]	0,60 (Standardwert (unbekannte Oberfläche))
Verschattung	typisch

### Bauteilzuordnungen

Zone	Raumgruppe	Fläche [m <sup>2</sup> ]
Zone 1	Raum 45	2,05
Zone 1	Raum 45	2,05
Zone 1	Raum 45	1,74
Zone 1	Raum 45	22,20
Zone 1	Raum 45	1,12
Zone 1	Raum 45	22,20
Zone 1	Raum 45	2,02
Zone 1	Raum 45	2,02
Zone 1	Raum 45	1,72
Zone 1	Raum 45	21,88
Zone 1	Raum 45	1,07
Zone 1	Raum 45	21,88
Zone 1	Raum 45	21,88
Zone 1	Raum 45	2,02
Zone 1	Raum 45	1,72
Zone 1	Raum 45	1,03
Zone 1	Raum 45	21,63
Zone 1	Raum 45	1,99
Zone 1	Raum 46	22,67
Zone 1	Raum 46	21,98
Zone 1	Raum 46	1,99
Zone 1	Raum 46	1,69
		<b>200,55</b>

### WA SE

Konstruktion	AW 15MW_20WLG032
Gewerk	Wandfläche
Anwendung	Außenwand gegen Außenluft
$R_{si} / R_{se}$ [m <sup>2</sup> K/W]	0,13 / 0,04
U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,157
R-Wert / R <sub>T</sub> -Wert [m <sup>2</sup> K/W]	6,21 / 6,38
Bruttofläche [m <sup>2</sup> ]	460,03
Orientierung	Südost
Strahlungsabsorptionsgrad $\alpha$ [-]	0,60 (Standardwert (unbekannte Oberfläche))
Verschattung	typisch

### Bauteilzuordnungen

Zone	Raumgruppe	Fläche [m <sup>2</sup> ]
Zone 1	Raum 45	9,06
Zone 1	Raum 45	20,96
Zone 1	Raum 45	27,21

Zone	Raumgruppe	Fläche [m²]
Zone 1	Raum 45	20,96
Zone 1	Raum 45	9,06
Zone 1	Raum 45	8,94
Zone 1	Raum 45	20,45
Zone 1	Raum 45	26,74
Zone 1	Raum 45	20,45
Zone 1	Raum 45	8,94
Zone 1	Raum 45	20,36
Zone 1	Raum 45	20,33
Zone 1	Raum 45	26,74
Zone 1	Raum 45	8,84
Zone 1	Raum 45	8,81
Zone 1	Raum 46	20,08
Zone 1	Raum 46	20,08
Zone 1	Raum 46	26,26
		<b>324,26</b>

## DA H

Konstruktion	Flachdach
Gewerk	Flachdach
Anwendung	Dachfläche (Flachdach nicht belüftet)
Umkehrdach	nein
R <sub>si</sub> / R <sub>se</sub> [m²K/W]	0,10 / 0,04
U-Wert [W/(m²K)]	0,145
R-Wert / R <sub>T</sub> -Wert [m²K/W]	6,75 / 6,89
Bruttofläche [m²]	683,40
Orientierung/Neigung	horizontal / 0°
Strahlungsabsorptionsgrad α [-]	0,60 (Standardwert (unbekannte Oberfläche))
Verschattung	typisch

## Bauteilzuordnungen

Zone	Raumgruppe	Fläche [m²]
Zone 1	Raum 45	97,71
Zone 1	Raum 45	99,07
Zone 1	Raum 46	486,61
		<b>683,40</b>

## DF H

Konstruktion	Flachdach
Gewerk	Flachdach
Anwendung	Dachfläche (Flachdach nicht belüftet)
Umkehrdach	nein
R <sub>si</sub> / R <sub>se</sub> [m²K/W]	0,10 / 0,04
U-Wert [W/(m²K)]	0,145
R-Wert / R <sub>T</sub> -Wert [m²K/W]	6,75 / 6,89

Bruttofläche [m <sup>2</sup> ]	0,04
Orientierung/Neigung	horizontal / 0°
Strahlungsabsorptionsgrad $\alpha$ [-]	0,60 (Standardwert (unbekannte Oberfläche))
Verschattung	typisch

### Bauteilzuordnungen

Zone	Raumgruppe	Fläche [m <sup>2</sup> ]
Zone 1	Raum 45	0,04
		<b>0,04</b>

### DK H

Konstruktion	Flachdach
Gewerk	Decke (Außenbauteil)
Anwendung	Decke nach oben zum unbeheizten Raum
R <sub>si</sub> / R <sub>se</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	0,10 / 0,10
U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,144
R-Wert / R <sub>T</sub> -Wert [m <sup>2</sup> K/W]	6,75 / 6,95
Bruttofläche [m <sup>2</sup> ]	0,09

### Bauteilzuordnungen

Zone	Raumgruppe	Fläche [m <sup>2</sup> ]
Zone 1	Raum 45	0,09
		<b>0,09</b>

### WA SW

Konstruktion	AW 15MW_20WLG032
Gewerk	Wandfläche
Anwendung	Außenwand gegen Außenluft
R <sub>si</sub> / R <sub>se</sub> [m <sup>2</sup> K/W]	0,13 / 0,04
U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,157
R-Wert / R <sub>T</sub> -Wert [m <sup>2</sup> K/W]	6,21 / 6,38
Bruttofläche [m <sup>2</sup> ]	0,92
Orientierung	Südwest
Strahlungsabsorptionsgrad $\alpha$ [-]	0,40 (heller Anstrich)
Verschattung	typisch

### Bauteilzuordnungen

Zone	Raumgruppe	Fläche [m <sup>2</sup> ]
Zone 1	Raum 45	0,25
Zone 1	Raum 45	0,35
Zone 1	Raum 45	0,33
		<b>0,92</b>

## WA NE

Konstruktion	AW 15MW_20WLG032
Gewerk	Wandfläche
Anwendung	Außenwand gegen Außenluft
$R_{si} / R_{se}$ [m <sup>2</sup> K/W]	0,13 / 0,04
U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,157
R-Wert / R <sub>T</sub> -Wert [m <sup>2</sup> K/W]	6,21 / 6,38
Bruttofläche [m <sup>2</sup> ]	0,51
Orientierung	Nordost
Strahlungsabsorptionsgrad $\alpha$ [-]	0,60 (Standardwert (unbekannte Oberfläche))
Verschattung	typisch

### Bauteilzuordnungen

Zone	Raumgruppe	Fläche [m <sup>2</sup> ]
Zone 1	Raum 45	0,26
Zone 1	Raum 45	0,25
		<b>0,51</b>

## WA NW

Konstruktion	AW 15MW_20WLG032
Gewerk	Wandfläche
Anwendung	Außenwand gegen Außenluft
$R_{si} / R_{se}$ [m <sup>2</sup> K/W]	0,13 / 0,04
U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	0,157
R-Wert / R <sub>T</sub> -Wert [m <sup>2</sup> K/W]	6,21 / 6,38
Bruttofläche [m <sup>2</sup> ]	0,26
Orientierung	Nordwest
Strahlungsabsorptionsgrad $\alpha$ [-]	0,60 (Standardwert (unbekannte Oberfläche))
Verschattung	typisch

### Bauteilzuordnungen

Zone	Raumgruppe	Fläche [m <sup>2</sup> ]
Zone 1	Raum 45	0,01
Zone 1	Raum 45	0,02
Zone 1	Raum 45	0,13
Zone 1	Raum 45	0,10
		<b>0,26</b>

## KE H

Konstruktion	Bodenplatte
Gewerk	Boden/Estrich
Anwendung	Boden an Erdreich angrenzend
$R_{si} / R_{se}$ [m <sup>2</sup> K/W]	0,17 / 0,00

U-Wert [W/(m²K)]	0,138
R-Wert / R <sub>T</sub> -Wert [m²K/W]	7,07 / 7,24
Bruttofläche [m²]	683,53

### Bauteilzuordnungen

Zone	Raumgruppe	Fläche [m²]
Zone 1	Raum 45	683,53
		<b>683,53</b>

## Fenster

### FA

Bezeichnung	FA
U <sub>w</sub> -Wert [W/(m²K)]	0,90
Gesamtenergiedurchlassgrad g [-]	0,50
Korrektur g-Wert [-]	0,90
U-Wert Verglasung U <sub>g</sub> [W/(m²K)]	0,50
Abminderung infolge Rahmenanteil [-]	0,70
Art der Verglasung (für Referenzgebäude)	keine Sonnenschutz-Verglasung
Fläche [m²]	2,13
Sonnenschutz:	
Betriebsart	Nur Blendschutz
Art der Sonnenschutzvorrichtung	feststehende Sonnenschutzvorrichtung
Anordnung	außen
Ausführung	Jalousie, 45°-Stellung
Farbe	weiß
Transmissionsgrad τ <sub>e,B</sub> [-]	0,12
Reflexionsgrad ρ <sub>e,B</sub> [-]	0,74
Gesamtenergiedurchlassgrad g <sub>tot</sub> [-]	0,111
Verschattung	typisch (vom Bauteil übernommen)

Ermittlung der Fensterfläche			
Nr.	Rechnerische Ermittlung	Bemerkung	Zwischen- ergebnis
1	1,15*1,85	Berechnung von E-CAD übernommen	2,13

### Bauteilzuordnungen

Zone	Raumgruppe	Ausrichtung	Fläche [m²]
Zone 1	Raum 45	Nordwest	2,13
Zone 1	Raum 45	Nordwest	6,75
Zone 1	Raum 45	Nordwest	4,26
Zone 1	Raum 45	Nordwest	13,50
Zone 1	Raum 45	Nordwest	2,13
Zone 1	Raum 45	Nordwest	6,75
Zone 1	Raum 45	Südwest	4,26

Zone	Raumgruppe	Ausrichtung	Fläche [m²]
Zone 1	Raum 45	Südwest	2,59
Zone 1	Raum 45	Südwest	1,58
Zone 1	Raum 45	Südost	2,13
Zone 1	Raum 45	Südost	13,50
Zone 1	Raum 45	Südost	1,58
Zone 1	Raum 45	Südost	5,55
Zone 1	Raum 45	Südost	2,13
Zone 1	Raum 45	Südost	13,50
Zone 1	Raum 45	Nordost	1,58
Zone 1	Raum 45	Nordost	2,59
Zone 1	Raum 45	Nordost	1,58
Zone 1	Raum 45	Nordwest	2,13
Zone 1	Raum 45	Nordwest	6,75
Zone 1	Raum 45	Nordwest	0,80
Zone 1	Raum 45	Nordwest	3,38
Zone 1	Raum 45	Nordwest	4,26
Zone 1	Raum 45	Nordwest	13,50
Zone 1	Raum 45	Nordwest	0,80
Zone 1	Raum 45	Nordwest	3,38
Zone 1	Raum 45	Nordwest	2,13
Zone 1	Raum 45	Nordwest	6,75
Zone 1	Raum 45	Südwest	4,26
Zone 1	Raum 45	Südwest	2,59
Zone 1	Raum 45	Südwest	1,58
Zone 1	Raum 45	Südost	2,13
Zone 1	Raum 45	Südost	13,50
Zone 1	Raum 45	Südost	1,58
Zone 1	Raum 45	Südost	5,55
Zone 1	Raum 45	Südost	2,13
Zone 1	Raum 45	Südost	13,50
Zone 1	Raum 45	Nordost	1,58
Zone 1	Raum 45	Nordost	2,59
Zone 1	Raum 45	Nordost	1,58
Zone 1	Raum 45	Nordost	1,58
Zone 1	Raum 45	Südost	2,13
Zone 1	Raum 45	Südost	13,50
Zone 1	Raum 45	Nordwest	0,80
Zone 1	Raum 45	Nordwest	3,38
Zone 1	Raum 45	Nordwest	4,26
Zone 1	Raum 45	Nordwest	13,50
Zone 1	Raum 45	Nordwest	0,80
Zone 1	Raum 45	Nordwest	3,38
Zone 1	Raum 45	Südost	2,13
Zone 1	Raum 45	Südost	13,50
Zone 1	Raum 45	Südost	1,58
Zone 1	Raum 45	Südost	5,55
Zone 1	Raum 45	Nordwest	2,13
Zone 1	Raum 45	Nordwest	6,75
Zone 1	Raum 45	Nordost	2,59

Zone	Raumgruppe	Ausrichtung	Fläche [m²]
Zone 1	Raum 45	Nordost	1,58
Zone 1	Raum 45	Nordwest	2,13
Zone 1	Raum 45	Nordwest	6,75
Zone 1	Raum 45	Südwest	4,26
Zone 1	Raum 45	Südwest	2,59
Zone 1	Raum 45	Südwest	1,58
Zone 1	Raum 46	Südost	6,75
Zone 1	Raum 46	Nordost	1,61
Zone 1	Raum 46	Nordost	1,61
Zone 1	Raum 46	Nordwest	0,80
Zone 1	Raum 46	Nordwest	3,38
Zone 1	Raum 46	Nordwest	4,26
Zone 1	Raum 46	Nordwest	13,50
Zone 1	Raum 46	Nordwest	0,80
Zone 1	Raum 46	Nordwest	3,38
Zone 1	Raum 46	Südwest	1,61
Zone 1	Raum 46	Südwest	1,61
Zone 1	Raum 46	Südost	6,75
Zone 1	Raum 46	Südost	1,58
Zone 1	Raum 46	Südost	5,55
			<b>333,98</b>

## Türen

### TA

Bezeichnung	TA
U-Wert [W/(m²K)]	1,30
Fläche [m²]	3,60

Ermittlung der Türfläche			
Nr.	Rechnerische Ermittlung	Bemerkung	Zwischen- ergebnis
1	1,60*2,25	Berechnung von E-CAD übernommen	3,60

### Bauteilzuordnungen

Zone	Raumgruppe	Ausrichtung	Fläche [m²]
Zone 1	Raum 45	Nordwest	3,60
Zone 1	Raum 45	Nordwest	3,60
			<b>7,20</b>

# Berechnung HT'

## Bauteile und Fenster

Wärmebrückenzuschlag der Zone für HT':  $\Delta U_{WB} = 0,030 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$

Bezeichnung	Nettofläche [m <sup>2</sup> ]	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	Fx-Wert [-]	H <sub>T</sub> [W/K]	abw. $\Delta U_{WB}$ [W/(m <sup>2</sup> K)]
KE H	683,53	0,14	0,60	57,42	
WA NW	15,92	0,16	1,00	2,55	
FA	2,13	0,90	1,00	1,91	
FA	6,75	0,90	1,00	6,08	
WA SW	2,05	0,16	1,00	0,33	
WA NW	6,49	0,16	1,00	1,04	
TA	3,60	1,30	1,00	4,68	
WA NE	2,05	0,16	1,00	0,33	
WA NW	30,36	0,16	1,00	4,86	
FA	4,26	0,90	1,00	3,83	
FA	13,50	0,90	1,00	12,15	
WA SW	2,05	0,16	1,00	0,33	
WA NW	6,49	0,16	1,00	1,04	
TA	3,60	1,30	1,00	4,68	
WA NE	2,05	0,16	1,00	0,33	
WA NW	15,92	0,16	1,00	2,55	
FA	2,13	0,90	1,00	1,91	
FA	6,75	0,90	1,00	6,08	
WA SW	19,52	0,16	1,00	3,12	
FA	4,26	0,90	1,00	3,83	
WA SE	9,06	0,16	1,00	1,45	
WA SW	1,12	0,16	1,00	0,18	
FA	2,59	0,90	1,00	2,33	
WA NW	3,87	0,16	1,00	0,62	
WA SW	22,20	0,16	1,00	3,55	
FA	1,58	0,90	1,00	1,42	
WA SE	20,96	0,16	1,00	3,35	
FA	2,13	0,90	1,00	1,91	
FA	13,50	0,90	1,00	12,15	
WA SW	1,74	0,16	1,00	0,28	
WA SE	27,21	0,16	1,00	4,35	
FA	1,58	0,90	1,00	1,42	
FA	5,55	0,90	1,00	5,00	
WA NE	1,74	0,16	1,00	0,28	
WA SE	20,96	0,16	1,00	3,35	
FA	2,13	0,90	1,00	1,91	
FA	13,50	0,90	1,00	12,15	
WA NE	22,20	0,16	1,00	3,55	
FA	1,58	0,90	1,00	1,42	
WA NW	3,87	0,16	1,00	0,62	

Bezeichnung	Nettofläche [m²]	U-Wert [W/(m²K)]	Fx-Wert [-]	H <sub>T</sub> [W/K]	abw. ΔU <sub>WB</sub> [W/(m²K)]
WA NE	1,12	0,16	1,00	0,18	
FA	2,59	0,90	1,00	2,33	
WA SE	9,06	0,16	1,00	1,45	
WA NE	22,20	0,16	1,00	3,55	
FA	1,58	0,90	1,00	1,42	
WA NW	15,58	0,16	1,00	2,49	
FA	2,13	0,90	1,00	1,91	
FA	6,75	0,90	1,00	6,08	
WA SW	2,02	0,16	1,00	0,32	
WA NW	5,78	0,16	1,00	0,93	
FA	0,80	0,90	1,00	0,72	
FA	3,38	0,90	1,00	3,04	
WA NE	2,02	0,16	1,00	0,32	
WA NW	29,69	0,16	1,00	4,75	
FA	4,26	0,90	1,00	3,83	
FA	13,50	0,90	1,00	12,15	
WA SW	2,02	0,16	1,00	0,32	
WA NW	5,78	0,16	1,00	0,93	
FA	0,80	0,90	1,00	0,72	
FA	3,38	0,90	1,00	3,04	
WA NE	2,02	0,16	1,00	0,32	
WA NW	15,58	0,16	1,00	2,49	
FA	2,13	0,90	1,00	1,91	
FA	6,75	0,90	1,00	6,08	
WA SW	19,20	0,16	1,00	3,07	
FA	4,26	0,90	1,00	3,83	
WA SE	8,94	0,16	1,00	1,43	
WA SW	1,07	0,16	1,00	0,17	
FA	2,59	0,90	1,00	2,33	
WA NW	3,82	0,16	1,00	0,61	
WA SW	21,88	0,16	1,00	3,50	
FA	1,58	0,90	1,00	1,42	
WA SE	20,45	0,16	1,00	3,27	
FA	2,13	0,90	1,00	1,91	
FA	13,50	0,90	1,00	12,15	
WA SW	1,72	0,16	1,00	0,27	
WA SE	26,74	0,16	1,00	4,28	
FA	1,58	0,90	1,00	1,42	
FA	5,55	0,90	1,00	5,00	
WA NE	1,72	0,16	1,00	0,27	
WA SE	20,45	0,16	1,00	3,27	
FA	2,13	0,90	1,00	1,91	
FA	13,50	0,90	1,00	12,15	
WA NE	21,88	0,16	1,00	3,50	
FA	1,58	0,90	1,00	1,42	
WA NW	3,82	0,16	1,00	0,61	
WA NE	1,07	0,16	1,00	0,17	
FA	2,59	0,90	1,00	2,33	

Bezeichnung	Nettofläche [m²]	U-Wert [W/(m²K)]	Fx-Wert [-]	H <sub>T</sub> [W/K]	abw. ΔU <sub>WB</sub> [W/(m²K)]
WA SE	8,94	0,16	1,00	1,43	
WA NE	21,88	0,16	1,00	3,50	
FA	1,58	0,90	1,00	1,42	
DF H	0,04	0,15	1,00	0,01	
DK H	0,09	0,14	0,50	0,01	
DA H	97,71	0,15	1,00	14,66	
DA H	99,07	0,15	1,00	14,86	
WA NE	21,88	0,16	1,00	3,50	
FA	1,58	0,90	1,00	1,42	
WA NW	3,78	0,16	1,00	0,60	
WA SE	20,36	0,16	1,00	3,26	
FA	2,13	0,90	1,00	1,91	
FA	13,50	0,90	1,00	12,15	
WA NW	5,78	0,16	1,00	0,93	
FA	0,80	0,90	1,00	0,72	
FA	3,38	0,90	1,00	3,04	
WA NE	2,02	0,16	1,00	0,32	
WA NW	29,69	0,16	1,00	4,75	
FA	4,26	0,90	1,00	3,83	
FA	13,50	0,90	1,00	12,15	
WA SW	2,02	0,16	1,00	0,32	
WA NW	5,78	0,16	1,00	0,93	
FA	0,80	0,90	1,00	0,72	
FA	3,38	0,90	1,00	3,04	
WA SE	20,33	0,16	1,00	3,25	
FA	2,13	0,90	1,00	1,91	
FA	13,50	0,90	1,00	12,15	
WA SW	1,72	0,16	1,00	0,27	
WA SE	26,74	0,16	1,00	4,28	
FA	1,58	0,90	1,00	1,42	
FA	5,55	0,90	1,00	5,00	
WA NE	1,72	0,16	1,00	0,27	
WA NW	15,32	0,16	1,00	2,45	
FA	2,13	0,90	1,00	1,91	
FA	6,75	0,90	1,00	6,08	
WA SW	2,00	0,16	1,00	0,32	
WA NE	1,03	0,16	1,00	0,17	
FA	2,59	0,90	1,00	2,33	
WA SE	8,84	0,16	1,00	1,41	
WA NE	21,63	0,16	1,00	3,46	
FA	1,58	0,90	1,00	1,42	
WA NE	1,99	0,16	1,00	0,32	
WA NW	15,23	0,16	1,00	2,44	
FA	2,13	0,90	1,00	1,91	
FA	6,75	0,90	1,00	6,08	
WA SW	18,87	0,16	1,00	3,02	
FA	4,26	0,90	1,00	3,83	
WA SE	8,81	0,16	1,00	1,41	

Bezeichnung	Nettofläche [m²]	U-Wert [W/(m²K)]	Fx-Wert [-]	H <sub>T</sub> [W/K]	abw. ΔU <sub>WB</sub> [W/(m²K)]
WA SW	1,02	0,16	1,00	0,16	
FA	2,59	0,90	1,00	2,33	
WA NW	3,76	0,16	1,00	0,60	
WA SW	21,55	0,16	1,00	3,45	
FA	1,58	0,90	1,00	1,42	
WA SW	0,25	0,16	1,00	0,04	
WA NE	0,26	0,16	1,00	0,04	
WA NE	0,25	0,16	1,00	0,04	
WA NW	0,01	0,16	1,00	0,00	
WA NW	0,02	0,16	1,00	0,00	
WA SW	0,35	0,16	1,00	0,06	
WA NW	0,13	0,16	1,00	0,02	
WA SW	0,33	0,16	1,00	0,05	
WA NW	0,10	0,16	1,00	0,02	
DA H	486,61	0,15	1,00	72,99	
WA SE	20,08	0,16	1,00	3,21	
FA	6,75	0,90	1,00	6,08	
WA NE	22,67	0,16	1,00	3,63	
FA	1,61	0,90	1,00	1,45	
WA NW	9,26	0,16	1,00	1,48	
WA NE	21,98	0,16	1,00	3,52	
FA	1,61	0,90	1,00	1,45	
WA NW	6,72	0,16	1,00	1,07	
FA	0,80	0,90	1,00	0,72	
FA	3,38	0,90	1,00	3,04	
WA NE	1,99	0,16	1,00	0,32	
WA NW	29,03	0,16	1,00	4,64	
FA	4,26	0,90	1,00	3,83	
FA	13,50	0,90	1,00	12,15	
WA SW	1,99	0,16	1,00	0,32	
WA NW	6,70	0,16	1,00	1,07	
FA	0,80	0,90	1,00	0,72	
FA	3,38	0,90	1,00	3,04	
WA SW	23,04	0,16	1,00	3,69	
FA	1,61	0,90	1,00	1,45	
WA NW	9,26	0,16	1,00	1,48	
WA SW	21,61	0,16	1,00	3,46	
FA	1,61	0,90	1,00	1,45	
WA SE	20,08	0,16	1,00	3,21	
FA	6,75	0,90	1,00	6,08	
WA SW	1,69	0,16	1,00	0,27	
WA SE	26,26	0,16	1,00	4,20	
FA	1,58	0,90	1,00	1,42	
FA	5,55	0,90	1,00	5,00	
WA NE	1,69	0,16	1,00	0,27	
Wärmebrücken (H <sub>T</sub> = A * ΔU <sub>WB</sub> = 2.730,1 * 0,030)				81,90	
<b>Gesamt</b>	<b>2.730,10</b>			<b>715,28</b>	

$$H_T' = H_T / A = 715,28 / 2.730,10 = 0,262 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

# Zone 1

## Nutzungsprofil

Wohngebäude: Mehrfamilienhaus (Standardprofil)

## Geometrie

Äußeres Bruttovolumen $V_e$ [m <sup>3</sup> ]	7.257,37
Nettovolumen $V$ [m <sup>3</sup> ]	5.515,6
Nutzfläche $A_N$ [m <sup>2</sup> ]	2.322,36
Nettogrundfläche $A_{NGF}$ [m <sup>2</sup> ]	2.360,81

Geschosshöhe [m]	2,87
kleines Gebäude (bis 3 Vollgeschosse)	ja

## Randbedingungen

Bautechnik	
Bauweise	schwer
Wärmespeicherfähigkeit $C_{\text{wirk}}/A_{\text{NGF}}$ [Wh/(m <sup>2</sup> K)]	130
Wärmebrückenkorrektur $\Delta U_{\text{WB}}$ [W/m <sup>2</sup> K]	0,030
Berechnung des unteren Gebäudeabschlusses mit Temperaturkorrekturfaktoren	nein

Die Einhaltung des sommerlichen Wärmeschutzes wurde bei der Zonenbilanz nicht berücksichtigt.

