

## Einladung

zur 11. Sitzung des Umwelt- und Bauausschusses der Stadt Geilenkirchen am

Dienstag, dem 08.03.2022, 18:00 Uhr

in der **Aula der Städtischen Realschule, Gillesweg 1, 52511 Geilenkirchen**

### Tagesordnung

#### I. Öffentlicher Teil

1. Vorstellung und Beratung der Planungen zum Neubau eines Feuerwehrgerätehauses in Teveren  
Vorlage: 2486/2022
2. Beratung und Beschlussfassung über die Konzeptstudie zur Erneuerung der Energie- und Wärmeversorgung am Schul- und Sportzentrum  
Vorlage: 2496/2022
3. Verwendung der Mittel aus der Billigkeitsrichtlinie für kommunale Klimaschutzinvestitionen  
Vorlage: 2463/2022
4. Anfragen

#### II. Nichtöffentlicher Teil

5. Auftragsvergaben
- 5.1. Auftragsvergabe - Erneuerung und Ausbau des Radweges Heinsberger Straße  
Vorlage: 2489/2022
6. Anfragen

Mit freundlichen Grüßen

gez.  
Hensen  
Ausschussvorsitzende

Amt Stadtbetrieb  
24.02.2022  
2486/2022

## Vorlage

| Beratungsfolge           | Zuständigkeit | Termin     |
|--------------------------|---------------|------------|
| Umwelt- und Bauausschuss | Entscheidung  | 08.03.2022 |

### Vorstellung und Beratung der Planungen zum Neubau eines Feuerwehrgerätehauses in Teveren

#### Sachverhalt:

Der Rat der Stadt Geilenkirchen hat in seiner Sitzung vom 18.02.2021 dem Entwurf der Haushaltssatzung mit Plan und Anlagen für das Haushaltsjahr 2021 zugestimmt. Bestand dieses Entwurfes war ein Planungskostenansatz für den Neubau des Feuerwehrgerätehauses in Teveren. In seiner Sitzung vom 15.09.2021 hat der Stadtrat die Architektenleistungen für den Neubau des Feuerwehrgerätehauses in Teveren an das Architekturbüro planbar.architektur Krämer Faber Architekten PartmbB vergeben. Des Weiteren wurden Aufträge an verschiedene Fachplaner vergeben.

Die Entwurfsplanung wird in der Sitzung durch den Architekten vorgestellt und erläutert.

#### Beschlussvorschlag:

Die vorgestellte Entwurfsplanung zum Neubau des Feuerwehrgerätehauses in Teveren wird beschlossen.

#### Finanzierung:

Die für die Bauausführung benötigten Haushaltsmittel wurden in der Haushaltsplanung 2022 bei dem Produktsachkonto 02.126.01.0 091100 für die Jahre 2022 und 2023 eingeplant. Vorbehaltlich der Verabschiedung und Genehmigung des Haushaltes 2022 stehen die kalkulierten Gesamtkosten zur Verfügung.

#### Anlage/n:

Planungsentwurf Feuerwehrgerätehaus Teveren

(Amt Stadtbetrieb, Herr Houben, 02451 - 629 202)

# Vorplanung 1

## Lageplan / Entwurfsgrundsätze

Der Eingang erfolgt über den Windhausener Weg sowie über den Übungshof. Um die überbaute Fläche möglichst gering zu halten, wird das Gebäude zweigeschossig ausgeführt. Die direkten Feuerwehrfunktionen sind im Erdgeschoss, Büro und Schulungsraum im Obergeschoss untergebracht.

Die Alarmausfahrt erfolgt auf die Chorherrenstraße und von dort entweder auf die Landstraße oder Richtung Ortskern.

Das Gebäude ist so konzipiert, dass neben der reinen Nutzung als Feuerwehr-Gerätehaus auch vielfältige Übungsmöglichkeiten im und am Gebäude zur Verfügung stehen.

Das außenliegende, zu Übungszwecken robust gebaute Treppenhaus erschließt neben dem Obergeschoss auch die oberste Dachfläche, die neben der nördlichen Dachterrasse für Übungen zur Verfügung steht.



## Grundriss Erdgeschoss

Umkleiden Herren, Damen und Jugendfeuerwehr auf direktem Weg zwischen Alarmzugang und Wagenhalle.

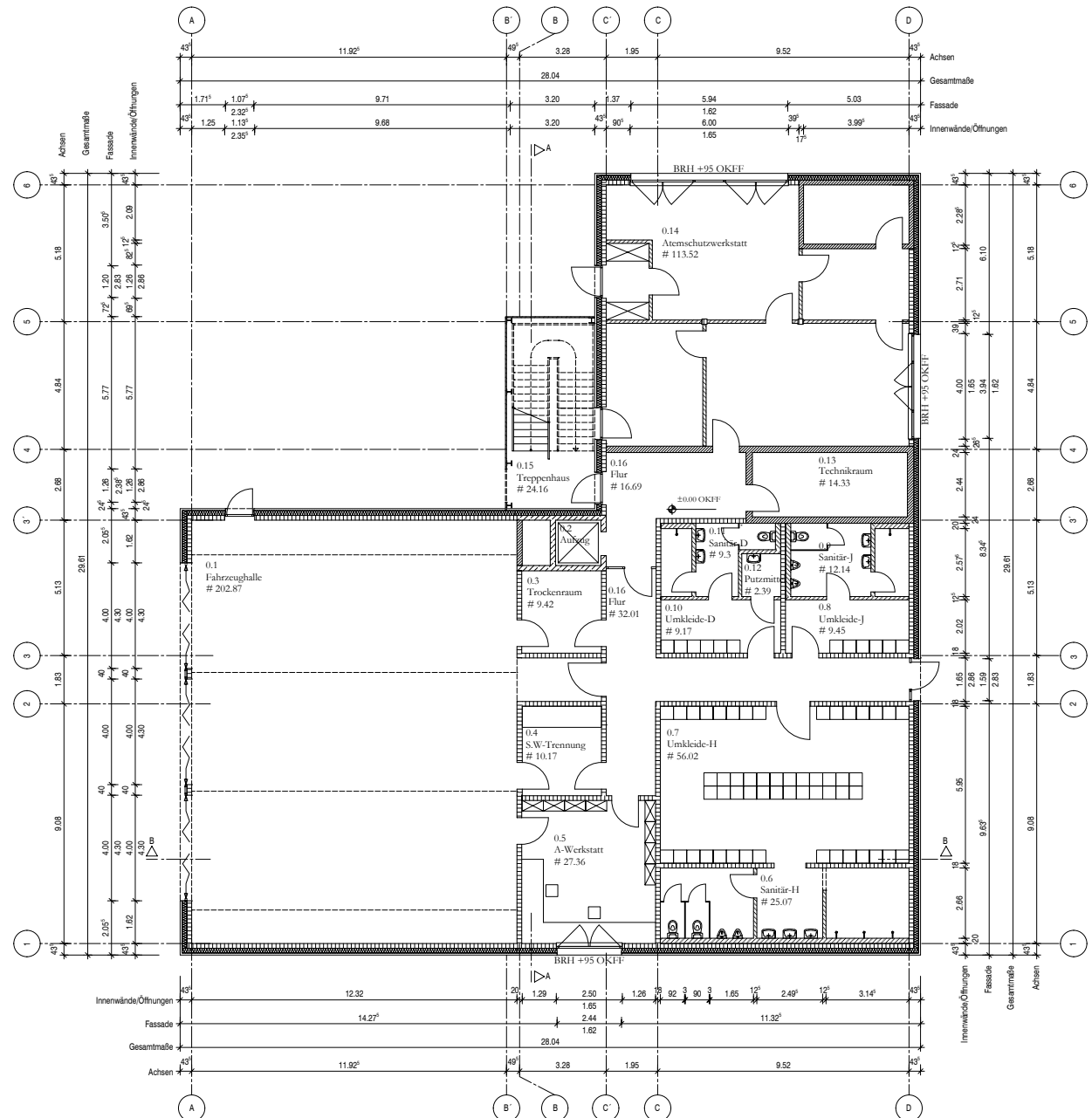
Bereich Feuerwehr räumlich vom Obergeschoss und der Atemschutzwerkstatt abgetrennt, alle Bereiche separat nutzbar.

Nachhaltige und wartungsarme Konstruktion:  
Holz-Massivbau mit tragenden Wänden aus holz-sichtigem Brettsperrholz sowie Brettstapeldecken auf tragender Bodenplatte aus Recycling-Beton. Zementestrich mit Epoxydharz-Beschichtung, in der Wagenhalle Rüttelfliesen.  
Nichttragende Wände im Bereich der Atemschutzwerkstatt sowie Installationsführende Wände aus Trockenbau, Wände des Kompressorraumes aus Sichtmauerwerk (Schallschutz).

Außenliegendes Treppenhaus als Stahlkonstruktion mit farbig beschichteter Gitterrostverkleidung und Trapezblechdach.

Wartungsarme Gebäudefassade als vorgehängte Aluminiumfassade, im Bronzetön eloxiert.

Elektroinstallation als Aufputz-Sichtinstallation, weitgehender Verzicht auf Abhangdecken.



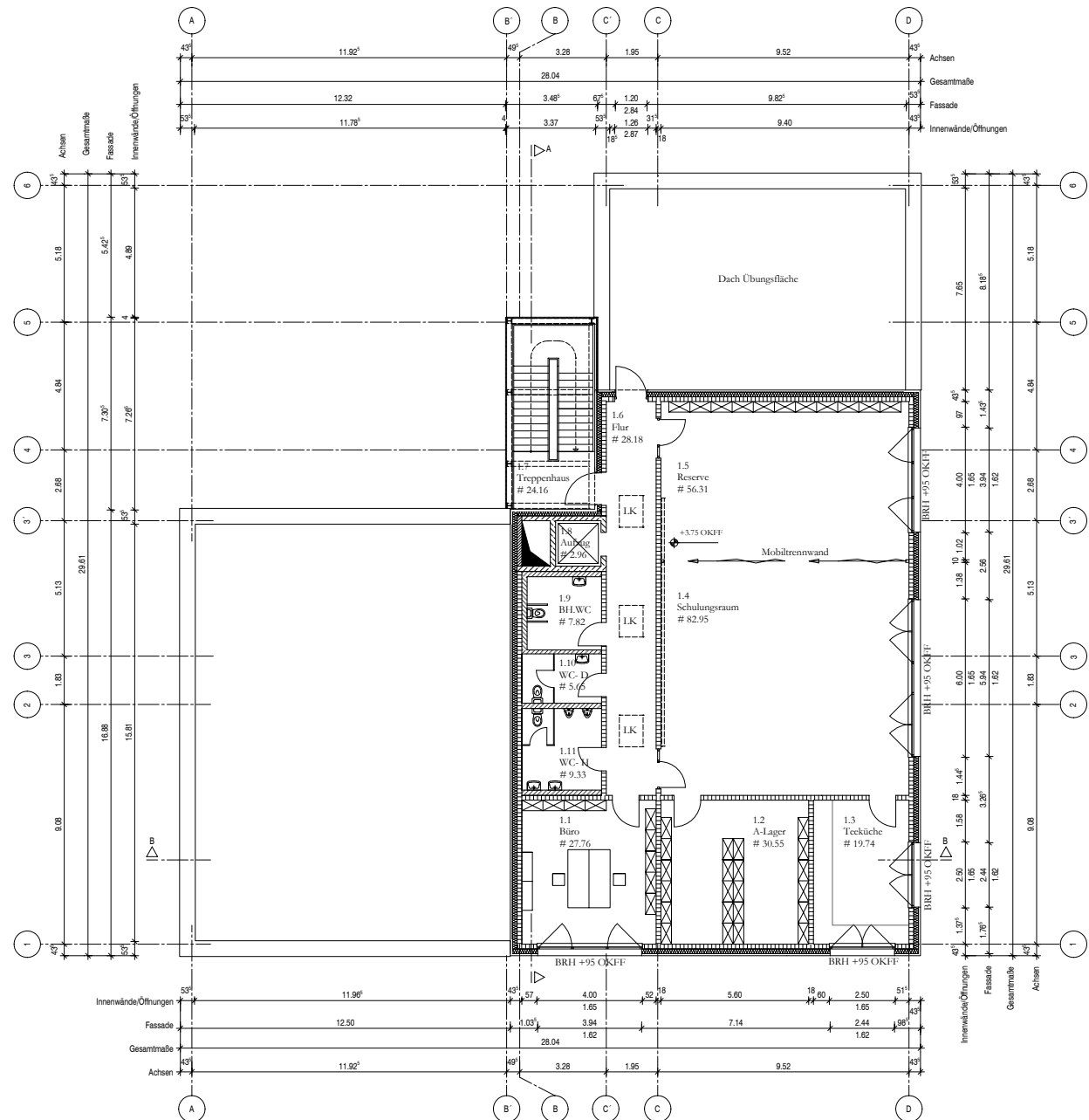
## Grundriss Obergeschoss

Organisation:

Schulungs- und Reserveraum einzeln oder gemeinsam nutzbar.

Teeküche als Versorgungspunkt für Schulungen,  
Bürofläche für Dienstaufgaben.

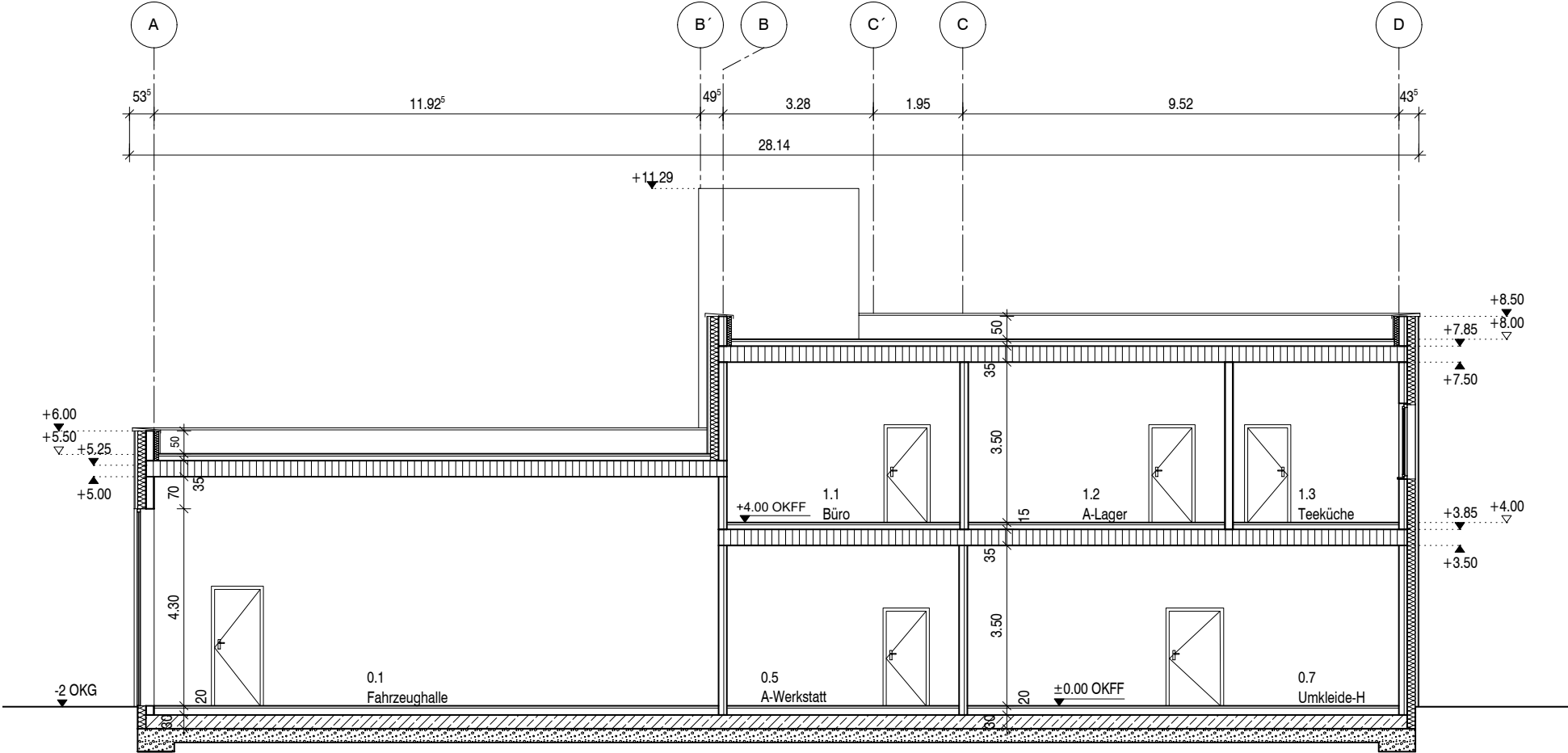
Eigener WC-Bereich inklusive barrierefreiem WC für den Schulungsraum vorhanden.

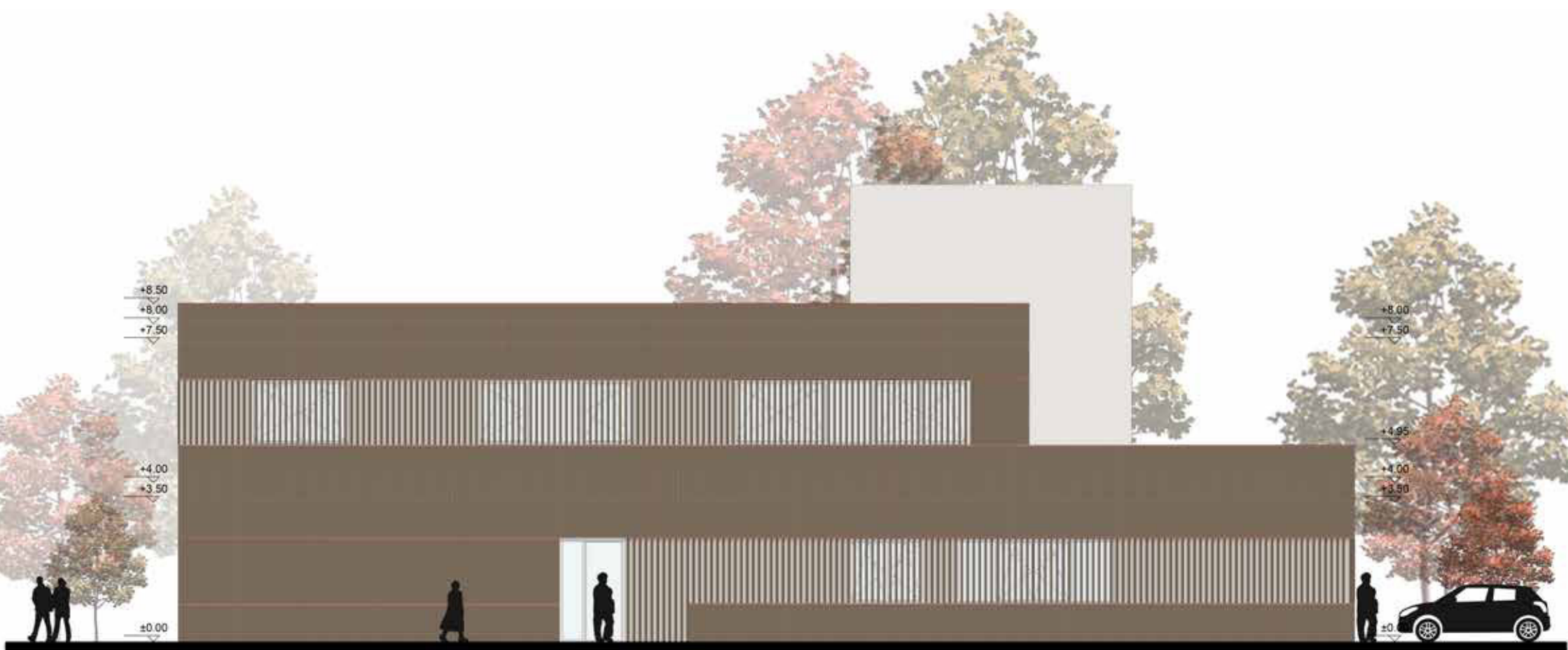


Schnitt A-A



Vorplanung  
Schnitt B-B





Ansicht Nord-Ost

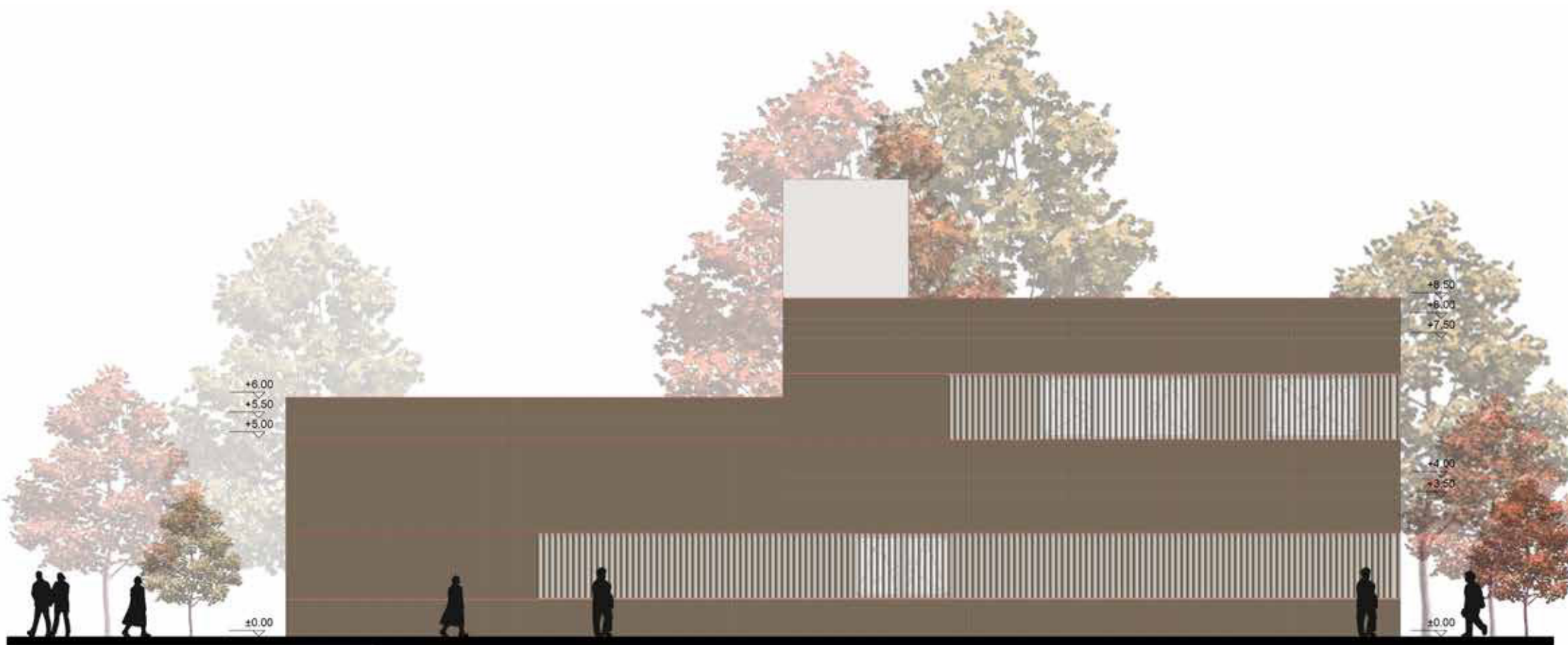




Ansicht Nord-West



Ansicht Süd-Ost



Ansicht Süd-West

Amt Stadtbetrieb  
24.02.2022  
2496/2022

## Vorlage

| Beratungsfolge              | Zuständigkeit | Termin     |
|-----------------------------|---------------|------------|
| Umwelt- und Bauausschuss    | Vorberatung   | 08.03.2022 |
| Rat der Stadt Geilenkirchen | Entscheidung  | 23.03.2022 |

### Beratung und Beschlussfassung über die Konzeptstudie zur Erneuerung der Energie- und Wärmeversorgung am Schul- und Sportzentrum

#### Sachverhalt:

Als Planungsgrundlage für die Erneuerung der Energie- und Wärmeversorgung im Schul- und Sportzentrum wurde das Büro BMR energy solutions GmbH mit der Erstellung einer Konzeptstudie beauftragt. Diese Konzeptstudie wurde in der 5. Sitzung des Umwelt- und Bauausschusses 2021 dem Gremium vorgestellt. Aus der Sitzung erging an die Verwaltung der Auftrag, die Konzeptstudie in Zusammenarbeit mit dem Büro BMR energy solutions GmbH zu überarbeiten. Auf die Niederschrift der 5. Sitzung des Umwelt- und Bauausschusses vom 15.06.2021 wird verwiesen.

Die Konzeptstudie wurde durch das Planungsbüro BMR energy solutions GmbH mittlerweile grundlegend überarbeitet. Im Vergleich zur vorherigen Version der Konzeptstudie ergeben sich insgesamt folgende Veränderungen:

- Entfall der Varianten 1 (Austausch der bestehenden Niedertemperaturkessel durch moderne Gasbrennwertkessel) und 2 (BHKW mit ergänzender Spitzenlasttechnik durch Erdgas-Brennwertkessel) – Begründung: Aus Sicht der Verwaltung ist unter Berücksichtigung des Klimaschutzes und dem damit einhergehenden Auftrag der CO<sub>2</sub>-Minimierung ein reiner Ersatz der vorhandenen Wärmeversorgung durch eine Technik, welche weiterhin ausschließlich fossil betrieben wird, nicht mehr zu vertreten.
- Detaillierte Untersuchung der Variante 5 (Ersatz der 3 Erdgas-Niedertemperaturkessel durch Pelletanlage, Luftwärmepumpe für Schwimmhalle und Gastherme für Sommerbetrieb) sowie Ersatz der Variante 5 durch eine optimierte Variante 6 (Ersatz der 3 Erdgas-Niedertemperaturkessel durch Pellet Anlage mit BHKW und Luftwärmepumpe für Schwimmhalle) – Begründung: Ziel der Varianten mit Luftwärmepumpe ist die komplette Abschaltung der Pelletanlage in den Sommermonaten. In diesem Zeitraum kann die Wärmeversorgung des Gelobades ausschließlich durch die Luftwärmepumpe bereitgestellt werden.
- Erneute Simulation und Auslegung des BHKWs führt zu einer Reduzierung der BHKW Leistung von 150 kW<sub>el</sub> auf 50 kW<sub>el</sub>. Damit ist eine Förderung nach KWK-Gesetz möglich.
- Reduzierung der vorgesehenen Photovoltaikanlagenleistung von 400 auf 300 kWp. Zur Inanspruchnahme einer Förderung im Programmbereich progres.nrw ist die Installation eines Batteriespeichers (Konzeption – 150 kWh) neu vorgesehen. Dadurch Erhöhung des Autarkiegrades möglich. Eine maximale Netzeinspeisung von 20% darf nicht überschritten werden.

- Vorstellung der aktuellen Förderkulisse. Eine konkrete Aussage über die Inanspruchnahme von Fördermitteln kann aufgrund der sich häufig verändernden Förderkulisse nicht getroffen werden.

Aus der Konzeptstudie ergeht keine explizite Empfehlung für eine der untersuchten Varianten. Viel mehr werden zwei mögliche Richtungen und stellvertretend für diese Richtungen zwei Varianten empfohlen.

