



Zusatzbericht
«Klimafreundlicher Gebäudepark der Gemeinde Horw»

Auftraggeber	Gemeinde Horw, Sicherheitsdepartement Gemeindehausplatz 1 6048 Horw www.horw.ch
Kontaktperson	Martin Kopp, Leiter Immobilien und Sicherheit martin.kopp@horw.ch +41 41 349 12 84
Auftragnehmer	diePROJEKTFABRIK AG Luzernerstrasse 131 6014 Luzern +41 41 412 35 35 kontakt@dieprojektfabrik.ch
Projektleitung	Christian Büchler cb@dieprojektfabrik.ch Urs Studer us@dieprojektfabrik.ch
Berichtverfasser	Christian Büchler Urs Studer
Version	2.9 vom 5. Februar 2024

Inhaltsverzeichnis

1.	Management Summary	4
2.	Ausgangslage	5
2.1.	Auftrag des Einwohner- und Gemeinderates	5
3.	Datengrundlagen	5
3.1.	Daten Gemeinde Horw	5
3.2.	Weitere Daten	5
4.	Vorgehen	6
4.1.	Gebäudetechnik	6
4.2.	Gebäudehülle	8
4.3.	Ökologie	8
4.4.	Denkmalschutz	9
4.5.	Objekte	9
4.6.	Kostenberechnung	10
4.7.	Vorschlag und Definition weiteres Vorgehen	10
4.8.	Priorisierung Objekte	10
4.9.	Abgrenzung	11
5.	Resultate - Allgemein	12
5.1.	Einsparungen CO ₂ -Emissionen	12
5.2.	Energieverbrauch	14
5.3.	Energieetiketten	15
5.4.	Photovoltaik Ausbau und Produktion	16
5.5.	Denkmalschutz	17
5.6.	Seenergy Luzern AG	18
5.7.	Terminplanung Objekte	19
6.	Resultate - pro Objekt	21
6.1.	Biregghang 8	21
6.2.	Feuerwehrgebäude	23
6.3.	Gemeindeverwaltung	26
6.4.	Horwerhalle	28
6.5.	Kirchweg 3, Wohnhaus und Laden	31
6.6.	Roggernstrasse 8, Wohnhaus	34
6.7.	Mehrfamilienhaus Roseneggweg 2	37
6.8.	Schulhaus Allmend	39
6.9.	Schulhaus Biregg	42
6.10.	Schulhaus Hofmatt Gebäude 1,2,3	45
6.11.	Schulhaus Kastanienbaum (Mattli)	48
6.12.	Schulhaus Spitz	51



6.13. Schulhaus Zentrum	53
6.14. Garderobengebäude Sportanlage Seefeld	55
6.15. Sonnsyterain 4, Wohnhaus	57
6.16. Strandbad Winkel	60
6.17. Werkhofgebäude	63
7. Investitionen Gesamtübersicht	65
8. Zusammenfassung	67
9. Glossar und Begriffe	67
10. Abbildungsverzeichnis	69

1. Management Summary

Die Gemeinde Horw strebt eine Vorreiterrolle im Schaffen eines umweltfreundlichen Gebäudeparks für die gemeindeeigenen Liegenschaften an. Der Gebäudepark soll bis spätestens 2040 klimaneutral betrieben werden. Vorliegender Bericht zeigt den Weg für eine vorzeitige Erreichung dieser Ziele auf.

Dafür wurden Massnahmen an Gebäudehülle und Gebäudetechnik eruiert, Investitionen berechnet und ein Terminplan über den Gebäudepark erstellt. Zudem zeigt der Bericht einen Auszug jedes der 17 analysierten Objekte mit Infos über dessen Zustand und den empfohlenen Massnahmen.

Die empfohlenen Massnahmen zielen auf energetisch, ökologisch und wirtschaftlich optimale Lösungen ab, welche in der Ausführungsplanung noch einer detaillierten Abwägung unterzogen werden müssen.

Die Treibhausgasemissionen (inklusive grauer Emissionen) des Gebäudeparks können mit Umsetzung der empfohlenen Massnahmen jährlich von aktuell rund 490t um 74% auf 130t reduziert werden. Diese Restemissionen stammen hauptsächlich von der aktuell noch üblichen fossilen Spitzenlastabdeckung der Wärmeverbunde (See-Energie und Schulhaus Spitz). Durch den fossilfreien und somit erneuerbaren Betrieb der Wärmeverbunde können die Emissionen nochmals um 75% minimiert werden und auf rund 33t CO_{2eq} pro Jahr gesenkt werden.

Der jährliche Energieverbrauch (Strom und Wärme) des Gebäudeparks beträgt aktuell über 4'100 MWh. Mit Umsetzung der Massnahmen reduziert sich dieser um etwas mehr als 25% auf ca. 3'000 MWh pro Jahr. Dieser reduzierte Verbrauch führt zusätzlich zu geringeren Kosten im Betrieb.

Die Gemeinde Horw hat bereits heute einige PV-Anlagen (360 kWp) auf Ihren Dächern realisiert. Im Rahmen der vorgeschlagenen Massnahmen ist ein Ausbau auf über 1.7 MWp möglich. Dies entspricht beinahe einer 5-fachen Erhöhung der aktuell installierten Leistung. Diese Anlagen können Strom für rund 526 Haushalte (knapp 1.6 MWh/a) liefern. Die Wirtschaftlichkeit und der Einbezug möglicher «Vorzeige Projekten» an Fassade und bei denkmalgeschützten Objekten sind dabei mitberücksichtigt.

Die Investitionen wurden mit einem Genauigkeitsgrad von ±25 % durch etablierte Tools, wie dem Gebäudeenergieausweis der Kantone (GEAK) und dem Energieausweis für Gebäude (GEA) des Bundesamtes für Energie erstellt. Um die Massnahmen umsetzen zu können ist für die 17 Objekte mit Investitionen in der Höhe von rund 16.3 Mio. CHF zu rechnen.

Der grösste Anteil der Investitionen entstehen bei den Sanierungen an den Gebäudehüllen (ca. 52%). Davon fallen wiederum mehr als 60% auf die vier Schulhäuser Allmend, Biregg, Hofmatt und Spitz.

Der Ersatz der Heizsysteme wird auf rund 3.5 Mio. CHF (21% der Gesamtinvestitionen) geschätzt. Die Photovoltaikanlagen können für rund 2.2 Mio. CHF (14%) realisiert werden. Die Detailplanungen für alle Objekte werden mit rund 2.1 Mio. CHF beziffert (13%).

Für die terminliche Auslegung der empfohlenen Massnahmen wurden die Objekte auf Basis verschiedener Kriterien wie aktuellen Treibhausgasemissionen, Zustand der Gebäudehülle und Gebäudetechnik, der Nutzung und weiteren Kriterien priorisiert. Dabei sollen insbesondere Objekte mit aktuell hohen CO₂-Emissionen, wenn möglich und sinnvoll, prioritär angegangen werden.

Ideal eingesetzt können die Investitionen in den klimafreundlichen Gebäudepark zu einer vorzeitigen Erreichung bis 2036 der Zielsetzung führen und die 17 Objekte innerhalb der nächsten 12 Jahre in einen klimafreundlichen Gebäudepark überführen.

2. Ausgangslage

Mit der Motion Nr. 2020-309 „Planungsbericht zu einem klimafreundlichen Gebäudepark der Gemeinde Horw (‘‘Öl- und Gasheizungen sollen verschwinden!’’)" vom 16. Juni 2020 erhielt die Gemeinde Horw (Sicherheitsdepartement) vom Einwohnerrat den Auftrag, einen Planungsbericht zu einem klimafreundlichen Gebäudepark der Gemeinde Horw zu erstellen ([Bericht und Antrag 1698](#)). Die Gemeinde Horw soll eine Leader-Rolle in Bezug auf einen klimafreundlichen Gebäudepark der gemeindeeigenen Liegenschaften einnehmen.

2.1. Auftrag des Einwohner- und Gemeinderates

An der Einwohnerratssitzung vom 19. Mai 2022 wurde der Planungsbericht «[Klimafreundlicher Gebäudepark der Gemeinde Horw](#)» besprochen und zur Kenntnis genommen. Zudem wurde der Gemeinderat mit Antrag auf Bemerkung aufgefordert, einen Zusatzbericht erstellen zu lassen, zu:

1. Szenarien
 - 1.1 Kosten/Nutzen
 - 1.2 Terminübersicht inklusive Möglichkeiten einer vorzeitigen Umsetzung (vor 2040)
 - 1.3 Vorzeitige Umsetzung im Hinblick darauf, dass auch noch etwas Intaktes ersetzt wird (graue Energie), wenn dabei die grössten CO₂-Verursacher beseitigt werden können.
2. Konzept und Planung der Sanierungs- und Investitionsmassnahmen
3. Gesamtbetrachtung je Objekt inklusive Zuleitungen, Photovoltaik und allfälligen Desinvestitionen

Damit erste Massnahmen bereits im Jahr 2024 umgesetzt werden können, wurde im Herbst 2023 für die Beratung im Rahmen des Aufgaben- und Finanzplans (AFP 2024), ein [Vorbericht](#) erstellt. Am 23. November 2023 wurde dieser Vorbericht zum Zusatzbericht «Klimafreundlicher Gebäudepark der Gemeinde Horw» zur Kenntnis einstimmig angenommen. Vorgängig wurde der Bericht in den Kommissionen (BVK und GPK) vorgestellt.

Dieser wird nun mit dem vorliegenden Bericht für den gesamten analysierten Gebäudepark ergänzt.

3. Datengrundlagen

Nebst den in Abschnitt 2 erwähnten Berichten wurden die nachfolgenden Datengrundlagen verwendet.

3.1. Daten Gemeinde Horw

Für die detaillierte Bearbeitung des kommunalen Gebäudeparks wurden diverse gemeindeinterne Daten verwendet:

- Software für Immobilien STRATUS: Portfolio Infos, Lebenszyklus Daten, Hinweise auf Sanierungen etc.
- Energiebuchhaltung «EnerCoach» 2021: effektive Energieverbräuche, Energiekosten
- Plangrundlagen: Digitale und im Archiv recherchierte Pläne
- Konzessionsvertrag zwischen der Gemeinde Horw und Seenergy
- Kommunale Energieplanung
- Energienachweise, wo vorhanden
- Besprechungen und Austausch mit Fachpersonen der Gemeinde Horw
- Unterlagen Einwohnerratssitzung bezüglich Fernheizwerk Zentrum (04. Mai 2023)

3.2. Weitere Daten

- Kantonale und nationale GIS-Grundlagen: Denkmalschutz, Erdwärmenutzung, Grundbuchplan, Solarkataster, Gebäude- und Wohnungsregister (GWR), www.klimafreundlichheizen.ch, etc.
- Energiepreise CKW, ewl, ewb und Seenergy Luzern AG

- Besprechungen mit OekoWatt, Geschäftsleitung Seenergy Luzern AG
- Besprechungen Ausbau Quartierzentrale Bernhard Etienne (Seenergy Luzern AG)
- Offerten von Heizungsinstallateuren
- Normen und Pflichtenhefter von SIA/GEA/GEAK
- Ökobilanzdaten des Bundes (KBOB)
- Datensammlung aus den Objektbegehungen durch diePF

4. Vorgehen

Für die Analyse der Gebäudetechnik und der Gebäudehüllen wurden vor Ort umfassende Begehungen durchgeführt, bei denen sämtliche Masse und relevante bestehende Installationen erfasst wurden. Dies ermöglichte eine objektive Bewertung des Zustands jeder einzelnen Immobilie.

4.1. Gebäudetechnik

Im Anschluss wurde die Gebäudetechnik vertieft analysiert und dokumentiert. Mit Hilfe der Datengrundlagen gemäss Abschnitt 3 konnten anschliessend konkrete Lösungsansätze im Bereich der Gebäudetechnik erarbeitet werden (Kosten - Nutzen, technische Lösungen, Emissionen).

Pro Gebäude wurden zwei Varianten für die künftige Wärmeversorgung vertieft abgeklärt. Durch die detaillierten Auswertungen wurde für jedes Gebäude eine Systemempfehlung evaluiert. Auf Grund dieser Analysen erfolgte eine erste Priorisierung anhand der aktuell verursachenden Treibhausgasemission, sowie der Dringlichkeit eines Ersatzes des bestehenden Heizsystems.

Zusätzlich wurde für jedes Gebäude eine Potenzialanalyse für Photovoltaikanlagen auf den Dächern und Fassaden durchgeführt und auf die Wirtschaftlichkeit überprüft. Für die Wirtschaftlichkeit wurden jeweils die vorhandenen Energieverbrauchsdaten mitberücksichtigt.

4.1.1. Technologien Wärmeerzeugung

Im Rahmen der beschriebenen Variantenevaluation wurde eine Auswahl an möglichen Technologien zur Wärmeerzeugung getroffen. Dies umfasst die Systeme, welche folgend erläutert werden.

Die Liste ist nicht abschliessend. Es sollen jedoch nur marktfähige und zuverlässige Systeme in Betracht gezogen werden. Neuartige Systeme mit fehlenden Erfahrungswerten wurden nicht berücksichtigt.

Wärmepumpen

Wärmepumpen entziehen der Umgebung Energie und erzeugen nachhaltige Wärme zum Heizen und zur Warmwassererwärmung. Es gibt verschiedene Varianten, welche nachfolgend gemäss [EnergieSchweiz](#) kurz erläutert werden.

Luft/Wasser

Eine Luft/Wasser-Wärmepumpe benutzt als Wärmequelle die Umgebungsluft. Diese wird über Luftkanäle zur Wärmepumpe gebracht, und die abgekühlte, genutzte Luft wird über Luftkanäle wieder ausgeblasen. Die aus der Umgebungsluft gewonnene Wärme wird an ein herkömmliches Heizungssystem oder an eine Warmwassererwärmungsanlage abgegeben. Die Luft/Wasser-Wärmepumpe kann sowohl im Gebäude als auch ausserhalb stehen.

Wasser/Wasser

Eine Wasser/Wasser-Wärmepumpe bezieht ihre Energie vom Grundwasser oder von Oberflächengewässern. Das Grundwasser wird über Brunnenbohrungen erschlossen. Ein Rohrsystem führt das Grundwasser oder die Oberflächengewässer zur Wärmepumpe und transportiert das genutzte Wasser wieder via einen Versickerungsbrunnen oder -schacht ins Herkunftssystem zurück. Grundwasserwärmenutzung mittels einer Wasser/Wasser-Wärmepumpe ist konzessions- und

bewilligungspflichtig. Gespräche mit Umwelt und Energie des Kantons Luzern (uwe) haben gezeigt, dass im Perimeter der Gemeinde Horw eine thermische Grundwassernutzung nicht durchführbar ist. Aufgrund von geringem Sauerstoffanteil ist es technisch sehr aufwändig das Grundwasser als Energiequelle zu verwenden. Bei einer allfälligen Förderung ist mit Mangan und Arsenaustritten zu rechnen. Für die Bereiche, welche sich nicht im Horwer Talboden befinden, ist eine Grundwassernutzung auf Grund der Verfügbarkeit nicht möglich. Dies führte zum Ausschluss der Technologie für das vorliegende Projekt.

Sole/Wasser (Erdsonden)

Eine Sole/Wasser-Wärmepumpe bezieht die im Erdreich gespeicherte, natürlich Geothermie (Erdwärme). Diese lässt sich mit senkrechten Erdwärmesonden, die bis zu 500 Meter tief in den Untergrund ragen, nutzen. Im gelegten Rohrsystem im Untergrund zirkuliert eine sogenannte Sole - eine Mischung aus Wasser und Frostschutzmittel -, welche dem Erdreich die Wärme entzieht und bis zur Wärmepumpe transportiert. Der von der Erdwärmesonde abgekühlte Untergrund wird durch natürliche Wärmeleitung laufend wieder erwärmt, oder muss bei zu starker Abkühlung regeneriert werden. Bohrung und Erstellung einer Erdwärmesonde erfordern eine gewässerschutzrechtliche Bewilligung.

Holz-Feuerungen

Das Verbrennen von Holz setzt Energie frei, welche für Heizung und Warmwasser verwendet werden kann. Für den vorliegenden Bericht wurden Pellets, sowie Schnitzel als mögliche Varianten berücksichtigt.

Wärmeverbund

Mit Abwärme oder erneuerbarer Energie erzeugte Wärme wird in Form von heissem Wasser über ein Rohrleitungsnetz zum Heizen und zur Warmwasser-Aufbereitung genutzt.

Im Perimeter der Gemeinde Horw gibt es bereits einige Wärmeverbunde, welche nachfolgend (nicht abschliessend) aufgelistet sind.

See-Energie

Seit 2020 ist ein Wärmeverbund mit Seewasser als Hauptenergiequelle in Horw in Betrieb. Dieser wird durch die Seenergy Luzern AG betrieben. Hierfür wurde von der Gemeinde Horw, sowie der Stadt Kriens ein **Konzessionsvertrag** (2017) vergeben.

Technisch handelt es sich bei der Seeenergie, um eine mittels Wärmepumpen erzeugte Energiegewinnung. Dem Seewasser wird dabei entweder Wärme entnommen (Heizen) oder Wärme zugeführt (Kühlen).

Aktuell werden Spitzenlasten durch Gas (aktuell ca. 17%) abgedeckt. Künftig wird die Seenergy Luzern AG den Wärmeverbund jedoch ebenfalls 100% erneuerbar betrieben werden müssen, womit die Technologie zulässig für vorliegende Aufgabenstellung ist.

Fernheizwerk Horw Zentrum

Das Fernheizwerk im Zentrum wurde ursprünglich 1976 in Betrieb genommen. Im Verlauf der Jahre gab es viele Änderungen und Anpassungen. Heute betreibt die Primeo Energie das Heizwerk mit Holzschnitzel und Gas. Im Sommer 2024 soll das Heizwerk an die Seenergy Luzern AG übergehen, welche den Betrieb auf die oben erwähnte Technologie mittels See-Energie umstellt. Diese Umstellung wird im Rahmen des Projekts «**Ablösung Fernheizwerk durch Seenergy**» behandelt.

Die bisher mit Wärme versorgten Gebäude der Gemeinde Horw, sollen weiterhin durch das Fernheizwerk versorgt werden.

Hierbei handelt es sich um sämtliche Objekte auf der Parzelle 2020. Für die Gemeinde betrifft dies das Gemeindehaus, Gemeindehausplatz 26, Schulhaus Zentrum, Schulhaus Allmend und die Horwerhalle. Detailliertere Infos zum Projekt sind der Einwohnerratsitzung vom **04. Mai 2023** zu entnehmen.

Fernheizwerk Spitz

Beim Schulhaus Spitz wird ein Wärmenetz durch die Primeo Energie betrieben. Als Energieträger dienen hauptsächlich Schnitzel, wobei die Spitzenlast durch Öl abgedeckt wird. Die aktuellen Verträge laufen bis 2036.

4.1.2. Variantenvergleich Gebäudetechnik

Es gibt einige Objekte, bei denen die zukünftige Wärmeversorgung bereits klar ist. Die betrifft insbesondere die Gebäude auf der Parzelle 2020 im Zentrum, welche an das Fernheizwerk Zentrum angeschlossen sind.

Für die weiteren Objekte wurde ein Variantenvergleich von jeweils 2 Systemen vorgenommen.

Die Systeme wurden gemäss folgenden Kriterien analysiert.

Ökologie	Wie ökologisch ist die Variante? Dieses Kriterium wird in Abschnitt 4.3 genauer erläutert.
Wartungsfreundlichkeit	Wie aufwändig ist die Wartung und der Betrieb der untersuchten Variante?
Abhängigkeit/Verfügbarkeit	Wie sind die Abhängigkeiten von weiteren Parteien/Gewerken? Wie steht es um die Verfügbarkeit der Energieträger?
Umsetzungsgeschwindigkeit	Wie schnell kann eine Variante umgesetzt werden?
Platzbedarf	Braucht die Variante viel Platz? Sind zusätzliche Bauten nötig?
Gestehungskosten	Wie hoch sind die Gestehungskosten?
Investitionskosten	Wie hoch sind die Investitionskosten?

Danach wurden die Kriterien in Absprache mit dem Auftraggeber gewichtet, wobei die Kosten, Ökologie sowie der Platzbedarf höher priorisiert wurden als die Wartungsfreundlichkeit, Abhängigkeit und Umsetzungsgeschwindigkeit.

4.2. Gebäudehülle

In Absprache mit dem Bereich Immobilien und Sicherheit wurden folgende Kriterien für eine Analyse der Gebäudehülle definiert:

- Förderfähige Bauteile (Dach, Fassade), welche innerhalb von 10 Jahren sanierungsbedürftig sind
- Energiekennzahl des Gebäudes schlechter als 80 kWh/m² (entspricht Kategorie D in Mehrfamilienhäuser)

Wenn eines dieser Kriterien erfüllt ist, wurden die Gebäude mittels GEAK Plus (Gebäude Energie Ausweis der Kantone) oder, falls nicht zulässig, mittels Gebäudeanalyse (GEA) vom Bundesamt für Energie (BFE) analysiert.

Auf Basis dieser Kriterien wurden für 12 Objekte ein GEAK Plus respektive ein GEA erstellt. Für die fünf restlichen Objekte wurden keine Analysen bezüglich Gebäudehülle erstellt. Diese Objekte haben bereits einen GEAK oder weisen eine Gebäudehülle in guten Zustand vor.

4.3. Ökologie

Im Rahmen des Zusatzberichts klimafreundlicher Gebäudepark ist das Ziel klar: Die Treibhausgasausstoss muss auf null (absolut) CO_{2eq}-Emissionen reduziert werden. Deshalb werden, wie in Abschnitt 4.1.1 ersichtlich, nur Technologien berücksichtigt, welche als erneuerbar gelten respektive in Zukunft erneuerbar betrieben werden (bspw. See-Energie). Für die Gemeinde Horw bedeutet dies, dass auf dem Gemeindegebiet durch den Betrieb

der Gebäude keine CO₂-Emissionen ausgestossen werden. Dies entspricht der gängigen Bilanzierung von Scope 1 und Scope 2 - auch genannt Territorial-Bilanzierung.

