



GRÜNER  
STROM  
LABEL e.V.

**Auswertung zu  
Energie- und Wasserverbräuchen  
für das  
Kolping Jugendwohnen Köln-Ehrenfeld**

Erstellt vom Grüner Strom Label e.V.  
Autoren: Daniel Craffonara, Christian Knops

für:

Deutsche Kolpingsfamilie e.V.  
St.-Apern-Straße 32, 50667 Köln

Datum: 16.05.2023



## Inhaltsverzeichnis

Tabellen- und Abbildungsverzeichnis .....	2
1 Hintergrund .....	3
2 Zielsetzung.....	3
3 Methodik.....	4
3.1 Datengrundlagen.....	4
3.2 Referenzzeiträume .....	4
3.3 Berechnungsmethodik .....	4
4 Gesamtbetrachtung .....	7
5 Strom.....	13
5.1 Stromverbrauch.....	13
5.2 Stromerzeugung und -bezug.....	13
5.3 CO <sub>2</sub> -Emissionen durch den Stromverbrauch.....	14
6 Wärmeenergie.....	17
6.1 Heizenergieverbrauch .....	17
6.2 CO <sub>2</sub> -Emissionen durch Heizenergieverbrauch .....	18
7 Wasser .....	20
7.1 Trinkwasserverbrauch.....	20
7.2 Regenwassersammelanlage.....	20
7.3 CO <sub>2</sub> -Emissionen durch den Bezug von Trinkwasser.....	20
8 Grundevaluation der Sanierungsmaßnahmen .....	22
8.1 Handlungsempfehlungen .....	23
9 Literatur- und Quellenverzeichnis.....	24

## Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Tabelle 1: Begriffsbestimmung einzelner Gebäudeflächen nach DIN 277 [4] .....	4
Tabelle 2: Gebäudeflächen vor und nach Sanierung des Kolping Jugendwohnen Köln-Ehrenfeld.....	6
Abbildung 1: Gebäudeflächen vor und nach Sanierung des Kolping Jugendwohnen Köln-Ehrenfeld.....	6
Abbildung 2: Vergleich der Gesamt-Verbräuche und -Einsparungen pro Jahr für Strom, Wärmeenergie und Wasser vor und nach der Sanierung .....	8
Abbildung 3: Vergleich der Pro-m <sup>2</sup> -Verbräuche und -Einsparungen pro Jahr für Strom, Wärmeenergie und Wasser vor und nach der Sanierung .....	9
Abbildung 4: Vergleich der Pro-Kopf-Verbräuche und -Einsparungen pro Jahr für Strom, Wärmeenergie und Wasser vor und nach der Sanierung .....	10
Abbildung 5: Vergleich der Gesamt-CO <sub>2</sub> -Emissionen und -Einsparungen pro Jahr für Strom, Wärmeenergie und Wasser vor und nach der Sanierung .....	11
Abbildung 6: Vergleich der Pro-Kopf-CO <sub>2</sub> -Emissionen und -Einsparungen pro Jahr für Strom, Wärmeenergie und Wasser vor und nach der Sanierung .....	12
Abbildung 7: Vergleich Stromverbrauch und -erzeugung vor und nach der Sanierung .....	14
Abbildung 8: Strom: Vergleich der Verbräuche an Energie und CO <sub>2</sub> -Emissionen pro Jahr insgesamt, pro m <sup>2</sup> und pro Kopf vor und nach der Sanierung .....	16
Abbildung 9: Wärmeenergie: Vergleich der Verbräuche an Energie und CO <sub>2</sub> -Emissionen pro Jahr insgesamt, pro m <sup>2</sup> und pro Kopf vor und nach der Sanierung .....	19
Abbildung 10: Wasser: Vergleich der Verbräuche und CO <sub>2</sub> -Emissionen pro Jahr insgesamt, pro m <sup>2</sup> und pro Kopf vor und nach der Sanierung .....	21

## 1 Hintergrund

Das Kolpingwerk Deutschland sieht sich gemäß dem eigenen Leitbild in der Verantwortung für die Bewahrung der Schöpfung. „Die Verantwortung des Einzelnen zeigt sich im täglichen Umgang mit den Gütern der Natur [1]. In diesem Sinne setzen sich viele der mehr als 215.000 Mitglieder in rund 2.300 Koldingsfamilien engagiert mit Fragen des Umwelt- und Klimaschutzes auseinander. Klimaschutz soll generationengerecht, sozial und europäisch umgesetzt werden.

Vor dem Hintergrund dieser Leitlinien wurde das Kolping Jugendwohnen Köln-Ehrenfeld energetisch saniert. Laut Projektverantwortlichen konnte durch die energetische Kernsanierung mehr als die Hälfte an CO<sub>2</sub>-Emissionen der Baumaßnahmen eingespart werden, im Vergleich zu einem Abriss und Neubau des Gebäudes [2]. Das Wohnheim für junge Erwachsene wurde zudem barrierefrei zugänglich gemacht und von 50 auf 73 Plätze erweitert. Nach Beendigung der Sanierungsmaßnahmen erfüllt das Kolpinghaus den KfW-55 Effizienzhaus-Standard.

Das Kolpingwerk möchte Schritt für Schritt Gebäude bedarfsgerecht energetisch sanieren lassen. Für Folgeprojekte sollen Erfahrungswerte aus bereits umgesetzten energetischen Gebäudesanierungsmaßnahmen mit einfließen.

## 2 Zielsetzung

Ziel des vorliegenden Berichts ist die Erstellung einer Auswertung zu Energie- und Wasserverbräuchen vor dem Hintergrund der durchgeführten energetischen Gebäudesanierungsmaßnahmen und unter Berücksichtigung des Einsatzes Erneuerbarer Energien für das Kolping Jugendwohnen Köln-Ehrenfeld.

Hierfür werden zwei Referenzzeiträume betrachtet und gegenübergestellt – vor Beginn (3-Jahresmittel aus Daten von 2017 bis 2019) und nach Abschluss der Sanierungsmaßnahmen (Jahresverbräuche 2022, siehe Kapitel 3.2). Verglichen werden:

- Strom
  - Stromverbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen vor und nach der energetischen Sanierung
  - Vorher: Vollversorgung aus dem öffentlichen Stromnetz (Graustrom)
  - Nachher: Regenerative Stromerzeugung durch eigene Photovoltaik-Anlage (untergliedert nach Eigenverbrauch und Einspeisung ins öffentliche Netz), Rest-Versorgung aus dem öffentlichen Stromnetz (Ökostrom), stromsparende Maßnahmen, neue Stromverbraucher.
- Wärmeenergie (Heizung und Warmwasserbereitung)
  - Energieverbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen vor und nach der energetischen Sanierung
  - Vorher: Vollversorgung aus dem öffentlichen Gasnetz (Erdgas)
  - Nachher: Vollversorgung durch eigene Holzpellet-Anlage und eigene Solarthermie-Anlage, Dämmmaßnahmen
- Wasser
  - Wasserverbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen vor und nach der energetischen Sanierung
  - Vorher: Vollversorgung aus dem öffentlichen Wassernetz
  - Nachher: Wassernutzung aus eigener Regenwassersammelanlage, Rest-Versorgung aus dem öffentlichen Wassernetz, wassersparende Maßnahmen.

### 3 Methodik

#### 3.1 Datengrundlagen

Informationen zum Gebäude selbst sowie Verbrauchswerte zu Strom, Wärme und Wasser wurden vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt [3].

Bei Be- und Umrechnung von Kennwerten hat der Auftragnehmer sich an gängigen Standards sowie Untersuchungen anerkannter Institutionen orientiert: Die Erfassung der Gebäudeflächen orientiert sich an der aktuellen DIN 277 [4]. Zur Ermittlung von Heiz- und Brennwert der Holzpellets wurde auf Daten des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle zurückgegriffen [5]. Bei der Ermittlung der CO<sub>2</sub>-Äquivalente wurden je nach Anwendungsbereich verschiedene Datenquellen verwendet:

- Strom auf Basis fossiler Energieträger sowie Wärme auf Basis fossiler Energieträger und Erneuerbarer Energien: GEMIS-Datenbank des IINAS [6]
- Strom auf Basis Erneuerbaren Energien: Studie des Umweltbundesamtes [7]
- Trinkwasserverbrauch: Studie der GUT Zertifizierungsgesellschaft für Managementsysteme mbH Umweltgutachter [8]

Begriff	Erläuterung
<b>Netto-Raumfläche (NRF)</b>	Nutzungsfläche + Technikfläche + Verkehrsfläche
<b>Nutzungsfläche (NUF)</b>	Anteil der Netto-Raumfläche (NRF), der den Zweckbestimmungen des Bauwerks dient, z.B.: Wohnräume, Gemeinschaftsräume, Küchen, Büroräume, Besprechungsräume, Lager- und Vorratsräume etc.
<b>Technikfläche (TF)</b>	Anteil der Netto-Raumfläche (NRF) für die technischen Anlagen zur Versorgung und Entsorgung des Bauwerks, z.B.: Heizungszentrale, Haustechnikräume etc.
<b>Verkehrsfläche (VF)</b>	Anteil der Netto-Raumfläche (NRF) für die horizontale und vertikale Verkehrserschließung des Bauwerks, z.B.: Treppenhäuser, Flure, Fahrstuhl etc.

Tabelle 1: Begriffsbestimmung einzelner Gebäudeflächen nach DIN 277 [4]

#### 3.2 Referenzzeiträume

Für den Vergleich der in Kapitel 2 genannten Kennwerte werden folgende Referenzzeiträume gegenübergestellt:

- Referenzzeitraum vor der Sanierung: 3-Jahres-Mittelwert der Kalenderjahre 2017, 2018 und 2019.
- Referenzzeitraum nach der Sanierung: Kalenderjahr 2022.

Durch die Festlegung dieser Referenzzeiträume werden zum einen die nicht repräsentativen Sanierungsjahre 2020 und 2021 bewusst ausgeklammert. Zum anderen fallen durch die Festlegung des 3-Jahresmittels 2017 bis 2019 etwaige Sondereffekte, die die Werte eines einzelnen Kalenderjahres verzerren könnten (z.B. witterungsbedingte Ereignisse oder ungewöhnliche Schwankungen in der Bettenbelegung), weniger stark ins Gewicht.

