INGENIEURBÜRO
CAMPHAUSEN & SCHMITZ
BERATENDE INGENIEURE GMBH
TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG
UMWELTTECHNIK

An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de

Machbarkeitsstudie zur Analyse energetischer Optimierungsmöglichkeiten der Wärmeversorgung des Hallenbades der Landgemeinde Titz

Objekt: Hallenbad Titz

Auftraggeber: Förderverein Hallenbad Titz e.V.

Ophertener Straße 7c

52445 Titz

Erstellt von: Ingenieurbüro Camphausen & Schmitz

Beratende Ingenieure GmbH

An der Lünette 2

52428 Jülich



INGENIEURBÜRO
CAMPHAUSEN & SCHMITZ
BERATENDE INGENIEURE GMBH
TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG
UMWELTTECHNIK

An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de

Inhaltsverzeichnis

1.Einleitung

- Historie
- Ausgangssituation
- Vorgehen
- Zielsetzung

2. Aufgabenstellung

3.Bestandserfassung Energie

3.1.Warmwasser

3.1.1. Messung der Warmwassererzeugung

3.1.2. Messaufbau Wärmemengenmessung Warmwasser

3.2.Kaltwasser

3.2.1.Messung des Kaltwasserbezugs

3.2.2. Messaufbau Kaltwasserbezug

3.3.Warmwasser Bereitstellungsverluste

3.4.Beckenwassererwärmung

3.4.1.Wärmemengenmessung Wärmetauscher

3.4.2.Messaufbau Wärmemengenmessung Wärmetauscher

4.Übersicht Wärmebedarf Bestandssituation

5.Übersicht Wärmebedarf nach Anlagenmodernisierung

6.Heizleistung/Systemtemperaturen

7.Vordimensionierung Wärmepumpenleistung

8.Anlagenkonzept der Energieversorgung

9.Herstellungskosten

9.1.Sanitärtechnik

INGENIEURBÜRO
CAMPHAUSEN & SCHMITZ
BERATENDE INGENIEURE GMBH
TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG
UMWELTTECHNIK

An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de

9.2. Wärmeversorgungstechnik

9.3. Raumlufttechnische Anlagen

9.4. Gebäudeautomationsanlagen

9.5. PV-Anlage

9.6. Bauliche Maßnahmen

10. Energiekostenvergleich

11. Fazit

12. Anhang

Jülich, 14.12.2023

INGENIEURKAMMER-BAU NORDRHEIN-WESTFALEN
BERATENDER INGENIEUR
102262

INGENIEURBÜRO
CAMPHAUSEN & SCHMITZ
BERATENDE INGENIEURE GMBH
TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG
UMWELTTECHNIK

An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de

1. Einleitung

Das Hallenbad wurde Anfang der neunzehnhundertsiebziger Jahre errichtet. Seit einigen Jahren wird der Hallenbadbetrieb durch einen Förderverein gesichert. Viele ehrenamtliche Personen sind hier tätig. Dadurch wird einem großen Personenkreis das Schwimmen ermöglicht. Aus dem Belegungsplan ist zu entnehmen, dass das Schwimmbad von Montag bis Freitag zwischen 8:00-21:00 Uhr belegt ist. An den Wochenenden ist die Belegungsintensität etwas geringer.

Der Förderverein hat in den vergangenen Jahren technische und bauliche Maßnahmen umgesetzt.

Zu den technischen Maßnahmen zählen:

- Einbau einer BHKW-Anlage
- Einbau eines Gaskessels und die Trennung von der Wärmeversorgung aus dem Schulzentrum
- Erneuerung des Warmwasserspeichers
- Erneuerung des Schwallwasserbehälters
- Einbau von LED-Beleuchtung in der Schwimmhalle

Eine nennenswerte und wichtige bauliche Maßnahme war, der Austausch der alten Fenster in der Schwimmhalle gegen neue Wärmeschutzverglaste Fenster. Die Erneuerung der Flachdachdämmung steht an.

Die Wärmeverteilungsleitungen sind noch aus der Zeit der Erstinstallation, Leckagen werden nach Bedarf repariert. Die rechnerische Nutzungszeit von 40 Jahren ist mittlerweile deutlich überschritten, womit die Reparaturanfälligkeit zunimmt.

Die Wärmeversorgung wird durch einen Gaskessel der Firma Buderus, vom Typ Logano SE 635, mit einer Leistung von ca. 210 kW und von einem BHKW (Dachs), der Firma Senertec mit einer thermischen Leistung von 14,8 kW und einer elektrischen Leistung von 5,5 kW gedeckt. Die Beckenwassererwärmung und die Warmwasserbereitstellung werden ebenfalls von den beiden Wärmeerzeugern übernommen. Der durch das BHKW generierte Strom wird vor Ort verbraucht. Das verbaute Wärmeversorgungssystem hat eine Gesamtleistung von ca. 245 kW vorzuweisen.

An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de

Abnehmer der zur Verfügung gestellten Wärmeenergie sind alle statischen Heizflächen, wie die Fußbodenheizung in Bereich der Umkleiden, die Sitzbankheizfläche, der Heizkörper im Eingangsbereich, der Wärmetauscher zur Versorgung des Beckenwassers, der Warmwasserspeicher mit Wärmetauscher und die beiden Erhitzer der RLT-Anlagen, für die Schwimmhalle und den Umkleidebereich.

Um die tatsächlich benötigte Leistung zu ergründen, wurde eine Heizlastberechnung nach DIN/TS 12831-1 erstellt. Im zweiten Schritt wurde durch Messungen, der Energieverbrauch der Warmwassererzeugung, das Wasservolumen des zulaufenden Frischwassers und die Energiemenge, die der Wärmetauscher zu Erwärmung des Beckenwasser passiert, erfasst.

Mit Hilfe von Messungen und einer Machbarkeitsstudie soll eruiert werden, welche Energiesysteme in Zukunft für das Schwimmbad in Frage kommen. Des Weiteren wird überprüft, inwieweit erneuerbare Energiesysteme in das jetzige System integriert werden können, bzw. ob erneuerbare Energiesysteme fossile Energiesysteme ablösen können.

Ziel soll es sein, den aktuellen fossilen Energiebedarf zu reduzieren und durch erneuerbare Systeme, die so entstandene Lücke zu schließen.

Brandschutz:

Im Gebäudebestand sind keinerlei Brandabschnitte erkennbar, ein Brandschutzgutachten liegt nicht vor. Da Kosten für den baulichen und technischen Brandschutz aus heutiger Sicht nicht eingeschätzt werden können, empfehlen wir vor Planungsbeginn eine gutachterliche Stellungnahme einzuholen.

An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de

2. Aufgabenstellung

Mit Beginn des Ukraine Kriegs wurden die Gaslieferungen aus Russland mehr und mehr reduziert und schlussendlich komplett eingestellt. Dies hat einen Anstieg der Energiepreise zur Folge, insbesondere der Gaspreise. Für das Schwimmbad wurden daraufhin Energiekosten von über 150.000 Euro im Jahr vorausgesagt. Die drastische Erhöhung der Betriebskosten haben den Förderverein dazu veranlasst, neue Weg für eine unabhängige Energieversorgung zu suchen und den Gasverbrauch so weit wie möglich, zu reduzieren.