Damit die verschiedenen Heizsysteme mit Bezug auf die graue Energie ökologisch vergleichbar werden, entschied das Projektteam zusätzlich die Scope 3 Emissionen mit zu berücksichtigen und geht somit einen Schritt weiter. Scope 3 berücksichtigt ebenfalls die vor- und nachgelagerten Emissionen der entsprechenden Technologien. Dadurch können Technologien zur erneuerbaren Energieerzeugung auch auf ökologischer Ebene verglichen werden. Dies ist ein übliches Vorgehen im Gebäudesektor und kann mittels vom Bund bereitgestellten Daten aus dem **KBOB** annäherungsweise umgesetzt werden. Zudem wurde ein frühzeitiger Ersatz eines Heizsystems bezüglich grauer Emissionen mitberücksichtigt. Studien zeigen, dass sich eine Umstellung einer fossilen Heizung auf ein erneuerbares System innert kurzer Zeit aus ökologischer Sicht amortisiert (z.B. [esu-Services, 2022](#)). Somit ist ein Ersatz eines Heizsystems vor Lebensende aus ökologischer Sicht ebenfalls empfehlenswert.

In den CO₂-Berechnungen des Variantenvergleichs wurde der elektrische Strombedarf nicht berücksichtigt. Dieser wird für die Erreichung der Ziele der Gemeinde Horw, wo noch nicht geschehen, auf 100% erneuerbar umgestellt werden müssen und bleibt alternativlos.

4.4. Denkmalschutz

Im Rahmen vorliegender Arbeit wurden erste Abklärungen bezüglich Denkmalschutzes mit der kantonalen und kommunalen Anlaufstelle vorgenommen.

4.5. Objekte

Nach dem Vorbericht «klimafreundlicher Gebäudepark Gemeinde Horw» mit priorisierten Liegenschaften werden in vorliegendem Bericht alle im Rahmen des Projekts analysierten Objekte abgebildet.

Es handelt sich um folgende 17 Objekte (alphabetisch):

- Biregghang 8, Mehrfamilienhaus
- Feuerwehrgebäude
- Garderobengebäude Sportanlage Seefeld
- Gemeindeverwaltung
- Horwerhalle
- Kirchweg 3, Wohnhaus mit Laden (Dorfhaus)
- Roggernstrasse 8, Wohnhaus
- Roseneggweg 2, Mehrfamilienhaus
- Schulhaus Allmend
- Schulhaus Biregg
- Schulhaus Hofmatt
- Schulhaus Kastanienbaum (Mattli)
- Schulhaus Spitz
- Schulhaus Zentrum
- Sonnsyterain 4, Wohnhaus
- Strandbad Winkel
- Werkhofgebäude

Diese 17 Objekte wurden anhand der Immobilienstrategie der Gemeinde Horw definiert und in Absprache mit dem Bereich Immobilien und Sicherheit festgelegt.

Die Objekte Gemeindehausplatz 26, Allmendstrasse 8-14, Kindergarten Stirnrüti (Stockwerkeigentum und neuwertig), sowie die Gebäude Villa Krämerstein, Pförtnerhaus und Gärtnerhaus (erst kürzlich erneuert und fossilfrei betrieben) wurden im Rahmen vorliegender Arbeit nicht analysiert. Zudem gibt es im Finanzvermögen weitere Immobilien, welche mittelfristig im Rahmen von geplanten Bauprojekten rückgebaut werden wie z.B. die Liegenschaft Ebenastrasse 1, welche nicht Teil des Gebäudeportfolio war und somit im Rahmen des vorliegenden Projekts nicht analysiert wurden.

4.6. Kostenberechnung

Die vorliegenden Kostenberechnungen, welche im Bereich von $\pm 25\%$ (ausgenommen Bauteuerung und allgemeine Kostensteigerungen) liegen, beruhen auf verschiedenen etablierten Tools. Im Bereich der Gebäudehülle wurde mit Referenzwerten des GEAK Plus respektive der Gebäudeanalyse gearbeitet.

Für die Kosten im Bereich der Gebäudetechnik wurde das in der Branche bewährte AHB-Tool (Amt für Hochbau Zürich) verwendet. Die Energiepreise sind an die lokalen Gegebenheiten angepasst. Bei sämtlichen Kosten wurden Planungskosten mitberücksichtigt.

Sämtliche Kosten sind inklusive 7,7 % MWST abgebildet. Das GEAK-Tool bietet zum Erstellungszeitpunkt des vorliegenden Berichts noch keine Möglichkeit die neue MWST von 8.1 % abzubilden.

Die Fördergelder sind für die Gebäudehülle und das Heizsystem separat ausgewiesen, müssen in den weiteren Projektschritten detailliert geklärt werden. Bei den Kosten für PV-Anlagen sind die Fördergelder auf Grund der Wirtschaftlichkeitsberechnungen und Ermittlung der Amortisationszeit bereits berücksichtigt. Mit dem Mantelerlass (Energiegesetz und im Stromversorgungsgesetz), welcher frühestens ab 2025 in Kraft tritt, werden möglicherweise die Förderbedingungen, sowie Förderbeiträge angepasst. Gleiches trifft auf das Klima- und Innovationsgesetz (KIG) zu. Die genaue Ausarbeitung hierzu ist zum Erstellungszeitpunkt des Berichts noch unklar und folglich nicht berücksichtigt.

Die Planungskosten sind pro Projekt und separat ausgewiesen, damit die entsprechenden Ausführungsplanungen vorab in Auftrag gegeben werden können.

Die Kostenaufteilung auf die einzelnen Jahre sind im Kapitel 7 aufgelistet und wurden gemeinsam mit der Abteilung Immobilien und Sicherheit einer logischen Reihenfolge zugeordnet.

4.7. Vorschlag und Definition weiteres Vorgehen

In Anbetracht der Vorbildfunktion der öffentlichen Hand werden jeweils die energetisch und ökologisch besten Varianten empfohlen. Im Rahmen eines GEAK Plus bedeutet dies, dass eine Vollsanierung gegenüber einer Teilsanierung bevorzugt wird.

In der Ausführungsplanung und den zugehörigen Detailabklärungen sollen die Varianten geprüft und optimiert werden.

4.8. Priorisierung Objekte

Damit die Gebäude sinnvoll in die Aufgaben- und Finanzplanung aufgenommen werden können, wird eine Priorisierung, respektive Etappierung nach den folgenden Kriterien vorgenommen:

Zentrales Kriterium: aktueller Treibhausgasausstoss

Das Ziel des Projekts, ein klimafreundlicher Gebäudepark, ist stark abhängig von den emittierten Treibhausgasen. Dies wurde für die Priorisierung der Gebäude als Erstes berücksichtigt. Sofern möglich, sollen grosse Emissionsquellen möglichst rasch beseitigt werden. Eine Priorisierung nur nach Emissionen ist aber auf Grund der Nutzung (viele Schulhäuser) und Zustand der Gebäude (z.B. Heizung am Lebensende) nicht alleine ausreichend. Folgende weitere Kriterien wurden hierfür eruiert:

- Dringlichkeit Gebäudetechnik und Gebäudehülle
- Konfliktpotenzial bezüglich Nutzungen (beispielsweise nicht alle Schulhäuser gleichzeitig)
- Abhängigkeit von weiteren Gewerken (beispielsweise Seenergy Luzern AG).
- Umsetzungsgeschwindigkeit (Verfügbarkeit von Ressourcen)

Durch diese Kriterien kann die Entwicklung für einen klimafreundlichen Gebäudepark in eine zielführende Reihenfolge gebracht werden. Mit einem Workshop innerhalb des Projektteams wurde eine Lösung für den Terminplan erarbeitet. Dieser berücksichtigt alle Objekte auf Basis der oben genannten Priorisierungskriterien. Die Massnahmen pro Objekt wurden in folgende vier Bereiche unterteilt:

Planung	• jeweils vorgelagert, Planung der (maximal) drei weiteren Bereiche
PV	• Photovoltaik, Netzanschluss, E-Mobilitätsstationen
Gebäudetechnik	• Ersatz Heizsystem, Sofortmassnahmen
Gebäudehülle	• Fassade, Dach, Kellerdecke, Fenster, etc.

In der Erstellung des Terminplans wurden für die Justierung der Objekte zusätzlich zu den Priorisierungskriterien aktuelle, weitere Projekte seitens Gemeinde (z.B. Ersatzneubau Schulhaus Allmend, Ablösung Fernheizkraftwerk Zentrum etc.) mitberücksichtigt, sodass Ressourcen und Synergien innerhalb der Verwaltung bestmöglich genutzt und koordiniert werden können.

4.9. Abgrenzung

Die Untersuchungen im Zusammenhang mit dem vorliegenden Bericht umfassen die oben genannten Kriterien und beziehen keine oder nur marginale zusätzliche Überlegungen zu Themen wie Brandschutzplanung, Asbestvorkommen, den Zustand der sanitären und elektrischen Leitungsbereiche, Statik usw. mit ein.

Kombinationen von verschiedenen Heizsystemen wurden berücksichtigt, wenn bereits solare Wassererwärmung und/oder ein zusätzliches erneuerbares Heizsystem in einer Liegenschaft vorhanden sind. Detailliertere Abklärungen sollen in den weiteren Planungsphasen berücksichtigt werden. Genauere Ausführungen sind in den GEAK Plus oder Gebäudeanalysen beschrieben.

Einsparungen in den Betriebskosten wurden nicht berechnet. Abschätzungen können über den Energieverbrauch vorgenommen werden.

Der Bericht und die ausgeführten Analysen beinhaltet keine Planungsleistungen gemäss der Ordnung SIA 108/2003 Phase 3-5. Wird das Projekt auf Grund dieses Sanierungskonzeptes realisiert, muss eine Planung gemäss der Ordnung SIA 108/2003 Phase 3-5 erfolgen.

5. Resultate - Allgemein

Die detaillierten Analysen über den Gebäudepark liefern eine gute Ausgangslage für die Umsetzung des Projekts «Klimafreundlicher Gebäudepark» bei der Gemeinde Horw. Es können grosse Einsparungen bei CO_{2eq}-Emissionen erreicht werden. Zudem sinkt der Energieverbrauch (thermisch, aber auch total).

5.1. Einsparungen CO₂-Emissionen

Die Emissionen der einzelnen Objekte, sowie über den gesamten Gebäudepark sind in Abbildung 1 ersichtlich. Der gesamte analysierte Gebäudepark weist aktuell Emissionen von rund 490t CO_{2eq} pro Jahr aus. Die grössten aktuellen Emissionen (blau) weisen dabei die Schulhäuser, sowie das Werkhofgebäude auf. Für die Umsetzung bedeutet dies, dass die Schulhäuser einen hohen Handlungsbedarf und somit hohe Priorisierung für die Erreichung eines klimafreundlichen Gebäudepark aufzeigen.

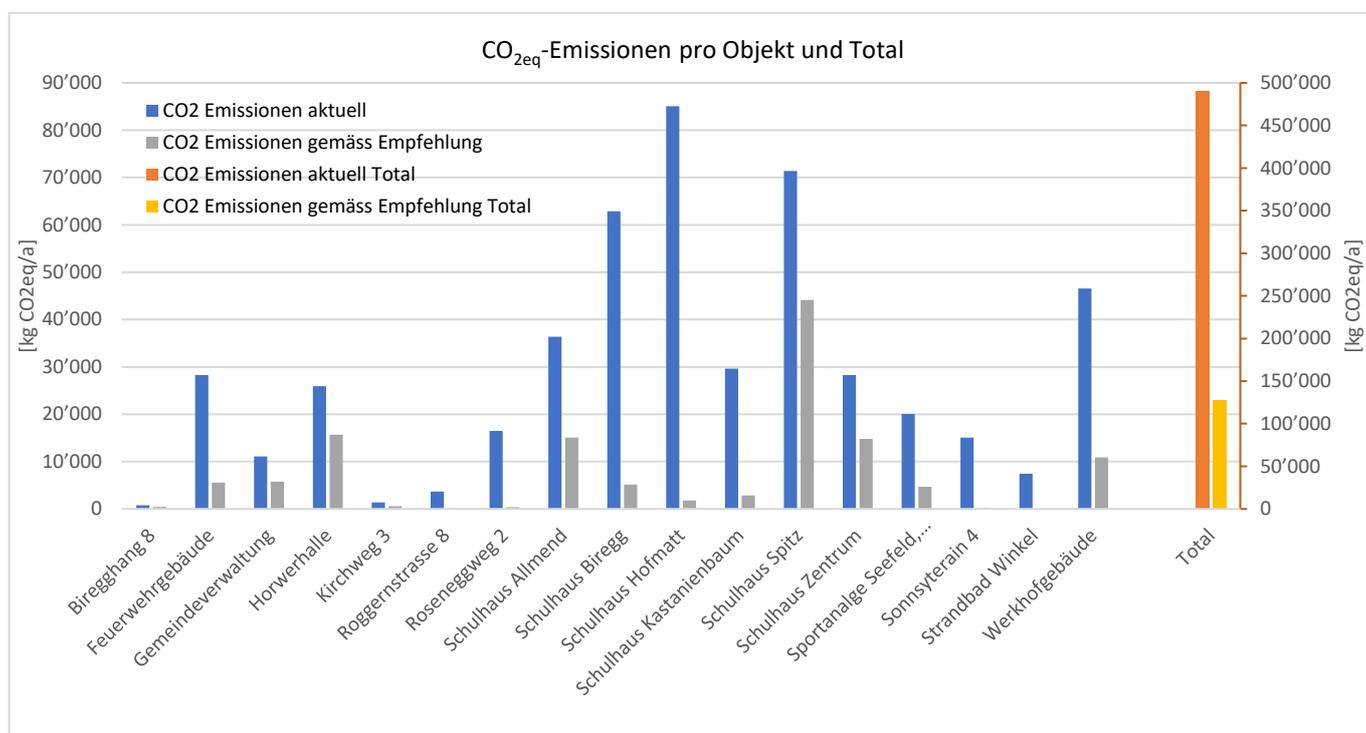


Abbildung 1: CO₂-Emissionen pro Objekt aktuell (blau) und nach Umsetzung der empfohlenen Massnahmen (grau). Rechts die identischen Zahlen summiert auf den analysierten Gebäudepark. In orange der heutige Stand und in gelb die Abschätzung nach Umsetzung der empfohlenen Massnahmen.

Auf Basis der empfohlenen Massnahmen bezüglich Sanierung, Ersatz Heizsystem etc. wurde der zukünftige CO_{2eq}-Ausstoss abgeschätzt. Durch diese Massnahmen kann der Ausstoss auf rund 130t CO_{2eq} reduziert werden. Dies entspricht einer Reduktion von 74%. Damit könnten sich 268 Personen mit einem herkömmlichen Auto ein Jahr lang bewegen. (BFE, 2020 und BFS, 2021). Der grösste Anteil der Restemissionen ist auf die Wärmeverbunde der See und der Verbund beim Schulhaus Spitz zurückzuführen, welche Ihre Spitzenlast aktuell noch mit fossilen Energieträgern decken. Insbesondere beim Schulhaus Spitz (Spitzenlast 35% mit Öl) macht der Betrieb des Wärmeverbunds künftig ca. 32% des totalen Ausstosses des Gebäudeparks aus. Dies hängt damit zusammen, dass der aktuelle Wärmeverbund beim Schulhaus Spitz bis mindestens 2036 vertraglich bestehen bleibt. Weiter gilt es zu berücksichtigen, dass der Ausstoss durch eine vorzeitige Sanierung des Schulhaus Spitz bei gleichbleibender Heizung nur bedingt Abhilfe schafft, da sich der Wärmeverbrauch stark über das Hallenbad definiert.

In den weiteren Schulhäusern können teilweise Reduktionen von bis zu 97% erreicht werden. So zum Beispiel beim Schulhaus Hofmatt von aktuell rund 85t auf 1.8t.

Einige Objekte kommen bezüglich CO_{2eq}-Emissionen beinahe auf null (in der Grafik sieht dies nach null aus). Dies hängt damit zusammen, dass der benötigte Strom nicht miteinberechnet ist. Dieser bleibt jedoch alternativlos auf CO₂ neutralen Strom umzustellen.

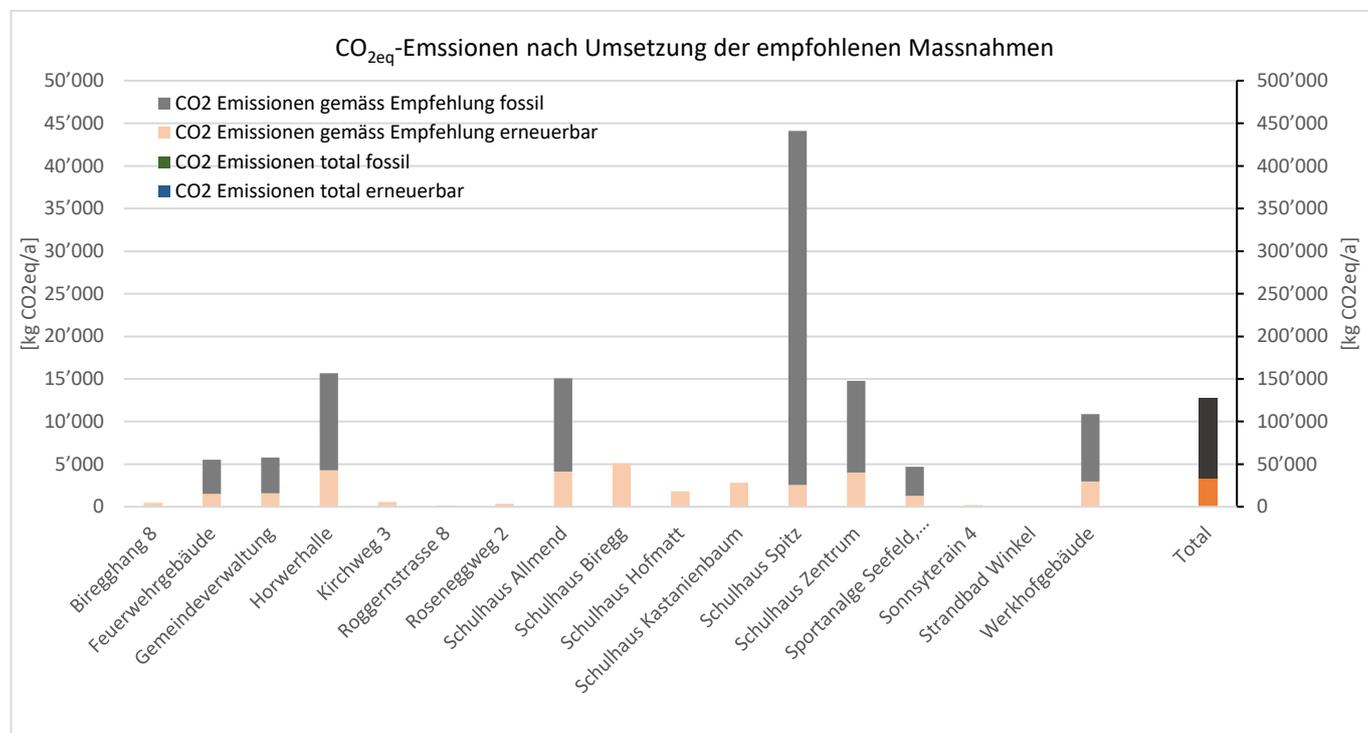


Abbildung 2: CO₂-Emissionen pro Objekt nach Umsetzung der empfohlenen Massnahmen. In grau der Anteil, welcher auf Einsatz fossiler Energieträger zurückzuführen ist. In orange der Anteil, welcher auf Einsatz erneuerbarer Energien zurückgeht. Rechts das total über den Gebäudepark.

Die Abbildung 2 zeigt den Soll-Zustand der Emissionen des Gebäudeparks (entspricht grauen Balken aus Abbildung 1) Die Emissionen wurden im Rahmen des im GEAK Plus oder Gebäudeanalyse kalkulierten Energieverbrauchs mit Umsetzung der empfohlenen Massnahmen berechnet. Die Restemissionen werden hierbei in zwei Segmenten angezeigt. Einerseits sind dies die Emissionen, die auf die Verwendung fossiler Energieträger (grau) zurückzuführen sind. Andererseits die Emissionen die auf den Einsatz erneuerbarer Energieträger (orange) zurückzuführen sind. Hierbei werden in den verwendeten KBOB-Daten des Bundes ebenfalls graue Emissionen (beispielsweise für die Herstellung des Heizsystems) miteinberechnet. Die Emissionen weisen somit auch für erneuerbare Heizsystem nicht null CO_{2eq}-Emissionen aus, ausser sie werden ausschliesslich durch Strom, welcher in dieser Bilanz nicht berücksichtigt ist, betrieben.

Aus der Abbildung 2 ist ersichtlich, dass der fossile Anteil nicht auf null zurückgeht. Dies hängt damit zusammen, dass die Fernwärmenetze mit dem Energiemix von heute das Ziel von 100% erneuerbare Energiequellen noch nicht erreichen. Alle Gebäude, welche an die Seenergy Luzern AG

angeschlossen oder im Wärmeverbund Schulhaus Spitz sind, weisen so noch Emissionen in der Grössenordnung von 94t CO_{2eq} aus. Die Wärmeverbunde müssen in Zukunft auf Grund der Zielsetzung ebenfalls dekarbonisiert werden, sodass diese Emissionen ebenfalls reduziert werden.

Weiter ist in der Grafik ersichtlich, dass die Ein- und Mehrfamilienhäuser absolut gesehen eine kleine Relevanz auf die Emissionen des Gebäudeparks haben.

5.2. Energieverbrauch

Die empfohlenen Massnahmen für den klimafreundlichen Gebäudepark führen zu einer Reduktion von aktuell 4'130 MWh/a auf 3'020 MWh/a des totalen Energieverbrauchs (Wärme und Elektrizität). Die Visualisierung ist in Abbildung 3 auf der rechten Seite ersichtlich. Über alle Objekte entspricht dies einer Reduktion von ca. 27%. Die Einsparungen entsprechen dem jährlichen Gesamtenergieverbrauch von ca. 33 vier-Personen Haushalten (gerechnet mit 8'200 kWh/Person gemäss [Energiespiegel Horw, 2023](#)).