- **Maximale CO<sub>2</sub> Einsparung, akzeptable rechnerische Kosteneinsparung: Pelletanlage in Kombination mit 300 kWp PV-Anlage + Batteriespeicher**
- **Maximale rechnerische Kosteneinsparung, akzeptable CO<sub>2</sub> Einsparung: BHKW mit Pelletanlage als Spitzenlastkessel in Kombination mit 300 kWp PV-Anlage + Batteriespeicher**

In Detailfragen wird auf die beigelegte Konzeptstudie verwiesen. Das in Zusammenarbeit mit dem Planungsbüro BMR energy solutions GmbH überarbeitete Konzept wird in der Sitzung von einem Vertreter des Büros vorgestellt. Das komplette Konzept steht zum Download im Ratsinformationssystem bereit, die Fraktionsvorsitzenden erhalten eine Ausfertigung in Papier.

#### **Beschlussvorschlag:**

Beide genannte Richtungen werden dem Gremium zur Beratung und Beschlussfassung vorgelegt. Mit der zu beschließenden Richtungsentscheidung wird die Verwaltung beauftragt die Planungsleistungen zur Erreichung der vorgestellten Ziele auszuschreiben und in die tiefergehende Planung einzusteigen.

Anlage/n:

Auszug Ergänzung Konzeptstudie SSZ Geilenkirchen

Ergänzung\_Konzept Studie Anita Lichtenstein Gesamtschule

(Amt Stadtbetrieb, Herr Gottschalk, 02451 629 349)

| Zusammenfassung                                 |                 | Bestands-<br>kesselanlage |  | Variante 3<br>Pelletanlage |  | Var. 4<br>Pelletanl.<br>+ BHKW |  | Var. 5<br>Pelletanl. +<br>Gasth. + LWP |  | Var. 6<br>Pelletsanl. +<br>BHKW + LWP |  |
|-------------------------------------------------|-----------------|---------------------------|--|----------------------------|--|--------------------------------|--|----------------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| "Zentrale" - Wärme + Strom                      |                 |                           |  |                            |  |                                |  |                                        |  |                                       |  |
| CO <sub>2</sub> Emission                        |                 |                           |  | 0,00 t/a                   |  | 191,40 t/a                     |  | 3,30 t/a                               |  | 191,40 t/a                            |  |
| CO <sub>2</sub> Einsparung gegenüber Bestand    |                 |                           |  | 486,42 t/a                 |  | 295,02 t/a                     |  | 483,12 t/a                             |  | 295,02 t/a                            |  |
| CO <sub>2</sub> Emission thermisch              |                 | 486,42 t/a                |  | 0,00 t/a                   |  | 125,40 t/a                     |  | 3,30 t/a                               |  | 125,40 t/a                            |  |
| CO <sub>2</sub> Emission elektrisch             |                 |                           |  | 0,00 t/a                   |  | 66,00 t/a                      |  | 0,00 t/a                               |  | 66,00 t/a                             |  |
| Summe Verbrauchskosten Wärme                    |                 | 107.012,40 €/a            |  | 68.249,01 €/a              |  | 91.202,01 €/a                  |  | 68.326,81 €/a                          |  | 91.168,81 €/a                         |  |
| Davon: CO <sub>2</sub> Steuer (bei 25€/t)       |                 | 12.160,50 €/a             |  | -                          |  | 4.785,00 €/a                   |  | 82,50 €/a                              |  | 4.785,00 €/a                          |  |
| Einsparung Wärmeversorgung ggü. Bestand         |                 |                           |  | 38.763,39 €/a              |  | 15.810,39 €/a                  |  | 38.685,59 €/a                          |  | 15.843,59 €/a                         |  |
| Summe Invest                                    |                 |                           |  | 302.000,00 €               |  | 452.000,00 €                   |  | 384.500,00 €                           |  | 520.000,00 €                          |  |
| gemittelter Strombedarf Bestand 2021            |                 | 650.096 kWh               |  |                            |  |                                |  |                                        |  |                                       |  |
| zusätzlicher Stromertrag aus PV                 |                 | Bestandsanlage            |  | PV 300kWp+Bat              |  | BHKW PV 300kWp+Bat             |  | LWP PV 300kWp+Bat                      |  | LWP+BHKW PV 300kWp+Bat                |  |
| PV Anlagengröße                                 |                 |                           |  | 300 kWp                    |  | 300 kWp                        |  | 300 kWp                                |  | 300 kWp                               |  |
| Stromverbrauch NETZ                             |                 | 650.096 kWh               |  | 650.096 kWh                |  | 350.475 kWh                    |  | 733.096 kWh                            |  | 433.229 kWh                           |  |
| Selbst genutzter BHKW Strom                     |                 |                           |  | 437.874 kWh                |  | 214.015 kWh                    |  | 518.748 kWh                            |  | 290.827 kWh                           |  |
| Selbst genutzter PV Strom                       |                 |                           |  | 212.556 kWh                |  | 223.859 kWh                    |  | 214.684 kWh                            |  | 227.584 kWh                           |  |
| Netzeinspeisung BHKW                            |                 |                           |  |                            |  | 379 kWh                        |  |                                        |  | 133 kWh                               |  |
| Netzeinspeisung PV                              |                 |                           |  | 54.562 kWh                 |  | 54.562 kWh                     |  | 52.523 kWh                             |  | 52.523 kWh                            |  |
| Eigenverbrauch aus BHKW & PV                    |                 |                           |  | 212.556 kWh                |  | 299.621 kWh                    |  | 0 kWh                                  |  | 299.867 kWh                           |  |
| Einspeisevergütung PV Strom                     | 6,00 ct/kWh     |                           |  | 3.274 €                    |  | 3.274 €                        |  | 3.151 €                                |  | 3.151 €                               |  |
| Einspeisevergütung BHKW Strom                   | 16,00 ct/kWh    |                           |  | 0 €                        |  | 61 €                           |  | 0 €                                    |  | 21 €                                  |  |
| Schätzung Marktwert BHKW Strom/KWK-Index        | 3,80 ct/kWh     |                           |  | 0 €                        |  | 14 €                           |  | 0 €                                    |  | 5 €                                   |  |
| 40 % EEG-Umlage auf Eigenverbrauch              | 2,60 ct/kWh     |                           |  | -5.526 €                   |  | -7.790 €                       |  | -5.582 €                               |  | -7.797 €                              |  |
| Vergütung selbstgenutzter BHKW Strom            | 8,00 ct/kWh     |                           |  | 0 €                        |  | 23.970 €                       |  | 0 €                                    |  | 23.989 €                              |  |
| Ersparnis durch selbstgenutzten Strom           | 18,00 ct/kWh    |                           |  | 38.260 €                   |  | 53.932 €                       |  | 0 €                                    |  | 53.976 €                              |  |
| Ersparnis-Summe Strom                           |                 |                           |  | 36.007 €                   |  | 70.186 €                       |  | 0 €                                    |  | 70.195 €                              |  |
| Strombedarf                                     |                 |                           |  | 650.096 kWh                |  | 650.096 kWh                    |  | 733.096 kWh                            |  | 733.096 kWh                           |  |
| kalkulierte Stromkosten                         |                 | -117.017 €                |  | -117.017,28 €              |  | -46.831 €                      |  | -117.017 €                             |  | -46.822 €                             |  |
| Autarkiegrad Strom                              |                 | 0,0%                      |  | 0,0%                       |  | 32,7%                          |  | 0,0%                                   |  | 40,9%                                 |  |
| Investitionskosten PV                           | -1.100,00 €/kWp |                           |  | -330.000 €                 |  | -330.000 €                     |  | -330.000 €                             |  | -330.000 €                            |  |
| Investition Batterie 150 kWh                    | -650,00 €/kWh   |                           |  | -97.500 €                  |  | -97.500 €                      |  | -97.500 €                              |  | -97.500 €                             |  |
| TRAFO                                           |                 |                           |  | -100.000 €                 |  | -100.000 €                     |  | -100.000 €                             |  | -100.000 €                            |  |
| Förderung                                       |                 |                           |  | 350.000 €                  |  | 350.000 €                      |  | 350.000 €                              |  | 350.000 €                             |  |
| Pelletsanlage                                   |                 |                           |  |                            |  |                                |  |                                        |  |                                       |  |
| LWP                                             |                 |                           |  |                            |  |                                |  |                                        |  |                                       |  |
| BHKW                                            |                 |                           |  |                            |  |                                |  |                                        |  |                                       |  |
| Kosten HZ-Anlage                                |                 |                           |  | -302.000,00 €              |  | -452.000,00 €                  |  | -384.500,00 €                          |  | -520.000,00 €                         |  |
| Netto Invest: BHKW+PV+Sp+Förderung+HZ-Anlage    |                 |                           |  | -302.000,00 €              |  | -452.000,00 €                  |  | -384.500,00 €                          |  | -520.000,00 €                         |  |
| laufende Kosten PV                              | -12,50 €/kWp    |                           |  | 0,00 €                     |  | 0,00 €                         |  | 0,00 €                                 |  | 0,00 €                                |  |
| Ertrag PV & BHKW                                |                 |                           |  | 32.257,34 €                |  | 70.186,36 €                    |  | 32.462,72 €                            |  | 70.195,21 €                           |  |
| Einsparung durch PV+ BHKW Strom 10 Jahre        |                 |                           |  | 322.573,44 €               |  | 701.863,56 €                   |  | 324.627,16 €                           |  | 701.952,12 €                          |  |
| Einsparung durch PV+ BHKW Strom 15 Jahre        |                 |                           |  | 483.860,16 €               |  | 1.052.795,34 €                 |  | 486.940,74 €                           |  | 1.052.928,18 €                        |  |
| Investition-, Wärme- und Stromkosten            |                 | Bestand 2020              |  | Variante 3 Pelletanlage    |  | Var. 4 Pelletanl.+ BHKW        |  | Var. 5 Pelletanl. + Gasth. + LWP       |  | Var. 6 Pelletsanl. + BHKW + LWP       |  |
| Anlagentechnik                                  |                 |                           |  | Pellets Heizung            |  | Pellets Hz u. BHKW             |  | Pellets Hz+ GasTh+LWP                  |  | Pellets Hz+ BHKW+LWP                  |  |
| Investition                                     |                 | -                         |  | 302.000,00 €               |  | 452.000,00 €                   |  | 384.500,00 €                           |  | 520.000,00 €                          |  |
| Restl. Wärmekosten/Jahr                         |                 | -107.012,40 €             |  | -68.249,01 €               |  | -91.202,01 €                   |  | -53.386,81 €                           |  | -76.228,81 €                          |  |
| Info: Bereinigung d. Wärmekosten um Stromkosten |                 |                           |  | 0,00 €                     |  | 0,00 €                         |  | 14.940,00 €                            |  | 14.940,00 €                           |  |
| Restl. Stromkosten/Jahr                         |                 | -117.017,28 €             |  | -117.017,28 €              |  | -46.830,92 €                   |  | -117.017,28 €                          |  | -46.822,07 €                          |  |
| Verbleibende Kosten/Jahr                        |                 | -224.029,68 €             |  | -185.266,29 €              |  | -138.032,93 €                  |  | -155.464,09 €                          |  | -108.110,87 €                         |  |
| Einsparung Strom (BHKW + PV) / Jahr             |                 | 0,00 €                    |  | 0,00 €                     |  | 70.186,36 €                    |  | -14.940,00 €                           |  | 55.255,21 €                           |  |
| Einsparung Wärme / Jahr                         |                 | 0,00 €                    |  | 38.763,39 €                |  | 15.810,39 €                    |  | 38.685,59 €                            |  | 15.843,59 €                           |  |
| Einsparung Wärme, Strom/Jahr                    |                 | -                         |  | 38.763,4 €/a               |  | 85.996,7 €/a                   |  | 23.745,6 €/a                           |  | 71.098,8 €/a                          |  |
| Amortisation HZ-Zentrale + PV                   |                 | -                         |  | 7,79 Jahre                 |  | 5,26 Jahre                     |  | 16,19 Jahre                            |  | 7,31 Jahre                            |  |
| Amortisation HZ-Zentrale + PV OHNE Förderung    |                 |                           |  | 7,79 Jahre                 |  | 5,26 Jahre                     |  | 16,19 Jahre                            |  | 7,31 Jahre                            |  |
| CO <sub>2</sub> Emission                        |                 | 486,42 t/a                |  | 0,00 t/a                   |  | 191,40 t/a                     |  | 3,30 t/a                               |  | 191,40 t/a                            |  |
| CO <sub>2</sub> Einsparung                      |                 | -                         |  | 486,42 t/a                 |  | 295,02 t/a                     |  | 483,12 t/a                             |  | 295,02 t/a                            |  |



## Vertiefende Ergänzung zur Konzeptstudie der Anita Lichtenstein Gesamtschule

**TGA-Modernisierung mit Erneuerbaren Energien**  
**Schule - Sporthalle - Vereinsheim - Gelobad**



Auftraggeber:



**Stadt Geilenkirchen**



Erstellt durch:

BMR energy solutions GmbH

Berliner Ring 11 52511 Geilenkirchen

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Vertiefende Ergänzung zur Konzeptstudie der Anita Lichtenstein Gesamtschule</b>                              | <b>1</b>  |
| <b>TGA-Modernisierung mit Erneuerbaren Energien Schule - Sporthalle - Vereinsheim - Gelobad</b>                 | <b>1</b>  |
| <b>Inhaltsverzeichnis</b>                                                                                       | <b>2</b>  |
| <b>Anlass der Studie und Beschreibung der Aufgabe</b>                                                           | <b>4</b>  |
| <b>Varianten</b>                                                                                                | <b>5</b>  |
| <b>Zweck der Konzeptstudie</b>                                                                                  | <b>6</b>  |
| <b>Lage der Anita Lichtenstein Gesamtschule im Stadtgebiet</b>                                                  | <b>6</b>  |
| <b>Bestandsanalyse</b>                                                                                          | <b>7</b>  |
| Wärmeversorgung Bestand                                                                                         | 8         |
| Anlagenschema Wärmeversorgung Bestand                                                                           | 9         |
| Lüftung                                                                                                         | 9         |
| Stromversorgung Bestand                                                                                         | 10        |
| Anlagenschema Stromversorgung                                                                                   | 10        |
| <b>Bauwerksaufnahme /Bestandszeichnungen/ Grundlagen der Konzepte</b>                                           | <b>11</b> |
| <b>Fotodokumentation Bestand</b>                                                                                | <b>12</b> |
| <b>Analyse Bestand, Verbrauchswerte</b>                                                                         | <b>17</b> |
| Wärme                                                                                                           | 17        |
| Monatliche Aufschlüsselung der Wärmemengen / Gasbezug lt. Wärmemengenzählung im Jahr 2019:                      | 17        |
| Entwicklung der CO <sub>2</sub> -Preise, Bestandteil der Gasbezugskosten                                        | 17        |
| Gemittelter Wärmebedarf, CO <sub>2</sub> -Emission und CO <sub>2</sub> -Kosten für 1, 5, 10 und 20 Jahre        | 18        |
| Fazit der CO <sub>2</sub> -Preis Entwicklung der Bestandsanlage OHNE Änderung der Anlagentechnik                | 18        |
| <b>Analyse Bestand, Strombezug</b>                                                                              | <b>20</b> |
| <b>Entwicklung der Strombezugskosten – insbesondere CO<sub>2</sub>-Betrachtung</b>                              | <b>21</b> |
| <b>Verbrauchskostenprognose Wärme und Strom</b>                                                                 | <b>21</b> |
| <b>Wärmebezug / Heizung - Einordnen des Bestandes zum Vergleich (Benchmark)</b>                                 | <b>22</b> |
| Wirtschaftliche Betrachtung und CO <sub>2</sub> Emission des Bestandes                                          | 22        |
| Heizlastberechnung aufgrund modernisierter Gebäudesubstanz                                                      | 23        |
| <b>Variante 3 – Ersatz der 3 Erdgas Niedertemperaturkessel durch 2 Pelletkessel (Wärmeerzeugung)</b>            | <b>24</b> |
| Vorbemerkung                                                                                                    | 24        |
| Allgemeine Beschreibung der Technik                                                                             | 24        |
| TGA Schema Pelletkessel                                                                                         | 25        |
| Wirtschaftliche Betrachtung                                                                                     | 26        |
| <b>Variante 4 – BHKW mit ergänzender Spitzenlasttechnik durch zwei Pelletkessel (Wärme- und Stromerzeugung)</b> | <b>27</b> |
| Allgemeine Beschreibung der Technik                                                                             | 27        |
| TGA Schema BHKW und Spitzenlast-Pelletkessel                                                                    | 27        |
| Wirtschaftliche Betrachtung                                                                                     | 28        |



|                                                                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Variante 6 – Ersatz der 3 Erdgas-Niedertemperaturkessel durch Pellet Anlage mit BHKW und Luftwärmepumpe für Schwimmhalle</b> | <b>30</b> |
| Vorbemerkung                                                                                                                    | 30        |
| Allgemeine Beschreibung der Technik                                                                                             | 30        |
| TGA Schema Pellet Anlage, Luftwärmepumpe für Schwimmhalle und Gastherme                                                         | 31        |
| <b>Vergleich der Varianten Wärmeversorgung / Zusammenfassung</b>                                                                | <b>34</b> |
| <b>Interpretation und Zwischenergebnis Wärmerzeugung – Ausschluss der Variante 5 – Ersatz durch optimierte Variante</b>         | <b>35</b> |
| <b>Zukünftige Stromversorgung und Einspeisevergütung</b>                                                                        | <b>36</b> |
| <b>Förderung – Förderprogramme</b>                                                                                              | <b>37</b> |
| <b>Tabelle – Förderprogramme 2021</b>                                                                                           | <b>38</b> |
| <b>Festlegung der Photovoltaik Anlagen- und Speichergröße</b>                                                                   | <b>39</b> |
| <b>Zusammenfassung und Gegenüberstellung der Variantenergebnisse</b>                                                            | <b>47</b> |
| <b>Fazit Strom Eigenversorgung</b>                                                                                              | <b>48</b> |
| <b>Empfehlung</b>                                                                                                               | <b>49</b> |
| <b>Grundlage der Konzeptstudie, Verwendungszweck</b>                                                                            | <b>50</b> |

## Anlass der Studie und Beschreibung der Aufgabe

Die Stadt Geilenkirchen beabsichtigt die technische Gebäudeausrüstung des Gebäudeensembles der Anita Lichtenstein Gesamtschule, bestehend aus Gesamtschule mit Mensa, Gelobad, Sporthalle und Bürgerhaus zu erneuern.

Hierzu wurde am 15.06.2021 eine Konzeptstudie im Umwelt und Bauausschuss der Stadt Geilenkirchen vorgestellt.

Mit der Vorstellung des Konzeptes ergaben sich weitergehende Fragen an Varianten und ergänzende Aufgabenstellungen. Es wurden folgende Wünsche geäußert:

- Variante 5 mit Luftwärmepumpe und Niedertemperatur-Pelletanlage darzustellen.
- Fördermöglichkeiten darzulegen und deren wirtschaftliche Auswirkungen im Anlagendesign zu berücksichtigen

Aufgrund der geänderten Anforderungen und zur besseren Übersichtlichkeit werden im folgenden die CO<sub>2</sub> trächtigen Varianten mit Gas-Brennwert-Anlagen (Variante 1+2) weder vertieft, noch dargestellt.

Darüber hinaus können durch den Erkenntnisgewinn aus der Konzeptstudie und in Kombination mit den Fördermöglichkeiten, die Darstellung von PV-Anlagen auf eine 300 kWp Anlage eingegrenzt werden.

Die zukünftige Energieversorgung soll unter Berücksichtigung der folgenden Prämissen erfolgen:

- umfängliche Nutzung von Erneuerbaren Energien
- falls möglich und sinnvoll - Nutzung der Kraft-Wärme-Kopplung
- Minderung der momentanen CO<sub>2</sub>-Emission
- Kostenoptimierung des Betriebs
- wirtschaftlich sinnvolle Autarkie des Ensembles
- wirtschaftlicher (Zu)Gewinn, welcher aus Erneuerbaren Energie erzielt werden kann

Mit der Nutzung Erneuerbarer Energie soll nicht nur eine möglichst wirtschaftlich sinnvolle Autarkie des Ensembles, sondern insbesondere eine langfristig und wirtschaftlich effiziente, sowie nachhaltige Versorgung ermöglicht werden.

Im Rahmen der Konzepte sind zu berücksichtigen

- die bereits in Teilen modernisierten Gebäude der Gesamtschule
- zukünftige Modernisierungen (Gesamtschule) bzw. Neubauten (z.B. Turnhalle)
- die bereits neu errichtete Schwimmhalle
- das vorhandene Nahwärmenetz
- das bereits errichtete Bürgerhaus / Vereinsheim

## Varianten

Vergleichskriterien:

Die Studie soll mögliche Varianten aufzeigen, die miteinander hinsichtlich der folgenden Kriterien verglichen werden sollen:

- Investitionskosten
- Verbrauchskosten
- Einsparpotential gegenüber der aktuellen Versorgung des Ensembles
- CO<sub>2</sub> Reduktion gegenüber der aktuellen Versorgung
- Autarkiegrad / Lokalversorgungsanteil

Mit dem Auftraggeber wurden folgende Varianten für eine vertiefende Betrachtung definiert:

### Variante 3

Eine in der CO<sub>2</sub> Emission maximal minimierende Wärmeerzeugung.

Variante mit nachwachsenden Rohstoffen, in diesem Fall Holzpellets als Brennstoff, für modulierende Pelletskessel, sowie eine ergänzende Stromerzeugung mittels einer 300 kWp Photovoltaik Anlage.

### Variante 4

Eine in der CO<sub>2</sub> Emission maximal minimierende Wärmeerzeugung mittels Holzpellets als modulierender Spitzenlastkessel (wie Variante 3),  
mit zusätzlicher Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), sowie eine ergänzende Stromerzeugung mittels einer 300 kWp Photovoltaik Anlage.

### Variante 5

(aus Vergleichsgründen herangezogene Variante mit Luftwärmepumpe - ohne BHKW)

Eine in der CO<sub>2</sub> Emission maximal minimierende Wärmeerzeugung mittels Holzpellets als modulierender Spitzenlastkessel mit weiterer Unterstützung durch eine Luft-Wärmepumpe.

Diese nutzt Lüftungswärmeverluste des Schwimmbades, sowie den preiswert gewonnenen Strom aus der PV zur Erwärmung des Schwimmbeckenwassers.

Zur Deckung des Warmwasserbedarfes in Verbindung mit der erforderlichen Wasserhygiene wurde ein 90 KW Gasbrennwertkessel zur Warmwassererzeugung im Sommer vorgesehen.

Dieser ersetzt im Sommer den Betrieb der für die Warmwasserdeckung alleine zu großen Pelletanlage.

### Variante 6

(verbesserte Variante 5 mit BHKW, ohne Gasbrennwertkessel)

Eine in der CO<sub>2</sub> Emission maximal minimierende Wärmeerzeugung mittels Holzpellets als modulierender Spitzenlastkessel mit zusätzlicher Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), sowie eine ergänzende Stromerzeugung mittels 300 kWp Photovoltaik Anlage (wie Variante 4), mit weiterer Unterstützung durch eine Luft-Wärmepumpe. Diese nutzt Lüftungswärmeverluste des Schwimmbades, sowie den preiswert gewonnenen Strom aus BHKW und PV zur Erwärmung des Schwimmbeckenwassers.

## Zweck der Konzeptstudie

Diese Konzeptstudie dient der ersten Beratung des Bauherrn, der Definition von Planungszielen und der Beauftragung von Fachleuten. Sie ist ein erster Baustein zur Vorbereitung einer nachfolgenden Vorentwurfsplanung. Sie ist Teil zur Klärung der Aufgabenstellung und soll Bauherrn und Planer in der Definition der Aufgabe unterstützen.

Sie ersetzt keine Planung eines Bauvorhabens, sondern bereitet diese vor.

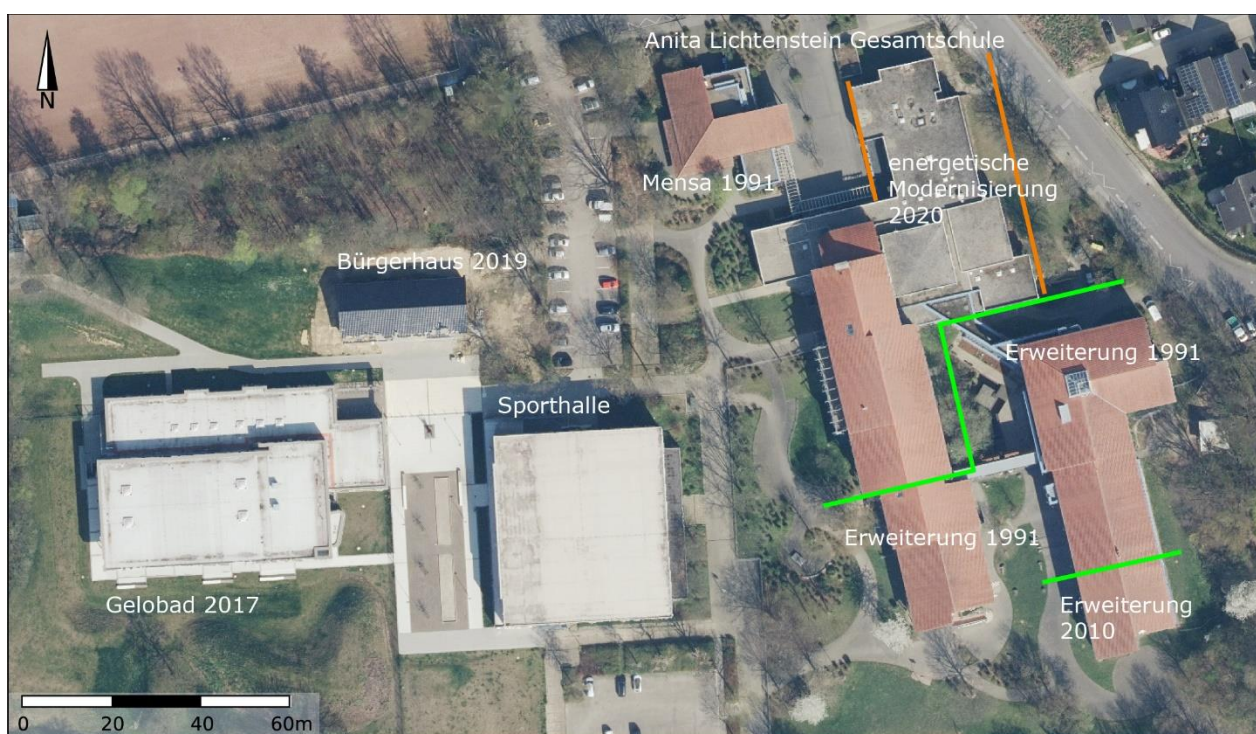
Sie ist Bestandteil der Grundlagenermittlung und fußt auf ersten Annahmen.

## Lage der Anita Lichtenstein Gesamtschule im Stadtgebiet

Die Anita Lichtenstein Gesamtschule der Stadt Geilenkirchen liegt im Norden der Stadt.

Das Ensemble erstreckt sich von der Jahn- und Josefstraße im Süden bis zur Robert-Koch- und Pestalozzistraße im Norden und Osten. Im Osten wird das Schulgelände durch Solitäre mit einer Mischnutzung und im Westen durch die Sportanlage des Sportzentrums Bauchem begrenzt. Die Haupteinschließung erfolgt über die Pestalozzistraße.

In der Nachbarschaft befinden sich überwiegend Wohnbebauungen, bestehend aus Ein- und Zweifamilienhäusern.



Ausschnitt aus Tim-online 2020

## Bestandsanalyse

Die Anita Lichtenstein Gesamtschule wurde 1974 zunächst als Hauptschule zusammen mit dem Sportzentrum in damals zeitgemäßer Bauweise mit Flachdach errichtet.