Konditionierung	
Thermische Konditionierung	ja
Raumheizung/-kühlung durch statische Systeme	beheizt
Lüftungsanlage	keine Lüftungsanlage
Wohnungslüftungsanlage ist bedarfsgeführt	nein
Warmwasserbedarf vorhanden	ja

Gebäudeautomation	
Automatisierungsgrad für Heizung	C

Nutzungsdauer	
Reduzierter Betrieb an Nutzungstagen	Temperaturabsenkung
Reduzierter Betrieb an Nichtnutzungstagen	Temperaturabsenkung

## Belüftung

Verbindung zur Außenluft	über Durchlässe und Fenster
e [-]	0,07
f [-]	15
Dichtheitsprüfung	Kategorie II - keine Dichtheitsprüfung vorgesehen
Luftwechsel bei 50 Pa Druckdifferenz $n_{50}$ [h <sup>-1</sup> ]	2,97
Außenluftdurchlässe vorhanden	nein

## Unterer Abschluss: Bodenplatte auf Erdreich

Umfang Bodenplatte [m]	126,02
Dicke der Umfassungswände in Höhe Erdreichoberkante [m]	0,00
zusätzliche Randdämmung vorhanden	nein

## Gewinne/Verluste der Bauteile

Nr.	Name	Gewinne [kWh/a]	Verluste [kWh/a]
1	KE H	0	6.303
2	WA NW	8	227
3	FA	61	171
4	FA	192	541
5	WA SW	3	29
6	WA NW	3	93
7	TA	14	417
8	WA NE	1	29
9	WA NW	14	433
10	FA	121	341
11	FA	384	1.082
12	WA SW	3	29
13	WA NW	3	93
14	TA	14	417
15	WA NE	1	29
16	WA NW	8	227
17	FA	61	171
18	FA	192	541
19	WA SW	33	278
20	FA	206	341
21	WA SE	18	129
22	WA SW	2	16
23	FA	125	207
24	WA NW	2	55
25	WA SW	38	317
26	FA	76	126
27	WA SE	41	299
28	FA	112	171
29	FA	714	1.082

Nr.	Name	Gewinne [kWh/a]	Verluste [kWh/a]
30	WA SW	3	25
31	WA SE	53	388
32	FA	83	126
33	FA	293	445
34	WA NE	1	25
35	WA SE	41	299
36	FA	112	171
37	FA	714	1.082
38	WA NE	14	317
39	FA	49	126
40	WA NW	2	55
41	WA NE	1	16
42	FA	80	207
43	WA SE	18	129
44	WA NE	14	317
45	FA	49	126
46	WA NW	7	222
47	FA	61	171
48	FA	192	541
49	WA SW	3	29
50	WA NW	3	82
51	FA	23	64
52	FA	96	271
53	WA NE	1	29
54	WA NW	14	423
55	FA	121	341
56	FA	384	1.082
57	WA SW	3	29
58	WA NW	3	82
59	FA	23	64
60	FA	96	271
61	WA NE	1	29
62	WA NW	7	222
63	FA	61	171
64	FA	192	541
65	WA SW	33	274
66	FA	206	341
67	WA SE	18	127
68	WA SW	2	15
69	FA	125	207
70	WA NW	2	54
71	WA SW	37	312
72	FA	76	126
73	WA SE	40	292
74	FA	112	171
75	FA	714	1.082
76	WA SW	3	24
77	WA SE	52	381
78	FA	83	126

Nr.	Name	Gewinne [kWh/a]	Verluste [kWh/a]
79	FA	293	445
80	WA NE	1	24
81	WA SE	40	292
82	FA	112	171
83	FA	714	1.082
84	WA NE	14	312
85	FA	49	126
86	WA NW	2	54
87	WA NE	1	15
88	FA	80	207
89	WA SE	18	127
90	WA NE	14	312
91	FA	49	126
92	DF H	0	1
93	DK H	0	1
94	DA H	146	1.306
95	DA H	148	1.324
96	WA NE	14	312
97	FA	49	126
98	WA NW	2	54
99	WA SE	40	290
100	FA	112	171
101	FA	714	1.082
102	WA NW	3	82
103	FA	23	64
104	FA	96	271
105	WA NE	1	29
106	WA NW	14	423
107	FA	121	341
108	FA	384	1.082
109	WA SW	3	29
110	WA NW	3	82
111	FA	23	64
112	FA	96	271
113	WA SE	40	290
114	FA	112	171
115	FA	714	1.082
116	WA SW	3	24
117	WA SE	52	381
118	FA	83	126
119	FA	293	445
120	WA NE	1	24
121	WA NW	7	218
122	FA	61	171
123	FA	192	541
124	WA SW	3	28
125	WA NE	1	15
126	FA	80	207
127	WA SE	17	126

Nr.	Name	Gewinne [kWh/a]	Verluste [kWh/a]
128	WA NE	14	308
129	FA	49	126
130	WA NE	1	28
131	WA NW	7	217
132	FA	61	171
133	FA	192	541
134	WA SW	32	269
135	FA	206	341
136	WA SE	17	126
137	WA SW	2	15
138	FA	125	207
139	WA NW	2	54
140	WA SW	36	307
141	FA	76	126
142	WA SW	0	4
143	WA NE	0	4
144	WA NE	0	4
145	WA NW	0	0
146	WA NW	0	0
147	WA SW	0	5
148	WA NW	0	2
149	WA SW	0	5
150	WA NW	0	1
151	DA H	726	6.503
152	WA SE	39	286
153	FA	357	541
154	WA NE	14	323
155	FA	50	129
156	WA NW	4	132
157	WA NE	14	313
158	FA	50	129
159	WA NW	3	96
160	FA	23	164
161	FA	96	271
162	WA NE	1	28
163	WA NW	14	414
164	FA	121	341
165	FA	384	1.082
166	WA SW	3	28
167	WA NW	3	96
168	FA	23	164
169	FA	96	271
170	WA SW	39	328
171	FA	78	129
172	WA NW	4	132
173	WA SW	37	308
174	FA	78	129
175	WA SE	39	286
176	FA	357	541

Nr.	Name	Gewinne [kWh/a]	Verluste [kWh/a]
177	WA SW	3	24
178	WA SE	51	374
179	FA	83	126
180	FA	293	445
181	WA NE	1	24
	Wärmebrücken		5.470

## Zonenergebnisse: Zone 1

### Nutzenergiebedarf nach Verbrauchern

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]
Heizung	70.224,2	30,24
Warmwasser	29.000,9	12,49
Gesamt	99.225,0	42,73

### Endenergiebedarf nach Energieträgern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]
Strom-Mix	63.062,8	27,15
Gesamt	63.062,8	27,15

### Endenergiebedarf nach Verbrauchern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]
Heizung	23.285,9	10,03
Warmwasser	39.776,8	17,13
Gesamt	63.062,8	27,15

### Primärenergiebedarf nach Verbrauchern (heizwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]
Heizung	41.914,7	18,05
Warmwasser	71.598,3	30,83
Gesamt	113.513,0	48,88

## Weitere Ergebnisse

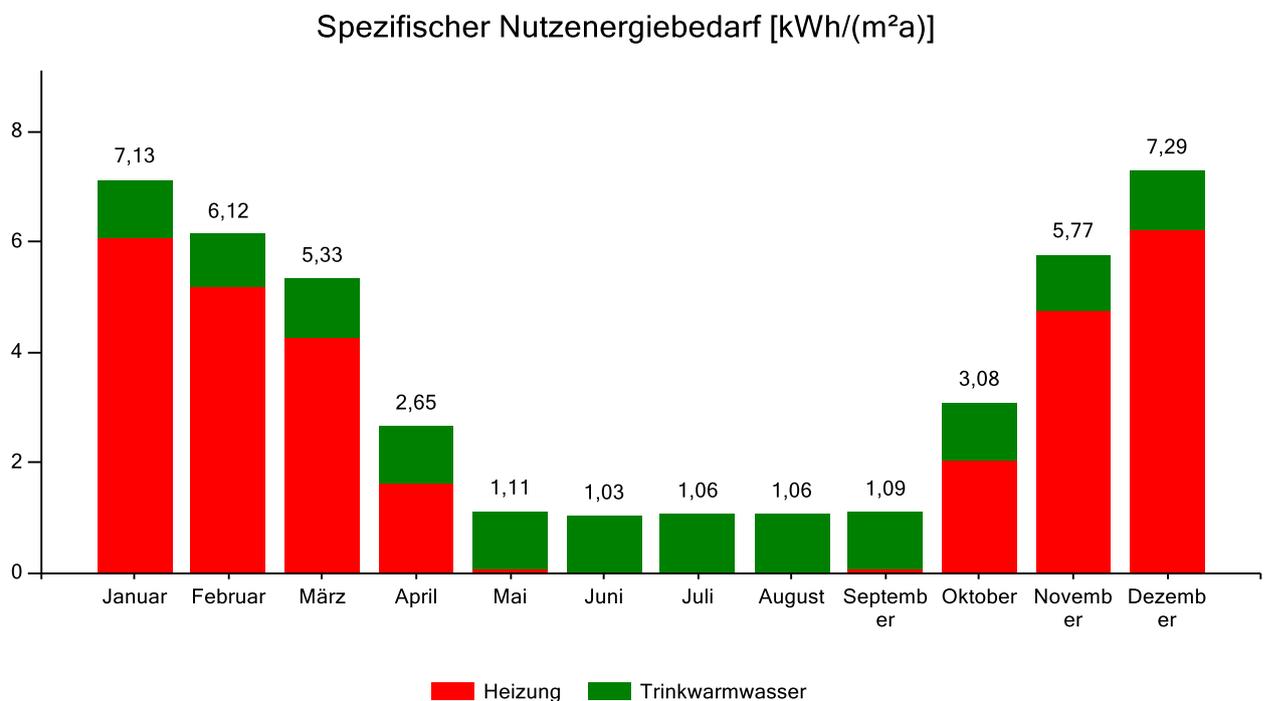
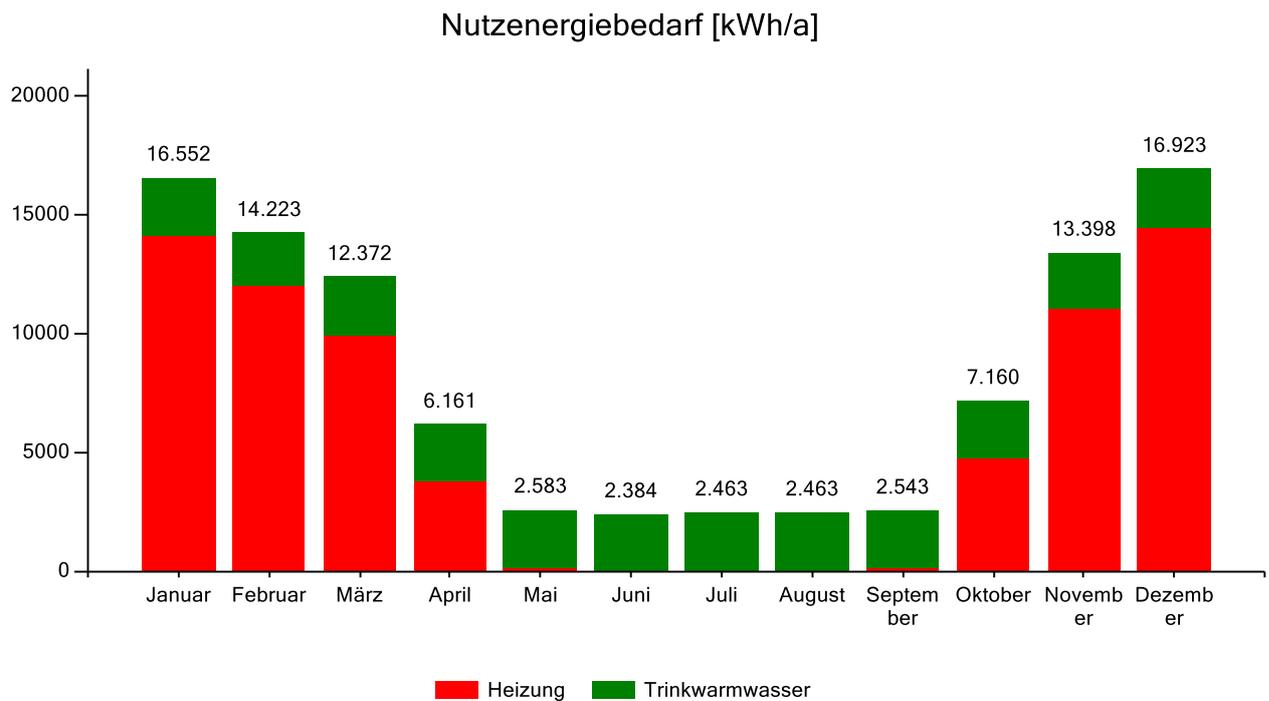
### Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen

jährlicher Heizwärmebedarf [kWh/a]	70.224,17
maximale Heizleistung in der Gebäudezone [kW]	42,68
maximale Heizleistung unter Berücksichtigung der mechanischen Lüftungsanlage [kW]	42,68
Mittelwert des Wärmetransferkoeffizients für Lüftung H <sub>v</sub> [W/K]	1.359,76

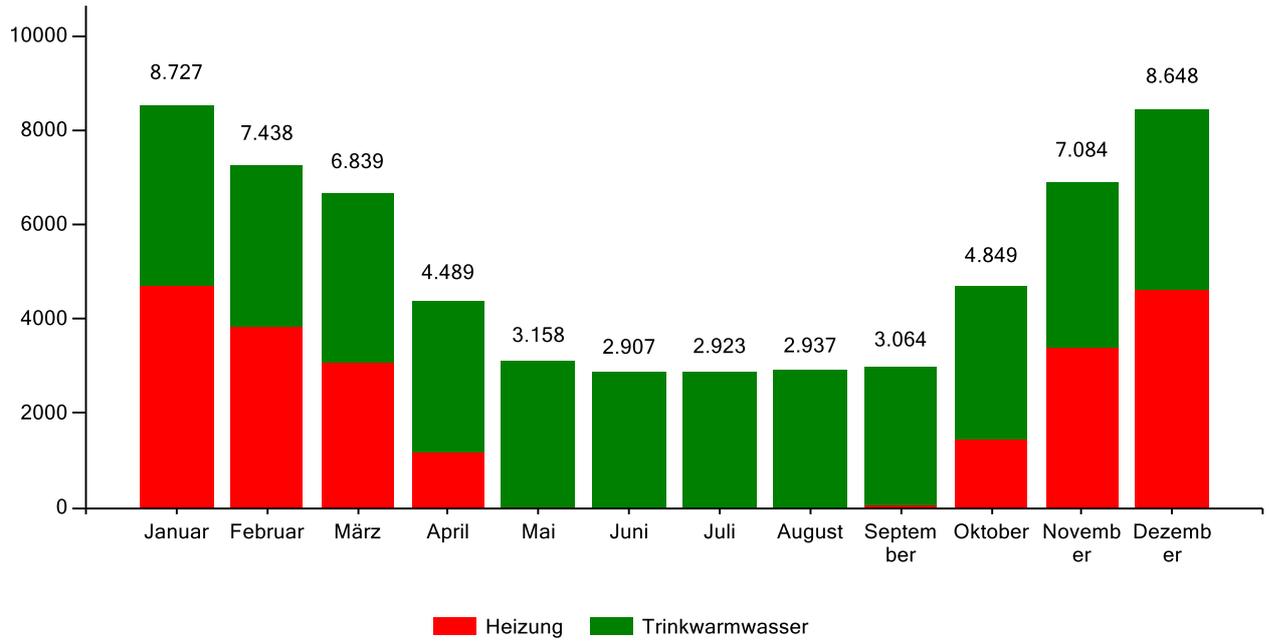
### Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen

ungeregelter Wärmeeintrag in Zone [kWh/a]	0,00
---	------

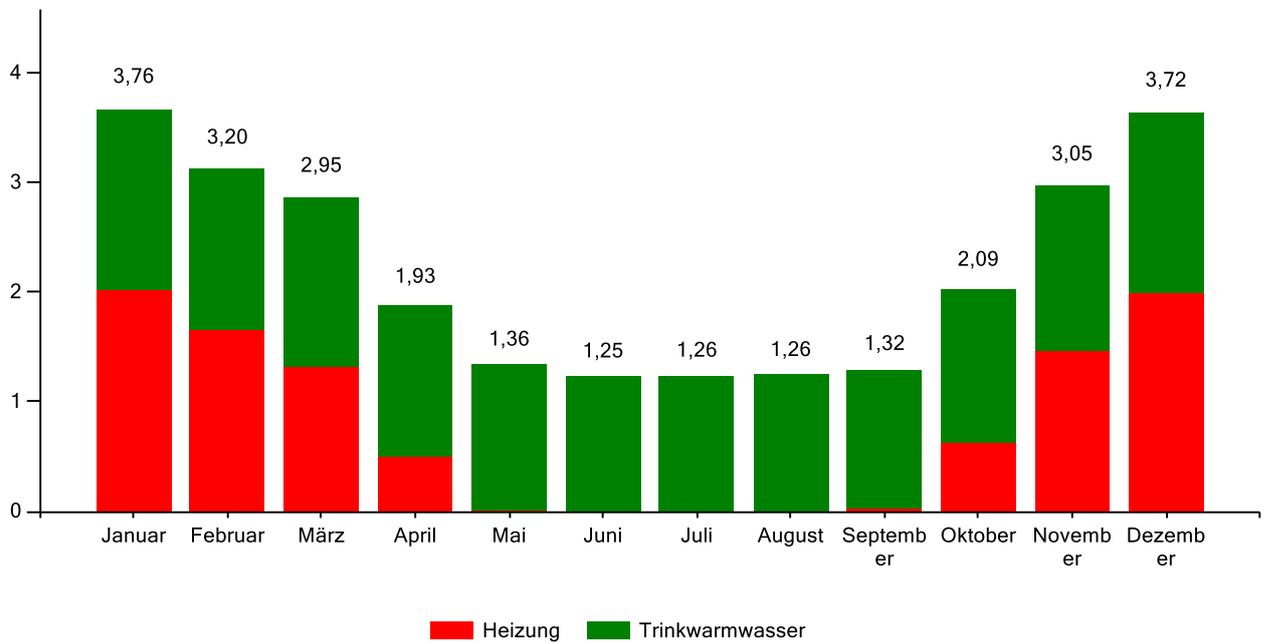
## Zonenergebnisse (grafisch): Zone 1



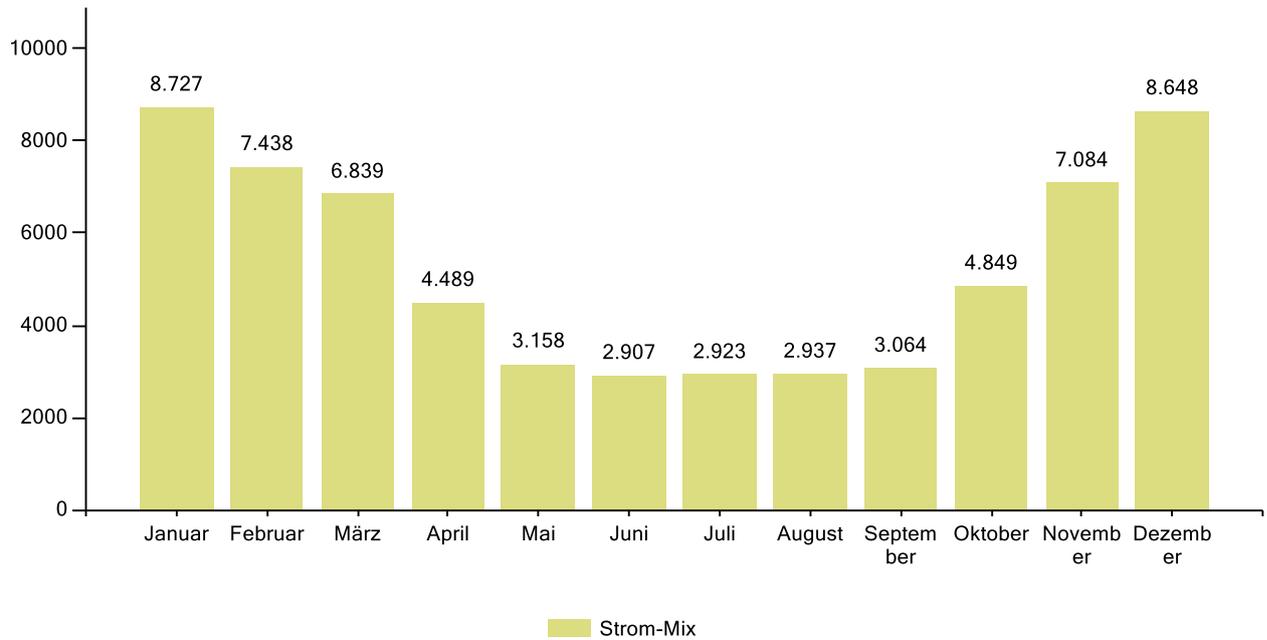
### Endenergiebedarf [kWh/a]



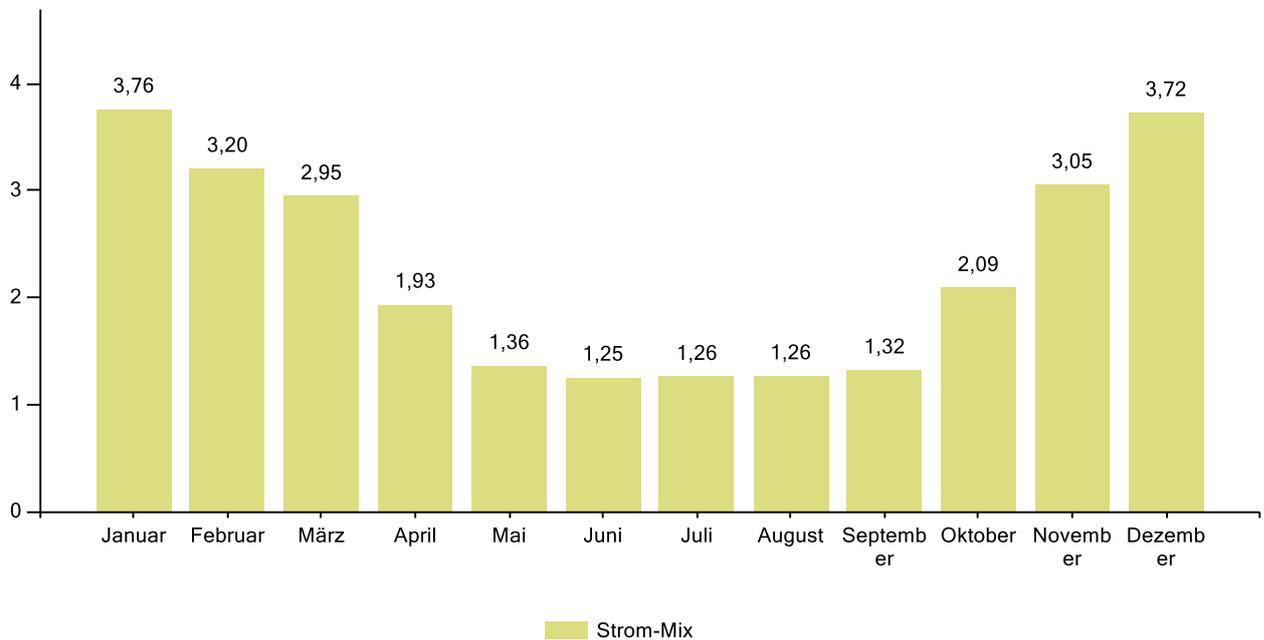
### Spezifischer Endenergiebedarf [kWh/(m²a)]



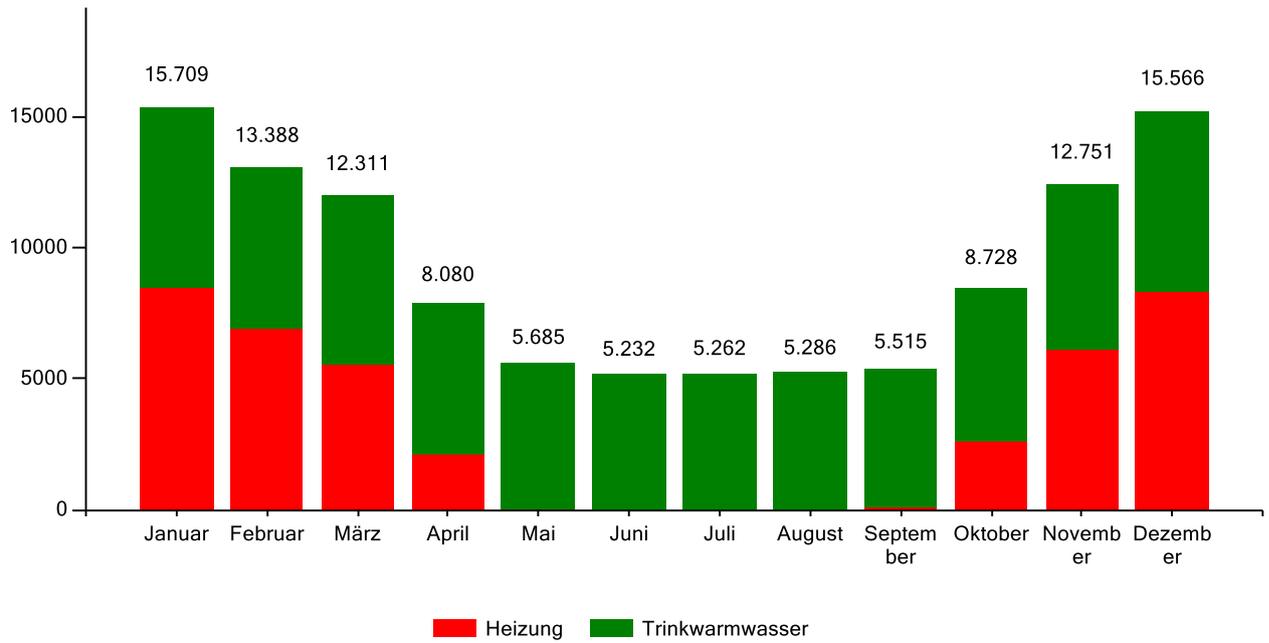
## Endenergie nach Energieträgern [kWh/a]



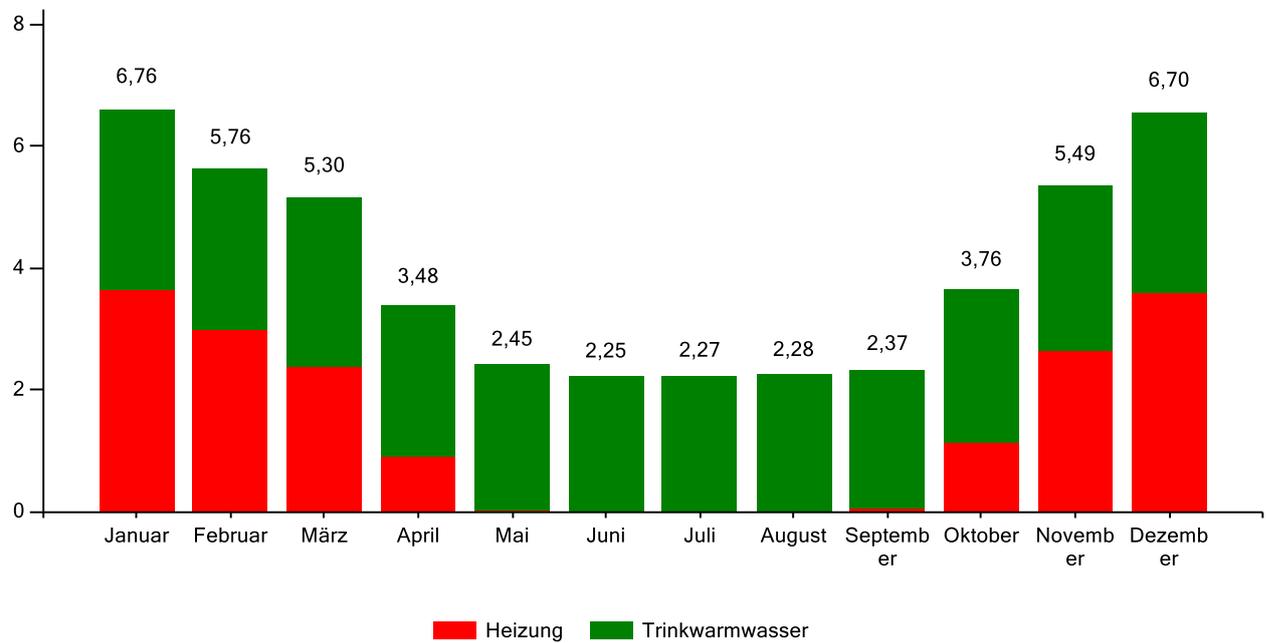
## Spezifische Endenergie nach Energieträgern [kWh/(m²a)]



### Primärenergiebedarf [kWh/a]



### Spezifischer Primärenergiebedarf [kWh/(m²a)]



# Nutzungsprofile

## Wohngebäude: Mehrfamilienhaus

Nutzungszeiten		von	bis
tägliche Nutzungszeit	Uhr	0:00	24:00
jährliche Nutzungstage $d_{\text{Nutz,a}}$	d/a	365	
tägliche Betriebszeit WLA	Uhr	0:00	24:00
jährliche Betriebstage für WLA und Heizung $d_{\text{Nutz,a}}$	d/a	365	
tägliche Betriebszeit Heizung	Uhr	6:00	23:00
Zusätzliche Wohnbauparameter			
Raum-Solltemperatur $\vartheta_{i,h,\text{soll}}$	°C	20	
Minimaltemperatur Auslegung Heizung $\vartheta_{i,h,\text{min}}$	°C	20	
Anteil der mitbeheizten Fläche an der Gesamfläche $a_{\text{TB}}$	–	0,15	
Nutzwärmebedarf Trinkwarmwasser $q_{w,b}$	kWh/(m <sup>2</sup> a)	15,0	
interne Wärmequellen $q_i$	Wh/(m <sup>2</sup> d)	90,0	
nutzungsbedingter Mindestaußenluftwechsel $n_{\text{Nutz}}$	h <sup>-1</sup>	0,50	
mittlerer Anlagenluftwechsel $n_{\text{mech}}$	h <sup>-1</sup>	0,40	
Abminderungsfaktor infolge von Verschmutzung $F_V$	–	1,0	

# Geschosse

## Geschoss "Erdgeschoss"

Bezeichnung	Erdgeschoss
Geschosshöhe [m]	2,90
Lichte Raumhöhe [m]	2,50

## Raumgruppe "Raum 45"

Bezeichnung	Raum 45
Zone	Zone 1
Nutzungsprofil	Wohngebäude: Mehrfamilienhaus
Geschosshöhe [m]	2,90
Lichte Raumhöhe [m]	2,50
Nettogrundfläche [m <sup>2</sup> ]	636,83
Nettovolumen [m <sup>3</sup> ]	1.592,08

### Räume:

<b>Raum: Raum 1</b>			
Anzahl: 1	Nettogrundfläche: 636,83 m <sup>2</sup>	Nettovolumen: 1.592,08 m <sup>3</sup>	
Ermittlung der Nettogrundfläche:			
Nr.	Rechnerische Ermittlung	Bemerkung	Zwischen- ergebnis
1	$7,45 \cdot 39,90 + 36,32 \cdot 7,45 + (2,03 + 2,03) / 2 \cdot 33,65 - 0,71 \cdot 4,23 + (0,60 + 0,60) / 2 \cdot 11,09 - 0,71 \cdot 4,23$	Berechnung von E-CAD übernommen	636,80
2	0,037	Korrektur der Rundungsfehler	0,04

<b>Ermittlung des Nettovolumens:</b>			
Nr.	Rechnerische Ermittlung	Bemerkung	Zwischen- ergebnis
1	$2,50 \cdot 7,45 \cdot 39,90 + 2,50 \cdot 36,32 \cdot 7,45 + 2,50 \cdot (2,03 + 2,03) / 2 \cdot 33,65 - 2,50 \cdot 0,71 \cdot 4,23 + 2,50 \cdot (0,60 + 0,60) / 2 \cdot 11,09 - 2,50 \cdot 0,71 \cdot 4,23$	Berechnung von E-CAD übernommen	1.591,99
2	0,093	Korrektur der Rundungsfehler	0,09

