



ERLÄUTERUNGSBERICHT TRANSFORMATIONSKONZEPT GARTENHALLENBAD

ADMINISTRATIVE ANGABEN

Name des Projektes	Transformationskonzept Enger
Geplante Projektlaufzeit	Vorgabe Wirtschaftsbetriebe Stadt Enger
Ort der Durchführung	Gartenhallenbad Enger Ringstraße 4 32130 Enger
Auftraggeber	Wirtschaftsbetriebe Stadt Enger Bahnhofstraße 39 32130 Enger
Ansprechpersonen:	
Wirtschaftsbetriebe Enger:	Guido Strathmann
Ingenieurbüro für Wassertechnik:	Florian Willert, B. Eng. Gerhard Willert, Dipl. Ing. Mohamed Lukas Roos, B. Eng.

KURZFASSUNG

Das Transformationskonzept für das Gartenhallenbad Enger verfolgt das Ziel, die bestehende, fossil betriebene Wärmeversorgung nachhaltig umzustellen und bis spätestens 2045 eine treibhausgasneutrale Energieversorgung zu erreichen.

Ausgangspunkt ist die veraltete Anlagentechnik, welche auf Erdgas basiert und damit weder den Anforderungen an Energieeffizienz, noch an Klimaschutz genügt. Der aktuelle Wärmeverbrauch des Schwimmbads beträgt rund 1027 MWh pro Jahr, was einem CO₂-Ausstoß von etwa 246 Tonnen entspricht – vergleichbar mit den Emissionen von 33 bis 34 Altbau-Einfamilienhäusern mit Ölheizung.

Im Rahmen des Transformationskonzepts eine technische Lösung entwickelt, welche den CO₂-Ausstoß signifikant reduzieren würde und gleichzeitig die Energieeffizienz steigert.

Das Konzept setzt auf eine Kombination aus Großwärmepumpe und einer Warmwasser-Wärmepumpenkaskade für die Brauchwasseraufbereitung. Dieses Konzept ermöglicht einen hohen Eigenenergieverbrauch durch die Integration der PV-Anlage. Für eine Grundlastabdeckung soll perspektivisch ein Blockheizkraftwerk mit Biogas oder Wasserstoff betrieben werden.

Im Sinne einer ganzheitlichen Dekarbonisierungsstrategie für das Gartenhallenbad ist dieses Projekt ein Leuchtturmvorhaben für die Gemeinde Enger.

INHALTSVERZEICHNIS

Administrative Angaben.....	I
Kurzfassung.....	II
Inhaltsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis.....	IV
Vorwort.....	1
1. Ausgangssituation.....	2
1.1 Betrachtung des Gartenhallenbads	2
1.2 Bestandsaufnahme.....	3
2. Aufgabenstellung und Inhalte des Transformationsplans.....	9
2.1 konzeptionelle Lösungen	11
2.2 Integrationsstrategien bis 2045	13
2.3 Wärmepumpen und Photovoltaik Kollektoren.....	14
2.4 Anlagenkonzepte.....	17
3. Empfehlung.....	35
4. Quellenverzeichnis.....	36
5. Anhang.....	37

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Ansicht des Hallenbads.....	2
Abbildung 2: Aufstellung Wärmeerzeuger (Blockheizkraftwerk und Gas Kessel).....	3
Abbildung 3: PV-Ausstattung des Hallenbads	4
Abbildung 4: Wärme- und Gasverbrauch des Gartenhallenbads - 2024 [IWT Hannover]	5
Abbildung 5: Berechnete CO ₂ -Emissionen - Schwimmbad [IWT Hannover].....	6
Abbildung 6: Wärmeverbrauch im Jahresverlauf [IWT Hannover]	7
Abbildung 7: Draufsicht Gartenhallenbad [Google Maps].....	8
Abbildung 8: Belegung der Dachflächen mit PV-Modulen.....	14
Abbildung 9: Wirtschaftlichkeit der PV-Investition und Gesamtlösung, Zeitraum 20 Jahre [IWT Hannover]	16
Abbildung 10: Gegenüberstellung alter zu neuer Anlage [IWT Hannover]	18
Abbildung 11: Bestehende Gaszuleitung mit Kessel und BHKW (links)	18
Abbildung 12: Energieflüsse Bestands-BHKW (oben) und neues BHKW (unten).....	19
Abbildung 13: Gegenüberstellung, Maßnahme Warmwasserbereitung	21
Abbildung 14: Grundriss mit sanitären Anlagen EG	22
Abbildung 15: Trinkwasserzentrale Bestand	23
Abbildung 16: Pufferspeicher der Warmwasserbereitung.....	23
Abbildung 17: Hubboden von 1972	24
Abbildung 18: Kanalführung Umkleidebereich.....	25
Abbildung 19: Kanalführung Hallenbereich	25
Abbildung 20: RLT Umkleidebereich + Nebenräume	26
Abbildung 21: RLT Halle mit 9500m ³ /h	27
Abbildung 22: Lüftungskanalnetz mit Korrosionsschäden	28
Abbildung 23: Konzept der Entkopplung Lüftung Halle.....	29
Abbildung 24: PV Kollektorfeld mit nicht intaktem Blitzschutz	30
Abbildung 25: Generalüberholung Badewassertechnik	31
Abbildung 26: Derzeitige Schaltschranktechnik/ Automatisierung	32
Abbildung 27: Bestehende Beleuchtung über der Halle	33

Abbildung 28: Beleuchtungsberechnung Hallenbad [Dialux]	34
Abbildung 29: Handelsblatt (Ausgabe 16.07.24) (K. Stratmann, Handelsblatt, 2024)	37
Abbildung 30: Darstellung der KWK Lösung	38
Abbildung 31: Wärmekonzept Gartenhallenbad Enger [IWT Hannover]	41

VORWORT

Im Rahmen des Projekts zur Sanierung des Gartenhallenbads hat sich ergeben, dass die bestehende Wärmeerzeugung veraltet ist und aktuellen Anforderungen der Energieeffizienz und Nachhaltigkeit nicht entspricht. Die derzeitige Versorgung basiert auf fossilen Rohstoffen, primär Erdgas, welches sowohl aus ökologischer sowie wirtschaftlicher Sicht nicht zukunftsfähig ist.

Vor diesem Hintergrund soll im Zuge der Sanierungsmaßnahmen eine nachhaltige und ressourcenschonende Wärmeversorgung in Zusammenhang mit einer Eigenstromversorgung etabliert werden. Ziel ist es, durch den Einsatz regenerativer Energieträger und moderner Anlagentechnik eine langfristig klimafreundliche und wirtschaftlich tragfähige Lösung zu schaffen.

Das Transformationskonzept dient als umfassender Leitfaden für die Identifikation und Umsetzung nachhaltiger Maßnahmen. Es wird eine Strategie entwickelt, die eine Reduktion von mindestens 50 % der identifizierten Emissionen innerhalb eines Zeitraums von zehn Jahren ermöglicht.

Wir sind zuversichtlich, dass die erfolgreiche Umsetzung dieses Konzepts nicht nur die Umweltbilanz verbessert, sondern auch die zukunftsorientierte Gemeindeentwicklung nachhaltig stärkt.

Ein rechtherzlicher Dank an alle Projektbeteiligten für die Unterstützung und Realisierung dieses zukunftsweisenden Vorhabens.

Die Zielsetzung besteht darin, eine Klimaneutralität der Gemeinde bis 2045 zu erreichen.

1. AUSGANGSSITUATION

1.1 BETRACHTUNG DES GARTENHALLENBADS

Die Wirtschaftsbetriebe Stadt Enger plant die Erstellung und Umsetzung der eigenen Transformation hin zur Neutralität seiner Treibhausgase. Das Konzept beinhaltet die Darstellung der längerfristigen Dekarbonisierungsstrategie der Gemeinde.



Abbildung 1: Ansicht des Hallenbads

Im Rahmen des Transformationskonzeptes soll eine Dekarbonisierungsstrategie für die Wärmeversorgung entwickelt werden, um eine Treibhausgasneutralität bis spätestens 2045 zu erreichen.

Zur Erstellung dieses Transformationsplans für das bestehende System wird externe Unterstützung benötigt.

1.2 BESTANDSAUFNAHME

Erhoben und dokumentiert werden die physischen Gegebenheiten, die Funktionen und die technischen Gegebenheiten und Rahmenbedingungen.

Die Anlage zur Wärmeerzeugung befindet sich in der in der Heizungszentrale des Schwimmbades.

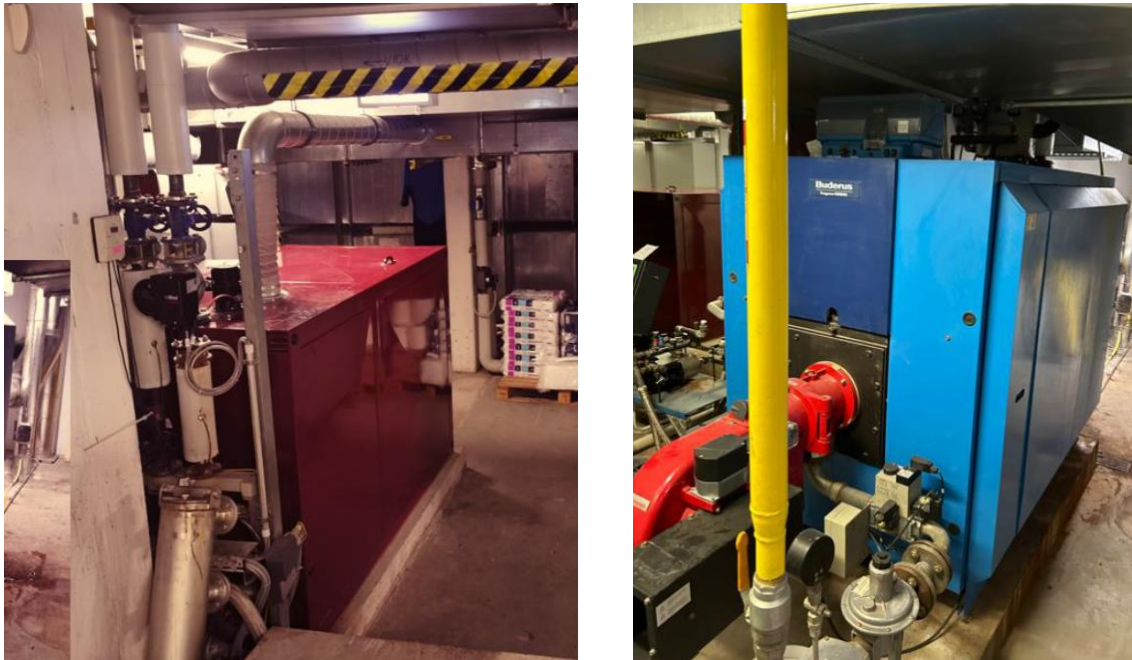


Abbildung 2: Aufstellung Wärmeerzeuger (Blockheizkraftwerk und Gas Kessel)

Die Anlage der Abbildung 2 besteht aus einem Buderus GE615 Gas Kessel, sowie einem Blockheizkraftwerk (BHKW). Beide Geräte arbeiten auf der Basis von Erdgas, welches von dem örtlichen Energieversorger bereitgestellt wird.

Zu derzeitigem Stand besitzt der Gas Kessel eine Leistung von etwa 700 kW, welche zu dem aktuellen Zeitpunkt als überdimensioniert eingestuft wird.

Hier wurde eine sehr hohe Gleichzeitigkeit im Aufheizbetrieb einberechnet, die aus heutigen Gesichtspunkten der Nachhaltigkeit nicht mehr zeitgemäß sind.



Abbildung 3: PV-Ausstattung des Hallenbads

Das Dach des Hallenbads (Abbildung 3) ist großflächig mit einem PV-Kollektorfeld ausgestattet.

Diese Anlage stellt eine PV-Generatorleistung von rund 80 kWp auf einer Fläche von 350 m² zur Verfügung.