#### 3.3 Berechnungsmethodik

Das Kolping Jugendwohnen Köln-Ehrenfeld wurde 2020/2021 kernsaniert. Energieeffizienz, die Nutzung erneuerbarer Energien sowie die Optimierung des Wasserverbrauchs standen hier im Fokus.

Infolgedessen reduzierte sich die Netto-Raumfläche des Gebäudes um fast 24 %, von ca. 2.560 m<sup>2</sup> auf rund 1.970 m<sup>2</sup>. Insbesondere der Wegfall des beheizten und unterkellerten Mitteltraktes zum Veranstaltungssaal sowie der Wegfall des Brückenbaus zum Nachbargebäude fallen hier ins Gewicht.

## Gebäudeflächen vor und nach der Sanierung

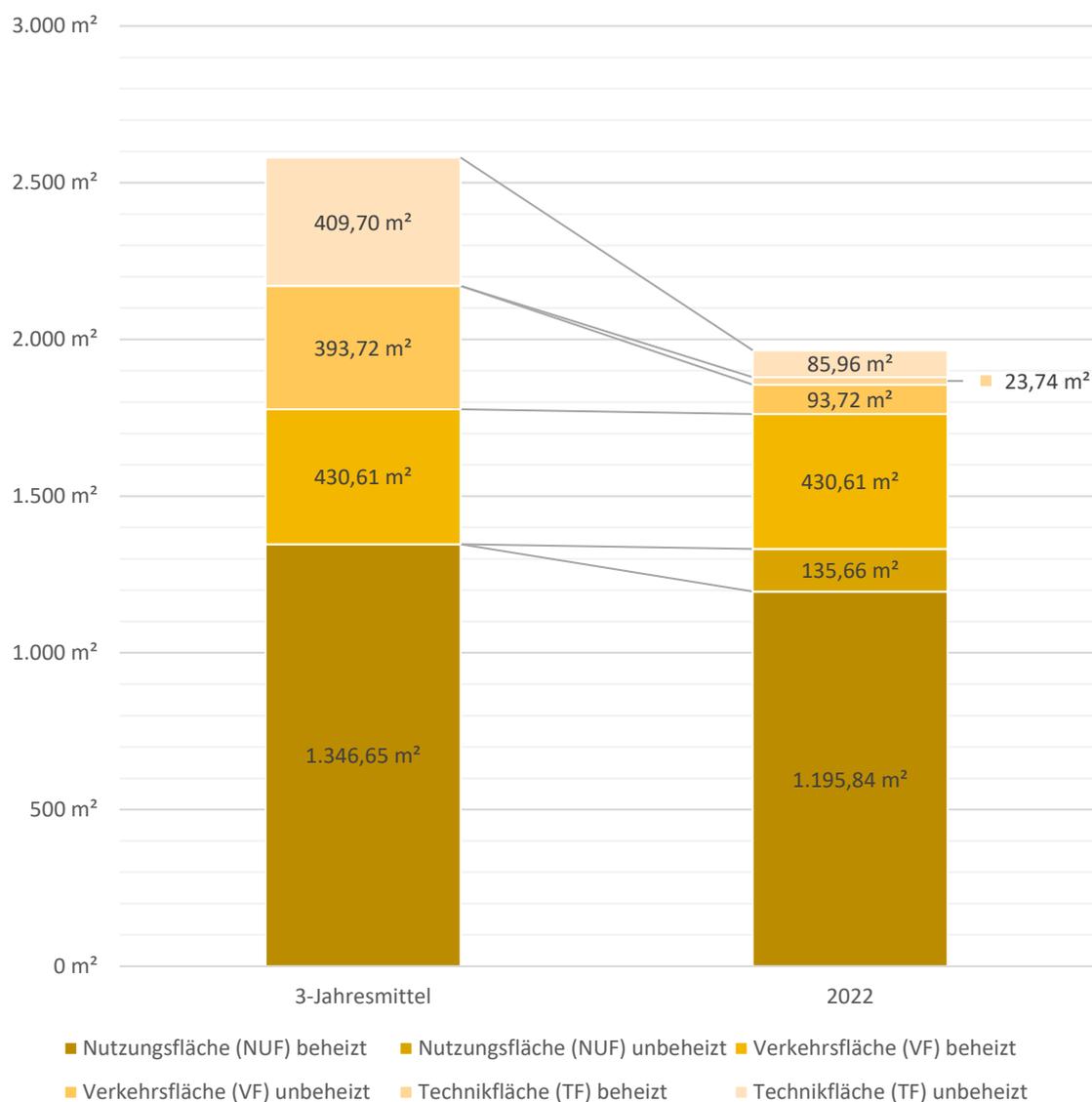


Abbildung 1: Gebäudeflächen vor und nach Sanierung des Kolping Jugendwohnen Köln-Ehrenfeld

Flächenbezeichnung	3-Jahresmittel (2017 bis 2019)	2022	%-Veränderung
Netto-Raumfläche (NRF) gesamt	2.580,68 m²	1.965,53 m²	-23,84 %
Netto-Raumfläche (NRF) beheizt	1.777,26 m²	1.650,19 m²	-7,15 %
Netto-Raumfläche (NRF) unbeheizt	803,42 m²	315,34 m²	-60,75 %
Nutzungsfläche (NUF) beheizt	1.346,65 m²	1.195,84 m²	-11,20 %
Nutzungsfläche (NUF) unbeheizt	0,00 m²	135,66 m²	-
Verkehrsfläche (VF) beheizt	430,61 m²	430,61 m²	0,00 %
Verkehrsfläche (VF) unbeheizt	393,72 m²	93,72 m²	-76,20 %
Technikfläche (TF) beheizt	0,00 m²	23,74 m²	-
Technikfläche (TF) unbeheizt	409,70 m²	85,96 m²	-79,02 %

Tabelle 2: Gebäudeflächen vor und nach Sanierung des Kolping Jugendwohnen Köln-Ehrenfeld

Auch die Gesamtkapazität der Einrichtung änderte sich im Zuge der baulichen Anpassungen: Die Anzahl an Wohnplätzen konnte u.a. durch die Umnutzung der im Referenzzeitraum freistehenden Wohnheimleitungswohnung von 50 auf 73 erhöht werden; eine Steigerung von 46 %. Damit einhergehend änderte sich auch die Anzahl der belegten Betten: Während im 3-Jahresmittel 2017 bis 2019 durchschnittlich rund 41 Betten belegt waren, waren es 2022 67 Betten, eine Steigerung von rund 65 %.

Wegen der erheblich veränderten Flächenzuschnitte sowie der erheblich veränderten Anzahl der im Haus lebenden Menschen wurden die Kennwerte (Energieverbräuche bzw. CO<sub>2</sub>-Emissionen) an den erforderlichen Stellen pro Quadratmeter oder pro Person umgerechnet, um sie miteinander vergleichbar zu machen.

#### **4 Gesamtbetrachtung**

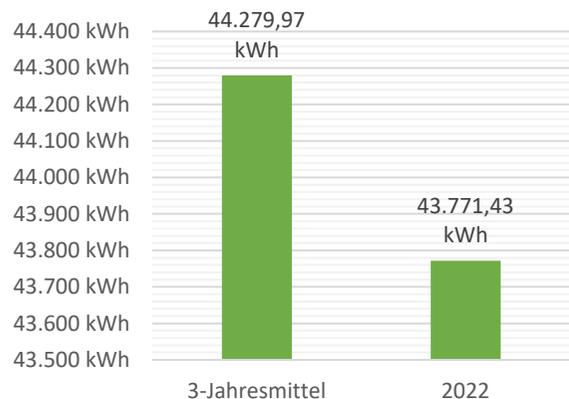
Im Folgenden sind die Analyse-Ergebnisse für die Bereiche Strom, Wärmeenergie und Wasser zusammengefasst.

In Abbildung 2 bis Abbildung 4 sind die Jahres-Verbräuche für Strom, Wärmeenergie und Wasser insgesamt, pro m<sup>2</sup> und pro Kopf vor der Sanierung (3-Jahresmittel 2017 bis 2019) und danach (Jahreswerte aus 2022) dargestellt.

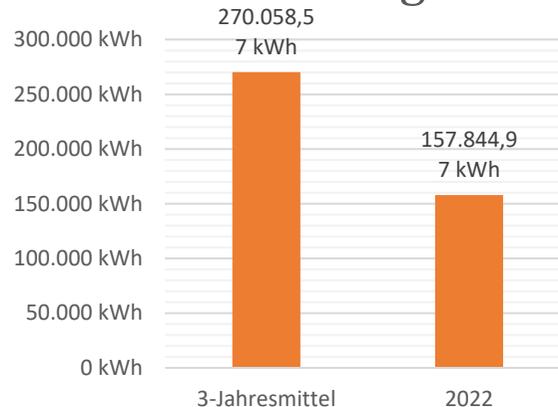
Abbildung 5 und Abbildung 6 zeigen die CO<sub>2</sub>-Emissionen insgesamt und pro Kopf im selben Zeitraum.

In den jeweiligen Kapiteln (5 Strom, 6 Wärmeenergie, 7 Wasser) werden Verbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr vor und nach der Sanierung miteinander verglichen und abgebildet. Dabei wird unterschieden nach den Kategorien ‚Gesamt‘, ‚Pro m<sup>2</sup>‘ und ‚Pro Kopf‘.