### Verwendete Bauteile:

Name	Bruttofläche [m <sup>2</sup> ]	Nettofläche [m <sup>2</sup> ]	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	Ausrichtung
KE H	683,53	683,53	0,14	
WA NW	24,79	15,92	0,16	Nordwest
FA		2,13	0,90	
FA		6,75	0,90	
WA SW	2,05	2,05	0,16	Südwest
WA NW	10,09	6,49	0,16	Nordwest

Name	Bruttofläche [m²]	Nettofläche [m²]	U-Wert [W/(m²K)]	Ausrichtung
TA		3,60	1,3	
WA NE	2,05	2,05	0,16	Nordost
WA NW	48,11	30,36	0,16	Nordwest
FA		4,26	0,90	
FA		13,50	0,90	
WA SW	2,05	2,05	0,16	Südwest
WA NW	10,09	6,49	0,16	Nordwest
TA		3,60	1,3	
WA NE	2,05	2,05	0,16	Nordost
WA NW	24,79	15,92	0,16	Nordwest
FA		2,13	0,90	
FA		6,75	0,90	
WA SW	23,78	19,52	0,16	Südwest
FA		4,26	0,90	
WA SE	9,06	9,06	0,16	Südost
WA SW	3,71	1,12	0,16	Südwest
FA		2,59	0,90	
WA NW	3,87	3,87	0,16	Nordwest
WA SW	23,78	22,20	0,16	Südwest
FA		1,58	0,90	
WA SE	36,58	20,96	0,16	Südost
FA		2,13	0,90	
FA		13,50	0,90	
WA SW	1,74	1,74	0,16	Südwest
WA SE	34,34	27,21	0,16	Südost
FA		1,58	0,90	
FA		5,55	0,90	
WA NE	1,74	1,74	0,16	Nordost
WA SE	36,58	20,96	0,16	Südost
FA		2,13	0,90	
FA		13,50	0,90	
WA NE	23,78	22,20	0,16	Nordost
FA		1,58	0,90	
WA NW	3,87	3,87	0,16	Nordwest
WA NE	3,71	1,12	0,16	Nordost
FA		2,59	0,90	
WA SE	9,06	9,06	0,16	Südost
WA NE	23,78	22,20	0,16	Nordost
FA		1,58	0,90	

## Geschoss "1. Obergeschoss"

Bezeichnung	1. Obergeschoss
Geschosshöhe [m]	2,86
Lichte Raumhöhe [m]	2,50

## Raumgruppe "Raum 45"

Bezeichnung	Raum 45
Zone	Zone 1
Nutzungsprofil	Wohngebäude: Mehrfamilienhaus
Geschosshöhe [m]	2,86
Lichte Raumhöhe [m]	2,50
Nettogrundfläche [m <sup>2</sup> ]	636,83
Nettovolumen [m <sup>3</sup> ]	1.592,08

### Räume:

<b>Raum: Raum 1</b>			
Anzahl: 1	Nettogrundfläche: 636,83 m <sup>2</sup>	Nettovolumen: 1.592,08 m <sup>3</sup>	
Ermittlung der Nettogrundfläche:			
Nr.	Rechnerische Ermittlung	Bemerkung	Zwischen- ergebnis
1	$7,45 \cdot 39,90 + 36,32 \cdot 7,45 + (2,03 + 2,03) / 2 \cdot 33,65 - 0,71 \cdot 4,23 + (0,60 + 0,60) / 2 \cdot 11,09 - 0,71 \cdot 4,23$	Berechnung von E-CAD übernommen	636,80
2	0,037	Korrektur der Rundungsfehler	0,04

<b>Ermittlung des Nettovolumens:</b>			
Nr.	Rechnerische Ermittlung	Bemerkung	Zwischen- ergebnis
1	$2,50 \cdot 7,45 \cdot 39,90 + 2,50 \cdot 36,32 \cdot 7,45 + 2,50 \cdot (2,03 + 2,03) / 2 \cdot 33,65 - 2,50 \cdot 0,71 \cdot 4,23 + 2,50 \cdot (0,60 + 0,60) / 2 \cdot 11,09 - 2,50 \cdot 0,71 \cdot 4,23$	Berechnung von E-CAD übernommen	1.591,99
2	0,094	Korrektur der Rundungsfehler	0,09

### Verwendete Bauteile:

Name	Bruttofläche [m <sup>2</sup> ]	Nettofläche [m <sup>2</sup> ]	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	Ausrichtung
WA NW	24,45	15,58	0,16	Nordwest
FA		2,13	0,90	
FA		6,75	0,90	
WA SW	2,02	2,02	0,16	Südwest
WA NW	9,95	5,78	0,16	Nordwest
FA		0,80	0,90	
FA		3,38	0,90	
WA NE	2,02	2,02	0,16	Nordost
WA NW	47,45	29,69	0,16	Nordwest
FA		4,26	0,90	
FA		13,50	0,90	
WA SW	2,02	2,02	0,16	Südwest
WA NW	9,95	5,78	0,16	Nordwest
FA		0,80	0,90	
FA		3,38	0,90	
WA NE	2,02	2,02	0,16	Nordost

Name	Bruttofläche [m²]	Nettofläche [m²]	U-Wert [W/(m²K)]	Ausrichtung
WA NW	24,45	15,58	0,16	Nordwest
FA		2,13	0,90	
FA		6,75	0,90	
WA SW	23,45	19,20	0,16	Südwest
FA		4,26	0,90	
WA SE	8,94	8,94	0,16	Südost
WA SW	3,66	1,07	0,16	Südwest
FA		2,59	0,90	
WA NW	3,82	3,82	0,16	Nordwest
WA SW	23,45	21,88	0,16	Südwest
FA		1,58	0,90	
WA SE	36,08	20,45	0,16	Südost
FA		2,13	0,90	
FA		13,50	0,90	
WA SW	1,72	1,72	0,16	Südwest
WA SE	33,86	26,74	0,16	Südost
FA		1,58	0,90	
FA		5,55	0,90	
WA NE	1,72	1,72	0,16	Nordost
WA SE	36,08	20,45	0,16	Südost
FA		2,13	0,90	
FA		13,50	0,90	
WA NE	23,45	21,88	0,16	Nordost
FA		1,58	0,90	
WA NW	3,82	3,82	0,16	Nordwest
WA NE	3,66	1,07	0,16	Nordost
FA		2,59	0,90	
WA SE	8,94	8,94	0,16	Südost
WA NE	23,45	21,88	0,16	Nordost
FA		1,58	0,90	

## Geschoss "2. Obergeschoss"

Bezeichnung	2. Obergeschoss
Geschosshöhe [m]	2,86
Lichte Raumhöhe [m]	2,50

## Raumgruppe "Raum 45"

Bezeichnung	Raum 45
Zone	Zone 1
Nutzungsprofil	Wohngebäude: Mehrfamilienhaus
Geschosshöhe [m]	2,86
Lichte Raumhöhe [m]	2,50
Nettogrundfläche [m²]	636,83
Nettovolumen [m³]	1.582,63

**Räume:**

<b>Raum: Raum 1</b>			
Anzahl: 1		Nettogrundfläche: 636,83 m <sup>2</sup>	Nettovolumen: 1.582,63 m <sup>3</sup>
Ermittlung der Nettogrundfläche:			
Nr.	Rechnerische Ermittlung	Bemerkung	Zwischen- ergebnis
1	$7,45 \cdot 39,90 + 36,32 \cdot 7,45 + (2,03 + 2,03) / 2 \cdot 33,65 - 0,71 \cdot 4,23 + (0,60 + 0,60) / 2 \cdot 11,09 - 0,71 \cdot 4,23$	Berechnung von E-CAD übernommen	636,80
2	0,037	Korrektur der Rundungsfehler	0,04

<b>Ermittlung des Nettovolumens:</b>			
Nr.	Rechnerische Ermittlung	Bemerkung	Zwischen- ergebnis
1	$2,50 \cdot 30,87 \cdot 7,86 + 2,50 \cdot 27,59 \cdot 0,38 + 2,50 \cdot 24,30 \cdot 7,94 + 2,50 \cdot (27,59 + 24,30) / 2 \cdot 0,05 + 2,50 \cdot 0,71 \cdot 15,84 + 2,50 \cdot (0,60 + 0,60) / 2 \cdot 11,09 + 2,45 \cdot 8,64 \cdot 3,29 + 2,45 \cdot 2,72 \cdot 7,45 + 2,45 \cdot 9,43 \cdot 1,39 + 2,45 \cdot (3,12 + 3,12) / 2 \cdot 7,45 + 2,44 \cdot 9,07 \cdot 3,28 + 2,44 \cdot 4,52 \cdot 7,45 + 2,44 \cdot 9,48 \cdot 1,39 + 2,44 \cdot 1,33 \cdot 7,45$	Berechnung von E-CAD übernommen	1.582,59
2	0,039	Korrektur der Rundungsfehler	0,04

**Verwendete Bauteile:**

Name	Bruttofläche [m <sup>2</sup> ]	Nettofläche [m <sup>2</sup> ]	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	Ausrichtung
DF H	0,04	0,04	0,15	
DK H	0,09	0,09	0,14	
DA H	97,71	97,71	0,15	
DA H	99,07	99,07	0,15	
WA NE	23,45	21,88	0,16	Nordost
FA		1,58	0,90	
WA NW	3,78	3,78	0,16	Nordwest
WA SE	35,99	20,36	0,16	Südost
FA		2,13	0,90	
FA		13,50	0,90	
WA NW	9,95	5,78	0,16	Nordwest
FA		0,80	0,90	
FA		3,38	0,90	
WA NE	2,02	2,02	0,16	Nordost
WA NW	47,45	29,69	0,16	Nordwest
FA		4,26	0,90	
FA		13,50	0,90	
WA SW	2,02	2,02	0,16	Südwest
WA NW	9,95	5,78	0,16	Nordwest
FA		0,80	0,90	
FA		3,38	0,90	
WA SE	35,95	20,33	0,16	Südost
FA		2,13	0,90	

Name	Bruttofläche [m²]	Nettofläche [m²]	U-Wert [W/(m²K)]	Ausrichtung
FA		13,50	0,90	
WA SW	1,72	1,72	0,16	Südwest
WA SE	33,86	26,74	0,16	Südost
FA		1,58	0,90	
FA		5,55	0,90	
WA NE	1,72	1,72	0,16	Nordost
WA NW	24,20	15,32	0,16	Nordwest
FA		2,13	0,90	
FA		6,75	0,90	
WA SW	2,00	2,00	0,16	Südwest
WA NE	3,62	1,03	0,16	Nordost
FA		2,59	0,90	
WA SE	8,84	8,84	0,16	Südost
WA NE	23,21	21,63	0,16	Nordost
FA		1,58	0,90	
WA NE	1,99	1,99	0,16	Nordost
WA NW	24,11	15,23	0,16	Nordwest
FA		2,13	0,90	
FA		6,75	0,90	
WA SW	23,12	18,87	0,16	Südwest
FA		4,26	0,90	
WA SE	8,81	8,81	0,16	Südost
WA SW	3,61	1,02	0,16	Südwest
FA		2,59	0,90	
WA NW	3,76	3,76	0,16	Nordwest
WA SW	23,12	21,55	0,16	Südwest
FA		1,58	0,90	
WA SW	0,25	0,25	0,16	Südwest
WA NE	0,26	0,26	0,16	Nordost
WA NE	0,25	0,25	0,16	Nordost
WA NW	0,01	0,01	0,16	Nordwest
WA NW	0,02	0,02	0,16	Nordwest
WA SW	0,35	0,35	0,16	Südwest
WA NW	0,13	0,13	0,16	Nordwest
WA SW	0,33	0,33	0,16	Südwest
WA NW	0,10	0,10	0,16	Nordwest

## Geschoss "Staffelgeschoss"

Bezeichnung	Staffelgeschoss
Geschosshöhe [m]	2,86
Lichte Raumhöhe [m]	2,50

## Raumgruppe "Raum 46"

Bezeichnung	Raum 46
Zone	Zone 1
Nutzungsprofil	Wohngebäude: Mehrfamilienhaus
Geschosshöhe [m]	2,86
Lichte Raumhöhe [m]	2,50
Nettogrundfläche [m <sup>2</sup> ]	450,32
Nettovolumen [m <sup>3</sup> ]	1.098,77

### Räume:

<b>Raum: Raum 1</b>			
Anzahl: 1	Nettogrundfläche: 450,32 m <sup>2</sup>	Nettovolumen: 1.098,77 m <sup>3</sup>	
Ermittlung der Nettogrundfläche:			
Nr.	Rechnerische Ermittlung	Bemerkung	Zwischen- ergebnis
1	$30,12 \cdot 7,48 + 26,84 \cdot 0,38 + 8,36 \cdot 23,55 + (0,71 + 0,71)/2 \cdot 15,84 + (0,60 + 0,60)/2 \cdot 11,09$	Berechnung von E-CAD übernommen	450,28
2	0,040	Korrektur der Rundungsfehler	0,04

<b>Ermittlung des Nettovolumens:</b>			
Nr.	Rechnerische Ermittlung	Bemerkung	Zwischen- ergebnis
1	$2,44 \cdot 30,12 \cdot 7,48 + 2,44 \cdot 26,84 \cdot 0,38 + 2,44 \cdot 8,36 \cdot 23,55 + 2,44 \cdot (0,71 + 0,71)/2 \cdot 15,84 + 2,44 \cdot (0,60 + 0,60)/2 \cdot 11,09$	Berechnung von E-CAD übernommen	1.098,67
2	0,097	Korrektur der Rundungsfehler	0,10

### Verwendete Bauteile:

Name	Bruttofläche [m <sup>2</sup> ]	Nettofläche [m <sup>2</sup> ]	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	Ausrichtung
DA H	486,61	486,61	0,15	
WA SE	26,83	20,08	0,16	Südost
FA		6,75	0,90	
WA NE	24,28	22,67	0,16	Nordost
FA		1,61	0,90	
WA NW	9,26	9,26	0,16	Nordwest
WA NE	23,59	21,98	0,16	Nordost
FA		1,61	0,90	
WA NW	10,89	6,72	0,16	Nordwest
FA		0,80	0,90	
FA		3,38	0,90	
WA NE	1,99	1,99	0,16	Nordost
WA NW	46,78	29,03	0,16	Nordwest
FA		4,26	0,90	
FA		13,50	0,90	
WA SW	1,99	1,99	0,16	Südwest
WA NW	10,87	6,70	0,16	Nordwest

Name	Bruttofläche [m <sup>2</sup> ]	Nettofläche [m <sup>2</sup> ]	U-Wert [W/(m <sup>2</sup> K)]	Ausrichtung
FA		0,80	0,90	
FA		3,38	0,90	
WA SW	24,65	23,04	0,16	Südwest
FA		1,61	0,90	
WA NW	9,26	9,26	0,16	Nordwest
WA SW	23,22	21,61	0,16	Südwest
FA		1,61	0,90	
WA SE	26,83	20,08	0,16	Südost
FA		6,75	0,90	
WA SW	1,69	1,69	0,16	Südwest
WA SE	33,39	26,26	0,16	Südost
FA		1,58	0,90	
FA		5,55	0,90	
WA NE	1,69	1,69	0,16	Nordost



# Anlagentechnik

## Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Heizung

### Erzeugereinheit Heizung

Anzahl Erzeuger	1
Anzahl Speicher	1
Art des Systems	indirekt
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen

### 1. Wärmepumpe 1

Erzeuger	Wärmepumpe
Baujahr	2025
Energieträger	Strom-Mix
kombinierter Wärmeerzeuger für Heizung und Trinkwarmwasser:	
zugehörige Trinkwarmwassereinheit	Erzeugereinheit Warmwasser

### Details

Vor-/Rücklauftemperatur [°C]	35,0/28,0
Nennleistung [kW]	42,00
Antrieb	elektrisch angetrieben
Art der Wärmepumpe (Quelle-Senke)	Luft-Wasser
Wärmepumpensondertarif	nein
Leistungsbedarf des Sekundärkreises [kW]	0,05 (Standardwert)
Druckabfall der Sekundärseite [kPa]	10,0
Volumenstrom auf der Sekundärseite [m³/h]	5,2 (Standardwert)
Temperaturdifferenz bei der Prüfstandsmessung [K]	5,0 (Standardwert)
Spreizung unter mittleren Betriebsbedingungen	5 K (Standardwert)
obere Temperaturgrenze für den Betrieb (Trinkwarmwasser) [°C]	45,0
Regelbarkeit	Stetig geregelt
bivalente Betriebsweise	Heizung und Trinkwarmwasser
bivalente Betriebsweise Heizung	Parallelbetrieb
integrierter Zusatzheizer	Heizung
Bivalenztemperatur [°C]	-7,0
Heizgrenztemperatur [°C]	10 (Standardwert)
Gebäudetyp zur Bestimmung der Heizgrenztemperatur	Passivhaus
maximale Vorlauftemperatur der Wärmepumpe [°C]	60
Art des Wärmeverteilsystems	Flächenheizung
Eigenschaft Flächenheizung	leicht

Abstand der Rohre [cm]	25,0
Art des kombinierten Betriebs	alternativ
integrierter Speicher	keiner
Wärmequelle Außenluft	
Standardwerte für Wärmepumpenparameter	ja

## 2. Speicher 1

Baujahr	2024
Aufstellung des Speichers	stehend
Umgebung	innerhalb Zone
Zone	Zone 1
separate Umwälzpumpe	ja
Speicher-Nenninhalt [l]	399,0 (Standardwert)
Bereitschafts-Wärmeverlust [kWh/d]	3,20 (Standardwert)
Nennleistungsaufnahme der Pumpe [W]	110,8 (Standardwert)

Speicher und Wärmeerzeuger befinden sich im selben Raum

## Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]		Hilfsenergie [kWh/a]	
	für statische Systeme	für RLT-Anlagen	für statische Systeme	für RLT-Anlagen
<i>Zu deckender Nutzenergiebedarf</i>	70.224,17	0,00	–	–
+ <i>Verluste durch Speicherung</i>	94,73	0,00	212,86	0,00
+ <i>Verluste durch Verteilung</i>	910,07	0,00	527,62	0,00
+ <i>Verluste durch Übergabe</i>	7.150,41	0,00	0,00	0,00
= <i>erforderliche Erzeugernutzenergie</i>	78.379,38	0,00	–	–
– <i>regenerativer Anteil</i>	56.005,47	0,00	–	–
+ <i>Verluste durch Erzeugung</i>	0,00	0,00	171,56	0,00
= <i>Endenergiebedarf</i>	22.373,91	0,00	912,04	0,00

## Erzeugerdeckungsanteile

Erzeuger	Deckungsanteil [%]
Wärmepumpe 1	99,37
Elektrischer Zusatzheizer der Wärmepumpe	0,63

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe (inkl. internem Heizstab):  $SPF_{gen,t,a} = 3,48$

Jahresarbeitszahl der Erzeugereinheit:  $SPF = 3,48$

# Anlagentechnik: Erzeugungseinheiten Trinkwarmwasser

## Erzeugereinheit Warmwasser

Anzahl Erzeuger	1
Anzahl Speicher	1
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen

### 1. Wärmepumpe 1

Erzeuger	Wärmepumpe
Baujahr	2024
Energieträger	Strom-Mix
kombinierter Wärmeerzeuger für Heizung und Trinkwarmwasser:	
zugehörige Heizungserzeugereinheit (mit Erzeugerdetails)	Erzeugereinheit Heizung

### 2. Speicher 1

Baujahr	2024
Art des Trinkwarmwasserspeichers	indirekt beheizter Trinkwarmwasserspeicher
Aufstellung des Speichers	stehend
Umgebung	innerhalb Zone
Zone	Zone 1
Speicher-Nenninhalt [l]	713,6 (Standardwert)
Bereitschafts-Wärmeverlust [kWh/d]	3,95 (Standardwert)
Nennleistungsaufnahme der Pumpe [W]	104,2 (Standardwert)

Speicher und Wärmeerzeuger befinden sich im selben Raum

## Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
<i>Zu deckender Nutzenergiebedarf</i>	29.000,86	–
<i>+ Verluste durch Speicherung</i>	1.356,30	195,14
<i>+ Verluste durch Verteilung</i>	41.163,33	338,74
<i>= erforderliche Erzeugernutzenergie</i>	71.520,49	–
<i>– regenerativer Anteil</i>	32.277,53	–
<i>+ Verluste durch Erzeugung</i>	0,00	0,00
<i>= Endenergiebedarf</i>	39.242,96	533,88

## Erzeugerdeckungsanteile

Erzeuger	Deckungsanteil [%]
Wärmepumpe 1	70,00
Elektrischer Zusatzheizer der Wärmepumpe	30,00

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe (inkl. internem Heizstab):  $SPF_{\text{gen,t,a}} = 1,82$

Jahresarbeitszahl der Erzeugereinheit:  $SPF = 1,82$

# Anlagentechnik: Verteilsystem Heizung

## Heizkreis 1

Art des Systems	indirekt
abgesenkte Vor-/Rücklauftemperatur	nein

## Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Erzeugereinheit Heizung	1,00

## Verteilung 1: Verteilung 1

Art des Rohrnetzes	Zweirohrnetz
Hydraulischer Abgleich	Abgleich dynamisch je Heizkörper (z. B. mit automatischen Durchflussbegrenzern/Differenzdruckreglern)
mehr als 10 Heizkörper	nein
Vorlauftemperaturadaption Abgleich	keine Vorlauftemperaturadaption
Rücklauftemperaturbegrenzung	nein
Überströmventil vorhanden	nein
Gebäudegruppe	Gruppe 1: Wohnen, Büro, Praxen, Hotels, Seminar, Bettzimmer, Wohnheime, Kindergarten, Pflegeheime
Netztyp	Typ IIb: Etagenverteiltertyp Fußbodenheizung
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen
Nettogrundfläche [m <sup>2</sup> ]	2.360,81

## Rohrabschnitt 1: Verteilleitung

Rohrtyp	Verteilleitung - V
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,200 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	168,04 (Standardwert)
Umgebung	innerhalb Zone
Zonen	Zone 1

## Rohrabschnitt 2: Strangleitung

Rohrtyp	Strangleitung (Steigleitung) - S
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Lage der vertikalen Strangleitungen	innen
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	47,96 (Standardwert)
Umgebung	innerhalb Zone
Zonen	Zone 1

### Rohrabschnitt 3: Anbindeleitung

Rohrtyp	Anbindeleitungen - A
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	0,00 (Standardwert)
Umgebung	innerhalb Zone
Zonen	Zone 1

### Pumpe

Überströmventile vorhanden	nein
hydraulischer Abgleich	ja
intermittierende Betriebsweise	nein
elektrische Aufnahmeleistung der Pumpe im Auslegungspunkt [W]	198,04 (Standardwert)
Auslegung Heizungspumpe	bedarfsausgelegt (bei bekannter Pumpe)
Pumpenregelung	konstante Druckdifferenz
maximale Rohrleitungslänge [m]	130,87 (Standardwert)
Differenzdruck Wärmeerzeuger [kPa]	1,00 (Standardwert)
Wärmemengenzähler vorhanden	nein (Standardwert)
Strangarmaturen vorhanden	nein (Standardwert)
Korrekturfaktor Absenkung/Abschaltung Pumpe [-]	0,6 (Standardwert)

### Übergabe 1: Übergabe 1

Art der Wärmeübergabe	Flächenheizung (bauteilintegriert)
Wärmeträgermedium	Wärmeträgermedium Wasser
System Flächenheizung	Fußbodenheizung Nasssystem
Art Dämmung	Flächenheizung mit Mindestdämmung nach DIN EN 1264
Art der Regelung	PI-Regler
Temperaturschwankung bei Einzelraumsystemen	keine Einzelraumregelung
intermittierende Betriebsweise	ja
Anzahl Antriebe elektronische Regelung	0
Anzahl Ventilatoren/Gebläse (bei Gebläsen zur Luftförderung)	0
Anzahl zusätzlicher Pumpen	0

### Zonenzuordnungen

Zone	Deckungsanteil
Zone 1	1,00

### Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
Verluste durch Verteilung	910,07	527,62
Verluste durch Übergabe	7.150,41	0,00

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

# Anlagentechnik: Verteilsystem Trinkwarmwasser

## Warmwasserkreis 1

### Erzeugereinheiten

Einheit	Deckungsanteil
Erzeugereinheit Warmwasser	1,00

### Zonenzuordnungen

Zone	Deckungsanteil
Zone 1	1,00

### Verteilung 1: Verteilung 1

Art der Trinkwarmwasser-Verteilung	zentral
Art der Zirkulation	mit Zirkulation
System Trinkwassererwärmer	Speicher
Laufzeit der Zirkulationspumpe [h/d]	21,0 (Standardwert)
Regelung der Zapftemperatur	keine Korrektur
Gebäudegruppe	Gruppe 1: Wohnen, Bettzimmer, Hotels, Kindergarten, OP-Gebäude, Pflegeheime, Wohnheime
Netztyp	Typ I: Steigestrangtyp
Geometrie	wird vom Gebäude übernommen
Nettogrundfläche [m <sup>2</sup> ]	2.360,81

### Rohrabschnitt 1: Verteilleitung

Rohrtyp	Verteilleitung - V
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,200 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	300,22 (Standardwert)
Umgebung	innerhalb Zone
Zonen	Zone 1

### Rohrabschnitt 2: Strangleitung

Rohrtyp	Strangleitung (Steigleitung) - S
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Lage der vertikalen Strangleitungen	innen
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	225,84 (Standardwert)
Umgebung	innerhalb Zone
Zonen	Zone 1

### Rohrabschnitt 3: Stichleitung

Rohrtyp	Stichleitung - SL
Baujahr/Isolierung	nach 1995
Längenbezogener U-Wert [W/mK]	0,255 (Standardwert)
Länge des Rohrabschnitts [m]	212,47 (Standardwert)
Umgebung	innerhalb Zone
Zonen	Zone 1

### Pumpe

elektrische Aufnahmeleistung der Pumpe im Auslegungspunkt [W]	39,17 (Standardwert)
Auslegung Warmwasserpumpe	bedarfsausgelegt (bei bekannter Pumpe)
Pumpenregelung	geregelt
maximale Rohrleitungslänge [m]	118,55 (Standardwert)
Auslegungs-Temperaturspannung im Zirkulationskreis [K]	0,0 (Standardwert)
Differenzdruck Trinkwassererwärmer [kPa]	1,00 (Standardwert)

### Ergebnisse

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
<i>Verluste durch Verteilung</i>	41.163,33	338,74

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)



## Referenzgebäude

### Gebäudeergebnisse

Jährlicher Nutzenergiebedarf	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	26,96	62.613,07
Trinkwarmwasser	12,49	29.000,86
Kühlung	0,00	0,00
<b>Gesamt</b>	<b>39,45</b>	<b>91.613,93</b>

Jährlicher Endenergiebedarf (brennwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	40,70	94.518,55
Trinkwarmwasser	11,26	26.147,55
Kühlung	0,00	0,00
<b>Gesamt</b>	<b>51,96</b>	<b>120.666,09</b>

Endenergiebedarf nach Energieträgern (brennwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Erdgas	50,35	116.922,8
Strom-Mix	1,61	3.743,3
<b>Gesamt</b>	<b>51,96</b>	<b>120.666,1</b>

Jährlicher Primärenergiebedarf (heizwertbezogen)	spezifisch [kWh/(m²a)]	absolut [kWh/a]
Heizung	41,25	95.793,95
Trinkwarmwasser	11,55	26.813,44
Kühlung	0,00	0,00
<b>Gesamt</b>	<b>52,79</b>	<b>122.607,39</b>

### Monatswerte (Referenzgebäude)

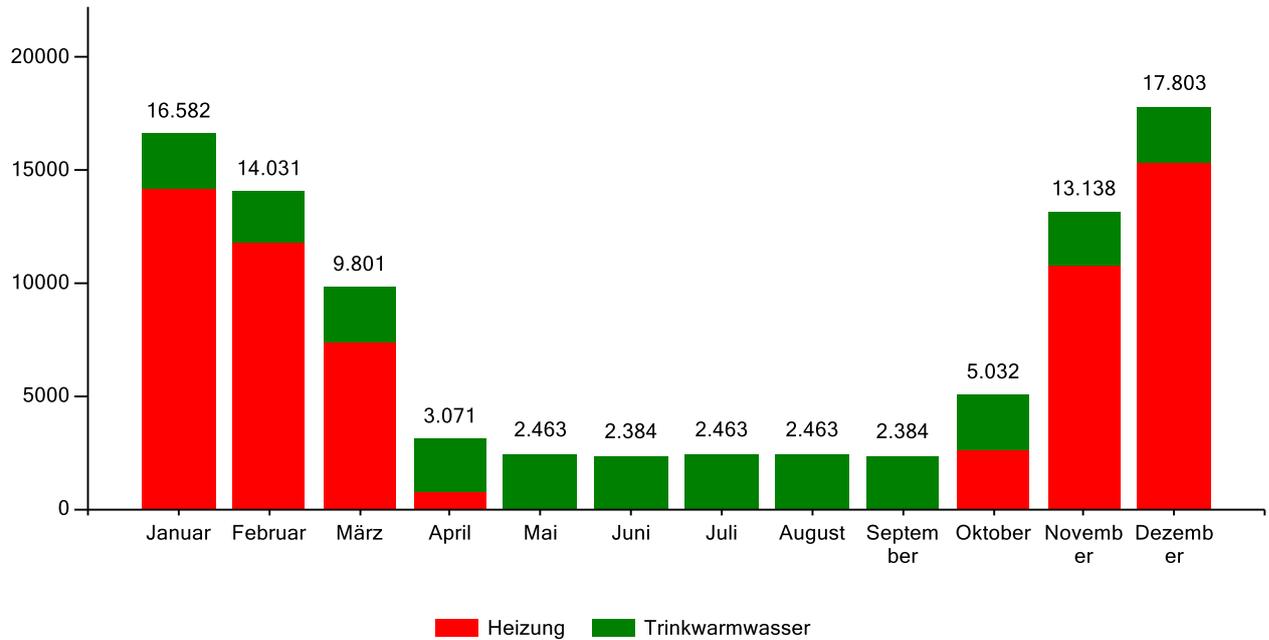
	Nutzenergiebedarf [kWh/a]	Endenergiebedarf [kWh/a]	Primärenergiebedarf [kWh/a]
Januar	16.581,87	24.639,04	24.696,67
Februar	14.030,88	21.084,50	21.139,04
März	9.800,75	13.966,33	14.102,25
April	3.070,88	1.799,25	2.036,67
Mai	2.463,09	981,66	1.224,83
Juni	2.383,63	306,17	551,11
Juli	2.463,09	1.218,44	1.452,76
August	2.463,09	1.196,74	1.431,65
September	2.383,63	2.031,44	2.238,15