Damit leistet diese einen bedeutenden Beitrag zur Eigenstromversorgung des Standorts und kann perspektivisch ebenfalls für die Energieversorgung eingebunden werden. An dieser Stelle wäre ein Verbund mit einer Wärmepumpe denkbar und im energetischen Sinne sinnvoll.

Durch die Nutzung des erzeugten PV-Stroms vor Ort wird ein hohes Einsparpotenzial der Energiekosten und eine aktive Reduzierung der CO₂-Emission ermöglicht. Im Sinne des ganzheitlich nachhaltigen Ansatzes ist die Photovoltaik-Anlage somit ein zentraler Baustein der zukünftigen energetischen Versorgung des Schwimmbads.

TECHNISCHE KENNZAHLEN DER ÜBERGABESTATIONEN

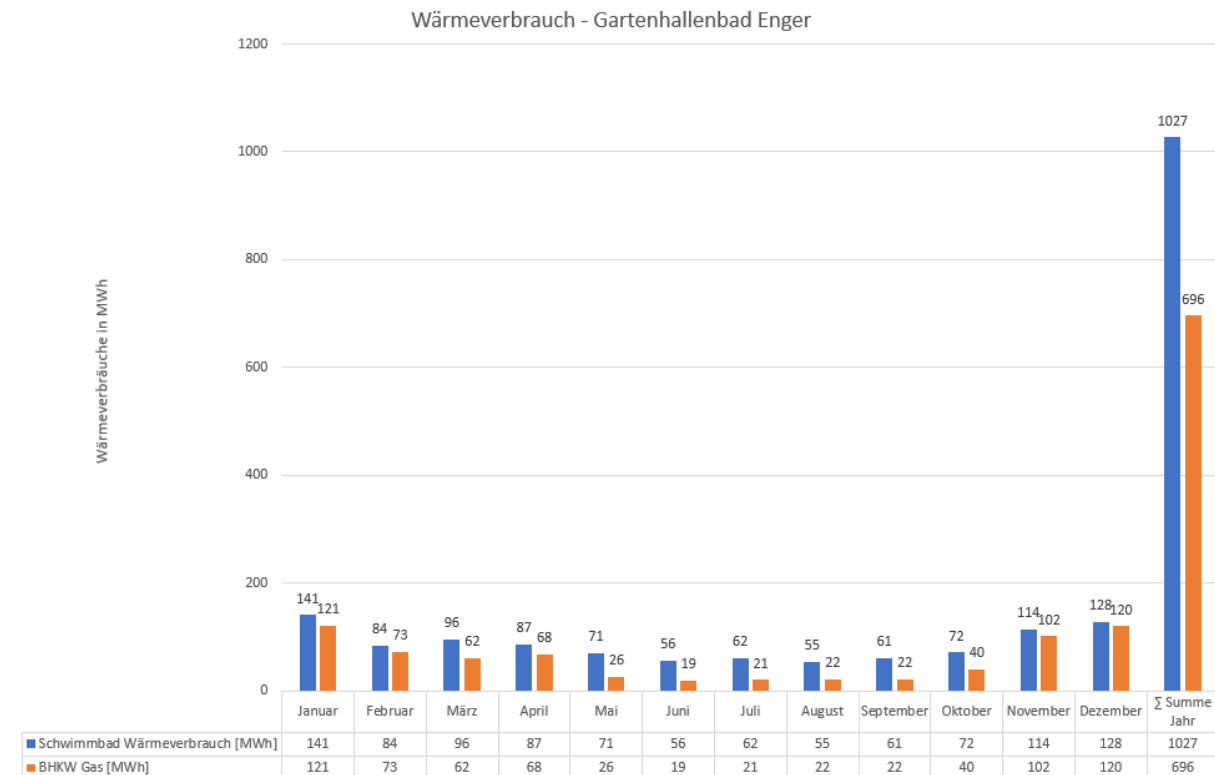


Abbildung 4: Wärme- und Gasverbrauch des Gartenhallenbads - 2024 [IWT Hannover]

Der spezifische Verbrauch wurde für das Jahr 2024 ermittelt. Das Schwimmbad weist einen gesamten Wärmeverbrauch von 1027 MWh auf, davon werden ca. 700 MWh über das Gas BHKW und die übrigen 327 MWh über den Gas Kessel verbraucht.

Diese Daten wurden mittels Zähler erhoben und werden vom Betriebspersonal in einem Lastprofil zusammengefasst.

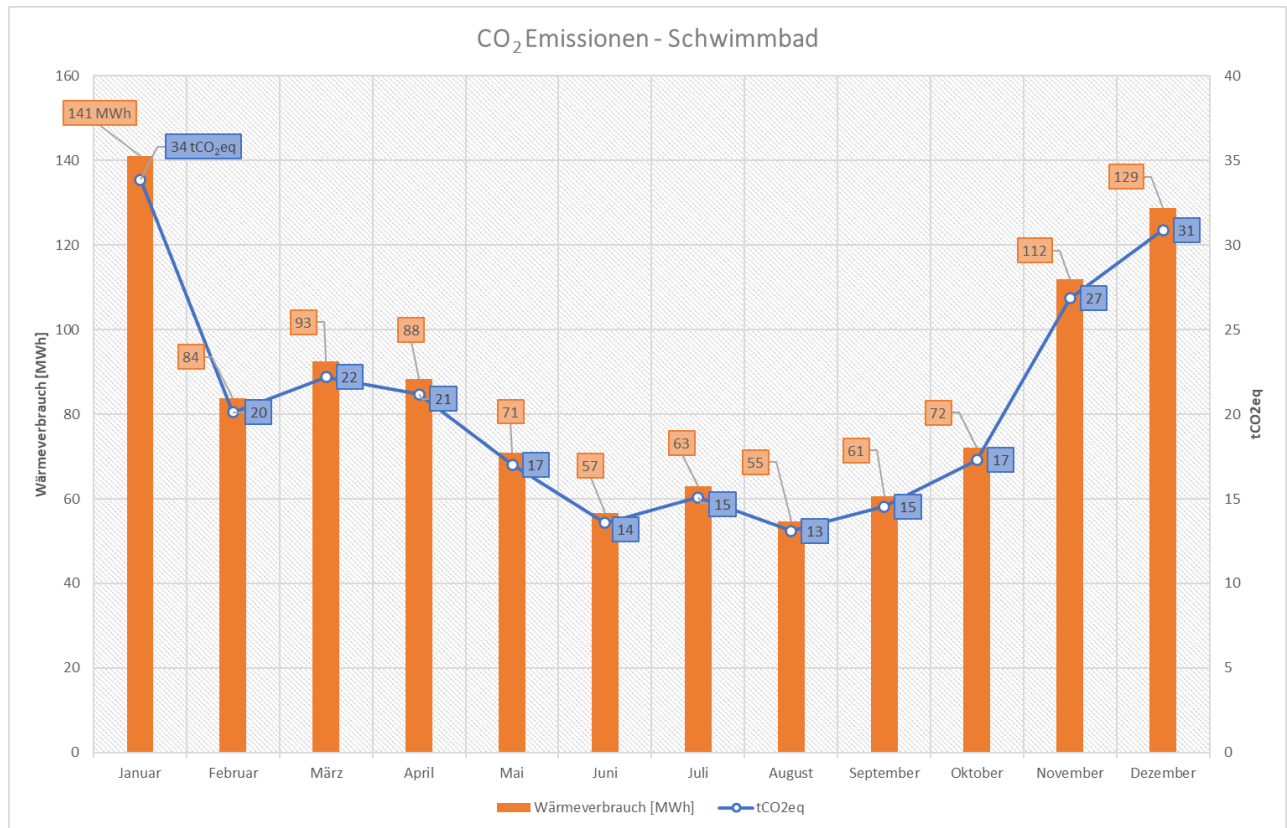


Abbildung 5: Berechnete CO₂-Emissionen - Schwimmbad [IWT Hannover]

Die Abbildung 5 zeigt die CO₂-Emissionen des Schwimmbades auf. Die Berechnung erfolgte über den Heizwertfaktor (10,42 kWh/m³) und den CO₂-Faktor (0,24 kg/kWh), welche mit dem Brennstoffverbrauch 2024 verrechnet wurden.

Aus der Rechnung resultierten 246 tCO₂-eq., welches etwa gleichzusetzen ist mit 33 bis 34 Altbau-Häusern mit einer Ölheizung. Für diese Berechnung wurde lediglich der Wärmeanteil berücksichtigt, der Stromanteil wurde nicht betrachtet.

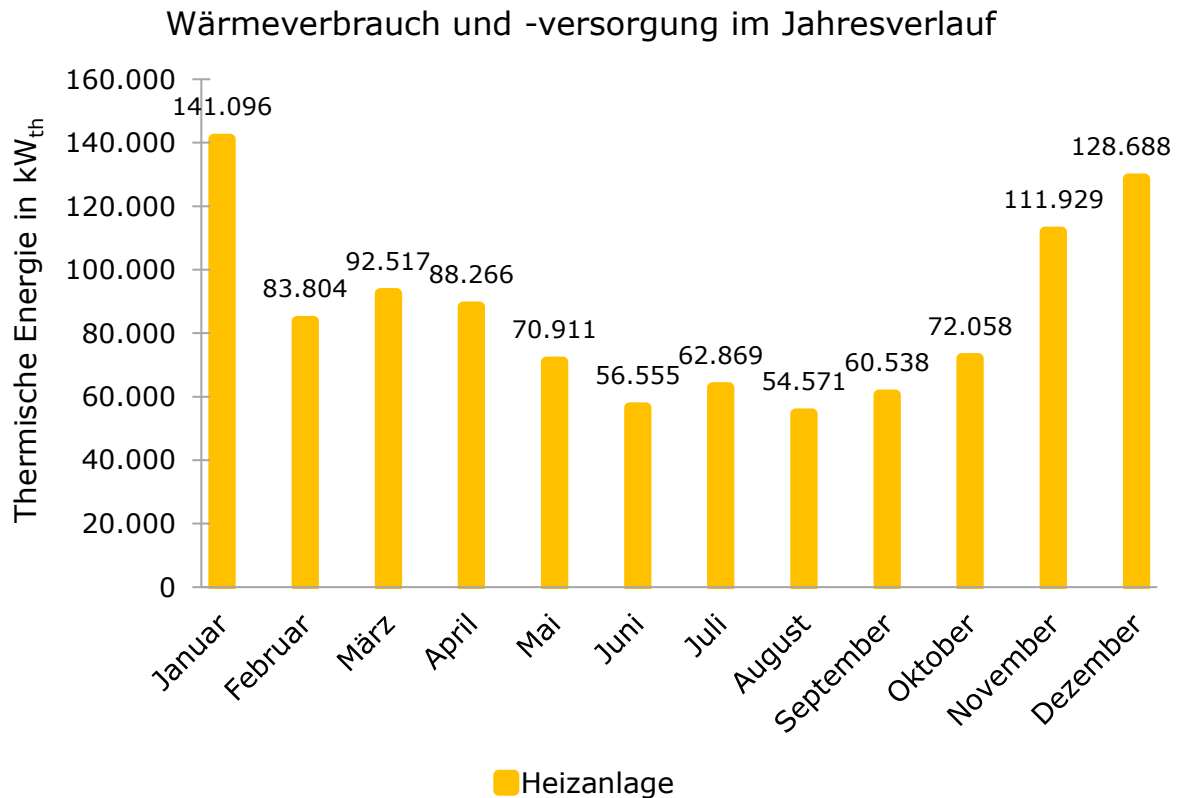


Abbildung 6: Wärmeverbrauch im Jahresverlauf [IWT Hannover]

Über den Wärmeverbrauch (siehe Abbildung 6) wird der Leistungsbedarf des Schwimmbeckens auf Basis der Nutzungszeit dargestellt.

Das vorliegende Diagramm zeigt den monatlichen Wärmeverbrauch und die Aufteilung der Wärmeversorgung im Gartenhallenbad Enger für das Jahr 2024. Dabei wird deutlich, dass das bestehende Blockheizkraftwerk (BHKW) über das gesamte Jahr hinweg einen relativ konstanten Anteil an Wärme liefert, der bei etwa 55.000 bis 80.000 kWh pro Monat liegt.