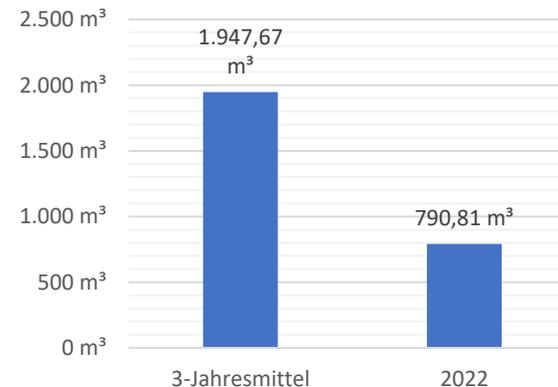
### Jahresverbräuche gesamt: Strom



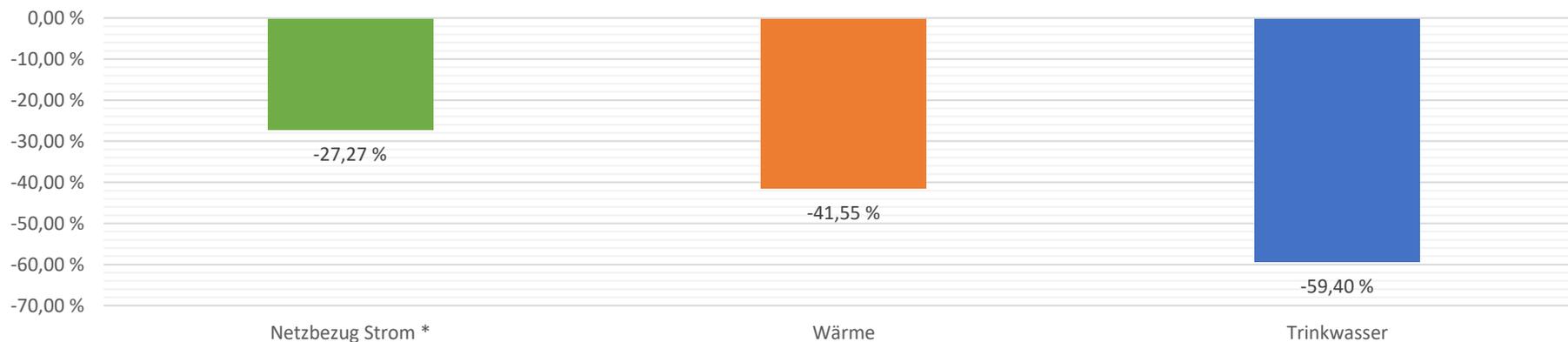
### Wärmeenergie



### Wasser

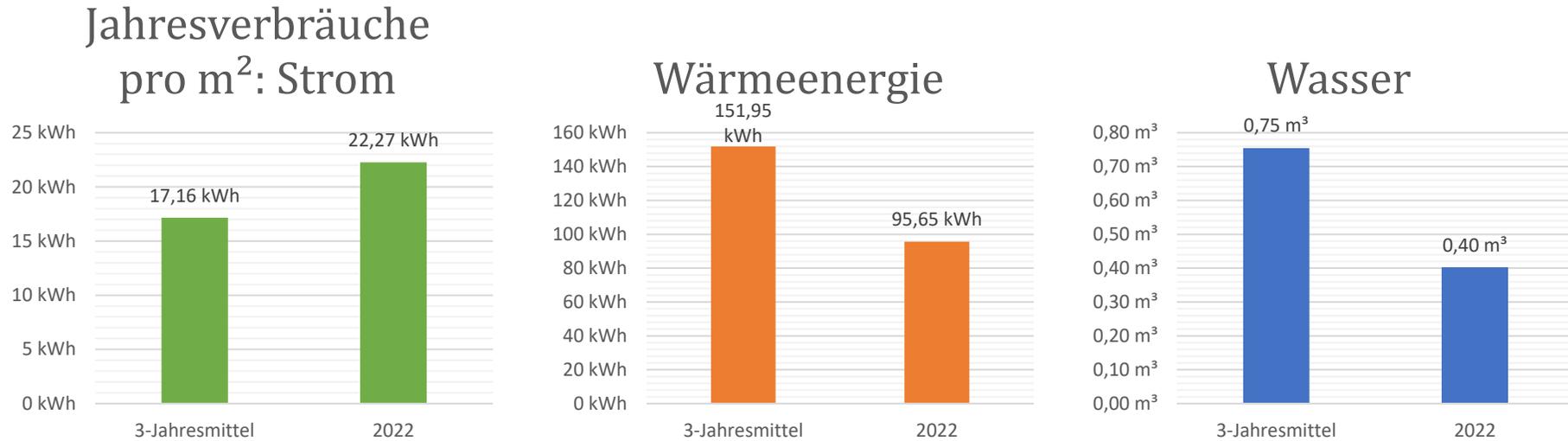


### Veränderung der jährlichen Gesamt-Verbräuche nach Sanierung



\* Der Gesamt-Strombedarf ist nach der Sanierung geringfügig gesunken (- 1,15 %). Durch Eigenstromanteil der neuen PV-Anlage reduziert sich der Bezug aus dem öff. Stromnetz um 27,27 %.

**Abbildung 2: Vergleich der Gesamt-Verbräuche und -Einsparungen pro Jahr für Strom, Wärmeenergie und Wasser vor und nach der Sanierung**



## Veränderung der jährlichen Verbräuche pro m<sup>2</sup> nach Sanierung

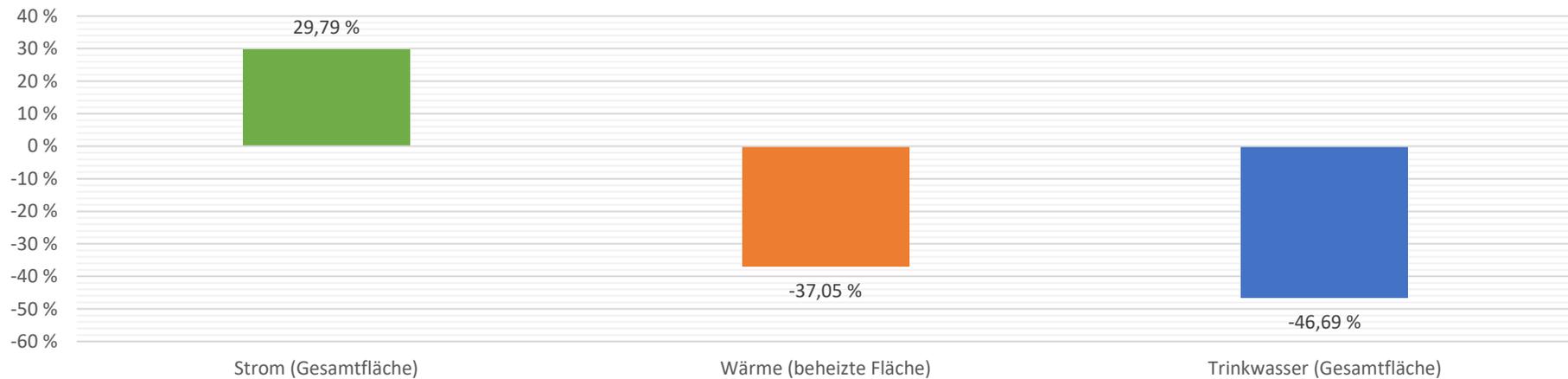
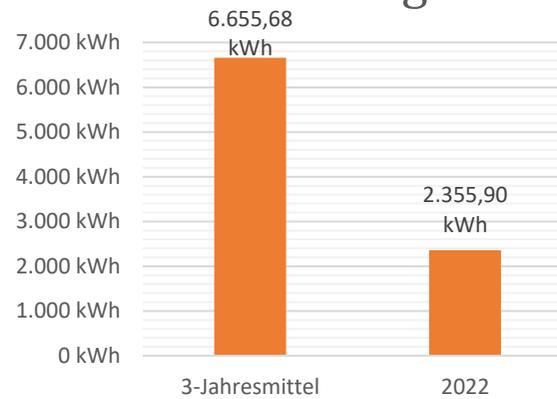


Abbildung 3: Vergleich der Pro-m<sup>2</sup>-Verbräuche und -Einsparungen pro Jahr für Strom, Wärmeenergie und Wasser vor und nach der Sanierung

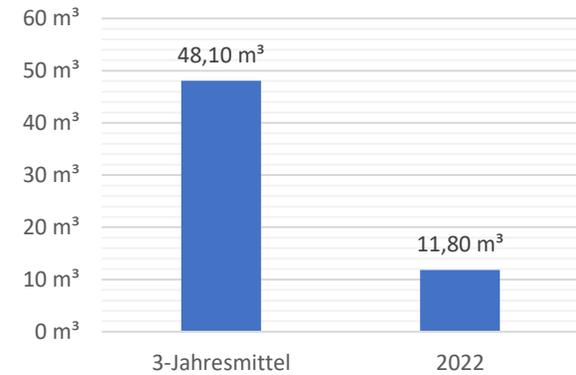
### Jahresverbräuche pro Kopf: Strom



### Wärmeenergie



### Wasser



### Veränderung der jährlichen Verbräuche pro Kopf nach Sanierung

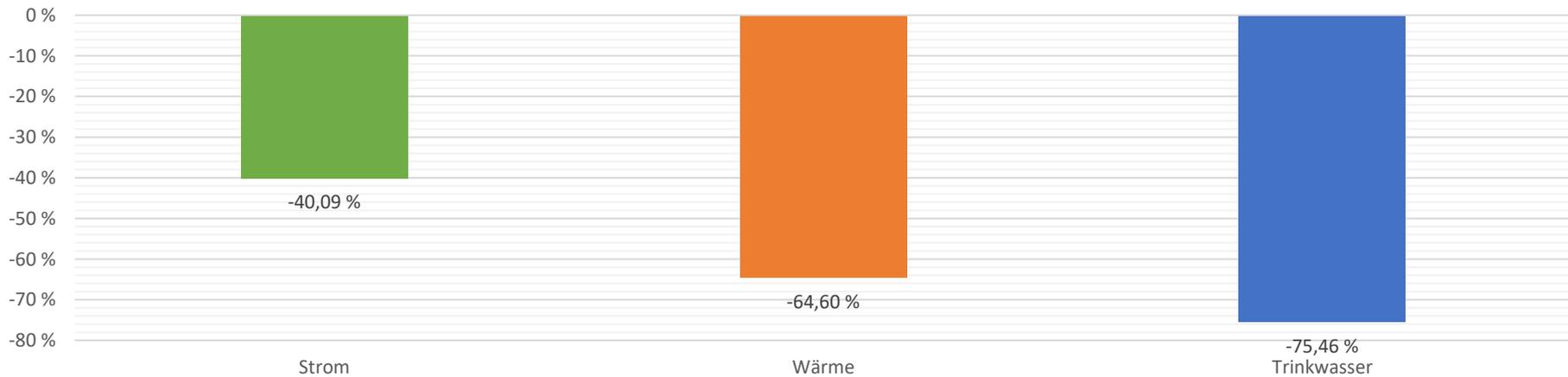
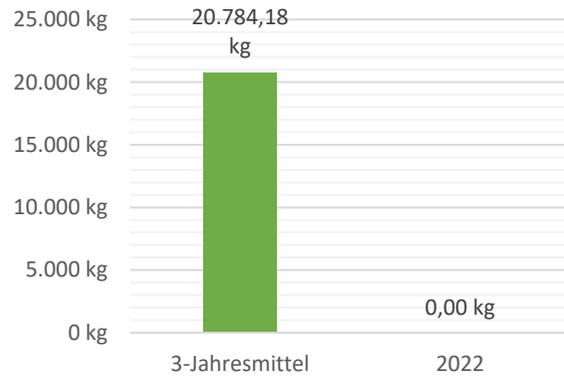
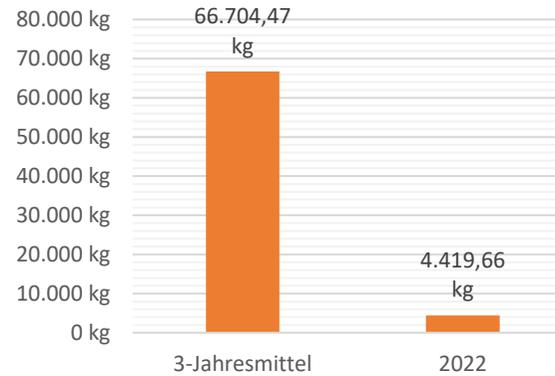