	<b>Nutzenergiebedarf [kWh/a]</b>	<b>Endenergiebedarf [kWh/a]</b>	<b>Primärenergiebedarf [kWh/a]</b>
Oktober	5.031,69	6.646,13	6.829,05
November	13.137,88	19.922,96	19.995,81
Dezember	17.803,46	26.873,43	26.909,42

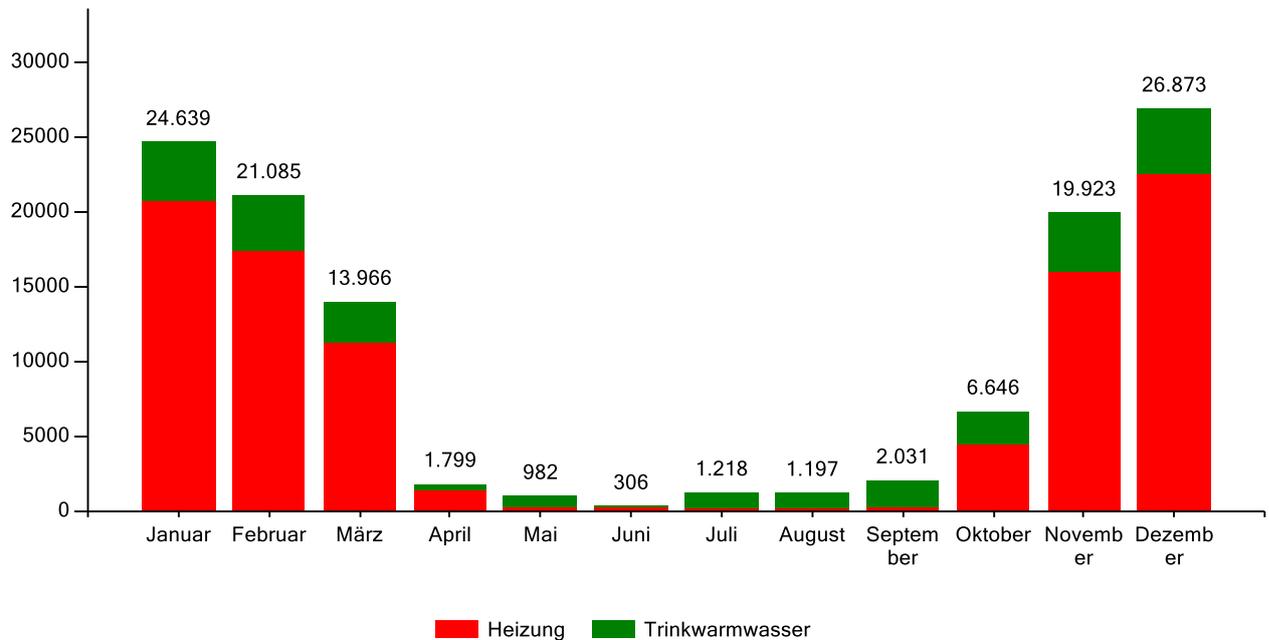
Die flächenbezogenen Ergebnisse beziehen sich auf die Gebäudenutzfläche  $A_N$ .

## Ergebnisse Referenzgebäude (grafisch)

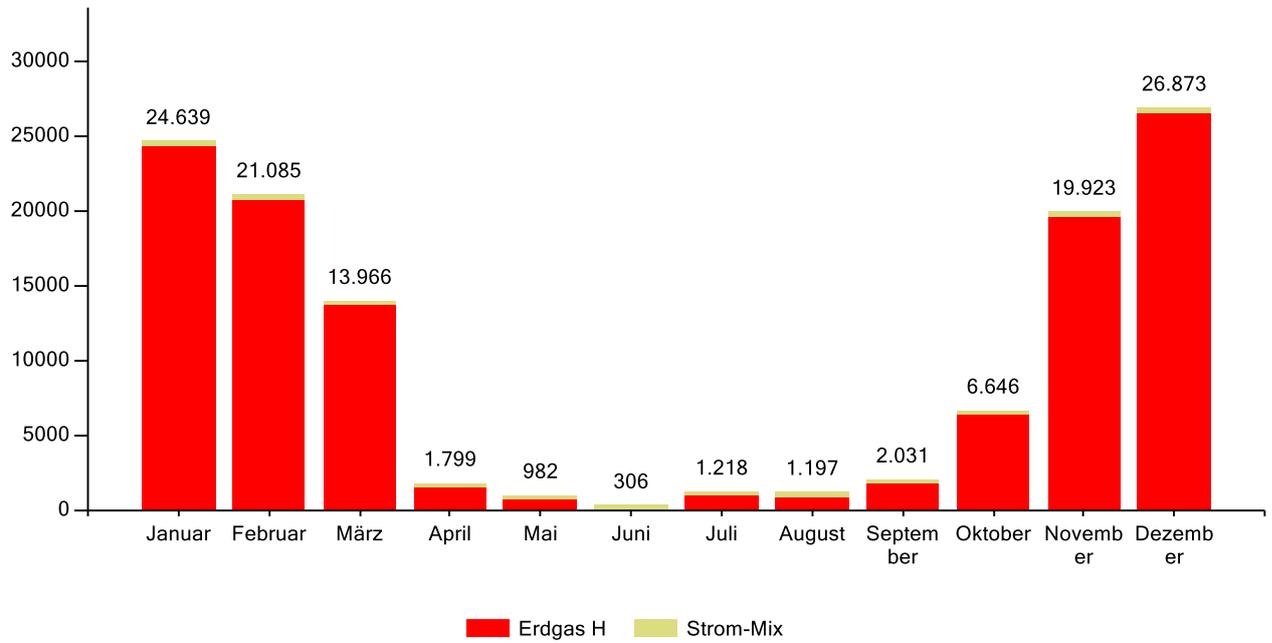
Nutzenergiebedarf des Referenzgebäudes [kWh/a]



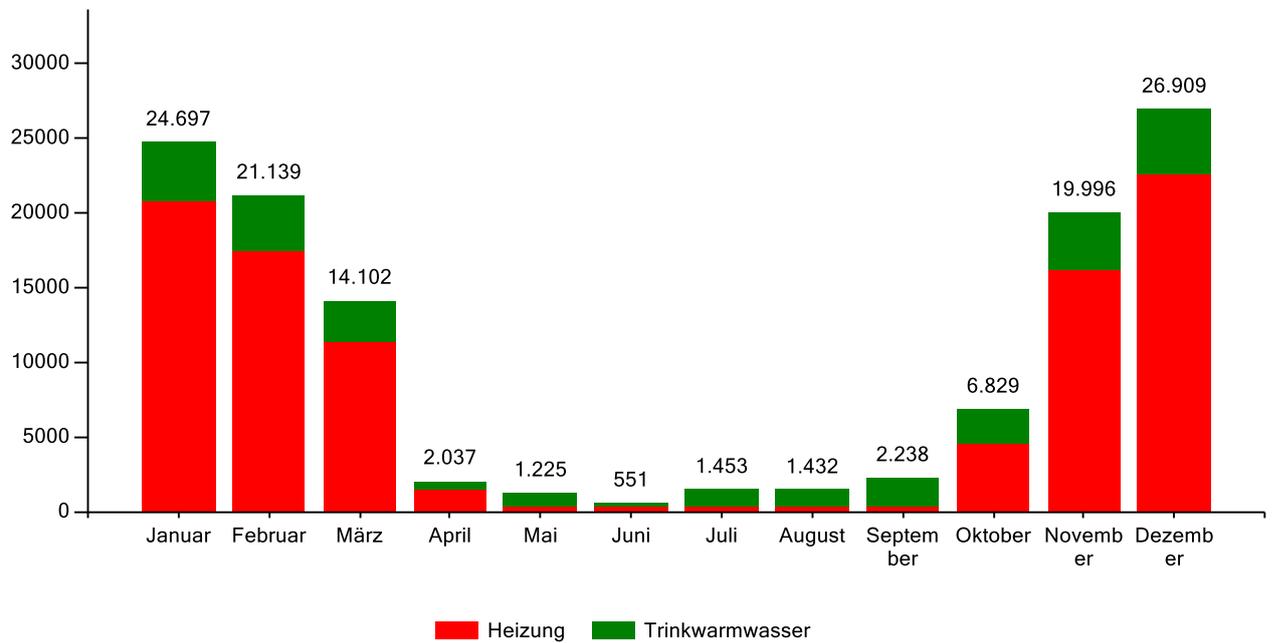
Endenergiebedarf des Referenzgebäudes [kWh/a]



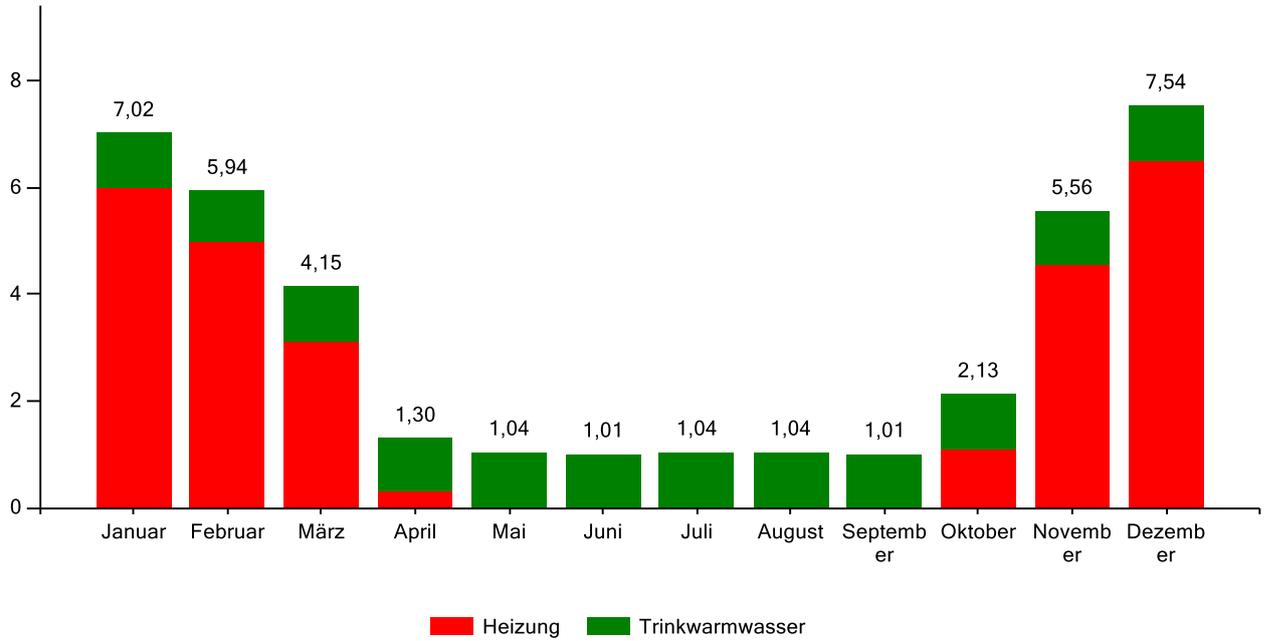
## Endenergie nach Energieträgern (Referenzgebäude) [kWh/a]



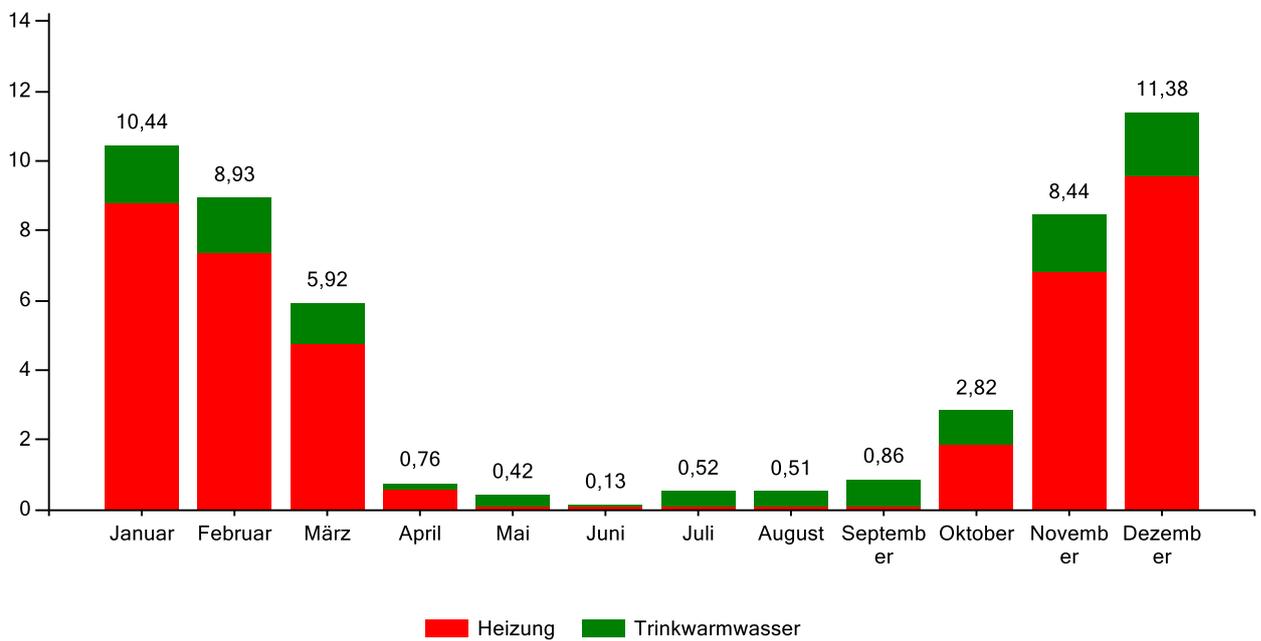
## Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes [kWh/a]



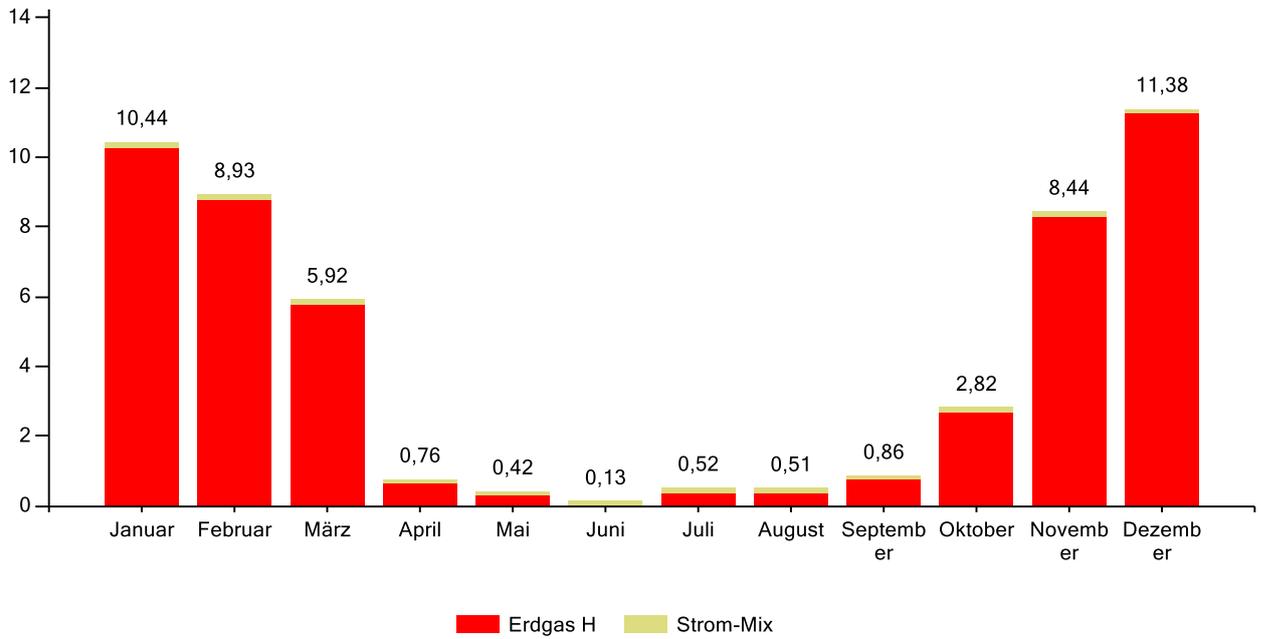
### Spezifischer Nutzenergiebedarf des Referenzgebäudes [kWh/(m²a)]



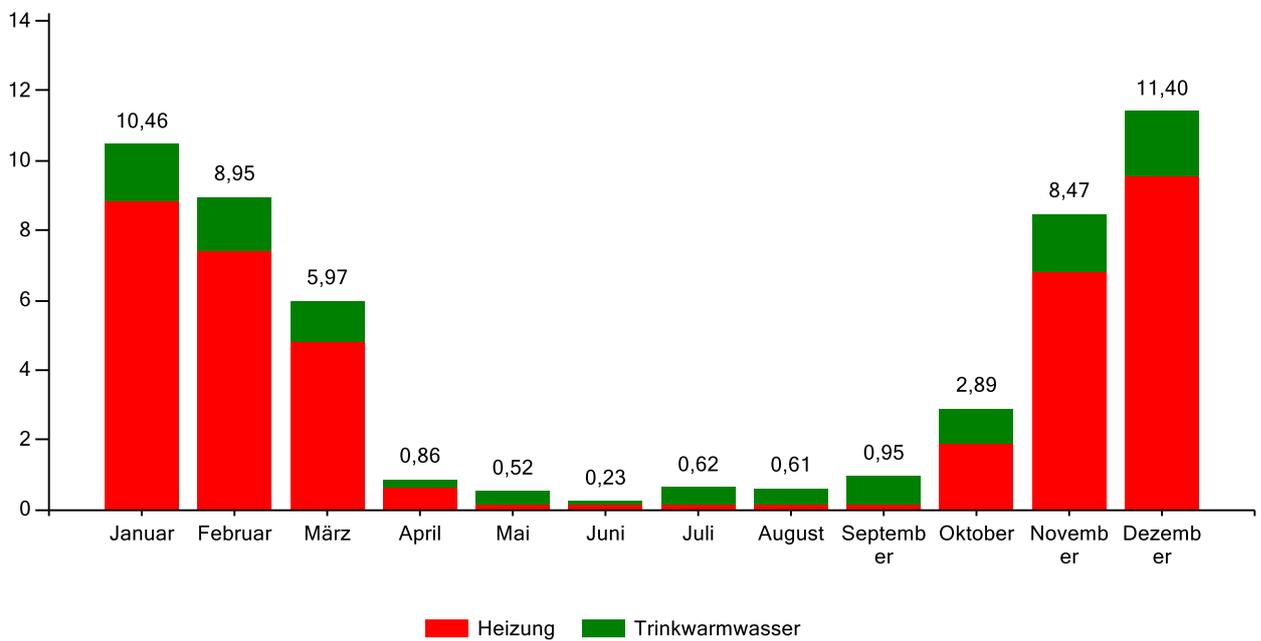
### Spezifischer Endenergiebedarf des Referenzgebäudes [kWh/(m²a)]



### Spezifische Endenergie nach Energieträgern (Referenzgebäude) [kWh/(m²a)]



### Spezifischer Primärenergiebedarf des Referenzgebäudes [kWh/(m²a)]



## Zone 1

### Zonenergebnisse (Referenzgebäude): Zone 1

#### Nutzenergiebedarf nach Verbrauchern

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]
Heizung	62.613,1	26,96
Warmwasser	29.000,9	12,49
Gesamt	91.613,9	39,45

#### Endenergiebedarf nach Energieträgern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]
Erdgas	116.922,8	50,35
Strom-Mix	3.743,3	1,61
Gesamt	120.666,1	51,96

#### Endenergiebedarf nach Verbrauchern (brennwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]
Heizung	94.518,5	40,70
Warmwasser	26.147,5	11,26
Gesamt	120.666,1	51,96

#### Primärenergiebedarf nach Verbrauchern (heizwertbezogen)

Bezeichnung	[kWh/a]	[kWh/(m <sup>2</sup> a)]
Heizung	95.794,0	41,25
Warmwasser	26.813,4	11,55
Gesamt	122.607,4	52,79

### Weitere Ergebnisse

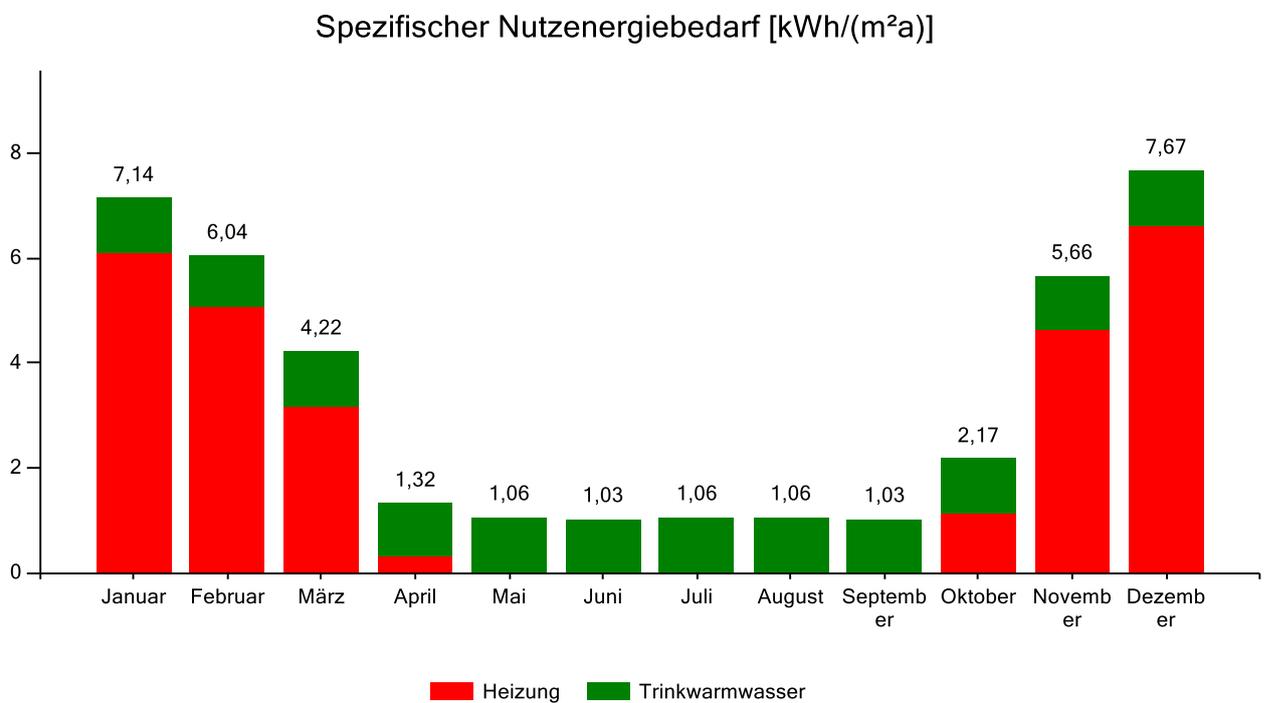
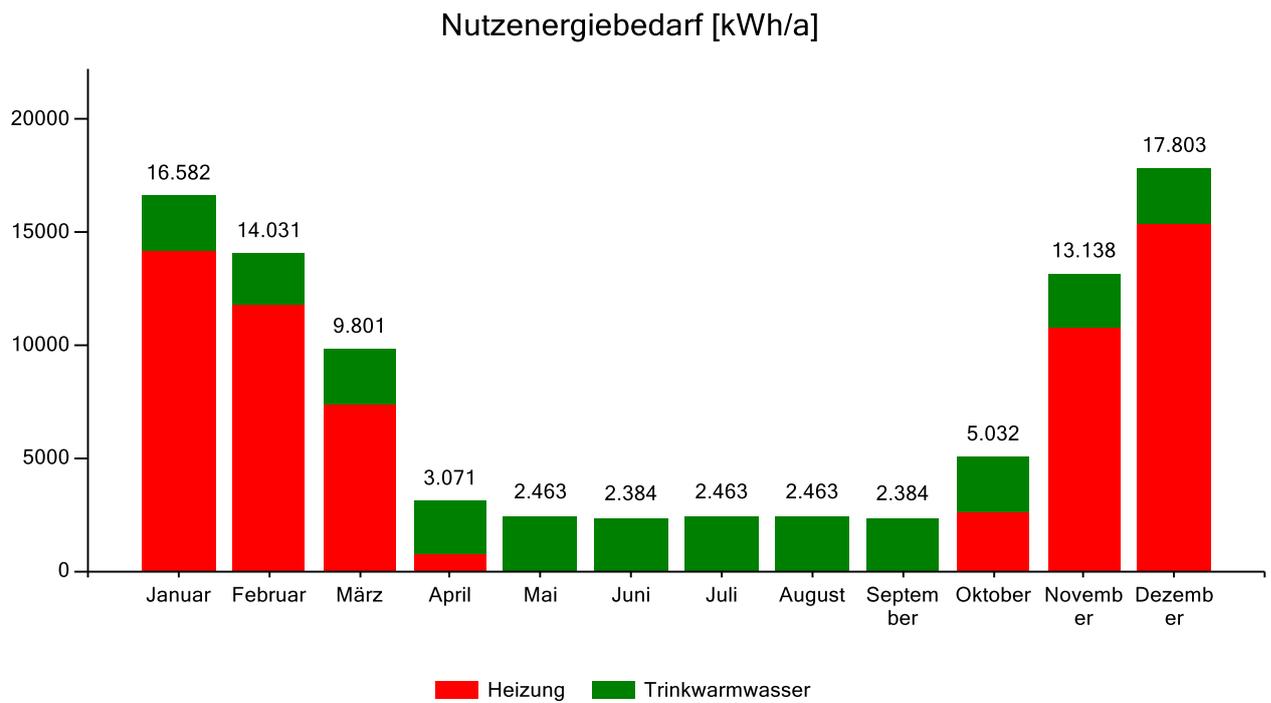
#### Teil 2: Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen

jährlicher Heizwärmebedarf [kWh/a]	62.613,07
maximale Heizleistung in der Gebäudezone [kW]	50,03
maximale Heizleistung unter Berücksichtigung der mechanischen Lüftungsanlage [kW]	50,03
Mittelwert des Wärmetransferkoeffizienten für Lüftung H <sub>v</sub> [W/K]	1.141,65