Der Gesamtwärmebedarf schwankt dagegen stark: Im Januar liegt er bei rund 141.000 kWh, während er in den Sommermonaten (z. B. Juli) nur etwa 55.000 kWh beträgt. Besonders auffällig ist, dass in den Wintermonaten der Großteil der benötigten Wärme – im Januar etwa 141.000 kWh – nicht vom BHKW, sondern von der zusätzlichen Heizungsanlage (z. B. Gas-Spitzenlastkessel) gedeckt werden muss.

In den wärmeren Monaten sinkt dieser Zusatzbedarf deutlich, bleibt aber bestehen.

Die Kernaussage ist daher: Das BHKW deckt im Jahresverlauf nur einen kleinen Grundlastanteil von etwa 10–20 % des Wärmebedarfs, während die restlichen 80–

90 % über die Heizanlage abgedeckt werden, insbesondere in den kalten Monaten, wo der Gesamtverbrauch stark ansteigt.

Durch diese Effizienzmaßnahmen ergibt sich eine niedrige thermische Anschlussleistung im Grundlastbereich, wie an der breiten Ausdehnung der Bestandskesselleistung über viele Stunden im Jahr zu erkennen ist.

Gleichzeitig zeigt die Grafik, dass es zu Leistungsspitzen (Peaks) kommt – beispielsweise an kalten Novembertagen – bei denen eine deutlich höhere thermische Anschlussleistung erforderlich ist. Diese Spitzen müssen in der weiteren Herangehensweise unbedingt berücksichtigt werden, um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten.



Abbildung 7: Draufsicht Gartenhallenbad [Google Maps]

Die obige Abbildung 7 zeigt exemplarisch die Lage der Bestandsgebäude.

Die Kennzahlen aus der Abbildung 4 verdeutlichen den Wärmebedarf des Lehrschwimmbads, was für die Planung und den Betrieb der Anlagen essenziell ist. Die Berücksichtigung der berechneten Wärmebedarfszahlen gewährleistet eine effiziente Energieplanung und -nutzung für das gesamte Schwimmbad.

2. AUFGABENSTELLUNG UND INHALTE DES TRANSFORMATIONSPLANS

Die Reduzierung des Erdgasverbrauchs in öffentlichen Einrichtungen wie Schwimmbädern und Schulen ist ein wesentlicher Schritt zur Erreichung der Klimaziele und zur Förderung der Nachhaltigkeit.

Angesichts der zunehmenden Bedeutung von erneuerbaren Energien und der Notwendigkeit zur Verbesserung der Energieeffizienz wurden verschiedene Förderprogramme ins Leben gerufen. Darunter die EU-Förderung (EFRE). Dieses Programm unterstützt Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz und zur Nutzung erneuerbarer Energien in öffentlichen Gebäuden und Anlagen.

Dieses Konzept zur Transformation des Energieverbrauches eines Schwimmbades soll nicht nur den Erdgasverbrauch erheblich reduzieren, sondern auch den Einsatz erneuerbarer Energien und effizienter Technologien maximieren. Die Ziele des Konzeptes sind es, die Umweltbelastungen zu minimieren, die Betriebskosten zu senken und Vorbildfunktionen in der Energiepolitik zu übernehmen.

1. ZIELE DES KONZEPTES

- Reduzierung des Primärenergiebedarfs von mindestens 50% durch den Einsatz von erneuerbaren Energien und energieeffizienter Technologien.
- Verbesserung der Energieeffizienz aller technischen Anlagen des Schwimmbades.
- Förderung nachhaltiger Energiequellen wie beispielsweise die Photovoltaik

2. TECHNISCHE MAßNAHMEN

2.1 OPTIMIERUNG DER HEIZUNGSANLAGEN

- Installation von Wärmepumpen, die Energie aus der Umgebungsluft oder dem Erdreich nutzen.
- Einsatz von Wärmerückgewinnungssystemen aus Abluft zur Vorwärmung des Wassers.

2.2 PHOTOVOLTAIK

- Nutzung von Photovoltaikanlagen zur Erzeugung von Strom für den Energieverbrauch.

2.3 ISOLIERUNG

- Verbesserung der Isolierung von Rohrleitungen und Heizungsanlagen zur Reduzierung von Wärmeverlusten und um Schutz vor Schweißwasserbildung zu gewährleisten.
- Dämmung der Warm- sowie Kaltwasserleitungen.

3. BETRIEBSOPTIMIERUNG UND VERHALTENSÄNDERUNGEN

3.1 ENERGIE- UND WÄRME-MANAGEMENT

- Implementierung intelligenter Steuerungssysteme zur Optimierung der Heizungszeiten.

4. NUTZUNG VON FÖRDERMITTELN

- Nutzung der EU-Förderung (EFRE) für energieeffiziente Gebäude und Anlagen.

FAZIT

Durch eine ganzheitliche Konzepttransformation, die technische Optimierungen, Nutzung erneuerbarer Energien und Verhaltensänderungen umfasst, kann der Erdgas-/ Stromverbrauch signifikant reduziert werden.

Damit sollen veraltete Anlagen modernisiert, der Energieverbrauch gesenkt und ein aktiver Beitrag zum Klimaschutz im kommunalen Bereich geleistet werden.

2.1 KONZEPTIONELLE LÖSUNGEN

Kraft-Wärme-Kopplung:

Im Rahmen der energetischen Sanierung bietet die Kombination aus einem BHKW (Blockheizkraftwerk) und einer groß dimensionierten Luft-Wasser-Wärmepumpe eine besonders wirtschaftliche und nachhaltige Lösung zur Wärme- und Stromversorgung der Liegenschaften. Das BHKW arbeitet nach dem Prinzip der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und erzeugt gleichzeitig Strom und nutzbare Wärme mit einem Gesamtwirkungsgrad von bis zu 90 %. Durch die Nutzung der entstehenden Abwärme direkt vor Ort wird ein besonders effizienter Energieeinsatz erreicht. Der erzeugte Strom kann vorrangig in den eigenen Gebäuden genutzt werden, wodurch sich die laufenden Energiekosten deutlich senken lassen.

Die in das System integrierte Leistungsstarke Luft-Wasser-Wärmepumpe dient vorrangig der Deckung der Spitzenlast. Sie nutzt die Umgebungsluft als regenerative Energiequelle und arbeitet im Betrieb emissionsfrei. In Kombination mit einer bestehenden oder geplanten Photovoltaikanlage kann der Strombedarf der Wärmepumpe weitgehend durch lokal erzeugte Energie gedeckt werden, was sowohl die Umweltbilanz als auch die Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems verbessert. Während das BHKW insbesondere in den Morgen- und Abendstunden oder im Winterhalbjahr zuverlässig Wärme und Strom liefert, sorgt die Wärmepumpe tagsüber für eine effiziente Wärmeversorgung – ideal abgestimmt auf den typischen Nutzungsrhythmus öffentlicher Einrichtungen.

Die Kombination der Kraft-Wärme-Kopplung, Wärmepumpe und Photovoltaik ermöglicht eine intelligente Lastverteilung, einen hohen Eigenverbrauchsanteil und reduziert die Abhängigkeit von externen Energieversorgern. Zudem erfüllt sie zentrale Anforderungen für Förderprogramme und leistet einen messbaren Beitrag zur Erreichung kommunaler Klimaschutzziele. Das hybride Energiesystem ist somit eine zukunftsfähige, wirtschaftliche und umweltfreundliche Lösung für die Wärmeversorgung im Bestand.

Warmwasser-Wärmepumpen:

Der Einsatz einer Warmwasser-Wärmepumpe mit Außenluft als Wärmequelle stellt eine besonders energetisch sinnvolle Lösung für die Warmwasseraufbereitung dar, insbesondere in den Sommermonaten.

Eine solche Wärmepumpe nutzt die in der Umgebungsluft vorhandene Wärme und wandelt sie mit Hilfe eines elektrisch betriebenen Verdichters in nutzbare Wärme für das Brauchwasser um. Dabei erreicht sie sehr hohe Effizienzwerte, da pro eingesetzter Kilowattstunde Strom oft drei bis vier Kilowattstunden Wärme bereitgestellt werden können. Im Sommer profitiert die Wärmepumpe zusätzlich davon, dass die Außenluft höhere Temperaturen aufweist, was die Effizienz des Prozesses weiter steigert.

Besonders interessant wird diese Technik in Kombination mit einer Photovoltaikanlage. Der im Sommer reichlich produzierte PV-Strom kann direkt vor Ort genutzt werden, um die Wärmepumpe zu betreiben. Dadurch wird die Warmwasserbereitung nicht nur nahezu CO₂-frei, sondern es wird auch der Eigenverbrauchsanteil des PV-Stroms erhöht, was die Wirtschaftlichkeit der Gesamtanlage verbessert.

Gleichzeitig entlastet diese Lösung die konventionelle Heizungsanlage, die ohne Wärmepumpe auch in den Sommermonaten allein für die Warmwasserbereitung laufen müsste – und dies oft mit schlechter Effizienz und hohen Stillstandsverlusten.

Zusammengefasst bietet der Einsatz einer Warmwasser-Wärmepumpe mit Außenluft und PV-Strom eine besonders energieeffiziente, wirtschaftliche und klimafreundliche Möglichkeit, den Warmwasserbedarf, insbesondere im Sommer, zu decken und gleichzeitig fossile Brennstoffe einzusparen.

Frischwasserstation:

Ein KTS (Kompetenz-Trinkwassersystem) von Kemper mit automatischer Hygienespülung verbessert die Trinkwasserqualität, indem es gezielt gegen Stagnationswasser in der Trinkwasserinstallation vorgeht – einer der Hauptfaktoren für mikrobielles Wachstum wie Legionellen. Das System überwacht kontinuierlich Parameter wie Temperatur, Durchfluss und Nutzungsfrequenz. Wird festgestellt, dass einzelne Leitungsabschnitte über einen definierten Zeitraum hinweg nicht genutzt wurden, führt das System automatisch eine Hygienespülung durch. Dadurch wird stehendes Wasser durch frisches Trinkwasser ersetzt, wodurch das Risiko mikrobieller Verkeimung deutlich reduziert wird.

Zudem sorgt das KTS dafür, dass die vorgeschriebenen Temperaturgrenzen eingehalten werden: Warmwasser bleibt über 55°C, Kaltwasser unter 25°C – beides entscheidend zur Vermeidung von Legionellenvermehrung. Die Spülungen können sowohl Zeitgesteuert, als auch ereignisgesteuert erfolgen. Moderne Systeme sind mit der Gebäudeleittechnik vernetzbar und dokumentieren alle Spülvorgänge sowie Temperaturverläufe digital, was nicht nur die Betriebssicherheit erhöht, sondern auch die Einhaltung gesetzlicher Vorgaben wie der Trinkwasserverordnung oder der VDI 6023 nachweisbar macht.

2.2 INTEGRATIONSSTRATEGIEN BIS 2045

Wärmepumpen: Kurzfristig sollten Wärmepumpen ins bestehende System installiert werden. Mittelfristig wird deren Ausbau und Optimierung verfolgt, um langfristig eine maximale Nutzung und Integration in neue Anlagen zu erreichen.

Zukunftsfähiges Blockheizkraftwerk: Das Bestands-BHKW soll durch ein neues BHKW ersetzt werden, dass perspektivisch auch mit Wasserstoff oder Biogas betrieben werden kann und in Kombination mit einer Großwärmepumpe eine effiziente Kraft-Wärme-Kopplung ermöglicht.

Photovoltaik-Kollektoren: Kurzfristig sollen die bestehenden Kollektoren auf Dachflächen weiterhin genutzt und eingebunden werden. Mittelfristig erfolgt eine Erweiterung auf weitere Gebäudeteile, mit dem Ziel einer vollständigen Integration und maximalen Stromerzeugung langfristig zu gewähren.