Abbildung 4: Vergleich der Pro-Kopf-Verbräuche und -Einsparungen pro Jahr für Strom, Wärmeenergie und Wasser vor und nach der Sanierung

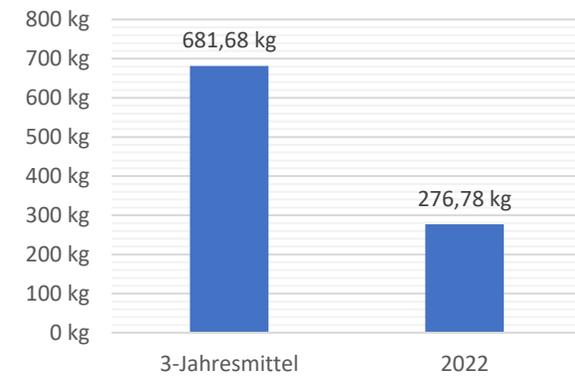
### CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr: Strom



### Wärmeenergie



### Wasser



### Veränderung der Gesamt-CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr n. Sanierung

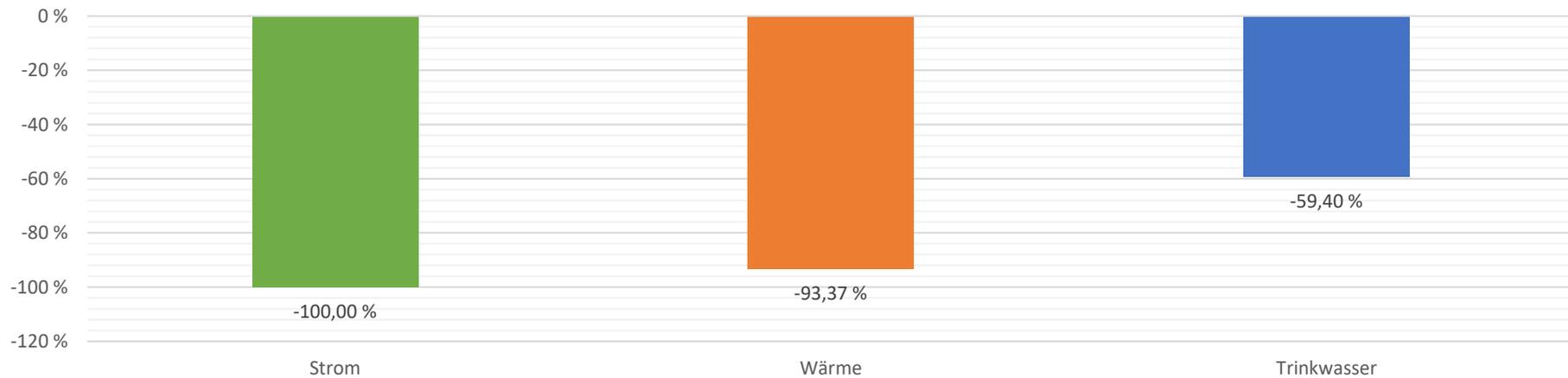


Abbildung 5: Vergleich der Gesamt-CO<sub>2</sub>-Emissionen und -Einsparungen pro Jahr für Strom, Wärmeenergie und Wasser vor und nach der Sanierung

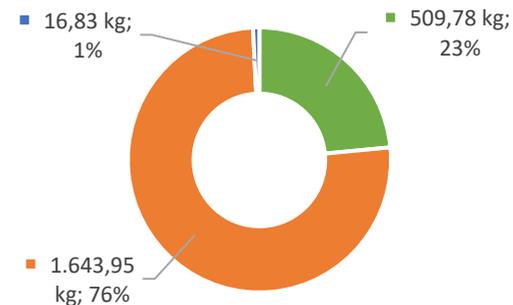
### Jährliche Pro-Kopf -CO<sub>2</sub>-Emissionen: Vor Sanierung



### Jährliche Pro-Kopf -CO<sub>2</sub>-Emissionen: Nach Sanierung



### Verteilung der jährlichen Pro-Kopf-CO<sub>2</sub>-Emissionen vor Sanierung



### Verteilung der jährlichen Pro-Kopf-CO<sub>2</sub>-Emissionen nach Sanierung

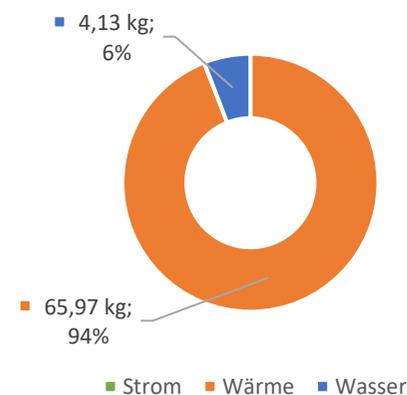


Abbildung 6: Vergleich der Pro-Kopf-CO<sub>2</sub>-Emissionen und -Einsparungen pro Jahr für Strom, Wärmeenergie und Wasser vor und nach der Sanierung

## 5 Strom

Die Nutzungsstruktur bei Stromverbrauch und -bezug wurde im Zuge der Sanierung deutlich nachhaltiger gestaltet. Den größten Effekt erzielt eine neu installierte Photovoltaik-Anlage, die einen signifikanten Anteil des im Kolping-Haus benötigten Stroms regenerativ erzeugt. Zudem wurden im Haus verschiedene Energieeffizienzmaßnahmen ergriffen. So wurden beispielsweise Kühl- und Gefrierschränke, die vor der Sanierung noch in jedem Einzelzimmer vorhanden waren, durch effizientere Großgeräte ersetzt, die nun ausschließlich in den Gemeinschaftsküchen vorhanden sind. Des Weiteren wurde beispielsweise die Beleuchtung durch effizientere Technik ersetzt.

Im Zuge der Sanierung wurden andererseits aber auch neue Stromverbraucher im Gebäude installiert. Zu erwähnen ist hier insbesondere eine neue Aufzugsanlage; vorher verfügte das Gebäude über keine Aufzüge. Zudem wurde die Belegungskapazität deutlich erhöht, was in Summe die gewonnenen Einsparungen beim Strom wieder aufwiegt.

### 5.1 Stromverbrauch

Durch die oben genannten Faktoren ist der jährliche Stromverbrauch der Gesamteinrichtung nahezu gleichgeblieben und lag 2022 bei rund 43.770 kWh, etwa 1,15 % unter dem 3-Jahresmittel von 2017 bis 2019.

Auf den Quadratmeter umgerechnet hat sich der Stromverbrauch pro Jahr sogar um knapp 30 % erhöht. Ausschlaggebend für diese vermeintliche Erhöhung sind zwei Faktoren:

1. Die Netto-Raumfläche hat sich im Zuge der Sanierung um knapp 24 % verkleinert.
2. Die Kapazität der Einrichtung wurde deutlich erhöht, von 50 auf 73 Betten (plus 46 %). Zudem ist das Haus stärker ausgelastet: 67 belegte Betten in 2022 im Vergleich zu 41 belegten Betten im 3-Jahresmittel 2017 bis 2019 (plus 65 %).

Betrachtet man jedoch die Verbräuche pro Kopf, wird ersichtlich, dass nun über 40 % Strom eingespart werden: Lag der Verbrauch pro Person 2017 bis 2019 noch bei 1.090 kWh pro Jahr, sind es 2022 etwa 653 kWh/a.

Zudem haben sich die CO<sub>2</sub>-Emissionen wie in Kapitel 5.3 dargelegt signifikant verändert: 2017 bis 2019 lagen sie durchschnittlich bei rund 20,8 t/a, 2022 werden sie rechnerisch mit Null angesetzt.

### 5.2 Stromerzeugung und -bezug

Bei den im Folgenden dargestellten Werten handelt es sich um rechnerisch ermittelte Jahreswerte auf Basis von Zählerablesungen, die ab Mai 2022 erfolgten [3]:

Die installierte Photovoltaik-Anlage erzeugte im Jahr 2022 ca. 20.700 kWh regenerativen Strom. Damit wird ein signifikanter Anteil (gut 47 %) des Jahresstromverbrauchs bilanziell gesehen durch die eigene Photovoltaik-Anlage erzeugt.

55,8 % des selbst erzeugten Stroms fließen in den direkten Eigenverbrauch, etwa 11.600 kWh pro Jahr. 9.100 kWh werden ins öffentliche Stromnetz eingespeist.

32.200 kWh des jährlichen Strombedarfs werden aus dem öffentlichen Stromnetz bedient. Den Strombedarf aus dem öffentlichen Stromnetz deckt das Kolping-Haus seit 2021 durch einen unabhängig zertifizierten Ökostromtarif (vorher: Graustrom unbekannter Herkunft).