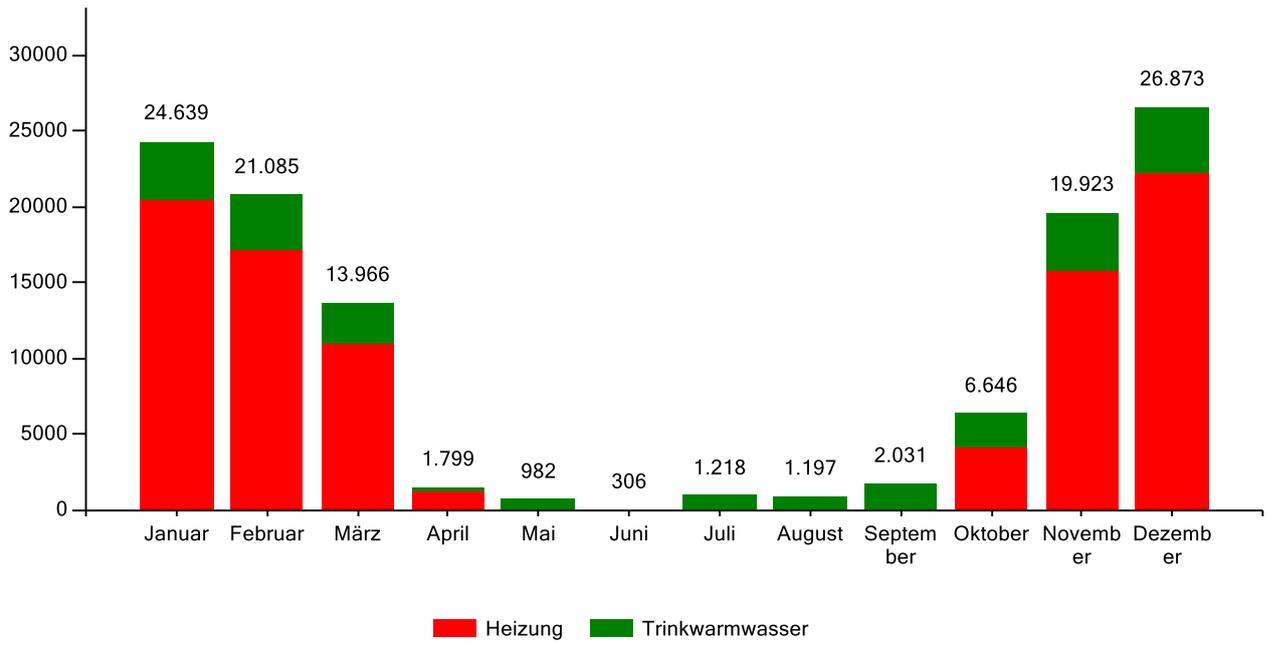
#### Teil 5: Endenergiebedarf von Heizsystemen

ungeregelter Wärmeeintrag in Zone [kWh/a]	0,00
---	------

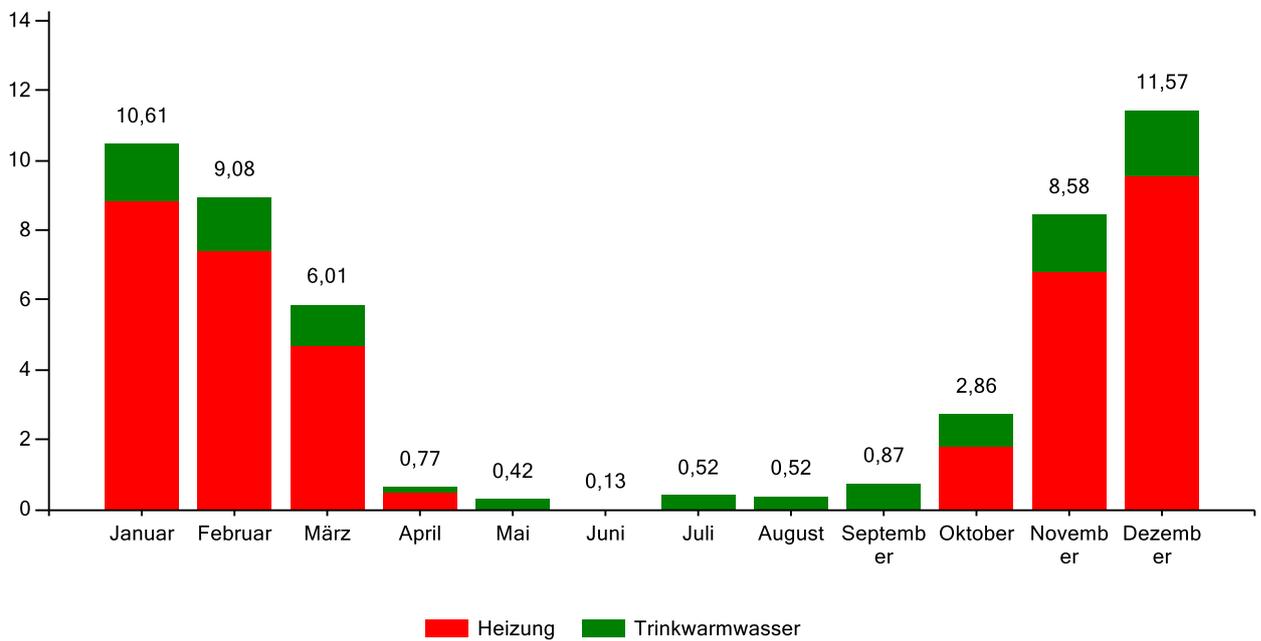
# Zonenergebnisse Referenzgebäude (grafisch): Zone 1



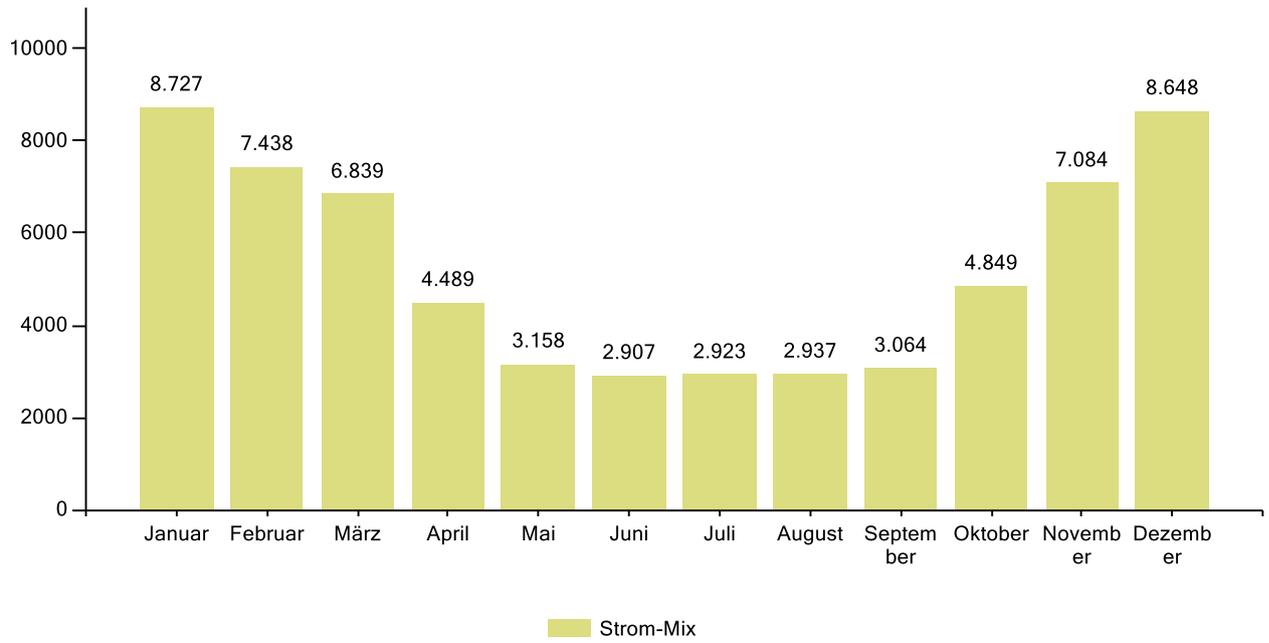
### Endenergiebedarf [kWh/a]



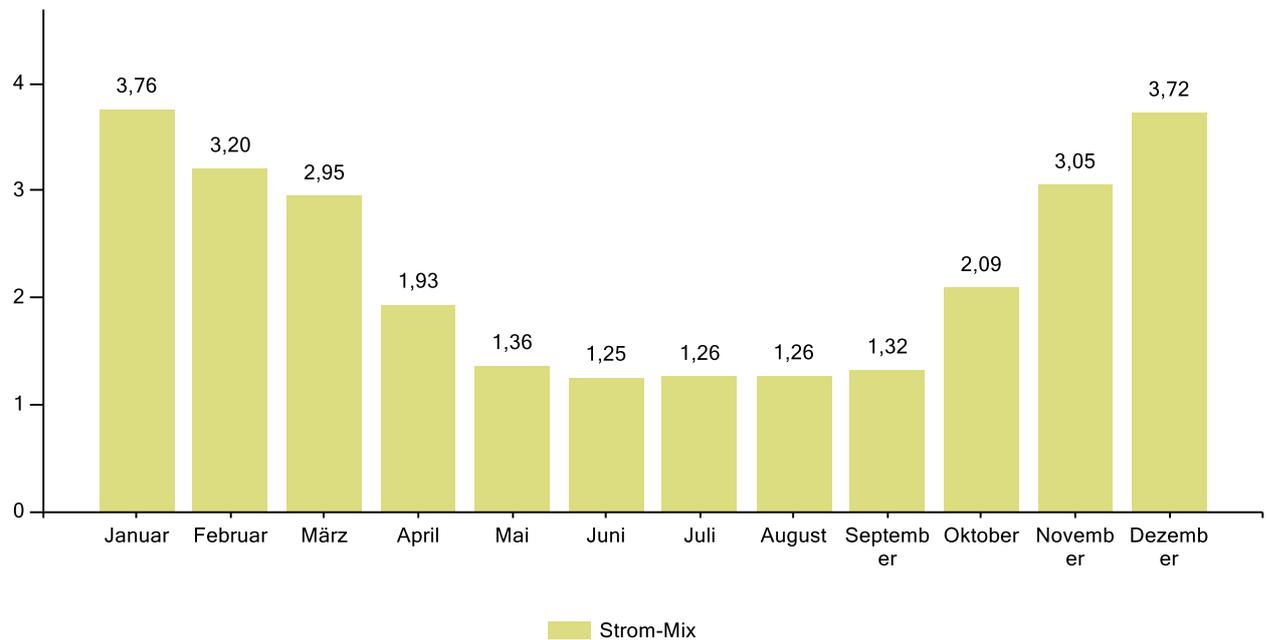
### Spezifischer Endenergiebedarf [kWh/(m²a)]



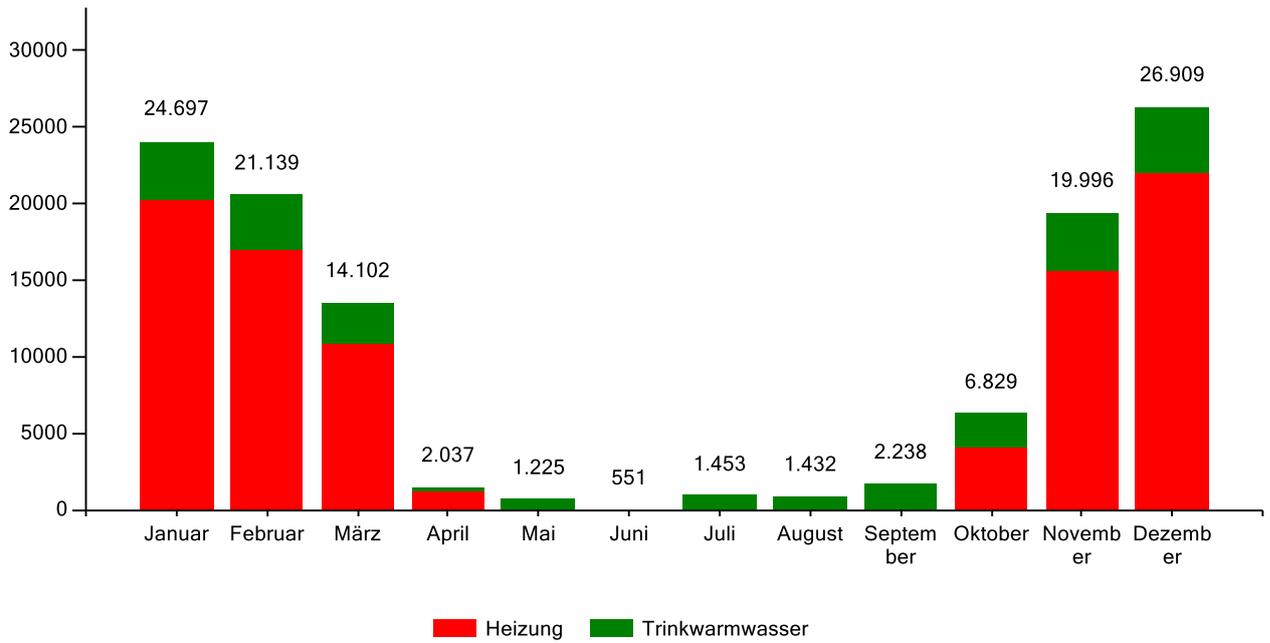
### Endenergie nach Energieträgern [kWh/a]



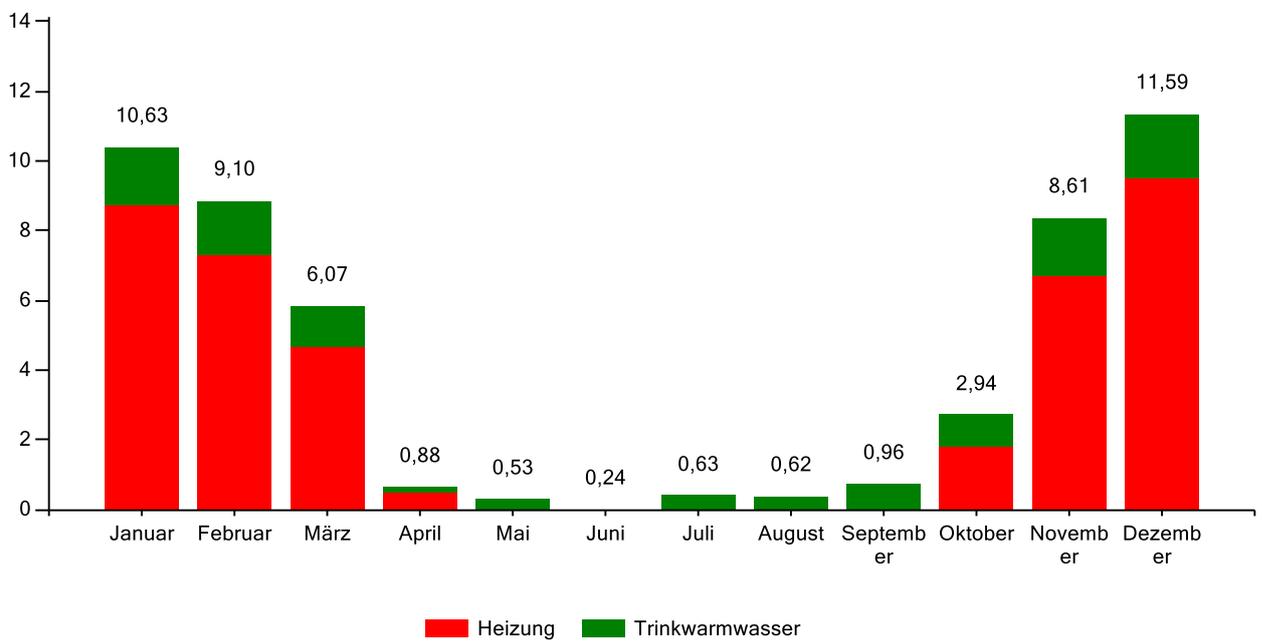
### Spezifische Endenergie nach Energieträgern [kWh/(m²a)]



### Primärenergiebedarf [kWh/a]



### Spezifischer Primärenergiebedarf [kWh/(m²a)]



## Ergebnisse der Anlagentechnik

### Ergebnisse GEG Referenzanlage - Erzeugungseinheit Heizung

	Wärmeenergie [kWh/a]		Hilfsenergie [kWh/a]	
	für statische Systeme	für RLT-Anlagen	für statische Systeme	für RLT-Anlagen
Zu deckender Nutzenergiebedarf	62.613,07	0,00	–	–
+ Verluste durch Speicherung	0,00	0,00	0,00	0,00
+ Verluste durch Verteilung	17.253,22	0,00	220,39	0,00
+ Verluste durch Übergabe	6.225,32	0,00	0,00	0,00
= erforderliche Erzeugernutzenergie	86.091,62	0,00	–	–
– regenerativer Anteil	0,00	0,00	–	–
+ Verluste durch Erzeugung	5.797,87	0,00	475,11	0,00
= Endenergiebedarf	91.889,49	0,00	695,51	0,00

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Jahresarbeitszahl der Erzeugereinheit:  $SPF = 0,93$

### Ergebnisse GEG Referenzanlage - Erzeugungseinheit Trinkwarmwasser zentral

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
Zu deckender Nutzenergiebedarf	29.000,86	–
+ Verluste durch Speicherung	1.600,33	31,07
+ Verluste durch Verteilung	20.899,15	221,09
= erforderliche Erzeugernutzenergie	51.500,34	–
– regenerativer Anteil	28.236,39	–
+ Verluste durch Erzeugung	1.769,33	862,11
= Endenergiebedarf	25.033,28	1.114,27

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Jahresarbeitszahl der Erzeugereinheit:  $SPF = 1,99$

### Ergebnisse GEG Referenzanlage - Erzeugungseinheit Wohnungslüftungssystem

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
Erzeugernutzenergie	0,00	1.933,54
davon regenerativ	0,00	–
Verluste durch Erzeugung	0,00	1.932,67
Verluste durch Verteilung	0,00	0,00
Verluste durch Übergabe	0,00	0,88

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

## Ergebnisse GEG Referenzanlage - Heizkreis

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
<i>Verluste durch Verteilung</i>	17.253,22	220,39
<i>Verluste durch Übergabe</i>	6.225,32	0,00

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

## Ergebnisse GEG Referenzanlage - Warmwasserkreis

	Wärmeenergie [kWh/a]	Hilfsenergie [kWh/a]
<i>Verluste durch Verteilung</i>	20.899,15	221,09

(Bei den Verlusten wurden die Wärmeeinträge nicht abgezogen.)

Anlage 2:

Planung PV-Anlage  
vom 22.04.2024

Talstraße 17  
57339 Erndtebrück

Future Fox GmbH  
21514 Klein Pampau  
Hasenböge 2f  
Germany

**Contact person :**  
Sven Vulp CEO & Founder

**Kundennr :** Talstrasse 17-19, Erndtebrück  
**Angebotsnr.:** AN-1152

22/04/2024

## Ihre PV-Anlage

### Adresse der Anlage

Talstraße 17, 57339 Erndtebrück



# Projektübersicht



Abbildung: Übersichtsbild, 3D-Planung

## PV-Anlage

### 3D, Netzkoppelte PV-Anlage mit elektrischen Verbrauchern und Batteriesystemen

Klimadaten	Erndtebrück, DEU (2001 - 2020)
Quelle der Werte	Meteonorm 8.2(i)
PV-Generatorleistung	67,5 kWp
PV-Generatorfläche	299,7 m <sup>2</sup>
Anzahl PV-Module	150
Anzahl Wechselrichter	5
Anzahl Batteriesysteme	20

Angebotsnummer: AN-1152

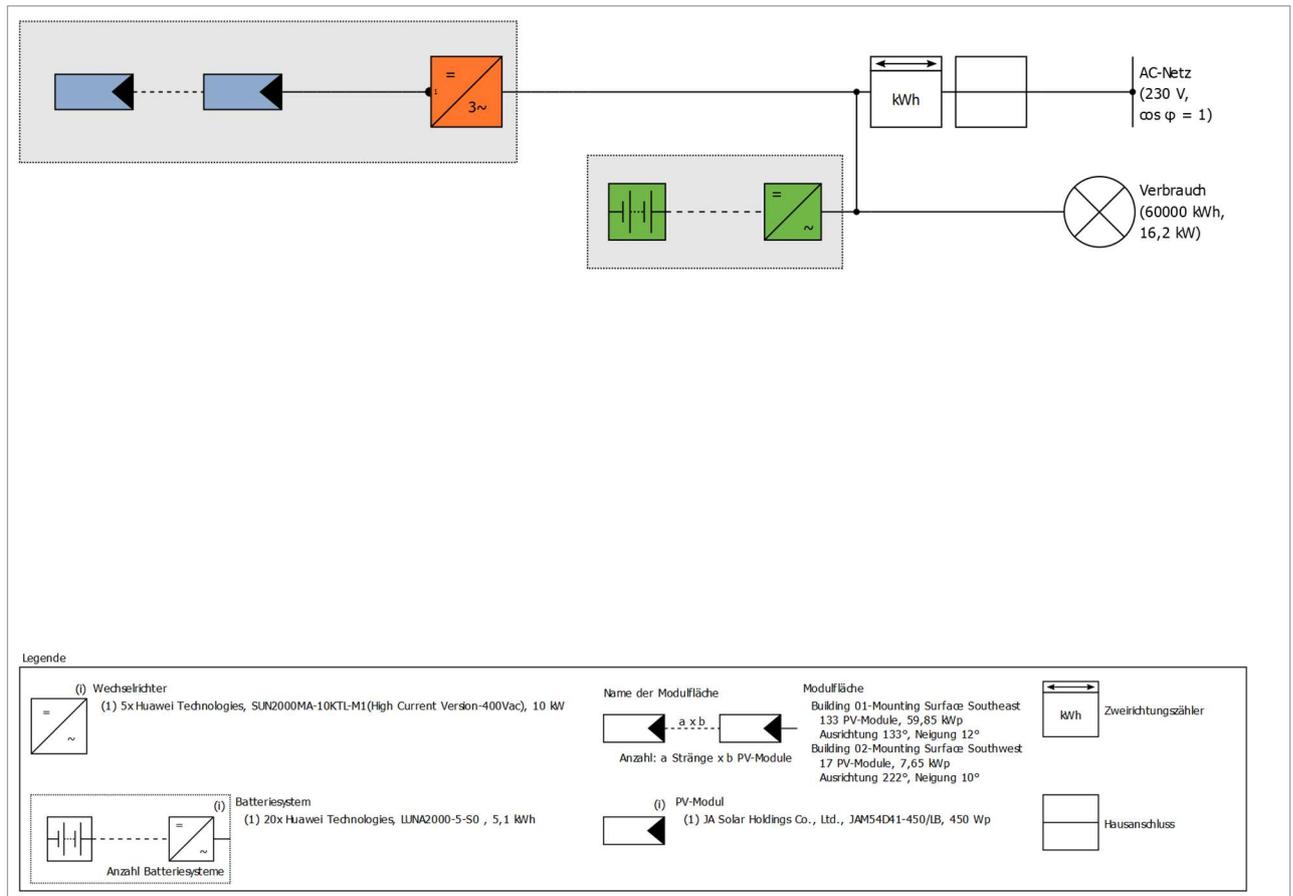


Abbildung: Schaltschema

## Ertragsprognose

### Ertragsprognose

PV-Generatorleistung	67,50 kWp
Spez. Jahresertrag	1 049,27 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	90,00 %
Ertragsminderung durch Abschattung	2,7 %
<b>PV-Generatorenergie (AC-Netz)</b>	<b>70 978 kWh/Jahr</b>
Direkter Eigenverbrauch	22 220 kWh/Jahr
Batterieladung	21 040 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	27 718 kWh/Jahr
<b>Eigenverbrauchsanteil</b>	<b>60,9 %</b>
Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen	14 881 kg/Jahr
<b>Autarkiegrad</b>	<b>67,8 %</b>

Angebotsnummer: AN-1152

## Wirtschaftlichkeit

### Ihr Gewinn

Gesamte Investitionskosten	80 000,00 €
Gesamtkapitalrendite	26,99 %
Amortisationsdauer	4,4 Jahre
Stromgestehungskosten	0,0565 €/kWh
Bilanzierung / Einspeisekonzept	Überschusseinspeisung

Die Ergebnisse sind durch eine mathematische Modellrechnung der Firma Valentin Software GmbH (PV\*SOL Algorithmen) ermittelt worden. Die tatsächlichen Erträge der Solarstromanlage können aufgrund von Schwankungen des Wetters, der Wirkungsgrade von Modulen und Wechselrichtern sowie anderer Faktoren abweichen.

Angebotsnummer: AN-1152

# Aufbau der Anlage

## Überblick

### Anlagendaten

Anlagenart	3D, Netzkoppelte PV-Anlage mit elektrischen Verbrauchern und Batteriesystemen
Inbetriebnahme	01/05/2024

### Klimadaten

Standort	Erndtebrück, DEU (2001 - 2020)
Quelle der Werte	Meteonorm 8.2(i)
Auflösung der Daten	1 h
Verwendete Simulationsmodelle:	
- Diffusstrahlung auf die Horizontale	Hofmann
- Einstrahlung auf die geneigte Fläche	Hay & Davies

### Verbrauch

Gesamtverbrauch	60000 kWh
Wohngebäudes mit 28 Wohnungen	60000 kWh
Spitzenlast	16,2 kW

Angebotsnummer: AN-1152

## Modulflächen

### 1. Modulfläche - Gebäude 01-Montagefläche Südosten

#### PV-Generator, 1. Modulfläche - Gebäude 01-Montagefläche Südosten

Name	Gebäude 01-Montagefläche Südosten
PV-Module	133 x JAM54D41-450/LB (v1)
Hersteller	JA Solar Holdings Co., Ltd.
Neigung	12 °
Ausrichtung	Südosten 133 °
Einbausituation	Aufgeständert - Dach
PV-Generatorfläche	265,7 m <sup>2</sup>

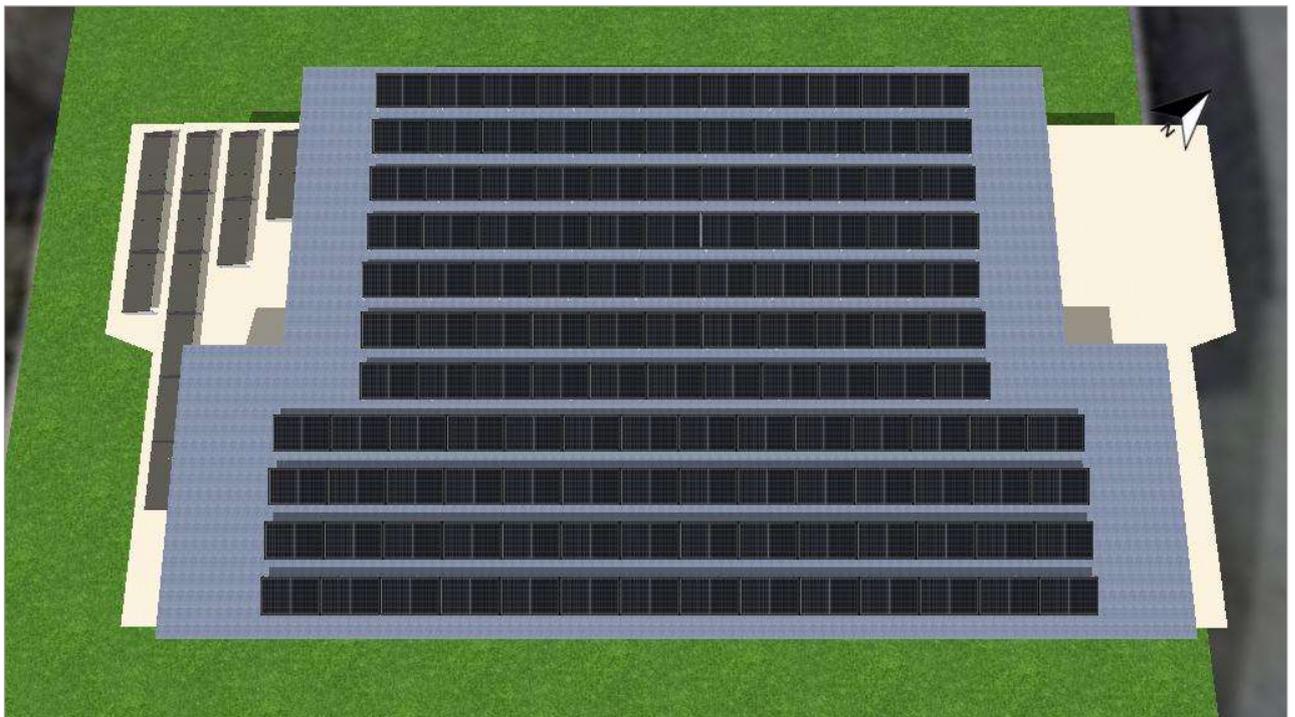


Abbildung: 1. Modulfläche - Gebäude 01-Montagefläche Südosten

Angebotsnummer: AN-1152

Moduldegradation, 1. Modulfläche - Gebäude 01-Montagefläche Südosten

Kennlinienverlauf

Linear

Verbleibende Leistung nach 30 Jahren

87 %

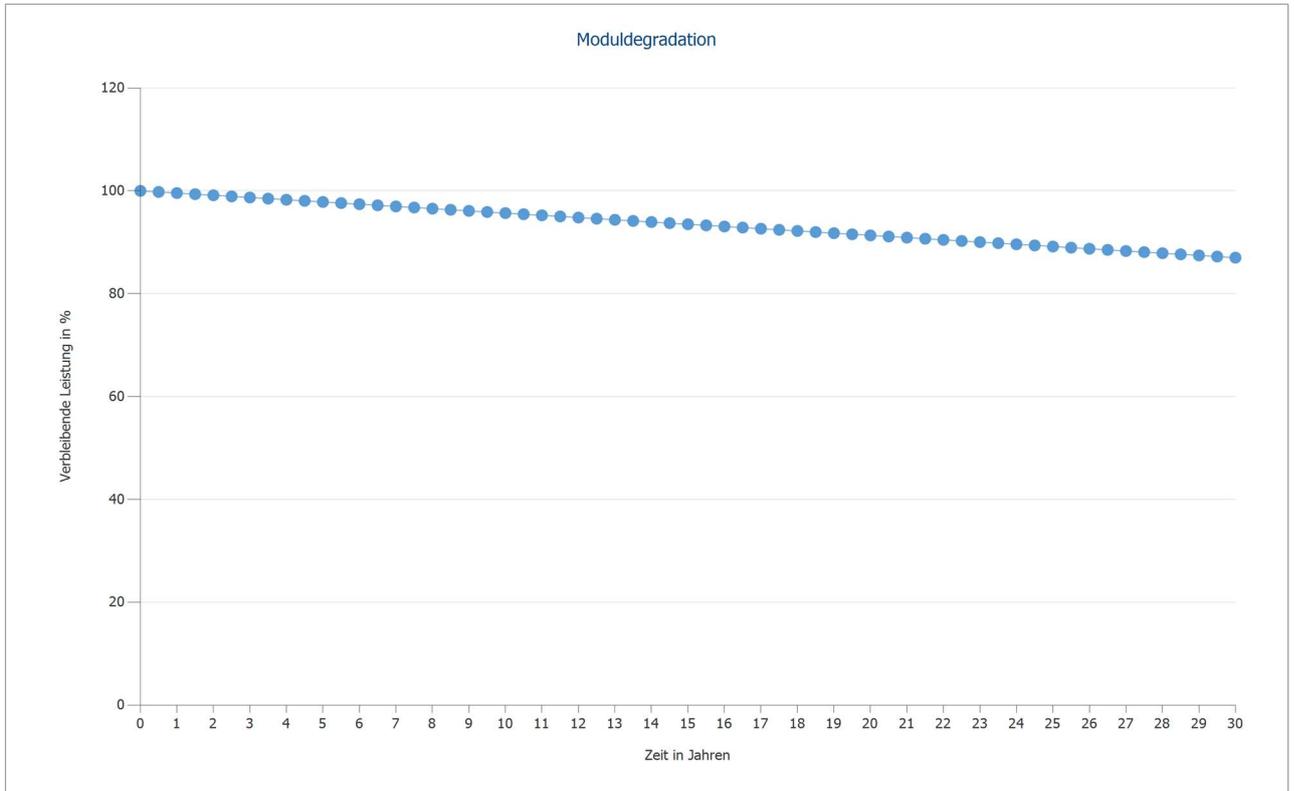


Abbildung: Moduldegradation, 1. Modulfläche - Gebäude 01-Montagefläche Südosten

Angebotsnummer: AN-1152

## 2. Modulfläche - Gebäude 02-Montagefläche Südwesten

### PV-Generator, 2. Modulfläche - Gebäude 02-Montagefläche Südwesten

Name	Gebäude 02-Montagefläche Südwesten
PV-Module	17 x JAM54D41-450/LB (v1)
Hersteller	JA Solar Holdings Co., Ltd.
Neigung	10 °
Ausrichtung	Südwesten 222 °
Einbausituation	Aufgeständert - Dach
PV-Generatorfläche	34,0 m <sup>2</sup>