Austausch der Raumluftechnischen Anlagen: Die Bestands-RLT-Anlage von Menerga mit einer Luftleistung von 9.000 m³/h übernimmt auch die Entfeuchtung der Umkleiden. Besonders in den Sommermonaten ist hier eine hohe Laufleistung erforderlich, was mit einem entsprechend erhöhten Stromverbrauch einhergeht. Die Anlage ist stark veraltet und erfüllt zudem nicht die geforderten 74 % Wärmerückgewinnung. Auch die separate RLT-Anlage für die Umkleiden weist ähnliche energetische Defizite auf. Aus energetischer Sicht sind beide Anlagen durch moderne, effiziente RLT-Geräte zu ersetzen.

Installation von LED-Leuchten in der Halle: Darüber hinaus sollen in der Halle energieeinsparende LED-Strahler zum Einsatz kommen, um den Stromverbrauch der Beleuchtung deutlich zu senken.

2.3 WÄRMEPUMPEN UND PHOTOVOLTAIK KOLLEKTOREN

Das Einbringen der PV-Kollektoren bietet das Nutzen von erneuerbarer und Kosteneffektiver Energie.



Abbildung 8: Belegung der Dachflächen mit PV-Modulen

Die freien Dachflächen des Gartenhallenbads können mit weiteren PV-Modulen belegt werden, um diese effektiv für die Gewinnung von Strom zum Eigenverbrauch zu nutzen. Über die Belegung der freien Dächer würde sich eine PV-Leistung von 105 kWp ermöglichen lassen.

Über diese PV-Module kann die geplante Großwärmepumpe betrieben werden, um möglichst viel Klimafreundliche Energie zu erzeugen und die CO₂-Emissionen des Bades weiter zu senken.

2.1 MAßNAHME WÄRMEPUMPE UND PHOTOVOLTAIK KOLLEKTOREN

Zur Unterstützung des neuen Heizungssystems eignen sich Wärmepumpen. Der direkte Anschluss von der PV-Anlage ermöglicht einen klimaneutralen Betrieb mit grünem Strom. Somit werden Energie und Ressourcen erspart.

EINSPARPOTENTIAL WÄRMEPUMPE

Bei dem Einsparpotential wurde mit den Wärmepumpen von der Firma 2G als Referenz gerechnet. Bei der Annahme das 300 MWh des Wärmebedarfs der Abbildung 4 auf den Gas Kessel fallen, welcher durch die Wärmepumpe ersetzt werden soll, erhalten wir den Gesamtwärmebedarf der Wärmepumpe von 300.000 kWh. Anschließend

konnte mit einem COP von 3,66 berechnet werden, wie viel elektrische Energie benötigt wird, um 300.000 kWh Wärme bereitzustellen:

$$\text{Benötigte elektrische Energie (kWh)} = \frac{\text{Gesamtwärmebedarf (kWh)}}{\text{COP}}$$

Bei einem COP von 3,66:

$$\frac{300.000 \text{ kWh}}{3,66} = \sim 82.000 \text{ kWh}$$

Ohne die Wärmepumpe müsste die gesamte Wärmeenergie von einem anderen, weniger effizienten Heizsystem erzeugt werden, was in der Regel den gesamten Wärmebedarf von 300 MWh an Energie kosten würde. Durch die Wärmepumpe wird, die oben berechnete, elektrische Energie benötigt (82.000 kWh). Die Einsparungen sind die Differenz zwischen dem ursprünglichen Energiebedarf und der für die Wärmepumpe benötigte Energie.

$$\text{Kosten Wärmepumpenbetrieb} = 82.000 \text{ kWh} \times 0,345 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 28.290 \text{ €}$$

Die PV-Anlage besitzt eine Gesamtleistung von ~ 185 kWp und kann somit vollständig die benötigte Energie für die Wärmepumpe bereitstellen. Die PV-Anlage würde einen Ertrag von 179.500 kWh erbringen.

Da der Ertrag der PV-Anlage höher liegt als der Strom, welcher der Wärmepumpe zugeführt werden muss, werden die 28.290 € durch den Eigenverbrauch des Stroms eingespart.

Folglich kann die der Überschussstrom durch den Verbund der beiden Systeme berechnet werden. Für die Berechnung der Einspeisevergütung wurde mit einem Strompreis von 0,6 €/kWh gerechnet:

$$\text{Überschussstrom} = 179.500 \text{ kWh} - 82.000 \text{ kWh} = 97.500 \text{ kWh}$$

$$\text{Einspeisevergütung} = 97.500 \text{ kWh} \times 0,6 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} = 58.500 \text{ €}$$

Somit würde sich durch den Einsatz einer Wärmepumpe in Kombination mit der PV-Anlage ein Einsparpotential von 28.290 € bei einem Strompreis von 0,345 €/kWh pro Jahr ergeben. Zuzüglich wäre eine Einspeisevergütung von 58.500 € Erlös erzielbar.

$$\text{Wirtschaftlicher Gesamtertrag} = 28.290 \text{ €} + 58.500 \text{ €} = 86.790 \text{ €}$$

Der wirtschaftliche Gesamtertrag pro Jahr beträgt in diesem Fall rund 87.000 €.

ANNAHMEN FÜR DIE WIRTSCHAFTLICHKEIT

- Kosten neuer PV-Anlage: 89.599 € (850€/kWp)
- Gesamtinvestition: 722.191 € (PV, KWK, WP)
- Jährlicher Ertrag: 37.590 € (Einsatz WP und neue PV-Module)

Mittels dieser Angaben konnte nach Berechnung der VDI 2067 die Wirtschaftlichkeit der neuen Anlagenbestandteile berechnet werden:

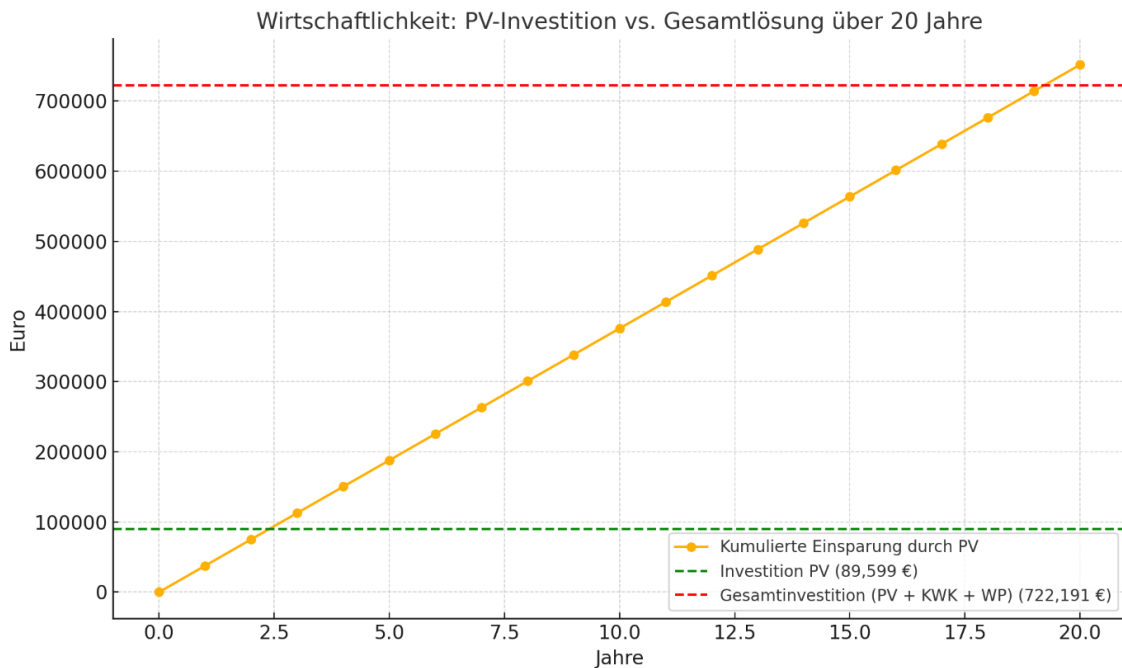


Abbildung 9: Wirtschaftlichkeit der PV-Investition und Gesamtlösung, Zeitraum 20 Jahre [IWT Hannover]

Der Amortisationszeitraum (siehe Abbildung 9) wurde linear und ohne Zinsen dargestellt. Die gesamte Amortisation der Anlage beträgt 19,5 Jahre, wobei sich die neue PV-Anlage nach 2,4 Jahren amortisiert. Nach der VDI 2067 ist die Anlage wirtschaftlich und zudem sehr nachhaltig, da diese eine hohe Eigenstromversorgung durch den gewonnenen Solarstrom bereitstellt.

FAZIT

Durch die Kombination der 185 kWp PV-Anlage und der Großwärmepumpe (COP 3,66) ergibt sich ein sehr hoher Eigenverbrauchsanteil, ein niedriger Netzstrombedarf, hohe Stromkosteneinsparungen sowie Zusatzerlöse durch die Einspeisung und ein starker Klimaschutzeffekt durch die hohe CO₂-Reduktion (300 MWh Wärme durch produzierten Ökostrom).

2.4 ANLAGENKONZEPTE

Vorgesehen für das Konzept sind folgende Anlagenanpassungen:

- Neue Wärmeerzeugungsanlagen im Rahmen einer Kraftwärmekopplung mit Großwärmepumpe
- Warmwasser-Wasser-Wärmepumpe für eine ideale Kopplung mit den PV-Modulen
- Erneuerung des Hubbodens für die Sicherstellung der Barrierefreiheit
- Neue Raumluftechnische Anlagen Halle + Umkleiden sowie Entkopplung für die Entfeuchtung
- LED-Leuchten für die Hallenbeleuchtung
- Erneuerung Blitzschutz
- Generalüberholung Badewassertechnik
-

1. BHKW MIT WÄRMEPUMPE: KRAFT-WÄRME-KOPPLUNG

Vorgesehen sind für das erste Konzept:

- PV-Kollektoren Bestand
- Großwärmepumpe von 2G
- Ein auf Wasserstoff oder Biogas umstellbares BHKW

Die geplante BHKW-Technologie ermöglicht eine (spätere) flexible Umstellung auf Biogas oder Wasserstoff, ohne größere Anpassungen zu benötigen. Es wird ein effizienter Mischbetrieb durch die Großwärmepumpe bereitgestellt, welcher es ermöglicht, während der Umstellungsphase eine kontinuierliche Wärmeversorgung bereitzustellen. Um maximale Effizienz und Nachhaltigkeit zu gewährleisten, kann die Großwärmepumpe als Hybridsystem mit der Photovoltaikanlage der Halle betrieben werden.



Die Kraft-Wärme-Kopplung ermöglicht eine gleichzeitige Erzeugung von Wärme und Strom und besitzt einen Ausnutzungsgrad von bis zu 90 %. Der Brennstoffverbrauch, sowie der CO₂-Ausstoß können reduziert und die Versorgungssicherheit durch eigene Stromproduktion geleistet werden (siehe Abbildung 10).

Dank der modularen Struktur und leistungsfähigen Komponenten ist eine höhere Auslegung der thermischen Anschlussleistung problemlos möglich.

Die dafür erforderliche Investitionssteigerung wäre gering, da zentrale Systemkomponenten wie die Groß-Wärmepumpe und das BHKW bereits für höhere Lasten ausgelegt werden können.