1994 -95 wurde die Schule in mehreren Bauabschnitten zur Gesamtschule mit Mensa ausgebaut, das Flachdach mit einem Satteldach saniert, und auch 2010 wurde sie mit einem Anbau um mehrere Räume (ca. 607m<sup>2</sup> NF) erweitert.

Das Gebäudeensemble der Schule ist heute ein heterogenes ein- bis dreigeschossiges Bauwerk, teils mit Flach-, teils mit Satteldach. Im Bereich des Altbaus ist das Gebäude unterkellert. Die Neubauerweiterungen sind nicht unterkellert.

2017 wurde nach einem Brand (2013) das als Einheit mit der Sporthalle gebaute Schwimmbad als separates Gebäude neu errichtet und in Betrieb genommen. Sporthalle und Schwimmbad stehen nun als Solitäre. 2018 ist das Bürgerhaus / Vereinsheim projektiert und umgesetzt worden.

Zuletzt (2020) ist mit der energetischen Sanierung des ursprünglichen Hauptschulkörpers begonnen worden. Dabei wurden im ersten Schritt bei einem Teil des Altbaues Dach, Fassaden, Fenster und Heizkörper ertüchtigt.

Das Ensemble ist durch ein Nahwärmenetz verbunden, dessen Heizzentrale sich im UG des Altbaus befindet. Daneben befinden sich die ehemaligen Ölbunker, welche von außen zugänglich sind. Am Kopf der Sporthalle sind die Verteilung des Nahwärmenetzes und die Hauptverteilung des Stromnetzes platziert.

Der Kernbereich der Schule ist die 1974 erbaute Hauptschule. Diese ist anhand der Beton- und der neuen Vorhangfassade ablesbar. Die Stadt Geilenkirchen hat hier mit der Sanierung und somit energetischen Modernisierung begonnen. Der östliche Teil dieses Kerns wurde gerade (2020) energetisch ertüchtigt. Dach und Fassaden, inklusive Fenster wurden auf den heutigen Stand der Technik modernisiert.

Dennoch befindet sich noch ein weiterer, großer Teil, die rückwärtige Betonfassade, bauteiltechnisch im ursprünglichen Zustand und ist somit außen ungedämmt. Die eloxierten Aluminium Profile der -Fenster sind thermisch nicht getrennt und auch das Glas entspricht mit seinen Transmissionswerten keinem Standard. Diese ursprünglichen Fenster entsprechen den damaligen „Allgemein anerkannten Regeln der Technik“ (AaRdT). Deren Transmissionswerte sind mit keiner, auch nicht mit der ersten Wärmeschutzverordnung von 1977, konform. Da mit der energetischen Sanierung bereits begonnen wurde, ist zukünftig von einem geringeren Energiebedarf auszugehen.

Die Verbesserung der Transmissionswärmeverluste aufgrund der energetisch besseren Bauteile wird signifikant erkennbar sein. Allerdings ist dies nicht der bedeutendste Wärmeverlust. Da in einer Schule der Wärmebedarf insbesondere durch den Lüftungswärmeverlust bestimmt ist, liegt hier ein weiteres und erhebliches Einsparpotential. Mittels einer Lüftung mit Wärmerückgewinnung, in Kombination mit einer Gebäudeleitetchnik, die das Nutzerverhalten mit der Regelung der Wärmeverteilung verknüpft, könnte der Wärmebedarf in einer ähnlichen Größenordnung verringert werden.

Durch den neuen, erst 3 Jahre alten Ersatz der Schwimmsporthalle (Gelobad), mit den bereits umgesetzten Maßnahmen in der Schule, und den zukünftig durch die Instandhaltung ausgelösten Modernisierungen der Schule und der Sporthalle, ist von einem sinkenden Energiebedarf im Vergleich zum Stand des Einbaues der Heizkessel (1991) auszugehen.

Somit wird die Wärmeerzeugung mit geringeren Grund- und Spitzenlasten ausgelegt werden können.

## Wärmeversorgung Bestand

Zur Wärmeversorgung des Gebäudeensembles sind im Jahr 1995 im Keller der Schule drei Niedertemperatur-Gaskessel, Fabrikat Fröhling mit Zweistoffbrenner (Erdgas/Öl) installiert worden.

Es handelt sich dabei um die folgenden Modelle:

2 x FSM 800 : Nennleistung 930 KW

1 x FSM 650: Nennleistung 760 KW

Aus Gründen der Versorgungssicherheit wurden die Heizungskessel mit Zweistoffbrennern für Gas und Öl ausgestattet. Mit der Zusage des Gasversorgungsunternehmens (GVU), eine Vollversorgung mit Sicherheit leisten zu können, wurde die Instandhaltung der Öl-Technik mit Kosten für Tankprüfung und Wartung betriebswirtschaftlich, aber auch aus Gründen des Emissionsschutzes, fragwürdig. Daher wurden die Öltanks Ende 2020 demontiert.

Die im Untergeschoss neben der Heizzentrale liegenden „Öl-Bunker“ der Schule sind von außen gut zugänglich. Sie sind sowohl für andere Brennstoffe, wie auch für eine andere Nutzung geeignet. Die Verteilung der Wärme geschieht zum einen in der Haupt-Verteilung der Heizzentrale, zum anderen sind zusätzlich Absperungen und Abzweigungen in einer weiteren Verteilung in der Sporthalle für das Nahwärmenetz vorhanden. Hier wird zwischen Sporthalle, Gelobad und Vereinsheim verteilt.

Die bestehende Niedertemperaturkaskadenanlage ist aufgrund der soliden und robusten Technik einsatzbereit und wird dies auch noch in den kommenden Jahren sein. Mit weiteren Laufzeiten wird aber das Schadens- und Reparaturrisiko steigen.

Die verwendete Technik ist unter heutigen Gesichtspunkten veraltet.

Bei einem reparaturbedingten Austausch der Kessel wird automatisch eine Gasbrennwertanlage installiert werden.

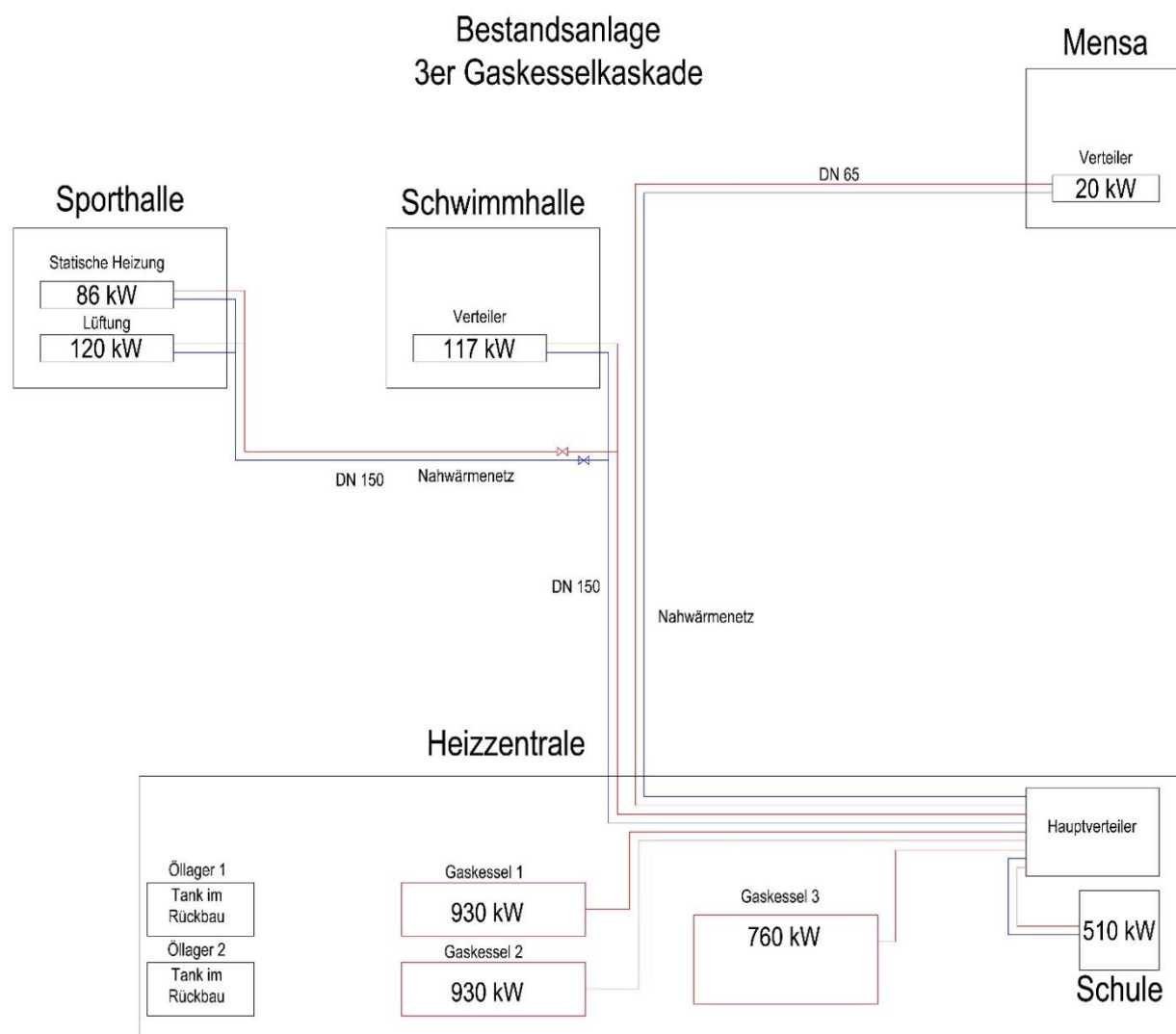
Der Gasbrennwerteffekt (max. 15%) wird durch die noch erforderliche hohe Vorlauftemperatur verringert. Dagegen wird eine zwangsläufig mit dem Wechsel verbundene neue Steuerung Energie und CO<sub>2</sub> zusätzlich einsparen können.

Aufgrund der bereits durchgeführten Gebäudemodernisierungen und dem Neubau des Schwimmbades mit neuester Technik, konnten die neuen Anbauten nicht nur mit der vorhandenen Heizungstechnik versorgt werden, sondern es kann auch von einem geringeren Wärmebedarf ausgegangen werden.

Aufgrund des früheren höheren Wärmebedarfs vor der Sanierung und Modernisierung ist die Bestandsanlage bereits jetzt, ohne die noch weiter folgenden Gebäudemodernisierungen überdimensioniert.



## Anlagenschema Wärmeversorgung Bestand



## Lüftung

Die ursprüngliche Lüftung in den Klassenräumen war eine Schachtlüftung. Hier verstärkt ein Schacht mittels der vorhandenen Thermik die natürliche Lüftung. Die Luft strömt über Undichtigkeiten in den Fenstern und Türen oder über Öffnungen zu den Fluren nach. Es konnten Abluftschächte pro Klasse identifiziert werden. Diese enden im Dachraum unterhalb des Satteldaches. Sie sind nicht über Dach geführt. Insoweit wird diese nicht mehr im erforderlichen Maß funktionieren.

Eine solche Lüftung ist vermutlich nicht mehr konform mit den neueren Wärmeschutzverordnungen. Diese fordern Luftdichtigkeit der Fenster oder einem, dem Lüftungskonzept entsprechend nachgewiesenen Zustrom, über definierte Öffnungen in den Fensterprofilen oder eine mechanische Lüftung.

Es handelt sich aktuell um eine natürliche Lüftung, die mit neuen Fenstermontagen geprüft und evtl. neu dimensioniert werden sollte.

Es existiert weder eine Kühlung, noch eine andere Luftaufbereitung.





## Bauwerksaufnahme /Bestandszeichnungen/ Grundlagen der Konzepte

Zur Fundierung der Konzepte wurden Flächen ermittelt. Diese dienen u.a. als Grundlage zur Ermittlung des aktuellen Heizungsbedarfes im Bestand. Diese Flächen basieren auf Abmessungen der Umrisse, für eine Plausibilitätsprüfung wurden auch Bauteildicken der Außenwände angenommen und somit „Netto-Flächen“ ermittelt.

Da die Umrisse durch eine Digitalisierung der maßstäblichen Papierpläne mittels Abfahren in Kombination mit den lesbaren Maßeintragungen erstellt wurden, sind die Annahmen fundiert, können aber nicht zentimetergenau sein.

Zur genauen Ermittlung wäre eine komplette Digitalisierung der vorhandenen Papierpläne erforderlich. Dies ist prinzipiell vor und mit einer möglichen größeren Instandhaltungsmaßnahme oder Modernisierung dringend zu raten.

Auf Basis dieser Grundlagen wurden die Brutto Geschoss Flächen (BGF) durch die Umrisse ermittelt und daraus Netto Raum Flächen (NRF) abgeleitet (NRF= NF, VF, TF). Dies stellt sowohl die Grundlage für die Geometriedaten, wie auch für die Flächen- und Volumenannahmen der Konzept-Berechnungen dar.

Diese Flächenermittlung ist Grundlage der Heizlastberechnung (Seite 23)

Somit ergeben sich folgende Nutzflächen (NF) aus den zeichnerisch ermittelten Bruttogeschossflächen des Ensembles:

NF mit innen-Mauerwerk, ohne  
außen-Mauerwerk

| Geschosse | Altbau              | Neubau und Erweiterungen |  |                     |                    | NF / Geschoss       |
|-----------|---------------------|--------------------------|--|---------------------|--------------------|---------------------|
|           | Bestand Schule      | Erweiterung 1            |  | Erweiterung 2       | Mensa              |                     |
| UG        | nicht relevant      | 0 m <sup>2</sup>         |  | 0 m <sup>2</sup>    | 0 m <sup>2</sup>   | -                   |
| EG        | 2975 m <sup>2</sup> | 1142 m <sup>2</sup>      |  | 262 m <sup>2</sup>  | 340 m <sup>2</sup> | 4719 m <sup>2</sup> |
| 1. OG     | 1493 m <sup>2</sup> | 1154 m <sup>2</sup>      |  | 262 m <sup>2</sup>  |                    | 2909 m <sup>2</sup> |
| 2. OG     | 920 m <sup>2</sup>  | 1122 m <sup>2</sup>      |  | 262 m <sup>2</sup>  |                    | 2304 m <sup>2</sup> |
|           | 5388 m <sup>2</sup> | 3418 m <sup>2</sup>      |  | 786 m <sup>2</sup>  | 340 m <sup>2</sup> | 9932 m <sup>2</sup> |
| Summen    | 5388 m <sup>2</sup> |                          |  | 4204 m <sup>2</sup> | 340 m <sup>2</sup> |                     |
| Annahme   | 5500 m <sup>2</sup> |                          |  | 4500 m <sup>2</sup> | 400 m <sup>2</sup> |                     |

## Fotodokumentation Bestand



Abb. 01 Heizkessel mit Zweistoffbrenner (Öl und Gas)



Abb. 02 Heizkreis Hauptverteilung



Abb. 03 Trafo



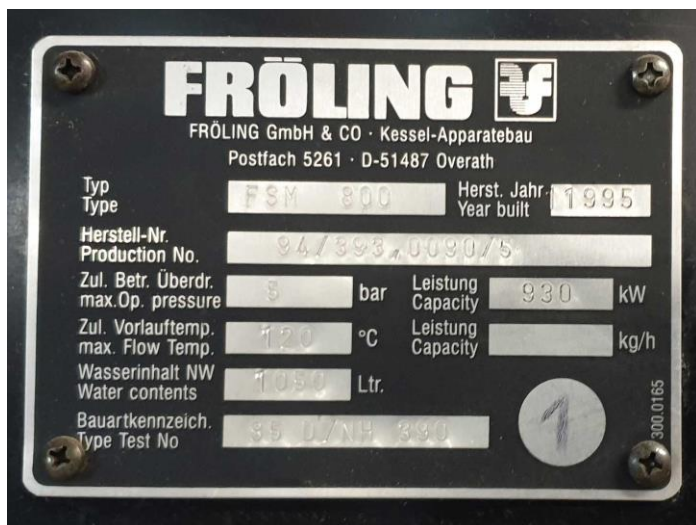


Abb. 04 Typenschild Brenner 1

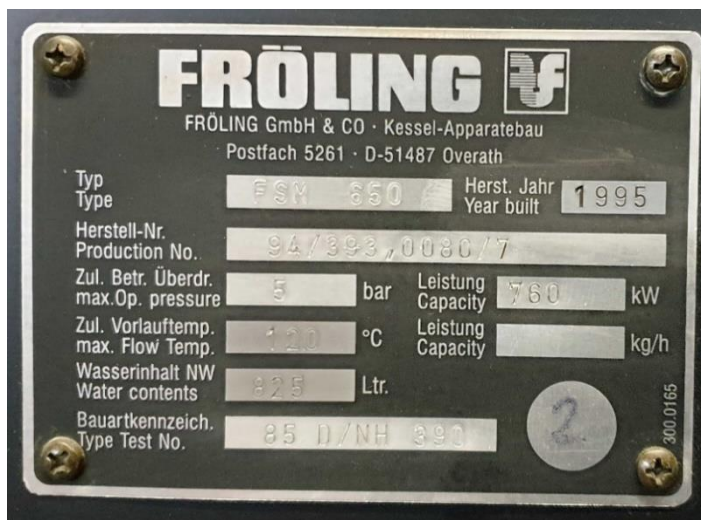


Abb. 05 Typenschild Brenner 2



Abb. 06 Typenschild Brenner 3



Abb. 07 Öltank 1 mit Außenfenster



Abb. 08 Öltank 1, Blick in den Nachbarraum von Tank 2

Beide Aufnahmen fanden vor der Demontage statt. Beide Räume eignen sich als Pelletslager.



Abb. 08 Ursprünglicher Baukörper mit Betonfassade, Fensterbändern und der Satteldachergänzung



Abb. 09 Ursprünglicher Sichtbeton mit Relief und original Fensterbänder aus eloxierten Aluminiumfenstern (mit tw. erneuerten Gläsern)





Abb. 10 Erweiterung 1991



Abb. 11 Erweiterung 1991 (Putz-Ziegelfassade) und Ergänzung 2010 (Ziegelfassade)



## Analyse Bestand, Verbrauchswerte

### Wärme

In den Jahren 2017, 2018 und 2019 wurden die folgenden Gasmengen bezogen:

2017: 1.616.564 kWh

2018: 2.710.331 kWh

2019: 2.744.691 kWh

Monatliche Aufteilung der Wärmemengen / Gas Bezug lt. Wärmemengenzählung im Jahr 2019:

(blaue Schrift / Annahme, hergeleitet aus der August-Ablesung und interpoliert den Verbrauch für Juli und August)

| Ablese Datum | Wärmezähler<br>Heizraum GE MWh | Sporthalle<br>Hzg. Lüftung MWh | Sporthalle<br>WW-Bereich MWh | Hallenbad<br>MWh | Bürgerhaus<br>MWh |
|--------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|------------------|-------------------|
| 04.02.2019   | 179,14 MWh                     | 44,13 MWh                      | 2,16 MWh                     | 124,30 MWh       | 0,00 MWh          |
| 06.03.2019   | 125,00 MWh                     | 28,70 MWh                      | 2,00 MWh                     | 88,60 MWh        | 4,87 MWh          |
| 01.04.2019   | 100,00 MWh                     | 22,10 MWh                      | 1,70 MWh                     | 70,90 MWh        | 1,49 MWh          |
| 06.05.2019   | 110,00 MWh                     | 20,00 MWh                      | 2,10 MWh                     | 94,10 MWh        | 0,51 MWh          |
| 03.06.2019   | 78,00 MWh                      | 12,90 MWh                      | 1,50 MWh                     | 50,00 MWh        | 0,50 MWh          |
| 01.07.2019   | 54,50 MWh                      | 0,55 MWh                       | 1,55 MWh                     | 46,35 MWh        | 0,02 MWh          |
| 01.08.2019   | 54,50 MWh                      | 0,55 MWh                       | 1,55 MWh                     | 46,35 MWh        | 0,02 MWh          |
| 02.09.2019   | 56,00 MWh                      | 0,00 MWh                       | 1,80 MWh                     | 48,20 MWh        | 0,00 MWh          |
| 04.10.2019   | 71,00 MWh                      | 0,00 MWh                       | 1,80 MWh                     | 62,30 MWh        | 0,00 MWh          |
| 28.10.2019   | 69,00 MWh                      | 0,00 MWh                       | 1,50 MWh                     | 63,30 MWh        | 0,00 MWh          |
| 02.12.2019   | 141,00 MWh                     | 40,10 MWh                      | 2,10 MWh                     | 98,00 MWh        | 2,03 MWh          |
| 31.12.2019   | 122,90 MWh                     | 37,29 MWh                      | 1,80 MWh                     | 47,78 MWh        | 2,23 MWh          |
|              | 1.161,04 MWh                   | 206,31 MWh                     | 21,56 MWh                    | 840,18 MWh       | 11,68 MWh         |

Summe: 2.229,11 MWh Lastgang Wärme/Gasmenge: 2.744.691,00 kWh

2.744,69 MWh

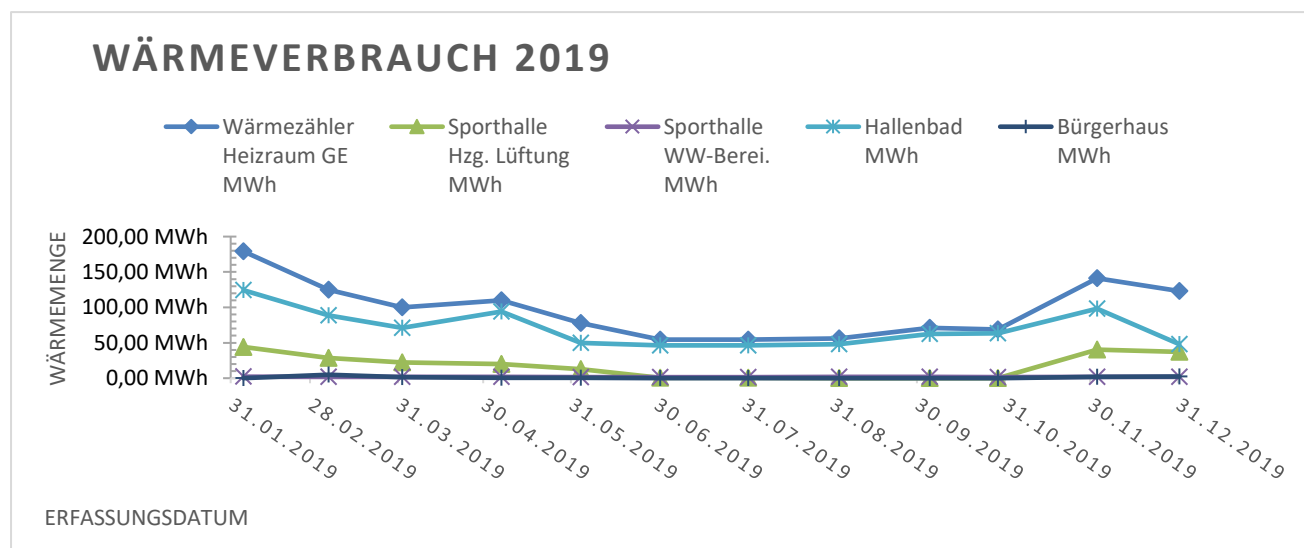
Wärmemenge Zähler: 2.229,11 MWh

Verlust absolut: 515,59 MWh

Verlust, prozentual: 19%

Effizienz: 81%

Diagramm Wärmeverbrauch nach Nutzungen 2019



Weitere Preisentwicklungen, wie z.B. Rohstoffpreise, Netzauschalen oder eine andere Besteuerung ist nicht vorhersehbar und wurde daher auch nicht im Szenario prognostiziert.

Diese Betrachtung basiert auf den von der Bundesregierung definierten Klimazielen und zeigt ein Szenario des Anstiegs von CO<sub>2</sub>-Kosten innerhalb bereits jetzt definierter Abgabewerte. Der CO<sub>2</sub>-Preis für 2021 ist mit 25 €/t definiert und soll schrittweise bis auf 55 €/t CO<sub>2</sub> im Jahr 2025 ansteigen. Eine genaue Abstufung ist z.Zt. offen, für das Jahr 2026 wird ein Preiskorridor von min. 55 bis 65 €/t CO<sub>2</sub> angestrebt.

Zur Einhaltung der Ziele des Pariser Klimaschutzabkommens wird in diversen Quellen für 2050 ein Preis von 150 €/t CO<sub>2</sub> empfohlen. Diese Zahlen sind im folgenden Szenario einbezogen und dargestellt worden:

| Jahr | Wärmemenge lt. Lastgang | CO <sub>2</sub> bei Erdgas pro kWh | 247 g CO <sub>2</sub> / kWh                                           |
|------|-------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 2017 | 1.616.564,03 kWh        | tlw. GeloBad                       |                                                                       |
| 2018 | 2.710.331,61 kWh        | <b>Mittelwert Wärme</b>            |                                                                       |
| 2019 | 2.744.691,38            | <b>2.727.511,50 kWh</b>            | X 247 g CO <sub>2</sub> / kWh = <b>673.695,34 kg CO<sub>2</sub>/a</b> |
|      |                         |                                    | <b>673,70 t CO<sub>2</sub>/a</b>                                      |

CO<sub>2</sub>-Preis – mögliche Entwicklung (blaue Schrift sind Annahmen und stellen ein Szenario dar)

| Jahr                       | 2021                   | 2022                   | 2023                   | 2024                   | 2025                   | 2026                   | 2050                    |
|----------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| CO <sub>2</sub> -Preis / t | 25 €/t CO <sub>2</sub> | 35 €/t CO <sub>2</sub> | 40 €/t CO <sub>2</sub> | 45 €/t CO <sub>2</sub> | 50 €/t CO <sub>2</sub> | 55 €/t CO <sub>2</sub> | 150 €/t CO <sub>2</sub> |

Gemittelter Wärmebedarf, CO<sub>2</sub>-Emission und CO<sub>2</sub>-Kosten für 1, 5, 10 und 20 Jahre

|                               | 1 Jahr                      | 5 Jahre                       | 10 Jahre                            | 20 Jahre                       |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|
| Wärmeverbrauch                | 2.727.511,50 kWh            | 13.637.557,48 kWh             | 27.275.114,95 kWh                   | 54.550.229,90 kWh              |
| CO <sub>2</sub> Emission      | 673,70 t CO <sub>2</sub> /a | 3.368,48 t CO <sub>2</sub> /a | 6.736,95 t CO <sub>2</sub> /a       | 13.473,91 t CO <sub>2</sub> /a |
| CO <sub>2</sub> -Kosten Wärme | <b>16.842 €</b>             | <b>131.371 €</b>              | <b>316.637 €</b>                    | <b>687.169 €</b>               |
| Jahresdurchschnitt            | 16.842 €                    | 26.274 €                      | 31.664 €                            | 34.358 €                       |
| CO <sub>2</sub> -Kosten 2021  | 16.842 €                    | 16.842 €                      |                                     |                                |
| CO <sub>2</sub> -Kosten 2022  | 23.579 €                    | 23.579 €                      |                                     |                                |
| CO <sub>2</sub> -Kosten 2023  | 26.948 €                    | 26.948 €                      |                                     |                                |
| CO <sub>2</sub> -Kosten 2024  | 30.316 €                    | 30.316 €                      |                                     |                                |
| CO <sub>2</sub> -Kosten 2025  | 33.685 €                    | 33.685 €                      |                                     |                                |
|                               |                             | <b>131.371 €</b>              |                                     |                                |
| CO <sub>2</sub> -Kosten 2026  | 37.053 €                    | (5 x 37.053,- €) =            | 131.371 €<br>185.266 €<br>316.637 € | 131.371 €<br>185.266 €         |
| CO <sub>2</sub> -Kosten 2031  | 37.053 €                    |                               | (10 x 37.053 €) =                   | 370.532 €<br>687.169 €         |
| CO <sub>2</sub> -Kosten 2041  | 37.053 €                    |                               |                                     |                                |
| CO <sub>2</sub> -Kosten 2050  | 101.054 €                   |                               |                                     |                                |

Fazit der CO<sub>2</sub>-Preis Entwicklung der Bestandsanlage OHNE Änderung der Anlagentechnik

Ergeben sich aufgrund des gemittelten Wärmebedarfes der ALGS bereits Mehrkosten für CO<sub>2</sub> in

|      |             |             |                 |
|------|-------------|-------------|-----------------|
| 2021 | in Höhe von | 16.842,- €, | so sind es für  |
| 2023 | bereits     | 23.579,- €  | und alleine für |
| 2025 |             | 33.685,- €. |                 |

|                                               |             |                                          |
|-----------------------------------------------|-------------|------------------------------------------|
| In der Summe sind es von 2021-2025 (5 Jahre)  | 131.371,- € |                                          |
| somit bis 2031 (die nächsten 10 Jahre)        | 316.637,-€  |                                          |
| und in den darauf folgenden 10 Jahren weitere | 370.532,-€  | prognostizierte CO <sub>2</sub> -Kosten. |

Eine genaue Betrachtung ist wegen der unklaren Art der Steigerung nicht möglich. Dennoch würde in einem Szenario aufgrund der eingegangenen Verpflichtungen der Bundesregierung innerhalb der nächsten

20 Jahre (bis 2041) 687.169,- € zus. Kosten

für eine CO<sub>2</sub>-Emission der aktuellen Bestandsanlage angenommen werden können.