In der Entwicklung des Energieverbrauchs nimmt der Wärmeverbrauch stärker als der Stromverbrauch ab. Dies hängt vor allem damit zusammen, dass für erneuerbare Heizsysteme (Wärmepumpen) mehr Strom benötigt wird und die Effizienzeinsparungen teilweise aufgehoben werden. Insbesondere bei den Schulhäusern ist durch die energetische Aufwertung ein grosser Rückgang des Energieverbrauchs zu erwarten.

Die grösste Reduktion (absolut) ist beim Schulhaus Biregg, sowie beim Schulhaus Hofmatt zu erwarten. Relativ gesehen sind die Einsparungen beim Sonnsyterain 4 mit fast 75% am höchsten.

Bei einigen Objekten ist keine Veränderung des Energieverbrauchs ersichtlich. Dies ist vorwiegend darauf zurückzuführen, dass bei den betroffenen Gebäuden keine neue vertiefte Analyse durchgeführt wurde.

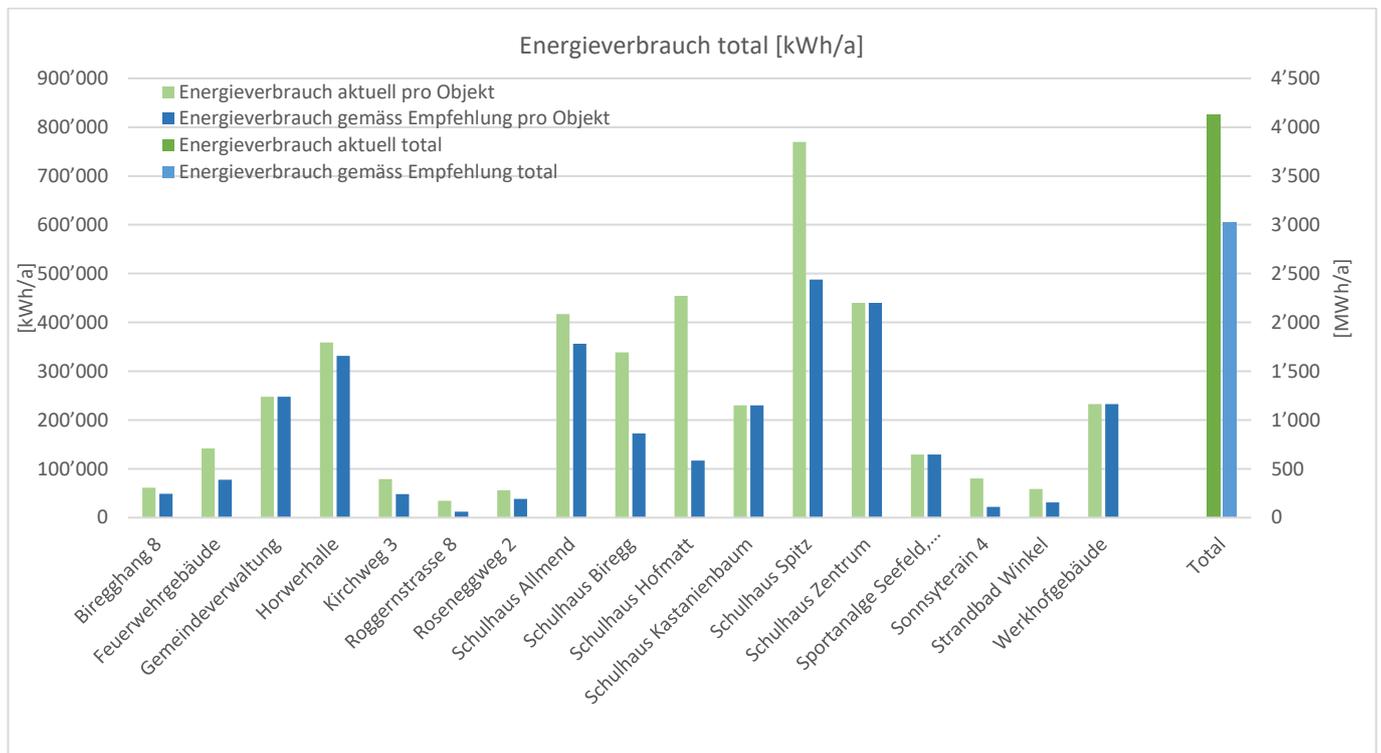


Abbildung 3: jährlicher Energieverbrauch pro Objekt. In grün der aktuelle Energieverbrauch [kWh/a], in blau der zukünftige Energieverbrauch [kWh/a], rechts auf einer zweiten Achse das total über den gesamten Gebäudepark [MWh/a].

Aus Abbildung 4 wird ersichtlich, dass die kleineren Gebäude auf die Fläche normiert mit der Energiebezugsfläche (EBF) des Gebäudes, tendenziell weniger effizient und der fossile Anteil höher ist als bei den grösseren Objekten. Grundsätzlich ist eine Tendenz zu erkennen: je höher der Energieverbrauch, desto höher die CO₂-Emissionen. Durch den Einsatz von erneuerbaren Technologien wird diese Korrelation abgeflacht.

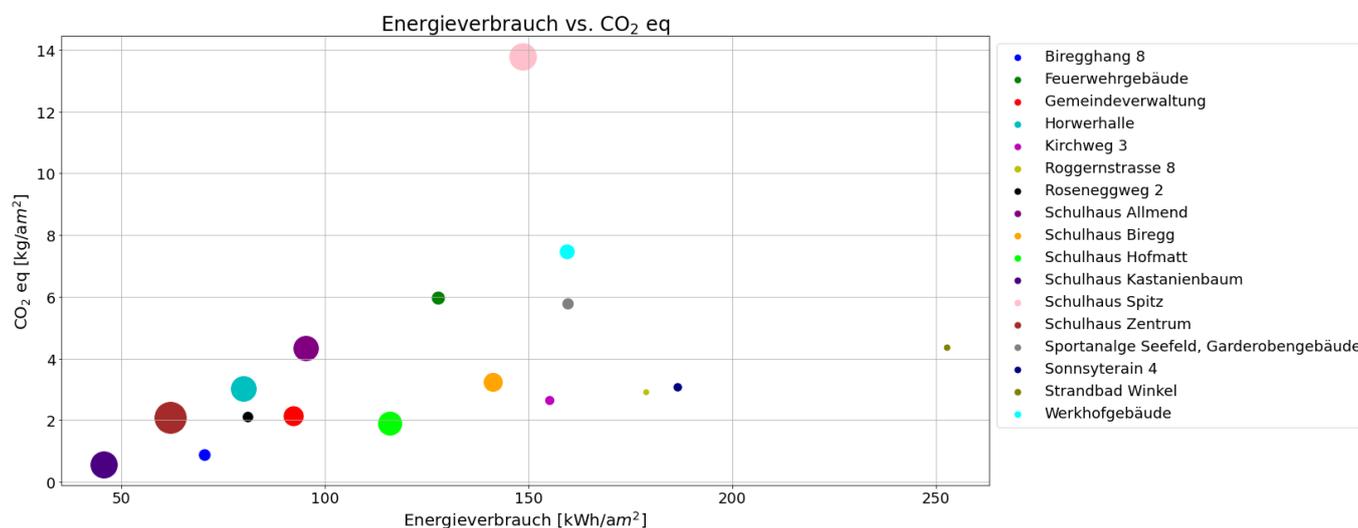


Abbildung 4: Energieverbrauch und CO₂ Emissionen normiert auf die Energiebezugsfläche (EBF) im Vergleich. Auf der x-Achse ist der Energieverbrauch heute normiert mit der Energiebezugsfläche des Objekts [kWh/a m²] dargestellt. Auf der y-Achse ist der aktuelle CO₂-Ausstoss des Objekts normiert mit der Energiebezugsfläche des Objekts [kg/a m²] dargestellt. Die Grösse der Punkte entspricht der Grösse der Objekte (gross = hohe EBF).

Es fällt auf, dass es einige Ausreisser gibt. So zum Beispiel weist das Schulhaus Spitz mit Abstand den grössten CO_{2eq} Ausstoss pro m² auf. Dies hängt damit zusammen, dass im Schulhaus Spitz durch den Wärmeverbund rund ein Drittel fossil abgedeckt wird (theoretischer Wert des Contractors). Das Hallenbad benötigt viel Energie und führt zu den hohen Werten, welche untypisch sind.

Das Strandbad Winkel weist den höchsten Energieverbrauch auf. Dies ist jedoch ein theoretischer Wert, da das Strandbad im Winter nicht beheizt wird. Die Analyse-Tools lassen diese Nutzung jedoch nicht zu, weshalb dieser Wert nicht der Realität entspricht.

5.3. Energietiketten

Für sämtliche Objekte, welche eine detaillierte Analyse in Form eines GEAK Plus oder Gebäudeanalyse vorgenommen wurde, liegen Energietiketten vor (Biregghang 8, Feuerwehrgebäude, Gemeindeverwaltung, Horwerhalle, Kirchweg 3, Roggernstrasse 8, Roseneggweg 2, Schulhaus Allmend, Schulhaus Biregg, Schulhaus Hofmatt, Schulhaus Spitz, Sonnsyterain 4, Strandbad Winkel).

Aus Abbildung 5 wird die Entwicklung des Gebäudeparks hinsichtlich der Energieetiketten abgebildet. Bei der Gebäudehülle sind 12 von 13 Objekte nach der Sanierung in der Kategorie B (Neubaustandard). Die Empfehlungen in den Berichten laufen aus diesem Grund immer auf die Variante Vollsanierung hinaus.

Im Bestand erreichen dieses Label erst zwei Gebäude (Gemeindeverwaltung und Feuerwehr). Bei der Gesamtenergieeffizienz (mittlere Kreise) erreichen ebenfalls mindestens 12 Gebäude Kategorie B. Das Strandbad Winkel ist das einzige, welches nach wie vor in Kategorie G verbleibt. Mit einem Austausch des bestehenden Heizsystems (elektrische Deckenheizung) könnte diesem Umstand Abhilfe geschaffen werden.

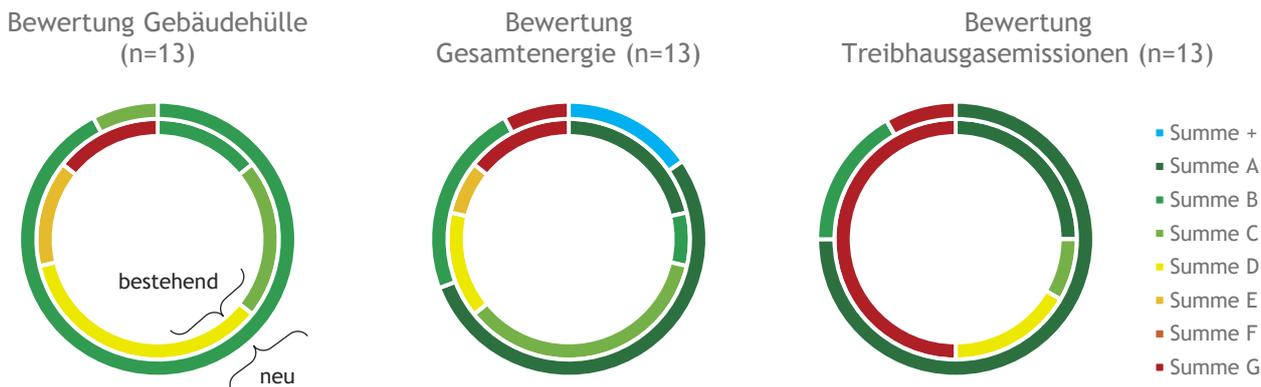


Abbildung 5: Bewertung Gebäudehülle, Gebäudetechnik und Treibhausgasemissionen pro Gebäude. Von links nach rechts die Beurteilung der Gebäudehülle, der Gesamtenergie und der Treibhausgasemissionen. Der innere Ring zeigt jeweils den bestehenden Wert auf. Der äussere Ring zeigt den Zustand nach Umsetzung der empfohlenen Massnahmen. Die Bewertung geht von A-G. Bei der Energie sind auch + möglich. Dies bedeutet mehr Energieproduktion als Energieverbrauch.

5.4. Photovoltaik Ausbau und Produktion

Auf den Dächern der Gemeinde Horw ist bereits eine Leistung von 360 kWp installiert. Diese Anlagen liefern etwas mehr als 330 MWh Solarstrom pro Jahr. Im Rahmen der vorliegenden Analyse und Empfehlung ist eine fast als 5-fache Kapazität (ca. 1'768 kWp) sinnvoll erschliessbar. Dies beinhaltet auch einige Fassaden oder denkmalgeschützte Objekte. Im Rahmen der Vorbildfunktion der Gemeinde wurden bewusst solche Massnahmen mitberücksichtigt. Die künftige Produktion von rund 1'580 MWh/a können den Strombedarf von rund 526 Haushalten decken (Annahme von 3'000 kWh/a pro 4-Personenhaushalt gemäss BFE, 2023).

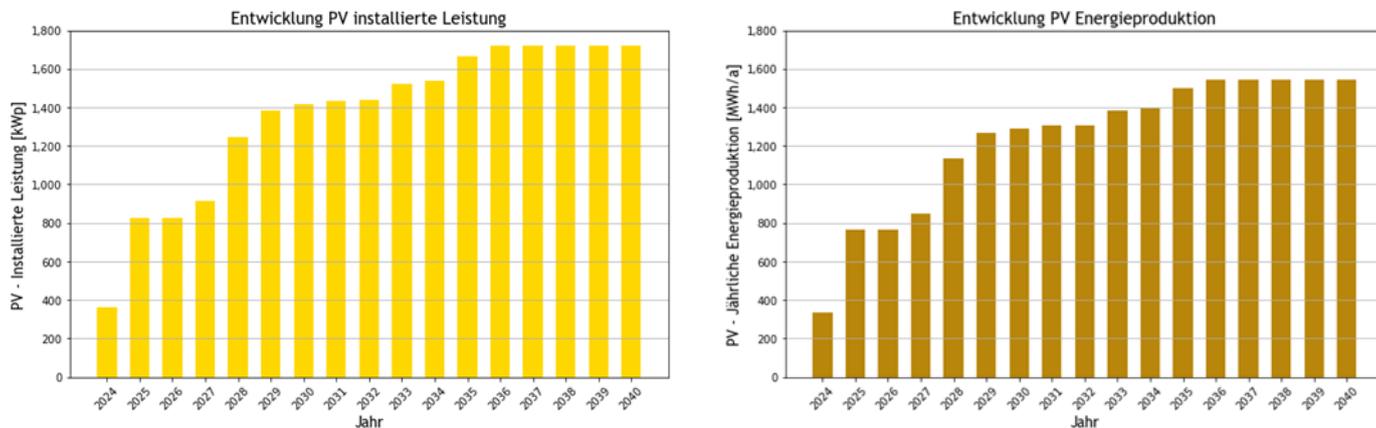


Abbildung 6: links: Entwicklung der Leistung [kWp] und rechts: Produktion [MWh/a] aller PV-Anlagen auf allen Gemeindeobjekten. Die Entwicklung ist anhand des Terminplans für die einzelnen Objekte erstellt

5.5. Denkmalschutz

Für den vorliegenden Bericht wurde Kontakt mit dem kantonalen, sowie kommunalen Denkmalschutzverantwortlichen aufgenommen. Allgemein gilt, dass der Denkmalschutz genauso wie die Energiestrategie gesetzlich verankert ist. Es benötigt eine Güterabwägung und Koordination von beiden Aspekten.

Es können für geschützte, schützenswerte oder erhaltenswerte Objekte beim Vollzug der Anforderungen des kantonalen Energiegesetzes Ausnahmen gewährt werden. Dies erfolgt in Absprache mit der Denkmalpflege und dem Amt für Umwelt und Energie.

Bei den Solaranlagen bedürfen Anlagen auf Kulturdenkmäler von kantonaler oder nationaler Bedeutung, d.h. schützenswerte oder geschützte Objekte stets eine Baubewilligung und sie sollen Denkmäler nicht wesentlich beeinträchtigen. (Art. 18a Abs 3 RPG). Bei erhaltenswerten Objekten gehen die Interessen an der Nutzung der Solarenergie grundsätzlich vor.

Für die vier betroffenen Gebäude im analysierten Perimeter ergaben die Vorabklärungen bezüglich Denkmalschutz folgendes in Kürze:

- | | |
|----------------------|--|
| Schulhaus Biregg | Das Schulhaus Biregg ist im Bauinventar der Gemeinde Horw als «erhaltenswert» eingestuft. Das Gebäude befindet sich weder in einem qualifizierten Ortsbild noch in der Umgebung eines geschützten Objektes. Bei sämtlichen baulichen Massnahmen ist die Gemeinde zuständig, die denkmalpflegerischen Aspekte zu beurteilen. Der kommunale Denkmalpfleger empfiehlt den frühzeitigen Einbezug der zuständigen Behörde bei einem Sanierungsprojekt. |
| Schulhaus Hofmatt | Das Schulhaus Hofmatt 3 ist im Bauinventar der Gemeinde Horw als «schützenswert» eingestuft. Der Bau befindet sich zudem unmittelbar in der Umgebung der geschützten Pfarrkirche Horw. Im Sinne des Umgebungsschutzes von geschützten Baudenkmalern muss die Denkmalpflege zu sämtlichen bewilligungspflichtigen baulichen Massnahmen am Schulhaus Hofmatt eine Bewilligung erteilen. Das Anbringen einer Dämmung der Fassade oder einer Solaranlage auf dem Dach wird als kritisch beurteilt. Dämmungen im Innern gegen den Keller, im Dachbereich und gegen die Aussenwände können geprüft werden, ebenso ein möglicher Fensterersatz. |
| Kirchweg 3, Dorfhaus | Das Haus Kirchweg 3 ist im kantonalen Denkmalverzeichnis (KDV) als geschütztes Objekt eingetragen. Die kantonale Denkmalpflege muss sämtliche baulichen Tätigkeiten bewilligen. Energetische Massnahmen wie Aussendämmung oder Solaranlagen sind hier nicht denkbar. Weitere Massnahmen im Innern wie die Dämmung gegen den Keller, gegen das Dach oder Aussenwände können geprüft werden. |
| Sonnsyterain 4 | Das Haus Sonnsyterain 4 ist im Bauinventar der Gemeinde Horw als «erhaltenswert» eingestuft. Bei sämtlichen baulichen Massnahmen ist es an der Gemeinde, die denkmalpflegerischen Aspekte zu beurteilen. Der kommunale Denkmalpfleger empfiehlt den frühzeitigen Einbezug der Behörde für ein Sanierungsprojekt. |

5.6. Seenergy Luzern AG

Horw hat gemeinsam mit Kriens einen Konzessionsvertrag für einen definierten Perimeter in den Gemeindegebieten mit Seenergy Luzern AG abgeschlossen. Das entsprechende Gebiet ist in Abbildung 7 ersichtlich. Im Zentrum wurde bereits beschlossen, dass die Objekte auf der Parzelle 2020 (Horwerhalle, Gemeindeverwaltung, Schulhaus Allmend, Schulhaus Zentrum und weitere sich auf der Parzelle befindende Objekte) durch die Seenergy Luzern AG mit Wärme versorgt werden. Hier erfolgt eine Ablösung des bestehenden Holz-Wärmeverbundes.

Weitere betroffene Gebäude befinden sich im Seefeld. Es handelt sich um das Feuerwehrgebäude, das Garderobengebäude bei der Sportanlage Seefeld und das Werkhofgebäude.

Für diese drei Objekte wird ein Anschluss an das Fernwärmenetz der Seenergy Luzern AG angestrebt. Das Garderobengebäude beim Seefeld befindet sich unmittelbar oberhalb der Seewasser-Übergabe-Station und eine alternative Lösung zum Anschluss an das Fernwärmenetz ist technisch und wirtschaftlich nicht sinnvoll. Die beiden weiteren Objekte (Feuerwehr und Werkhof) sollen ebenfalls an den Wärmeverbund angeschlossen werden. Seitens Seenergy Luzern AG liegt bei Veröffentlichung dieses Berichts kein Zeitplan vor, ob und wann diese Gebäude angeschlossen werden können. Dies, obwohl der Konzessionsvertrag klare zeitlich Verpflichtungen vorgibt.

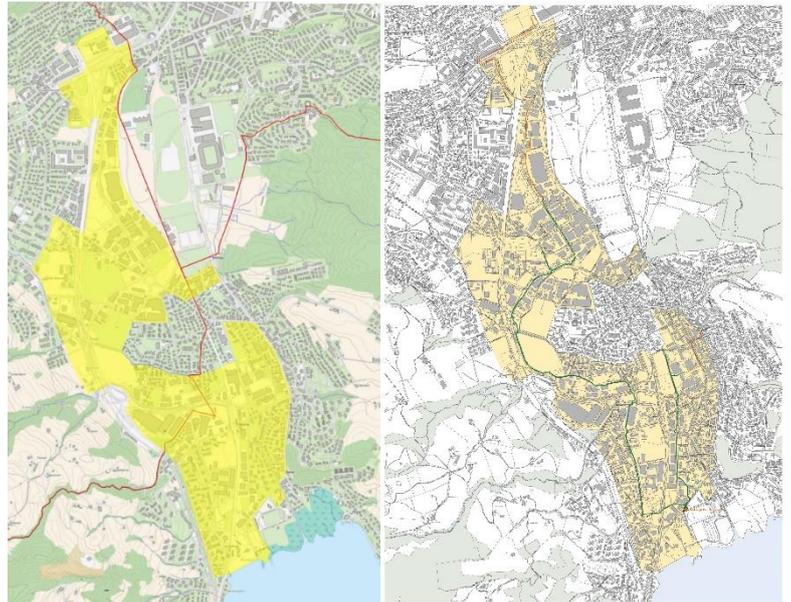


Abbildung 7: Ausgewiesener Perimeter See-Energie aus [Konzession](#) (links) und der [Seenergy Luzern AG -Website](#) (rechts).

5.7. Terminplanung Objekte

Mit den Resultaten über den gesamten Gebäudepark, sowie den Gebäudespezifischen Analysen wurde mit den Fachspezialisten der Gemeinde Horw ein Zeitplan für die Investitionen in den gesamten Gebäudepark erstellt. Die Massnahmen des gesamten analysierten Gebäudeparks sollen somit in den nächsten 12 Jahren im Rahmen des vorliegenden Projekts umgesetzt werden. Somit werden alle Priorisierungsstufen der Objekte zeitnah angegangen.