Betriebszustand	Gasverbrauch (MWh/a)	Stromerzeugung (MWh/a)	Gesamtenergiebedarf (MWh/a)	CO2-Emissionen (T/a)
Erdgas Kessel+ BHKW	1027	180	1027	350
KWK Lösung	350	275	350	70

Abbildung 10: Gegenüberstellung alter zu neuer Anlage [IWT Hannover]



Abbildung 11: Bestehende Gaszuleitung mit Kessel und BHKW (links)

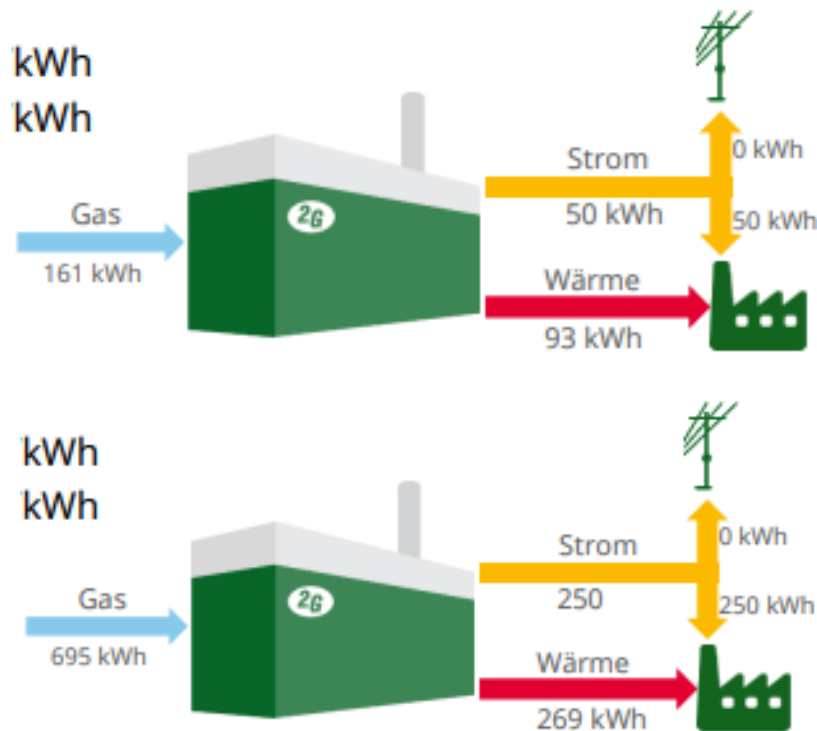


Abbildung 12: Energieflüsse Bestands-BHKW (oben) und neues BHKW (unten)

Abbildung 12, verdeutlicht die Energieflüsse der BHKWs (Bestands-BHKW oben und neues BHKW unten) und ermöglicht einen Vergleich der beiden Geräte.

Das Bestands-BHKW liefert für das Gebäude 50 kWh elektrische- und 90 kWh thermische Leistung bei einem Gasaufwand von 160 kWh. Das neue BHKW liefert bei einem Gasaufwand von rund 700 kWh etwa 270 kWh thermische- und 250 kWh elektrische Leistung.

Das BHKW im Bestand weist eine niedrigere Leistung auf und der zusätzliche Gaskessel muss für höhere Lasten öfter eingeschaltet werden, um diese decken zu können. Dies führt zu erhöhten Schaltvorgängen des BHKW – und somit zu einer niedrigeren Effizienz.

Der Vorteil des neuen BHKW ist, dass dieses größer dimensioniert ist und dadurch höheren Bedarf des Bads abdecken kann. Das BHKW läuft in diesem Fall über längere Zeiten im Betrieb und durchläuft weniger Schaltvorgänge wodurch dieses effizienter wird als das Bestands-BHKW. Die höhere Effizienz und der bessere Wirkungsgrad machen das neue BHKW attraktiver, da dieses weniger Energieverluste mit sich bringt. Weiterhin kann die Versorgung durch das BHKW klimafreundlicher (durch eine Umstellung auf Biogas oder Wasserstoff, oder durch eine Beimischung dieser) gewährleistet werden.

Zusätzlich kann der Primärenergiefaktor (fP) des neuen BHKWs bestimmt werden. Der Primärenergiefaktor gibt an, wie viel Primärenergie verwendet werden muss, um eine bestimmte Menge Endenergie für die Verbraucher bereitzustellen. Für das neue BHKW kann ein Primärenergiefaktor von Null ermittelt werden, da dieses sehr effizient arbeitet und eine sehr große Stromkennzahl besitzt:

$$fP = \frac{(Stromkennzahl + 1) \times fPE, Brennstoff}{el. Wirkungsgrad + th. Wirkungsgrad} - Stromkennzahl \times fStrommix$$

$$fP = \frac{(0,82 + 1) \times 1,1}{(0,397 + 0,483)} - (0,82 \times 2,8) = 0$$

Die anzuwendende Großwärmepumpe soll die Grundlast des Bades abdecken. Dadurch wird (bevorzugt) der vor Ort erzeugte Strom der Photovoltaikanlage verwendet und der Bedarf an Gas kann somit verringert werden, da das BHKW nur in höheren Lastfällen eingesetzt wird. Der Betrieb der Anlage kann durch diese Schaltung ebenfalls klimafreundlicher vorgenommen werden, da ein geringerer Gasverbrauch die CO₂-Emissionen des Bades verringert.

2. WARMWASSER WÄRMEPUMPEN

Der Zusatz zum Wärmekonzept besteht aus folgenden Anlagenteilen:

- PV-Kollektoren Bestand
- 2er-Kaskade-Warmwasser-Wärmepumpen
- Nutzung bestehender großvolumiger Pufferspeicher
- Einsatz einer Sole-Wärmepumpe

Im Gartenhallenbad Enger soll eine Kaskade aus zwei Warmwasser-Wärmepumpen (WWK 301 electronic) installiert werden, die künftig den gesamten Bedarf an Warmwasser für Duschen und Sanitärbereiche effizient decken. Diese Wärmepumpen sollen nicht isoliert arbeiten, sondern in Kombination mit dem Blockheizkraftwerk (BHKW) und der Photovoltaikanlage (185 kWp), welche beide lokal Strom erzeugen. Die Wärmepumpen nutzen dabei bevorzugt den vor Ort erzeugten Strom, sodass der Einsatz von Netzstrom oder fossilen Brennstoffen deutlich reduziert wird.

Besonders im Sommer soll die Kaskade den Großteil der Warmwasserbereitung übernehmen. Während der Heizwärmebedarf (z. B. für Becken- oder Hallenheizung) in dieser Zeit sinkt, bleibt der Bedarf an Warmwasser konstant. Die Wärmepumpen arbeiten dann bei höheren Außentemperaturen mit besonders hoher Effizienz und können fast

vollständig mit PV-Strom betrieben werden, der an sonnigen Tagen reichlich verfügbar ist.

Überschüssiger Solarstrom wird nicht einfach ins Netz eingespeist, sondern gezielt für die Warmwasserbereitung genutzt. Auch der vom BHKW erzeugte Strom kann für die Wärmepumpen verwendet werden, sodass ein maximaler Eigenverbrauch erreicht wird.

Maßnahme Warmwasser-Wärmepumpe	Einsparung
Wärmebedarf vorher (nur Gas)	100.0 MWh
Benötigte elektrische Energie (Wärmepumpe)	27.8 MWh
Primärenergie-Einsparung	72.2 MWh
CO ₂ -Einsparung	14.5 t CO ₂ /Jahr

Abbildung 13: Gegenüberstellung, Maßnahme Warmwasserbereitung

Zusätzlich wird eine Sole-Wärmepumpe eingesetzt, welche es ermöglicht eine Wärmerückgewinnung aus dem Abwasser des Bades umzusetzen. Durch diese Maßnahme wird die, im Abwasser enthaltene, Wärme weitergehend für die Anlage nutzbar gemacht. Die nutzbare Wärme wird auf diese Weise möglichst lang im Bad gehalten und nicht direkt aus der Anlage hinausgeführt.

Diese Maßnahme soll insgesamt zu einer erheblichen Reduzierung des fossilen Energieverbrauchs, einer deutlichen CO₂-Einsparung und einer nachhaltigen Senkung der Betriebskosten beitragen. Sie ist ein zentraler Baustein für die klimafreundliche Energieversorgung des Gartenhallenbads und ein wichtiger Schritt zur Erreichung der Klimaziele der Gemeinde Enger.

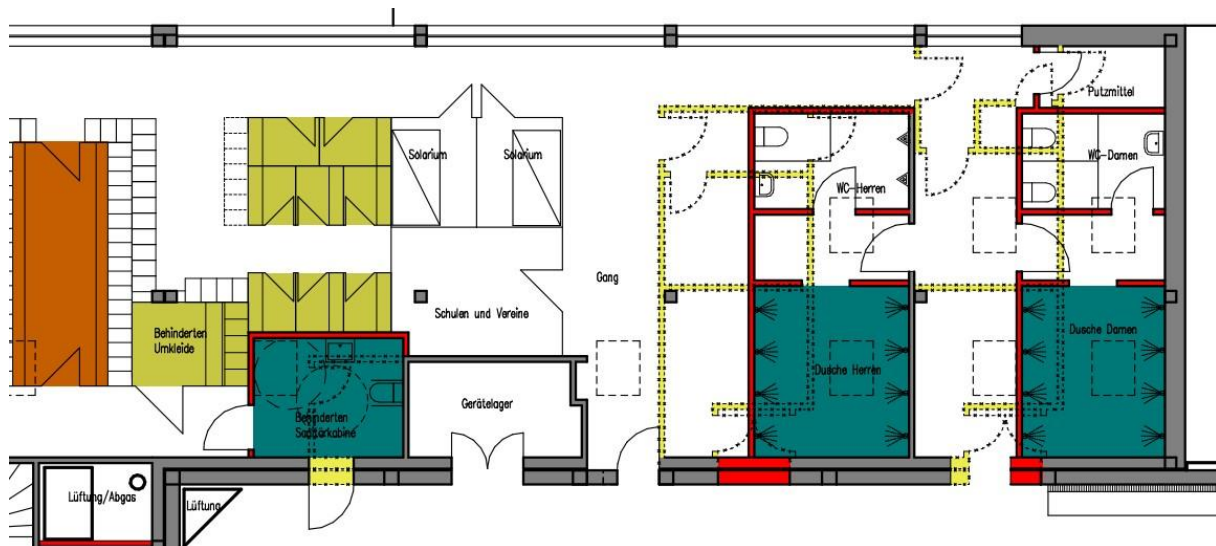


Abbildung 14: Grundriss mit sanitären Anlagen EG

Der dargestellte Grundriss zeigt die Sanitär- und Duschbereiche für Damen und Herren. Für die Herren sind vier Duschen und zwei WC-Kabinen vorgesehen, die räumlich zusammengefasst sind. Ebenso gibt es im Damenbereich vier Duschen und zwei WC-Kabinen, die separat angeordnet sind.

Darüber hinaus ist ein behindertengerechter Umkleide- und Sanitärbereich mit einer eigenen Dusche vorhanden. Allerdings entspricht das Behinderten-WC nicht der aktuellen DIN 18040 und müsste daher überarbeitet werden, um die geltenden Anforderungen an Barrierefreiheit zu erfüllen.

Die Armaturen sind zu erneuern, da die Befestigung dieser nicht mehr intakt sind. Dies würde nicht nur den optischen Gesamteindruck verbessern, sondern auch aus hygienischen Gründen von Vorteil sein.

Die geplanten Maßnahmen umfassen neben den Wärmepumpen die Installation und Inbetriebnahme eines modernen Systems zur Trinkwasser- und Warmwasserbereitung sowie zur Optimierung der Wasserversorgung. Im Mittelpunkt steht eine Frischwasserstation mit einer Leistung von ca. 180 kW, die eine hygienische Warmwasserbereitung im Durchlaufprinzip ermöglicht.