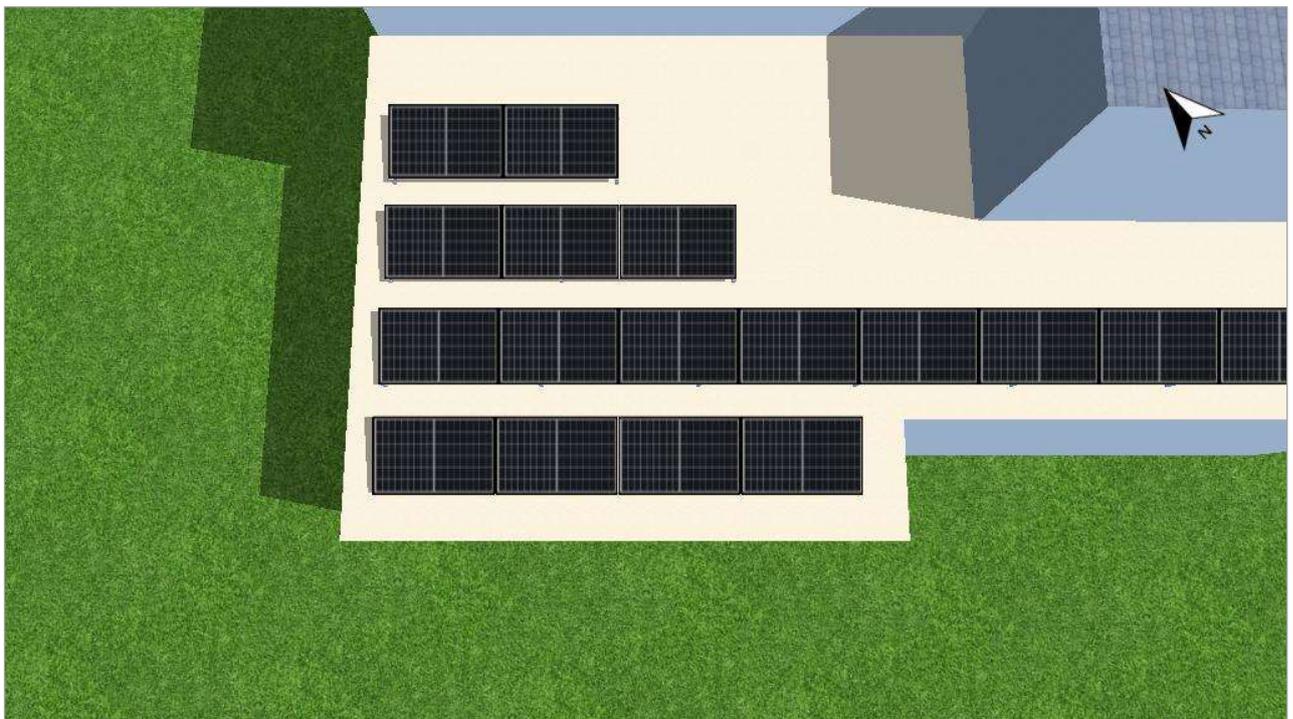


Abbildung: 2. Modulfläche - Gebäude 02-Montagefläche Südwesten

Angebotsnummer: AN-1152

Moduldegradation, 2. Modulfläche - Gebäude 02-Montagefläche Südwesten

Kennlinienverlauf	Linear
Verbleibende Leistung nach 30 Jahren	87 %

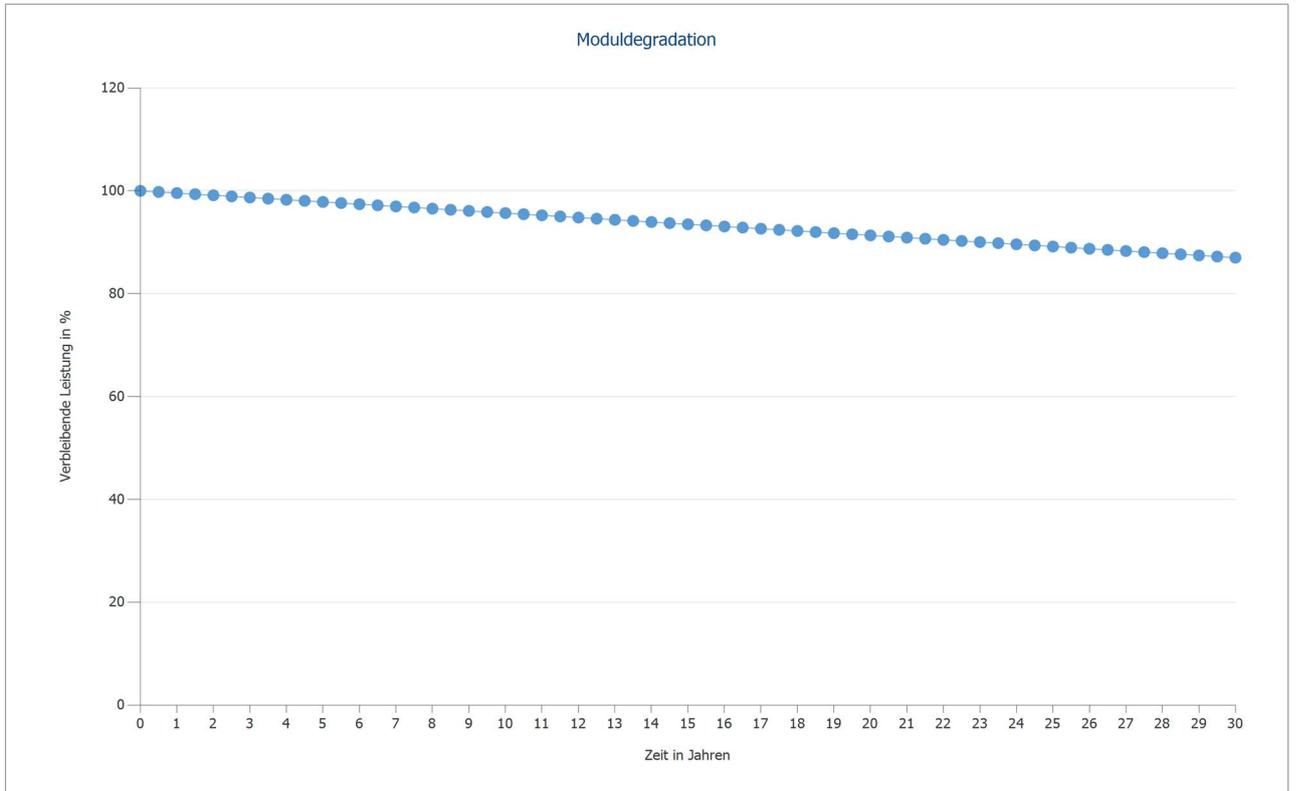


Abbildung: Moduldegradation, 2. Modulfläche - Gebäude 02-Montagefläche Südwesten

## Horizontlinie, 3D-Planung

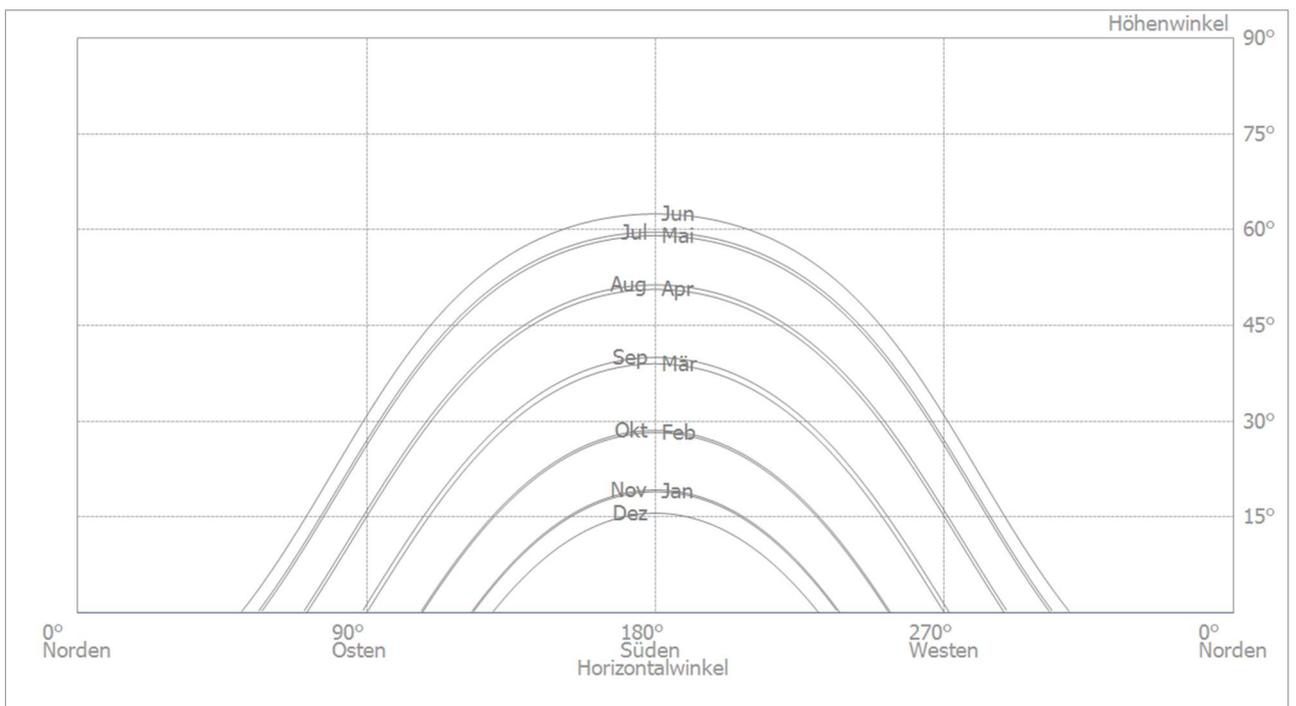


Abbildung: Horizont (3D-Planung)

Angebotsnummer: AN-1152

## Wechselrichterverschaltung

### Verschaltung 1

Modulflächen	Gebäude 01-Montagefläche Südosten + Gebäude 02-Montagefläche Südwesten
<b>Wechselrichter 1</b>	
Modell	SUN2000MA-10KTL-M1(High Current Version-400Vac) (v2)
Hersteller	Huawei Technologies
Anzahl	1
Dimensionierungsfaktor	135 %
Verschaltung	MPP 1: 1 x 15 MPP 2: 1 x 15
<b>Wechselrichter 2</b>	
Modell	SUN2000MA-10KTL-M1(High Current Version-400Vac) (v2)
Hersteller	Huawei Technologies
Anzahl	1
Dimensionierungsfaktor	135 %
Verschaltung	MPP 1: 1 x 15 MPP 2: 1 x 15
<b>Wechselrichter 3</b>	
Modell	SUN2000MA-10KTL-M1(High Current Version-400Vac) (v2)
Hersteller	Huawei Technologies
Anzahl	1
Dimensionierungsfaktor	135 %
Verschaltung	MPP 1: 1 x 15 MPP 2: 1 x 15
<b>Wechselrichter 4</b>	
Modell	SUN2000MA-10KTL-M1(High Current Version-400Vac) (v2)
Hersteller	Huawei Technologies
Anzahl	1
Dimensionierungsfaktor	135 %
Verschaltung	MPP 1: 1 x 15 MPP 2: 1 x 15
<b>Wechselrichter 5</b>	
Modell	SUN2000MA-10KTL-M1(High Current Version-400Vac) (v2)
Hersteller	Huawei Technologies
Anzahl	1
Dimensionierungsfaktor	135 %
Verschaltung	MPP 1: 1 x 13 MPP 2: 1 x 17

## AC-Netz

### AC-Netz

Anzahl Phasen	3
Netzspannung zwischen Phase und Nullleiter	230 V
Verschiebungsfaktor (cos phi)	+/- 1

Angebotsnummer: AN-1152

## Batteriesysteme

### Batteriesystem - Group1

Modell	LUNA2000-5-S0 (v1)
Hersteller	Huawei Technologies
Anzahl	20
<b>Batteriewechselrichter</b>	
Art der Kopplung	AC Kopplung
Nennleistung	2,5 kW
<b>Batterie</b>	
Hersteller	Huawei Technologies
Modell	LUNA2000-5KW-E0 (v2)
Anzahl	1
Batterieenergie	5,1 kWh
Batterietyp	Lithium-Eisen-Phosphat

# Simulationsergebnisse

## Ergebnisse Gesamtanlage

### PV-Anlage

PV-Generatorleistung	67,50 kWp
Spez. Jahresertrag	1 049,27 kWh/kWp
Anlagennutzungsgrad (PR)	90,00 %
Ertragsminderung durch Abschattung	2,7 %
PV-Generatorenergie (AC-Netz)	70 978 kWh/Jahr
Direkter Eigenverbrauch	22 220 kWh/Jahr
Batterieladung	21 040 kWh/Jahr
Abregelung am Einspeisepunkt	0 kWh/Jahr
Netzeinspeisung	27 718 kWh/Jahr
Eigenverbrauchsanteil	60,9 %
Vermiedene CO <sub>2</sub> -Emissionen	14 881 kg/Jahr

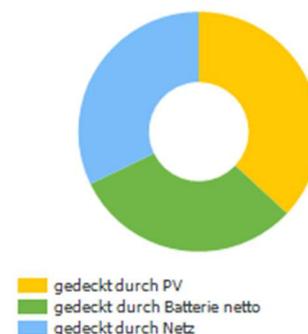
PV-Generatorenergie (AC-Netz)



### Verbraucher

Verbraucher	60 000 kWh/Jahr
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	153 kWh/Jahr
Gesamtverbrauch	60 153 kWh/Jahr
gedeckt durch PV	22 220 kWh/Jahr
gedeckt durch Batterie netto	18 578 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	19 354 kWh/Jahr
Solarer Deckungsanteil	67,8 %

Gesamtverbrauch



### Batteriesystem

Ladung am Anfang	102 kWh
Batterieladung (Gesamt)	21 040 kWh/Jahr
Batterieladung (PV-Anlage)	21 040 kWh/Jahr
Batterieladung (Netz)	0 kWh/Jahr
Batterieenergie zur Verbrauchsdeckung	18 578 kWh/Jahr
Batterie-Entladung ins Netz	0 kWh/Jahr
Verluste durch Laden/Entladen	2 332 kWh/Jahr
Verluste in Batterie	232 kWh/Jahr
Zyklenbelastung	5,9 %
Lebensdauer	17 Jahre

Batterieladung (Gesamt)



### Autarkiegrad

Gesamtverbrauch	60 153 kWh/Jahr
gedeckt durch Netz	19 354 kWh/Jahr
Autarkiegrad	67,8 %