Im Laufe der Zeit haben sich die Energiekosen etwas reduziert. Energiepreise von vor 2022 sind nicht mehr zu erwarten. Folglich sind vorrangig Potentiale zur Senkung des Wärmeverbrauchs aufzuzeigen.

Im nächsten Schritt folgt eine Auswahl der zukünftigen Wärmeerzeugung. Dabei sind die bestehenden Wärmeerzeuger so weit vertretbar, ins neue Konzept zu integrieren. In einem Vorgespräch mit Herrn Rossbach und Herrn Görtz wurde die Variante der Wärmepumpentechnik favorisiert.

Bedingt durch den angrenzenden Tagebau und Absenkung des Grundwasserspiegels sind die Bedingungen für eine oberflächennahe Erdwärmenutzung sehr ungünstig.

Laut aktuellem GEG-Gesetz muss der regenerative Anteil der Jahreswärme zukünftig bei über 65% liegen. Um den Anteil zu erreichen, sind gewisse Voraussetzen notwendig. Hervorzuheben sind geringere Vorlauttemperaturen der verschiedenen Wärmeverbraucher.

Ferner ist eine Zuordnung des gesamten Jahreswärmebedarf auf die einzelnen Abnehmer hilfreich.

Da hierzu keine Angaben zur Verfügung stehen, sind entsprechend Messungen vorzunehmen.

Wärmeversorgung über Heizzentrale der Primusschule:

2021 wurde in der Primusschule eine Pelletkesselanlage installiert. Da die Kapazität der Wärmeversorgungsanlage (Pellet-Anlage) aus dem Schulzentrum über keine Reserven verfügt, ist ein Wärmebezug nur in der heizfreien Jahreszeit von Mai bis

An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de

September denkbar. In dieser Zeit kann aus dem Schulzentrum das Schwimmbad zu 100 % versorgt werden. Mit sinkenden Außentemperaturen schrumpft der Anteil.

Die höhere Belastung der Anlagenlagentechnik führt zu einem stärkeren Verschleiß der Bauteile mit entsprechenden Folgekosten für Instandhaltung, Wartung, etc.

Nichtsdestotrotz kann die Idee des gemeinsamen Energieerzeugers zurückgestellt werden, da der Förderverein eine unabhängige, eigenständige Wärmeversorgung priorisiert. Deshalb wurde diese Variante nicht weiterverfolgt.

Die Machbarkeitsstudie zeigt auf welche Maßnahmen den Energieverbrauch deutlich reduzieren und damit eine Nutzung regenerativer Energie ermöglicht.

3. Bestandserfassung Energie

Um den Energieverbrauch der Warmwassererwärmung und Beckenwassererwärmung zu werten, wurden eine Reihe von Messungen durchgeführt.

3.1 Warmwasser

Erfahrungsgemäß ist die Warmwassererwärmung mit hohen Verteilungsverlusten behaftet.

Da der Energieaufwand in direktem Verhältnis mit dem Warmwasserverbrauch steht, haben wir gleichzeitig des bezogene Kaltwasservolumen und den Energieverbrauch gemessen.

3.1.1.Messung der Warmwassererzeugung:

Die hier abgebildete Tabelle 1. zeigt, die Energiemenge, die für die Deckung des Warmwasserbedarfes am Tag und über den Zeitraum von einer Woche notwendig ist. Multipliziert man die farblich hinterlegten **893,33 kWh** aus Tabelle 1. für eine Woche, mit 52 Wochen in einem Jahr, so erhält man ca. **47.000kWh/a**.

Durch die zuvor getroffenen Annahmen, ist davon auszugehen, dass für die Warmwassererzeugung ein Jahreswärmebedarf von etwa 47.000 kWh aufzubringen ist.

INGENIEURBÜRO
CAMPHAUSEN & SCHMITZ
BERATENDE INGENIEURE GMBH
TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG
UMWELTTECHNIK

An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de

Im Anschluss an Tabelle 1, ist der Messaufbau zur Bestimmung des Wärmemengenbedarfs der Warmwassererzeugung Schematisch in Abbildung 1. dargestellt. Im Anhang befindet sich ein Messtag (Anhang 1) als Verständnisbeispiel.

Ergebnisse der Wärmemengen-Messung für den Zeitraum vom 05.0923-12.09.23:

Datum	Messtage	Wärmemenge je Tag in [kWh]	Einschränkungen
05.09.2023	Dienstag	121,61	erst ab Vormittag gemessen
06.09.2023	Mittwoch	111,43	
07.09.2023	Donnerstag	140,23	
08.09.2023	Freitag	127,83	
09.09.2023	Samstag	68,37	
10.09.2023	Sonntag	95,64	
11.09.2023	Montag	218,11	
12.09.2023	Dienstag	10,11	Nur bis Vormittag gemessen
Summe gesamt		**893,33**	

Tabelle 1.

3.1.2.Messaufbau Wärmemengenmessung Warmwasser:

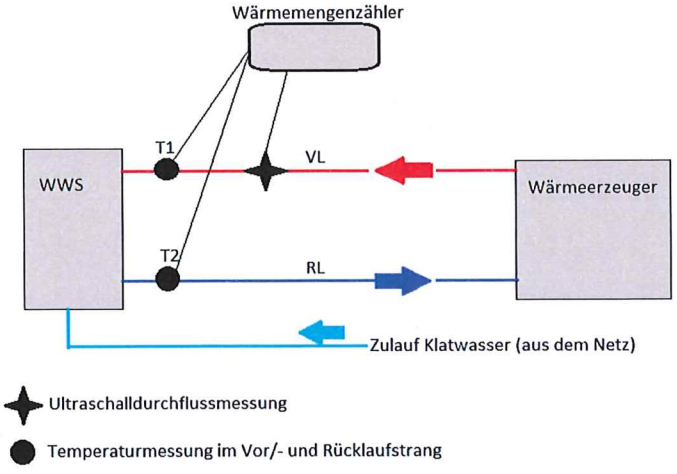


Abbildung 1.

An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de

3.2.Kaltwasser

3.2.1.Messung des Kaltwasserbezugs:

Die Tabelle 2. stellt den Kaltwasserbezug in m³/d dar. Zusätzlich wird hier die Energiemenge deutlich, die gebraucht werden würde, wenn die gezapfte Wassermenge von ca. 12°C auf etwa 60°C erwärmt wird. In Anschluss an Tabelle 3 wird der Messaufbau der Kaltwasserbezugsmessung schematisch mittels Abbildung 2 dargestellt. Hier wird ebenfalls im Nachgang ein Beispielmesstag in Form von Anhang 2.aufgeführt.

Datum	Messtage	Volumenstrom in [m³/h]	Nötige Energie, um das entnommene Wasser zu erwärmen [in WH] Annahme delta t liegt bei 48K
05.09.2023	Di	2,96	165,38
06.09.2023	Mi	2,54	141,91
07.09.2023	Do	3,30	184,38
08.09.2023	Fr	2,67	149,18
09.09.2023	Sa	2,58	144,15
10.09.2023	So	1,89	105,60
11.09.2023	Mo	4,81	268,74
12.09.2023	Di	0,25	13,97
Summe		**21,00**	**1173,31**

Tabelle 2.