Abbildung 15: Trinkwasserzentrale Bestand



Abbildung 16: Pufferspeicher der Warmwasserbereitung

3. ERNEUERUNG DES HUBBODENS FÜR DIE SICHERSTELLUNG DER BARRIEREFREIHEIT

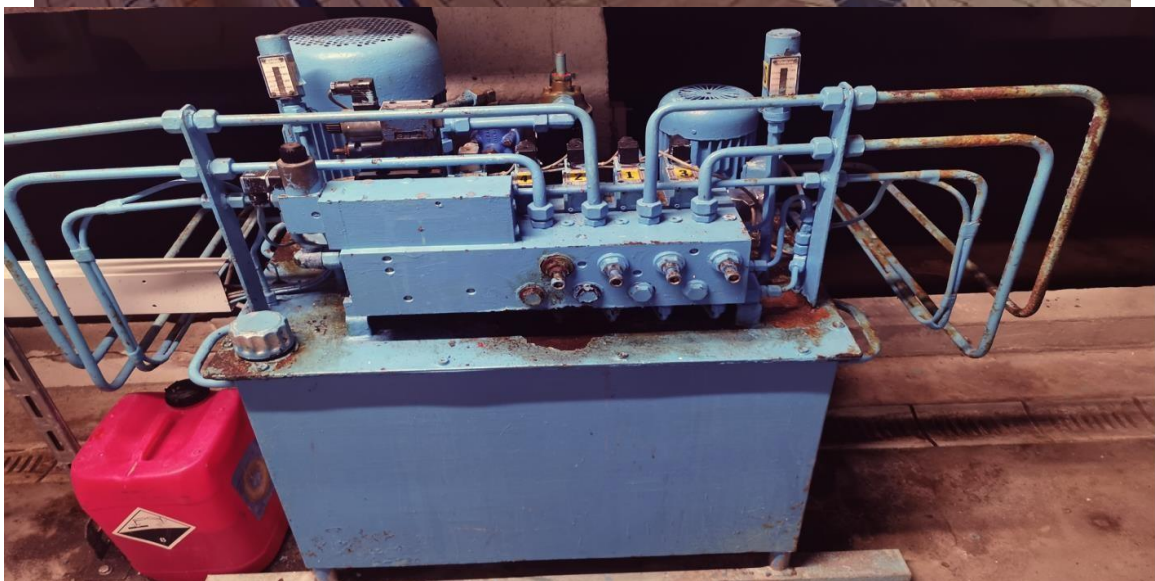


Abbildung 17: Hubboden von 1972

Die Abbildung 17 zeigt einen Hub-Boden in einem Schwimmbecken und die dazugehörige Motorsteuerung der Firma AfB. Es ist offensichtlich, dass der Hubboden aus dem Baujahr 1972 eine Überholung benötigt.

Die Mechanik und Steuerung des Motors weisen altersbedingte Abnutzungen auf, und die Steuerungstechnik sollte ebenfalls überprüft und modernisiert werden, um einen zuverlässigen Betrieb sicherzustellen.

Um diesen inklusiven Anspruch zu erfüllen und den Zugang für alle Nutzergruppen zu gewährleisten, soll im Rahmen der geplanten Maßnahmen eine umfassende Sanierung des bestehenden Hubbodens vorgenommen werden. Diese Sanierung ist notwendig, um sowohl die technischen Anforderungen als auch die aktuellen Standards der Barrierefreiheit zu erfüllen um das Gartenhallenbad langfristig als inklusiven, modernen und einladenden Ort für alle Besucher zu erhalten.

4. AUSTAUSCH DER RAUMLUFTTECHNISCHEN ANLAGEN

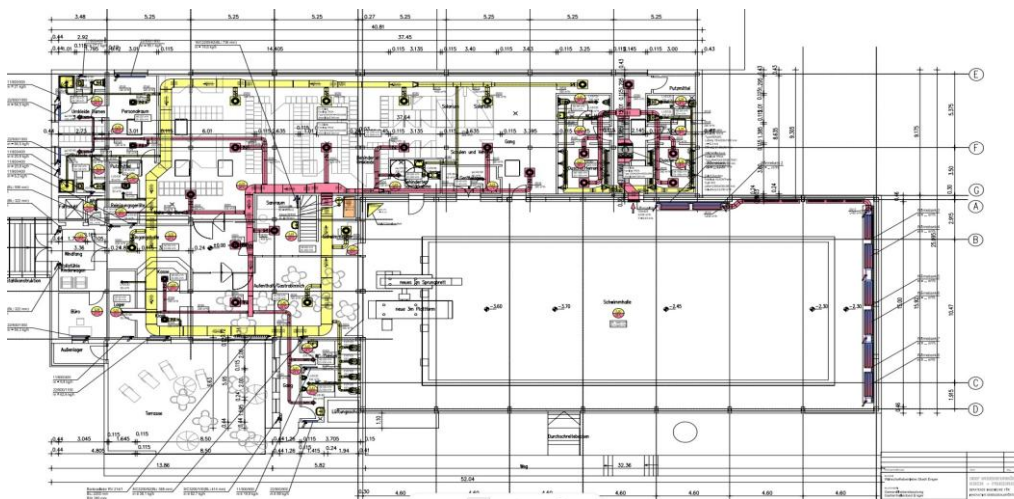


Abbildung 18: Kanalführung Umkleidebereich

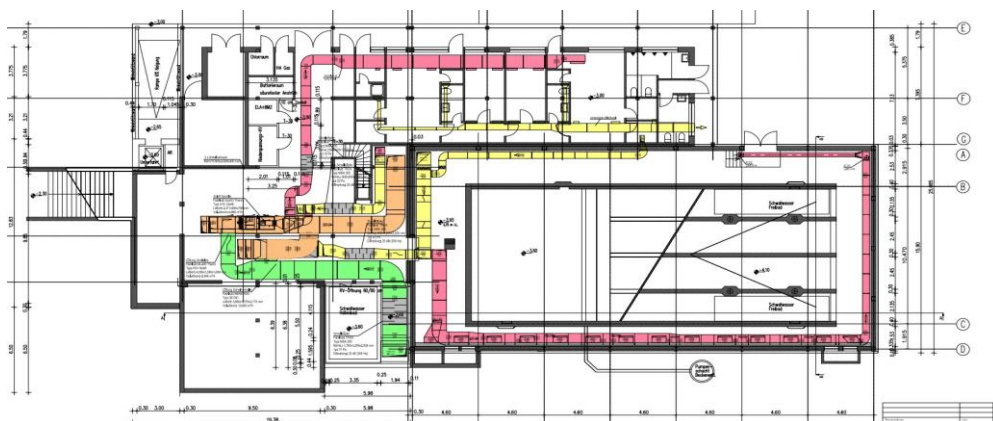


Abbildung 19: Kanalführung Hallenbereich

Die Lüftungskanäle verlaufen durchgehend über die verschiedenen Nebenräume (Umkleiden, Duschen, Technikbereiche) bis in die große Schwimmhalle. Die Systeme sind dabei nicht getrennt oder entkoppelt, sondern miteinander verbunden. Das bedeutet, dass die Entfeuchtungs- und Lüftungsanlage für die Schwimmhalle auch Luftströme über die angrenzenden Nebenräume führt.

Diese Kanalführung gilt es zu entkoppeln und einzelne Kanalstränge zu führen. Durch diese Maßnahme können die Räumlichkeiten voneinander getrennt werden und die klimatischen Anforderungen der Räume bieten somit keine Nachteile für das System. Die Nebenräume erfahren niedrigere Feuchtebelastungen und der Energiebedarf kann gesenkt werden.



Abbildung 20: RLT Umkleidebereich + Nebenräume



Abbildung 21: RLT Halle mit 9500m³/h

Die RLT-Anlage der Schwimmhalle, ein Fabrikat Menerga aus dem Jahr 2005, entspricht nicht mehr den heutigen Standards, insbesondere nicht den Anforderungen des Gebäudeenergiegesetzes (GEG), welches eine Wärmerückgewinnung von mindestens 74 % vorschreibt. Aufgrund ihres Alters und der ineffizienten Technologie bietet der Austausch der Anlage das größte Einsparpotenzial, da eine moderne RLT-Anlage mit effizienter Wärmerückgewinnung sowohl den Energieverbrauch als auch die Betriebskosten erheblich reduziert.

Tabelle 1: Vergleich der RLT-Anlagen

Kriterium	Bestands-RLT	Neue RLT mit Wärmepumpe
Wärmerückgewinnungs-klasse	H3	H1
Rückwärmezahl	68 %	78,3 %
Wärmetauscher-Wirkungsgrad	X	56 %
Zusätzliche Wärmepumpe	Nein	Ja
Kondensatorleistung (Feuchte)	X	17,18 kg/h
Energieeinsparung (geschätzt)	Basisniveau	+15-20 %

Die neue RLT-Anlage (H1) mit integrierter Wärmepumpe spart im Gegensatz zu der alten H3-Anlage jährlich rund 31.000 kWh Heizwärme ein. Das entspricht rund 3% des gesamten Wärmeverbrauchs – allein durch die verbesserte Wärmerückgewinnung der Lüftung.



Abbildung 22: Lüftungskanalnetz mit Korrosionsschäden

Im Zuge des geplanten Austauschs beider RLT-Anlagen aus dem Jahr 2005 wäre auch eine Sanierung des dazugehörigen Kanalnetzes sinnvoll. Insbesondere durch den Einsatz moderner Dämmmaterialien könnten hier zusätzliche Energieeinsparungen erzielt werden.

Eine Erneuerung des Kanalnetzes in Kombination mit neuen, energieeffizienten RLT-Anlagen würde die Gesamteffizienz des Systems erheblich steigern und langfristig die Betriebskosten senken.

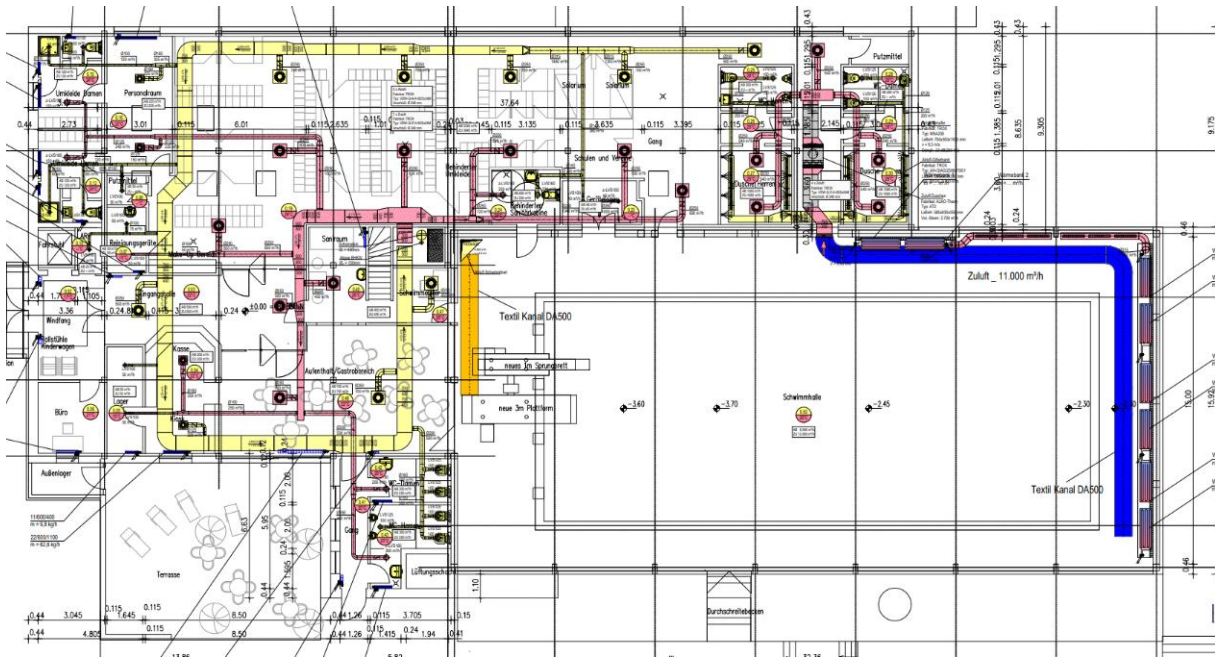


Abbildung 23: Konzept der Entkopplung Lüftung Halle

Das neue Konzept sieht vor, die Zu- und Abluftführung der Schwimmhalle über textile Kanalsysteme zu entkoppeln. Dabei wird die Zuluft gezielt mit einem textilen Kanal (im Plan blau markiert) direkt in die Schwimmhalle eingebracht. Dieses System führt ca. 11.000 m³/h frische Luft ein, die gleichmäßig über die gesamte Hallenfläche verteilt wird. Gleichzeitig wird die Abluft aus der Halle ebenfalls über separate, textile Abluftkanäle (im Plan orange markiert) abgeführt, ohne über die Nebenräume (wie Umkleiden, Duschen oder Technikräume) zu strömen.