Der Zeitplan bildet pro Objekt die vier Bereiche ab. Einerseits die Planung und andererseits die Umsetzung von Photovoltaik, Gebäudehülle und Gebäudetechnik. Die Planung ist der Logik folgend immer den Anderen Gewerken vorgelagert.

In Abbildung 8 ist der zeitliche Verlauf der gebäudespezifischen Massnahmen ersichtlich. Die Farben, Planung (violett), PV-Anlage (blau), Gebäudetechnik (grün) und Gebäudehülle (gelb) sind entsprechend zugeordnet.

In der Abbildung sind Startjahre der Massnahmen ersichtlich. Diverse Massnahmen, insbesondere bei Schulhäusern, werden sich über mehrere Jahre verteilen. Die Priorisierung ist gemäss Kapitel 4.8 berücksichtigt. Die Umsetzung erfordert eine ausführliche Koordination mit dem Schulbetrieb. Bei den Schulhäusern sind einzig das Schulhaus Zentrum (relativ neu), sowie das Schulhaus Spitz, welches vertraglich bis 2036 bezüglich Wärmeverbund gebunden ist, nicht hochpriorisiert.

Mit der aktuellen Planung ist die Zielerreichung eines klimafreundlichen Gebäudepark bis 2036 möglich. Vorausgesetzt ist, dass alle Ressourcen zu den geplanten Zeitpunkten zur Verfügung stehen (Ressourcen, Fachkräfte, Finanzen und Materialien). Zudem bedingt dies auch einem reibungslosen Ablauf bezüglich Einsprachen. Ein weiterer Punkt, welcher durch die Gemeinde nicht direkt beeinflussbar ist, ist die Dekarbonisierung der Fernwärmeverbunde.

Grundsätzlich fallen in den Jahren 2024 - 2026 viele Planungen an. Neun der 17 Objekte sollen in den nächsten drei Jahren geplant werden, sodass die Ausführungsarbeiten ideal koordiniert werden können.

Die Jahre 2024 - 2026 decken sich mit den im [Vorbericht](#) abgebildeten Priorisierungen. Für das Jahr 2025 wurde zusätzlich die Planung des Bestandesbau vom Schulhaus Allmend aufgenommen. Dies, um eine ideale Koordination mit dem geplanten Ersatzneubaus zu gewährleisten. Für das Jahr 2026 wurden zusätzlich die Planung der Horwerhalle und des Schulhaus Biregg aufgenommen. Die Horwerhalle hat ein grosses PV-Potenzial, welches schnell erschlossen werden kann.

Die letzten Gebäude ab 2032 werden Biregghang 8, Gemeindeverwaltung, Schulhaus Zentrum sowie das Strandbad Winkel sein. Diese weisen auf Grund des Alters, respektive Qualität und Nutzung die tiefste Priorisierung aus und bilden den Abschluss im Rahmen des klimafreundlichen Gebäudeparks.

Die detaillierten Massnahmen pro Objekt sind den Ausführungen in Kapitel 6 zu entnehmen.

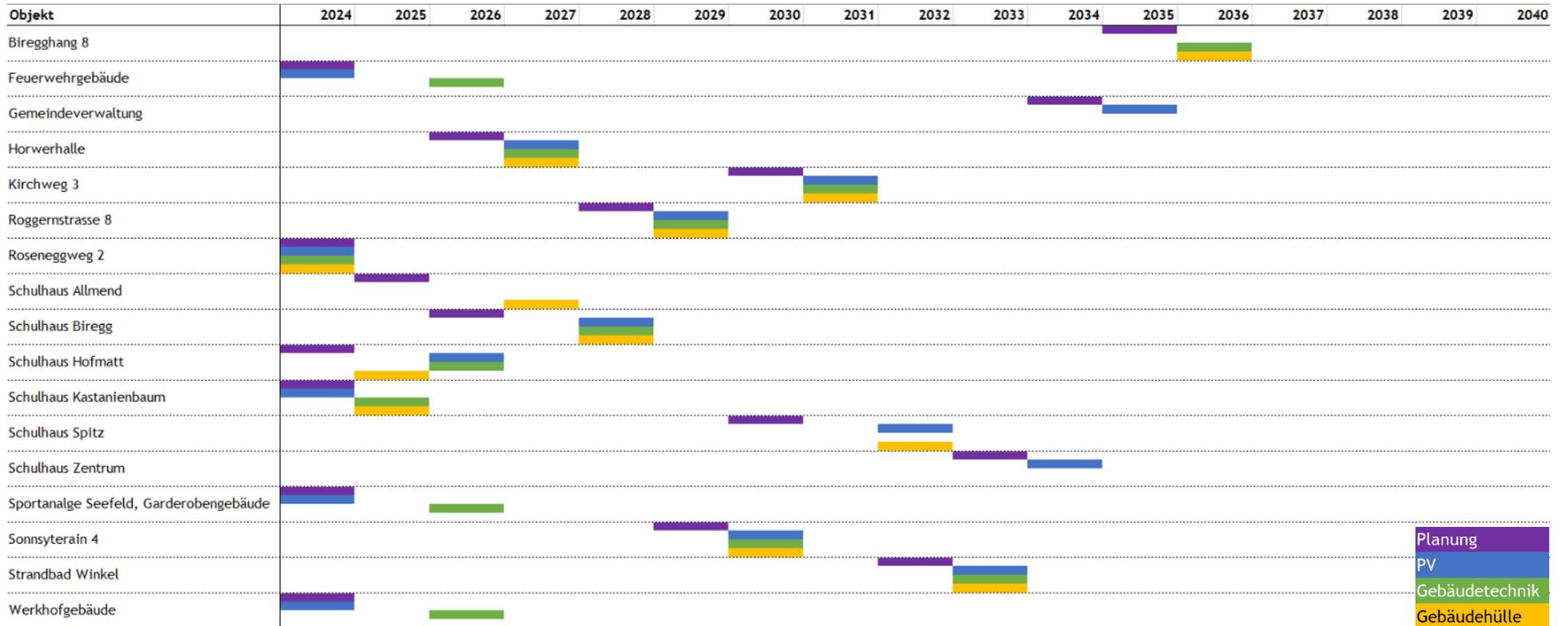


Abbildung 8: Terminplan Gebäudepark Horw. Für jedes Objekt werden maximal vier Teilschritte ausgeführt: Planung (violett), PV-Installation (blau), Massnahmen Gebäudetechnik (grün), Massnahmen Gebäudehülle (gelb).

6. Resultate - pro Objekt

Im folgenden Kapitel werden alle analysierten Objekte kurz beschrieben. Der Fokus liegt auf den Kosten, welche zusammengefasst dargestellt werden. Die Objekte sind alphabetisch gegliedert und somit unabhängig des Zeitplans. Detaillierte Infos zu allen Objekten, inklusive einzelner Massnahmen liegen dem Projektteam in Form der GEAK Plus Beratungsberichte bzw. den Gebäudeanalysen, sowie den Gebäudetechnikpräsentationen vor.

6.1. Biregghang 8

Adresse	Biregghang 8 6005 Luzern
Baujahr	1953 Mehrfamilienhaus
Gebäudetechnik	2020 WP Sole/Wasser 2021 Photovoltaikanlage
Gebäudekategorie	Mehrfamilienhaus



Abbildung 9: Biregghang 8 (Foto Begehung)

Das Mehrfamilienhaus wurde 1953 erstellt. Im Laufe der Zeit wurde diverse energetische Massnahmen ergriffen sowie zusätzliche Räumlichkeiten an der Ost- und Westfassade angebaut. Die Sanierungen sowie der Anbau fanden im Jahre 2001 statt. Bei der Sanierung wurden die Fenster ersetzt und die meisten der bestehenden Bauteile mit einer Wärmedämmung versehen. Die Haupteingangstür wurde nicht saniert. Der Anbau wurde im Leichtbau (Ständerbauweise) und gemäss den damaligen Energie Vorschriften erstellt. Das bestehende Dach sollte geprüft werden, da die oberste Schicht nicht mehr sehr gut erhalten ist. Ansonsten ist die Gebäudehülle in einem guten Zustand und wurde fortlaufend unterhalten. Die Wärmeerzeugung wurde im Jahr 2020 ersetzt. Die Raumwärme wird seither mit einer Sole/Wasser Wärmepumpe bereitgestellt. Die Erzeugung des Warmwassers erfolgt mit dezentralen Elektroboilern in den Wohnungen. Bei der Erstellung der neuen Heizungsanlage wurden Anschlüsse vorgesehen, um die Warmwasseraufbereitung zu einem späteren Zeitpunkt ebenfalls an die Wärmepumpe anzuschliessen. Im Jahr 2021 wurde auf dem Dach eine PV-Anlage mit einer Leistung von 21 kWp installiert. Der produzierte PV-Strom wird durch die Mieter bezogen. Die Gebäudehülle entspricht nicht den heutigen Anforderungen an Neubauten, weist aber eine zufriedenstellende Wärmedämmung auf.

Der aktuelle Stand des Gebäudes bezüglich Hülle wird gemäss der Gebäudeanalyse wie folgt definiert:

Effizienz der Gebäudehülle	C	Die Gebäudehülle weist eine zufriedenstellende Wärmedämmung auf, entspricht jedoch nicht den aktuellen Anforderungen für Neubauten.
Gesamtenergieeffizienz	C	Die Gesamtenergieeffizienz ist knapp befriedigend. Der gewichtete Energiebedarf (Heizung, Warmwasser, Beleuchtung, Elektrogeräte) ist bis 1.5-mal grösser als bei Neubauten.

6.1.1. Vorgehensempfehlung

Mittels der obenstehenden Informationen und der durchgeführten Analyse empfehlen sich für das Gebäude folgende Massnahmen.

Ersatz Heizsystem

Im Biregghang 8 steht eine Wärmepumpe (Sole/Wasser) aus dem Jahr 2020. Diese entspricht dem aktuellen Stand der Technik, weshalb hier kein Handlungsbedarf vorhanden ist und kein Variantenvergleich vorgenommen wurde. Die Erzeugung des Warmwassers erfolgt mit dezentralen Elektroboilern direkt in den Wohnungen. Die dezentralen Wassererwärmer sind durch einen zentralen zu ersetzen, welcher an die WP angeschlossen wird. Bei der Erstellung der neuen Heizungsanlage wurden bereits Anschlüsse vorgesehen, um die Warmwasseraufbereitung zu einem späteren Zeitpunkt ebenfalls an die Wärmepumpe anzuschliessen.

Mit der installierten Wärmepumpe ist der CO₂-Ausstoss bereits gering. Durch die Umstellung der Wassererwärmung kann der Strombedarf zusätzlich verringert werden.

Zusammenstellung Investitionen Heizung

Umstellung Wassererwärmung	CHF	70'000
----------------------------	-----	--------

Ausbau Photovoltaikanlage Dach

Auf dem Dach ist bereits eine Photovoltaikanlage installiert, welche ca. 22'000 kWh produziert. Die Dachausnutzung liegt etwas unter 100%. Auf Grund der geringen Restfläche lohnt sich eine Erweiterung auf dem Dach aus finanzieller Sicht nicht und wird nicht empfohlen.

Gebäudehülle

Die Gebäudehülle weist grundsätzlich einen passablen Wärmeverlust auf, entspricht jedoch nicht den aktuellen Anforderungen für Neubauten. Vereinzelte Bauteile, welche nicht dem heutigen Standard entsprechen, können relativ einfach ersetzt werden. Für das vorliegende Projekt empfiehlt sich der Ersatz der Türen sowie das Nachdämmen der Innenwände Eingangsgeschoss und der Böden gegen Aussenluft und die unbeheizten Kellerräume.

Zusammenstellung Gebäudehülle

Wände	CHF	3'680
Fenster und Türen	CHF	18'200
Böden	CHF	6'655

6.1.2. Übersicht Kosten Biregghang 8

Alle vorgeschlagenen Massnahmen summieren sich wie folgt:

Umstellung Wassererwärmung	CHF	70'000
Gebäudehülle	CHF	28'535
Total	CHF	98'535
Planungskosten	CHF	14'780

6.2. Feuerwehrgebäude

Adresse	Kantonsstrasse 154b 6048 Horw
Baujahr	1975 Feuerwehrgebäude 2008 Wohnungen
Gebäudetechnik	2002 Gasheizung 2007 Solarthermieanlage
Gebäudekategorie	Industrie (Feuerwehrgebäude) Wohnen

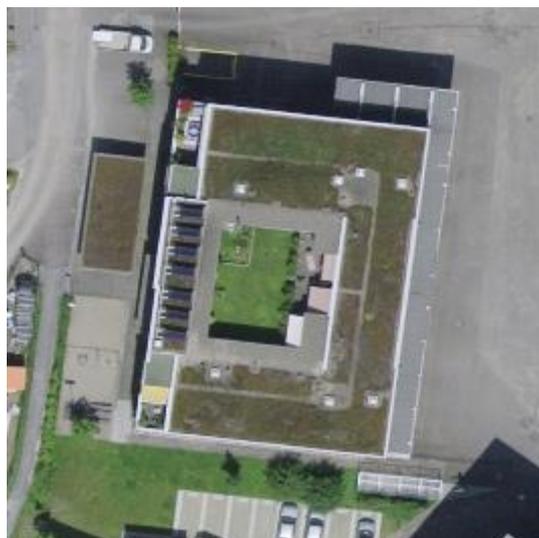


Abbildung 10: Feuerwehrgebäude (Google Maps)

Das Gebäude wurde im Jahr 1975 erbaut und im Jahr 2008 komplett saniert und erweitert. Das Dachgeschoss wurde erneuert bzw. mit Wohnraum erweitert.

Im Jahr 2023 wurde der südliche Anbau, infolge eines Bauschadens verursacht durch die angrenzende Liegenschaft, erfolgreich gehoben und das Fundament mit einer zusätzlichen Pfählung versehen. Das Gebäude wurde mit dem Minergie-Standard zertifiziert.

Im Erdgeschoss und 1. Obergeschoss befinden sich die Räumlichkeiten der Feuerwehr Horw mit Fahrzeughallen, Magazin, Werkstatt, Büros, Garderoben und Aufenthaltsräumen. Das neue Dachgeschoss beinhaltet vier Wohnungen, welche jeweils eine kontrollierte Lüftungsanlage haben.

Die Gas-Heizung wurde mit der Minergie-Sanierung nicht erneuert, aber es wurde eine thermische Solaranlage auf dem Dach beim Treppenhaus installiert.

Der aktuelle Stand des Gebäudes bezüglich Hülle wird gemäss der Gebäudeanalyse wie folgt definiert:

Effizienz der Gebäudehülle	B	Das Gebäude wurde gemäss den Stratus-Daten im Jahr 1975 erbaut und wurde im Jahr 2008 komplett saniert. Das Dachgeschoss wurde erneuert bzw. erweitert. Das Gebäude wurde mit dem Minergie-Standard zertifiziert.
Gesamtenergieeffizienz	B	Mit der Sanierung von 2008 wurde die Gesamtenergieeffizienz deutlich verbessert. Die Wärmeerzeugung erfolgt momentan noch mit einer Gasheizung und einer solarthermischen Anlage.

6.2.1. Vorgehensempfehlung

Ersatz Heizsystem

Im Rahmen der Gebäudetechnik-Analyse wurden zwei Varianten für den Ersatz der bestehenden Gasheizung eruiert. Einerseits ein Anschluss an den Fernwärmeverbund mit See-Energie der Seenergy Luzern AG und andererseits die Variante Pellet. Die Pellet-Heizung weist gegenüber der Fernwärme höhere Investitionskosten, jedoch tiefere Kosten im Betrieb aus. Die Pellet-Preise sind sehr volatil und zusätzlich müsste ein Raum für die Lagerung geschaffen werden. Leider kann auch hier noch kein Zeitpunkt der Fernwärmelieferung von See-Energie angegeben werden.

Auf Grund der geografischen Nähe der See-Energie vor Ort sowie tieferen Investitionskosten soll ein Anschluss an die See-Energie angestrebt werden. Die Emissionen könnten damit erheblich reduziert werden.

Zum heutigen Zeitpunkt ist die See-Energie nicht 100% erneuerbar. So werden ca. 17% (Spitzenlast) mit Gas abgedeckt, was sich in den Emissionen deutlich zeigt. Der Wärmeverbund wird in Zukunft ebenfalls erneuerbar betrieben werden müssen, sodass dies mit den kommunalen Zielen übereinstimmt.

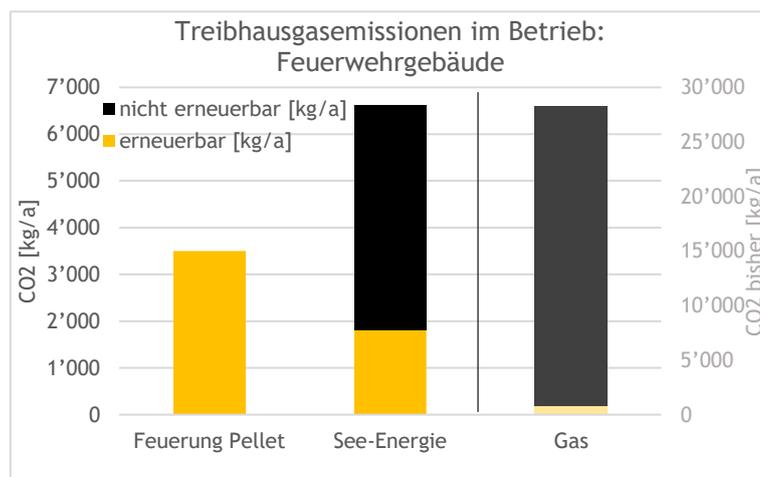


Abbildung 11: CO_{2eq}-Emissionen nach KBOB für den Betrieb (gelb = Emissionen verursacht durch Einsatz erneuerbaren Energien, schwarz = Emissionen verursacht durch Einsatz fossiler Energieträger), das bestehende System (rechts) ist mit leicht abgeschwächten Farben auf einer zweiten y-Achse abgebildet.

Zusammenstellung Investitionen Heizung

Anschluss Fernwärme See-Energie	CHF	172'600
---------------------------------	-----	---------

Ausbau Photovoltaikanlage Dach und Fassade

Es besteht ein Potenzial von etwas mehr als 100kWp. Für die Erschliessung dieses Potenzials ist mit Investitionen in der Höhe von rund CHF 187'000 für Dach und Fassade sowie der Vergrösserung des Hausanschlusses zu rechnen.

Die Anlage produziert ca. 100'000 kWh und ist in rund 13 Jahren amortisiert.

Zusammenstellung Investitionen Photovoltaik

Photovoltaik Dach	CHF	83'000
Photovoltaik Fassade	CHF	79'000
Elektro-Netzanschluss inkl. neue Verteilung	CHF	25'000

Gebäudehülle

Für die Gebäudehülle sind keine Massnahmen vorgesehen.

Sofortmassnahmen

Sofortmassnahmen sind mit geringen materiellen, zeitlichen wie finanziellen Aufwänden umsetzbar und erzielen, im Verhältnis dazu betrachtet, eine energetisch grosse Wirkung. Ersparungen von 10 % und mehr sind damit möglich. Sie ersetzen aber längerfristig keine der Massnahmen, die nachfolgend in diesem Kapitel vorgeschlagenen werden.

- LED-Leuchtmittel als Halogen- und Glühbirnenersatz

Zusammenstellung Sofortmassnahmen

LED-Leuchtmittel Ersatz der Beleuchtung	CHF	60'700
--	-----	--------

6.2.2. Übersicht Kosten Feuerwehrgebäude

Alle vorgeschlagenen Massnahmen summieren sich wie folgt:

Fernwärmeanschluss	CHF	172'600
Photovoltaik Dach	CHF	83'000
Photovoltaik Fassade	CHF	79'000
Elektro-Netzanschluss inkl. neue Verteilung	CHF	25'000
LED-Beleuchtung (Fahrzeughallen und Räume Feuerwehr)	CHF	60'700
Total	CHF	420'300
Planungskosten	CHF	63'045

6.3. Gemeindeverwaltung

Adresse	Gemeindehausplatz 1 6048 Horw
Baujahre	1979 Gemeindeverwaltung 2015 Gesamtanierung
Gebäudetechnik	1996 Solaranlage thermisch 2003 Fernwärmeanschluss 2015 Photovoltaikanlage
Gebäudekategorie	Büro/Verwaltung

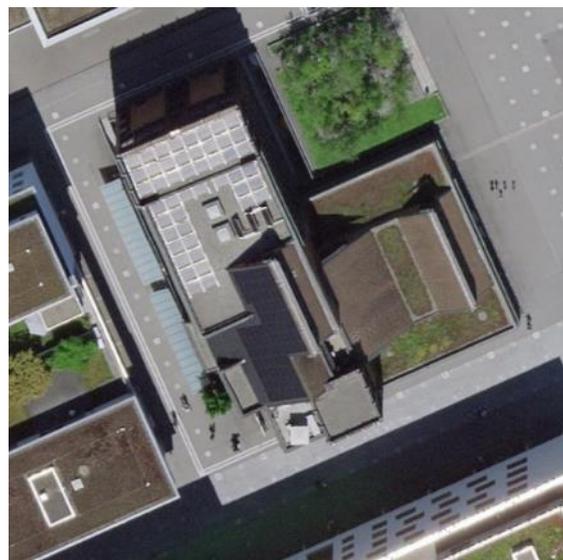


Abbildung 12: Gemeindeverwaltung (map.geo.admin)

Das Gebäude der Gemeindeverwaltung wurde 1979 erbaut und im Jahr 2015 mittels einer Gesamtanierung erneuert. Ebenfalls wurde danach im Jahr 2016 ein GEAK (ohne Beratungsbericht) erstellt. Dieser weist eine gute Effizienz der Gebäudehülle, sowie Gesamtenergieeffizienz aus. Dies führte dazu, dass zum heutigen Zeitpunkt keine detaillierte Analyse im Rahmen des vorliegenden Berichtes durchgeführt wurde.

Der aktuelle Stand des Gebäudes bezüglich Hülle wird gemäss dem GEAK von 2016 wie folgt definiert:

Effizienz der Gebäudehülle	B	Die Gebäudehülle weist einen sehr guten Wärmeschutz auf. Sie ist gleich oder besser als die aktuellen Anforderungen an Neubauten.
Gesamtenergieeffizienz	A	Die Gesamtenergieeffizienz ist hervorragend. Der gewichtete Energiebedarf für Heizung, Warmwasser, Beleuchtung und Elektrogeräte ist insgesamt sehr gering.