Die gezeigte Größenordnung eines nicht unwahrscheinlichen CO<sub>2</sub>-Preisszenarios ist mehr, als nur interessant. Für eine Investitionsentscheidung ist ein Szenario über die CO<sub>2</sub>-Kostenentwicklung sinnvoll, da diese bereits heute aufgrund eingegangener Verpflichtungen der Bundesregierung grob abbildbar ist.

Dieses Szenario könnte den unteren Rahmen einer Preisentwicklung für Brennstoffkosten darstellen, wenn die weitere Zusammensetzung des Gaspreises unverändert bleibt.

Darüber hinaus liefert diese auch weitere und wesentliche Parameter, sich für die Anlagenart entscheiden zu können.

Die Art des Brennstoffes entscheidet zukünftig nicht nur aufgrund seines Erstellungspreises über eine Kostenentwicklung, sondern mit der CO<sub>2</sub>-Bepreisung wurde ein weiterer Preisbestandteil als „Klimaabgabe“, „CO<sub>2</sub>-Besteuerung“ oder auch Preis für seine Umweltverträglichkeit hinzugefügt.

Damit wird prinzipiell allen kohlenstoff basierten Stoffen ein zusätzliches Kriterium für Umweltverträglichkeit, das sich auf deren Kostenentwicklung und damit auf ihre Marktrelevanz auswirkt, hinzugefügt.

Umweltverträglichkeit kann sich zukünftig aber auch anders darstellen und die umzuwandelnde Ressource erneut anders bewerten. Daher handelt es sich um ein Szenario, das sich so nur unter aktuell gültigen Prämissen auswirken wird.

Dennoch ist CO<sub>2</sub> in jedem Fall mindestens für die nächsten 50 Jahre ein zu berücksichtigender Faktor.

Dieser ist nicht nur wegen internationaler Verpflichtungen und des Preises relevant, sondern auch aufgrund weiterer Gesichtspunkte:

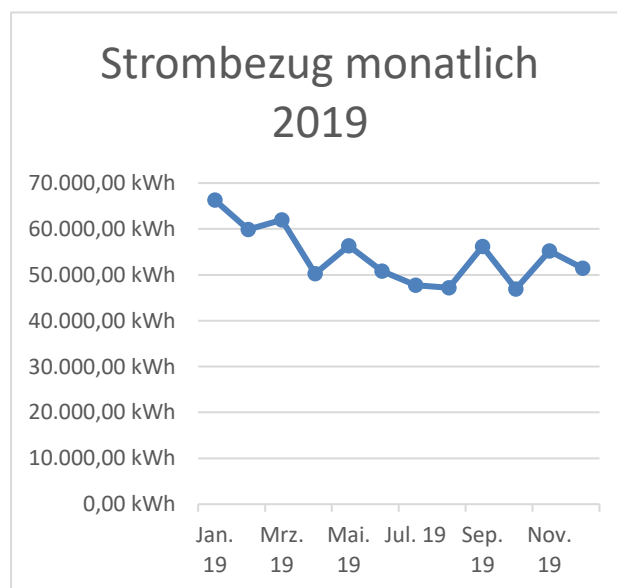
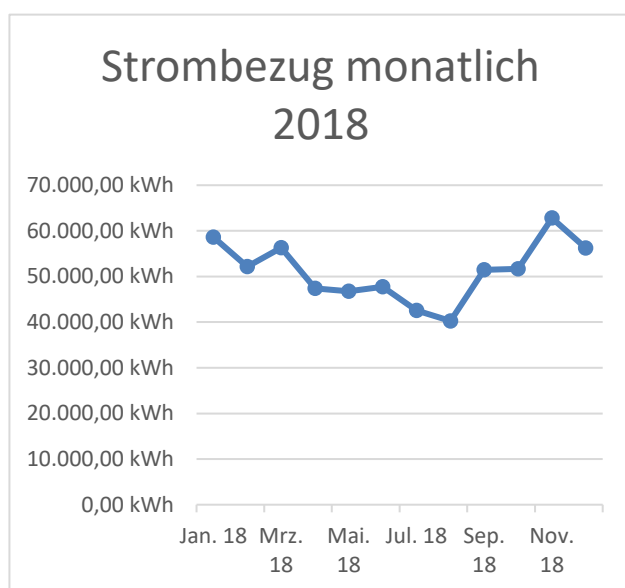
Das Gefährdungspotential ist nicht nur klimatechnischer, sondern auch sozialer und politischer Natur.

## Analyse Bestand, Strombezug

In den Jahren 2018 und 19 wurden im gesamten Gebäudeensemble die folgenden Strommengen bezogen:

| 2018                  |               | 2019                  |               |
|-----------------------|---------------|-----------------------|---------------|
| Jan. 18               | 58.624,92 kWh | Jan. 19               | 66.275,50 kWh |
| Feb. 18               | 52.151,58 kWh | Feb. 19               | 59.846,75 kWh |
| Mrz. 18               | 56.293,37 kWh | Mrz. 19               | 61.996,43 kWh |
| Apr. 18               | 47.373,13 kWh | Apr. 19               | 50.234,20 kWh |
| Mai. 18               | 46.748,90 kWh | Mai. 19               | 56.317,13 kWh |
| Jun. 18               | 47.741,50 kWh | Jun. 19               | 50.775,00 kWh |
| Jul. 18               | 42.524,03 kWh | Jul. 19               | 47.757,10 kWh |
| Aug. 18               | 40.260,72 kWh | Aug. 19               | 47.170,60 kWh |
| Sep. 18               | 51.449,55 kWh | Sep. 19               | 56.146,60 kWh |
| Okt. 18               | 51.666,80 kWh | Okt. 19               | 46.925,98 kWh |
| Nov. 18               | 62.787,45 kWh | Nov. 19               | 55.189,78 kWh |
| Dez. 18               | 56.220,42 kWh | Dez. 19               | 51.461,07 kWh |
| <b>613.842,38 kWh</b> |               | <b>650.096,13 kWh</b> |               |

Diagramme monatliche Stromverbräuche 2018 und 2019



Bei den dargestellten Strommengen fällt die unten angegebene Menge CO<sub>2</sub>, bezogen auf konventionellen Strommix und einem Ökostromtarif, an.

Die Stadt Geilenkirchen bezieht für das Gebäudeensemble aktuell 100 % Ökostrom, bei den Vergleichsbetrachtungen im Hinblick auf eine Eigenversorgung wird dies berücksichtigt.

Daher fallen bereits jetzt nur 12,64 t CO<sub>2</sub> bei der Stromversorgung pro Jahr an.

| Jahr                            | Strommenge lt. Lastgang:    | CO <sub>2</sub> bei konvent. Strom pro kWh | 400 g CO <sub>2</sub> / kWh                                    |
|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|                                 |                             | CO <sub>2</sub> bei Öko Strom pro kWh      | 20 g CO <sub>2</sub> / kWh                                     |
| 2017                            | 509.753,30 kWh tlw. GeloBad |                                            |                                                                |
| 2018                            | 613.842,38 kWh              | <b>Mittelwert Strom:</b>                   |                                                                |
| 2019                            | 650.096,13 kWh              | <b>631.969,25 kWh</b>                      | x 20 g CO <sub>2</sub> / kWh = 12.639,39 kg CO <sub>2</sub> /a |
| <b>12,64 t CO<sub>2</sub>/a</b> |                             |                                            |                                                                |

## Entwicklung der Strombezugskosten – insbesondere CO<sub>2</sub>-Betrachtung

Auch beim Strombezug wird der CO<sub>2</sub>-Preis schrittweise von 21,-€/t bis 2025 auf 55,- €/t CO<sub>2</sub> erhöht, dementsprechend ist mit den folgenden Kosten bei der zukünftigen CO<sub>2</sub>-Bepreisung, ohne eine Eigenversorgung, zu rechnen.

|                              | 1 Jahr                      | 5 Jahre                     | 10 Jahre                     | 20 Jahre                     |
|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Stromverbrauch               | 631.969,25 kWh              | 3.159.846,25 kWh            | 6.319.692,50 kWh             | 12.639.385,00 kWh            |
| CO <sub>2</sub> Emission     | 12,64 to CO <sub>2</sub> /a | 63,20 to CO <sub>2</sub> /a | 126,39 to CO <sub>2</sub> /a | 252,79 to CO <sub>2</sub> /a |
| CO <sub>2</sub> Kosten Strom | 315,98 €                    | 2.464,68 €                  | 5.940,51 €                   | 13.903,32 €                  |
| Jahresdurchschnitt           | 315,98 €                    | 492,94 €                    | 594,05 €                     | 695,17 €                     |

## Verbrauchskostenprognose Wärme und Strom

In der folgenden Tabelle werden die zu erwartenden Energiebezugskosten des aktuellen Bestands auf Grundlage des gemittelten Verbrauches für Strom und Wärme von 2020 bis 2023 dargestellt.

### 2020

|       |                  |              |                     |
|-------|------------------|--------------|---------------------|
| Strom | 631.969,25 kWh   | 17,33 ct/kWh | 109.520,27 €        |
| Wärme | 2.727.511,50 kWh | 4,29 ct/kWh  | 117.010,24 €        |
|       |                  |              | <b>226.530,51 €</b> |

### 2021

|                       |                              |                        |                     |
|-----------------------|------------------------------|------------------------|---------------------|
| Strom                 | 631.969,25 kWh               | 17,33 ct/kWh           | 109.520,27 €        |
| CO <sub>2</sub> Strom | 12,64 to CO <sub>2</sub> /a  | 25 €/t CO <sub>2</sub> | 315,98 €            |
| Wärme                 | 2.727.511,50 kWh             | 4,29 ct/kWh            | 117.010,24 €        |
| CO <sub>2</sub> Wärme | 673 ,70 t CO <sub>2</sub> /a | 25 €/t CO <sub>2</sub> | 16.842,38 €         |
|                       |                              |                        | <b>243.688,88 €</b> |

### 2022

|                       |                              |                        |                     |
|-----------------------|------------------------------|------------------------|---------------------|
| Strom                 | 631.969,25 kWh               | 17,33 ct/kWh           | 109.520,27 €        |
| CO <sub>2</sub> Strom | 12 ,64 to CO <sub>2</sub> /a | 35 €/t CO <sub>2</sub> | 442,38 €            |
| Wärme                 | 2.727.511,50 kWh             | 4,29 ct/kWh            | 117.010,24 €        |
| CO <sub>2</sub> Wärme | 673 ,70 t CO <sub>2</sub> /a | 35 €/t CO <sub>2</sub> | 23.579,34 €         |
|                       |                              |                        | <b>250.552,23 €</b> |

### 2023

|                       |                              |                        |                     |
|-----------------------|------------------------------|------------------------|---------------------|
| Strom                 | 631.969,25 kWh               | 18,15 ct/kWh           | 114.702,42 €        |
| CO <sub>2</sub> Strom | 12,64 to CO <sub>2</sub> /a  | 40 €/t CO <sub>2</sub> | 505,58 €            |
| Wärme                 | 2.727.511,50 kWh             | 4,29 ct/kWh            | 117.010,24 €        |
| CO <sub>2</sub> Wärme | 673 ,70 t CO <sub>2</sub> /a | 40 €/t CO <sub>2</sub> | 26.947,81 €         |
|                       |                              |                        | <b>259.166,05 €</b> |



Aufgrund des gemittelten Strom- und Wärmeverbrauchs zeigen die Szenarien für die Jahre von 2021 bis 2023 deutlich erhöhte Bezugskosten von Wärme und Strom. Zur Steigerung tragen nicht nur erhöhte Bezugskosten der Energieträger bei, sondern auch die damit verbundene CO<sub>2</sub>-Abgabe, welche erstmalig 2021 erhoben wird.

Die Energiekosten liegen daher im Jahr **2023** bereits um ca. **32.500,- €** höher als 2021.

## Wärmebezug / Heizung - Einordnen des Bestandes zum Vergleich (Benchmark)

Damit die Varianten mit dem Bestand verglichen werden können, ist im Folgenden eine vereinfachte und sehr konservative Darstellung getroffen worden.

Eine Gegenüberstellung mit den tatsächlichen Verbräuchen der Jahre 2018 -2019 würde den Vergleich verzerren, daher wird der theoretische Verbrauch des Bestandes als Vergleichsgröße hergeleitet.

**Diese Darstellung (Benchmark) vergleichen wir mit den zu gewichtenden Varianten in den folgenden Betrachtungen.**

### Wirtschaftliche Betrachtung und CO<sub>2</sub> Emission des Bestandes

|                              |                                                                                                                       |                            |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Verbrauchsermittlung         | Der Gesamtverbrauch der zentralen Kesselanlage beträgt gemäß Wärmemengenzähler im Durchschnitt der letzten zwei Jahre | 2.211,00 MWh/a             |
|                              |                                                                                                                       | 2.211.000,00 kWh/a         |
| Verbrauchsdaten              | Für die Verbrauchskosten wurde ein mittlerer Gaspreis von 4,29 ct/kW angenommen                                       | 94.851,90 €/a              |
|                              | CO <sub>2</sub> -Steuer - bis 2025 / 25,00 €/t                                                                        | 12.160,50 €/a              |
|                              | Jahreskosten des Bestands                                                                                             | 107.012,40 €/a             |
|                              | in 10 Jahren                                                                                                          | 1.070.124,00 €/a           |
|                              | in 15 Jahren                                                                                                          | 1.605.186,00 €/a           |
| CO <sub>2</sub> -Betrachtung | Für die CO <sub>2</sub> -Bilanz wurde der Wert 0,22 kg CO <sub>2</sub> /kWh angenommen                                | 486,42 t CO <sub>2</sub>   |
|                              | in 10 Jahren                                                                                                          | 4.864,20 t CO <sub>2</sub> |
|                              | in 15 Jahren                                                                                                          | 7.296,30 t CO <sub>2</sub> |

## Heizlastberechnung aufgrund modernisierter Gebäudesubstanz

Aufgrund der Gebäudemodernisierung ist zukünftig von einem geringeren Wärmebedarf auszugehen. Im Folgenden wird dieser aufgrund neuer, spezifischer Gebäudekennwerte und unter Berücksichtigung einer neuen Steuerung der Heizungsanlage (Nachtabsendkung) ermittelt:

Heizlastberechnung über spezifische Werte

|                          |                                                                                              |                         |
|--------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 60 W/m <sup>2</sup>      | anrechenbare Grundrissfläche Altbestand Schule                                               | 5.500,00 m <sup>2</sup> |
| 40 W/m <sup>2</sup>      | anrechenbare Grundrissfläche Erweiterung Schule                                              | 4.500,00 m <sup>2</sup> |
| 50 W/m <sup>2</sup>      | Mensa                                                                                        | 400,00 m <sup>2</sup>   |
|                          | Heizlast - Summe Schule und Mensa                                                            | <b>530,00 kW</b>        |
| 60 W/m <sup>2</sup>      | Sporthalle                                                                                   | 1.950,00 m <sup>2</sup> |
|                          | Heizlast - Summe Sporthalle                                                                  | <b>117,00 kW</b>        |
|                          | Hallenbad gemäß Wärmebedarfsberechnung                                                       | 86,00 kW                |
| 36.600 m <sup>3</sup> /h | Wärmebedarf aus Hallenbad Lüftung                                                            | 119,46 kW               |
|                          | Heizlast - Summe Hallenbad                                                                   | <b>205,46 kW</b>        |
|                          | Heizlast - Summe Kesselleistung                                                              | <b>852,46 kW</b>        |
|                          | Jahresbedarf über Vollbenutzungsstunden                                                      |                         |
| 1.200 h/a                | Schulgebäude - die angenommenen Werte setzen eine Modernisierung der Regelungstechnik voraus | 636.000,00 kWh/a        |
| 1.400 h/a                | Sporthalle - die angenommenen Werte setzen eine Modernisierung der Regelungstechnik voraus   | 163.800,00 kWh/a        |
|                          | Sporthalle - Warmwasserbereitung gemäß Jahresverbrauch                                       | 22.250,00 kWh/a         |
|                          | Schwimmhalle - gemäß Jahresverbrauch                                                         | 842.560,00 kWh/a        |
|                          | Summe Jahresbedarf                                                                           | <b>1.664,61 MW/a</b>    |

Bei den weiteren Betrachtungen wird dementsprechend von dem oben genannten Jahresbedarf zur Wärmeversorgung ausgegangen.

## Variante 3 – Ersatz der 3 Erdgas Niedertemperaturkessel durch 2 Pelletkessel (Wärmeerzeugung)

### Vorbemerkung

Aus der Bestandsanalyse geht die CO<sub>2</sub>-Emission durch die Verbrennung des fossilen Energieträgers Erdgas hervor. Diese ist nicht nur klimaschädlich, eine solche Emission läuft auch den Emissionszielen für den Gebäudebestand entgegen. Diese Bundesziele leiten sich aus dem Pariser Klimaschutzabkommen ab. Für die gesamte Betriebszeit der Anlage, die auf ca. 20 – 40 Jahre ausgelegt ist, führen fossile Energieträger nicht nur zu steigenden und damit zukünftig erheblichen Betriebskosten, sondern möglicherweise zu einer verkürzten Lebensdauer der Anlagentechnik. Es besteht das Risiko, dass es rechtlich zwingend, oder rentabel werden könnte, CO<sub>2</sub>-Belastung im Gebäudebestand entweder erheblich zu mindern, oder gar zu eliminieren.

Bereits jetzt halten Gemeinden im Zuge des „Klima Managements“ auch ihre CO<sub>2</sub>-Emission fest und bilanzieren diese. Eine Anlagentechnik mit CO<sub>2</sub>-Emissionen muss daher solide begründet sein.

Andererseits folgt daraus auch eine Gegenüberstellung einer alternativen Technologie ohne, oder mit geringster CO<sub>2</sub>-Emission. Diese Alternative ist mittels nachwachsender Rohstoffe darstellbar.

Nachwachsende Rohstoffe binden CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre mittels Sonnenenergie und setzen somit das CO<sub>2</sub> frei, welches sie kurzzeitig gebunden haben – bilanziell sind sie fast CO<sub>2</sub> neutral. Lediglich die Verarbeitung und Logistik erfordert noch einen zusätzlichen, aber sehr geringen CO<sub>2</sub> Einsatz.

### Allgemeine Beschreibung der Technik

Die hier betrachtete Variante für nachwachsende Rohstoffe ist eine Pellets-Anlage. Der Rohstoff wird aus Abfällen der Holzindustrie gewonnen. Der Betrieb einer Pellets-Anlage erfordert ein Brennstofflager. Als Lagerraum bietet sich das derzeitige Öllager an, das sich direkt neben der vorhandenen Heizzentrale befindet, in welcher die Holzpelletsheizung installiert werden kann.

Die Öltanks der alten Heizungsanlage wurden 2020 bereits rückgebaut.

Das dadurch entstehende Raumvolumen wird zum Lagerraum für Pellets umgerüstet.

Es wird eine Pellets Kaskadenanlage mit zwei Pelletkesseln vorgeschlagen.

Mit einem Austragsystem werden die Pellets vom Lagerraum aus zu den Kesseln geführt.

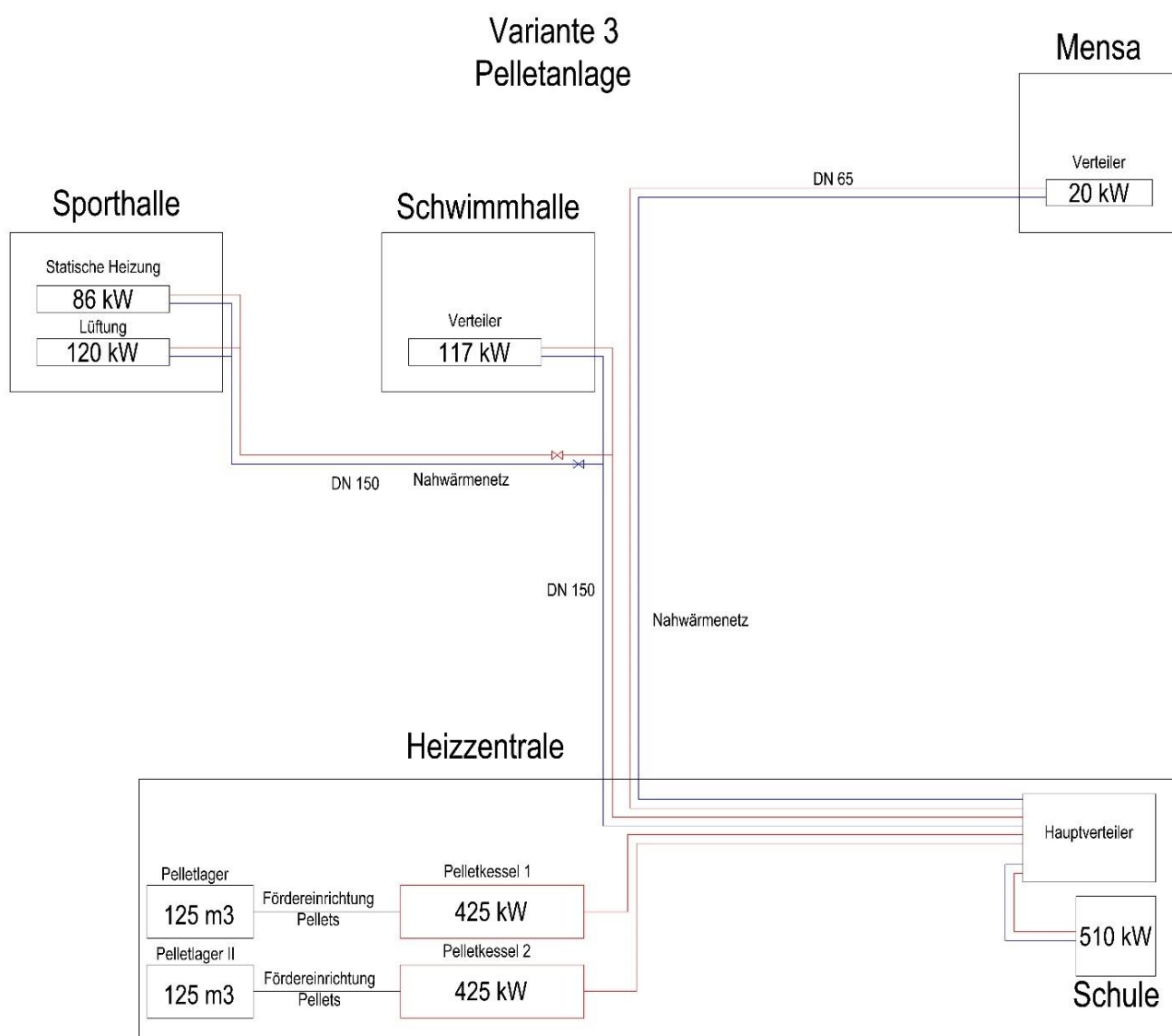
Jeder Kessel ist an einen Lagerraum angeschlossen.

Da Pellets zu den CO<sub>2</sub>-neutralen Brennstoffen gehören, fällt bei dieser Anlage kein anrechenbarer CO<sub>2</sub>-Ausstoß an.

Das vorhandene Nahwärmenetz kann - wie vorhanden - weiter genutzt werden.

Alle Arbeiten finden ausschließlich in der Heizzentrale statt.

# TGA Schema Pelletkessel



## Wirtschaftliche Betrachtung

| <b>Variante 3</b>                            |                                                                                       | <b>Pellet Anlage</b> |                   |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------|
| Anlage                                       | Pellets Kaskadenanlage mit zwei Pelletkesseln, Kesselleistung                         | 850,00               | kW                |
| Investitionskosten                           | Pellet Anlage mit Lager und Fördertechnik                                             | <b>302.000,00</b>    | €                 |
| Verbrauchsermittlung                         | Der Gesamtverbrauch der zentralen Kesselanlage beträgt                                | 1.664,61             | MWh/a             |
|                                              |                                                                                       | 1.664.610,00         | kWh/a             |
|                                              | Brennstoff-Jahresbedarf an Pellets, benötigtes Lagervolumen                           | 475,60               | m³                |
|                                              | Das zur Verfügung stehende Lagervolumen beträgt netto 250m³.                          | 2                    | Füllungen/a       |
| Verbrauchskosten                             | Für die Verbrauchskosten wurde ein mittlerer Pellets Preis von 4,10 ct/kWh angenommen | 68.249,01            | €/a               |
|                                              | CO <sub>2</sub> Steuer 25,00 €/t                                                      | -                    | €/a               |
|                                              | Verbrauchskosten im Jahr für Wärme                                                    | 68.249,01            | €/a               |
|                                              | in 10 Jahren                                                                          | 682.490,10           | €                 |
|                                              | in 15 Jahren                                                                          | 1.023.735,15         | €                 |
| CO <sub>2</sub> Betrachtung                  | Pellets zählen zu den CO <sub>2</sub> neutralen Brennstoffen                          | -                    | t CO <sub>2</sub> |
| CO <sub>2</sub> Einsparung gegenüber Bestand |                                                                                       | <b>486,42</b>        | t CO <sub>2</sub> |
|                                              | in 10 Jahren                                                                          | <b>4.864,20</b>      | t CO <sub>2</sub> |
|                                              | in 15 Jahren                                                                          | <b>7.296,30</b>      | t CO <sub>2</sub> |
| Finanzielle Einsparung                       | Verbrauchskosteneinsparung gegenüber Bestand                                          | <b>38.763,39</b>     | €/a               |
|                                              | in 10 Jahren                                                                          | 387.633,90           | €                 |
|                                              | in 15 Jahren                                                                          | 581.450,85           | €                 |

### WICHTIG!

Da beim Einkauf der Pellets keine Verhandlungspreise vorliegen, wurde mit einer Pelletspreis-Annahme kalkuliert. Diese wurde unterhalb des mittleren Einkaufspreises der Stadt Geilenkirchen für Erdgas angenommen.