3.2.2.Messaufbau Kaltwasserbezug:

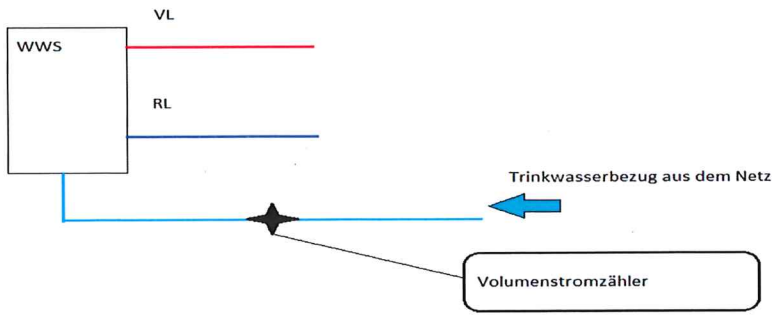


Abbildung 2.

INGENIEURBÜRO
CAMPHAUSEN & SCHMITZ
BERATENDE INGENIEURE GMBH
TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG
UMWELTTECHNIK

An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de

3.3. Warmwasserbereitstellungsverluste:

Datum	Messtage	Nötige Wärmemenge, um die bezogene Kaltwaasermenge von 12°Cauf 60°C zu erwärmen [kWh]	Nötige Wärmemenge die zur wirklichen Warmwassererzeugung benötigt wird in [kWh]	Wärmebedarf in [kWh]	Prozentualer Zirkulationsverlust
05.09.2023	Di	165,38	121,61	43,77	26,5
06.09.2023	Mi	141,91	111,43	30,48	21,5
07.09.2023	Do	184,38	140,23	44,15	23,9
08.09.2023	Fr	149,18	127,83	21,35	14,3
09.09.2023	Sa	144,15	68,37	75,78	52,6
10.09.2023	So	105,60	95,64	9,96	9,4
11.09.2023	Mo	268,74	218,11	50,63	18,8
12.09.2023	Di	13,97	10,11	3,86	27,6
Summe		**1173,31**	**893,33**	**279,98**	**23,9**
				Arithmetisches Mittel aller Prozentualen Angaben	**24,3**

Tabelle 3.

Mithilfe von Tabelle 3 werden die Warmwasserbereitstellungsverluste im System deutlich. Über den gesamten Messzeitraum beträgt der durchschnittliche Bereitstellungsverlust 24,3% der eingesetzten Energie. Das bedeutet ungefähr ein Viertel der Energie, die eingesetzt wurde, geht verloren.

Im Diagramm 1 ist die Spanne zwischen dem Kaltwasserbezug (orange) und der wirklichen Warmwassererzeugung (blau) gut zu erkennen. Somit kann der Warmwasserbereitstellungsverlust visualisiert werden.

An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de

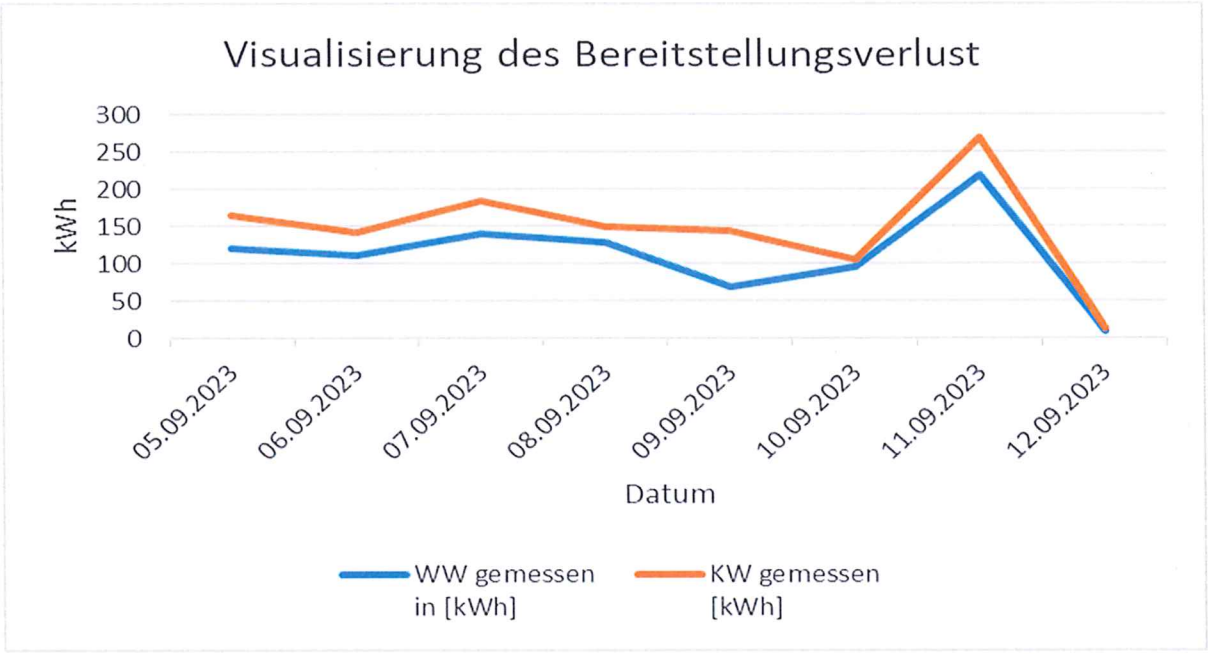


Diagramm 1.

3.4. Beckenwassererwärmung

Der Wärmetauscher (Wärmeübertrager) wurde vor einigen Jahren ausgetauscht. Aktuell ist ein Wärmetauscher der Firma Sondex verbaut.

Die tatsächlich geforderte Übertragungsleistungen schwanken deutlich. Um den Wärmeverbrauch und die Leistung zu qualifizieren, wurden über einen längeren Zeitraum entsprechende Messungen durchgeführt.

3.4.1. Wärmemengenmessung Wärmetauscher:

Die Wärmemengenmessung am Wärmetauscher auf Seite des Wärmeerzeugers dient, zur Bestimmung der benötigten Energiemenge (Wärmemenge), welche aufgebracht werden muss, um das Beckenwasser zu erwärmen bzw. die Temperatur des Beckenwassers von ca. 28°C-30°C zu erhalten. In der aus dem Anhang 3 zu entnehmende Tabelle, wird die Auswertung der Messung über den Zeitraum von einer Woche dargestellt.

INGENIEURBÜRO
CAMPHAUSEN & SCHMITZ
BERATENDE INGENIEURE GMBH
TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG
UMWELTTECHNIK

An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de

3.4.2. Messaufbau Wärmemengenmessung Wärmetauscher:

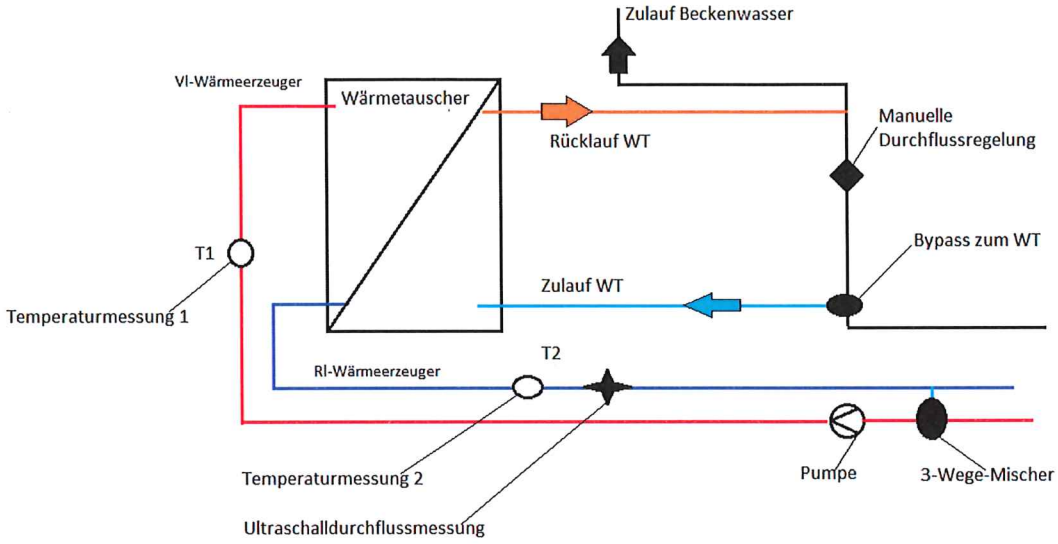


Abbildung 3.