6.3.1. Vorgehensempfehlung

Ersatz Heizsystem

Es ist bereits klar, dass die Fernwärme auf See-Energie der Seenergy Luzern AG umgestellt wird. Das Holzheizwerk Allmend wird ab Mitte 2024 durch See-Energie betrieben und der Energieträger auf Seewasser umgestellt. Aus diesen Gründen wurde auf ein Variantenvergleich verzichtet.

Zum heutigen Zeitpunkt ist die See-Energie nicht 100% erneuerbar. So werden ca. 17% (Spitzenlast) mit Gas abgedeckt, was sich in den Emissionen deutlich zeigt. Der Wärmeverbund wird in Zukunft ebenfalls erneuerbar betrieben werden müssen, so dass eine Übereinstimmung mit den kommunalen Zielen erreicht wird.

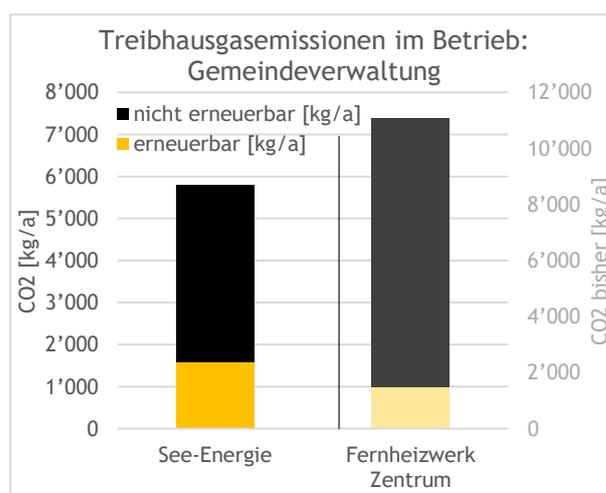


Abbildung 13: CO_{2eq}-Emissionen nach KBOB für den Betrieb (gelb = Emissionen verursacht durch Einsatz erneuerbaren Energien, schwarz = Emissionen verursacht durch Einsatz fossiler Energieträger), das bestehende System (rechts) wird mit leicht abgeschwächten Farben auf einer zweiten y-Achse abgebildet.

Zusammenstellung Investitionen Heizung

Anschluss Fernwärme See-Energie	CHF	44'000
---------------------------------	-----	--------

Ausbau Photovoltaikanlage Dach und Fassade

Auf dem Dach ist bereits eine Photovoltaikanlage von 26 kWp (22'500kWh/a) installiert. Es besteht ein zusätzliches Potenzial von 55 kWp. Für die Erschliessung dieses Potenzials ist mit Investitionen in der Höhe von rund CHF 147'500 zu rechnen.

Die neue gesamthafte Anlage produziert total ca. 64'000 kWh und ist in rund 16 Jahren amortisiert.

Zusammenstellung Investitionen Photovoltaik

Photovoltaik Dach	CHF	147'500
-------------------	-----	---------

Gebäudehülle

Für die Gebäudehülle sind keine Massnahmen vorgesehen.

Sofortmassnahmen

Sofortmassnahmen sind mit geringen materiellen, zeitlichen wie finanziellen Aufwänden umsetzbar und erzielen, im Verhältnis dazu betrachtet, eine energetisch grosse Wirkung. Die Bestrebungen der Betriebsoptimierung mit der Firma MTU GmbH werden als sinnvoll erachtet.

6.3.2. Übersicht Kosten Gemeindeverwaltung

Alle vorgeschlagenen Massnahmen summieren sich wie folgt:

(die Kosten Fernwärme Anschluss Zentrum sind hier nicht aufgeführt, da dies über ein gesondertes Budget finanziert wird)

Photovoltaik Dach	CHF	147'500
-------------------	-----	---------

Total	CHF	147'500
--------------	------------	----------------

Planungskosten	CHF	22'125
-----------------------	------------	---------------

6.4. Horwerhalle

Adresse	Allmendstrasse 16a 6048 Horw
Baujahre	1975 Horwerhalle 2002 Erweiterung
Gebäudetechnik	1975 Anschluss Holzheizkraftwerk
Gebäudekategorie	Sportbauten

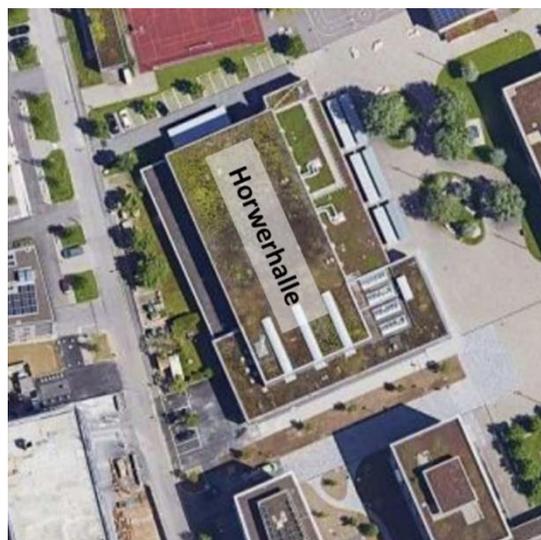


Abbildung 14: Horwerhalle (Google Maps)

Die Horwerhalle wurde im Jahr 1975 mit drei Turnhallen in Massivbauweise erstellt. Im Jahr 2002 wurde eine weitere Turnhalle erweitert und das ganze Bauwerk saniert. Nebst den Turnhallen befinden sich Garderoben, Lagerräume und eine gewerbliche Küche im Gebäude. Im 1. Stock ist zudem eine Betriebswohnung eingebaut. Die Wandaufbauten sind unterschiedlich konstruiert. Der Grösste Anteil bildet eine hinterlüftete Klinkerstein-Fassade. Der Boden gegen Erdreich vom Neubau-Teil ist grösstenteils ungedämmt. Es wird davon ausgegangen, dass der Boden des Altbaus ebenfalls ungedämmt ist. Die Fenster im Altbau wurden mit der Erweiterung saniert und durch 2-Fach Wärmeschutzgläser ersetzt. Die Fensterbänder in der Turnhalle sind weiterhin im Original-Zustand und aus dem Jahr 1975. Das Gebäude wird mit Fernwärme ab dem naheliegenden Fernheizwerk Holz Allmend (Holzschnitzel und Erdgas) beheizt. Das Gebäude senkte sich teilweise, was sich mit Rissen in der Fassade und mit Leitungsstützen in den Technikräumen zeigt. Das Brauchwarmwasser wird über die Fernwärme erwärmt und in einem 1'500 Liter Boiler gespeichert. In der Betriebswohnung befindet sich ein separater Elektroboiler.

Der aktuelle Stand des Gebäudes bezüglich Hülle wird gemäss der Gebäudeanalyse wie folgt definiert:

Effizienz der Gebäudehülle	C	Das Gebäude hat bereits eine gute Gebäudehülle (kein Neubaustandard), dies weil mit der Erweiterung einige Sanierungen durchgeführt worden sind und die kompakte Bauform den Wärmeverlust in Bezug auf die beheizte Fläche tief hält. Zudem haben die Lüftungsanlagen eine Wärmerückgewinnung mit positivem Einfluss auf den Heizenergiebedarf.
Gesamtenergieeffizienz	A	Da die Raumheizung und das Warmwasser über die Fernwärme mit einer Holzheizung betrieben werden, wird bei der Kategorie Gesamtenergie in Kombination mit der passablen Gebäudehülle die Klasse A erreicht.

6.4.1. Vorgehensempfehlung

Mittels der obenstehenden Informationen und der durchgeführten Analyse empfehlen sich für das Gebäude folgende Massnahmen.

Ersatz Heizsystem

Es ist bereits definiert, dass die Fernwärme auf See-Energie der Seenergy Luzern AG umgestellt wird. Das Holzheizwerk Allmend wird ab Mitte 2024 durch die Seenergy Luzern AG betrieben und der Energieträger auf Seewasser umgestellt. Aus diesen Gründen wurde auf ein Variantenvergleich verzichtet.

Zum heutigen Zeitpunkt ist die See-Energie nicht 100% erneuerbar. So werden ca. 17% (Spitzenlast) mit Gas abgedeckt, was sich in den Emissionen zeigt. Der Wärmeverbund wird in Zukunft ebenfalls erneuerbar betrieben werden müssen, sodass dies mit den kommunalen Zielen übereinstimmt.

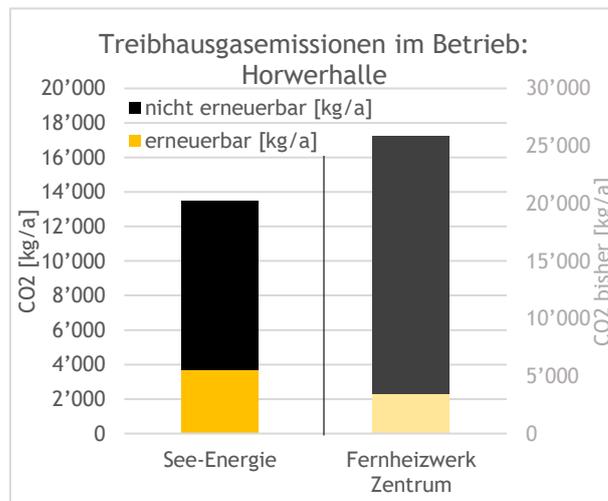


Abbildung 15: CO_{2eq}-Emissionen nach KBOB für den Betrieb (gelb = Emissionen verursacht durch Einsatz erneuerbaren Energien, schwarz = Emissionen verursacht durch Einsatz fossiler Energieträger), das bestehende System (rechts) wird mit leicht abgeschwächten Farben auf einer zweiten y-Achse abgebildet.

Zusammenstellung Investitionen Heizung

Anschluss Fernwärme See-Energie	CHF	80'750
---------------------------------	-----	--------

Ausbau Photovoltaikanlage Dach und Fassade

Es besteht ein Potenzial von rund 330 kWp. Für die Erschliessung dieses Potenzials ist mit Investitionen in der Höhe von rund CHF 404'800.- für Dach und Fassade sowie der Vergrösserung des Hausanschlusses zu rechnen.

Die Anlage produziert jährlich ca. 286'000 kWh und ist in ca. 8 Jahren amortisiert.

Zusammenstellung Investitionen Photovoltaik

Photovoltaik Dach	CHF	368'800
Photovoltaik Fassade	CHF	11'000
Elektro-Netzanschluss inkl. neue Elektro-Verteilung	CHF	25'000

Gebäudehülle

Für die Gebäudehülle sind keine dringenden Massnahmen vorgesehen. Es wird empfohlen die Fenster (1975) mit modernen 3-Fach Wärmeschutzgläser zu ersetzen.

Zusammenstellung Gebäudehülle

Teilersatz Fenster	CHF	238'000
--------------------	-----	---------

Sofortmassnahmen

Sofortmassnahmen sind mit geringen materiellen, zeitlichen wie finanziellen Aufwänden umsetzbar und erzielen, im Verhältnis dazu betrachtet, eine energetisch grosse Wirkung. Ersparungen von 10 % und mehr sind damit möglich. Sie ersetzen aber längerfristig keine der Massnahmen, die nachfolgend in diesem Kapitel vorgeschlagenen werden.

- LED-Leuchtmittel als Halogen- und Glühbirnenersatz

Zusammenstellung Sofortmassnahmen

LED- Leuchtmittel Ersatz der Beleuchtung	CHF	175'000
---	-----	---------

6.4.2. Übersicht Kosten Horwerhalle

Alle vorgeschlagenen Massnahmen summieren sich wie folgt:

(die Kosten Fernwärme Anschluss Zentrum sind hier nicht aufgeführt, da dies über ein gesondertes Budget finanziert wird)

Photovoltaik Dach	CHF	368'800
Photovoltaik Fassade	CHF	11'000
Elektro-Netzanschluss inkl. neue Verteilung	CHF	25'000
Teilersatz Fenster	CHF	238'000
Sofortmassnahme; LED-Beleuchtung	CHF	175'000
Total	CHF	817'800
Planungskosten	CHF	122'670

6.5. Kirchweg 3, Wohnhaus und Laden

Adresse	Kirchweg 3 / 3.1 6048 Horw
Baujahre	1923 Mehrfamilienhaus 1930 Ladenlokal
Gebäudetechnik	2013 WP Sole/Wasser
Gebäudekategorie	Wohnen Büro/Verwaltung



Abbildung 16: Kirchweg 3 (Foto Begehung)

Das alte Dorfhaus der Gemeinde Horw wurde im Jahr 1923 erstellt. Es handelt sich um ein dreistöckiges Gebäude mit Dachstock und einem Kellergeschoss, welches sich teilweise im Erdreich befindet. Die Heizung liefert die Wärme auch für das daneben liegende Ladenlokal. Das Gebäude steht unter Denkmalschutz

und wurde im Jahr 1998/1999 einer leichten Renovation unterzogen. Bei diesen Arbeiten wurden keine grösseren Eingriffe an der Gebäudestruktur und der Raumeinteilung vorgenommen. Es wurden dabei zwei 2 ½-Zimmerwohnung, eine 4 ½-Zimmerwohnung und Büroräumlichkeiten im Erdgeschoss eingebaut. Das Gebäude ist in massiver Bauweise ausgeführt. Die Wände vom Kellergeschoss sind Steinwände ohne Dämmung. Die Wände ab dem Erdgeschoss bestehen aus gemauerten Fachwerken ohne wesentliche Dämmung. Das Fachwerk-Mauerwerk ist mit einer Holzschindel-Fassade abgeschlossen. Die Fenster wurden bei der Teilsanierung im Jahr 1999 ersetzt. Der Dachstock ist unbeheizt und das Steildach ist als Kaltdach ohne Dämmung ausgeführt. Im Kellergeschoss gibt es ver einzelt beheizte Räume, welche keine Dämmungen aufweisen.

Das Ladenlokal mit Baujahr 1930 wurde bis in das Jahr 2013/2014 von der Gemeinde als Ludothek genutzt. Heute wird das Gebäude als Musikschulhaus verwendet. Im Kellergeschoss befand sich früher der Öltank für die gemeinsame Heizung mit dem Dorfhaus. Das Kellergeschoss hatte einen hohen Schimmelbefall aufgrund hoher Feuchtigkeit durch eintretendes Wasser und der schlechten Belüftung. Das Haus wurde in massiver Bauweise erstellt mit einem unbeheizten, nicht zugänglichen, Dachstock. Es wird davon ausgegangen, dass es sich bei den Aussenwänden um ein Doppelschalenmauerwerk ohne Dämmung handelt. Sanierungen an der Gebäudehülle sind keine bekannt, im Jahr 2019 wurde eine Pinsel-Renovation durchgeführt. Das Gebäude wird ab der Wärmeerzeugung vom alten Dorfhaus (Wohngebäude) über eine Fernleitung mit Wärme versorgt.

Der aktuelle Stand des Gebäudes bezüglich Hülle wird gemäss der Gebäudeanalyse wie folgt definiert:

Kirchweg 3, Wohngebäude

Effizienz der Gebäudehülle	G	Die Gebäudehülle weist keine oder nur eine sehr geringe Wärmedämmung auf. Die Verluste übersteigen bei weitem die derzeitigen Anforderungen für Neubauten.
Gesamtenergieeffizienz	C	Die Gesamtenergieeffizienz ist knapp befriedigend. Der gewichtete Energiebedarf (Heizung, Warmwasser, Beleuchtung, Elektrogeräte) ist bis 1.5 mal grösser als bei Neubauten.

Kirchweg 3.1, Ladenlokal

Effizienz der Gebäudehülle	G	Die Gebäudehülle weist keine oder nur eine sehr geringe Wärmedämmung auf. Die Verluste übersteigen bei weitem die derzeitigen Anforderungen für Neubauten.
Gesamtenergieeffizienz	F	Die Gesamtenergieeffizienz ist ungenügend. Der gewichtete Bedarf (Heizung, Warmwasser, Strom) ist fast dreimal höher als bei Neubauten.

6.5.1. Vorgehensempfehlung

Mittels der obenstehenden Informationen und der durchgeführten Analyse empfehlen sich für das Gebäude folgende Massnahmen.

Ersatz Heizsystem

Im Wohngebäude steht eine Wärmepumpe (Sole/Wasser) aus dem Jahr 2020. Dies entspricht dem aktuellen Stand der Technik, weshalb hier kein Handlungsbedarf vorhanden ist und kein Variantenvergleich vorgenommen wurde.

Zusammenstellung Investitionen Heizung

Installation Lüftungsanlage Wohnhaus	CHF	60'000
--------------------------------------	-----	--------

Ausbau Photovoltaikanlage Dach und Fassade

Aufgrund des Denkmalschutzes ist eine Photovoltaik-Anlage auf diesem Gebäude nicht ausführbar. Auf dem Ladenlokal, welches an der gleichen Elektroverteilung angeschlossen ist, empfiehlt es sich eine Photovoltaikanlage zu installieren. Dies in Koordination mit der Denkmalpflege. Es besteht ein Potenzial von 5kWp. Für die Erschliessung dieses Potenzials ist mit Investitionen in der Höhe von rund CHF 21'970 für das Dach zu rechnen. Eine Vergrösserung des Netzanschlusses ist nicht notwendig.

Die Anlage produziert ca. 4'035 kWh und ist in etwas mehr als 25 Jahren amortisiert.

Zusammenstellung Investitionen Photovoltaik

Photovoltaik Dach (Ladenlokal)	CHF	21'970
--------------------------------	-----	--------

Gebäudehülle

Die Gebäudehülle hat einen hohen Wärmeverlust und eine energetische Sanierung der kompletten Gebäudehülle wird empfohlen. Auch aus der wirtschaftlichen Betrachtung rechnet sich die Gesamtsanierung langfristig am besten.

Zusammenstellung Gebäudehülle

Dächer und Decken	CHF	64'044
Wände	CHF	109'149
Fenster und Türen	CHF	71'947
Böden	CHF	40'698

6.5.2. Übersicht Kosten Kirchweg 3 und 3.1

Alle vorgeschlagenen Massnahmen summieren sich wie folgt:

Photovoltaik Dach	CHF	21'970
Gebäudehülle	CHF	285'838
Lüftungsanlage	CHF	60'000
Total	CHF	367'808
Planungskosten	CHF	55'171

6.6. Roggernstrasse 8, Wohnhaus

Adresse	Roggernstrasse 8 6048 Horw
Baujahr	1903
Gebäudetechnik	1982 Elektro Zentralspeicherheizung
Gebäudekategorie	Einfamilienhaus



Abbildung 17: Roggernstrasse 8 (Bild Stratus)

Das Gebäude wurde 1903 erstellt. Das zweistöckige Wohnhaus mit Satteldach steht freistehend auf flachem Gelände und liegt an ruhiger Lage. Die Besonnung ist gut und wird einzig durch ein Nachbargebäude beeinflusst. Das Haus verfügt über einen unbeheizten Keller, in welchem auch die Heizung platziert ist. Die Wände wurden mit Innendämmung ausgeführt und sind im Aussenbereich mit Holzschindeln versehen. Alle Decken und Böden sind betoniert. Der kleine Estrich ist nicht beheizt und liegt innerhalb der gedämmten Gebäudehülle. Das Dach sowie die Böden sind wenig gedämmt. Die Gebäudehülle ist optisch in einem guten Zustand. Das Haus wird mittels zentraler Elektro-Zentralspeicherheizung beheizt, die Warmwassererzeugung erfolgt mittels zwei Elektroboilern (einer im UG und einer im Estrich). Das Gebäude wurde im Jahr 2003 komplett saniert, im Jahr 2021 wurden die Fenster ersetzt.

Der aktuelle Stand des Gebäudes bezüglich Hülle wird gemäss dem GEAK Plus-Beratungsbericht wie folgt definiert:

Effizienz der Gebäudehülle	E	Die Gebäudehülle weist eine durchschnittliche Wärmedämmung auf. Die Verluste übersteigen die aktuellen Anforderungen für Neubauten um fast das Doppelte.
Gesamtenergieeffizienz	G	Die Gesamtenergieeffizienz ist ungenügend. Der gewichtete Bedarf (Heizung, Warmwasser, Strom) übersteigt bei weitem den Bedarf von Neubauten.

6.6.1. Vorgehensempfehlung

Mittels der obenstehenden Informationen und der durchgeführten Analyse empfehlen sich für das Gebäude folgende Massnahmen.

Ersatz Heizsystem

Im Rahmen der Gebäudetechnikanalyse wurden die Systeme Wärmepumpe (Sole/Wasser) und (Luft/Wasser) miteinander verglichen. Durch die hohen Vorlauftemperaturen, welche benötigt werden, und das beschränkte Raumangebot empfehlen wir den Umstieg auf eine Wärmepumpe (Sole/Wasser).

Die Erdwärmesonde weist etwas höhere Investitionskosten, jedoch tiefere Betriebskosten auf. Zudem bietet die Sole/Wasser Wärmepumpe bezüglich Lärmbelastung einen Vorteil. Die Restemissionen (Scope 3) belaufen sich auf einem ähnlichen Niveau für beide Technologien.

Der Ersatz der Heizung auf ein erneuerbares System Wärmepumpe (Sole/Wasser) reduziert die CO₂-Emissionen auf Netto-Null auf Gemeindegebiet und global betrachtet auf rund 560 kg/a.

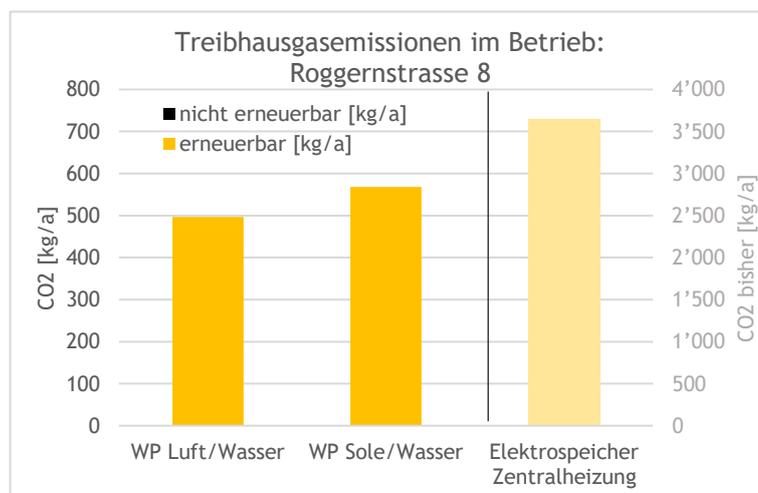


Abbildung 18: CO_{2eq}-Emissionen nach KBOB für den Betrieb (gelb = Emissionen verursacht durch Einsatz erneuerbaren Energien, schwarz = Emissionen verursacht durch Einsatz fossiler Energieträger), das bestehende System (rechts) wird mit leicht abgeschwächten Farben auf einer zweiten y-Achse abgebildet.