Typischerweise liegen Pelletspreise unter den Erdgaspreisen.

Es ist somit bei Aufträgen in der prognostizierten Größenordnung von signifikant niedrigeren Brennstoffkosten auszugehen.

Dies ist aber eine Annahme und fußt auf dem niedrigsten, gefundenen Preis einer Internetrecherche.

**Ohne diese Annahme läge der Pelletspreis auf dem gleichen Niveau, wie der ausgehandelte Erdgaspreis! Eine konservative Annahme mit gleichen Brennstoffkostenpreisen pro kWh würde in der Amortisation zu einer Verlängerung von lediglich ca. 3 Monaten führen.**





## Wirtschaftliche Betrachtung

| Variante 4           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Pellet Anlage mit Blockheizkraftwerk |             |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------|
| Anlage               | Die Kombination aus einer Pellet Anlage und einer Kraftwärmekopplung in Form eines Blockheizkraftwerks.<br>Die Pellet Anlage wird wie in Variante 3 beschrieben ausgeführt.<br>Zusätzlich zu der Pellet Anlage wird ein BHKW eingeplant.<br>Für das BHKW wurde eine idealisierte thermische Leistung von 95 kW ermittelt.<br>Dies entspricht einer elektrischen Leistung von 50 kW<br>Das vorhandene Nahwärmenetz kann wie vorhanden weiter genutzt werden.<br>Alle Arbeiten finden ausschließlich in der Heizzentrale statt. |                                      |             |
| Investitionskosten   | Pellet Anlage                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 302.000,00                           | €           |
|                      | BHKW                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 150.000,00                           | €           |
| Summe Invest         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 452.000,00                           | €           |
| Verbrauchsermittlung | Der Gesamtverbrauch der zentralen Kesselanlage beträgt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1.664,61                             | MWh/a       |
|                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1.664.610,00                         | kWh/a       |
|                      | Anteil Pellet Anlage                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1.094.610,00                         | kWh/a       |
|                      | Anteil BHKW thermisch 95 kW                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 570.000,00                           | kWh/a       |
|                      | Anteil BHKW elektrisch 50 kW                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 300.000,00                           | kWh/a       |
|                      | Summe BHKW                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 870.000,00                           | kWh/a       |
|                      | Um den Jahresbedarf an Pellets zu decken, wird ein Lagervolumen von 313 m³ benötigt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 312,75                               | m³          |
|                      | Das zur Verfügung stehende Lagervolumen beträgt netto 250m³                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2                                    | Füllungen/a |
| Verbrauchskosten     | Für die Verbrauchskosten wurde ein mittlerer Pellet Preis von 4,10 ct/kWh angenommen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 44.879,01                            | €/a         |
|                      | Verbrauchskosten für den therm. Anteil des BHKW bei einem Gaspreis von 4,29 ct/kWh angenommen                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 24.453,00                            | €/a         |
|                      | Für die Stromerzeugung bei 6.000 Vollbenutzungsstunden betragen die Erzeugungskosten                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 12.870,00                            | €/a         |
|                      | Wartungskosten 3,00 ct/kW                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 9.000,00                             | €/a         |
|                      | Der Gesamtgasverbrauch des BHKW beträgt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 870.000,00                           | kWh/a       |

|                                              |                                                                                                |                                |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| CO <sub>2</sub> Betrachtung thermisch BHKW   | Für die CO <sub>2</sub> Bilanz des BHKW wurde der Wert 0,22 kg CO <sub>2</sub> /kWh angenommen | 125,40 t CO <sub>2</sub>       |
| CO <sub>2</sub> Betrachtung elektr. BHKW     | Für die CO <sub>2</sub> Bilanz des BHKW wurde der Wert 0,22 kg CO <sub>2</sub> /kWh angenommen | 66,00 t CO <sub>2</sub>        |
| CO <sub>2</sub> Betrachtung BHKW gesamt      | Für die CO <sub>2</sub> Bilanz des BHKW wurde der Wert 0,22 kg CO <sub>2</sub> /kWh angenommen | 191,40 t CO <sub>2</sub>       |
|                                              | in 10 Jahren                                                                                   | 1.914,00 t CO <sub>2</sub>     |
|                                              | in 15 Jahren                                                                                   | 2.871,00 t CO <sub>2</sub>     |
| CO <sub>2</sub> Einsparung gegenüber Bestand |                                                                                                | <b>295,02 t CO<sub>2</sub></b> |
|                                              | in 10 Jahren                                                                                   | 2.950,20 t CO <sub>2</sub>     |
|                                              | in 15 Jahren                                                                                   | 4.425,30 t CO <sub>2</sub>     |
|                                              | CO <sub>2</sub> Steuer 25,00 €/t                                                               | 4.785,00 €/a                   |
|                                              | Energiesteuerentlastung für Gas Bezug 0,55 ct/kWh                                              | -4.785,00 €/a                  |
|                                              | <b>Verbrauchskosten im Jahr für Wärme und Stromerzeugung</b>                                   | <b>91.202,01 €/a</b>           |
|                                              | in 10 Jahren                                                                                   | 912.020,10 €                   |
|                                              | in 15 Jahren                                                                                   | 1.368.030,15 €                 |
| <b>Finanzielle Einsparung</b>                | <b>Verbrauchskosteneinsparung gegenüber Bestand</b>                                            | <b>15.810,39 €/a</b>           |
|                                              | in 10 Jahren                                                                                   | 158.103,90 €                   |
|                                              | in 15 Jahren                                                                                   | 237.155,85 €                   |

Da die Kosten für den Betrieb, aber nicht der Ertrag (aus Strom) des BHKWs dargestellt ist, erscheint die Verbrauchskosten-Einsparung gering. Eine realistische und damit umfassende Betrachtung (Seite 47) ist nur unter Berücksichtigung der Stromertragsseite möglich. Diese wiederum ist in Abhängigkeit zum Betriebskonzept (Stromproduktion / Verwertungsart / Mess-/ Schaltkonzept / Einspeisevergütung) zu sehen.

## Variante 6 – Ersatz der 3 Erdgas-Niedertemperaturkessel durch Pellet Anlage mit BHKW und Luftwärmepumpe für Schwimmhalle

### Vorbemerkung

Für Schwimmbäder mit ihrem großen Wasservolumen, und gerade für Wassertemperaturen um 27°, ist die Wärmepumpentechnologie ideal, da die Spreizung zwischen dem zu leistenden Vorlauf und dem zur Verfügung stehenden Wärmereservoir (hier Abluft in der notwendigen Lüftung) gering ist.

In Kombination mit einer regenerativen Energiequelle bieten sich gute Potentiale.

Wärmepumpen nutzen Umweltenergie zur Wärmegegewinnung. Zur Nutzung benötigen diese elektrische Energie. Das Verhältnis von Strom zur Wärmeerzeugung wird entweder als COP-Faktor (Coefficient of Performance-Faktor) umschrieben. Dieser beschreibt das Verhältnis der abgegebenen Heizleistung einer Wärmepumpe zur aufgewendeten elektrischen Leistung des Verdichters.

Eine alternative Kennzahl ist die JahresArbeitsZahl (JAZ). Die JAZ beschreibt das Verhältnis zwischen der jährlich bereitgestellten Wärmemenge und der jährlich eingesetzten Strommenge. Je größer diese Zahl, umso effektiver generiert das Gerät Wärme aus der Umwelt mittels Strom. Nachfolgende Wärmepumpentypen zeigen dabei folgende typische JAZ-Werte:

**Luft-Wärmepumpen (LWP)** zeigen eine relativ gleichmäßige Verteilung der JAZ im Bereich zwischen 1,9 und 3,3. Im Mittel liegt hier die JAZ bei 2,6, der COP liegt bei bis zu 4,4 (4,4 kWh Wärme durch 1 kWh Strom).

**Erdreich-Wärmepumpen** zeigen eine Verteilung der JAZ im Bereich zwischen 2,0 und 4,6. Im Mittel liegt die JAZ bei 3,2, der COP liegt bei > 5 (5 kWh Wärme werden mit ca. 1kWh Strom erstellt)

**Wasser-Wärmepumpen** zeigen eine JAZ zwischen 2,7 und 4,4; im Mittel beträgt sie somit 3,2.

### Allgemeine Beschreibung der Technik

Weil in der Schwimmhalle ganzjährig niedertemperierte Wasser gebraucht wird, kann zu dessen Erzeugung eine Luftwärmepumpe eingesetzt werden.

In dieser Variante werden für den Winter- und Übergangsbetrieb Pelletskessel betrieben. Vorteilhaft ist, dass im Sommer- bzw. Übergangsbetrieb (Außentemperatur >20°C) die Beckenwassertemperatur und die Lüftungsanlagen über die LWP versorgt werden können und die Pelletanlage abgeschaltet werden kann.

Das BHKW übernimmt sowohl die Wärmeversorgung für Dusch- und Beckenwasser, wie auch die Stromversorgung für die Luftwärmepumpe. Ein Großteil des Stroms zum Betrieb der Luftwärmepumpe kann über das BHKW und insbesondere im Sommer über eine Photovoltaikanlage gewonnen werden. Die energiereiche Fortluft des Schwimmbads wird als Wärmequelle genutzt.

In der vorhandenen Heizzentrale wird eine Holzpellettheizung mit BHKW installiert.

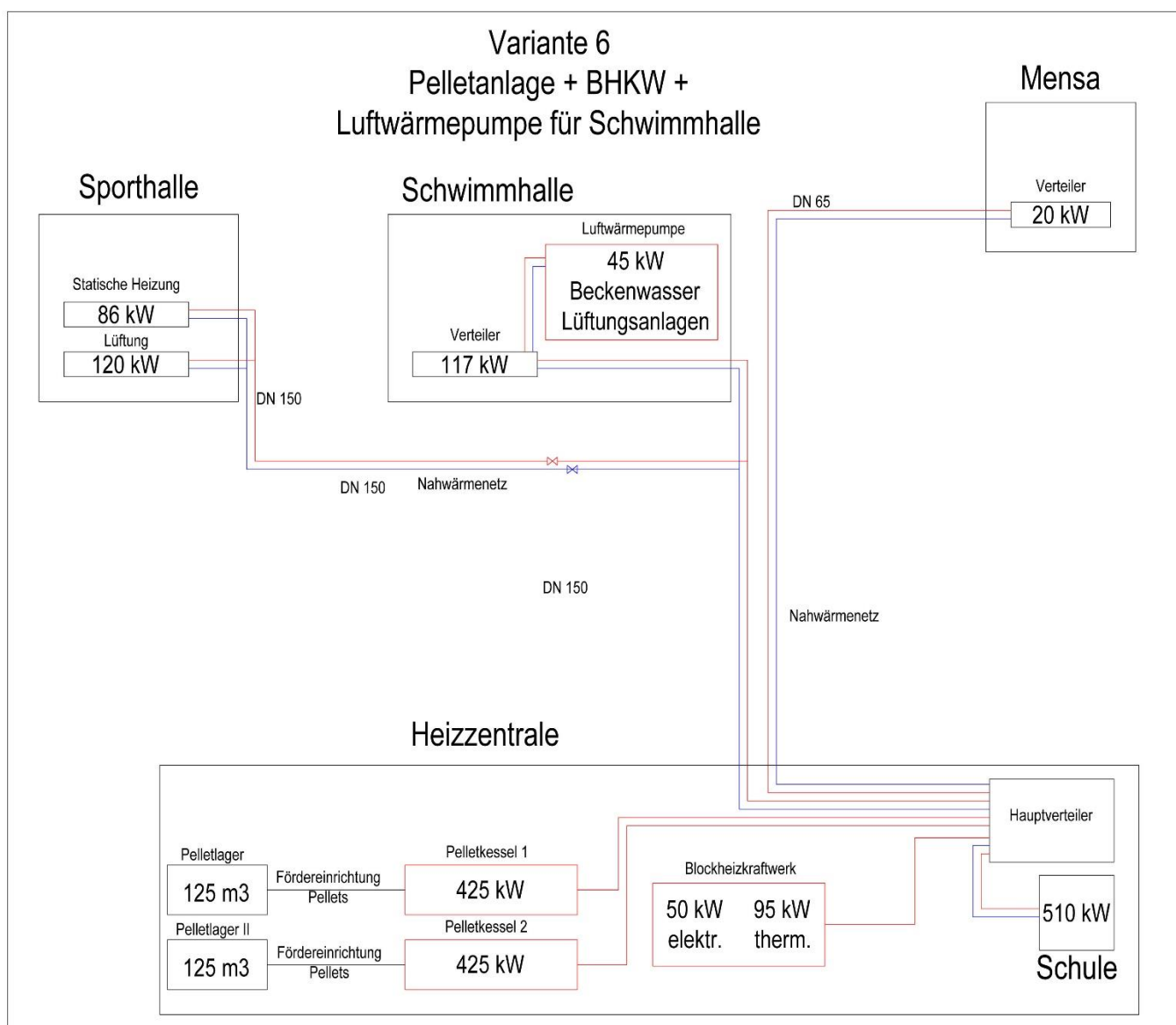
In der Schwimmhalle wird eine Luft-Wärmepumpe (LWP) mit 45 kW Leistung installiert.

Die Pelletanlage mit BHKW wird wie unter Variante 4 beschrieben ausgeführt.

Die Luftwärmepumpe wird auf oder neben der Schwimmhalle installiert.

Innerhalb der Schwimmhalle werden Umschlusarbeiten für die Einbindung in das Bestandsheizungsnetz erforderlich. Das vorhandene Nahwärmenetz kann wie vorhanden weiter genutzt werden.

# TGA Schema Pellet Anlage, Luftwärmepumpe für Schwimmhalle und Gastherme





| Variante 6                          |                                                                                                                                             | Pellet Anlage mit BHKW + Luftwärmepumpe für Schwimmhalle |                   |
|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------|
| Allgemeine Beschreibung der Technik | Pelletkessel, Kraftwärmekopplung als Gasblockheizkraftwerks, Luftwärmepumpe                                                                 | 850,00 kW<br>95 th / 50 el kW<br>45 kW                   |                   |
| Investitionskosten                  | Pellet Anlage mit Lager und Fördertechnik                                                                                                   | 302.000,00                                               | €                 |
|                                     | BHKW 90 kW einschl. Abgasrohr                                                                                                               | 150.000,00                                               | €                 |
|                                     | Luftwärmepumpe 45 kW einschl. Einbindung                                                                                                    | 68.000,00                                                | €                 |
| Summe Invest                        |                                                                                                                                             | 520.000,00                                               | €                 |
| Verbrauchsermittlung                | Der Gesamtverbrauch der zentralen Kesselanlage beträgt                                                                                      | 1.664.610,00                                             | kWh/a             |
|                                     | Anteil BHKW thermisch 95 kW                                                                                                                 | 570.000,00                                               | kWh/a             |
|                                     | Anteil BHKW elektrisch 50 kW                                                                                                                | 300.000,00                                               | kWh/a             |
|                                     | Summe BHKW                                                                                                                                  | 870.000,00                                               | kWh/a             |
|                                     | Ermittelter Verbrauch der Schwimmhalle für Lüftung, Verdunstung und Auskühlung der Becken. Dieser Anteil kann über eine LWP gedeckt werden. | 365.250,00                                               | kWh/a             |
|                                     | Stromeinsatz der LWP bei einem mittleren COP von 4,40                                                                                       | 83.011,36                                                | kWh/a             |
|                                     | Pellets Verbrauch unter Berücksichtigung von LWP und BHKW                                                                                   | 729.360,00                                               | kWh/a             |
|                                     | Um den Jahresbedarf an Pellets zu decken, wird ein Lagervolumen von 208 m³ benötigt.                                                        | 208,39                                                   | m³                |
|                                     | Das zur Verfügung stehende Lagervolumen beträgt netto 250m³.                                                                                | 1                                                        | Füllung /a        |
|                                     | Für die Verbrauchskosten wurde ein mittlerer Pellets Preis von 4,10 ct/kWh angenommen                                                       | 29.903,76                                                | €/a               |
| Verbrauchskosten                    | Verbrauchskosten für den therm. Anteil des BHKW bei einem Gaspreis von 4,29 ct/kWh angenommen                                               | 24.453,00                                                | €/a               |
|                                     | Für die Stromerzeugung bei 6.000 Vollbenutzungstunden betragen die Erzeugungskosten                                                         | 12.870,00                                                | €/a               |
|                                     | Werbungskosten 3,00 ct/kW                                                                                                                   | 9.000,00                                                 | €/a               |
|                                     | Stromkosten der LWP ohne Berücksichtigung von Photovoltaikanlage bei einem Strompreis von 18,00 ct/kWh                                      | 14.942,05                                                | €/a               |
| CO <sub>2</sub> Betrachtung         | Pellets und Ökostrom zählen zu den CO <sub>2</sub> neutralen Brennstoffen                                                                   | -                                                        | t CO <sub>2</sub> |
| CO <sub>2</sub> BHKW nur thermisch  | Für die CO <sub>2</sub> Bilanz des BHKW wurde der Wert 0,22 kg CO <sub>2</sub> /kWh angenommen                                              | 125,40                                                   | t CO <sub>2</sub> |
| CO <sub>2</sub> BHKW nur elektrisch | Für die CO <sub>2</sub> Bilanz des BHKW wurde der Wert 0,22 kg CO <sub>2</sub> /kWh angenommen                                              | 66,00                                                    | t CO <sub>2</sub> |

|                                                    |                                                                                                |                                |
|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| CO <sub>2</sub> BHKW gesamt                        | Für die CO <sub>2</sub> Bilanz des BHKW wurde der Wert 0,22 kg CO <sub>2</sub> /kWh angenommen | 191,40 t CO <sub>2</sub>       |
|                                                    | in 10 Jahren                                                                                   | 1.914,00 t CO <sub>2</sub>     |
|                                                    | in 15 Jahren                                                                                   | 2.871,00 t CO <sub>2</sub>     |
| <b>CO<sub>2</sub> Einsparung gegenüber Bestand</b> |                                                                                                | <b>295,02 t CO<sub>2</sub></b> |
|                                                    | in 10 Jahren                                                                                   | 2.950,20 t CO <sub>2</sub>     |
|                                                    | in 15 Jahren                                                                                   | 4.425,30 t CO <sub>2</sub>     |
|                                                    | CO <sub>2</sub> Steuer 25,00 €/t                                                               | 4.785,00 €/a                   |
|                                                    | Energiesteuerentlastung für Gas Bezug 0,55 ct/kWh                                              | -4.785,00 €/a                  |
|                                                    | <b>Verbrauchskosten im Jahr für Wärme und Stromerzeugung</b>                                   | <b>91.168,81 €/a</b>           |
|                                                    | in 10 Jahren                                                                                   | 911.688,05 €                   |
|                                                    | in 15 Jahren                                                                                   | 1.367.532,08 €                 |
| <b>Finanzielle Einsparung</b>                      | <b>Verbrauchskosteneinsparung gegenüber Bestand</b>                                            | <b>15.843,59 €/a</b>           |
|                                                    | in 10 Jahren                                                                                   | 158.435,95 €                   |
|                                                    | in 15 Jahren                                                                                   | 237.653,92 €                   |

## Vergleich der Varianten Wärmeversorgung / Zusammenfassung

### Zusammenfassung

|                                                                                         | Bestands-<br>kesselanlage |            | Variante 3<br>Pellet Anlage |            | Variante 4<br>Pellet Anlage<br>+ BHKW |            | Variante 5<br>Pellet Anlage<br>+ Gastherme<br>+ LWP |            | Variante 6<br>Pellet Anlage<br>+ BHKW<br>+ LWP |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------|-----------------------------|------------|---------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------|------------|
| CO <sub>2</sub> thermisch                                                               | 486,42                    | t/a        | -                           | t/a        | 125,40                                | t/a        | 3,30                                                | t/a        | 125,40                                         | t/a        |
| CO <sub>2</sub> elektrisch                                                              | -                         | t/a        | -                           | t/a        | 66,00                                 | t/a        | -                                                   | t/a        | 66,00                                          | t/a        |
| Summe CO <sub>2</sub>                                                                   | 486,42                    | t/a        | -                           | t/a        | 191,40                                | t/a        | 3,30                                                |            | 191,40                                         | t/a        |
| <b>Summe Verbrauchskosten</b>                                                           | <b>107.012,40</b>         | <b>€/a</b> | <b>68.249,01</b>            | <b>€/a</b> | <b>91.202,01</b>                      | <b>€/a</b> | <b>68.326,81</b>                                    | <b>€/a</b> | <b>91.168,81</b>                               | <b>€/a</b> |
| Davon: CO <sub>2</sub> Steuer 25 €/t                                                    | 12.160,50                 | €/a        | -                           | €/a        | 4.785,00                              | €/a        | 82,50                                               | €/a        | 4.785,00                                       | €/a        |
| <b>Summe jährliche Einsparung<br/>exkl. Einsparungen durch<br/>Stromeigenversorgung</b> |                           |            | 38.763,39                   | €/a        | 15.810,39                             | €/a        | 38.685,59                                           | €/a        | 15.843,59                                      | €/a        |
| Investition                                                                             |                           |            | 302.000,00                  | €          | 452.000,00                            | €          | 384.500,00                                          | €          | 520.000,00                                     | €          |
| <b>Einsparung in 10 Jahren</b>                                                          |                           |            | <b>387.633,90</b>           | €          | <b>158.103,90</b>                     | €          | <b>386.855,95</b>                                   | €          | <b>158.435,95</b>                              | €          |
| <b>Einsparung in 15 Jahren</b>                                                          |                           |            | <b>581.450,85</b>           | €          | <b>237.155,85</b>                     | €          | <b>580.283,92</b>                                   | €          | <b>237.653,92</b>                              | €          |

## **Interpretation und Zwischenergebnis Wärmerzeugung – Ausschluss der Variante 5 – Ersatz durch optimierte Variante**

Der Variantenvergleich berücksichtigt noch keine zusätzliche Maßnahmen der Energiegewinnung, weder durch ein BHKW, noch durch Erneuerbare Energien, wie Photovoltaik.

Unter der Prämisse geringer Verbrauchskosten, zeichnen sich die Varianten 3 und 5 mit den höchsten jährlichen Einsparungen aus.

Die Varianten 4 + 6 erfordern die größten Investitionen und erscheinen wenig lukrativ aufgrund des geringen Einsparpotentials, da die Stromeinsparungen hier noch nicht berücksichtigt sind.

Die Variante 5 ist hier aus Vergleichsgründen aufgeführt.

Diese Variante wurde ursprünglich nicht weiter verfolgt. Ausschlaggebend für den Ausschluss waren die hohen Investitionskosten und komplexe Anlagentechnik und die geringen Einsparpotentiale insgesamt. Dies wird sich in der Gesamtbetrachtung inkl. Stromkosten und Stromgewinne (Seite 47) zeigen.

Da der Auftraggeber auf eine Wärmepumpenalternative besteht, wurde die Konzeption optimiert und daraus Variante 6 konfiguriert.

In dieser Variante wird der Gasbrennwertkessel durch ein BHKW ersetzt, das Strom erzeugt. Dieser wird auch für die Luftwärmepumpe genutzt.

Da Förderprogramme alternative Energiekonzepte unterstützen, diese aber auch Bedingungen für den Betrieb der Anlagen definieren, folgen weitere Betrachtungen. Diese betreffen den Betrieb und die Stromerzeugung.

Daher wird im Folgenden der Betrieb der Anlagen-Varianten unter Berücksichtigung von Förderprogrammen und deren Förderbedingungen abgebildet. Dies ist in den bisherigen Betrachtungen nicht erfolgt.

Die Variante 5 ist daher noch aus Vergleichsgründen aufgeführt. Somit ist auch eine bessere Einordnung der Variante 6 möglich.

Die neue alternative Betrachtung (Variante 6) einer Wärmepumpe unter dem Gesichtspunkt einer zusätzlichen preiswerten Stromproduktion mittels BHKW und der PV, sowie die Nutzung der BHKW Abwärme für das Duschwasser zeichnen diese alternative Wärmepumpenvariante aus. Sie kompensieren Nachteile der Variante 5 und verbessern die Wirtschaftlichkeit einer Wärmepumpe im definierten Betrieb erheblich.

## Zukünftige Stromversorgung und Einspeisevergütung

Zur Zeit bezieht das Ensemble der Anita Lichtenstein Gesamtschule den gesamten Strombedarf aus dem öffentlichen Netz.

Zur Senkung der Strombezugskosten ist eine Eigenversorgung insbesondere mit einer Photovoltaikanlage auf den vorhandenen Dachflächen wirtschaftlich sinnvoll. Strom, der mithilfe der Photovoltaik erzeugt wird, kann fast zur Gänze innerhalb des Gebäudeensembles verbraucht werden, da die Zeit der Stromproduktion tagsüber mit der Nutzungszeit des Gebäudes zusammenfällt. Photovoltaik liefert insbesondere im Sommer, aber auch schon im Frühjahr und Herbst emissionsfreien Strom in signifikanter Größenordnung. Wird dieser direkt als Eigenverbrauch abgenommen, erzielt man den größtmöglichen Einspareffekt. Eine Einspeisung des Überschussstroms in das öffentliche Stromnetz wird zwar vergütet, ist aber wirtschaftlich weniger attraktiv. Zum einen erhalten kleinere Anlagen höhere Einspeisevergütungen als größere, zum anderen sinkt die Vergütung für Neuanlagen kontinuierlich, wird aber für 20 Jahre ab der Inbetriebnahme garantiert. Pro kWh in das öffentliche Netz eingespeisten Strom, werden z.Zt. (März 2021), zum Beispiel für eine Anlage mit einer Leistung von 100 kWp, 7,92 ct/kWh vergütet.

siehe Tabelle rechts:  
(Quelle Solaranlagenportal)

### Einspeisevergütung im März 2021

- Im März 2021 liegt die aktuelle Einspeisevergütung bei 7,92 Cent pro Kilowattstunde bei Anlagen mit weniger als 10 kWp.
- Für größere Anlagen liegt die aktuelle Einspeisevergütung bei 7,70 Cent pro kWh (Anlagen kleiner als 40 kWp).
- Sie erhalten 6,04 Cent pro kWh bei Anlagen größer als 40 kWp.

| Inbetriebnahme im Monat | Anlagentyp                                                                  | Nennleistung der PV-Anlage (kWp) | Einspeisevergütung (Cent/kWh) |
|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| Januar 2021             | Anlage auf Wohngebäuden, Lärmschutzwänden und Gebäuden nach § 48 Abs. 3 EEG | bis 10                           | 8,16                          |
|                         |                                                                             | >10 bis 40                       | 7,93                          |
|                         |                                                                             | >40 bis 750                      | 6,22                          |
|                         | sonstige Anlagen                                                            | bis 750                          | 5,61                          |
| Februar 2021            | Anlage auf Wohngebäuden, Lärmschutzwänden und Gebäuden nach § 48 Abs. 3 EEG | bis 10                           | 8,04                          |
|                         |                                                                             | >10 bis 40                       | 7,81                          |
|                         |                                                                             | >40 bis 750                      | 6,13                          |
|                         | sonstige Anlagen                                                            | bis 750                          | 5,53                          |
| März 2021               | Anlage auf Wohngebäuden, Lärmschutzwänden und Gebäuden nach § 48 Abs. 3 EEG | bis 10                           | 7,92                          |
|                         |                                                                             | >10 bis 40                       | 7,70                          |
|                         |                                                                             | >40 bis 750                      | 6,04                          |
|                         | sonstige Anlagen                                                            | bis 750                          | 5,44                          |
| April 2021              | Anlage auf Wohngebäuden, Lärmschutzwänden und Gebäuden nach § 48 Abs. 3 EEG | bis 10                           | 7,81                          |
|                         |                                                                             | >10 bis 40                       | 7,59                          |
|                         |                                                                             | >40 bis 750                      | 5,95                          |
|                         | sonstige Anlagen                                                            | bis 750                          | 5,36                          |

<https://www.solaranlagen-portal.com/photovoltaik/wirtschaftlichkeit/einspeiseverguetung>

Auf Basis des jährlichen Zubaus an Photovoltaikleistung wird die Degression der Einspeisevergütung gesteuert. Prinzipiell sinkt die Vergütung um 0,4 % monatlich (Basisdegression).