Durch Bildung der Summe aller Messtage, erhält man die Wärmemenge, die über den Betrachtungszeitraum vom Wärmetauscher an das Beckenwasser abgegeben wurde. Für den Messzeitraum von einer Woche liegt dieser Wert bei ca. **3510 kWh**. So lässt sich daraus schließen, dass der Jahreswärmebedarf bei ca. **183000 kWh/a** liegt. Der Wert von 183000 kWh/a ergibt sich aus, dem vorliegenden Messwert aus dem Messzeitraum von einer Woche und der Multiplikation dieses Wertes, mit 52 Wochen in einem Jahr.

INGENIEURBÜRO
CAMPHAUSEN & SCHMITZ
BERATENDE INGENIEURE GMBH
TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG
UMWELTTECHNIK

An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de

4. Übersicht Wärmebedarf Bestandsituation:

Tabelle 4. zeigt die ermittelten Jahreswärmebedarfe, der einzelnen Komponenten und den gesamten Jahreswärmebedarf des Schwimmbades. Die hier aufgeführten Werte beziehen sich auf den Bestandszeitpunkt bzw. auf die Bestandsituation. Es ist ein aktueller Jahreswärmebedarf von ca. **744.756 kWh/a** zu bedienen.

Übersicht Jahreswärmebedarf ohne Einsparmaßnahmen (Bestands Situation)		
Beckenwasser	183.000	kWh/a
Einmalige Aufheizung des gesamten Beckenwassers	7.000	kWh/a
Warmwassererzeugung	47.000	kWh/a
Lüftung ohne Wärmerückgewinnung Schwimmhalle	272.900	kWh/a
Lüftung ohne Wärmerückgewinnung Umkleidebereich	68.300	kWh/a
Transmissionswärmebedarf Schwimmhalle	105.078	kWh/a
Transmissionswärmebedarf Umkleidebereich	61.478	kWh/a
Jahreswärmebedarf	744.756	kWh/a

Tabelle 4

INGENIEURBÜRO
CAMPHAUSEN & SCHMITZ
BERATENDE INGENIEURE GMBH
TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG
UMWELTTECHNIK

An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de

5.Übersicht Wärmebedarf nach Anlagenmodernisierung

Ein erhebliches Einsparpotential wir durch die Erneuerung der Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung erreicht.

Durch den Einbau wassersparender Duscharmaturen mit Auslaufzeitbegrenzung ist eine weitere Reduzierung des Energieverbrauchs realisierbar.

Dagegen bleibt der Energieverbrauch für die Beckenwassererwärmung und Gebäudebeheizung relativ konstant. Hier sind allerdings durch die neue MSR-Technik und begleitetem Monitoring weitere Reduzierungen von bis zu 10% zu erwarten.

Mittels Tabelle 5. wird dargestellt, wieviel Wärme im Jahr benötigt wird, wenn die Warmwassererwärmung, die Lüftungsanlage der Schwimmhalle und die Lüftungsanlage des Umkleidebereiches durch neue Technologie (Wärmerückgewinnung in der Lüftungsanlage, Wassersparende Armaturen) ersetzt werden würde. Auch hier wird im unteren Bereich der Tabelle der gesamte Jahreswärmebedarf dargestellt. Dieser liegt bei **460.046 kWh/a.**

Somit fällt auf, dass der Jahreswärmebedarf im Bestandszustand um ca. 39 % höher ist als der jahreswärmebedarf nach einem Austausch bzw. nach einer Veränderung der zuvor genannten Technologien.

Übersicht Jahreswärmebedarf mit Einsparmaßnahmen		
Beckenwasser	183.000	kWh/a
Einmalige Aufheizug des gesamten Beckenwassers	7.000	kWh/a
Warmwassererzeugung mit Frischwasserstation bzw. Spararmaturen	35.250	kWh/a
Lüftung mit Wärmerückgewinnung Schwimmhalle	54.580	kWh/a
Lüftung mit Wärmerückgewinnung Umkleidebereich	13.660	kWh/a
Transmissionswärmebedarf Schwimmhalle	105.078	kWh/a
Transmissionswärmebedar Umkleidebereich	61.478	kWh/a
Jahreswärmebedarf	460.046	kWh/a

Tabelle.5

INGENIEURBÜRO
CAMPHAUSEN & SCHMITZ
BERATENDE INGENIEURE GMBH
TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG
UMWELTTECHNIK

An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de

6. Heizleistung

Nachfolgend ist die Heizleistung mit den entsprechenden Vorlauftemperaturen dargestellt. Ohne jegliche Reserve beträgt die zukünftige Heizleistung 167KW.

Leistungsverteilung der einzelnen Bereiche	kW
Lüftung Schwimmhalle	70
Sitzbankheizung Schwimmhalle	5
Lüftung Umkleidebereich	12
Fußbodenheizung Umkleideberich	15
Warmwasserbereitung	30
Beckenwasserbereitung	35
Gesamt	**167**

Tabellen 6.

Vorlauftemperaturen	Vl in [°C]
Lüftung Schwimmhalle	50
Sitzbankheizung	45
Lüftung Umkleidebereich	50
Fußbodenheizung Umkleidebereich	45
Warmwasserbereitung	70
Beckenwasserbereitung	45

Tabelle 7.

Mit Ausnahme der Warmwassererwärmung können nahezu alle Vorlauftemperaturen reduziert werden. Dies ist eine wesentliche Vorrausetzung zur Anwendung einer Luft-/Wasser Wärmepumpenanlage.

7.Vordimensionierung Wärmepumpenleistung

Auf der Grundlage des aufgeführten Jahreswärmebedarfes von 460.000 KWh/Jahr

(Kapitel 5), haben wir die Wärmepumpenleistung dimensioniert.

Durch gesetzliche Vorgaben müssen in Zukunft 65% des Wärmebedarfs von regenerativen Energien gedeckt werden. Somit sind ca. 300.000 kWh des Jahresbedarfs von der Wärmepumpe bzw. anderen regenerativen nachweislich zu erzeugen.

Die Betriebszeit (Volllast) der Wärmepumpenanlagen liegt dann im Bereich von 2500-3000 h/a liegt.

Im Best Case sollte die Wärmepumpe mit einem COP (Coefficient of Performance) von 3,8 betrieben werden, damit ein effizienter Betrieb gewährleistet werden kann.