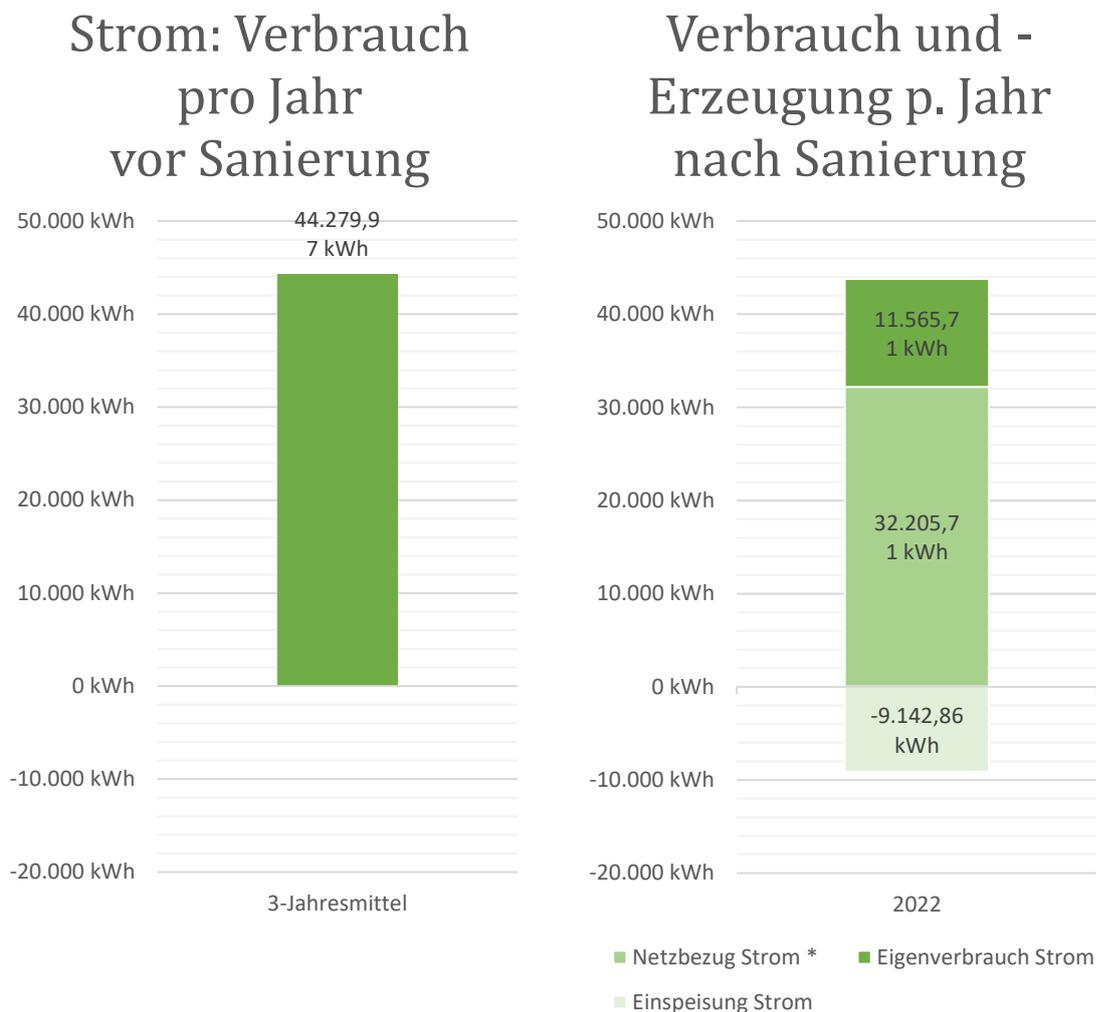


Abbildung 7: Vergleich Stromverbrauch und -erzeugung vor und nach der Sanierung

### 5.3 CO<sub>2</sub>-Emissionen durch den Stromverbrauch

Für den Zeitraum 2017 bis 2019 konnten auf Grundlage des jeweiligen bundesdeutschen Strommixes CO<sub>2</sub>-Emissionen von durchschnittlich 20,8 t/a für den Stromverbrauch der gesamten Einrichtung ermittelt werden [6]. Pro Person waren das bei 41 belegten Betten im Durchschnitt 0,5 t/a.

Durch die Kombination aus energetischer Sanierung, der Installation einer Photovoltaik-Anlage, den Wechsel in einen Ökostromtarif sowie der Kompensation der restlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen durch den Energieversorger, fallen nach der Sanierung – rechnerisch gesehen – keine CO<sub>2</sub>-Emissionen für den Stromverbrauch mehr an:

- Durch die energetische Sanierung und den damit einhergehenden geringeren Stromverbrauch pro Person werden konkret CO<sub>2</sub>-Emissionen vor Ort eingespart [3].
- Die Photovoltaik-Anlage produziert einen signifikanten Anteil des Stroms. Damit werden CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart [3].
- Zudem wird seit 2021 Ökostrom beschafft, dessen CO<sub>2</sub>-Emissionen rechnerisch niedriger anzusetzen sind als im bundesdeutschen Strommix [6] [9].
- Die auch bei der Ökostromproduktion in den Vorketten real entstehenden CO<sub>2</sub>-Emissionen kompensiert der Energieversorger nach anerkannten Standards [9].

Zudem werden durch die Fördersystematik des Ökostromzertifizierers Investitionen in Erneuerbare Energien ausgelöst und garantiert [7] [10].

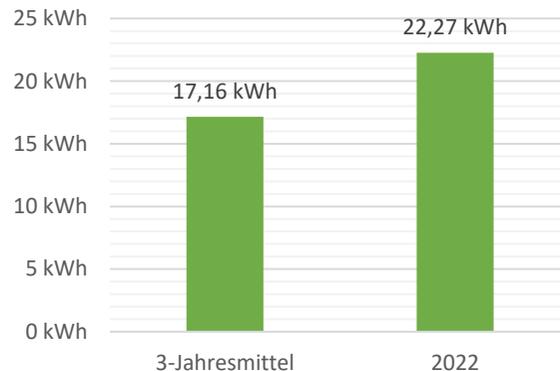
In der Regel wird Ökostrom mit einem Emissionsfaktor von null t CO<sub>2</sub>/kWh bilanziert. Hintergrund sind die Vorgaben des Rahmenübereinkommens der Vereinten Nationen über Klimaänderungen (englisch: United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC), oft auch als Klimarahmenkonvention bezeichnet sowie des Greenhouse Gas Protocols (GHG Protocol), einem international anerkannten Bilanzierungssystem von Treibhausgasemissionen.

Dies führt unter den aktuellen Gegebenheiten des Ökostrommarktes dazu, dass der Bezug von Ökostrom den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck von Unternehmen bilanziell senkt, ohne dass damit zwingend eine reale Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen verbunden ist. Daher ist es bei der Wahl eines Ökostromproduktes entscheidend, dass dieses Zusatzmerkmale aufweist, die nachgewiesenermaßen zu einer Beschleunigung der Energiewende führen. Im hier vorliegenden Fall ist dies durch den gewählten Energieversorger gegeben [7].

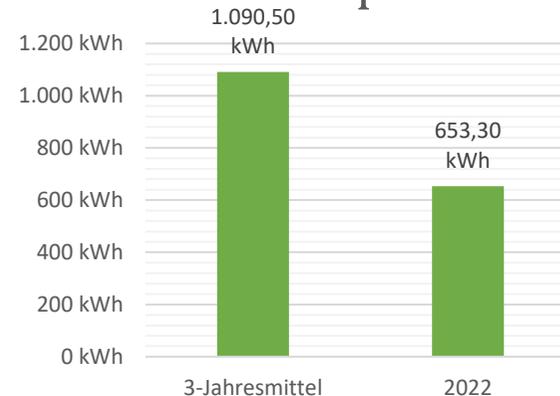
### Jahresverbräuche Strom: Gesamt



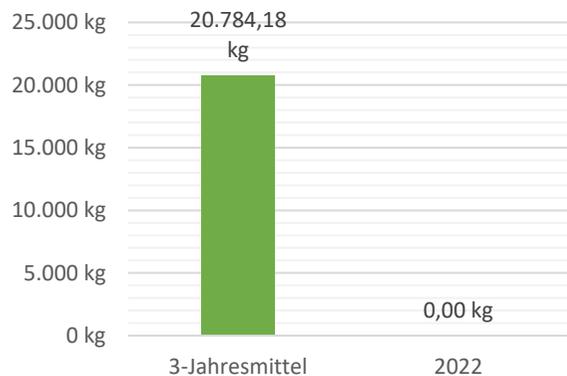
### Pro m<sup>2</sup>



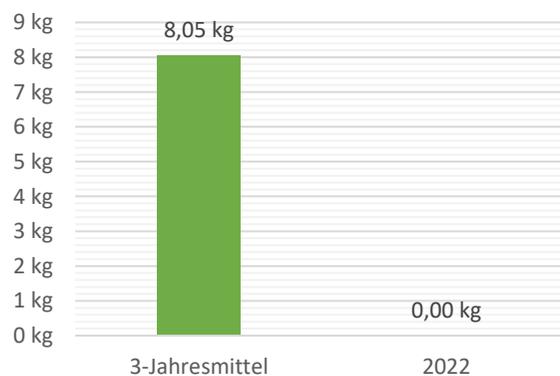
### Pro Kopf



### CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr Strom: Gesamt



### Pro m<sup>2</sup>



### Pro Kopf

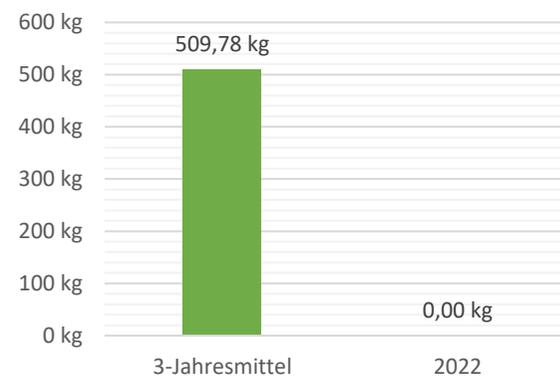


Abbildung 8: Strom: Vergleich der Verbräuche an Energie und CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr insgesamt, pro m<sup>2</sup> und pro Kopf vor und nach der Sanierung

## 6 Wärmeenergie

Vor der Sanierung wurde das Gebäude mit einem 165 kW Kessel beheizt. Energieträger war Erdgas. Nach Prüfung verschiedener Varianten wurde im Zuge der energetischen Sanierung eine Kombination aus einer Holzpellettheizanlage mit solarer Unterstützung und Pufferspeicher installiert. Für den Zustand nach der Sanierung wurde eine Heizlast von 60 kW sowie 100 kW Heizleistung für die Warmwasserbereitung angenommen.