Zusammenstellung Investitionen Heizung

Wärmepumpe (Sole/Wasser)	CHF	103'200
--------------------------	-----	---------

Ausbau Photovoltaikanlage Dach

Es besteht ein Potenzial von ungefähr 28 kWp. Dies umfasst die Dachfläche. Für die Fassade ist keine Anlage vorgesehen. Der Hausanschluss ist für die vorgesehene Leistung genügend und muss nicht vergrößert werden.

Die Anlage produziert jährlich ca. 22'000 kWh und ist in rund 19 Jahren amortisiert.

Zusammenstellung Investitionen Photovoltaik

Photovoltaik Dach	CHF	59'200
-------------------	-----	--------

Gebäudehülle

Die Gebäudehülle hat generell einen hohen Wärmeverlust und eine energetische Sanierung wird empfohlen. Gemäss den aktuellen Stratusdaten besteht der kurzfristigste Handlungsbedarf beim Dach und der Fassade. Auf Grund des baulichen und energetischen Zustandes der Fassade wird empfohlen die komplette Gebäudehülle zu sanieren.

Zusammenstellung Gebäudehülle

Dächer und Decken	CHF	35'580
Wände	CHF	48'465
Fenster und Türen	CHF	9'200
Böden	CHF	7'980

6.6.2. Übersicht Kosten Roggernstrasse 8

Alle vorgeschlagenen Massnahmen summieren sich wie folgt:

Wärmepumpe (Sole/Wasser)	CHF	103'200
Photovoltaik Dach	CHF	59'200
Gebäudehülle	CHF	101'225
Total	CHF	263'625
Planungskosten	CHF	39'544

6.7. Mehrfamilienhaus Roseneggweg 2

Adresse	Roseneggweg 2 6005 Luzern
Baujahre	1954 MFH
Gebäudetechnik	2012 Gas
Gebäudekategorie	Wohnen (MFH) 9 Wohnungen

Das Mehrfamilienhaus wurde 1954 erstellt und in verschiedenen Etappen wurden diverse energetische Massnahmen ergriffen und Anbauten (Balkone, Garagen) erstellt.

Die Liegenschaft macht von aussen einen sehr guten Eindruck und ist gut unterhalten.

Zwischen den Jahren 1997 und 2000 erfolgte eine Sanierung der Gebäudehülle (Dämmung) sowie ein Austausch der Fenster. Zusätzlich wurde der Boden Erdgeschoss und der Estrichboden gedämmt. Das ungedämmte Dach ist teilweise abgenutzt und soll im Zusammenhang mit einer PV-Anlage zumindest überprüft werden.

Die Installationen, die Steigzonen und die Einrichtungen im Gebäudeinnern sind teilweise veraltet und sind bereits in den Stratusdaten integriert und geplant.

Der aktuelle Stand des Gebäudes bezüglich Hülle wird gemäss der Gebäudeanalyse wie folgt definiert:

Effizienz der Gebäudehülle	D	Die Gebäudehülle weist eine durchschnittliche Wärmedämmung auf. Die Verluste übersteigen die aktuellen Anforderungen für Neubauten um fast das Doppelte.
Gesamtenergieeffizienz	C	Die Gesamtenergieeffizienz ist knapp befriedigend. Der gewichtete Energiebedarf (Heizung, Warmwasser, Beleuchtung, Elektrogeräte) ist bis 1,5-mal grösser als bei Neubauten.

6.7.1. Vorgehensempfehlung

Mittels obenstehender Informationen sowie der durchgeführten Analyse empfehlen sich für das Mehrfamilienhaus Roseneggweg 2 folgende Massnahmen:

Ersatz Heizsystem

Das Heizsystem wird fossil mit Gas betrieben, ist 11 Jahre alt und funktioniert momentan einwandfrei. Durch den fossilen Energieträger werden hohe Emissionen ausgestossen.

Im Rahmen der Gebäudetechnikanalyse wurden die Systeme Wärmepumpe (Sole/Wasser) und (Luft/Wasser) miteinander verglichen. Durch die hohen Vorlauftemperaturen, welche benötigt werden, und das beschränkte



Abbildung 19: Wohnhaus Roseneggweg 2 (Google Maps)

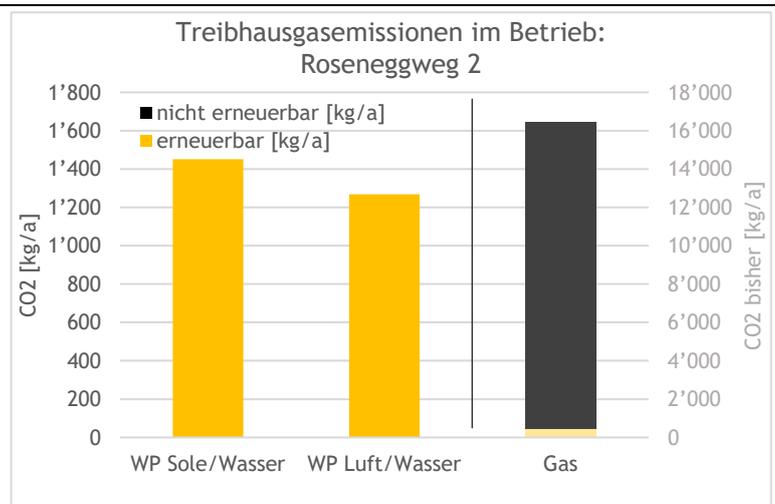


Abbildung 20: CO_{2eq}-Emissionen nach KBOB für den Betrieb (gelb = Emissionen verursacht durch Einsatz erneuerbaren Energien, schwarz = Emissionen verursacht durch Einsatz fossiler Energieträger), das bestehende System (rechts) wird mit leicht abgeschwächten Farben auf einer zweiten y-Achse abgebildet

Raumangebot empfehlen wir den Umstieg auf eine Wärmepumpe (Sole/Wasser) mit Erdsonden.

Der Ersatz der Heizung auf ein erneuerbares System Wärmepumpe (Sole/Wasser) reduziert die CO₂-Emissionen auf Netto-Null auf Gemeindegebiet und global betrachtet auf etwas mehr als 1.4 t/a. Beim Ersatz auf ein erneuerbares Heizsystem sind die Reserveplätze für eine zentrale Wassererwärmung vorzusehen.

Zusammenstellung Investitionen Heizung

Wärmepumpe (Sole / Wasser)	CHF	185'000
----------------------------	-----	---------

Ausbau Photovoltaikanlage Dach und Fassade

Das Gebäude ist optimal für eine Photovoltaikanlage ausgerichtet und bietet ein Potenzial von 40 kWp. Der Energieertrag beträgt rund 34'000 kWh, was einer Amortisationszeit von 13 Jahren entspricht.

Zusammenstellung Investitionen Photovoltaik

Photovoltaik Dach	CHF	62'000
-------------------	-----	--------

Gebäudehülle

An der Gebäudehülle empfehlen wir in einem ersten Schritt und auf Grund des guten Zustandes, den Estrichböden besser zu dämmen und die Kellerdeckendämmung an den fehlenden Stellen zu ergänzen. Alle anderen Massnahmen wie Fenster und Fassade werden erst bei einer Vollsanierung und zu einem späteren Zeitpunkt relevant. Die Kosten Vollsanierung betragen Total rund CHF 280'000.-. Auf dem Dach sollen vor der Installation der Photovoltaikanlage kleine Reparaturarbeiten vorgenommen werden.

Zusammenstellung Investitionen Gebäudehülle

Dämmung Estrichboden	CHF	34'320
Kellerdecke Dämmung ergänzen	CHF	33'540
Reparaturen Dach	CHF	10'000

Die Massnahmen an der Aussenfassade und die Fenster werden auf Grund der Lebensdauer der Bauteile und der Qualität des Baus aktuell noch nicht priorisiert und nicht für vorliegendes Budget empfohlen.

6.7.2. Übersicht Kosten Mehrfamilienhaus Roseneggweg 2

Alle vorgeschlagenen Massnahmen summieren sich wie folgt:

Wärmepumpe (Sole/Wasser)	CHF	185'000
Photovoltaik Dach	CHF	62'000
Gebäudehülle	CHF	77'860
Total	CHF	324'860
Planungskosten	CHF	48'730

6.8. Schulhaus Allmend

Adresse	Schulhausstrasse 15/17 6048 Horw
Baujahr	1951 Schulhaus
Gebäudetechnik	2010 Installation Photovoltaikanlage 2017 Anschluss Wärmeverbund
Gebäudekategorie	Schulen Sportbauten



Abbildung 21: Schulhaus Allmend (Google Maps)

Das Schulgebäude stammt aus dem Jahr 1951. Die Gebäude auf dem Areal sind in der Massivbauweise erstellt. Teile der Gebäudehülle (Fassade, Estrichboden, evtl. Fenster) wurden um 1980 saniert. Im Jahr 1997 wurden die Fenster der Schulzimmer im Trakt 1+2 ersetzt, begleitet von der Nachrüstung von Brandabschnittsabschlüssen. Im Jahr 2017 wurde ein Grossteil der Fenster im Trakt 3+4, einschliesslich der Turnhalle, ersetzt. Die Vermutung liegt nahe, dass in diesem Zeitraum ebenfalls die Fenster in den Korridoren des Trakt 1+2 ersetzt wurden. Die Fenster der Turnhalle wurden ebenfalls im Jahr 2017 ersetzt. Die Eingangstüren sind veraltet. Seit 2017 wird das Schulgebäude über den „Energieholz-Wärmeverbund Allmend“, hauptsächlich mit Holz und Spitzenlast Gas beheizt. Der fossile Spitzenlastanteil beträgt ca. 39 %. Die Zentrale wird von der Primeo Energie betrieben, ist freistehend und befindet sich westlich vom Trakt 3+4. Die Wärmeabgabe erfolgt über Radiatoren. Das Brauchwarmwasser wird ausschliesslich über den Fernwärmeanschluss erwärmt und in einem 1'100 Liter Boiler gespeichert. Im Bastelraum befindet sich zusätzlich ein 150 Liter-Elektroboiler. Ab dem Jahr 2010 wurden etappenweise Photovoltaikanlagen auf dem Dach installiert. Aktuell beträgt die Installierte Leistung 158 kWp. Der Betrieb der Photovoltaikanlage erfolgt durch einen externen Contractor. Das Schrägdach ist entsprechend mit einem Dachmietvertrag vergeben. Es findet kein Eigenverbrauch statt.

Der aktuelle Stand des Gebäudes bezüglich Hülle wird gemäss der Gebäudeanalyse wie folgt definiert:

Effizienz der Gebäudehülle	D	Der Ist-Zustand der Gebäudehülle liegt in der Klassierung D, entspricht so einem umfassend gedämmten Altbau mit bestehenden Lücken in der thermischen Hülle.
Gesamtenergieeffizienz	A	In der Gesamtenergieeffizienz erreicht das Gebäude die Klassierung A und übertrifft somit die Anforderungen an Neubauten. Der überdurchschnittlich hohe Anteil an Solarstromproduktion in Kombination mit der effizienten Beheizung über die Fernwärme tragen zu dieser positiven Bewertung der Gesamtenergieeffizienz bei.

6.8.1. Vorgehensempfehlung

Mittels der obenstehenden Informationen und der durchgeführten Analyse empfehlen sich für das Gebäude folgende Massnahmen.

Ersatz Heizsystem

Es ist bereits definiert, dass die Fernwärme auf See-Energie der Seenergy Luzern AG umgestellt wird. Das Holzheizwerk Allmend wird ab Mitte 2024 durch diese betrieben und der Energieträger wird auf Seewasser umgestellt. Aus diesen Gründen wurde auf ein Variantenvergleich der Heizsysteme verzichtet.

Mit den empfohlenen Massnahmen an der Gebäudehülle und der neuen Fernwärmelösung können die Emissionen von aktuell 35t CO₂/a auf 19t CO₂ reduziert werden. Zum heutigen Zeitpunkt ist die See-Energie nicht 100% erneuerbar. So werden ca. 17% (Spitzenlast) mit Gas abgedeckt, was sich in den Emissionen deutlich zeigt. Der Wärmeverbund wird in Zukunft ebenfalls erneuerbar betrieben werden müssen, sodass dies mit den kommunalen Zielen übereinstimmt.

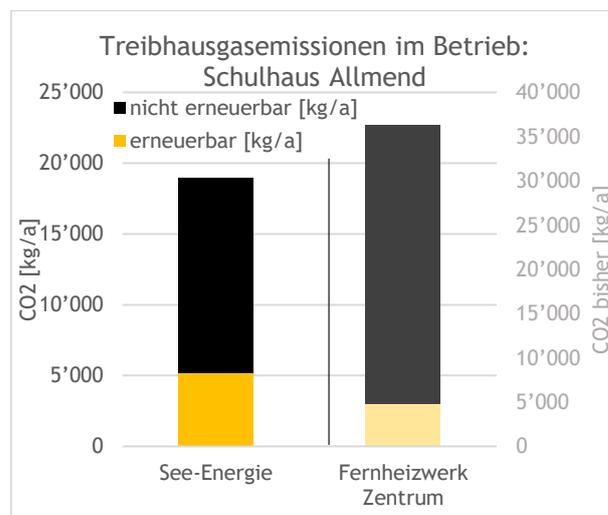


Abbildung 22: CO_{2eq}-Emissionen nach KBOB für den Betrieb (gelb = Emissionen verursacht durch Einsatz erneuerbaren Energien, schwarz = Emissionen verursacht durch Einsatz fossiler Energieträger), das bestehende System (rechts) wird mit leicht abgeschwächten Farben auf einer zweiten y-Achse abgebildet.

Zusammenstellung Investitionen Heizung

Anschluss Fernwärme See-Energie	CHF	92'000
Ersatz der Lüftungsanlage in der Turnhalle	CHF	100'000

Ausbau Photovoltaikanlage Dach und Fassade

Auf dem Dach des Schulhaus Allmend ist eine Solaranlage installiert. Diese wird durch ein Contracting betrieben. Ein weiterer Ausbau ist nicht vorgesehen.

Gebäudehülle

Die Gebäudehülle hat generell einen hohen Wärmeverlust und eine energetische Sanierung wird empfohlen. Gemäss den aktuellen Stratusdaten besteht der kurzfristigste Handlungsbedarf beim Dach und der Fassade. Auf Grund des baulichen und energetischen Zustandes der Fassade wird empfohlen die komplette Gebäudehülle zu sanieren.

Zusammenstellung Gebäudehülle

Dächer und Decken	CHF	261'000
Wände	CHF	797'000
Fenster und Türen	CHF	380'000
Böden	CHF	269'300

6.8.2. Übersicht Kosten Schulhaus Allmend

Alle vorgeschlagenen Massnahmen summieren sich wie folgt:

(die Kosten Fernwärme Anschluss Zentrum sind hier nicht aufgeführt, da dies über ein gesondertes Budget finanziert wird)

Gebäudehülle	CHF	1'707'300
Lüftungsanlage	CHF	100'000
Total	CHF	1'807'300
Planungskosten	CHF	271'095

6.9. Schulhaus Biregg

Adresse	Sternmattstrasse 78 & 78.1 6048 Horw
Baujahr	1969 Schulhaus Biregg
Gebäudetechnik	2003 Gasheizung
Gebäudekategorie	Schulen Sportbauten Wohnen



Abbildung 23: Schulhaus Biregg (Google Maps)

Die Schulanlage Biregg wurde 1969 erbaut. Sie umfasst einen dreigeschossigen Schulhaustrakt, einen zweigeschossigen Spezialtrakt und eine Turnhalle, alle ausgeführt in Skelettbauweise mit Flachdach. Die Schulzimmer und die Turnhalle werden momentan hauptsächlich vom Zentrum für Brückenangebote des Kantons Luzern genutzt. Die Hauswartwohnung ist aktuell vermietet. Auf Grund der optischen Bedeutung des Gebäudes ist die komplette Schulanlage als erhaltenswert eingestuft und soll ihr Erscheinungsbild in den wesentlichen Elementen erhalten. In den Jahren 2002 bis 2003 erfolgte eine energetische Sanierung, wobei abgesehen von einigen wenigen funktionalen Änderungen im Innenraum der Originalzustand weitgehend belassen wurde. Die Fenster wurden zum Teil saniert und mit 2-fach Wärmeschutzgläser ersetzt. Die Fensterbänder in der Turnhalle wurden zu dieser Zeit ebenfalls ersetzt. Sämtliche Flachdächer sind betoniert und grösstenteils ungedämmt. Dasselbe gilt auch für die Böden. Das Gebäude ist optisch in einem passablen Zustand. Ein Gaskessel in der Sternmattstrasse 78 beliefert alle Gebäude mit Wärme für Heizung und Warmwasser. Die Fernleitung zur Unterstation in der Turnhalle wurde im Jahr 2014 erstellt.

Die Hauswartwohnung ist aktuell vermietet. Auf Grund der optischen Bedeutung des Gebäudes ist die komplette Schulanlage als erhaltenswert eingestuft und soll ihr Erscheinungsbild in den wesentlichen Elementen erhalten. In den Jahren 2002 bis 2003 erfolgte eine energetische Sanierung, wobei abgesehen von einigen wenigen funktionalen Änderungen im Innenraum der Originalzustand weitgehend belassen wurde. Die Fenster wurden zum Teil saniert und mit 2-fach Wärmeschutzgläser ersetzt. Die Fensterbänder in der Turnhalle wurden zu dieser Zeit ebenfalls ersetzt. Sämtliche Flachdächer sind betoniert und grösstenteils ungedämmt. Dasselbe gilt auch für die Böden. Das Gebäude ist optisch in einem passablen Zustand. Ein Gaskessel in der Sternmattstrasse 78 beliefert alle Gebäude mit Wärme für Heizung und Warmwasser. Die Fernleitung zur Unterstation in der Turnhalle wurde im Jahr 2014 erstellt.

Der aktuelle Stand des Gebäudes bezüglich Hülle wird gemäss der Gebäudeanalyse wie folgt definiert:

Effizienz der Gebäudehülle	D	Der Ist-Zustand der Gebäudehülle liegt in der Klassierung D und entspricht somit einem nachträglich gedämmten Altbau mit bestehenden Lücken in der thermischen Hülle. Die verschiedenen Konstruktionen weisen zum Teil auch ungedämmte Bauteile auf.
Gesamtenergieeffizienz	D	Weitgehende Altbausanierung mit deutlichen Lücken in der Gebäudehülle und ohne oder mit geringem den Einsatz von erneuerbaren Energien.

6.9.1. Vorgehensempfehlung

Mittels der obenstehenden Informationen und der durchgeführten Analyse empfehlen sich für das Gebäude folgende Massnahmen.

Ersatz Heizsystem

Im Rahmen der Gebäudetechnik-Analyse wurden zwei Varianten für den Ersatz der bestehenden Gasheizung eruiert. Einerseits eine Wärmepumpe mit Erdwärmesonde und andererseits die Variante Pellet. Die Pellet-Heizung weist gegenüber der Fernwärme tiefere Investitionskosten und auch tiefere Kosten im Betrieb aus. Die Pellet-Preise sind volatil, jedoch ist ein Raum für die Lagerung grundsätzlich vorhanden. Die Erdwärmesonde ist für vorliegendes Objekt sehr teuer, weist jedoch Vorteile im Bereich der Ökologie (weniger Scope 3 Emissionen), sowie höhere Wartungsfreundlichkeit und weniger externe Abhängigkeiten auf.

Aus der Analyse empfiehlt sich insbesondere auf Grund des grossen Preisunterschieds eine Pelletheizung für das Schulhaus Biregg.

Der Ersatz der Heizung auf ein erneuerbares System mit dem Pelletskessel reduziert die CO₂-Emissionen von aktuell 65 t/a auf Netto-Null auf Gemeindegebiet und global betrachtet auf unter 8 t/a.

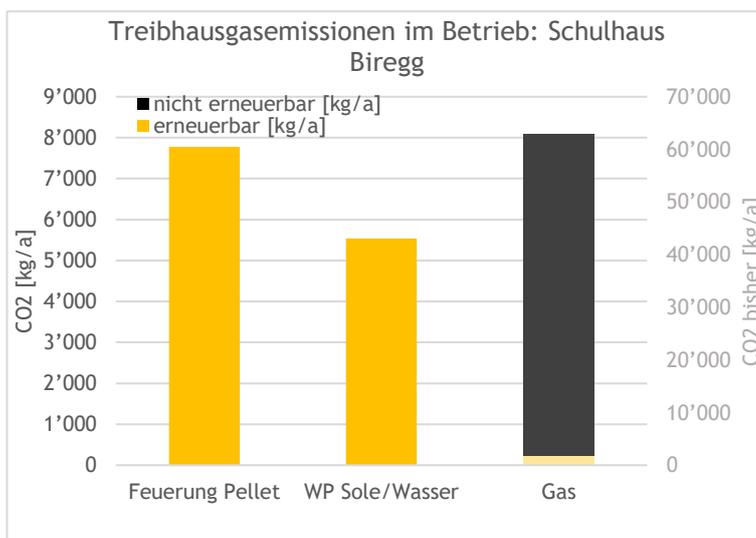


Abbildung 24: CO₂eq-Emissionen nach KBOB für den Betrieb (gelb = Emissionen verursacht durch Einsatz erneuerbaren Energien, schwarz = Emissionen verursacht durch Einsatz fossiler Energieträger), das bestehende System (rechts) wird mit leicht abgeschwächten Farben auf einer zweiten y-Achse abgebildet.