Angebotsnummer: AN-1152

### Energiefluss-Grafik

Projekt: Talstrasse 17-19, Erndtebrück

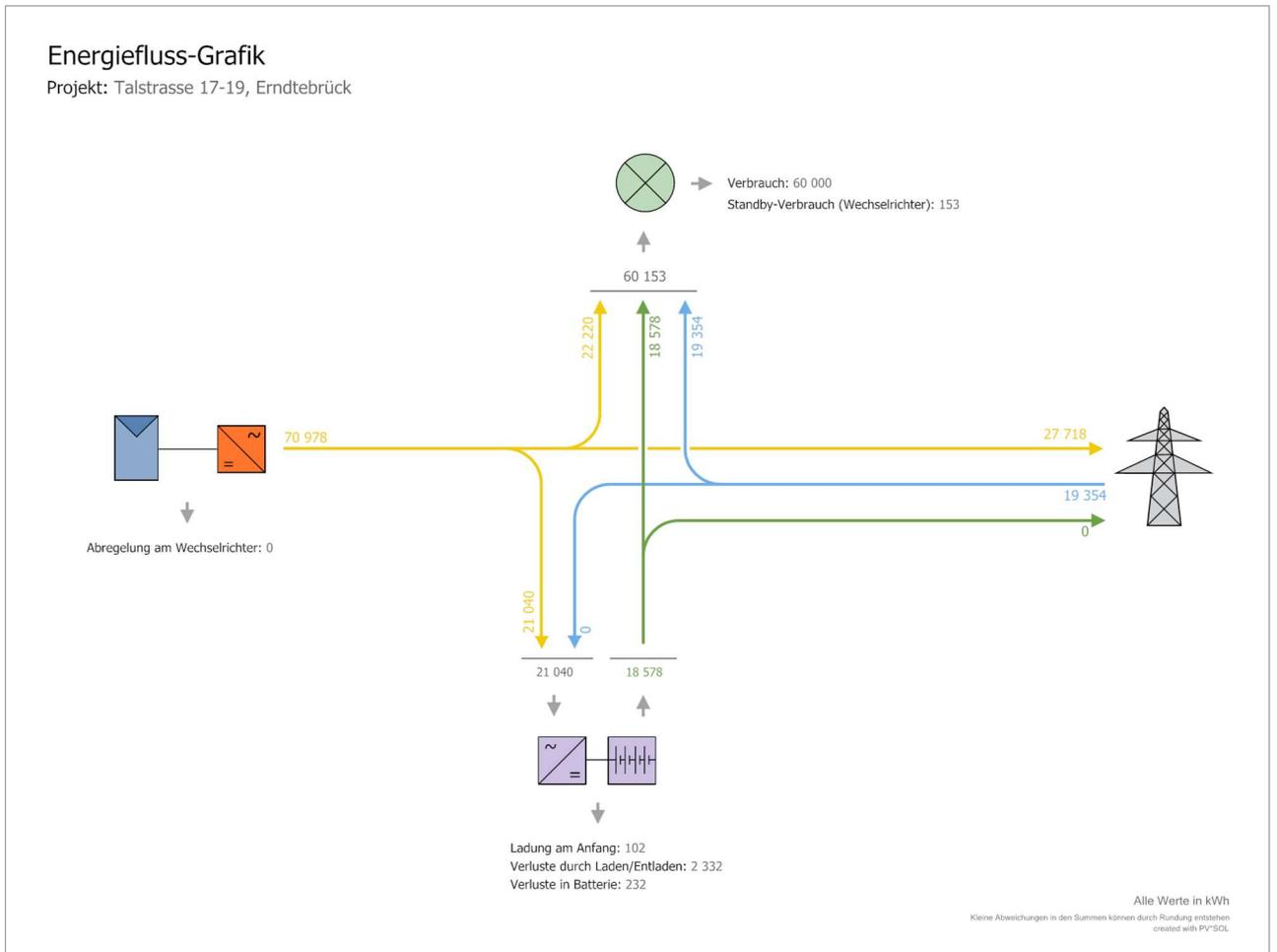


Abbildung: Energiefluss

Angebotsnummer: AN-1152

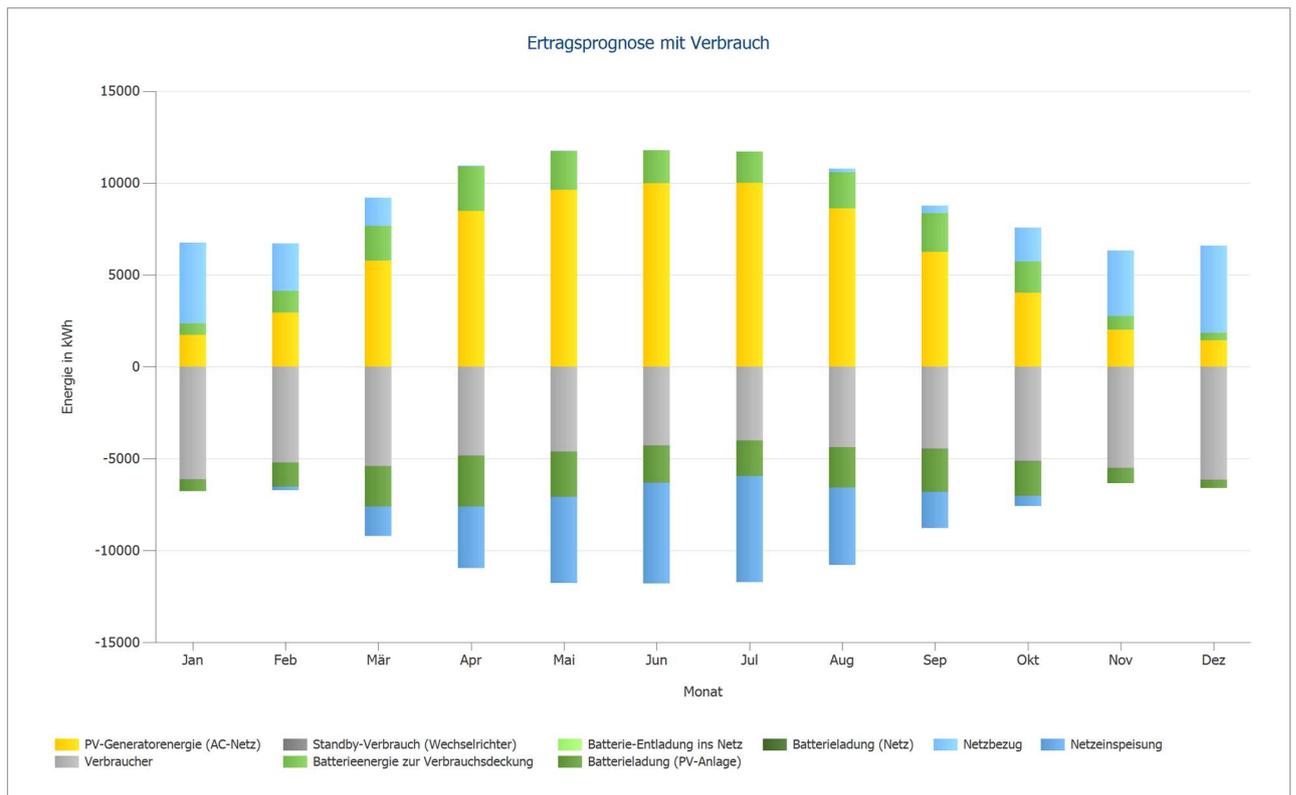


Abbildung: Ertragsprognose mit Verbrauch

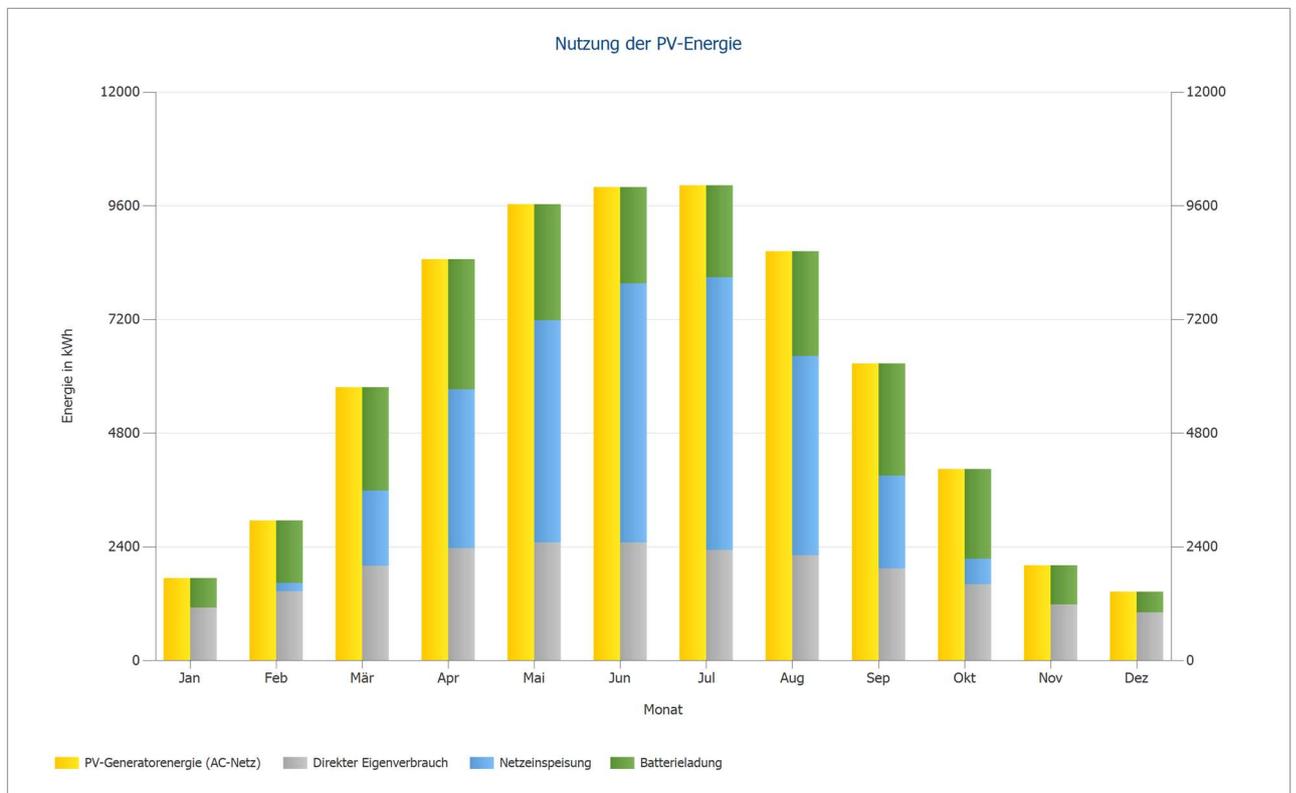


Abbildung: Nutzung der PV-Energie

Angebotsnummer: AN-1152

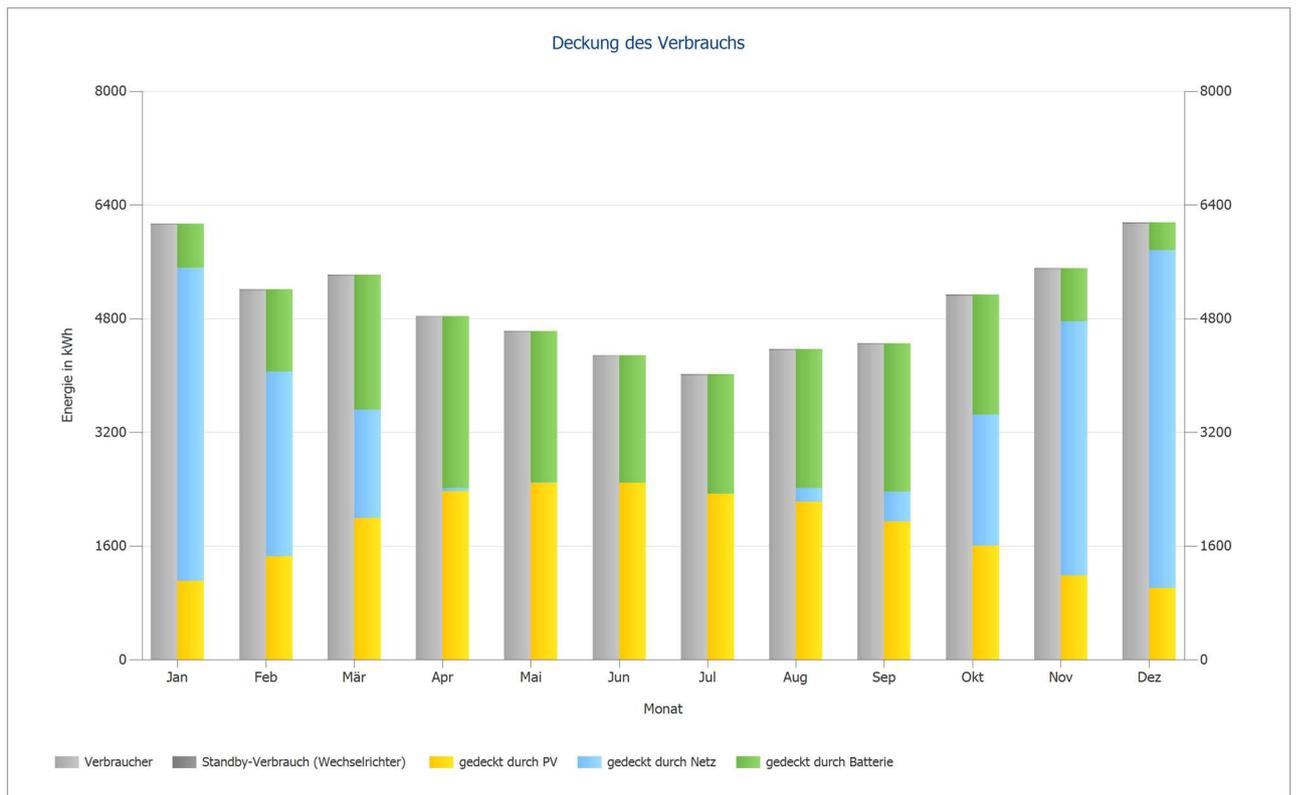


Abbildung: Deckung des Verbrauchs

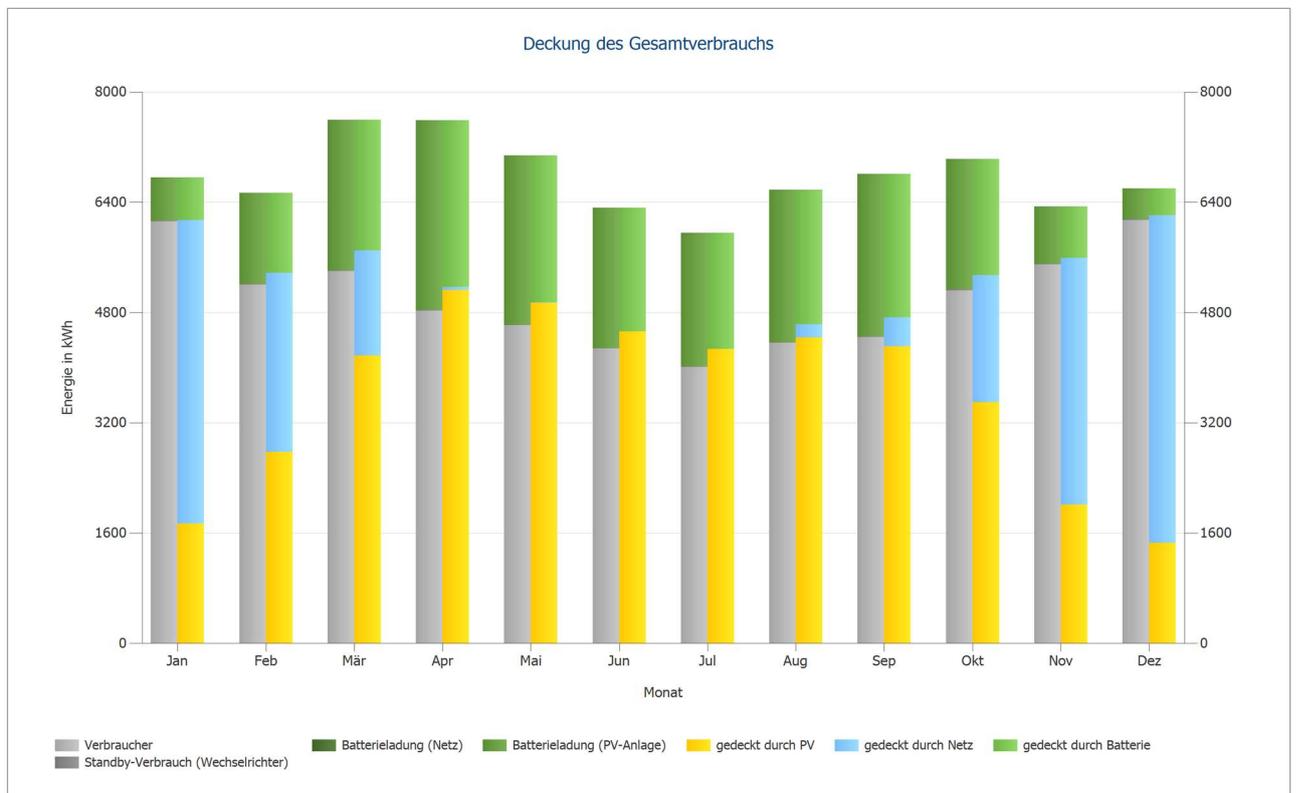


Abbildung: Deckung des Gesamtverbrauchs

Angebotsnummer: AN-1152

## Energieertrag für EnEV

### Energieertrag nach DIN 15316-4-6

Januar	941,5 kWh
Februar	1290,3 kWh
März	3149,3 kWh
April	5938,4 kWh
Mai	7175,2 kWh
Juni	7572,2 kWh
Juli	6818,1 kWh
August	5844,1 kWh
September	3990,3 kWh
Oktober	2500 kWh
November	974 kWh
Dezember	551,9 kWh
<b>Jahreswert</b>	<b>46 745,4 kWh</b>

**Randbedingungen:**

Klimadaten nach DIN V 18599-10

GEBÄUDE 01-MONTAGEFLÄCHE SÜDOSTEN

Systemleistungsfaktor: 0.8

Peakleistungskoeffizient: 0.182

Ausrichtung: Süd-Ost

Neigung: 0°

GEBÄUDE 02-MONTAGEFLÄCHE SÜDWESTEN

Systemleistungsfaktor: 0.8

Peakleistungskoeffizient: 0.182

Ausrichtung: Süd-West

Neigung: 0°

# Energiebilanz PV-Anlage

## Energiebilanz PV-Anlage

<b>Globalstrahlung horizontal</b>	<b>1 086,02 kWh/m<sup>2</sup></b>	
Abweichung vom Standardspektrum	-10,86 kWh/m <sup>2</sup>	-1,00 %
Bodenreflexion (Albedo)	2,27 kWh/m <sup>2</sup>	0,21 %
Ausrichtung und Neigung der Modulebene	56,12 kWh/m <sup>2</sup>	5,21 %
Modulunabhängige Abschattung	-2,03 kWh/m <sup>2</sup>	-0,18 %
Reflexion an Moduloberfläche	-5,83 kWh/m <sup>2</sup>	-0,52 %
Einstrahlung auf die Modul-Rückseite	34,42 kWh/m <sup>2</sup>	3,06 %
<b>Globalstrahlung auf Modul</b>	<b>1 160,10 kWh/m<sup>2</sup></b>	
	1 160,10 kWh/m <sup>2</sup>	
	x 299,716 m <sup>2</sup>	
	= 347 702,21 kWh	
<b>PV Globalstrahlung</b>	<b>347 702,21 kWh</b>	
Bifazialität (80 % der Rückseitenstrahlung)	-2 062,72 kWh	-0,59 %
Verschmutzung	-2 230,09 kWh	-0,65 %
STC Konversion (Modul-Nennwirkungsgrad 22,52 %)	-266 075,61 kWh	-77,48 %
<b>PV Nennenergie</b>	<b>77 333,78 kWh</b>	
Modulspezifische Teilabschattung	-1 575,42 kWh	-2,04 %
Schwachlichtverhalten	159,85 kWh	0,21 %
Abweichung von der Nenn-Modultemperatur	-383,31 kWh	-0,50 %
Dioden	-86,89 kWh	-0,12 %
Mismatch (Herstellerangaben)	-1 508,96 kWh	-2,00 %
Mismatch (Verschaltung/Abschattung)	-214,12 kWh	-0,29 %
<b>PV-Energie (DC) ohne Wechselrichter-Abregelung</b>	<b>73 724,94 kWh</b>	
Unterschreitung der DC-Startleistung	-20,21 kWh	-0,03 %
Abregelung wegen MPP-Spannungsbereich	-2,70 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. DC-Strom	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. DC-Leistung	0,00 kWh	0,00 %
Abregelung wegen max. AC-Leistung/cos phi	-631,80 kWh	-0,86 %
MPP Anpassung	-18,62 kWh	-0,03 %
<b>PV-Energie (DC)</b>	<b>73 051,62 kWh</b>	
<b>Energie am WR-Eingang</b>	<b>73 051,62 kWh</b>	
Abweichung der Eingangs- von der Nennspannung	-213,86 kWh	-0,29 %
DC/AC-Wandlung	-1 430,84 kWh	-1,96 %
Standby-Verbrauch (Wechselrichter)	-152,73 kWh	-0,21 %
Kabelverluste Gesamt	-428,44 kWh	-0,60 %
<b>PV-Energie (AC) abzgl. Standby-Verbrauch</b>	<b>70 825,75 kWh</b>	
<b>PV-Generatorenergie (AC-Netz)</b>	<b>70 978,48 kWh</b>	

Angebotsnummer: AN-1152

# Wirtschaftlichkeitsanalyse

## Überblick

### Anlagendaten

Netzeinspeisung im ersten Jahr (inkl. Moduldegradation)	27 674 kWh/Jahr
PV-Generatorleistung	67,5 kWp
Inbetriebnahme der Anlage	01/05/2024
Betrachtungszeitraum	30 Jahre
Kapitalzins	3 %

### Wirtschaftliche Kenngrößen

Gesamtkapitalrendite	26,99 %
Kumulierter Cashflow	576 442,31 €
Amortisationsdauer	4,4 Jahre
Stromgestehungskosten	0,0565 €/kWh

### Zahlungsübersicht

spezifische Investitionskosten	1 185,19 €/kWp
Investitionskosten	80 000,00 €
Einmalzahlungen	0,00 €
Förderungen	0,00 €
Jährliche Kosten	0,00 €/Jahr
Sonstige Erlöse oder Einsparungen	0,00 €/Jahr

### Vergütung und Ersparnisse

Gesamtvergütung im ersten Jahr	2 269,26 €/Jahr
Ersparnisse im ersten Jahr	16 221,69 €/Jahr

### EEG 2024 Tarif Erndtebrück - Gebäudeanlage

Gültigkeit	01/01/2024 - 31/12/2054
Spezifische Einspeisevergütung	0,082 €/kWh
Einspeisevergütung	2269,2646 €/Jahr

### Tarif Erndtebrück (Example)

Arbeitspreis	0,4 €/kWh
Preisänderungsfaktor Arbeitspreis	5 %/Jahr

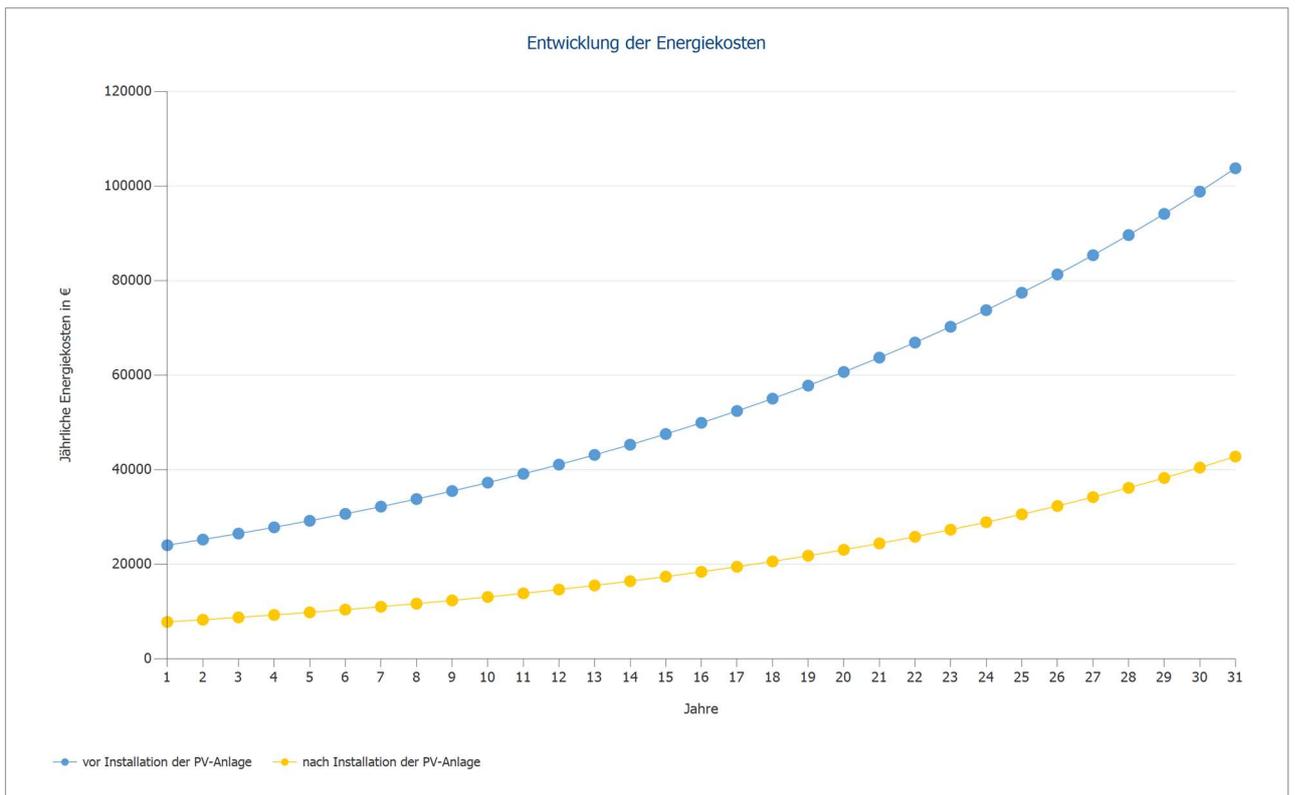


Abbildung: Entwicklung der Energiekosten

## Cashflow

### Cashflow

	Jahr 1	Jahr 2	Jahr 3	Jahr 4	Jahr 5
Investitionen	-80 000,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	2 203,17 €	2 129,72 €	2 058,67 €	1 989,96 €	1 923,50 €
Einsparungen Strombezug	15 749,21 €	15 985,29 €	16 224,60 €	16 467,18 €	16 713,06 €
<b>Jährlicher Cashflow</b>	<b>-62 047,62 €</b>	<b>18 115,01 €</b>	<b>18 283,27 €</b>	<b>18 457,14 €</b>	<b>18 636,56 €</b>
Kumulierter Cashflow	-62 047,62 €	-43 932,61 €	-25 649,34 €	-7 192,20 €	11 444,37 €

### Cashflow

	Jahr 6	Jahr 7	Jahr 8	Jahr 9	Jahr 10
Investitionen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	1 859,23 €	1 797,07 €	1 736,95 €	1 678,81 €	1 622,59 €
Einsparungen Strombezug	16 962,29 €	17 214,88 €	17 470,88 €	17 730,35 €	17 993,30 €
<b>Jährlicher Cashflow</b>	<b>18 821,52 €</b>	<b>19 011,95 €</b>	<b>19 207,84 €</b>	<b>19 409,16 €</b>	<b>19 615,89 €</b>
Kumulierter Cashflow	30 265,88 €	49 277,84 €	68 485,68 €	87 894,84 €	107 510,73 €

### Cashflow

	Jahr 11	Jahr 12	Jahr 13	Jahr 14	Jahr 15
Investitionen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	1 568,21 €	1 515,63 €	1 464,78 €	1 415,60 €	1 368,05 €
Einsparungen Strombezug	18 259,79 €	18 529,82 €	18 803,47 €	19 080,76 €	19 361,73 €
<b>Jährlicher Cashflow</b>	<b>19 828,00 €</b>	<b>20 045,45 €</b>	<b>20 268,25 €</b>	<b>20 496,36 €</b>	<b>20 729,78 €</b>
Kumulierter Cashflow	127 338,73 €	147 384,18 €	167 652,43 €	188 148,79 €	208 878,57 €

### Cashflow

	Jahr 16	Jahr 17	Jahr 18	Jahr 19	Jahr 20
Investitionen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	1 322,07 €	1 277,60 €	1 234,60 €	1 193,03 €	1 152,83 €
Einsparungen Strombezug	19 646,41 €	19 934,85 €	20 227,07 €	20 523,14 €	20 823,08 €
<b>Jährlicher Cashflow</b>	<b>20 968,47 €</b>	<b>21 212,45 €</b>	<b>21 461,68 €</b>	<b>21 716,17 €</b>	<b>21 975,90 €</b>
Kumulierter Cashflow	229 847,04 €	251 059,49 €	272 521,16 €	294 237,33 €	316 213,23 €

### Cashflow

	Jahr 21	Jahr 22	Jahr 23	Jahr 24	Jahr 25
Investitionen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	1 113,95 €	1 076,37 €	1 040,03 €	1 004,89 €	970,92 €
Einsparungen Strombezug	21 126,93 €	21 434,72 €	21 746,50 €	22 062,31 €	22 382,18 €
<b>Jährlicher Cashflow</b>	<b>22 240,88 €</b>	<b>22 511,09 €</b>	<b>22 786,53 €</b>	<b>23 067,20 €</b>	<b>23 353,10 €</b>
Kumulierter Cashflow	338 454,11 €	360 965,20 €	383 751,73 €	406 818,92 €	430 172,02 €

### Cashflow

	Jahr 26	Jahr 27	Jahr 28	Jahr 29	Jahr 30
Investitionen	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Einspeisevergütung	938,07 €	906,31 €	875,61 €	845,93 €	817,23 €
Einsparungen Strombezug	22 706,16 €	23 034,28 €	23 366,58 €	23 703,10 €	24 043,88 €
<b>Jährlicher Cashflow</b>	<b>23 644,23 €</b>	<b>23 940,59 €</b>	<b>24 242,19 €</b>	<b>24 549,03 €</b>	<b>24 861,12 €</b>
Kumulierter Cashflow	453 816,25 €	477 756,85 €	501 999,04 €	526 548,07 €	551 409,18 €

Angebotsnummer: AN-1152

Cashflow

	Jahr 31
Investitionen	0,00 €
Einspeisevergütung	644,18 €
Einsparungen Strombezug	24 388,96 €
<b>Jährlicher Cashflow</b>	<b>25 033,13 €</b>
<b>Kumulierter Cashflow</b>	<b>576 442,31 €</b>

Degradation- und Preissteigerungsraten werden monatlich über den gesamten Betrachtungszeitraum angewendet. Dies erfolgt bereits im ersten Jahr.

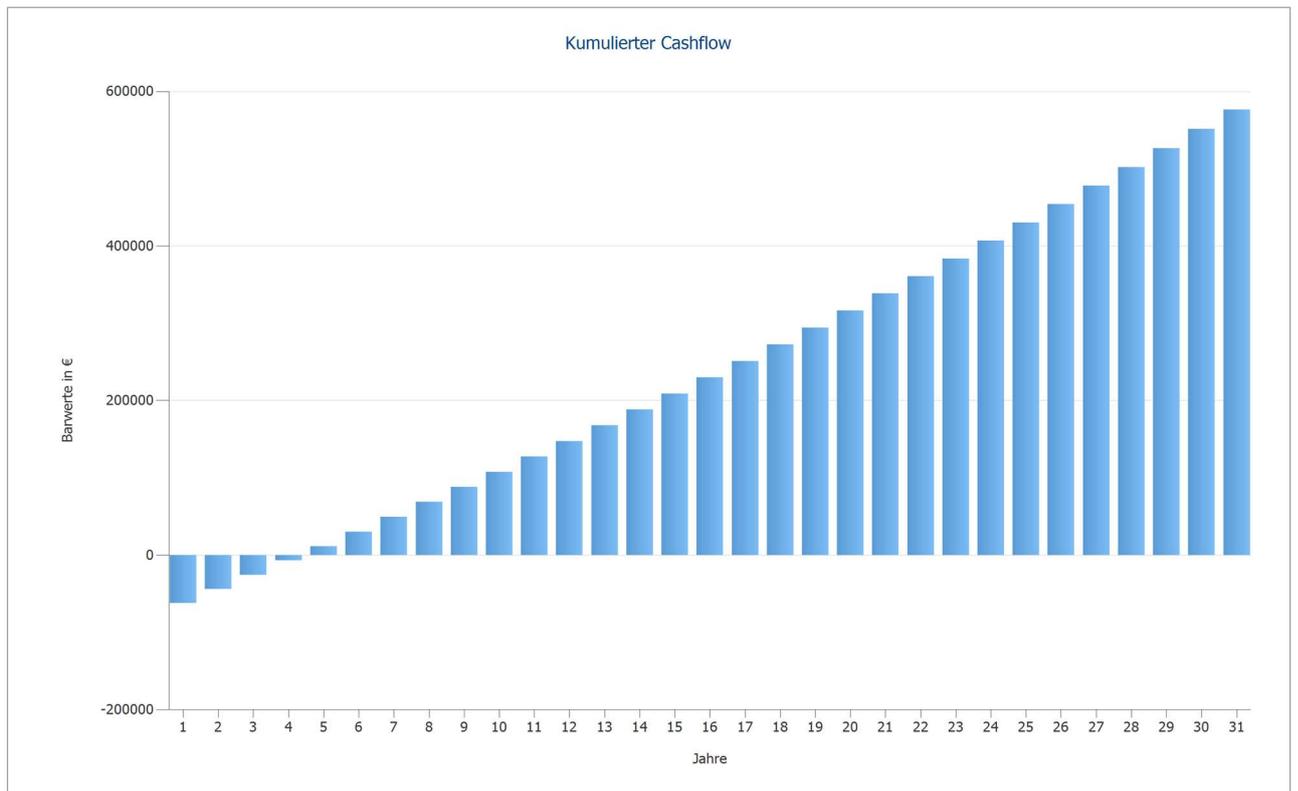


Abbildung: Kumulierter Cashflow

Angebotsnummer: AN-1152

# Datenblätter

## Datenblatt PV-Modul

PV-Modul: JAM54D41-450/LB (v1)

Hersteller	JA Solar Holdings Co., Ltd.
Lieferbar	Ja

### Elektrische Daten

Zelltyp	Si monokristallin
Halbzellen-Modul	Ja
Anzahl Zellen	108
Anzahl Bypassdioden	3
Verlustspannung pro Bypassdiode	1 V
Integrierter Leistungsoptimierer	Nein
Nur Trafo-Wechselrichter geeignet	Nein

### U/I Kennwerte bei STC

Spannung im MPP	32,82 V
Strom im MPP	13,71 A
Leerlaufspannung	39,3 V
Kurzschlussstrom	14,48 A
Erhöhung Leerlaufspannung vor Stabilisierung	0 %
Nennleistung	450 W
Füllfaktor	79,07 %
Wirkungsgrad	22,52 %

### U/I Teillastkennwerte

Quelle der Werte	Hersteller/Eigene
Einstrahlung	200 W/m <sup>2</sup>
Spannung im MPP bei Teillast	32,396 V
Strom im MPP bei Teillast	2,766 A
Leerlaufspannung bei Teillast	37,09 V
Kurzschlussstrom bei Teillast	2,896 A

### Weitere Parameter

Temperaturkoeffizient Uoc	-113,1 mV/K
Temperaturkoeffizient Isc	6,6 mA/K
Temperaturkoeffizient Pmpp	-0,3 %/K
Winkelkorrekturfaktor (IAM)	100 %
Bifazialitätsfaktor	80 %
Maximale Systemspannung	1500 V

### Mechanische Daten

Breite	1134 mm
Höhe	1762 mm
Tiefe	30 mm
Rahmenbreite	28 mm
Gewicht	22 kg

Angebotsnummer: AN-1152

## Datenblatt Wechselrichter

Wechselrichter: SUN2000MA-10KTL-M1(High Current Version-400Vac) (v2)

Hersteller	Huawei Technologies
Lieferbar	Ja

### Elektrische Daten - DC

DC-Nennleistung	10,17 kW
Max. DC-Leistung	15,26 kW
DC-Nennspannung	600 V
Max. Eingangsspannung	1100 V
Max. Eingangsstrom	27 A
Max. Kurzschlussstrom	27 A
Anzahl DC-Eingänge	2

### Elektrische Daten - AC

AC-Nennleistung	10 kW
Max. AC-Leistung	11 kVA
AC-Nennspannung	230 V
Anzahl Phasen	3
Mit Trafo	Nein

### Elektrische Daten - Sonstige

Änderung des Wirkungsgrades bei Abweichung der Eingangsspannung von der Nennspannung	0,27 %/100V
Min. Einspeiseleistung	40 W
Standby-Verbrauch	10 W
Nachtverbrauch	5,5 W

### MPP-Tracker

Leistungsbereich < 20% der Nennleistung	99,91 %
Leistungsbereich > 20% der Nennleistung	99,98 %
Anzahl MPP-Tracker	2

### MPP-Tracker 1-2

Max. Eingangsstrom	13,5 A
Max. Kurzschlussstrom	13,5 A
Max. Eingangsleistung	8,8 kW
Min. MPP-Spannung	140 V
Max. MPP-Spannung	980 V

Angebotsnummer: AN-1152

## Datenblatt Batteriesystem

Batteriesystem: LUNA2000-5-S0 (v1)

Hersteller	Huawei Technologies
Lieferbar	Ja
<b>Batteriewechselrichter</b>	
Nennleistung	2,5 kW
Maximale Ladeleistung	2,5 kW
Maximale Entladeleistung	2,5 kW
Art der Kopplung	AC Kopplung
<b>Batterie</b>	
Hersteller Batterie	Huawei Technologies
Modell	LUNA2000-5KW-E0 (v2)
Anzahl	1 (1x1)
Batteriesystemspannung DC	51,2 V
Nutzbare Batterieenergie	5,1 kWh
Kapazität bei t=10h	100 Ah