Werden alle zuvor genannten Angaben berücksichtigt, gelangt man zur Erkenntnis, dass etwa eine Leistung von 100 kW für die Wärmepumpe notwendig ist.

An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de

Die nötige elektrische Antriebsenergie der Wärmepumpe liegt bei ca. 78.700 kWh/a.

8.Anlagenkonzept der Energieversorgung

Beim Einsatz der Wärmepumpentechnik können das Erdreich, Luft oder Prozessabwärme als regenative Energiequellen genutzt werden.

Da die Potentiale der oberflächennahen Geothermie durch den Tagebau als unzureichend zu bewerten sind und Prozessabwärme nicht zur Verfügung steht, haben wir uns für eine Luft/Wasserwärmepumpenanlage entschieden.

Es ist eine Bivalent-teilparallele Betriebsweise vorgesehen.

Der bivalent-teilparallele Betrieb ist eine Mischung aus bivalent-paralleler- und bivalent-alternativer Betriebsweise. Die Wärmepumpe arbeitet bis zum Bivalenzpunkt allein und wird anschließend vom zweiten Wärmeerzeuger unterstützt, wobei das BHKW-Vorrang zum Gaskessel hat. Bei Erreichen einer weiteren festgelegten Temperatur (z.B. -2 °C) schaltet sich die Wärmepumpe ab. Der gesamte Wärmebedarf wird folgend alleinig über die vorhandenen Anlagen gedeckt.

9 Herstellungskosten

Zu den verschiedenen Gewerken sind nachfolgend wesentliche Maßnahmen aufgeführt. Im Anhang 5. findet sich eine übersichtliche Kostenzusammenstellung der Herstellungskosten wieder.

9.1 Sanitärtechnik

-Erneuerung der Warmwasserleitungen

- Duscharmaturen mit Laufzeitbegrenzung und Spülfunktion

-Erneuerung der Abwasserleitung, soweit dies für einen Neuanschluss der Duschabläufe erforderlich ist.

-Rückbau Reinigungsanschlüsse in der Schwimmhalle

-Neue Einbindung der Speichererwärmung

An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de

-Enthärtungsanlage für TW ohne Beckenwasserbefüllung

-Demontagearbeiten

Herstellungskosten ca. 67.830,00 Euro brutto

9.2 Wärmeversorgungstechnik

- Luft/Wasser Wärmepumpe

- 2 Pufferspeicher

-Heizkreisverteiler Fußbodenheizung

-Neue Verteil- und Anschlussleitungen Fußbodenheizung

-Neueinbindung Gaskessel und BHKW

-Regelgruppen zur Lufterwärmung der RLT-Anlagen

- Demontagearbeiten

Herstellungskosten ca. 282.030,00 Euro brutto

Zurzeit bezieht sich die Studie noch auf zwei Wärmepumpen je 50 kW. Da die Hersteller das Angebot leistungsstärkerer Wärmepumpen stetig erweitern, muss bei Planungsbeginn eine Neuauswahl erfolgen.

9.3 Raumlufttechnische Anlagen

-Lüftungsanlage mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung zur Entfeuchtung und Beheizung der Schwimmhalle mit Aufstellung im Außenbereich.

-Neue Lüftungskanäle innen und außen

-Lüftungsanlage mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung für die Umkleide-/Duschräume Aufstellung im Untergeschoss.

-Neue Lüftungskanäle

-Demotagearbeiten

An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de

Herstellungskosten ca. 367.000,00 Euro brutto

Anteil RLT-Anlage Schwimmhalle ca. 278.500,00 Euro brutto

9.4 Gebäudeautomationsanlagen

Für die Messung, Steuerung, Regelung und Überwachung der neuen Anlagen ist eine DDC mit zwei Informationsschwerpunkten und zentraler Bedieneinheit vorgesehen.

1.Lüftungsanlage Schwimmbad

2.Lüftungsanlage, Umkleideräume, Fußbodenheizung, Warmwasser und Beckenwassererwärmung. Einbindung der neuen und vorhandenen Wärmeerzeugern.

3. Energieerfassung Wärme und Strom für Heizung und Lüftung.

An der Stelle ist anzumerken, dass im Gebäudeenergiegesetzt (GEG) 2024 für Nichtwohngebäude eine Nachrüstpflicht für Gebäudeautomation verankert ist.

-Elektroinstallationsarbeiten

-Demontagearbeiten

Herstellungskosten ca. 267.750,00 Euro brutto

9.5 PV-Anlage

Die Größe der PV-Anlage kann derzeit noch nicht bestimmt werden

In der Annahme, dass eine Anlage von 20 kWp installiert wird, betragen die Herstellungskosten, ohne Batteriespeicher, ca. 52.000 Euro

Bei optimaler Ausrichtung der Module ist eine Stromerzeugung von 20.000 KWh zu erwarten. Inwieweit PV-Strom von den Anlagen der Primusschule genutzt werden kann, ist mit dem Energieversorger abzustimmen.

INGENIEURBÜRO
CAMPHAUSEN & SCHMITZ
BERATENDE INGENIEURE GMBH
TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG
UMWELTTECHNIK

An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de

9.6 Bauliche Maßnahmen

Für die Erneuerung der Lüftungsanlagen sind diverse bauliche Maßnahmen erforderlich, die durch einen Statiker und/oder Architekten zu begleiten bzw. zu prüfen sind. Dazu gehört zum Beispiel,

-Das Versetzen des Zaunes auf der Rückseite der Schwimmhalle

-Abbruch der Lichtschächte

-Wandöffnungen zu Demontage und Montage

-Erdarbeiten zur Verlegung von Rohrleitungen

-Demontage und Montage der Abhangdecke

Schätzkosten ohne Zaun ca. 39.000 Euro

10. Energiekostenvergleich

Tabelle 8. Zeigt die jährlichen Energiekosten, die für den Betrieb des Schwimmbads anfallen, ohne Sanierungsmaßnahmen.

Jahreswärmebedarf **ohne** Sanierung	744.756	kWh/a
Notwendige Energiemenge die vom Gas abgedeckt werden muss	744.756	kWh/a
Gaspreis je kWh (Annahme)	0,12	Euro/kWh
Jährliche Gaskosten	**91.605**	Euro/a
Durchschnittlicher Strombezug	20.000	kWh/a
Strompreis je kWh (Annahme)	0,25	Euro/kWh
Jährliche Stromkosten	5.000	Euro/a
Summe Energiekosten	**96.605**	Euro/a

Tabelle 8.

INGENIEURBÜRO
CAMPHAUSEN & SCHMITZ
BERATENDE INGENIEURE GMBH
TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG
UMWELTTECHNIK

An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de

In der Anschließenden Tabelle 9. werden die jährlichen Energiekosten der Schwimmhalle nach der Sanierung aufgeführt. Die Betrachtung schleißt eine mögliche PV-Anlage mit ein.

Jahresenergiebedarf **mit** Sanierung	460.046	kWh/a
Notwendige Energiemenge die vom Gas abgedeckt werden muss	161.016	kWh/a
Gaspreis je kWh (Annahme)	0,13	Euro/kWh
Jährliche Gaskosten	**20.932**	Euro/a
Durchschnittlicher Strombezug	20.000	kWh/a
Angenommener Strombezug der Wärmepumpen	78.692	kWh/a
Strombezug gesamt	98.692	kWh/a
Strompreis für **nicht** Wärmepumpenstrom (Quell: Stadtwerke Jülich) je kWh	0,42	Euro/kWh
Strompreis für Wärmepumpenstrom (Quelle: Stadtwerke Jülich) je kWh	0,28	Euro/kWh
Jährliche Stromkosten	**30.434**	Euro/a
Energiekosten ohne PV	**51.366**	Euro/a
Energiekosten mit PV	**42.966**	Euro/a
Jährliche Energiemenge PV Anlage	20.000	kWh/a

Tabelle 9.