5. ERNEUERUNG BLITZSCHUTZ



Abbildung 24: PV Kollektorfeld mit nicht intaktem Blitzschutz

Die Bilder zeigen, dass der äußere Blitzschutz auf dem Dach nicht ausreichend ist und überarbeitet, werden muss.

Die Blitzschutzleitungen sind nicht korrekt angebracht, was den Schutz des Gebäudes beeinträchtigt. Es wird erforderlich sein, neue Fangstangen zu installieren und diese mit HVI-Leitungen (Hochvoltisolierte Leitungen) zu ergänzen. Diese Leitungen müssen ordnungsgemäß mit den Erdungsanlagen im Erdreich verbunden werden, um einen funktionierenden Blitzschutz zu gewährleisten.

Im Rahmen dessen wäre der innere Blitzschutz ebenfalls zu überprüfen.

Zusätzlich sollte überprüft werden, ob weitere Blitzschutzmaßnahmen, wie Potenzialausgleich und Trennungsabstände zu den Solarmodulen, eingehalten werden können. Eine fachgerechte Installation ist essenziell, um sowohl das Gebäude als auch die installierten Solarmodule vor Schäden durch Blitzschlag zu schützen.

5. GENERALÜBERHOLUNG BADEWASSESTECHNIK



Abbildung 25: Generalüberholung Badewassertechnik

Die Badewassertechnik des Gartenhallenbades besteht aus zwei separaten Filterkreisläufen, die eine gemeinsame Chlorgasversorgung nutzen. Abgesehen von dieser Verbindung sind die Systeme vollständig getrennt.

Die Verfahrenswirksamkeit der Anlage ist soweit gut gegeben, sodass sie ihren Zweck zuverlässig erfüllt. Im Sinne einer wirtschaftlichen Sanierung sollte das bestehende Anlagenkonzept nicht grundlegend verändert oder umfangreich neu geplant werden, da es sich als funktional und effizient erwiesen hat.

Maßnahmen, wie beispielsweise die Überholung der Pumpen, sollten in Betracht gezogen werden, um die Betriebssicherheit und Effizienz der Anlage weiterhin sicherzustellen.

Bei einer Erneuerung der Fliesen im Becken müssten auch neue Einbauteile gesetzt werden. Dies hätte zwangsläufig den Austausch einzelner Rohre zur Folge, um die Funktionsfähigkeit und Dichtigkeit der Anlage sicherzustellen. Die Entscheidung über das genaue Vorgehen und die Ausführung würde von der vorliegenden Planung des Architekten abhängen, der die notwendigen Maßnahmen vorgibt.



Abbildung 26: Derzeitige Schaltschranktechnik/ Automatisierung

Die derzeitige Automatisierung des Badewassers entspricht nicht dem Stand der heutigen Technik. Moderne Systeme bieten vielfältige Möglichkeiten zur Optimierung und Vereinfachung von Betriebsabläufen, insbesondere im Bereich der Steuer- und Regeltechnik.

Die SPS (Speicherprogrammierbare Steuerung) ermöglicht eine vollautomatische Steuerung des Badewassers, einschließlich präziser Temperaturregelung, Füllstandüberwachung und chemischer Wasseraufbereitung. Hier wären die Hardware Komponenten wie die Stellantriebe der Ebro-Klappen, Frequenzumrichter der Pumpen sowie sämtliche restlichen Anlagen im Bestand aufzuschalten.

Durch die Implementierung eines moderneren Systems kann der Betrieb signifikant erleichtert werden. Dies spart nicht nur Zeit und Ressourcen, sondern erhöht auch die Effizienz und Betriebssicherheit. Hier wäre auch die Aufschaltung auf mobile Endgeräte möglich, so dass die Schwimmmeister nicht zwangsläufig auf den PC im Aufsichtsräum zurückgreifen müssen.

6.UMSTELLUNG DER HALLENBELEUCHTUNG AUF LED

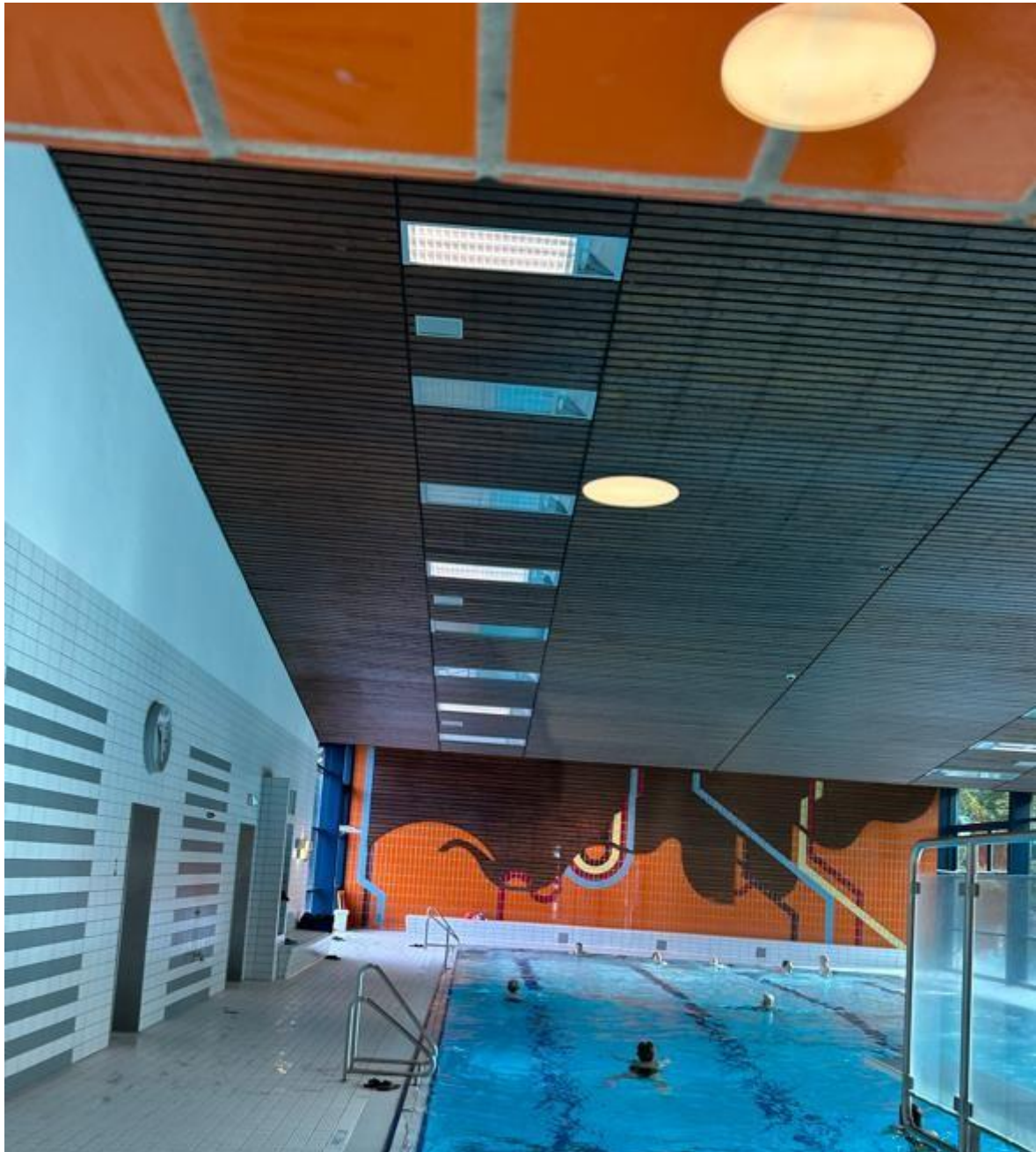


Abbildung 27: Bestehende Beleuchtung über der Halle

Die Beleuchtung in der Halle entspricht nicht mehr den aktuellen energetischen Standards. Im Zuge der geplanten Erneuerung des Daches sowie der Holzkonstruktion der Decke sollte daher eine Umstellung auf LED-Leuchten in Betracht gezogen werden, um sowohl die Energieeffizienz als auch die Nachhaltigkeit zu verbessern.

Für die bestehende Beleuchtung des Hallenbereichs wurde ein jährlicher Bedarf anhand der vorhandenen Beleuchtung von rund 15.000 kWh/a angenommen:

$$\begin{aligned} \text{Strombedarf} &= \text{Leuchtstofflampen} (\sim 15.000 \text{ kWh}) + \text{Spotlights} (\sim 10.000 \text{ kWh}) \\ &= 25.000 \text{ kWh} \end{aligned}$$

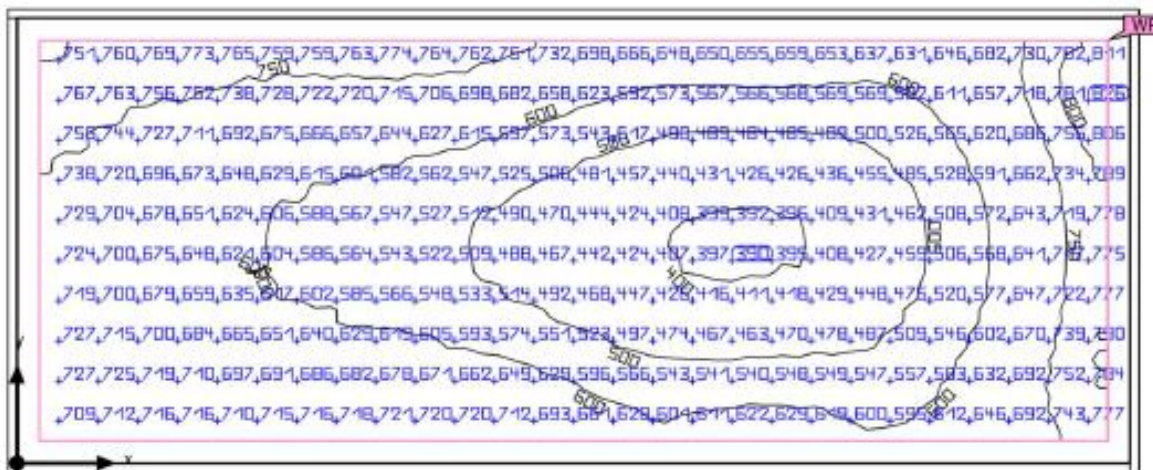


Abbildung 28: Beleuchtungsberechnung Hallenbad [Dialux]

Anschließend wurde eine Beleuchtungsberechnung durchgeführt (siehe Abbildung 28), um die Ausleuchtung, sowie den Strombedarf der neuen Ausstattung zu bestimmen. Der Berechnete Lux-Wert im Hallenbad liegt gemittelt bei 614lx bei einem Mindestwert von 300lx.

Die Angewendeten Leuchten (Magnus Sport Diffuse) benötigen in diesem Fall ~14.500 kWh/a Strom. Da der Lux-Wert der neuen Lichttechnik jedoch 600lx entspricht, kann dieser durch das dimmen der Leuchten reduziert werden um diesen an die erforderlichen 300lx anzugleichen.

Das dimmen der Leuchten würde den Strombedarf um etwa die Hälfte senken:

$$\text{Strombedarf} = \frac{14.500 \text{ kWh}}{2} = 7.250 \text{ kWh}$$

Somit ergibt sich eine Einsparung des Strombedarfs der Lichttechnischen Ausstattung von 17.750 kWh/a, dies entspricht bei einem Strompreis von 0,345€ etwa 6200€.

3. EMPFEHLUNG

Das Transformationskonzept für das Gartenhallenbad Enger stellt einen zukunftsweisenden Schritt hin zu einer nachhaltigen und energieeffizienten Wärmeversorgung dar. Durch die Kombination aus einer leistungsstarken Luft-Wasser-Wärmepumpe, einem auf erneuerbare Energien umstellbaren Blockheizkraftwerk (BHKW) und einer großflächigen Photovoltaikanlage wird der bisherige fossile Energieverbrauch deutlich reduziert. Besonders die Ersetzung des ehemaligen Gas-Spitzenlastkessels durch die Großwärmepumpe ermöglicht eine drastische Senkung der CO₂-Emissionen. Zusammen mit der Warmwasser-Wärmepumpenkaskade kann insbesondere im Sommer der Großteil der Warmwasserbereitung nahezu emissionsfrei und mit vor Ort erzeugtem PV-Strom erfolgen.