Diese Basisdegression wird abhängig vom Zubau weiter erhöht oder ausgesetzt. Voraussetzung für diese Modifikation ist dass der Jahreszubau an Photovoltaik Leistung in Deutschland innerhalb eines bestimmten Zubaukorridors (aktuell 2.500 Megawatt) erfolgt. Bei hohem Zubau (2500 MW - 4000 MW pro Monat) verringert sich diese um bis zu 2,5 % je Quartal ( § 49 EEG 2021 ).

Je größer der nationale Zubau an PV innerhalb eines Quartals ist, desto geringer wird im Folgequartal der eingespeiste Strom vergütet. In jedem Fall sinkt die Vergütung aber pro Quartal um 0,4%. Diese Vergütung ist dann für 20 Jahre garantiert.

Insofern ist der Eigenverbrauch des PV Stromes attraktiv und erspart dagegen den Strombezug in Höhe von aktuell (2022) 17,33 ct/kwh und ab 2023 18,15 ct/kWh.

Die vorausschauende Bilanzierung des Stromertrags (in Euro) ist aus genannte Gründen für eine Rentabilitätsberechnung leider schwer vorhersehbar.

In den folgenden Betrachtungen ist die Vergütung des PV-Stroms daher niedrig mit 5,4 (5,36) ct/kWh angesetzt. Es ist mit einem Vorlauf (Beschlussfassung, Planung, Ausschreibung, Umsetzung, Inbetriebnahme) zur Umsetzung von min. 1 Jahr ausgehen. Prinzipiell ist erkennbar, dass bei einer Entscheidung zur Umsetzung einer PV Anlage die Projektlaufzeit unmittelbaren Einfluss auf den Ertrag (die Einspeisevergütung) der Anlage haben wird.

Die vorhandenen Dachflächen bieten Platz für eine Photovoltaikanlage mit einer Leistung von ca. 450 kWp. Diese „maximale“ Auslegung ist vorsichtig und berücksichtigt weder detailliert die Flächenpotentiale, noch neuere Hochleistungsmodule.

Allerdings wäre der vorhandene Trafo nicht ausreichend stark dimensioniert, um diese Leistung - insbesondere an Wochenenden - wenn örtlich kein oder nur wenig Strom verbraucht wird, oder bei starker Sonneneinstrahlung in das öffentliche Netz abzuführen. Wir gehen davon aus, daß eine PV-Anlage mit einer Größe von 100 kWp über den vorhandenen Trafo abgeführt werden könnte.

In Kombination mit einem BHKW kann ein Großteil des Strombedarfs des Ensembles durch Eigenerzeugung gedeckt, der Netzbezug minimiert werden und damit auch sehr hohe Autarkiegrade erreicht werden.

Die PV-Anlage kann mit einem Batteriespeicher ergänzt werden, um Phasen geringer Stromerzeugung zu überbrücken. Batteriespeicher sind zur Zeit noch relativ teuer, hier ist zum einen mit einer Preisreduzierung zu rechnen, zum anderen wird diese Technologie durch aktuelle Förderprogramme unterstützt, sodass diese auch wirtschaftlich sinnvoll ist. Flächen für die Einrichtung der Wechselrichter und des möglichen Batteriespeichers wären im Keller der Gesamtschule vorhanden.

Mithilfe von Computer-Simulation wurden nicht nur verschiedenen PV-Anlagen in unterschiedlichen Leistungsklassen und für die verschiedenen Varianten simuliert, sondern insbesondere der Betrieb einer PV - Anlage mit Speicher in Kombination mit einem BHKW betrachtet. Die Simulation wurde unter Berücksichtigung der Förderbestimmungen zu einer Optimierung des Eigenverbrauchs von PV-Strom genutzt.

Die Ergebnisse befinden sich in der Tabelle „Zusammenfassung und Gegenüberstellung der Variantenergebnisse“ auf Seite 47.

In der Tabelle sind die Varianten 3-6 zur Wärmeerzeugung mit verschiedenen Ausbaustufen zur Stromerzeugung durch Photovoltaik (PV) mit den Investitionskosten, der CO<sub>2</sub>-Emission, Verbrauchskosten, Einsparung und Ertrag, zusammengefasst.

## **Förderung – Förderprogramme**

Ein weiteres wesentliches Kriterium zur Wirtschaftlichkeitsbetrachtung sind Förderprogramme, die diverse Schwerpunkte setzen und damit bestimmte Technologien stützen.

Im Folgenden sind derzeit aufgelegte Förderprogramme dargestellt. Diese sollen den Ausbau Erneuerbarer Energien fördern und damit zur Minderung von CO<sub>2</sub>-Emissionen motivieren.

Das Land NRW fördert insbesondere durch das Programm Progress NRW Photovoltaikanlagen mit Speicher mit bis zu 350.000,- €:



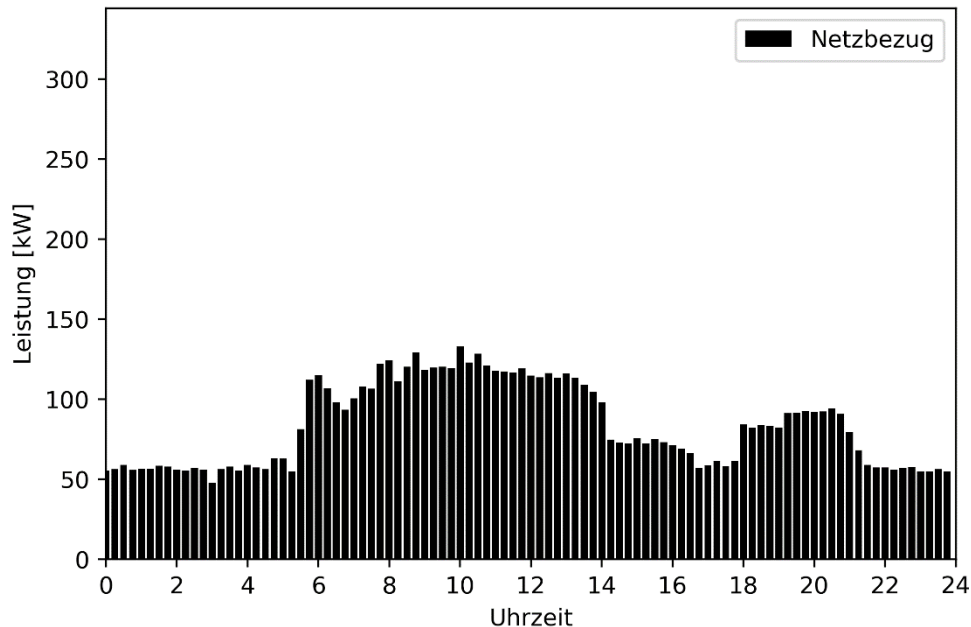
## Tabelle – Förderprogramme 2021

| Förderprogramm                    |         | Fördergegenstand                                                   | Förderung  | Max Förderung | Anforderung                                                                                                                |
|-----------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------------|------------|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Progress.nrw                      | 6.1.4   | PV Dachanlagen auf kommunalen Gebäuden mit einem Batteriespeicher  | 90%        | 350.000,00 €  | Dachanlage + Speicher zum Eigenverbrauch<br><b>Einspeisung max. 20 %!</b>                                                  |
| Progress.nrw                      | 6.1.5   | Beratungsleistungen zum PV Ausbau                                  | 90%        | 40.000,00 €   | Machbarkeitsstudien, Wirtschaftlichkeits-Analysen, Vorplanungsstudien und Voruntersuchungen der Statik und Standsicherheit |
| Progress.nrw - Klimaschutztechnik | 6.2.3.1 |                                                                    | 2.000,00 € | 2.000,00 €    | in Verbindung mit PV o. Solarthermie, Hauptheizung und Wassergeführt Speicher 30 kW pro /KW                                |
| Progress.nrw - Klimaschutztechnik | 6.2.2   | 90€ / qm Bruttokollektorfläche                                     |            |               | 1 qm br. Kollektorfl. / 10 qm "Gewerbe / Wohnfläche" als Hauptheizung...u. Speicher 30 l/KW                                |
| BaFa                              |         | Solarthermie                                                       | 30%        | 30%           | Für Kommunen! bestimmte förderfähige Kosten / Liste Förderfähige Solarthermieranlagen                                      |
| BaFa                              |         | Austauschprämie für Gas                                            | 40%        | 40%           | Privatpersonen / Gewerbe - Kommunen Liste Förderfähige Biomasseanlagen                                                     |
| BaFa                              |         | Austauschprämie für Öl                                             | 45%        | 45%           | Privatpersonen / Gewerbe - Kommunen Liste Förderfähige Biomasseanlagen                                                     |
| BaFa                              |         | Förderung Biomassen / bestimmte Anlagen - Nach Liste               | 35%        | 35%           | Für Kommunen! bestimmte förderfähige Kosten / Liste Förderfähige Biomasseanlagen                                           |
| BaFa                              |         | Förderung Wärmepumpen / bestimmte Anlagen - Nach Liste             | 35%        | 35%           | Für Kommunen! bestimmte, definierte förderfähige Kosten / Luft Wasser WP: JAZ > 3,5; Liste Förderfähige Wärmepumpen        |
| BaFa                              |         | Förderung effizienter Wärmepumpen / bestimmte Anlagen - Nach Liste | 35%        | 35%           | Für Kommunen! - bestimmte, definierte förderfähige Kosten + „SPF-SHP“ Wert ähnl. COP/JAZ                                   |

Kein Anspruch auf Vollständigkeit!

## Festlegung der Photovoltaik Anlagen- und Speichergröße

Aus den folgenden Betrachtungen über den Strombezug der Anita Lichtenstein Gesamtschule wurden Anlagenkonzept und Anlagengröße ermittelt.

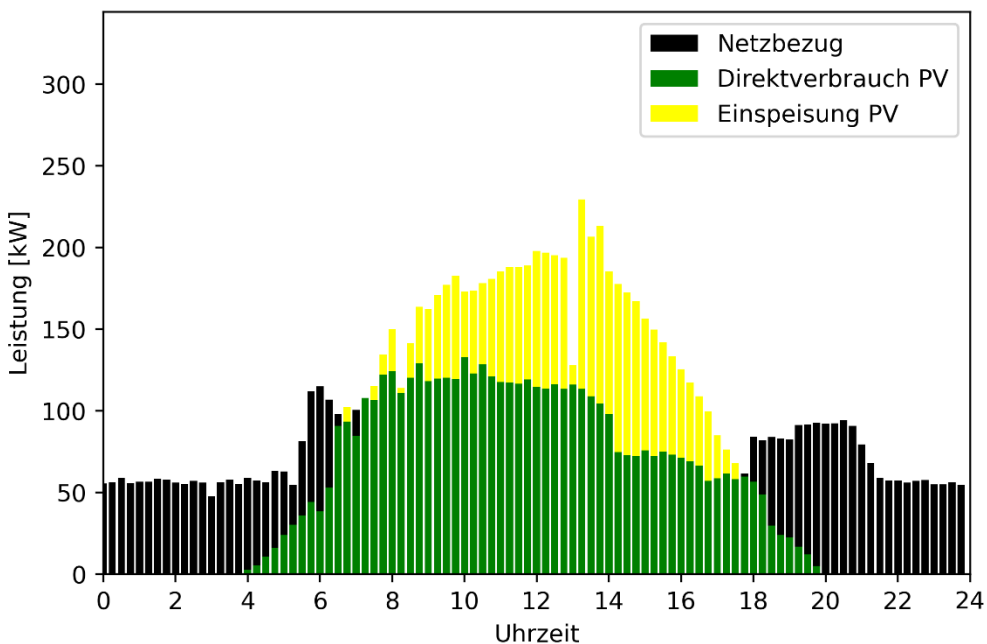


Der Netzbezug stellt sich an einen Sommertag typischerweise folgendermaßen dar:

Der Anstieg des Verbrauchs korreliert mit dem Betrieb der Schule und ist ab ca. 6:00 Uhr deutlich abzulesen, genauso wie der Abfall des Strombezugs ab 14:00 Uhr den Schulbetrieb widerspiegelt.

Abends sind Freizeit-

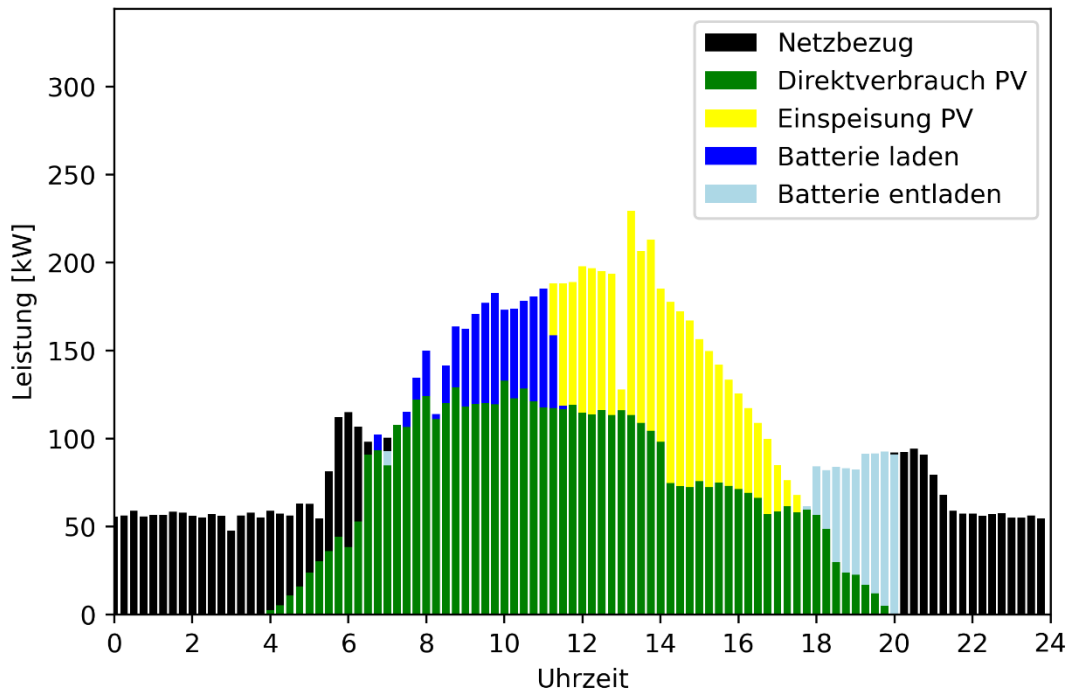
aktivitäten von Gelobad, der Sporthalle und Sportplatz von 18.00 Uhr bis 21.00 Uhr erkennbar. Ebenso zeigt sich ein hoher durchgehender Verbrauchssockel in der Nacht aufgrund des Betriebs der Anlagentechnik mit den Pumpen für Gelo-Bad und Nahwärmenetz.



Der Einsatz einer 300 kWp Photovoltaik-Anlage liefert an einem typischen Sommertag ab 6.00 Uhr den erforderlichen Strom zum Betrieb des Ensembles. Der Strombedarf wird nicht nur komplett gedeckt, sondern Überschüsse der 300 kWp Anlage werden ab ca. 7:00 Uhr in das öffentliche Netz eingespeist.

Dagegen wird ab ca. 18:00 Uhr der Strom-

bedarf nicht mehr durch die Stromproduktion gedeckt und die erforderlichen Leistung, wird aus dem öffentlichen Netz bezogen.



Durch den Einsatz von Speichern (Größe hier 150 kWh) kann der PV-Strom deutlich besser genutzt werden. Dies ist zum einen sinnvoll, da bereits eine vorbeiziehende Wolke den Stromertrag ohne Speichermöglichkeiten stark minimiert und in diesem

Fall Strom sofort aus anderen Quellen herangezogen wird (Netz/BHKW), zum anderen kann – je nach Strombedarf und Größe des Speichers – am Tag gewonnener Strom Abends abgerufen werden.

Ein Speicher führt zu einer stabilen und dauerhaften Nutzung von PV-Strom und entlastet das öffentliche Netz sowie den CO<sub>2</sub> Haushalt.

Diesen Effekt zeigt die Simulation deutlich. Die Batterie wird aus den Überschüssen Vormittags geladen und deckt einen Teil der Verbrauchspitze am Abend.

Da hier ein Sommertag betrachtet wird, erscheint ein weiterer Ausbau des Speichers sinnvoll. Eine deutliche Erhöhung auf 225 kWh Leistung führt aber über das Jahr betrachtet nur zu einer Erhöhung des Autarkiegrads um weitere 3 %. Damit ist ein zusätzlicher Speicherausbau nicht wirtschaftlich. Dieser Effekt liegt weniger an den geringeren Erträgen der PV in den sonnenärmeren Monaten, sondern an der Stromerzeugung des BHKWs, welches im Folgenden Diagramm dargestellt wird.

Leider sind Speicher aktuell relativ teuer. Der somit gewonnene und gespeicherte Strom ist erheblich teurer, als der direkt aus der PV-Anlage bezogene Strom. Speicher führen somit zu einer besseren Verfügbarkeit und größeren Autarkie, belasten aber die wirtschaftliche Bilanz. Die Rendite minimiert sich.

Förderprogramme zielen genau auf diese Problematik. NRW fördert mit dem Förderprogramm

„Progress.nrw“ u.a. PV Dachanlagen auf kommunalen Gebäuden mit einem Batteriespeicher.

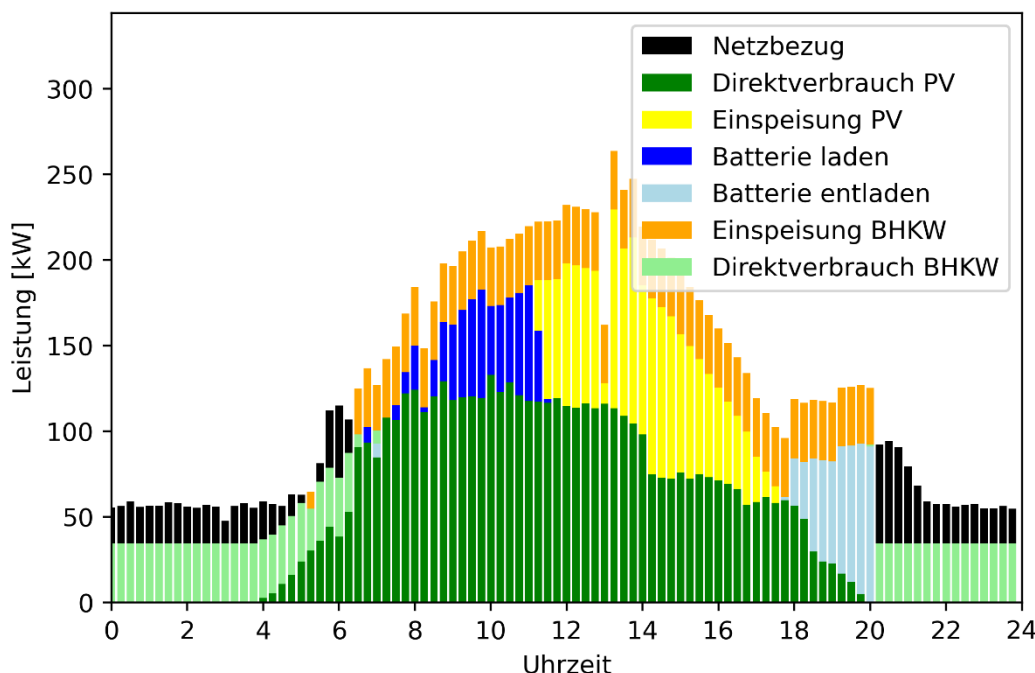
Ziel ist die Förderung des Eigenverbrauchs von CO<sub>2</sub> neutralen PV Strom in kommunalen Einrichtungen.

Eine der Bedingungen des Programms ist daher die maximale Einspeisung von 20% des selbsterzeugten PV-Stroms. Somit ist die Installation eines Speichers zur intensiveren Nutzung selbst erzeugten Stroms nicht nur Klimatechnisch sinnvoll, sondern durch die genannte Förderung auch wirtschaftlich attraktiv.

Die nicht unerhebliche Förderung von 90 % der anrechenbaren Kosten mit maximal 350.000 € ist lukrativ und verbessert die wirtschaftliche Amortisation erheblich, wenn man bedenkt, dass die Anlageninvestition mit 1100,- € pro kWp Solaranlagengröße und mit 650,-€ pro kWh Speicher kalkuliert wird.

Aufgrund der zur Verfügung stehenden Dachflächen beträgt die maximale Anlagengröße ca. 450 kWp.

Davon werden in dieser Simulation 300 kWp (Festlegung siehe Seite 45) und somit lediglich 2/3 der ertragreichen Fläche zur PV-Stromerzeugung genutzt.



Die Stromerzeugung des in den Varianten vorgesehenen BHKWs deckt zum Großteil den in der Nacht erforderlichen Strom. In diesem Konzept ist das Laden des Speichers ausschließlich durch die PV-Anlage vorgesehen. Könnte das BHKW den Spei-

cher laden, würden die Bedingungen des Förderprogramms (maximale Einspeisung von 20%) mit dieser Anlagenkombination nicht eingehalten werden, da das BHKW den Speicher häufig vormittags laden würde. Damit würde das Speichern von PV Strom verhindert, wodurch der PV-Strom häufiger in das öffentliche Netz eingespeist werden würde. Aus dem gleichen Grund ist mit diesem Konzept vorgesehen, den gespeicherten PV-Strom durch vollständiges Entladen des Speichers zuerst zu nutzen und erst den darüber hinaus verbleibende Strombedarf aus der BHKW-Erzeugung zu decken.

An einen sonnigen Sommertag wird somit das BHKW einen Teil der Stromerzeugung in das öffentliche Netz einspeisen, da auch im Sommer immer Wärme, z.B. für Duschwasser, benötigt wird. Insgesamt minimiert sich der Strombezug aus dem öffentlichen Netz erheblich.

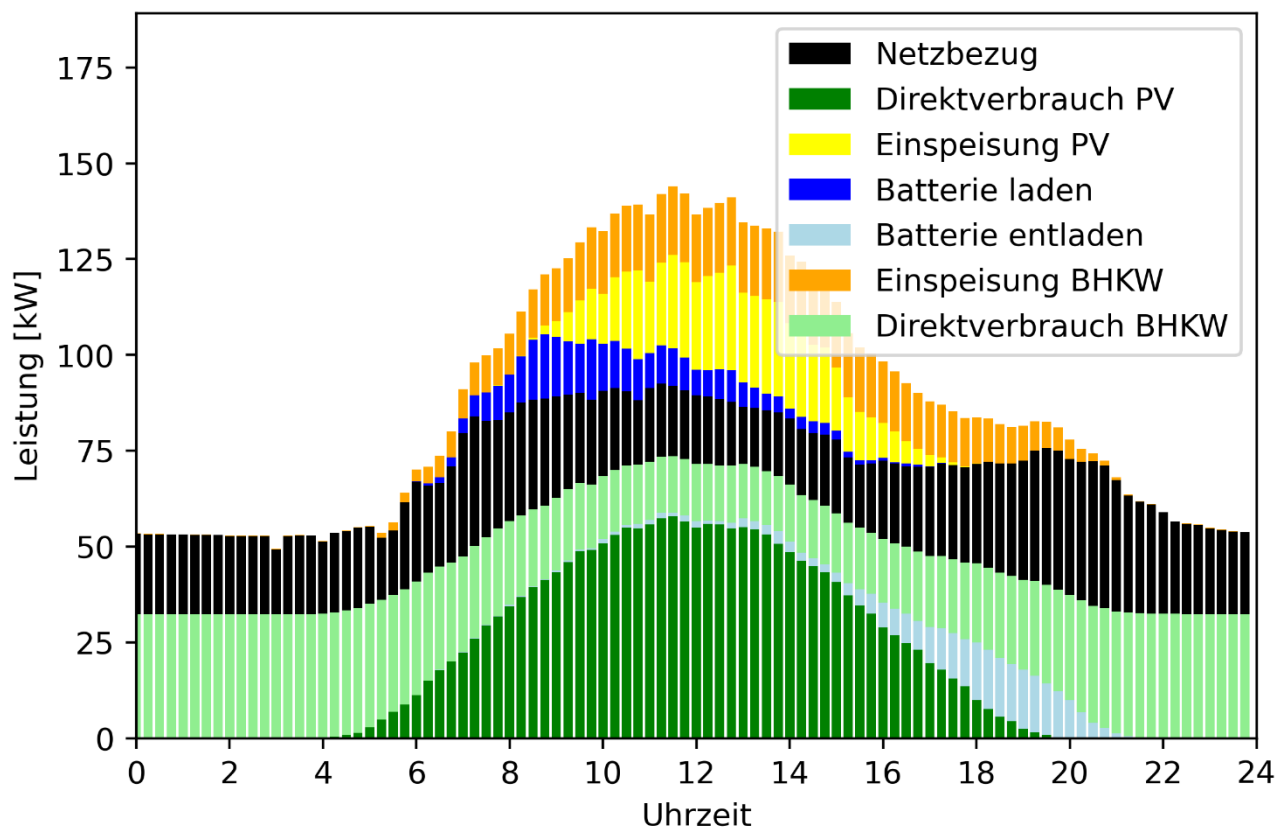
Mit der Simulation von PV-Anlage und dem BHKW wurde eine dem Förderprogramm Prognos.nrw entsprechende Konfiguration der Anlagentechnik und das zugehörige Messkonzept entworfen.

In diesem Konzept wird der BHKW-Strom nicht in die Batterie eingespeist, sodass der Eigenverbrauch des PV-Stroms vor dem BHKW-Strom absolut priorisiert wird.