Mit Hilfe von Tabelle 8. Und 9. wird deutlich, wieviel Energie und damit auch Geld, pro Jahr eingespart werden kann. Die Energiekostendifferenz zwischen der Variante mit und ohne Sanierung beträgt 45.239 Euro, wenn die PV-anlage nicht betrachtet wird. Bei Mitbetrachtung der PV-Anlage liegt die Differenz bei 53.639 Euro.

An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de

11.Fazit

Unter der Vorgabe einer eigenständigen Wärmeversorgung ist eine Luft/Wasserwärmepumpe die favorisierte Lösung. Die Forderung 65 % des Jahresheizwärmebedarfes mit regenerativen Energien abzudecken wird erfüllt. Sobald Wasserstoff, Biogas oder andere regenerativen Brennstoffe in ausreichender Menge zur Verfügung stehen, kann die Kesselanlage und das BHKW so fern dafür geeignet, umgestellt werden. Bis 2045 eine CO2-freie Wärmeversorgung gewährleisten zu können, wäre somit erfüllt. Das Thema kommunale Wärmeversorgungsplanung wird im Rahmen der Machbarkeitsstudie nicht berücksichtigt. Hier ist zunächst die Gemeinde Titz gefragt. Sofern die Maßnahmen in mehreren Bauabschnitten umgesetzt werden, erhöhen sich die Herstellungskosten.

Aufgrund der aktuellen Situation können keine Aussagen zu Fördermöglichkeiten gemacht werden. Hier wäre ein unabhängiger Energieberater einzuschalten.

INGENIEURBÜRO
CAMPHAUSEN & SCHMITZ
BERATENDE INGENIEURE GMBH
TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG
UMWELTTECHNIK

An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de

Anhang:

Tag	Stunden pro Tag	Ablagezeitraum	Wärmemenge gemessen in 30 min Intervallen in [kWh]
07.09.2023	1	00:07:24	0,00
Donnerstag		00:37:24	0,00
	2	01:07:24	0,00
		01:37:24	0,00
	3	02:07:24	0,00
		02:37:24	0,00
	4	03:07:24	0,00
		03:37:24	0,00
	5	04:07:24	0,00
		04:37:24	0,00
	6	05:07:24	5,04
		05:37:24	7,69
	7	06:07:24	0,00
		06:37:24	0,00
	8	07:07:24	0,00
		07:37:24	0,00
	9	08:07:24	0,00
		08:37:24	0,00
	10	09:07:24	0,00
		09:37:24	0,00
	11	10:07:24	10,90
		10:37:24	2,28
	12	11:07:24	0,00
		11:37:24	0,00
	13	12:07:24	0,00
		12:37:24	0,00
	14	13:07:24	0,00
		13:37:24	0,00
	15	14:07:24	20,89
		14:37:24	2,50
	16	15:07:24	0,00
		15:37:24	0,00
	17	16:07:24	0,00
		16:37:24	25,91
	18	17:07:24	0,35
		17:37:24	37,76
	19	18:07:24	0,93
		18:37:24	25,98
	20	19:07:24	0,00
		19:37:24	0,00
	21	20:07:24	0,00
		20:37:24	0,00
	22	21:07:24	0,00
		21:37:24	0,00
	23	22:07:24	0,00
		22:37:24	0,00
	24	23:07:24	0,00
		23:37:24	0,00
		kWh/d	140,23

Anhang 1. Warmwasserverbrauch (hier Messtag 3 der 07.09.23)

INGENIEURBÜRO
CAMPHAUSEN & SCHMITZ
BERATENDE INGENIEURE GMBH
TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG
UMWELTTECHNIK

An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de

Tag	Stunden pro Tag	Ablagezeitraum	Volumenstrom gemessen in 30 min Intervallen in m^3/h	Volumenstrom in [m^3/h] zwei Ablagezeiträume zu einer Stunde zusammengefasst	Nötige Energie, um das entnommene Wasser zu erwärmen [in kW]
07.09.2023	1	00:07:24	0,00	0,00	0
Donnerstag		00:37:24	0,00		0
	2	01:07:24	0,00	0,00	0
		01:37:24	0,00		0
	3	02:07:24	0,00	0,00	0
		02:37:24	0,00		0
	4	03:07:24	0,00	0,00	0
		03:37:24	0,00		0
	5	04:07:24	0,00	0,00	0
		04:37:24	0,00		0
	6	05:07:24	0,00	0,00	0
		05:37:24	0,00		0
	7	06:07:24	0,00	0,00	0
		06:37:24	0,00		0
	8	07:07:24	0,00	0,00	0
		07:37:24	0,00		0
	9	08:07:24	0,10	0,22	12291,84
		08:37:24	0,12		0
	10	09:07:24	0,00	0,00	0
		09:37:24	0,00		0
	11	10:07:24	0,08	0,15	8380,8
		10:37:24	0,07		0
	12	11:07:24	0,08	0,15	8380,8
		11:37:24	0,07		0
	13	12:07:24	0,00	0,00	0
		12:37:24	0,00		0
	14	13:07:24	0,04	0,21	11733,12
		13:37:24	0,17		0
	15	14:07:24	0,14	0,26	14526,72
		14:37:24	0,12		0
	16	15:07:24	0,06	0,06	3352,32
		15:37:24	0,00		0
	17	16:07:24	0,21	0,44	24583,68
		16:37:24	0,23		0
	18	17:07:24	0,38	0,96	53637,12
		17:37:24	0,58		0
	19	18:07:24	0,22	0,60	33523,2
		18:37:24	0,38		0
	20	19:07:24	0,06	0,08	4469,76
		19:37:24	0,02		0
	21	20:07:24	0,16	0,16	8939,52
		20:37:24	0,00		0
	22	21:07:24	0,00	0,00	0
		21:37:24	0,00		0
	23	22:07:24	0,01	0,01	558,72
		22:37:24	0,00		0
	24	23:07:24	0,00	0,00	0
		23:37:24	0,00		0

m^3/d	**3,30**	
Wh/d		**184377,6**
kWh/d		**184,38**

Anhang 2. Warmwasserverbrauch (hier Messtag 3 der 07.09.23)

INGENIEURBÜRO
CAMPHAUSEN & SCHMITZ
BERATENDE INGENIEURE GMBH
TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG
UMWELTTECHNIK