Die Holzpellettheizanlage besteht aus zwei Pelletkesseln und ist im bisherigen Heizungskeller untergebracht. Der zweite Pelletkessel dient der Ausfallsicherheit. Für die solare Unterstützung wurde die Süd-Ost-Seite des Daches vollständig mit Solarkollektoren belegt [3].

Zusätzlich wurden Energieeffizienzmaßnahmen umgesetzt, um Heizenergie einzusparen. Dazu zählt die Dämmung der Gebäudehülle und des Daches sowie der Austausch sämtlicher Fenster [2].

### 6.1 Heizenergieverbrauch

Wärmebereitung für das Heizen der Räumlichkeiten sowie das Warmwasser erfolgen zentral über die Kombianlage aus Holzpelletkesseln und Solarthermieanlage. Inwieweit sich der Gesamtbedarf an Wärmeenergie für Heizung und Warmwasser reduziert hat, kann nicht genauer ermittelt werden, da keine separate Datenerfassung der Solarthermie-Anlage erfolgt. Auch eine separate Erfassung zum Heizen und für die Warmwasserbereitung erfolgt nicht und kann daher nicht im Einzelnen betrachtet werden. Trotzdem kann von einem stark verringerten Wärmeenergiebedarf ausgegangen werden, da neben der Installation der neuen Heizungsanlage auch Gebäudehülle und Dach gedämmt sowie Fenster und Türen getauscht wurden. Im Folgenden wird der Energiebedarf an extern beschafften Energieträgern (Erdgas, bzw. Holzpellets) miteinander verglichen.

Bei den im Folgenden dargestellten Werten handelt es sich um rechnerisch ermittelte Jahreswerte auf Basis von Holzpelletlieferungen, die ab Mitte 2021 erfolgten [3]:

Vor der Sanierung wurden im 3-Jahresmittel 270.100 kWh Wärmeenergie pro Jahr verbraucht. Energieträger war konventionelles Erdgas. Nach der Sanierung sind die Energieträger Holzpellets und die solare Strahlung. Auf Basis der bisherigen Lieferungen von Holzpellets wurde für das Kalenderjahr 2022 ein Bedarf von gut 29.200 kg festgelegt. Diese 29.200 kg haben einen Brennwert von gut 157.850 kWh [5]. Auf den Brennwert bezogen reduziert sich der Energiebedarf an externen Energieträgern um über 41 %.

Pro Quadratmeter betrachtet ergibt sich eine Einsparung von mindestens 23 %. Auf die gesamte Netto-Raumfläche des Gebäudes bezogen lag der Bedarf an Wärmeenergie vor der Sanierung bei 104,7 kWh/m<sup>2</sup>a; 2022 lag der Bedarf bei 80,3 kWh/m<sup>2</sup>a. Bezogen auf die beheizte Netto-Raumfläche fällt die Einsparung noch deutlicher aus: Von 152 kWh/m<sup>2</sup>a reduzierte sich der Bedarf an Wärmeenergie auf 95,7 kWh/m<sup>2</sup>a, ein Minus von über 37 %. Zu beachten ist hier, dass sich sowohl die gesamte Netto-Raumfläche wie auch die beheizte Netto-Raumfläche im Zuge der Sanierung verändert haben, was eine Vergleichbarkeit der Werte erschwert.

Die hohe Einsparung an Wärmeenergie wird besonders deutlich, wenn die Pro-Kopf-Verbräuche verglichen werden. Vor der Sanierung verbrauchte eine Bewohnerin oder ein Bewohner im Durchschnitt 6.656 kWh Wärmeenergie für Heizung und Warmwasser. 2022 lag der Wert bei 2.356 kWh. Der Bedarf hat sich um über 64 % verringert.

## **6.2 CO<sub>2</sub>-Emissionen durch Heizenergieverbrauch**

Bis zur Sanierung wurde mit konventionellem Erdgas geheizt. Jährlich wurden dadurch gut 66,7 t CO<sub>2</sub> emittiert. Pro Quadratmeter lagen die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen bei 25,9 kg bezogen auf die Gesamtfläche der Einrichtung, bzw. 37,5 kg bezogen auf die beheizte Fläche. Die jährlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf lagen bei 1.644 kg.

Durch den Einsatz der kombinierten Heizungsanlage basierend auf Holzpellets und Solarthermie sowie die umgesetzten Energieeffizienzmaßnahmen wurden die CO<sub>2</sub>-Emissionen massiv reduziert:

- Die Gebäudehülle sowie das Dach wurden gedämmt. Zudem wurden Fenster und Türen getauscht. Diese Energieeffizienzmaßnahmen führen zu einem reduzierten Heizenergiebedarf [3] [2].
- Die Solarthermie-Anlage generiert einen signifikanten Teil der Heizenergie. Damit werden konkret CO<sub>2</sub>-Emissionen vor Ort eingespart [3].
- Die CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kilowattstunde von Holzpellets liegen im Vergleich zu konventionellem Erdgas bei etwa 11 % [6]. Sollten die Holzpellets aus nachhaltigem Anbau stammen, würde das zu einer weiteren Reduktion der Emissionen führen. Die Herkunft der Pellets konnte anhand der Daten nicht ermittelt werden.

Nach der Sanierung liegen die CO<sub>2</sub>-Emissionen zur Bereitung von Wärme bei gut 4,4 t pro Jahr und damit um über 93 % niedriger als im 3-Jahresmittel. Pro Quadratmeter liegen die durch Wärmeenergie (inkl. Warmwasserbereitung) verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen bei 2,3 kg pro Jahr bezogen auf die Gesamtfläche, bzw. 2,7 kg bezogen auf die beheizte Fläche. Das entspricht einer Reduktion von über 91 %. Bei den CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Kopf konnten die Emissionen noch weiter gesenkt werden: Sie liegen bei 66 kg/a und damit fast 96 % niedriger als vor der Sanierung. Dies hat auch mit der höheren Bettenkapazität und Auslastung bei gleichzeitiger Reduktion der beheizten Flächen zu tun.

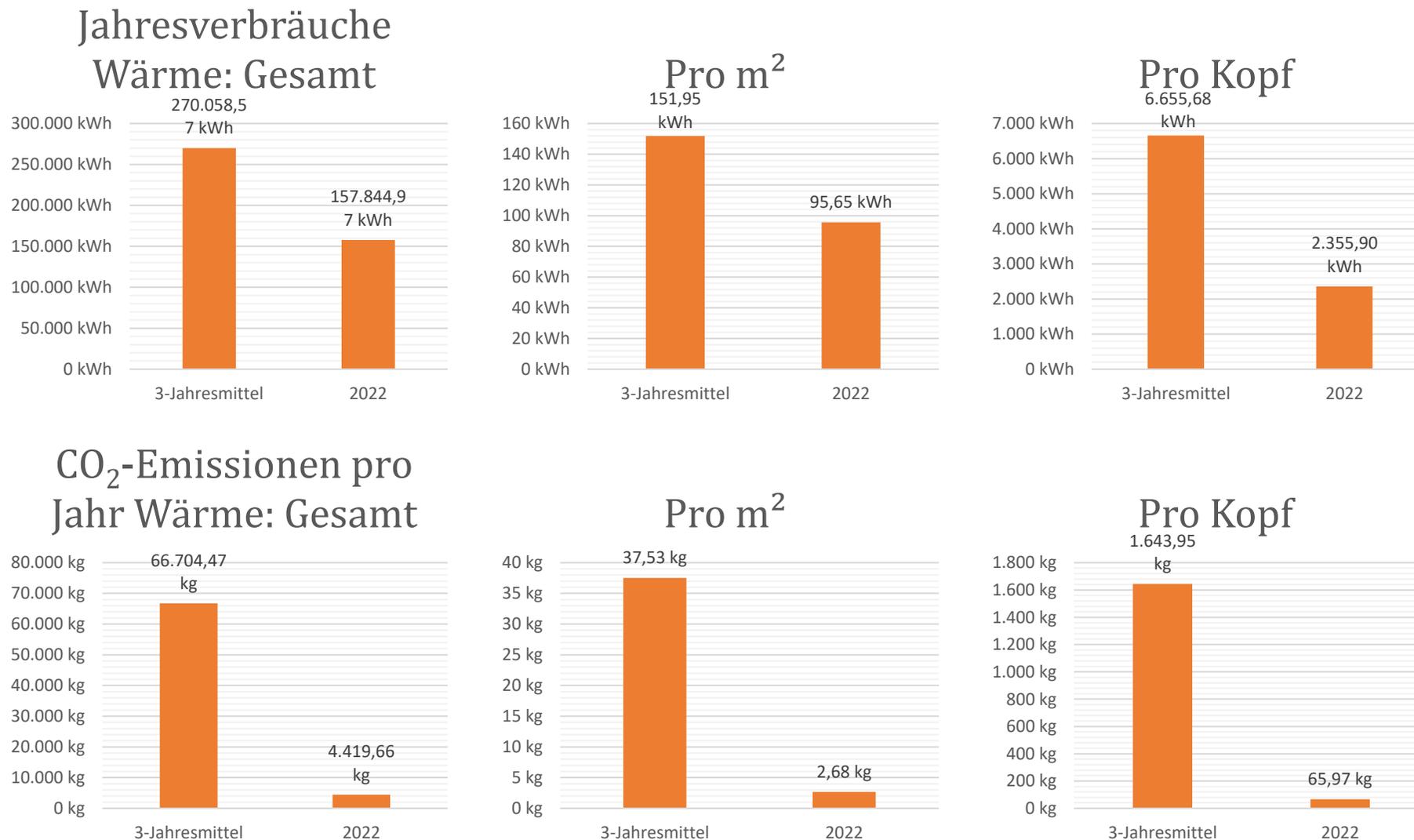


Abbildung 9: Wärmeenergie: Vergleich der Verbräuche an Energie und CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr insgesamt, pro m<sup>2</sup> und pro Kopf vor und nach der Sanierung

## **7 Wasser**

Im Zuge der Gebäudesanierung wurde auch auf einen nachhaltigeren und effizienteren Wasserverbrauch geachtet. Besonders hervorzuheben ist eine neu installierte Regenwassersammelanlage. Durch diese und weitere Maßnahmen, wie beispielsweise dem Einbau wassersparender Vorrichtungen in den öffentlichen Sanitärbereichen, konnten im Jahr 2022 trotz erhöhter Anzahl an Bewohner:innen fast 60 % Trinkwasser gegenüber dem 3-Jahresmittel 2017-2019 eingespart werden.