Zusammenstellung Investitionen Heizung

Pelletheizung	CHF	399'200
---------------	-----	---------

Ausbau Photovoltaikanlage Dach und Fassade

Es besteht ein Potenzial von knapp 143 kWp für Dach und Fassade. Für die Erschliessung dieses Potenzials ist mit Investitionen in der Höhe von rund CHF 205'000.- für Dach und Fassade zu rechnen.

Die Anlagen produzieren ca. 135'000 kWh und sind nach rund 12 Jahren amortisiert.

Zusammenstellung Investitionen Photovoltaik

Photovoltaik Dach	CHF	240'000
Photovoltaik Fassade	CHF	9'800

Gebäudehülle

Die Gebäudehülle hat einen hohen Wärmeverlust und eine energetische Sanierung der kompletten Gebäudehülle wird empfohlen. Auch aus der wirtschaftlichen Betrachtung rechnet sich die Gesamtanierung langfristig am besten.

Zusammenstellung Gebäudehülle

Dächer und Decken	CHF	401'800
Wände	CHF	414'200
Fenster und Türen	CHF	773'200
Böden	CHF	219'400

6.9.2. Übersicht Kosten Schulhaus Biregg

Alle vorgeschlagenen Massnahmen summieren sich wie folgt:

Pelletheizung	CHF	399'200
Photovoltaik Dach	CHF	240'000
Photovoltaik Fassade	CHF	9'800
Gebäudehülle	CHF	1'808'600
Total	CHF	2'457'600
Planungskosten	CHF	368'640

6.10. Schulhaus Hofmatt Gebäude 1,2,3

Adresse	Hofmatt 1,2,3 6048 Horw
Baujahre	1909 Hofmatt Gebäude 3 1964 Hofmatt Gebäude 1,2 und Kindergarten
Gebäudetechnik	2009 Gasheizung
Gebäudekategorie	Schulen Sportbauten (Turnhalle) Wohnen MFH



Abbildung 25: Schulhaus Hofmatt (Google Maps)

Die drei Schulgebäude wurden zwischen 1909 und 1964 in zwei Etappen erbaut. Im Jahr 2014 wurden die beiden Schulhäuser Hofmatt 1+2 umfassend saniert und erweitert. Neben der Erweiterung wurden auch vereinzelt Fenster und Eingangstüren ersetzt. Beim Schulhaus Hofmatt 3 fand im Jahr 2005 ein Ersatz sämtlicher Fenster statt. Ansonsten wurden an den Gebäudehüllen lediglich vereinzelt Unterhalts- und Reparaturmassnahmen getätigt. Die Gebäude sind augenscheinlich in einem passablen Zustand, jedoch entspricht die Effizienz der Gebäudehülle nicht mehr dem heutigen Standard. Das Objekt wird durch eine Gas-Heizung beheizt. Ausser vereinzelt Elektroboilern sind keine weiteren Wärmeerzeuger installiert. Der temporäre Kindergarten (Holzpvillon) wurde in der Analyse nicht weiter berücksichtigt. Es ist von der Gemeinde nicht vorgesehen, diesen zur ertüchtigen oder an die bestehende Wärmeerzeugung anzuschliessen. Das Gebäude Hofmatt 3 steht unter Denkmalschutz, weshalb bei einer Sanierung die kantonale Fachstelle frühzeitig miteinzubeziehen ist.

Der aktuelle Stand des Gebäudes bezüglich Hülle wird gemäss der Gebäudeanalyse wie folgt definiert.

Effizienz der Gebäudehülle	C	Die Gebäudehülle weist eine durchschnittliche Wärmedämmung auf. Die Verluste übersteigen die aktuellen Anforderungen für Neubauten um, bis das 1,5-fache.
Gesamtenergieeffizienz	C	Die Gesamtenergieeffizienz ist knapp befriedigend. Der gewichtete Energiebedarf (Heizung, Warmwasser, Beleuchtung, Elektrogeräte) ist bis 1,5-mal grösser als bei Neubauten.

6.10.1. Vorgehensempfehlung

Für das Schulhaus Hofmatt wurde eine Gebäudeanalyse erstellt, weil mehrere Eidgenössischen Gebäude-Identifikatoren (EGID) vorhanden sind. Nachfolgend wird eine Zusammenfassung der Massnahmen aufgeführt.

Ersatz Heizsystem

Im Rahmen der Gebäudetechnik-Analyse wurden zwei Varianten für den Ersatz der bestehenden Gas-Feuerung eruiert. Einerseits eine Wärmepumpe (Sole/Wasser) oder eine Wärmeerzeugung mit Pellets.

Beide Varianten sind am Standort grundsätzlich möglich und würden der Zielsetzung der Gemeinde Horw entsprechen. Die Autoren kommen mittels der Bewertung zu der Empfehlung, auf eine Wärmepumpe (Sole/Wasser)

mit Erdsonden umzustellen. Vor einer allfälligen Umstellung auf den Wärmebezug mit Erdwärmesonden braucht es jeweils ein geologisches Gutachten. Die Wärmepumpe (Sole/Wasser) mit Erdwärmesonden weist Vorteile im Bereich der Wartungsfreundlichkeit, der Abhängigkeiten und der Treibhausgasemissionen auf.

Die Gesteungskosten sind für die Feuerung mit Pellets tiefer. Der Vergleich der Gesteungskosten ist in Abbildung 26 ersichtlich. Die Pellets müssten regelmässig über die Quartierstrasse angeliefert werden, was insbesondere für Schulhäuser keine ideale Voraussetzung ist. Zudem ist ein allfällig aussen befindendes Pellet-Lager mit dem Denkmalschutz zu prüfen.

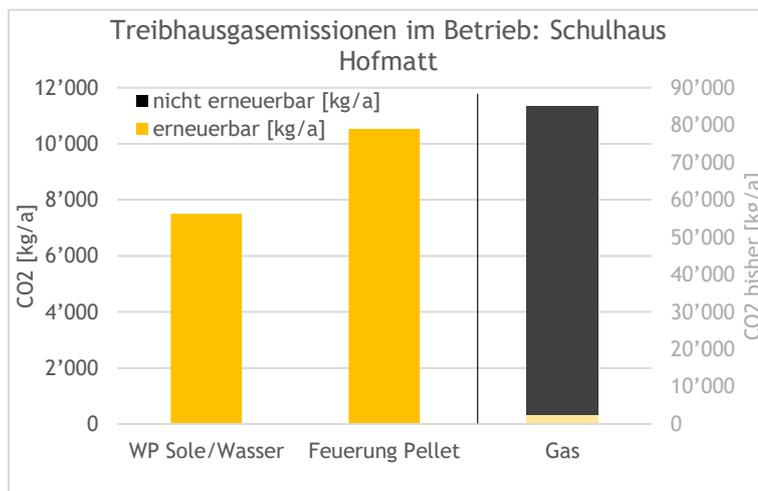


Abbildung 26: CO_{2eq}-Emissionen nach KBOB für den Betrieb (gelb = Emissionen verursacht durch Einsatz erneuerbaren Energien, schwarz = Emissionen verursacht durch Einsatz fossiler Energieträger), das bestehende System (rechts) wird mit leicht abgeschwächten Farben auf einer zweiten y-Achse abgebildet.

Der Austausch der herkömmlichen Heizanlage durch ein erneuerbares Wärmepumpensystem (Sole/Wasser) mit Erdsonden reduziert auf dem Gemeindegebiet die CO₂-Emissionen von über 82t pro Jahr auf Netto-Null. Insgesamt belaufen sich die Emissionen nun auf 7,5t pro Jahr. Diese Gesamtemissionen sind hauptsächlich auf den nicht zu 100% CO₂-freien Strombezug sowie auf die Emissionen im Zusammenhang mit Herstellung und Entsorgung zurückzuführen.

Zusammenstellung Investitionen Heizung

Wärmepumpe Sole/Wasser	CHF	884'400
------------------------	-----	---------

Ausbau Photovoltaikanlage Dach und Fassade

Das Hofmatt 1 und 2 eignen sich für die Installation von Photovoltaikanlagen. Das Hofmatt 3 ist auf Grund der Abklärungen mit der Behörde des Denkmalschutzes nicht geeignet und wurde deshalb nicht vertieft analysiert. Der provisorische Kindergarten (Holzpavillon) wird nicht weiterverfolgt.

An den Gebäuden Hofmatt 1 und Hofmatt 2 besteht ein Potenzial von rund 92kWp auf den Dächern und Fassaden. Die Anlage produziert ca. 80'000 kWh/a und ist in rund 10 Jahren amortisiert.

Zusammenstellung Investitionen Photovoltaik

Photovoltaik Dach	CHF	153'000
Photovoltaik Fassade	CHF	22'000

Gebäudehülle

Die Gebäudehülle hat generell einen mittleren Wärmeverlust und eine energetische Sanierung wird empfohlen. Gemäss den aktuellen Stratusdaten besteht der kurzfristigste Handlungsbedarf bei den Fenstern, gefolgt vom übrigen Rohbau. Auf Grund des baulichen und energetischen Zustandes der Fassade wird empfohlen die komplette Gebäudehülle (exkl. Anbau 2014) zu sanieren.

Zusammenstellung Investitionen Gebäudehülle

Fensterersatz	CHF	841'500
Türeneinsatz	CHF	176'000
Dämmen der Dächer	CHF	292'500
Dämmen der Aussenwände	CHF	645'300
Dämmen der Böden	CHF	193'100
Dämmen der Innenwände	CHF	2'400

6.10.2. Übersicht Kosten Schulhaus Hofmatt

Sämtliche vorgeschlagenen Massnahmen summieren sich wie folgt:

Wärmepumpe (Sole/Wasser)	CHF	884'400
Photovoltaik Dach	CHF	153'000
Photovoltaik Fassade	CHF	22'000
Gebäudehülle	CHF	2'150'800
Total	CHF	3'209'800
Planungskosten	CHF	481'530

6.11. Schulhaus Kastanienbaum (Mattli)

Adresse	Kastanienbaumstrasse 226 6047 Kastanienbaum
Baujahre	1976 Turnhalle, Aula, ZSA 1979 Klassentrakt II 1981 Kindergarten (Toblerone) 2001 Erweiterung Turnhalle/Klassentrakt I 2019 Erweiterung/Sanierung Klassentrakt I
Gebäudetechnik	2013 Ölheizung 2013 Luft/Wasser Wärmepumpe 2018 Solarthermieanlage 2021 Photovoltaikanlage
Gebäudekategorie	Schulen Sportbauten (Turnhalle)

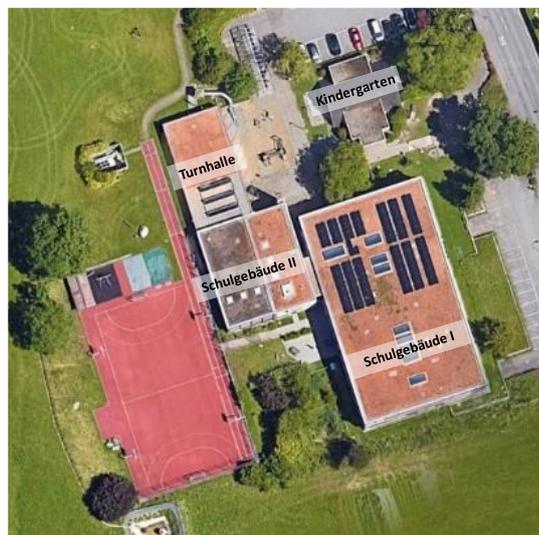


Abbildung 27: Schulhaus Kastanienbaum (Google Maps, bearbeitet)

Das Schulhaus Kastanienbaum, wurde 1976 (Turnhalle, Aula und ZSA) erbaut und mit dem Klassentrakt II um 1979 erweitert. 2001 und 2019 erfolgten weitere An- und Ausbauten. Nebst der Turnhalle und den Klassentrakten (Schulgebäude I und II) steht noch ein aus Holz erbauter Kindergarten (Toblerone).

Der aktuelle Stand des Gebäudes bezüglich Hülle wird gemäss der Gebäudeanalyse wie folgt definiert.

Effizienz der Gebäudehülle	C	Mit dem Minergie-zertifizierten Erneuerung (Schulgebäude I), sowie Verbindung zur Turnhalle wurden entsprechende Gebäude aufgedämmt und die Gebäudehülleneffizienz gesteigert. Bei der Turnhalle wurden Fenster und Flachdacheindeckung erneuert. Der Kindergarten sowie Boden und Wand gegen Erdreich bei der Turnhalle wurden nicht erneuert.
Gesamtenergieeffizienz	C	Mit der Sanierung von 2019 wurde die Gesamtenergieeffizienz deutlich verbessert. Die Wärmeerzeugung erfolgt auf Grund technischer Probleme der Wärmepumpe grösstenteils mit der Ölheizung und wird durch eine solarthermische Anlage ergänzt. Eine Photovoltaikanlage zur Eigenstromerzeugung ist ebenfalls installiert. Bestehende Effizienzlücken sind die Spitzenlastanteil Öl und das ungenutzte Solarpotenzial auf dem Flachdach.

6.11.1. Vorgehensempfehlung

Mittels der obenstehenden Informationen und der durchgeführten Analyse empfehlen sich für das Schulhaus Kastanienbaum folgende Massnahmen.

Ersatz Heizsystem

Im Rahmen der Gebäudetechnik-Analyse wurden zwei Varianten für den Ersatz der bestehenden Öl-Feuerung eruiert. Einerseits eine Wärmepumpe (Sole/Wasser) mit Erdsonden oder eine Wärmeerzeugung mit Pellets.

Beide Varianten sind am Standort möglich und würden der Zielsetzung entsprechen.

Die Autoren kamen mittels Nutzwertanalyse und Rangreihenverfahren zu der Empfehlung, auf eine Wärmepumpe (Sole/Wasser) mit Erdsonden umzustellen. Diese weist Vorteile im Bereich der Wartungsfreundlichkeit, der Abhängigkeiten und der Treibhausgasemissionen auf. Die Pellet-Heizung schneidet vor allem im Bereich der Gestehungskosten, respektive Investitionskosten besser ab.

Der Ersatz der Heizung auf ein erneuerbares System Wärmepumpe (Sole/Wasser) reduziert die CO₂-Emissionen auf Netto-Null auf Gemeindegebiet und global betrachtet auf 2.8t/a. Beim Ersatz auf ein erneuerbares Heizsystem ist eine allfällige Einbindung der bestehenden Luft/Wasser WP zu prüfen.

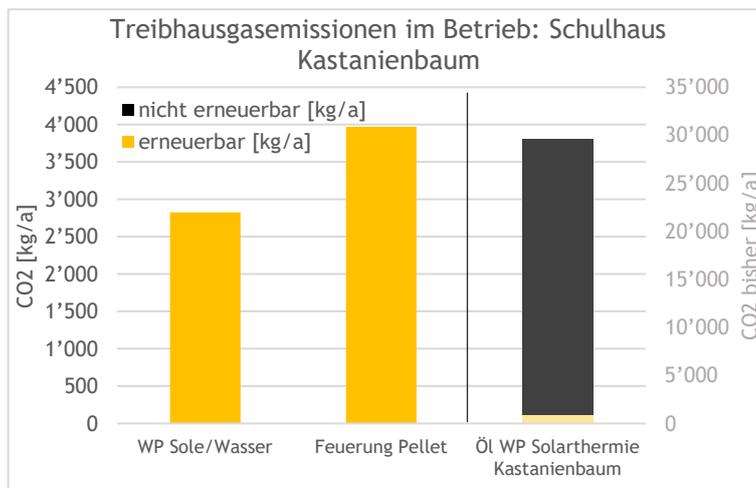


Abbildung 28: CO_{2eq}-Emissionen nach KBOB für den Betrieb (gelb = Emissionen verursacht durch Einsatz erneuerbaren Energien, schwarz = Emissionen verursacht durch Einsatz fossiler Energieträger), das bestehende System (rechts) wird mit leicht abgeschwächten Farben auf einer zweiten y-Achse abgebildet.

Zusammenstellung Investitionen Heizung

Wärmepumpe (Sole/Wasser)	CHF	570'000
--------------------------	-----	---------

Ausbau Photovoltaikanlage Dach und Fassade

Es besteht ein Potenzial von rund 200kWp wovon bereits 47kWp (Schulgebäude I) realisiert sind. Neu können 126kWp (Schulgebäude II und Turnhalle) ausgebaut werden. Auf den Kindergarten und Erweiterung Schulgebäude I (statische Gründe) wird verzichtet bzw. geprüft. Die Möglichkeiten einer Fassadenanlage wurde miteinbezogen, ist in Absprache nur optional aufgeführt und fliesst nicht in die Kostenbetrachtung mit ein.

Die gesamte Anlage produziert neu ca. 130'000 kWh und ist nach 12 Jahren amortisiert. Der elektrische Netzanschluss ist ausreichend dimensioniert.

Zusammenstellung Investitionen Photovoltaik

Photovoltaik Dach	CHF	86'000
Photovoltaik Fassade (Optional)	CHF	(39'000)

Gebäudehülle

Für das Schulgebäude I wird keine Massnahme vorgesehen, da dieses 2019 erneuert wurde. Der Kindergarten (Toblerone) wird nicht weiterverfolgt, da dessen Ersatz durch einen Neubau offen ist.

Für die Turnhalle werden folgende Massnahmen empfohlen:

Teilweise sind Fenster aus den Jahren 2001 verbaut, welche in einer nächsten Etappe erneuert werden sollen. Zudem sind die Böden und Wände gegen Erdreich bei der Turnhalle und angrenzenden Trakt schwach gedämmt.

Das Dach auf dem Schulgebäude II wurde 2019 nicht erneuert und soll bei der nächsten Änderung am Gebäude erneuert werden.

Zusammenstellung Investitionen Gebäudehülle

Fenster (stellenweise alte Fenster)	CHF	60'000
Wand	CHF	28'000
Boden gegen Erdreich	CHF	84'000
Flachdach	CHF	94'000

Die Massnahmen an der Hülle werden auf Grund der Lebensdauer der Teile und der Qualität des Baus aktuell nicht priorisiert und nicht für die umgehende Umsetzung und die Inkludierung in das vorliegende Budget empfohlen.

6.11.2. Übersicht Kosten Schulhaus Kastanienbaum

Alle vorgeschlagenen Massnahmen summieren sich wie folgt:

Wärmepumpe (Sole/Wasser)	CHF	570'000
Photovoltaik Dach	CHF	86'000
Photovoltaik Fassade (Optional)	CHF	(39'000)
Gebäudehülle	CHF	266'000
Total	CHF	922'000
Planungskosten	CHF	98'385

6.12. Schulhaus Spitz

Adresse	Bodenmattstrasse 8 / 8.4 / 8.5 6048 Horw
Baujahr	1974 Schulhaus Spitz 2017 Tagesstruktur
Gebäudetechnik	2006 Wärmeverbund (Holzschnitzel) 2013 Solarthermieanlage 2013 Photovoltaikanlage
Gebäudekategorie	Schulen Sportbauten Hallenbäder Wohnen



Abbildung 29: Schulhaus Spitz (Google Maps)

Die Schulanlage Spitz wurde im Jahr 1974 gemeinsam mit der Turnhalle, Schwimmhalle und der Hauswartwohnung erstellt. Im Jahr 1991 wurde über dem Flachdach des Schulgebäudes und der Hauswartwohnung ein Steildach ergänzt sowie die Fassaden saniert und die Mehrheit der Fenster ersetzt. Im Jahr 2018 fanden weitere Sanierungsmassnahmen statt. 2013 wurde die Schwimmhalle totalsaniert und mit der Erneuerung der Gebäudetechnik und zusätzlicher Installation einer Photovoltaikanlage ergänzt. Im Jahr 2013 wurden zusätzlich Teile der Turnhalle saniert und mit einer solarthermischen Anlage aufgerüstet. Die Sanierung der Fensterfront und des Turnhallenbodens erfolgte im Jahr 2016. Das Tagesstrukturgebäude (Bodenmattstrasse 8.4) wurde im Jahr 2017 im noch heute geltenden Neubaustandard realisiert. Die thermische Qualität dieses Objekts ist einwandfrei. Das Schulareal wird mit Fernwärme aus einer Holzheizzentrale mit Spitzenlast Öl betrieben. Die Zentrale befindet sich unter der Schwimmhalle und wird von der Primeo Energie betrieben. Die Brauchwarmwasseraufbereitung wird durch eine solarthermische Anlage auf dem Turnhallendach unterstützt. Zusätzlich wird das Warmwasser über die Fernwärme erwärmt. Auf dem Schulareal sind fünf Lüftungsanlagen installiert und in Betrieb. Alle Anlagen haben eine Wärmerückgewinnung und eine Lufterhitzung, welche an die Fernwärme angeschlossen ist. Diese Anlagen sind neuwertig und entsprechen dem Stand der Technik.

Der aktuelle Stand des Gebäudes bezüglich Hülle wird gemäss der Gebäudeanalyse wie folgt definiert:

Effizienz der Gebäudehülle	D	Der Ist-Zustand der Gebäudehülle liegt in der Klassierung D, entspricht somit einem nachträglich guten und umfassend gedämmten Altbau mit bestehenden Lücken in der thermischen Hülle. Es ist zu beachten, dass es sich hierbei um eine Durchschnittsklassierung über das gesamte Schulareal handelt.
Gesamtenergieeffizienz	C	Da die Raumheizung zusätzlich mit einer solarthermischen Anlage unterstützt wird, wird bei der Kategorie Gesamtenergie in Kombination mit der Solarstromproduktion die Klasse C erreicht. Die Gesamtenergieeffizienz ist knapp befriedigend. Der gewichtete Energiebedarf (Heizung, Warmwasser, Beleuchtung, Elektrogeräte) ist bis 1,5-mal grösser als bei Neubauten.

6.12.1. Vorgehensempfehlung

Mittels der obenstehenden Informationen und der durchgeführten Analyse empfehlen sich für das Gebäude folgende Massnahmen.

Ersatz Heizsystem

Der aktuelle Vertrag für die Fernwärmelieferung läuft noch bis 2036. Zudem ist die Fernwärme aktuell bereits zu einem Teil fossilfrei (65%). Im Falle einer Verlängerung des Fernwärmelieferungsvertrags soll eine 100% fossilfreie Deckung angestrebt werden (keine fossile Spitzenlast). Zum heutigen Zeitpunkt ist noch keine alternative Lösung erarbeitet. Das Schulhaus Spitz ist mit dem aktuellen Wärmeverbund (theoretischer Wert von 35% fossile Spitzenlast) der mit Abstand grösste Emittent im überarbeiteten Gebäudepark.