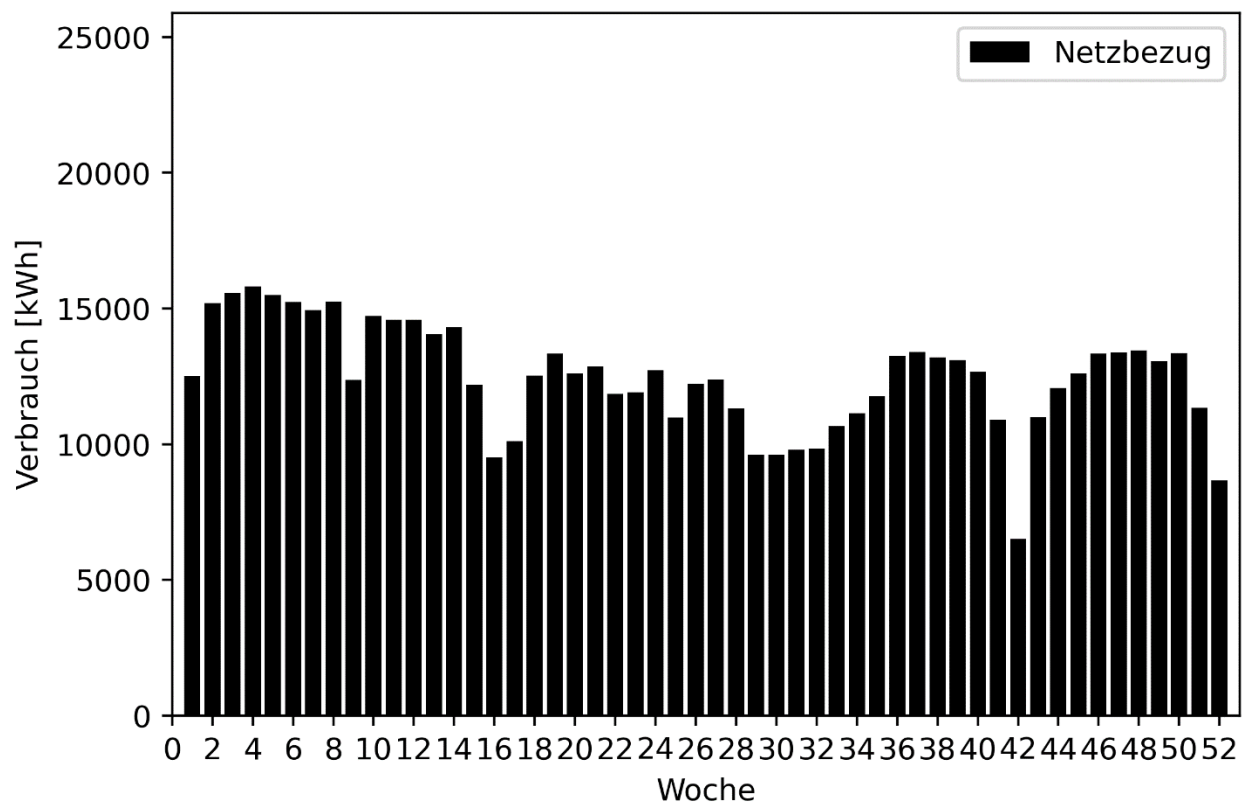
In der Konkurrenzsituation würde immer zuerst der PV Strom in der Schule verbraucht und der BHKW Strom eingespeist werden. Aus ökologischer Sicht ist das sinnvoll. Der PV Strom ist CO<sub>2</sub> neutral und auch der BHKW Strom ist durch die Wärmenutzung primärenergetisch sinnvoller erstellt, als der Strommix aus dem öffentlichen Netz. Dennoch sollte diese Konkurrenzsituation vermieden werden. Daher würde es sich anbieten, das BHKW mit deutlich längeren Laufphasen im Winter zu betreiben, und deutlich weniger im Sommer. Das BHKW wird somit sinnvoll entlang der Wärmeanforderung betrieben und auch die PV mit dem größten CO<sub>2</sub> neutralen Ertrag im Sommer. Wirtschaftlich betrachtet ist die Einspeisevergütung für das BHKW mit 16 ct/kWh plus KWK-Index auskömmlich für den Betrieb.

Unter diesen Prämissen zeigte eine 300 kWp PV Anlage mit einem 150kWh großen Speicher eine Einspeisequote von ca. 20 %, sodass ca. 80 % des sauberen PV Stroms in dem Ensemble der Anita Lichtenstein Gesamtschule genutzt werden. Die dargestellte Betrachtung eines typischen Sommertages zeigt aber nur einen Ausschnitt des Betriebs der Anlage.

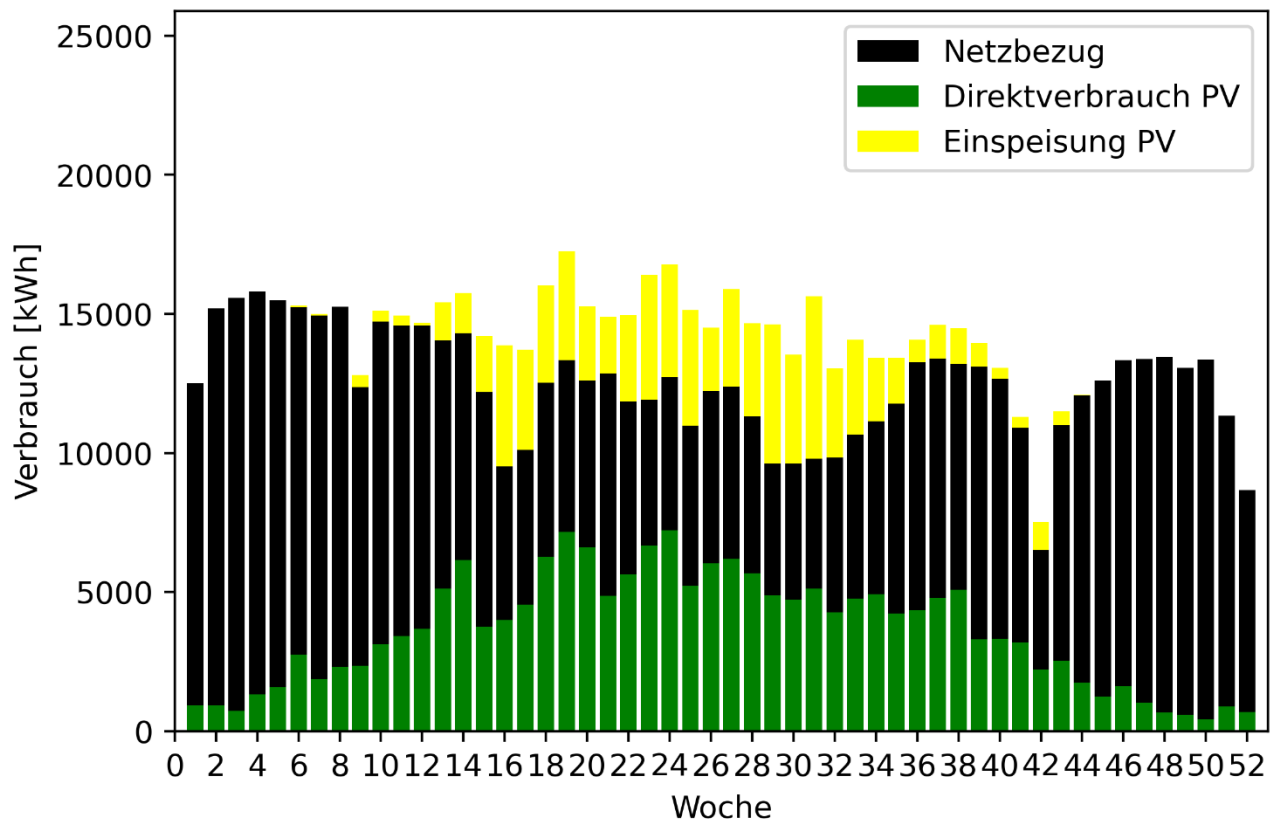
Sinnvoll ist daher die „gemittelte“ Betrachtung eines Durchschnittstages:



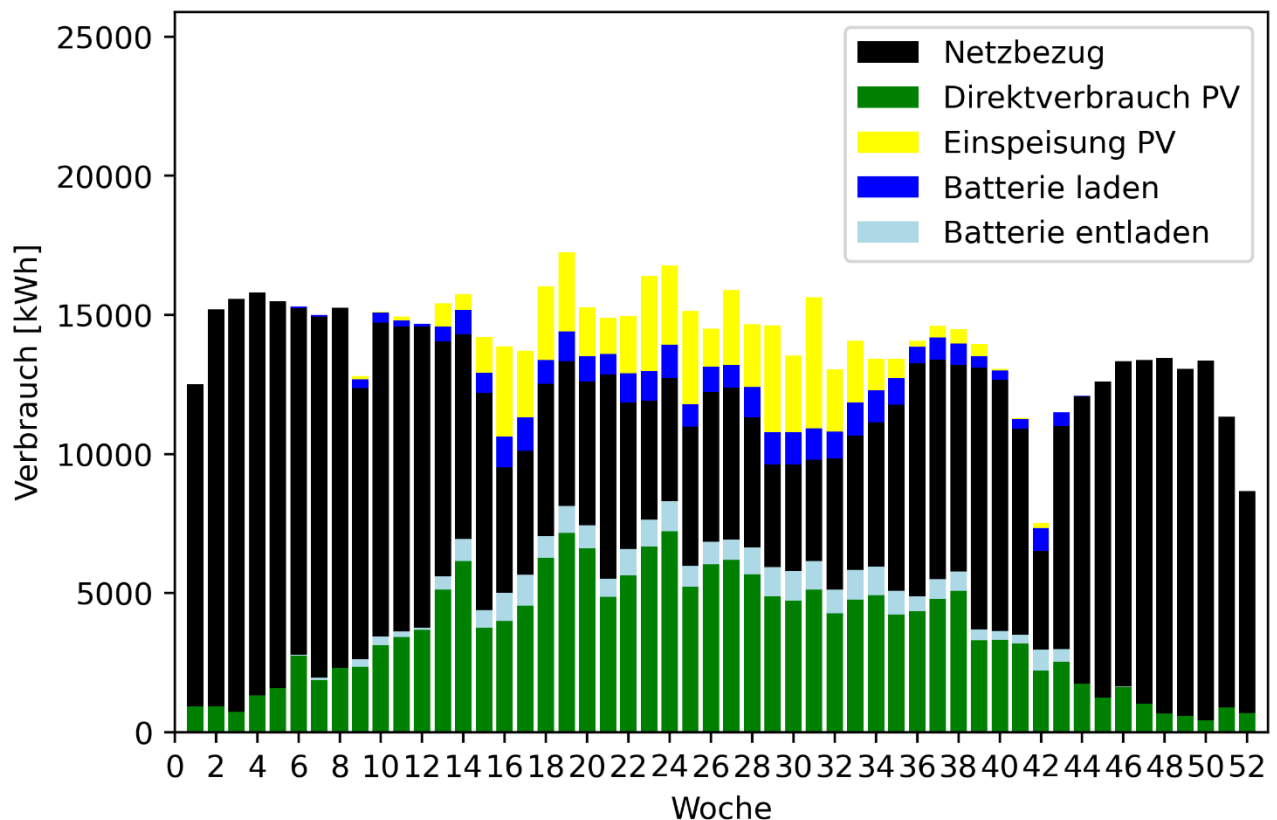
Darauf aufbauend folgt die Betrachtung eines Jahres. Abgebildet ist der Stromverbrauch (Y-Achse) und die Kalenderwochen (X-Achse) eines Jahres. Die Ferien sind deutlich durch die Einbrüche im Bezug ablesbar:



Entsprechend stellt sich der jährliche PV Ertrag, Eigenverbrauch und Einspeisung folgendermaßen dar:

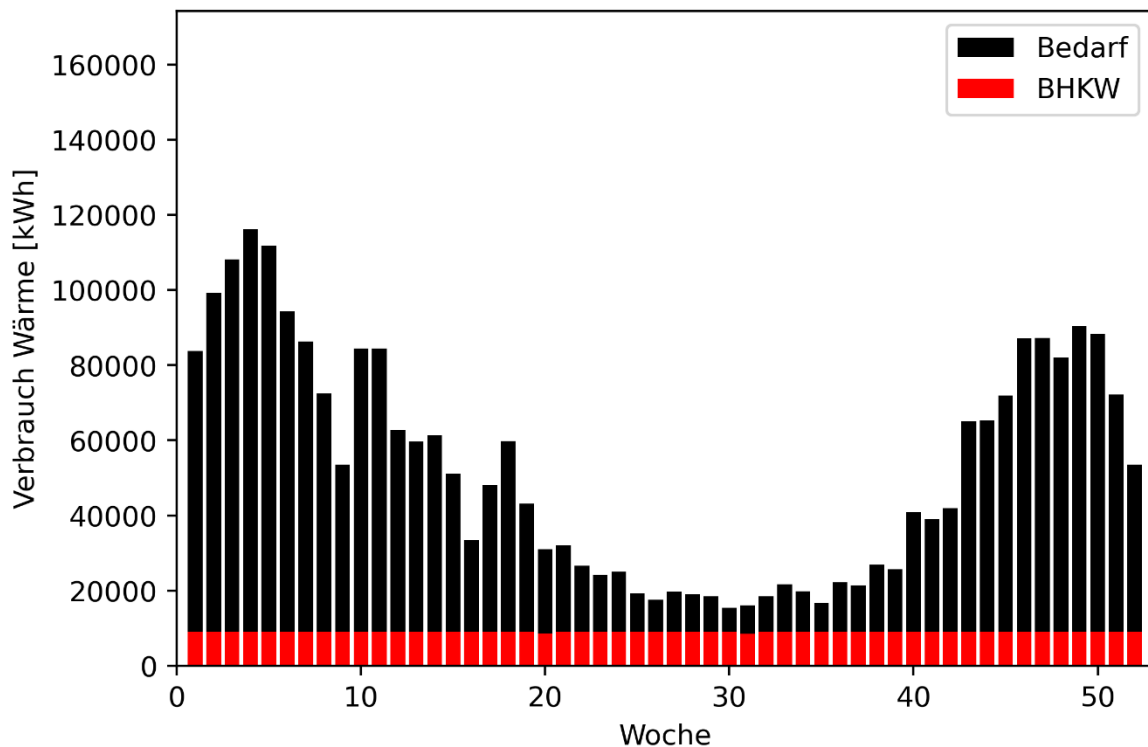


Der Einfluss der Batterie stellt sich wie folgt dar:

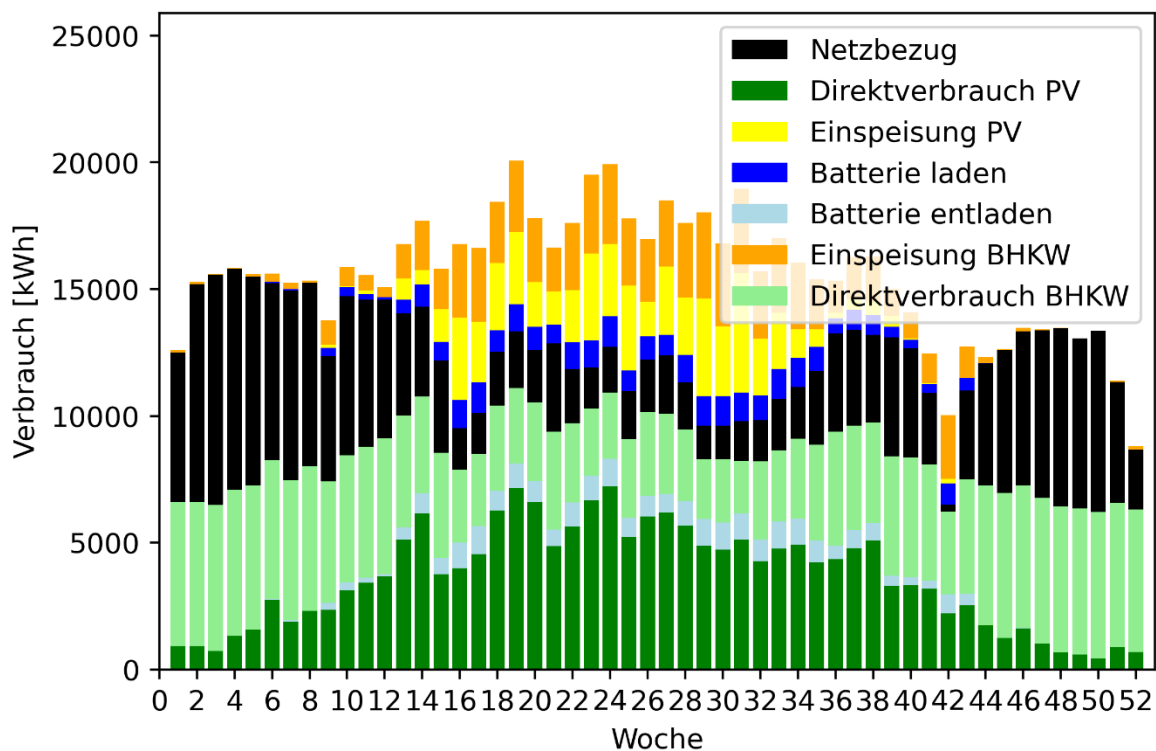




Das simulierte wärmegeführte BHKW mit 50 kW deckt den Wärmebedarfssockel des Ensembles ab und erzeugt ganzjährig gleichmäßig Strom und Wärme:



Die mit PV, Speicher und BHKW in den Bedarf der Anita Lichtenstein Gesamtschule eingebundene Anlagenkombination ergibt im Jahresverlauf folgendes Bild:



Die Darstellung zeigt die im Jahresverlauf jeweils gemittelten Wochenbezüge.

Sie zeigt im Sommer einen herausragenden Anteil selbst generierten Stroms aus PV und BHKW. Dagegen ist

primär im Winter der Strombedarf nicht durch die PV-Strom-Erzeugung und dem BHKW Strom zu decken. Dieser restliche Bedarf wird aus dem öffentlichen Netz gedeckt.

Somit ist der Einsatz der PV Anlage nicht nur wirtschaftlich sinnvoll, sondern insbesondere nachhaltig und ökologisch aufgrund der außerordentlich guten CO<sub>2</sub> Bilanz.

Obwohl der Platz auf den Gebäuden eine größere Anlage ermöglichen würde, fördert das Förderprogramm diese größere PV-Anlage nicht, da das Programm auf die Förderung des Eigenverbrauchs von PV Strom abzielt und die Einspeisung von Strom ins öffentliche Netz auf 20 % begrenzt ist. Um 20 % Einspeisung nicht zu überschreiten, ist eine Vielzahl von Anlagenkombinationen denkbar (siehe Abbildung).

Die möglichen förderfähigen Anlagenkombinationen aus PV und Speicher sind in der Abbildung mit dem farbig markierten Bereich dargestellt, für die Kombination 300 kWp PV und 150 kWh Speicher ergibt sich ein beispielsweise Einspeisungsanteil von knapp unter 20 %, womit diese Anlagenkombination voraussichtlich förderfähig wäre. Um beispielsweise 400 kWp PV-Leistung förderfähig zu installieren, wäre überproportional größerer Speicher mit einer Kapazität von ca. 450 kWh erforderlich. Zudem würde die Investitionssumme die maximale Förderhöhe voraussichtlich überschreiten.

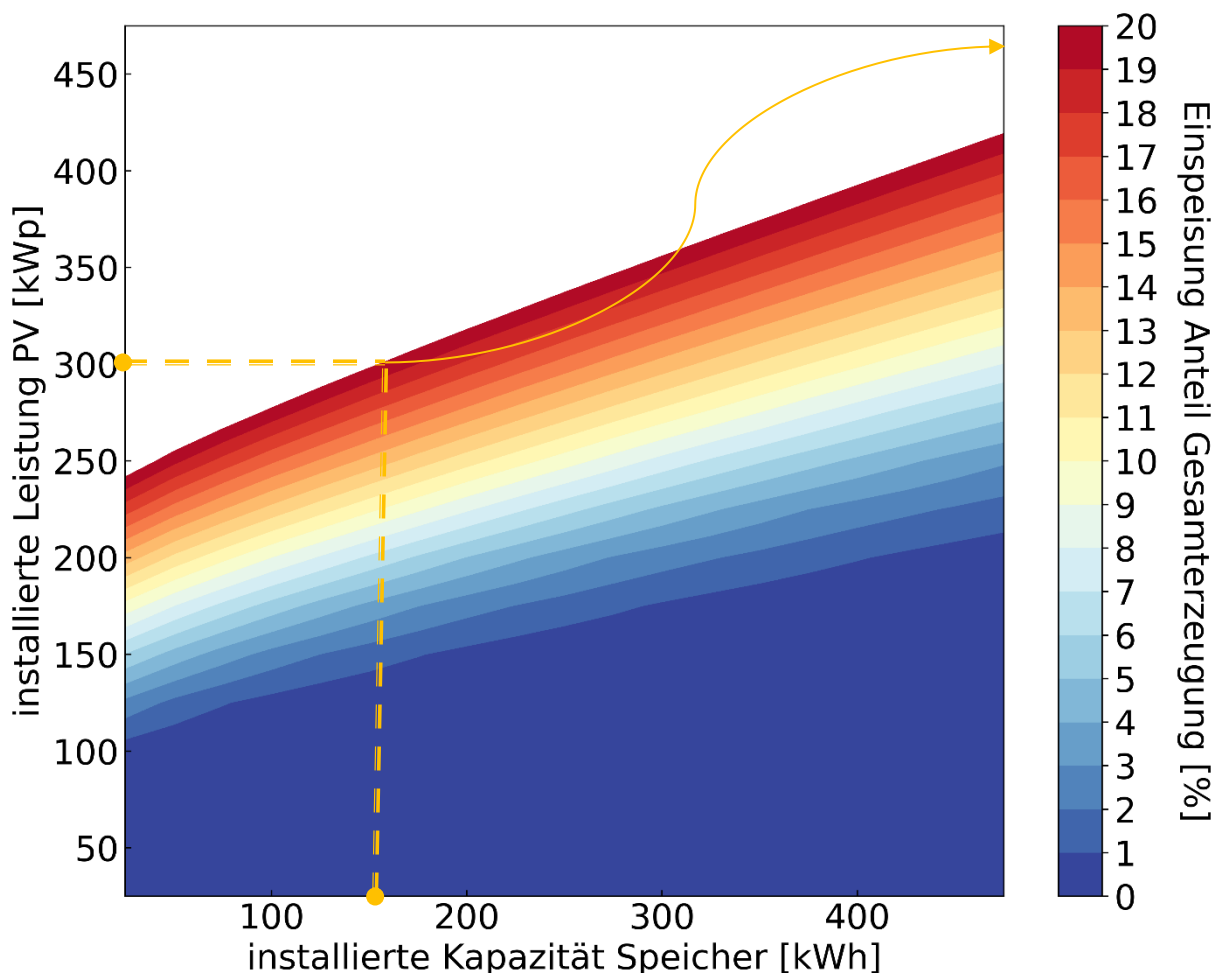


Abbildung: Einspeisungsanteil basierend auf den **historischen** (Mittelwert 2018+2019) Stromverbrauchsdaten des Ensembles der Anita Lichtenstein Gesamtschule als Funktion von installierter PV-Leistung und Kapazität des Stromspeichers.

Daher wäre auch eine größere PV-Anlage förderfähig, allerdings nur in Kombination mit einem deutlich größeren Speicher, was aufgrund der hohen Investitionskosten für den Stromspeicher wirtschaftlich wenig

sinnvoll erscheint. Auch würde eine größere Anlage in Kombination mit einem BHKW wiederum die Einspeisung von BHKW-Strom ins Netz erhöhen, was die Wirtschaftlichkeit des BHKWs verringern würde, und den Förderbedingung max. 20 % PV Strom einzuspeisen, entgegensteht.

Zukünftig wird nachhaltiger und CO<sub>2</sub>-neutraler Strom immer wichtiger werden. Alleine durch den Ausbau der Elektro-Mobilität erhöht sich der Strombedarf erheblich. Eine spätere Erweiterung der PV-Anlage ist nicht ausgeschlossen (Förderbedingungen berücksichtigt).

Da die vorhandene Trafo-Anlage auch mit einer 300kWp Anlage ausgebaut werden müsste, empfiehlt sich ein Trafo mit entsprechend sinnvollen Leistungsreserven, welcher nur unerheblich teurer sein könnte.

Mit dem erweiterten Bedarf durch eine sich auch lokal abzeichnende Elektromobilität erscheint die Ausbauoption wahrscheinlich und auch wirtschaftlich attraktiv.

Das zur Herstellung der Photovoltaik Module benötigte CO<sub>2</sub> ist in der Regel nach 2,1 Jahren (Fraunhofer 2021) durch den Betrieb der PV-Anlage eingespart. Man spricht hier von einer ökologischen Amortisation von ca. 2,1 Jahren.

Europäische Module schneiden hier besser ab als asiatische, weil der Strommix zur Herstellung der Module in Europa weniger CO<sub>2</sub>-intensiv ist.

In der folgenden Tabelle sind die Varianten 3-6 zur Wärmeerzeugung mit verschiedenen Ausbaustufen zur Stromerzeugung durch Photovoltaik (PV) mit den Investitionskosten, der CO<sub>2</sub>-Emission, Verbrauchskosten, Einsparung und Ertrag, zusammengefasst.

Der Betrieb von PV, Batterie und BHKW wurde aufgrund des Förderprogramms und zur Stromerzeugung optimiert. Da der PV Strom nur zu 20 % eingespeist werden darf, wird dieser priorisiert verbraucht und gespeichert. Damit wird BHKW Strom nicht in den Speicher geladen. Darüber hinaus wurde zur Verbesserung des Autarkiegrades (Strom) die Laufzeiten des BHKWs erhöht. Dies führt nicht nur zu höherer Ausnutzung (statt 4400 auf 6000 Vollbenutzungsstunden), sondern auch zu vermehrter Wärmeproduktion, die im Ensemble abgenommen wird.

Damit wird zwar auch der Betrieb der Pelletsanlage minimiert, aber die Einsparmöglichkeiten einer Nachtabsenkung werden nicht mehr vollumfänglich ausgenutzt.

Letztendlich ist dies wirtschaftlicher, obwohl nun Wärme außerhalb des Schulbetriebs im Gebäude verbraucht wird.