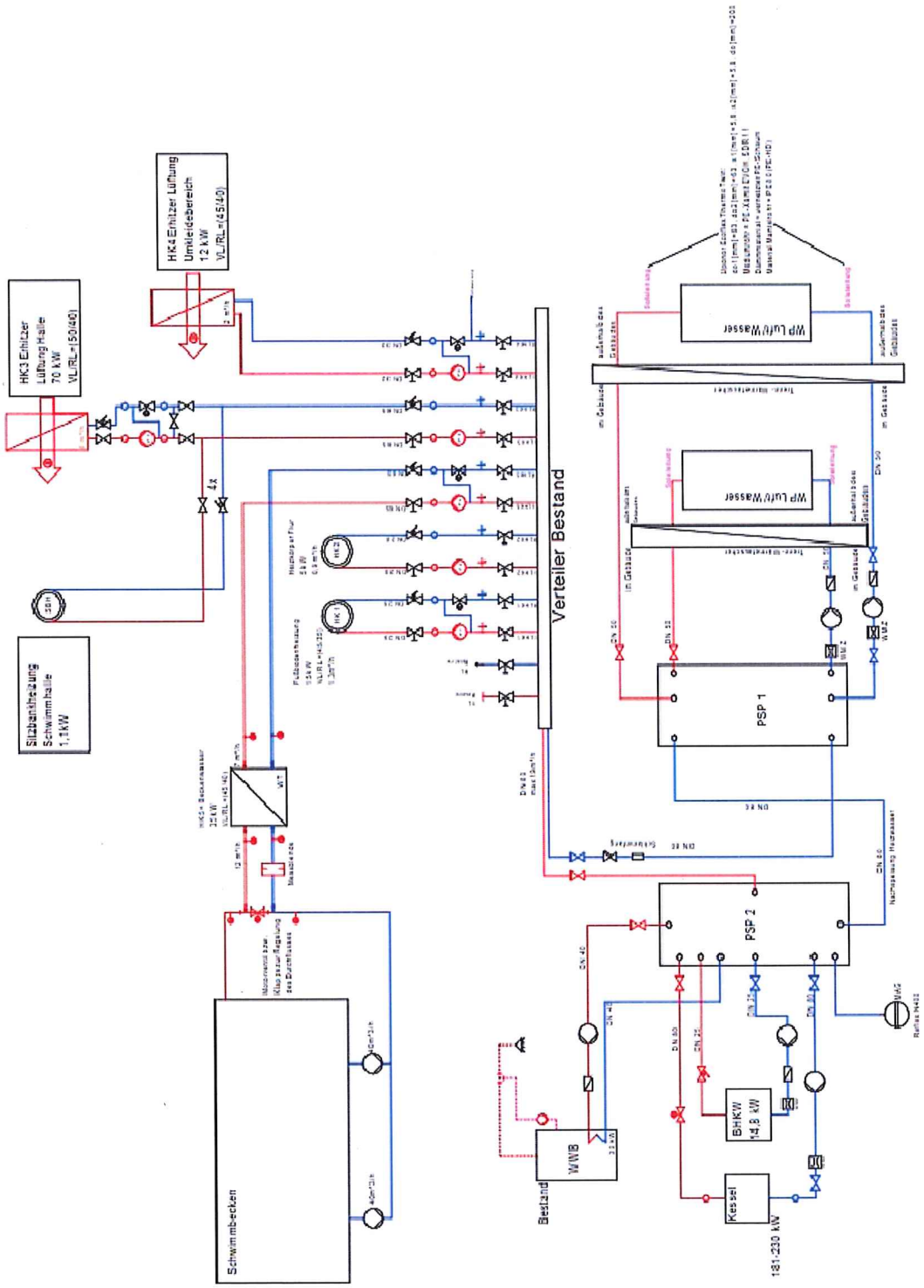
An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de

Tag	Datum	Messzeitraum	Übertragene Wärmemenge im Messzeitraum in[kWh]	Übertragene Wärmemenge pro Stunde in[kWh]
Donnerstag	14.09.2023	00:14:26	14,35	26,13
		00:44:26	11,78	
		01:14:26	0,41	14,09
		01:44:26	13,68	
		02:14:26	4,58	9,70
		02:44:26	5,12	
		03:14:26	16,31	20,81
		03:44:26	4,5	
		04:14:26	4,88	14,17
		04:44:26	9,29	
		05:14:26	2,87	23,01
		05:44:26	20,14	
		06:14:26	10,72	22,99
		06:44:26	12,27	
		07:14:26	91,61	111,74
		07:44:26	20,13	
		08:14:26	2,2	16,80
		08:44:26	14,6	
		09:14:26	1,71	18,86
		09:44:26	17,15	
		10:14:26	11,48	19,45
		10:44:26	7,97	
		11:14:26	14,18	18,13
		11:44:26	3,95	
		12:14:26	17,62	27,18
		12:44:26	9,56	
		13:14:26	16,16	26,66
		13:44:26	10,5	
		14:14:26	16,16	24,79
		14:44:26	8,63	
		15:14:26	11,67	26,55
		15:44:26	14,88	
		16:14:26	13,34	25,51
		16:44:26	12,17	
		17:14:26	15,06	33,57
		17:44:26	18,51	
		18:14:26	12,8	29,48
		18:44:26	16,68	
		19:14:26	11,43	18,73
		19:44:26	7,3	
		20:14:26	17,86	24,32
		20:44:26	6,46	
		21:14:26	10,46	25,33
		21:44:26	14,87	
		22:14:26	2,01	16,92
		22:44:26	14,91	
		23:14:26	9,59	14,45
		23:44:26	4,86	
			Gesamtmenge	**609,37**

Anhang 3. Übertragene Wärmemenge des Wärmetauschers (hier Messtag 3 der 14.09.23)

INGENIEURBÜRO
CAMPHAUSEN & SCHMITZ
BERATENDE INGENIEURE GMBH
TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG
UMWELTTECHNIK

An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de



Anhang 4. Wärmeschaltbild Wärmeversorgungskonzept

INGENIEURBÜRO
CAMPHAUSEN & SCHMITZ
BERATENDE INGENIEURE GMBH
TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG
UMWELTTECHNIK