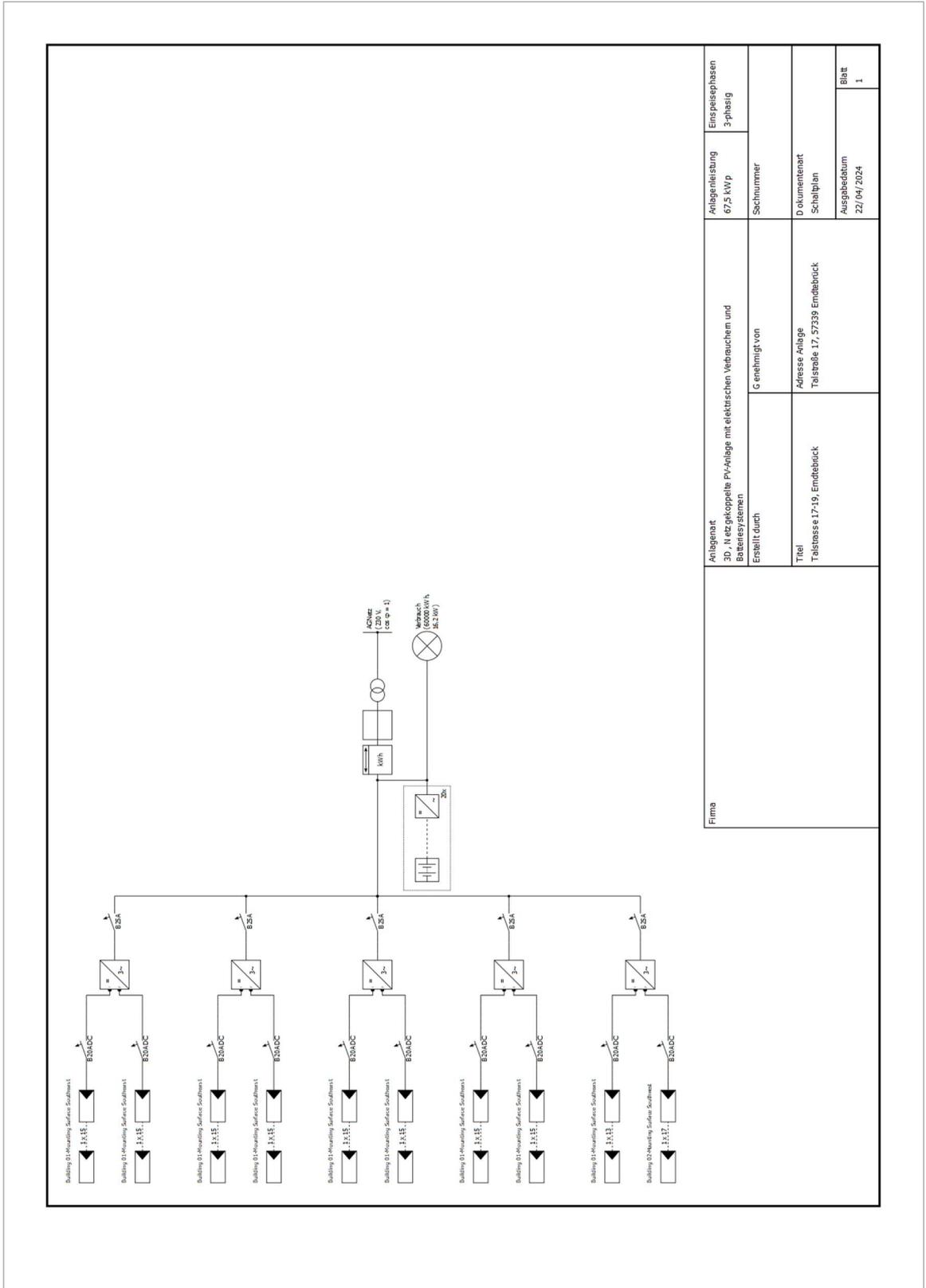
## Datenblatt Batterie

Batterie: LUNA2000-5KW-E0 (v2)

Hersteller	Huawei Technologies
Lieferbar	Ja
<b>Elektrische Daten</b>	
Batterietyp	Lithium-Eisen-Phosphat
Zellspannung	3,2 V
Anzahl Zellen in Reihe	16
Nennspannung	51,2 V
Anzahl Batteriestränge	1
Innenwiderstand	4,16 mΩ
Selbstentladung	1,5 %/Monat
Haltbarkeit in Lade-Entlade-Zyklen (DoD = 40 %)	11250
<b>Mechanische Daten</b>	
Länge	670 mm
Breite	150 mm
Höhe	360 mm
Gewicht	50 kg

# Pläne und Stückliste

## Schaltplan



Firma	Anlagenart	3D, N-itz gekoppelte PV-Anlage mit elektrischen Verbrauchern und Battersystemen	Empfängerleistung	67,5 kW p	Empfängerleistung 3-phasig
	Erstellt durch	Genehmigt von	Schaltplan		
Firma	Titel		Dokumentart		
	Teiletafel 17-19, Enddruck		Schaltplan		
		Ausgabedatum		Blatt	
		22/04/2024		1	

Abbildung: Schaltplan

# Übersichtsplan

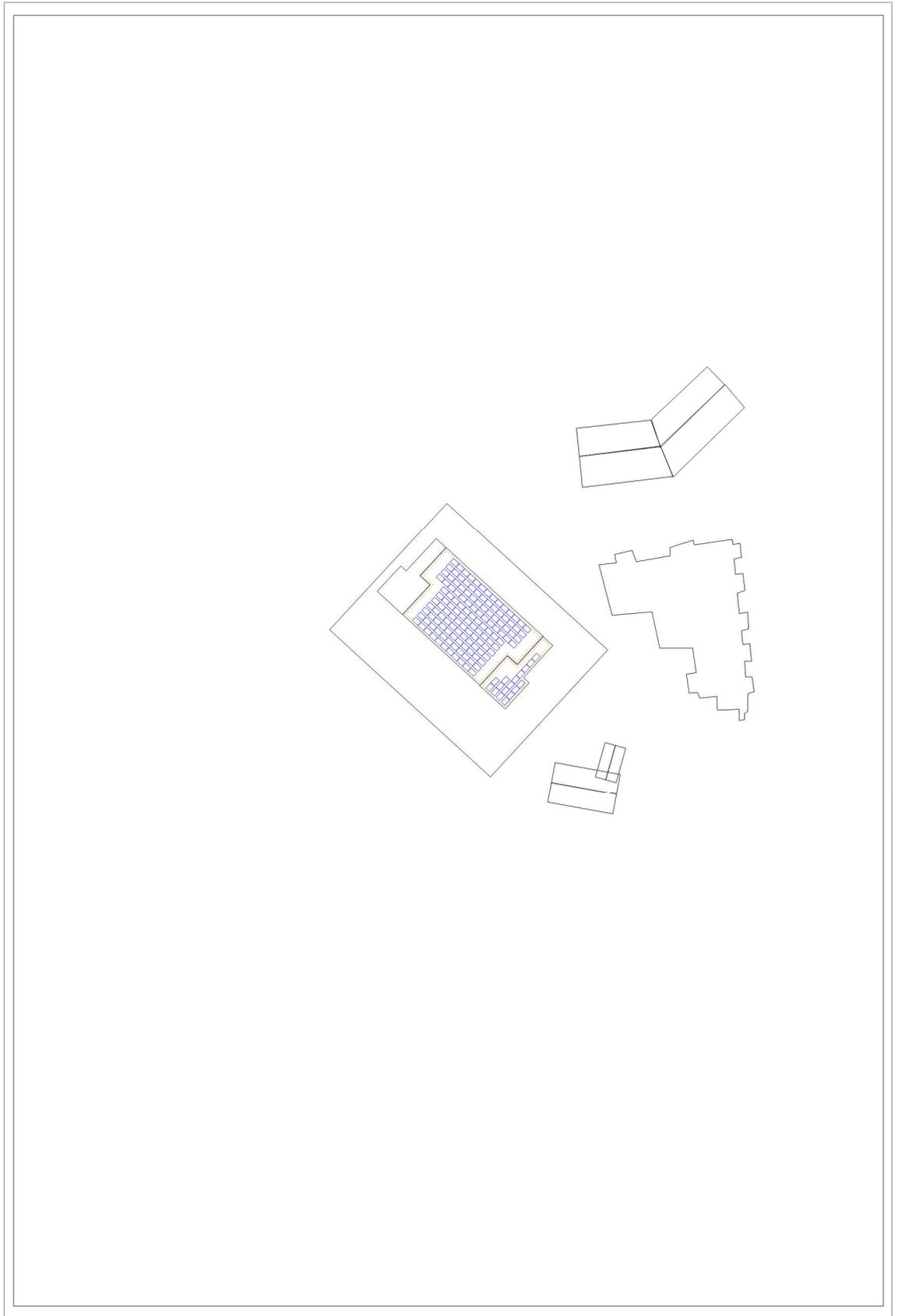


Abbildung: Übersichtsplan

# Bemaßungsplan

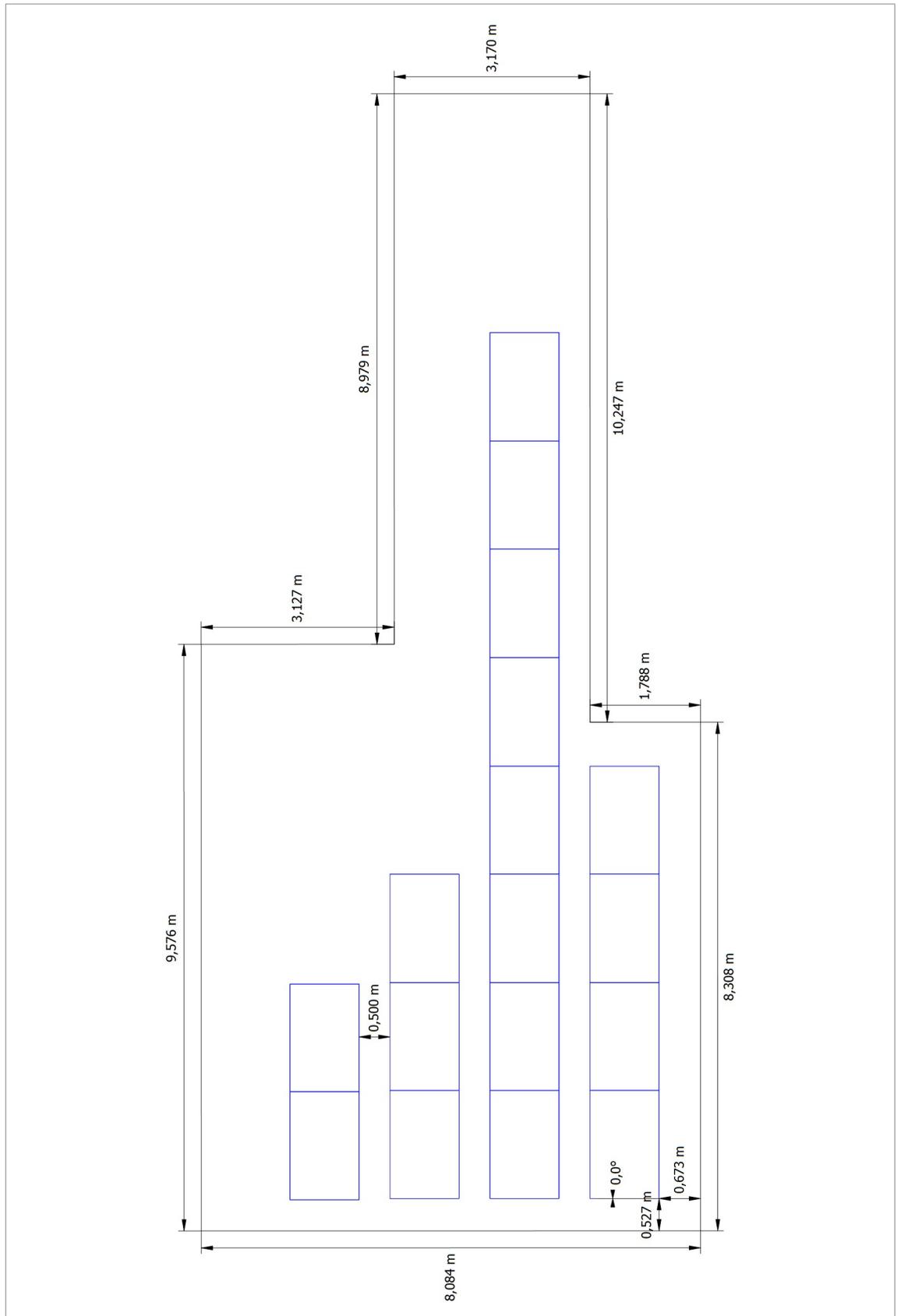


Abbildung: Gebäude 02-Montagefläche Südwesten

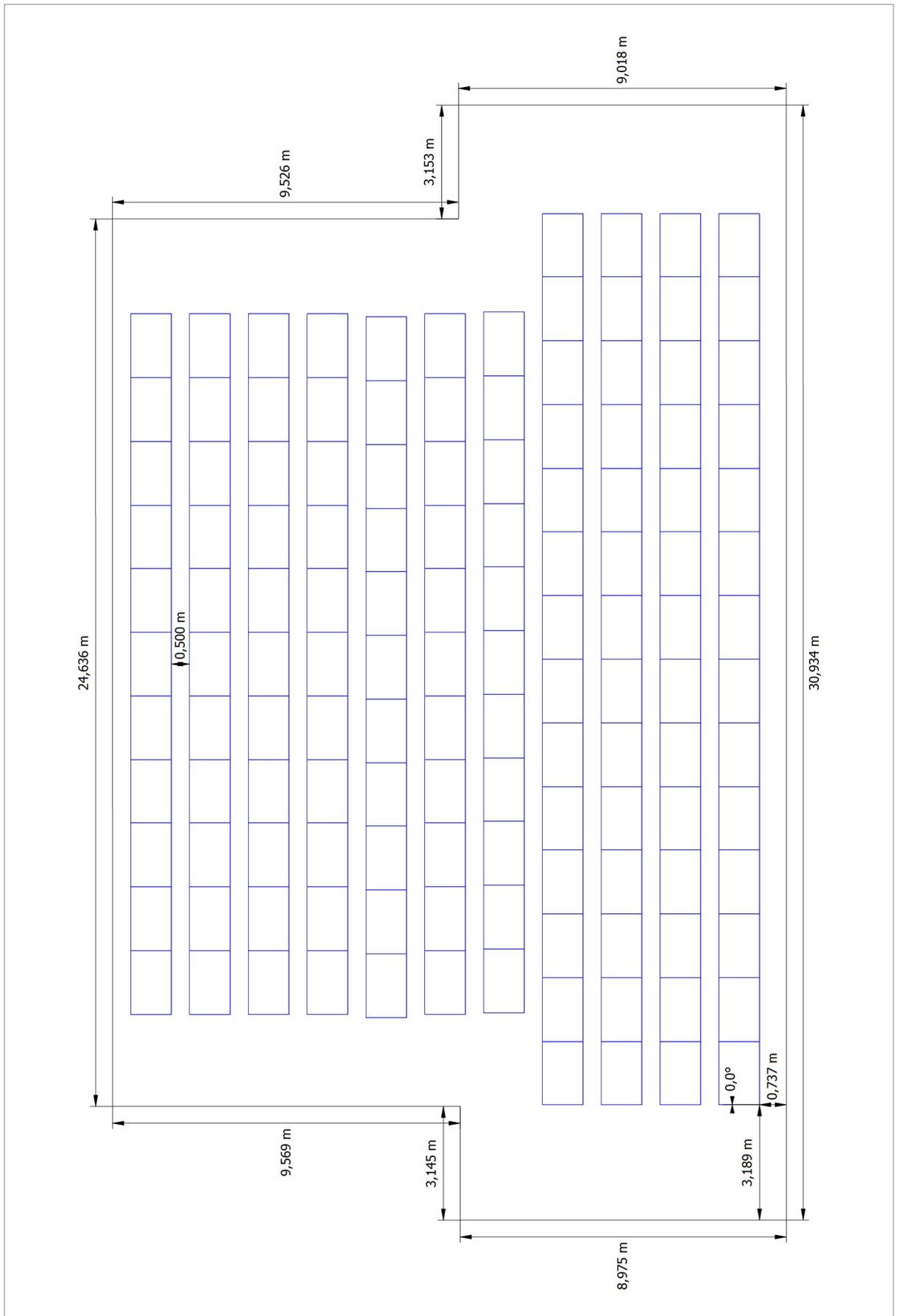


Abbildung: Gebäude 01-Montagefläche Südosten

# Strangplan

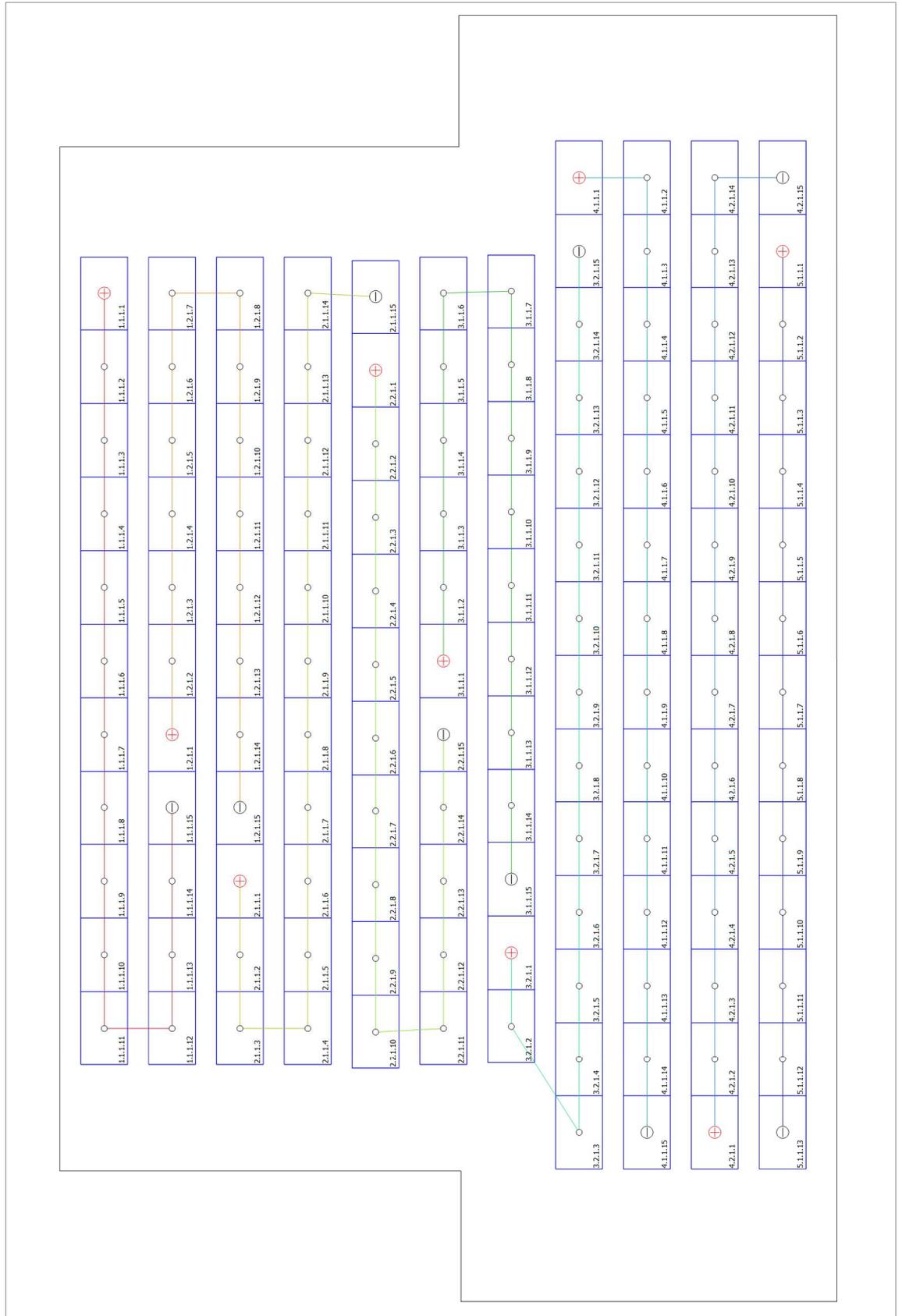


Abbildung: Gebäude 01-Montagefläche Südosten

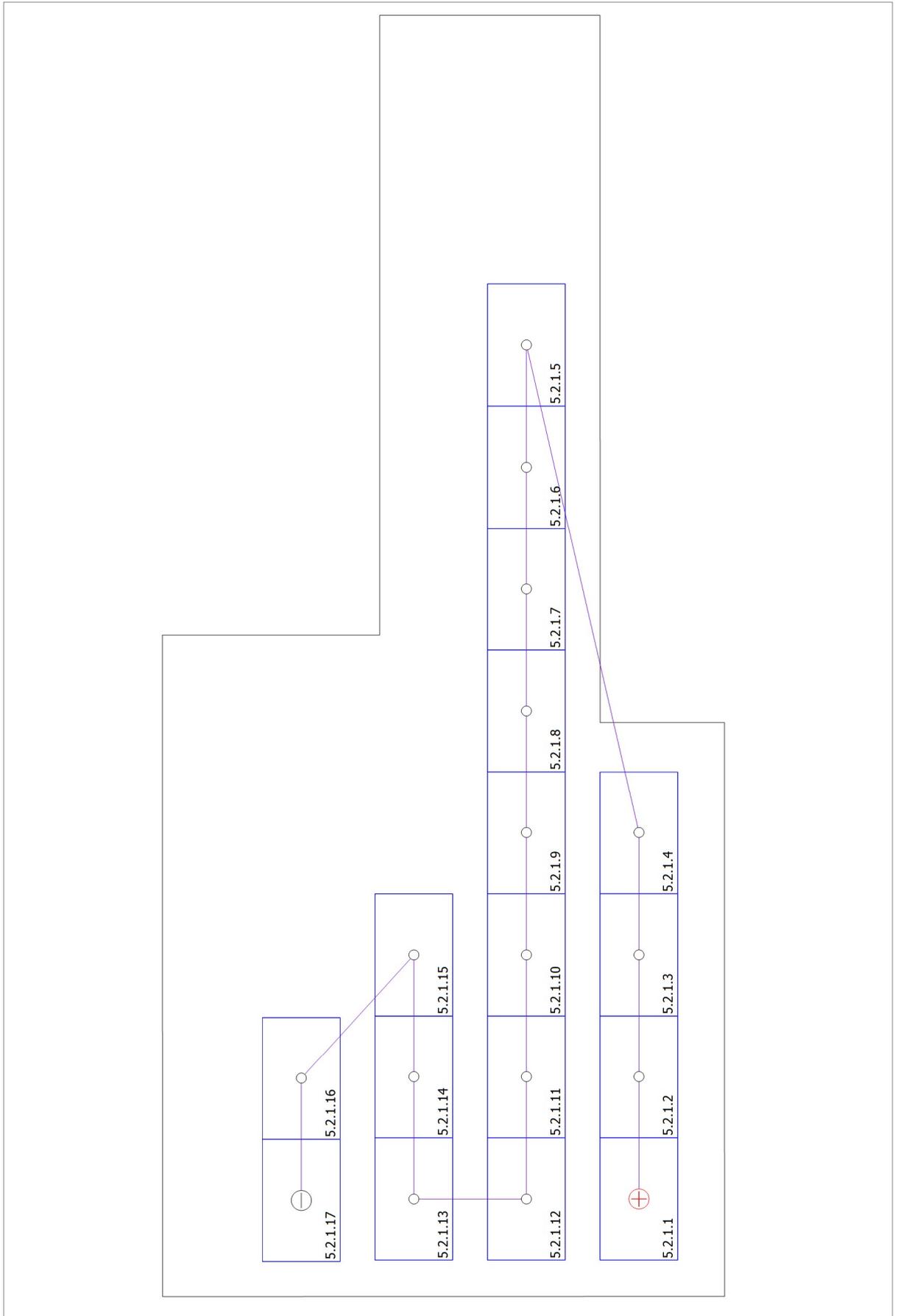


Abbildung: Gebäude 02-Montagefläche Südwesten

Angebotsnummer: AN-1152

## Stückliste

### Stückliste

#	Typ	Artikelnummer	Hersteller	Name	Menge	Einheit
1	PV-Modul		JA Solar Holdings Co., Ltd.	JAM54D41-450/LB	150	Stück
2	Wechselrichter		Huawei Technologies	SUN2000MA-10KTL-M1(High Current Version-400Vac)	5	Stück
3	Batteriesystem		Huawei Technologies	LUNA2000-5-S0	20	Stück
4	Komponenten			Zweirichtungszähler	1	Stück
5	Komponenten			Hausanschluss	1	Stück
6	Komponenten			Transformator	1	Stück
7	Komponenten			Leitungsschutzschalter B 25A	5	Stück
8	Komponenten			Leitungsschutzschalter B 20A DC	10	Stück

# Screenshots, 3D-Planung

## Verschaltung

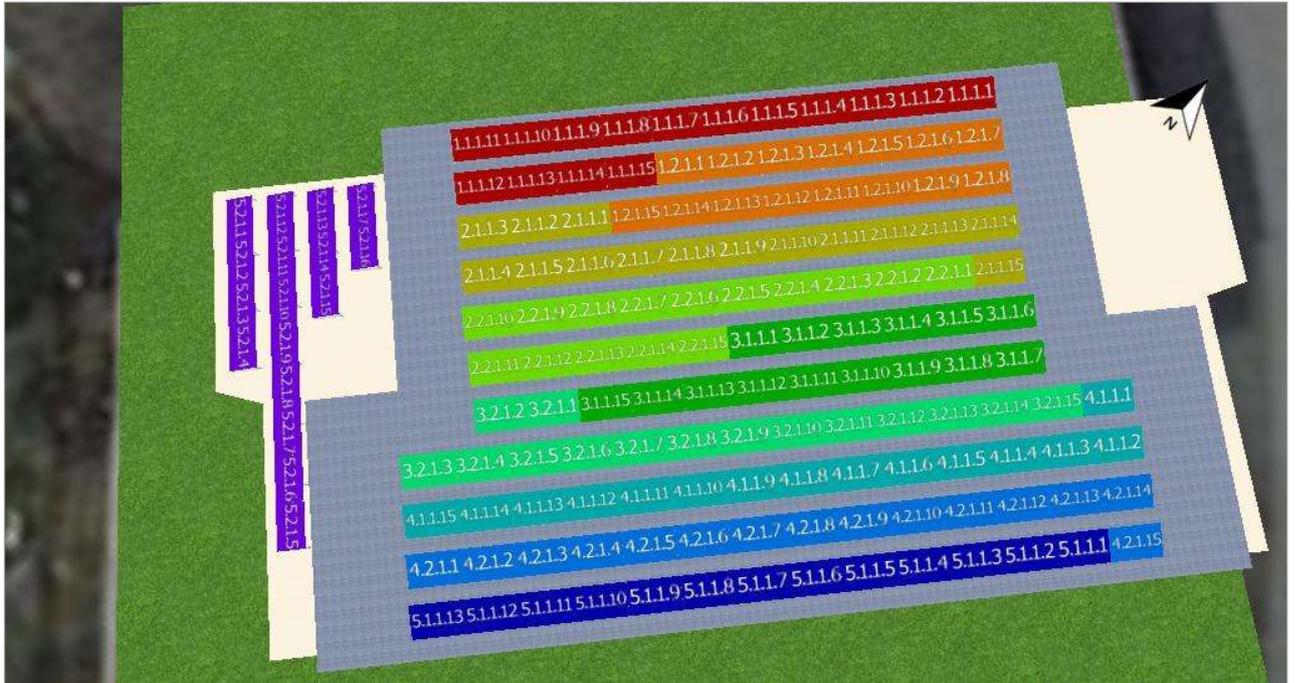


Abbildung: Screenshot01

## Verschattung



Abbildung: Screenshot02

Angebotsnummer: AN-1152

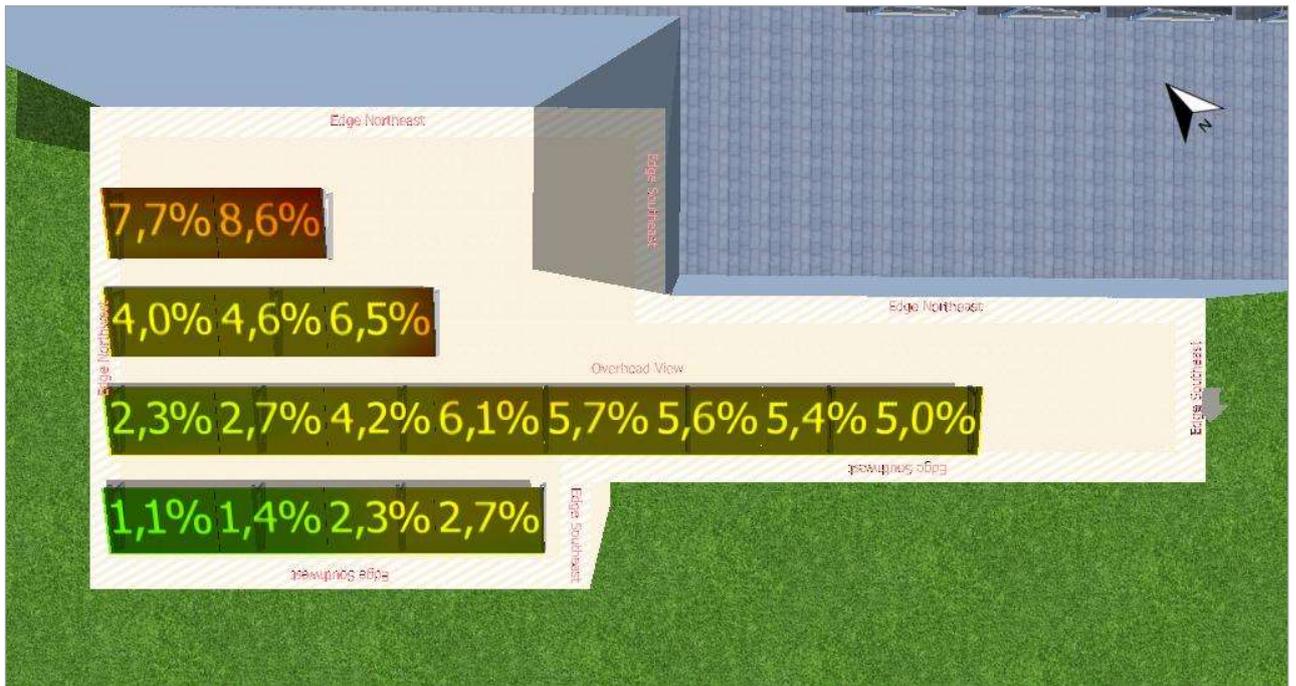


Abbildung: Screenshot03