Dies bedeutet nicht zwingend, dass sich auch der Gesamtwasserverbrauch (Trinkwasser plus Regenwasser) verringert hat. Siehe dazu Kapitel 7.2.

### **7.1 Trinkwasserverbrauch**

Wurden vor der Sanierung im Gebäude durchschnittlich insgesamt etwa 1.950 m<sup>3</sup> Trinkwasser pro Jahr verbraucht, sind es 2022 gut 790 m<sup>3</sup>, bei 16 Bewohner:innen mehr.

Betrachtet man den Trinkwasserverbrauch pro Kopf, werden die Einsparungen noch deutlicher: Im Jahr 2022 lag der Verbrauch bei unter 12 m<sup>3</sup> und somit um über 75 % geringer als im 3-Jahresmittel 2017-2019 (48,1 m<sup>3</sup>).

### **7.2 Regenwassersammelanlage**

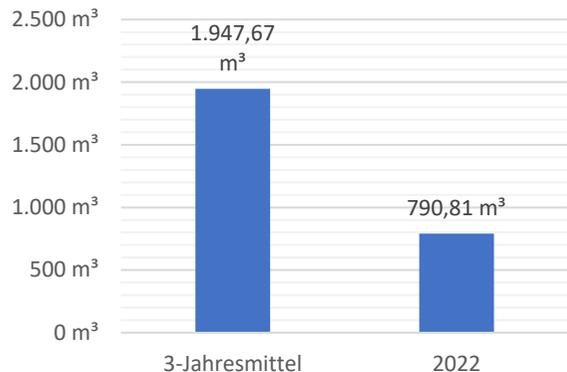
Die Regenwassersammelanlage wird laut den zur Verfügung gestellten Planungsunterlagen zur Wasserversorgung von Toilettenanlagen und Waschmaschinen sowie zur Außenbewässerung genutzt. Da die Anlage keinen Zähler eingebaut hat, kann keine Aussage darüber getroffen werden, wie hoch der Gesamtwasserverbrauch (Trinkwasser plus Regenwasser) im Gebäude bzw. pro Kopf ist. Ein Vorher-Nachher-Vergleich des Gesamtwasserverbrauchs findet daher an dieser Stelle nicht statt.

### **7.3 CO<sub>2</sub>-Emissionen durch den Bezug von Trinkwasser**

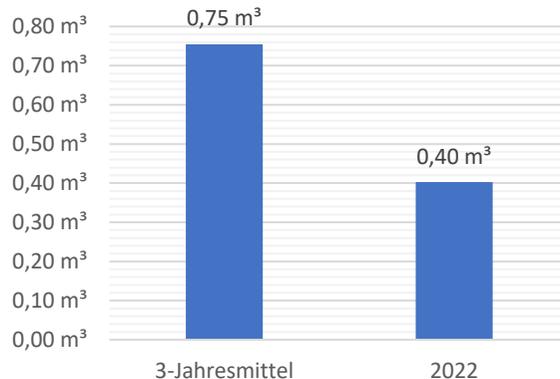
Die Nutzung von Regenwasser reduziert nicht nur den Verbrauch von Trinkwasser. Sie führt dadurch auch zu weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen, da weniger Trinkwasser aufbereitet werden muss.

Im Durchschnitt wurden vor der Sanierung durch den Trinkwasserbezug CO<sub>2</sub>-Emissionen in Höhe von insgesamt gut 680 kg pro Jahr verursacht. Nach der Sanierung konnten durch den geringeren Trinkwasserbedarf die CO<sub>2</sub>-Emissionen auf unter 277 kg reduziert werden, 60 % weniger. Pro Kopf betragen die CO<sub>2</sub>-Emissionen durch den Trinkwasserbezug im Jahr 2022 gut 4 kg CO<sub>2</sub> im Jahr, rund 75,5 % weniger als im 3-Jahresmittel 2017-2019 (ca. 17 kg).

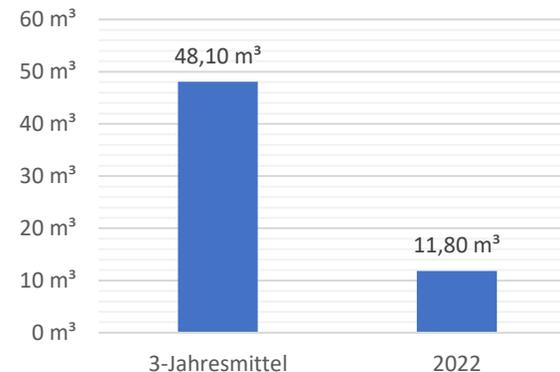
### Jahresverbräuche Wasser: Gesamt



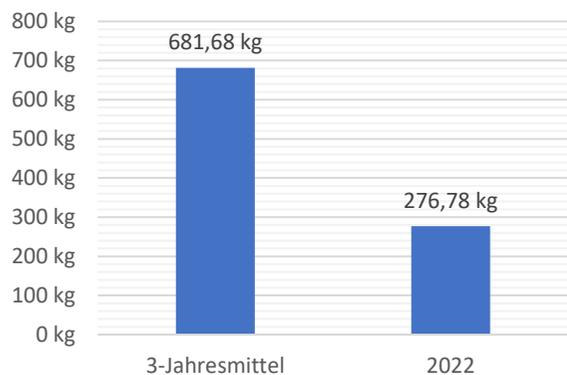
### Pro m²



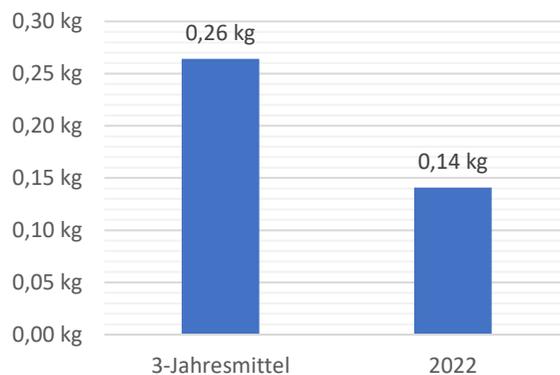
### Pro Kopf



### CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr Wasser: Ges.



### Pro m²



### Pro Kopf

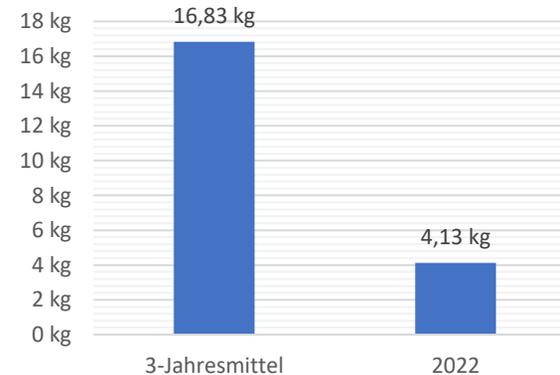


Abbildung 10: Wasser: Vergleich der Verbräuche und CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Jahr insgesamt, pro m<sup>2</sup> und pro Kopf vor und nach der Sanierung

## 8 Grundevaluation der Sanierungsmaßnahmen

Auf Basis der durchgeführten Auswertungen lassen sich Rückschlüsse auf die Wirkung der durchgeführten Maßnahmen ziehen sowie erste Einschätzungen zu Maßnahmenergänzungen treffen. Dazu soll eine Einordnung der Analyseergebnisse anhand verfügbarer Standardwerte zu Verbräuchen/Erträgen vorgenommen werden.

Ein quantitativer Vergleich zwischen dem Kolping Jugendwohnen Köln-Ehrenfeld und dem bundesdeutschen Durchschnitt ist allerdings nur eingeschränkt möglich. Dies liegt an verschiedenen Faktoren:

- Im hier vorliegenden Bericht wurde das Jahr 2022 als Referenzjahr nach der Sanierung gewählt. Belastbare bundesdeutsche Durchschnittswerte dagegen sind zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichts teils nur für ältere Jahre (2020, 2021) abrufbar.
- Alle zum Vergleich herangezogenen Jahre (2020, 2021, 2022) fallen in den Zeitraum der Corona-Pandemie, die sich in den jeweiligen Jahren jedoch aufgrund unterschiedlicher gesetzlicher Regelungen unterschiedlich stark auf die individuelle Lebensgestaltung der Bevölkerung auswirkten, z.B. durch Lockdowns oder Home-Office-Regelungen.
- Bei den für das Kolping Jugendwohnen Köln-Ehrenfeld erfassten Werte in den Bereichen Wärme und Wasser handelt es sich nur um die Verbräuche an extern beschafften Holzpellets bzw. Trinkwasser. Eine Aussage über den Gesamtwärmeenergie- und den Gesamtwasserverbrauch kann aufgrund fehlender Zähler zur Auslesung von Ertragswerten der Solarthermie- und Regenwassersammelanlagen nicht getroffen werden. Die bundesdeutschen Vergleichswerte dagegen beziehen sich auf den Gesamtwärmeenergie- bzw. Gesamtwasserverbrauch pro Person.
- Beim Kolping Jugendwohnen Köln-Ehrenfeld handelt es sich um ein Mehrpersonen-Wohngebäude (durchschnittlich 67 Bewohner:innen in 2022) und damit um eine sehr flächen- und energieeffiziente Wohnform. Bei den bundesdeutschen Vergleichswerten dagegen handelt es sich um statistische Durchschnittswerte, die auch flächen- und energieintensivere Wohnformen einfließen, wie bspw. ein freistehendes Einfamilienhaus.