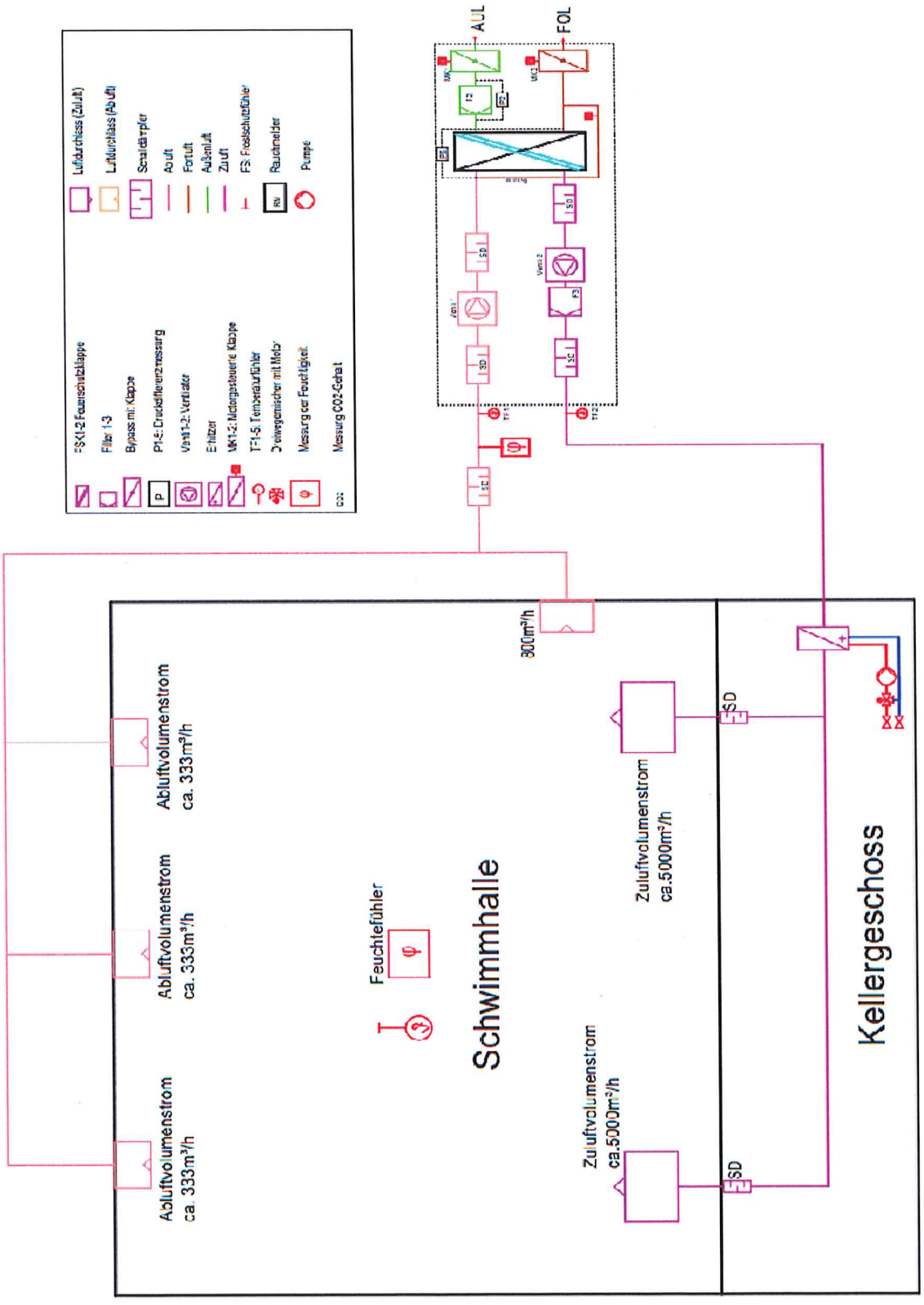
An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de

KGR	Bezeichnung	Schätzkosten Euro netto	Schätzkosten Euro brutto	Bemerkung
410	Abwasser-, Wasser-und Gasanlagen	57.000	67.830	
420	Wärmeversorgungsanlagen	237.000	282.030	
430	Raumlufttechnischeanlagen	310.000	368.900	
450	Starkstromanlagen	52.000	61.880	PV-Anlage 20 kWp Spannungsabgang WP
450	Starkstromanlagen	49.000	58.310	
480	Gebäudeautomation	225.000	267.750	
300	Bauliche Maßnahmen	33.000	39.270	
300/400	Gesamtsumme	963.000	1.145.970	

Anhang 5.Kostenschätzung der Sanierungsmaßnahmen

INGENIEURBÜRO
CAMPHAUSEN & SCHMITZ
BERATENDE INGENIEURE GMBH
TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG
UMWELTTECHNIK

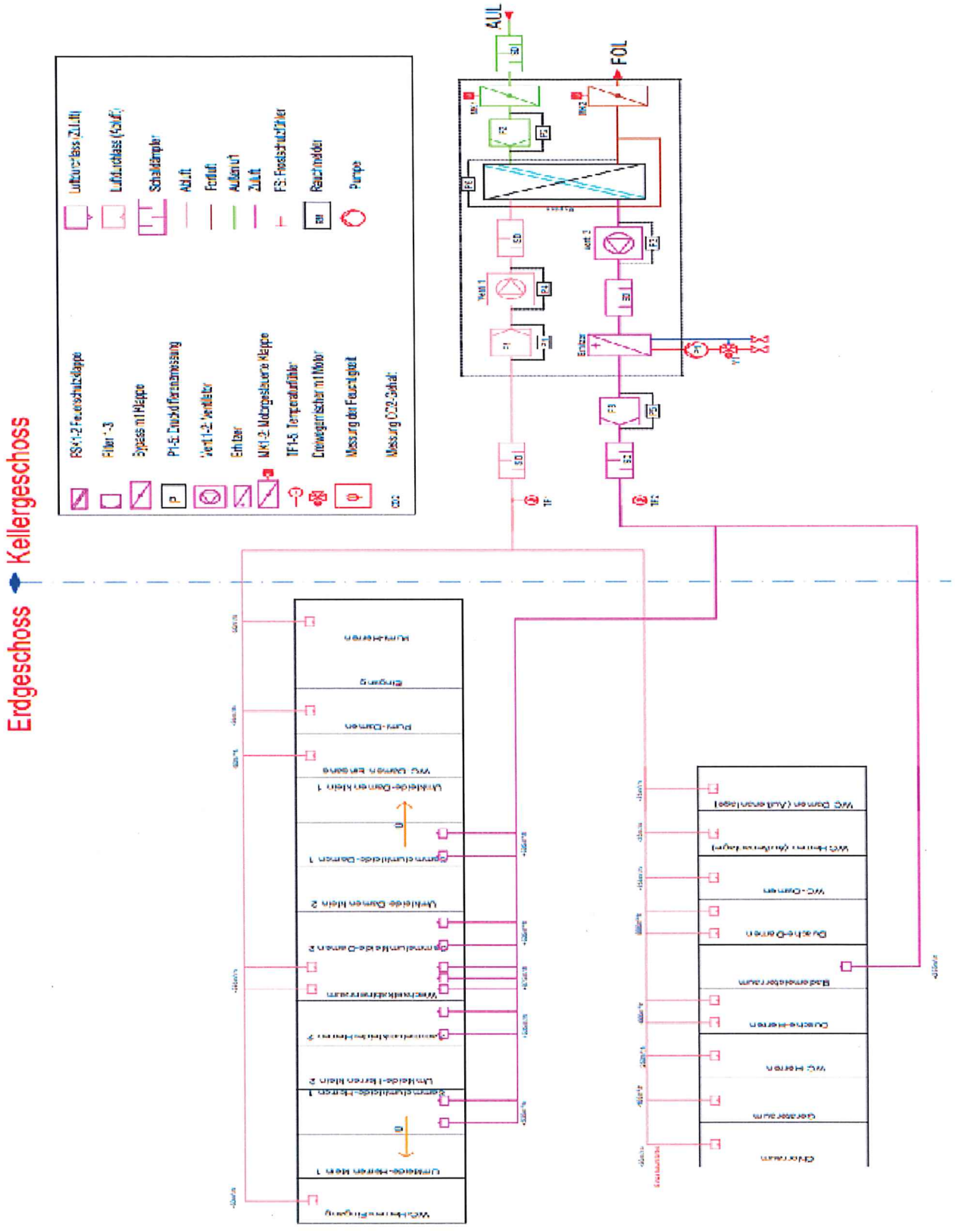
An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de



Anhang 6. Lüftungsschaltbild Schwimmhalle

INGENIEURBÜRO
CAMPHAUSEN & SCHMITZ
BERATENDE INGENIEURE GMBH
TECHNISCHE GEBÄUDEAUSRÜSTUNG
UMWELTTECHNIK

An der Lünette 2
52428 Jülich
Telefon: +49 2461 97580
info@camphausen-schmitz.de



Anhang 7. Lüftungsschaltbild Umkleidebereich