Zusammenfassung und Gegenüberstellung der Variantenergebnisse

| Zusammenfassung                                 |  |                           |                            |               |                                |                |                                        |               |                                       |                |
|-------------------------------------------------|--|---------------------------|----------------------------|---------------|--------------------------------|----------------|----------------------------------------|---------------|---------------------------------------|----------------|
| "Zentrale" - Wärme + Strom                      |  | Bestands-<br>kesselanlage | Variante 3<br>Pelletanlage |               | Var. 4<br>Pelletanl.<br>+ BHKW |                | Var. 5<br>Pelletanl. +<br>Gasth. + LWP |               | Var. 6<br>Pelletsanl. +<br>BHKW + LWP |                |
| CO <sub>2</sub> Emission                        |  |                           | 0,00 t/a                   |               | 191,40 t/a                     |                | 3,30 t/a                               |               | 191,40 t/a                            |                |
| CO <sub>2</sub> Einsparung gegenüber Bestand    |  |                           | 486,42 t/a                 |               | 295,02 t/a                     |                | 483,12 t/a                             |               | 295,02 t/a                            |                |
| CO <sub>2</sub> Emission thermisch              |  | 486,42 t/a                | 0,00 t/a                   |               | 125,40 t/a                     |                | 3,30 t/a                               |               | 125,40 t/a                            |                |
| CO <sub>2</sub> Emission elektrisch             |  |                           | 0,00 t/a                   |               | 66,00 t/a                      |                | 0,00 t/a                               |               | 66,00 t/a                             |                |
| Summe Verbrauchskosten Wärme                    |  | 107.012,40 €/a            | 68.249,01 €/a              |               | 91.202,01 €/a                  |                | 68.326,81 €/a                          |               | 91.168,81 €/a                         |                |
| Davon: CO <sub>2</sub> Steuer (bei 25€/t)       |  | 12.160,50 €/a             | -                          |               | 4.785,00 €/a                   |                | 82,50 €/a                              |               | 4.785,00 €/a                          |                |
| Einsparung Wärmeversorgung ggü. Bestand         |  |                           | 38.763,39 €/a              |               | 15.810,39 €/a                  |                | 38.685,59 €/a                          |               | 15.843,59 €/a                         |                |
| Summe Invest                                    |  |                           | 302.000,00 €               |               | 452.000,00 €                   |                | 384.500,00 €                           |               | 520.000,00 €                          |                |
| gemittelter Strombedarf Bestand 2021            |  | 650.096 kWh               |                            |               |                                |                |                                        |               |                                       |                |
| zusätzlicher Stromertrag aus PV                 |  | Bestandsanlage            | PV 300kWp+Bat              |               | BHKW PV 300kWp+Bat             |                | LWP PV 300kWp+Bat                      |               | LWP+BHKW PV 300kWp+Bat                |                |
| PV Anlagengröße                                 |  |                           | 300 kWp                    |               | 300 kWp                        |                | 300 kWp                                |               | 300 kWp                               |                |
| Stromverbrauch NETZ                             |  | 650.096 kWh               | 650.096 kWh                | 437.874 kWh   | 350.475 kWh                    | 214.015 kWh    | 733.096 kWh                            | 518.748 kWh   | 433.229 kWh                           | 290.827 kWh    |
| Selbst genutzter BHKW Strom                     |  |                           |                            |               | 299.621 kWh                    | 223.859 kWh    |                                        |               | 299.867 kWh                           | 227.584 kWh    |
| Selbst genutzter PV Strom                       |  |                           |                            | 212.556 kWh   |                                | 212.556 kWh    |                                        | 214.684 kWh   |                                       | 214.684 kWh    |
| Netzeinspeisung BHKW                            |  |                           |                            |               | 379 kWh                        | 76.141 kWh     |                                        |               | 133 kWh                               | 72.416 kWh     |
| Netzeinspeisung PV                              |  |                           | 54.562 kWh                 |               | 54.562 kWh                     |                | 52.523 kWh                             |               |                                       | 52.523 kWh     |
| Eigenverbrauch aus BHKW & PV                    |  |                           | 212.556 kWh                |               | 299.621 kWh                    | 436.415 kWh    | 0 kWh                                  | 214.684 kWh   | 299.867 kWh                           | 442.268 kWh    |
| Einspeisevergütung PV Strom                     |  | 6,00 ct/kWh               |                            | 3.274 €       | -                              | 3.274 €        | -                                      | 3.151 €       | -                                     | 3.151 €        |
| Einspeisevergütung BHKW Strom                   |  | 16,00 ct/kWh              |                            | 0 €           | 61 €                           | 12.183 €       | 0 €                                    | 0 €           | 21 €                                  | 11.587 €       |
| Schätzung Marktwert BHKW Strom/KWK-Index        |  | 3,80 ct/kWh               |                            | 0 €           | 14 €                           | 2.893 €        | 0 €                                    | 0 €           | 5 €                                   | 2.752 €        |
| 40 % EEG-Umlage auf Eigenverbrauch              |  | 2,60 ct/kWh               |                            | -5.526 €      | -7.790 €                       | -11.347 €      | 0 €                                    | -5.582 €      | -7.797 €                              | -11.499 €      |
| Vergütung selbstgenutzter BHKW Strom            |  | 8,00 ct/kWh               |                            | 0 €           | 23.970 €                       | 17.909 €       | 0 €                                    | 0 €           | 23.989 €                              | 18.207 €       |
| Ersparnis durch selbstgenutzten Strom           |  | 18,00 ct/kWh              |                            | 38.260 €      | 53.932 €                       | 78.555 €       | 0 €                                    | 38.643 €      | 53.976 €                              | 79.608 €       |
| Ersparnis-Summe Strom                           |  |                           |                            | 36.007 €      | 70.186 €                       | 103.466 €      | 0 €                                    | 36.213 €      | 70.195 €                              | 103.806 €      |
| Strombedarf                                     |  |                           |                            | 650.096 kWh   | 650.096 kWh                    | 650.096 kWh    | 733.096 kWh                            | 733.096 kWh   | 733.096 kWh                           | 733.096 kWh    |
| kalkulierte Stromkosten                         |  | -117.017 €                | -117.017,28 €              | -81.010 €     | -46.831 €                      | -13.551 €      | -117.017 €                             | -80.805 €     | -46.822 €                             | -13.212 €      |
| Autarkiegrad Strom                              |  | 0,0%                      | 0,0%                       | 32,7%         | 46,1%                          | 67,1%          | 0,0%                                   | 29,3%         | 40,9%                                 | 60,3%          |
| Investitionskosten PV                           |  | -1.100,00 €/kWp           |                            | -330.000 €    |                                | -330.000 €     |                                        | -330.000 €    |                                       | -330.000 €     |
| Investition Batterie 150 kWh                    |  | -650,00 €/kWh             |                            | -97.500 €     |                                | -97.500 €      |                                        | -97.500 €     |                                       | -97.500 €      |
| TRAFO                                           |  |                           |                            | -100.000 €    |                                | -100.000 €     |                                        | -100.000 €    |                                       | -100.000 €     |
| Förderung                                       |  |                           |                            | 350.000 €     |                                | 350.000 €      |                                        | 350.000 €     |                                       | 350.000 €      |
| Pelletsanlage                                   |  |                           |                            |               |                                |                |                                        |               |                                       |                |
| LWP                                             |  |                           |                            |               |                                |                |                                        |               |                                       |                |
| BHKW                                            |  |                           |                            |               |                                |                |                                        |               |                                       |                |
| Kosten HZ-Anlage                                |  |                           | -302.000,00 €              | -302.000 €    | -452.000,00 €                  | -452.000 €     | -384.500,00 €                          | -384.500 €    | -520.000,00 €                         | -520.000 €     |
| Netto Invest: BHKW+PV+Sp+Förderung+HZ-Anlage    |  |                           | -302.000,00 €              | -479.500 €    | -452.000,00 €                  | -629.500 €     | -384.500,00 €                          | -562.000 €    | -520.000,00 €                         | -697.500 €     |
| laufende Kosten PV                              |  | -12,50 €/kWp              | 0,00 €                     | -3.750,00 €   | 0,00 €                         | -3.750,00 €    | 0,00 €                                 | -3.750,00 €   | 0,00 €                                | -3.750,00 €    |
| Ertrag PV & BHKW                                |  |                           | 0,00 €                     | 32.257,34 €   | 70.186,36 €                    | 99.716,27 €    | 0,00 €                                 | 32.462,72 €   | 70.195,21 €                           | 100.055,74 €   |
| Einsparung durch PV+ BHKW Strom 10 Jahre        |  |                           |                            | 322.573,44 €  | 701.863,56 €                   | 997.162,68 €   | 0,00 €                                 | 324.627,16 €  | 701.952,12 €                          | 1.000.557,40 € |
| Einsparung durch PV+ BHKW Strom 15 Jahre        |  |                           |                            | 483.860,16 €  | 1.052.795,34 €                 | 1.495.744,02 € | 0,00 €                                 | 486.940,74 €  | 1.052.928,18 €                        | 1.500.836,10 € |
| Investition-, Wärme- und Stromkosten            |  | Bestand 2020              | Variante 3 Pelletanlage    |               | Var. 4 Pelletanl.+ BHKW        |                | Var. 5 Pelletanl. + Gasth. + LWP       |               | Var. 6 Pelletsanl. + BHKW + LWP       |                |
| Anlagentechnik                                  |  |                           | Pellets                    | 300 kWp       | Pellets Hz                     | 300 kWp        | Pellets Hz+                            | 300 kWp       | Pellets Hz+                           | 300 kWp        |
| Investition                                     |  | -                         | 302.000,00 €               | 479.500 €     | 452.000,00 €                   | 629.500 €      | 384.500,00                             | 562.000 €     | 520.000,00                            | 697.500 €      |
| Restl. Wärmekosten/Jahr                         |  | -107.012,40 €             | -68.249,01 €               | -68.249,01 €  | -91.202,01 €                   | -91.202,01 €   | -53.386,81 €                           | -53.386,81 €  | -76.228,81 €                          | -76.228,81 €   |
| Info: Bereinigung d. Wärmekosten um Stromkosten |  |                           | 0,00 €                     | 0,00 €        | 0,00 €                         | 0,00 €         | 14.940,00 €                            | 14.940,00 €   | 14.940,00 €                           | 14.940,00 €    |
| Restl. Stromkosten/Jahr                         |  | -117.017,28 €             | -117.017,28 €              | -81.009,94 €  | -46.830,92 €                   | -13.551,01 €   | -117.017,28 €                          | -80.804,56 €  | -46.822,07 €                          | -13.211,54 €   |
| Verbleibende Kosten/Jahr                        |  | -224.029,68 €             | -185.266,29 €              | -149.258,95 € | -138.032,93 €                  | -104.753,02 €  | -155.464,09 €                          | -119.251,37 € | -108.110,87 €                         | -74.500,35 €   |
| Einsparung Strom (BHKW + PV) / Jahr             |  | 0,00 €                    | 0,00 €                     | 32.257,34 €   | 70.186,36 €                    | 99.716,27 €    | -14.940,00 €                           | 17.522,72 €   | 55.255,21 €                           | 85.115,74 €    |
| Einsparung Wärme / Jahr                         |  | 0,00 €                    | 38.763,39 €                | 38.763,39 €   | 15.810,39 €                    | 15.810,39 €    | 38.685,59 €                            | 38.685,59 €   | 15.843,59 €                           | 15.843,59 €    |
| Einsparung Wärme, Strom/Jahr                    |  | -                         | 38.763,4 €/a               | 71.020,7 €/a  | 85.996,7 €/a                   | 115.526,7 €/a  | 23.745,6 €/a                           | 56.208,3 €/a  | 71.098,8 €/a                          | 100.959,3 €/a  |
| Amortisation HZ-Zentrale + PV                   |  | -                         | 7,79 Jahre                 | 6,75 Jahre    | 5,26 Jahre                     | 5,45 Jahre     | 16,19 Jahre                            | 10,00 Jahre   | 7,31 Jahre                            | 6,91 Jahre     |
| Amortisation HZ-Zentrale + PV OHNE Förderung    |  |                           | 7,79 Jahre                 | 11,68 Jahre   | 5,26 Jahre                     | 8,48 Jahre     | 16,19 Jahre                            | 16,23 Jahre   | 7,31 Jahre                            | 10,38 Jahre    |
| CO <sub>2</sub> Emission                        |  | 486,42 t/a                | 0,00 t/a                   | 0,00 t/a      | 191,40 t/a                     | 191,40 t/a     | 3,30 t/a                               | 3,30 t/a      | 191,40 t/a                            | 191,40 t/a     |
| CO <sub>2</sub> Einsparung                      |  | -                         | 486,42 t/a                 | 486,42 t/a    | 295,02 t/a                     | 295,02 t/a     | 483,12 t/a                             | 483,12 t/a    | 295,02 t/a                            | 295,02 t/a     |

## Fazit Strom Eigenversorgung

Die Zusammenfassung der Simulationen mit den Varianten 3 – 6, in der Kombination mit den Varianten einer 300 kWp Photovoltaikanlagen, zeigen Investitionsaufwand, Betriebskosten, wirtschaftliche Einsparpotentiale und Förderung, aber auch CO<sub>2</sub>-Emission und deren finanziellen Auswirkungen durch die CO<sub>2</sub>-Abgabe.

Es sind Autarkiegrade von 30% - 67 % in der Stromversorgung möglich.

Der Strombedarf des Ensembles führt zu einer hohen Abnahme von BHKW- und PV-Strom, ein Stromspeicher mit 150 kWh (Seite 40+41 ff) führt zu zusätzlicher Autarkie.

Eine solche „Stromspeicherung“ - damit Ertrag in die Abendstunden „gerettet“ wird - ist in Anbetracht einer z.Zt. großen Förderung (max. 350.000 €) und einer ca. 100.000,- € großen Investition, wirtschaftlich gut darstellbar.

Der Eigenversorgungsanteil mit BHKW und dem Bau einer 300 kWp großen PV-Anlage liegt bei 67 %. Die Netzeinspeisung ist gering - bei ca. 436.000 kWh selbst erzeugten Strom lediglich ca. 54.000 kWh.

Eine weitere Steigerung des Eigenversorgungsanteils ist mittels einer größeren PV-Anlage möglich. Die maximale Dimensionierung mit 450 kWp Leistung wurde mit durchschnittlichen PV-Modulen und mit überschlägig ermittelten Dachflächen ermittelt. Bei genauerer Dimensionierung und möglichen Erträgen aus hochwertigen PV-Modulen stecken hier weitere Potentiale. Die Verwendung ertragreicherer Module und eine detaillierte Dimensionierung der PV-Anlage führt zu zusätzlichen Nutzung der ermittelten Flächen.

Allerdings ist dies weniger wirtschaftlich, da die Anlage teurer, aber nicht höher gefördert wird.

Ein größeres BHKW wäre nicht mehr wärme-, sondern stromgeführt, so dass überschüssige Wärme entstehen würde. Diese überschüssige Wärme müsste besonders im Sommer abgeführt („weggekühlt“) werden. Das würde zu einem teureren Eigenstrompreis für das BHKW führen und es wäre klimatechnisch gegenüber der jetzigen, wärmegeführten Lösung, suboptimal. Darüber hinaus stellt die hier dargelegte BHKW Größe mit 50 kW elektr. Leistung ein „Fördermaximum“ dar. Ein größeres BHKW wäre Fördertechnisch und auch wirtschaftlich suboptimal (geringere Einspeisevergütung).

Die Luftwärmepumpe als großer Stromverbraucher senkt die Autarkiequote, da zusätzlicher Strom benötigt wird. Eine Optimierung ist in diesem Fall auch mit weiterer PV-Leistung und Pufferung durch eine Batterie möglich, aber nicht wirtschaftlich.

Der durch eine Wärmepumpe gewünschte preiswerte Wärmeertrag steht in Konkurrenz zur Wärmezeugung durch Pellets. Daher kann auch die optimierte Wärmepumpenvariante 6 die einfachere und auch preiswertere Variante 4 wirtschaftlich nicht toppen. Es zeigt sich auch, dass ohne die Optimierung durch ein BHKW eine reine Wärmepumpenvariante (Variante 5) nicht konkurrenzfähig ist.

Weitere Einsparpotentiale stecken möglicherweise in einer Reduzierung des Strombedarfs z.B. durch neue LED-Technik, bessere Geräte und smarte Steuerung von Wärme und Strom.

Diese Einsparungsmöglichkeiten wurden nicht untersucht.

Darüber hinaus wäre ein Monitoring des Energieverbrauchs pro Klasse sicher auch unter Bildungssichtspunkten interessant und könnte eine smarte Steuerung teilweise ersetzen.

## Empfehlung

Die PV-Ausbaustufen führen in allen Varianten zu Verbesserungen bezüglich einer größeren Autarkie. Mit der 300 kWp großen PV Ausbaustufe werden maximal 54.000 kWh Strom (Variante 4) in das öffentliche Netz eingespeist, und bis zu ca. 215.000 kWh (Variante 5+6) werden im Eigenbedarf abgenommen. Die maximalen 450 kWp großen PV Ausbaustufe wird den Autarkiegrad kaum verbessern. Selbst diese Größe ist durch bessere Module und eine detaillierte Flächenausnutzung weiter steigerbar, der erzeugte Strom kann aber ohne weiteren Bedarf, wie z.B. Elektro-Ladesäulen im Ensemble nicht abgenommen werden.

### **Größere Einspeisung mit der derzeitigen EEG-Vergütung erscheint z.Zt. wirtschaftlich nicht sinnvoll.**

Eine eindeutige Empfehlung zugunsten einer zentralen Anlagentechnik im Zusammenspiel mit einer PV-Anlage kann ohne eine Prämisse nicht ausgesprochen werden.

Würde die Prämisse „möglichst geringe Betriebskosten“ und damit insgesamt größtes Einsparpotential lauten, wäre ein wärmegeführtes BHKW, das bereits mit lediglich 4150h/a Betriebszeit eine komplette Abnahme des Stroms zeigt, und die Wärme durch die ALGS komplett abnimmt, die richtige Wahl.

Eine Laufzeitoptimierung des BHKWs auf ca. 6000 h ist möglich – Diese wurde hier dargestellt.

Somit sind beide BHKW-Varianten wirtschaftlich sehr attraktiv, zieht man die Laufzeit der Anlagentechnik, von mindestens 30 Jahren in Betracht.

Dennoch kann der Betrieb des BHKWs bereits nach 10 Jahren überdacht werden. Mit größter Wahrscheinlichkeit hat sich bis dahin diese Anlage bereits amortisiert.

Binnen 10 und 15 Jahren sind die Einsparungen beträchtlich.

Die CO<sub>2</sub> Emission wird allerdings nur mit der Pellet / BHKW Variante 4 deutlich gesenkt.

Wichtig ist, dass in diesen Betrachtungen die CO<sub>2</sub>-Bepreisung lediglich mit 25,-€/to CO<sub>2</sub> angesetzt ist.

**Es ist von deutlich höheren Preisen auszugehen, die aber zum jetzigen Zeitpunkt nicht verbindlich festgelegt sind. 25 €/to CO<sub>2</sub> sind der unterste und momentan eindeutig festgelegte Preis, siehe Seite 18 ff.**

**Somit sind die wirtschaftlichen Auswirkungen der CO<sub>2</sub> Einspareffekte in diesen Darstellungen entsprechend vorsichtig zu betrachten. Geringere CO<sub>2</sub> Emission wird für zukünftige Dekaden deutlich größere Einspareffekte haben.**

Unter dem Gesichtspunkt maximaler Klimaverträglichkeit und geringste CO<sub>2</sub> Emission ist die Pellet Anlage (Variante 3) als CO<sub>2</sub>-neutrale Wärmequelle in Kombination mit einem PV-Ausbau die sauberste und klimaverträglichste Anlagenform.

Setzt man als Wärme-Spitzenversorgung Pelletkessel (Variante 4) ein, verbessert dies die CO<sub>2</sub>-Bilanz deutlich und zeigt betriebswirtschaftliche Bestwerte mit der zweitgeringsten CO<sub>2</sub>-Emission.

Die optimierte Wärmepumpenvariante 6 kann durch die Nutzung des BHKW Stroms für die Luftwärmepumpe als zweitbeste Anlagenform punkten. Aufgrund der komplexeren Technik und des höheren Betriebsrisikos, sowie der geringeren jährlichen Einsparung erreicht sie dennoch nur den 2. Platz.

**Daher stellt die Variante 4 zum aktuellen Zeitpunkt einen Kompromiss zwischen lukrativer Wirtschaftlichkeit und akzeptabler Klimaverträglichkeit dar.**



## Grundlage der Konzeptstudie, Verwendungszweck

Die Konzeptstudie wurde nach bestem Wissen, unter Bezugnahme vorhandener Energiewerte der Jahre 2017 – 2019, angefertigt. Darüber hinaus wurden einzelne Daten aus dem letzten und uns lediglich in Teilen vorliegenden Immobiliengutachten gewonnen. Preisentwicklungen und Betriebsrisiken kann eine Studie und insbesondere eine Konzeptstudie nicht abbilden. Alle Annahmen wurden nach besten Gewissen getroffen, können im Einzelfall aber abweichen.

Die inkludierte Bestandsaufnahme ist in der Güte einer Besichtigung und Foto-Dokumentation erstellt worden. Volumina und Flächen wurden in der Güte von 1000stel Plänen / Dokumentationen (Tim-Online) und mit der Übernahme aus Grobscans von Papierplänen übernommen.

Die Maße und Bestands-Zeichnungen stimmten leider nur grob überein und haben keineswegs die Güte einer CAD-Planung mit digital sauberen Abmessungen.

Die daraus abgeleiteten Kennwerte stellen Provisorien dar, welche in einer Grundlagenermittlung zur Planung durch Messungen, evtl. zerstörenden Untersuchungen und weiteren Bestandsaufnahme mit Aufmaß und Abgleich vorhandener Pläne fundiert werden müssen.

Die Konzept-Grundrisse, aus denen Bauteile, Dimensionen und Volumina ermittelt wurden, sind aufgrund von Absprachen mit dem Bauherrn aufgestellt worden.

Auch wenn die Grundlagen in CAD und mittels genauer Berechnung, digital in mm-Genauigkeit dokumentiert worden sind, sind diese inhaltlich als "Skizze" zu interpretieren.

Die Verwendung der Ergebnisse und Annahmen dieses Berichtes müssen im Kontext seines Auftragsgrundes gesehen werden. Für jede weitere Planung ist diese Reflexion erforderlich. Daher ist eine weitergehende Nutzung, z.B. zur Vorplanung nur mit einer Plausibilitätsprüfung, einer weiteren Fundierung, oder weiteren Ausarbeitung, sinnvoll.

Eine Konzeptstudie ersetzt keine Planung eines Bauvorhabens, sondern bereitet diese vor. Sie dient einzig dem Auftraggeber zur Entscheidungsfindung und Formulierung eines Planungsauftrags. Sie ist Bestandteil der Grundlagenermittlung und fußt auf erste Annahmen, Information und Arbeitsergebnisse, die wir im Hinblick auf unser Verständnis einer zusammenfassenden Darstellung für besonders relevant halten. Daher erhebt sie keinen Anspruch auf eine umfassende Vollständigkeit.

Empfehlungen und Prognosen dieser Konzeptstudie können generelle Betriebsrisiken nicht abbilden. Sie fußen rein auf die logische und theoretische Kausalität und werden daher den tatsächlichen Betrieb nicht widerspiegeln.

Diese Konzeptstudie wurde aufgrund ihrer besonderen Instruktion und einzig zu ihrer Verwendung in Bezug auf eine Diskussion mit der Stadtverwaltung der Stadt Geilenkirchen und zur Beschlussfassung im Ausschuss bzw. Rat der Stadt Geilenkirchen angefertigt. Sie beinhaltet Teile unserer Beratungsleistung, ohne Anspruch auf eine umfassende Kommunikation zu erheben. Sie fußt auf unserem Angebot vom 29.09.2020 und weiteren Absprachen in der Folge der Vorstellung im Ausschuss der Stadt Geilenkirchen.

Gegenüber Dritten übernehmen wir keinerlei Verpflichtung, Verantwortung oder Sorgfaltspflichten.

## Informationsvorlage

| Beratungsfolge           | Zuständigkeit | Termin     |
|--------------------------|---------------|------------|
| Umwelt- und Bauausschuss | Kenntnisnahme | 08.03.2022 |

### Verwendung der Mittel aus der Billigkeitsrichtlinie für kommunale Klimaschutzinvestitionen

#### Sachverhalt:

Mit Runderlass vom 30. November 2021 hat das Land NRW den Kommunen insgesamt 40 Millionen Euro für kommunale Klimaschutzinvestitionen bereitgestellt. Ziel des Programms ist es, wichtige Klimaschutzmaßnahmen, die sich in der Pandemie verzögert haben oder ganz ausgeblieben sind, nachzuholen. Es handelt sich um keine Förderung im klassischen Sinne, sondern um eine Kompensationszahlung in Form eines nicht rückzahlbaren Zuschusses. Es wird nur geprüft, ob die Investitionen zu einem der vorgegebenen Verwendungszwecke passen.

Aus der Richtlinie ergeben sich grundsätzlich folgende Verwendungsmöglichkeiten:

- Verringerung des kommunalen Eigenanteils im Rahmen bestehender Förderprogramme (KRL, progres.nrw – Klimaschutztechnik, Emissionsarme Mobilität)
- Investitionsbegleitende Maßnahmen für mehr Klimaschutz
- Erneuerbare Energien
- Energetische Sanierung beziehungsweise Klimaschutz in der kommunalen Grundversorgung
- Klimafreundliche Mobilität
- Klimafreundliche Beschaffung und Green-IT

Die Mittel wurden auf Basis der Einwohnerzahlen und der Fläche der Kommunen aufgeteilt, auf Geilenkirchen entfällt danach ein Betrag von 69.714,33 €. Die zeitlichen Vorgaben des Programms sind sehr eng, Anträge müssen bis zum 30.06.2022 gestellt und die Vorhaben bis 31.12.2022 abgeschlossen sein. Dies, sowie der geringe zeitliche Vorlauf, schränken die praktischen Verwendungsmöglichkeiten stark ein.

Zum Zeitpunkt der Bekanntgabe Ende letzten Jahres waren die Planungen für 2022 bereits erfolgt, verschiedene Maßnahmen die in 2021 bereits begonnen wurden, befinden sich in der Umsetzung. Im Entwurf des Haushaltsplanes sind bereits diverse Investitionen enthalten, die grundsätzlich mit diesen Mitteln finanziert werden könnten. Bei einigen dieser Vorhaben ist jedoch nicht sicher, dass sie bis zum 31.12. abgeschlossen sein werden, bei anderen werden bereits andere Fördermöglichkeiten in Anspruch genommen. Folgende Investitionen stehen in 2022 an:

| Investitionen                                              | Höhe         | Bemerkung                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E-Kastenwagen für den Bauhof                               | 33.000 €     | aufgrund aktueller Lieferzeiten Umsetzung bis Ende des Jahres fragwürdig                                              |
| E-Ladeinfrastruktur am Bauhof                              | 33.000 €     | Antragsstellung in anderem Förderprogramm geplant                                                                     |
| E-Fahrzeug für das Tiefbauamt                              | 22.000 €     | aufgrund aktueller Lieferzeiten Umsetzung bis Ende des Jahres fragwürdig                                              |
| PV-Anlage GGS Gillrath                                     | 80.920 €     | Antragsstellung in anderem Förderprogramm geplant                                                                     |
| PV-Anlage FwGH Gillrath                                    | 77.350 €     | Antragsstellung in anderem Förderprogramm geplant                                                                     |
| Heizungsanlage Limitenweg                                  | 60.000 €     | aktuell noch unklar welche Technologie eingesetzt werden soll                                                         |
| ESC Heizungsanlage                                         | 20.000 €     | aktuell noch unklar welche Technologie eingesetzt werden soll                                                         |
| Erneuerung Fenster und Dämmung Laibung AWO KiTa Stadtmitte | 45.000 €     | ist umsetzbar                                                                                                         |
| Heizungsanlage FwGH Nirm                                   | 13.000 €     | aktuell noch unklar welche Technologie eingesetzt werden soll                                                         |
| Heizungsanlage FwGH Tripsrath                              | 35.000 €     | aktuell noch unklar welche Technologie eingesetzt werden soll                                                         |
| Hard- und Software für 58 Telearbeitsplätze                | 68.000 €     | ist umsetzbar                                                                                                         |
| Umstellung der Straßenbeleuchtung auf LED                  | ca. 50.000 € | Fertigstellung bis Ende des Jahres fragwürdig, wegen Lieferproblemen sind die Maßnahmen aus 2021 noch nicht umgesetzt |
| Radweg Heinsberger Straße                                  | 400.000 €    | Wird bereits gefördert                                                                                                |
| Radbrücke über die Wurm bei Nirm                           | 140.000 €    | Wird bereits gefördert                                                                                                |
| Fahrradboxen an den Bahnhöfen                              | 80.000 €     | Wird bereits gefördert                                                                                                |

Diese Aufstellung zeigt, dass bereits umfangreiche und unterschiedlichste Investitionen in den Klimaschutz im Umfang von knapp 1.200.000 € in der Stadt Geilenkirchen getätigt werden, darüber hinaus gehende Maßnahmen sind – vor allem so kurzfristig – personell nicht umsetzbar. Sinnvoll ist daher, die zur Verfügung gestellten Mittel für die Maßnahmen zu verwenden, die kurzfristig und sicher umgesetzt werden können und für die es keine anderen Fördermöglichkeiten gibt. Dies betrifft somit die Investitionen in Ausstattung für Telearbeit (Verminderung des Ressourcenverbrauchs durch eingesparte Fahrten zur Arbeit) sowie in die Erneuerung der Fenster des an die AWO vermieteten städtischen Gebäudes (Energetische Sanierung) der KiTa am Beamtenweg.