Dennoch lässt der Vergleich der hier ausgewerteten Energie- und Wasserverbräuche mit bundesdeutschen Durchschnittswerten den Schluss zu, dass das Kolping Jugendwohnen Köln-Ehrenfeld nach der Sanierung in allen untersuchten Bereichen deutlich besser abschneidet als der bundesdeutsche Durchschnitt.

Im Bereich **Wärmeenergie** liegt der Pro-Kopf-Verbrauch an extern beschafften Energieträgern (Holzpellets) im Kolping Jugendwohnen Köln-Ehrenfeld 2022 bei 2.356 kWh/a (siehe Kapitel 6.1). Im Vergleich dazu lag der bundesdurchschnittliche Endenergiebedarf für Raumwärme und Warmwasser im Jahr 2020 bei ca. 5.788 kWh/a [11].

Im Bereich **Strom** liegt der Pro-Kopf-Verbrauch im Kolping Jugendwohnen Köln-Ehrenfeld 2022 bei 653 kWh/a (siehe Kapitel 5.1) und somit weit unter dem Bundesdurchschnitt des Jahres 2020 von 1.361 kWh/a [11].

Im Bereich **Wasser** liegt der Pro-Kopf-Verbrauch an bezogenem Trinkwasser im Kolping Jugendwohnen Köln-Ehrenfeld 2022 bei unter 12 m<sup>3</sup> (siehe Kapitel 7.1) und somit weit unter dem Bundesdurchschnitt des Jahres 2019 von ca. 46 m<sup>3</sup> [12].

Die Summe der **CO<sub>2</sub>-Emissionen** durch die Bereiche Strom, Wärme und Wasser liegt pro Kopf im Kolping Jugendwohnen Köln-Ehrenfeld 2022 bei nur 70,10 kg (siehe Kapitel 4) und somit weit unter dem Bundesdurchschnitt für Wohnen und Strom in Höhe von 2,49 t pro Kopf [13].

### 8.1 Handlungsempfehlungen

Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse können Handlungsempfehlungen erstellt werden, die zur höheren Energieeffizienz des Gebäudes beitragen können. Das könnten z.B. sein:

- Kommunikationsmaßnahmen zur Energieeffizienz und Energetischen Sanierung
- Nutzer:innen-Schulungen
- Lademöglichkeit für E-Fahrzeuge
- Nachhaltige Beschaffung (u.a. von Holzpellets)
- Einbau von Zählern bei Solarthermie- und Regenwasseranlage
- etc.

Betrachtungsweise und Detailgrad zu Nutzen, Aufwand, Kosten und Zeitrahmen können separat beauftragt werden.

Im Folgenden wird die Option der **Nachrüstung eines Batteriespeichers für die Photovoltaik-Anlage** einer ersten Betrachtung unterzogen:

#### Status-Quo

Im Zuge der energetischen Gebäudesanierung wurde auch eine knapp 120 m<sup>2</sup> einnehmende Photovoltaik-Anlage auf dem Dach der Einrichtung installiert mit einer Leistung von 23,45 kWp. Der Stromertrag betrug im Jahr 2022 knapp 20.710 kWh. Aktuell werden etwa 44 % des erzeugten Stroms pro Jahr in das öffentliche Stromnetz eingespeist (9.143 kWh), ca. 56 % gehen direkt in die Eigenstromnutzung (11.566 kWh) [3].

#### Analyse

Mittels einer rudimentären Ertragsberechnung kann festgestellt werden, dass die PV-Anlage in 2022 ziemlich genau die Strommenge produziert hat, die am selben Standort von einer ähnlich dimensionierten Anlage zu erwarten wäre [14]. Insgesamt liegt der natürliche Selbstverbrauch (Eigenstromverbrauch ohne Speicher an der Gesamtstromerzeugung) bei 55,9 % und damit über dem Durchschnittswert einer ähnlich dimensionierten Anlage (40 %) [15].

#### Einschätzung

Die Option einer Nachrüstung eines Batteriespeichers sollte näher betrachtet werden.

Aufgrund der hohen Strompreise kann die Nachrüstung sinnvoll sein, um den Anteil an der Eigenstromnutzung zu steigern. Jedoch muss auch beachtet werden, dass auch die Preise für Batteriespeicher in letzter Zeit gestiegen sind [16].

Ein erster Schritt für eine Wirtschaftlichkeitsberechnung eines Batteriespeichers ist, das Lastenprofil, also wann wie viel Strom benötigt wird, für die Einrichtung zu ermitteln. Dies lässt sich durch regelmäßiges Ablesen der Stromzähler selbst erstellen und hilft bei einer weiteren Detailbetrachtung dieser Maßnahme.

## 9 Literatur- und Quellenverzeichnis

- [1] Kolpingwerk Deutschland, „Das Leitbild des Kolpingwerkes Deutschland,“ 15 November 2022. [Online]. Available: <https://www.kolping.de/ueber-uns/leitbild/>. [Zugriff am 16 Mai 2023].
- [2] architekturmeldungen.de, „Kolpinghaus „Jugendwohnen Ehrenfeld“: Nachhaltige Sanierung und Erweiterung,“ 22 April 2022. [Online]. Available: <https://architekturmeldungen.de/kolpinghaus-jugendwohnen-ehrenfeld-nachhaltige-sanierung-und-erweiterung/>. [Zugriff am 21 April 2023].
- [3] Kolping Jugendwohnen Köln-Ehrenfeld gemeinnützige GmbH, *Datenerhebung*, Köln, 2023.
- [4] Beuth Verlag GmbH, „DIN 277:2021-08 Grundflächen und Rauminhalte im Hochbau,“ August 2021. [Online]. Available: <https://www.beuth.de/de/norm/din-277/342217323>. [Zugriff am 19 April 2023].
- [5] Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, „Merkblatt zur Ermittlung des Gesamtenergieverbrauchs,“ 30 November 2020. [Online]. Available: [https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/ea\\_ermittlung\\_gesamtenergieverbrauch.html](https://www.bafa.de/SharedDocs/Downloads/DE/Energie/ea_ermittlung_gesamtenergieverbrauch.html). [Zugriff am 2023 Februar 01].
- [6] IINAS – Internationales Institut für Nachhaltigkeitsanalysen und -strategien, „GEMIS 5.0,“ Juli 2021. [Online]. Available: <https://iinas.org/downloads/gemis-downloads/>. [Zugriff am 25 Januar 2023].
- [7] Umweltbundesamt, „Marktanalyse Ökostrom II,“ 2019. [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/marktanalyse-oekostrom-ii>. [Zugriff am 17 April 2023].
- [8] GUT Zertifizierungsgesellschaft für Managementsysteme mBh Umweltgutachter, „Vergleich des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks von Mineral- und Trinkwasser,“ 10 Februar 2020. [Online]. Available: <https://www.gut-cert.de/>. [Zugriff am 25 Januar 2023].
- [9] naturstrom AG, „naturstrom Echter Ökostrom mit Energiewende-Plus,“ 2023. [Online]. Available: <https://www.naturstrom.de/privatkunden/oekostrom/naturstrom>. [Zugriff am 06 März 2023].
- [10] KlimAktiv gemeinnützige Gesellschaft zur Förderung des Klimaschutzes mbH, „CO<sub>2</sub>-Rechner für Unternehmen,“ [Online]. Available: <https://www.klimaktiv.de/de/299/unternehmen.html>. [Zugriff am 25 Januar 2023].
- [11] Statistisches Bundesamt (Destatis), „Umweltökonomische Gesamtrechnungen Private Haushalte und Umwelt,“ 2022. [Online]. Available: [https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Umwelt/UGR/private-haushalte/Publikationen/Downloads/haushalte-umwelt-pdf-5851319.html](https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/UGR/private-haushalte/Publikationen/Downloads/haushalte-umwelt-pdf-5851319.html). [Zugriff am 11 Mai 2023].
- [12] BDEW Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V., „Trinkwasserverwendung im Haushalt,“ 2022. [Online]. Available: <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/trinkwasserverwendung-im-haushalt/>. [Zugriff am 11 Mai 2023].
- [13] Umweltbundesamt, „CO<sub>2</sub>-Rechner des Umweltbundesamtes,“ 2023. [Online]. Available: [https://uba.co2-rechner.de/de\\_DE/](https://uba.co2-rechner.de/de_DE/). [Zugriff am 11 Mai 2023].
- [14] Solarthemen Media GmbH, „PV-Ertrag online berechnen,“ 2023. [Online]. Available: <https://www.solarserver.de/pv-anlage-online-berechnen/>. [Zugriff am 17 April 2023].
- [15] Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), „Abschlussbericht Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichts gemäß § 97 Erneuerbare-Energien-Gesetz Teilvorhaben II c: Solare Strahlungsenergie,“ März 2019. [Online]. Available: [https://www.zsw-bw.de/fileadmin/user\\_upload/PDFs/SYS\\_Themen/zsv-boschundpartner-vorbereitung-begleitung-eeg.pdf](https://www.zsw-bw.de/fileadmin/user_upload/PDFs/SYS_Themen/zsv-boschundpartner-vorbereitung-begleitung-eeg.pdf). [Zugriff am 16 Mai 2023].
- [16] Verbraucherzentrale Bundesverband, „Lohnen sich Batteriespeicher für Photovoltaik-Anlagen?,“ 21 Dezember 2022. [Online]. [Zugriff am 16 Mai 2023].
- [17] Umweltbundesamt, „Analyse der Stromeinspeisung ausgeförderter Photovoltaikanlagen und Optionen einer rechtlichen Ausgestaltung des Weiterbetriebs,“ Februar 2020. [Online]. Available: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/analyse-der-stromeinspeisung-ausgefoerderter>. [Zugriff am 16 Mai 2023].