Darüber hinaus sorgen moderne Lüftungs- und Regelungstechniken für eine erhebliche Steigerung der Gesamtenergieeffizienz, indem Verluste reduziert und Bedarfe bedarfsgerecht gesteuert werden. Dieses Konzept bietet nicht nur ökologische Vorteile, sondern auch wirtschaftliche, da die Betriebskosten langfristig sinken und die Eigenstromnutzung maximiert wird.

Es wird dringend empfohlen, das geplante Maßnahmenpaket vollständig umzusetzen, um die ambitionierten Klimaschutzziele der Gemeinde Enger zu erreichen. Neben der technischen Umstellung sollte besonderes Augenmerk auf ein umfassendes Monitoring- und Steuerungssystem gelegt werden, das die Effizienz aller Systeme kontinuierlich überwacht und optimiert. Zusätzlich sollten die Mitarbeiter geschult und in den Betrieb der neuen Systeme einbezogen werden, um das volle Potenzial der Anlagen zu nutzen.

Die Gemeinde kann mit diesem Vorhaben als Leuchtturmprojekt in NRW agieren und Vorbildfunktion für andere kommunale Einrichtungen übernehmen.

4. QUELLENVERZEICHNIS

2G Energy AG. 2024. 2-g.com/de. [Online] 17. Juli 2024. <https://2-g.com/de/produkte/kwk-anlagen/agenitor>.

Hannover, Ingenieurbüro für Wassertechnik. IWT Hannover.

Stratmann, Klaus. 2024. Milliarden für weitere Wasserstoffprojekte. *Handelsblatt*. 16. Juli 2024, S. 8.

5. ANHANG



Abbildung 29: Handelsblatt (Ausgabe 16.07.24) (K. Stratmann, Handelsblatt, 2024)¹

¹ (Stratmann, 2024)

Alternative BHKWs im Verbund Großwärmepumpen (KWK)

Das Blockheizkraftwerk Agenitor 404NG (ct80-B-1) von der 2G Energy AG bietet eine maximale elektrische Leistung von 275 kW und eine maximale thermische Leistung von 282 kW. Das Blockheizkraftwerk nutzt Erdgas (auch biogasfähig), um einen Motor anzutreiben, der wiederum einen Generator zur Stromerzeugung betreibt. Die dabei entstehende Abwärme wird zur Beheizung von Gebäuden oder Erwärmung von Wasser genutzt. Durch die gleichzeitige Erzeugung von Strom und Wärme (Kraft-Wärme-Kopplung) wird eine hohe Energieeffizienz erreicht.



Abbildung 30: Darstellung der KWK Lösung²

² (2G Energy AG, 2024)

Anwendungsszenarien und Vorteile

a. Anwendung im Schwimmbad

a.1. Beheizung des Schwimmbadwassers

- Nutzung der thermischen Energie zur konstanten Erwärmung des Schwimmbadwassers, was besonders in den kälteren Monaten von Vorteil ist.

a.2. Warmwasseraufbereitung

- Effiziente Bereitstellung von Warmwasser für Dusche und Filterrückspülung.

a.3. Stromerzeugung

- Deckung des Eigenbedarfs an Strom, z.B. für Pumpen, Beleuchtung und andere elektrische Anlagen.
- Überschüssiger Strom kann ins Netz eingespeist werden oder für den Betrieb von Wärmepumpen genutzt werden.

b. Vorteile der Agenitor 404NG

b.1. Hohe Effizienz

- Durch die Kraft-Wärme-Kopplung wird ein hoher Gesamtwirkungsgrad erzielt, was zu einer signifikanten Reduktion der Energiekosten führt.

b.2. Flexibilität und Integration

- Möglichkeit zur Integration mit erneuerbaren Energien wie Solarthermie und PV-Anlagen, was die Nachhaltigkeit weiter erhöht.

b.3. Reduktion der CO₂-Emissionen

- Der Einsatz eines effizienten BHKWs reduziert die CO₂-Emissionen im Vergleich zu herkömmlichen Heizsystemen.

b.4. Wirtschaftlichkeit

- Langfristige Kosteneinsparung durch reduzierte Energiekosten und mögliche Fördermittel für umweltfreundliche Technologien.

Der Agenitor 404NG von 2G Energy stellt eine hocheffiziente und flexible Lösung zur Reduktion des Erdgasverbrauches und der CO₂-Emissionen in Schwimmbädern dar. Durch die Kombination von Strom- und Wärmeerzeugung sowie die Möglichkeit der Integration mit erneuerbaren Energien bietet dieses BHKW eine nachhaltige und

wirtschaftlich attraktive Option für die Energieversorgung. Die Nutzung des Agenitor 404NG trägt somit maßgeblich zur Erreichung der Klimaziele bis 2045 bei.

Die Luft-Wasser-Wärmepumpe ergänzt das Blockheizkraftwerk (BHKW) im KWK-System, indem sie bei niedrigeren Außentemperaturen zusätzliche Wärme aus der Umgebungsluft gewinnt und damit die Wärmeversorgung unterstützt. Während das BHKW in der Regel die Grundlast abdeckt und dabei gleichzeitig Strom für den Eigenverbrauch liefert, übernimmt die Wärmepumpe flexibel die Deckung von Lastspitzen und sorgt für eine effiziente Nutzung regenerativer Umweltwärme.

Durch die Kombination beider Systeme entsteht eine wirtschaftliche und klimaschonende KWK-Lösung mit optimiertem Primärenergieeinsatz und hoher Versorgungssicherheit.

Anlagenschemata

Die Anlagenschemata wurden für das Projekt in Enger von dem Ingenieurbüro für Wassertechnik angefertigt. Unter den Schemata befinden sich zum einen das Wärme-konzept für die Anlage, sowie ein Schema für das Konzept der Autarken Wärmepum-pen.

Schema Wärmekonzept KWK-Lösung/Großwärmepumpen

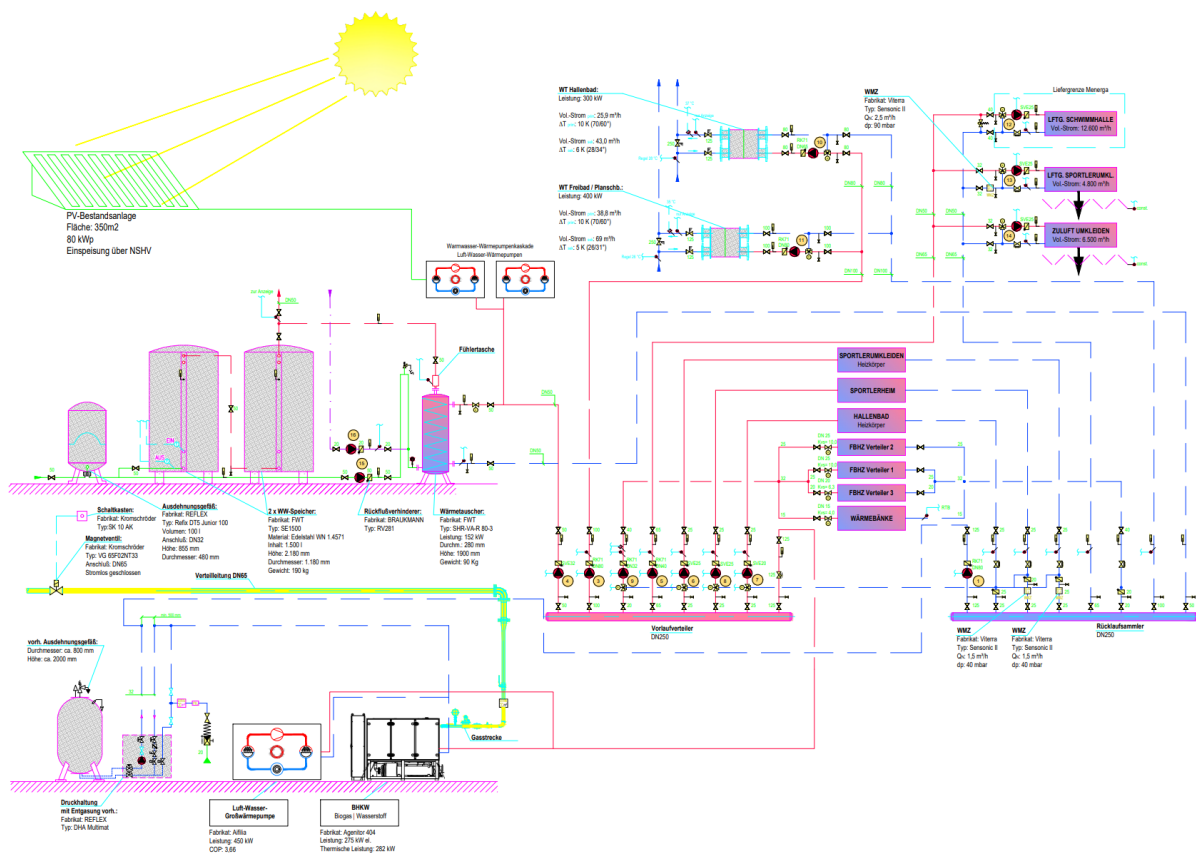


Abbildung 31: Wärmekonzept Gartenhallenbad Enger [IWT Hannover]

Das Energiesystem des Gartenhallenbads Enger ist als komplexes, hochintegriertes Gesamtkonzept aufgebaut, das verschiedene Energiequellen, Speicher und Verbraucher effizient miteinander verbindet.

Die Wärmeversorgung basiert auf mehreren Komponenten: Der zentrale Bestandteil der geplanten Maßnahme ist die Ersetzung des bisherigen Gaskessels durch eine große Luft-Wasser-Wärmepumpe. Diese übernimmt künftig die Funktion der Wärmeversorgung, die bisher mit fossilem Erdgas betrieben wurde und sorgt dafür, dass die

Grund- und Spitzenlastabdeckung auf erneuerbare Energien umgestellt wird. Durch den Einsatz der Luft-Wasser-Wärmepumpe kann der CO₂-Ausstoß erheblich reduziert und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen weiter verringert werden.

Ein Blockheizkraftwerk (BHKW) erzeugt gleichzeitig Strom und Wärme und übernimmt die Grundlastversorgung. Ergänzend stehen zwei Warmwasser-Wärmepumpen bereit, die speziell für die energieeffiziente Warmwasserbereitung eingesetzt werden.

Zur Optimierung der Energieflüsse werden mehrere Pufferspeicher genutzt: ein großer Heizungs-Pufferspeicher, ein Warmwasser-Pufferspeicher sowie ein Frischwasser-Modul. Diese Speicher gewährleisten, dass Wärme bedarfsgerecht zwischengespeichert und zu den jeweiligen Verbrauchern geleitet wird.

Die Wärmeverteilung erfolgt über verschiedene Mischerkreise mit Pumpengruppen, die gezielt und effizient angesteuert werden. Zu den Hauptverbrauchern zählen die Hallenbadheizung, die Sporthallenheizung, die Warmwasserbereitung für Duschen und Umkleiden sowie die Lüftungsanlagen für alle relevanten Gebäudeteile.

Besondere Bedeutung hat die Lüftung und Entfeuchtung, insbesondere in der Schwimmhalle, wo separate Zu- und Abluftsysteme installiert sind. Diese sorgen dafür, dass die feuchte Hallenluft nicht unkontrolliert in Nebenräume gelangt und ermöglichen eine präzise, energieoptimierte Regelung des Hallenklimas.

Die gesamte Anlage wird über eine zentrale Steuerung geführt, die für eine intelligente Lastverteilung zwischen BHKW, Photovoltaikanlage und Netzstrom sorgt. Damit werden Spitzenlasten abgefangen, Betriebskosten gesenkt und die CO₂-Emissionen minimiert. Das Gesamtkonzept stellt sicher, dass das Gartenhallenbad Enger nachhaltig, wirtschaftlich und klimafreundlich betrieben werden kann.