Ausbau Photovoltaikanlage Dach und Fassade

Zusätzlich zu der bereits bestehenden Photovoltaikanlage wurde ein Potenzial von 84 kWp eruiert. Für die Erschliessung dieses Potenzials ist mit Investitionen in der Höhe von rund CHF 252'000 zu rechnen. Eine Fassadenanlage ist für das Schulhaus Spitz nicht empfohlen.

Die neue Anlage (inkl. Bestand) produziert ca. 100'000 kWh und ist in rund 20 Jahren amortisiert.

Zusammenstellung Investitionen Photovoltaik

Photovoltaik Dach	CHF	252'000
-------------------	-----	---------

Gebäudehülle

Die Gebäudehülle hat teilweise einen hohen Wärmeverlust und eine energetische Sanierung der kompletten Gebäudehülle wird empfohlen. Auch aus der wirtschaftlichen Betrachtung rechnet sich die Gesamtanierung langfristig am besten.

Zusammenstellung Gebäudehülle

Dächer und Decken	CHF	258'220
Wände	CHF	733'100
Fenster und Türen	CHF	190'000
Böden	CHF	192'000

6.12.2. Übersicht Kosten Schulhaus Spitz

Alle vorgeschlagenen Massnahmen summieren sich wie folgt:

Photovoltaik Dach	CHF	252'000
Gebäudehülle	CHF	1'373'320
Total	CHF	1'625'320
Planungskosten	CHF	243'798

6.13. Schulhaus Zentrum

Adresse	Allmendstrasse 16b 6048 Horw
Baujahre	2017 Schulhaus Zentrum
Gebäudetechnik	2017 Anschluss Wärmeverbund 2017 Photovoltaikanlage
Gebäudekategorie	Schulen

Das Gebäude wurde im Jahr 2017 kernsaniert. Dadurch, dass das Gebäude praktisch neu ist, wurde auf eine detaillierte Analyse der Gebäudehülle und Gebäudetechnik verzichtet.

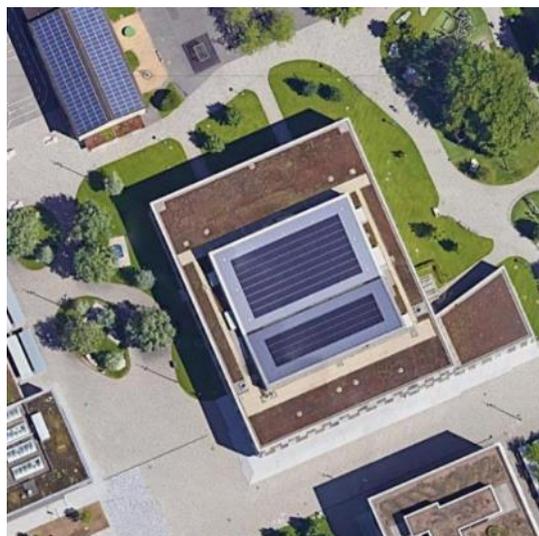


Abbildung 30: Schulhaus Zentrum (Google Maps)

6.13.1. Vorgehensempfehlung

Ersatz Heizsystem

Es ist bereits klar, dass die Fernwärme auf See-Energie der Seenergy Luzern AG umgestellt wird. Das Holzheizwerk Allmend wird ab Mitte 2024 durch die Seenergy Luzern AG betrieben und der Energieträger auf Seewasser umgestellt. Aus diesen Gründen wurde auf ein Variantenvergleich verzichtet.

Zum heutigen Zeitpunkt ist die See-Energie nicht 100% erneuerbar. So werden ca. 17% (Spitzenlast) mit Gas abgedeckt, was sich in den Emissionen deutlich zeigt. Der Wärmeverbund wird in Zukunft ebenfalls erneuerbar betrieben werden müssen, sodass dies mit den kommunalen Zielen übereinstimmt.

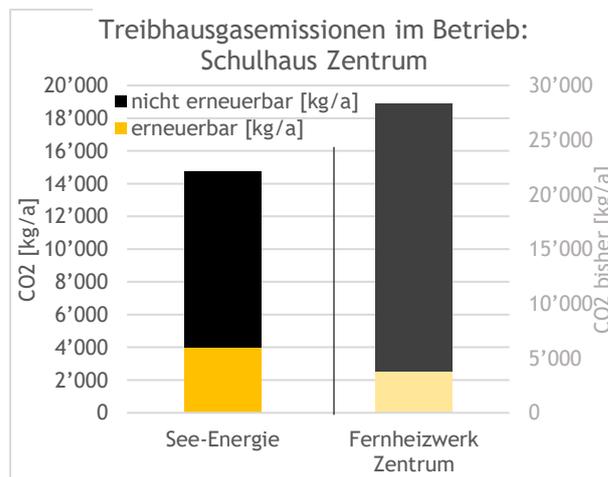


Abbildung 31: CO_{2eq}-Emissionen nach KBOB für den Betrieb (gelb = Emissionen verursacht durch Einsatz erneuerbaren Energien, schwarz = Emissionen verursacht durch Einsatz fossiler Energieträger), das bestehende System (rechts) wird mit leicht abgeschwächten Farben auf einer zweiten y-Achse abgebildet.

Zusammenstellung Investitionen Heizung

Anschluss Fernwärme See-Energie CHF 76'500

Ausbau Photovoltaikanlage Dach und Fassade

Auf dem Dach ist bereits eine Photovoltaikanlage von 79 kWp (73'200kWh/a) installiert. Es besteht ein zusätzliches Potenzial von 129 kWp. Für die Erschliessung dieses Potenzials ist mit Investitionen in der Höhe von rund CHF 212'930 zu rechnen.

Die Anlage produziert total ca. 180'000 kWh und ist in rund 17 Jahren amortisiert.

Zusammenstellung Investitionen Photovoltaik

Photovoltaik Dach	CHF	212'930
-------------------	-----	---------

Gebäudehülle

Für die Gebäudehülle sind keine Massnahmen vorgesehen.

6.13.2. Übersicht Kosten Schulhaus Zentrum

Alle vorgeschlagenen Massnahmen summieren sich wie folgt:

(die Kosten Fernwärme Anschluss Zentrum sind hier nicht aufgeführt, da dies über ein gesondertes Budget finanziert wird)

Photovoltaik Dach	CHF	212'930
-------------------	-----	---------

Total	CHF	212'930
--------------	------------	----------------

Planungskosten	CHF	31'940
-----------------------	------------	---------------

6.14. Garderobengebäude Sportanlage Seefeld

Adresse	Kantonsstrasse 133 6048 Horw
Baujahre	2006 Garderobengebäude
Gebäudetechnik	2006 Gasheizung 2006 Solarthermieanlage
Gebäudekategorie	Sportbauten (Turnhalle)

Das Garderobengebäude Sportanlage im Seefeld wurde 2006 erbaut und ist seither praktisch unverändert.

Das Gebäude wird hauptsächlich mit einem Gas-Brenner beheizt. Zusätzlich hat das Gebäude seit Errichtung eine solarthermische Anlage im Einsatz.

Die Gebäudehülle wurde im Rahmen des vorliegenden Projekts nicht weiter analysiert, da nicht definitiv geklärt ist, wie das Gebäude weiter betrieben und genutzt wird.



Abbildung 32: Garderobengebäude Sportanlage Seefeld (Google Maps)

6.14.1. Vorgehensempfehlung

Ersatz Heizsystem

Im Rahmen der Gebäudetechnik-Analyse wurden zwei Varianten für den Ersatz der bestehenden Gasheizung eruiert. Einerseits eine Wärmepumpe (Luft/Wasser) oder ein Anschluss an den Fernwärmeverbund mit See-Energie der Seenergy Luzern AG, dessen Seewasserfassung direkt unter der Sportanlage Seefeld befindet.

Auf Grund der geografischen Nähe der Seeenergie vor Ort sowie tieferen Kosten soll ein Anschluss an die See-Energie angestrebt werden. Die Emissionen könnten damit ebenfalls erheblich reduziert werden. Zum heutigen Zeitpunkt ist die See-Energie noch nicht 100% erneuerbar. So werden ca. 17% (Spitzenlast) mit Gas abgedeckt, was sich in den Emissionen deutlich zeigt. Der Wärmeverbund wird in Zukunft jedoch ebenfalls erneuerbar betrieben werden müssen, sodass diese Variante mit den kommunalen Zielen übereinstimmt. Leider kann auch hier noch kein Zeitpunkt der Fernwärmelieferung von See-Energie angegeben werden.

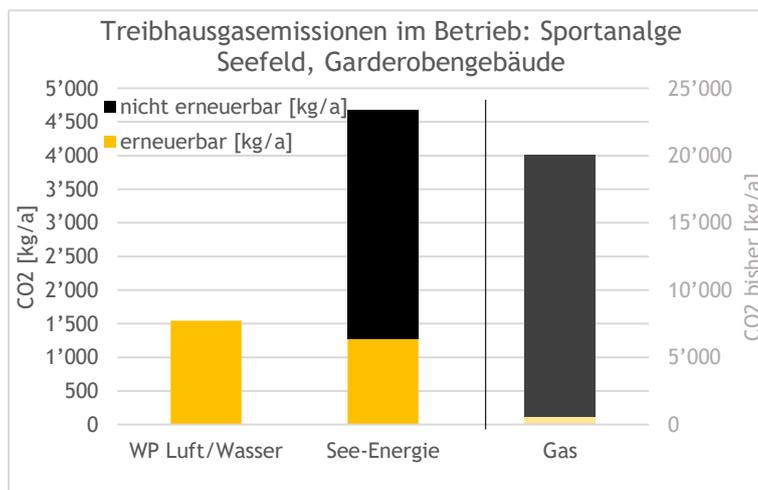


Abbildung 33: CO_{2eq}-Emissionen nach KBOB für den Betrieb (gelb = Emissionen verursacht durch Einsatz erneuerbaren Energien, schwarz = Emissionen verursacht durch Einsatz fossiler Energieträger), das bestehende System (rechts) wird mit leicht abgeschwächten Farben auf einer zweiten y-Achse abgebildet.

Zusammenstellung Investitionen Heizung

Anschluss an See Energie Luzern AG

CHF

176'200

Ausbau Photovoltaikanlage Dach und Fassade

Es besteht ein Potenzial von rund 74kWp. Für die Erschliessung dieses Potenzials ist mit Investitionen in der Höhe von rund CHF 111'000 für Dach und Fassade (optional) zu rechnen. In einem ersten Schritt wird die Dachanlage mit 50kWp realisiert. Die Optionale Position der Fassadenanlage ist nicht in den Kosten eingerechnet.

Die Anlage produziert ca. 50'000 kWh und ist in rund 10 Jahren amortisiert.

Zusammenstellung Investitionen Photovoltaik

Photovoltaik Dach	CHF	62'000
Photovoltaik Fassade (Optional)	CHF	(49'000)

6.14.2. Übersicht Kosten Garderobengebäude Seefeld

Alle vorgeschlagenen Massnahmen summieren sich wie folgt:

Anschluss See-Energie	CHF	176'200
Photovoltaik Dach	CHF	62'000
Photovoltaik Fassade	CHF	(49'000)
Total	CHF	238'200
Planungskosten	CHF	35'730

6.15. Sonnsyterain 4, Wohnhaus

Adresse	Sonnsyterain 4 6048 Horw
Baujahre	unbekannt, Mehrfamilienhaus
Gebäudetechnik	1996 Gasheizung
Gebäudekategorie	Wohnen



Abbildung 34: Sonnsyterain 4

Das ursprünglich spätbarocke Bauernhaus erhebt sich über einem verputzten Mauersockel in Blockbauweise und ist mit einem Schindelschirm verrandet. Der Kernbau wird von einem unmerklich geknickten Satteldach abgeschlossen. Die südliche Giebel- und Schauseite ist regelmässig in fünf Fensterachsen gegliedert, die Fenstergruppierung von 3 und 2 Fenstern in den beiden Vollgeschossen verweist auf die innere Raumdisposition. Das DG ist ebenfalls zu Wohnzwecken ausgebaut. Klebedächer über den Fensterreihen gliedern die Fassade horizontal. Beide Traufseiten werden im rückwärtigen Bereich durch einen markanten Querbau durchbrochen, der die Firsthöhe des Kernbaus leicht übertrifft. Der Querbau ist unterschiedlich gestaltet. Der Bau zeigt auffällige Zierelemente im Heimat- resp. Chalet-Stil, insbesondere die zierlich gesägten Ortgangbretter und Laubenbrüstungen. Dem Haus ist ein Garten vorgelagert. Mutmasslich im Kern aus dem 18. Jh. stammend, im 19. und 20. Jh. u.a. auch im Sinne des Heimatstils überformt. Im Jahre 2014 wurde die Kellerdecke mit einer neuen Dämmung versehen, ansonsten wurden keine merklichen Sanierungsmassnahmen im energetischen Bereich ausgeführt. Die Gebäudehülle und die Gebäudetechnik entsprechen nicht mehr den heutigen Anforderungen, entsprechend sind Massnahmen zur Verbesserung des Wärmeschutzes an der Gebäudehülle notwendig. Optische sind diverse Bauteile deutlich abgenutzt.

Der aktuelle Stand des Gebäudes bezüglich Hülle wird gemäss der Gebäudeanalyse wie folgt definiert:

Effizienz der Gebäudehülle	G	Die Gebäudehülle weist keine oder nur eine sehr geringe Wärmedämmung auf. Die Verluste übersteigen bei weitem die derzeitigen Anforderungen für Neubauten.
Gesamtenergieeffizienz	E	Die Gesamtenergieeffizienz ist gering. Der gewichtete Bedarf (Heizung, Warmwasser, Strom) ist mehr als doppelt so hoch wie bei Neubauten.

6.15.1. Vorgehensempfehlung

Mittels der obenstehenden Informationen und der durchgeführten Analyse empfehlen sich für das Gebäude folgende Massnahmen.

Ersatz Heizsystem

Im Rahmen der Gebäudetechnik-Analyse wurden zwei Varianten für den Ersatz der bestehenden fossilen Gasheizung eruiert. Beim Sonnsyterain 4 empfiehlt sich ein Wärmepumpensystem entweder mit Luft oder Sole/Wasser als Energieträger.

Die Sole/Wasser Wärmepumpe weist etwas höhere Investitionskosten, jedoch tiefere Betriebskosten auf. Zudem bietet die Erdwärmesonde bezüglich Lärmbelastung einen Vorteil. Die Restemissionen (Scope 3) belaufen sich auf einem ähnlichen Niveau für beide Technologien.

Der Ersatz der Heizung auf ein erneuerbares System Wärmepumpe (Sole/Wasser) reduziert die CO₂-Emissionen auf Netto-Null und inklusive grauer Energie um über 90%.

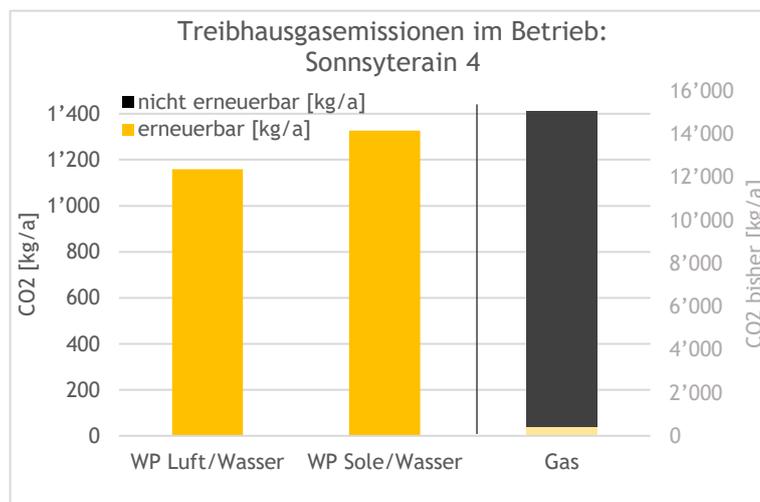


Abbildung 35: CO_{2eq}-Emissionen nach KBOB für den Betrieb (gelb = Emissionen verursacht durch Einsatz erneuerbaren Energien, schwarz = Emissionen verursacht durch Einsatz fossiler Energieträger), das bestehende System (rechts) wird mit leicht abgeschwächten Farben auf einer zweiten y-Achse abgebildet.

Zusammenstellung Investitionen Heizung

Wärmepumpe (Sole/Wasser)	CHF	179'900
--------------------------	-----	---------

Ausbau Photovoltaikanlage Dach und Fassade

Es besteht ein Potenzial von etwas mehr als 21 kWp. Für die Erschliessung dieses Potenzials ist mit Investitionen in der Höhe von rund CHF 81'700 für das Dach zu rechnen. Für den Sonnsyterain 4 wurde eine In-Dach-PV-Anlage gerechnet, um dem Denkmalschutz gerecht zu werden. Dies führt zu höheren Kosten und tieferer Rentabilität. Die Anlage kann ein Vorzeigeobjekt im Sinne der Vorbildfunktion einer Gemeinde für Stromproduktion auf Denkmalgeschützten Objekten werden. Auf Grund des Denkmalschutzes wird eine Belegung der Fassade nicht weiterverfolgt.

Die Anlage produziert ca. 14'000 kWh und ist in rund 25 Jahren amortisiert.

Zusammenstellung Investitionen Photovoltaik

Photovoltaik Dach	CHF	81'753
-------------------	-----	--------

Gebäudehülle

Die Gebäudehülle hat einen hohen Wärmeverlust und eine energetische Sanierung der kompletten Gebäudehülle wird empfohlen. Auch aus der wirtschaftlichen Betrachtung rechnet sich die Gesamtanierung langfristig am besten.

Zusammenstellung Gebäudehülle

Dächer und Decken	CHF	173'850
Wände	CHF	66'573
Fenster und Türen	CHF	83'160
Böden	CHF	10'005

6.15.2. Übersicht Kosten Sonnsyterain 4

Alle vorgeschlagenen Massnahmen summieren sich wie folgt:

Wärmepumpe (Sole/Wasser)	CHF	179'900
Photovoltaik Dach	CHF	81'753
Gebäudehülle	CHF	333'588
Total	CHF	595'241
Planungskosten	CHF	89'286

6.16. Strandbad Winkel

Adresse	Seestrasse 6 6048 Horw
Baujahre	1930 Strandbad Winkel
Gebäudetechnik	Kaminofen Elektrische Deckenheizung
Gebäudekategorie	Sportbauten Restaurant



Abbildung 36: Strandbad Winkel (map.geo.admin)

Das Gebäude wurde im Jahr 1930 erbaut und in mehreren Etappen umgebaut und erweitert. Das Strandbad enthält im Erdgeschoss eine Bar/Lounge, Garderoben und Lagerräume, welche nicht Teil der beheizten Gebäudehülle sind. Weiter befinden sich im Erdgeschoss Toiletten, Duschen, Büro und die Technikräume. Im Obergeschoss wird ein Restaurant betrieben. Durch einen Brand im Jahr 2009 wurde das Dach beschädigt, welches dann teilweise saniert und gedämmt wurde. Der Betrieb wird im Winter über 3 Monate geschlossen und wird in dieser Zeit nicht beheizt. Die Thermische Gebäudehülle umfasst verschiedene Bauteile, welche in unterschiedlichen Jahren gebaut oder saniert worden sind. Im Erdgeschoss sind die gemauerten Wände teilweise leicht gedämmt. Im Obergeschoss sind die Holzwände vom Restaurant nur leicht gedämmt. Die Fenster im Erdgeschoss und beim Küchenanbau im Obergeschoss wurden im Jahr 2017 saniert. Die restlichen Fenster im Obergeschoss sind ungefähr 30-jährig. Der Küchenanbau ist mit einem Flachdach und das Restaurant ist mit einem Steildach ausgestattet. Wenn das Restaurant in der Heizperiode in Betrieb ist, wird das obere Geschoss über den eingebauten Kaminofen beheizt. Im Erdgeschoss werden das Büro und die neu gebauten Toiletten mit einer elektrischen Deckenheizung erwärmt. Eine wassergebundene Wärmeverteilung ist im ganzen Gebäude nicht vorhanden. Das Warmwasser wird über zwei Elektroboiler erzeugt. Die Lüftungsanlage verfügt über ein elektrisches Heizungsregister.

Der aktuelle Stand des Gebäudes bezüglich Hülle wird gemäss der Gebäudeanalyse wie folgt definiert:

Effizienz der Gebäudehülle	D	Das Gebäude weist teilweise schlechte Wärmedämmungen in den älteren Bauteilen auf. Des Weiteren liegt mit der Gebäudestruktur und deren Erweiterungen eine nicht kompakte Bauform vor, welches zu einem hohen Anteil Gebäudehülle zur effektiven Energiebezugsfläche führt. Der Ist-Zustand der Gebäudehülle liegt deutlich über dem Neubaugrenzwert.
Gesamtenergieeffizienz	G	Das Gebäude schneidet in der Gesamtenergie in der schlechtesten Kategorie «G» ab. Auf Grund der schlechten Gebäudehülle und der ineffizienten Gebäudetechnik besteht grosses Verbesserungspotential.

6.16.1. Vorgehensempfehlung

Mittels der obenstehenden Informationen und der durchgeführten Analyse empfehlen sich für das Gebäude folgende Massnahmen.

Ersatz Heizsystem

Im Rahmen der Gebäudetechnik-Analyse wurden zwei Varianten für den Ersatz der Heizung, bestehend aus einem Kaminofen einer elektrischen Deckenheizung, eruiert. Beim Strandbad Winkel empfiehlt sich ein Wärmepumpensystem entweder mit Luft oder Sole/Wasser als Energieträger.

Die Erdwärmesonde weist etwas höhere Investitionskosten, jedoch tiefere Betriebskosten auf. Zudem bietet die Erdwärmesonde bezüglich Lärmbelastung einen Vorteil. Dieser wurde am Standort des Strandbads jedoch tiefer gewichtet als bei anderen, weshalb eine Luft/Wasser Wärmepumpe empfohlen wird. Die Restemissionen (Scope 3) belaufen sich auf einem ähnlichen Niveau für beide Technologien

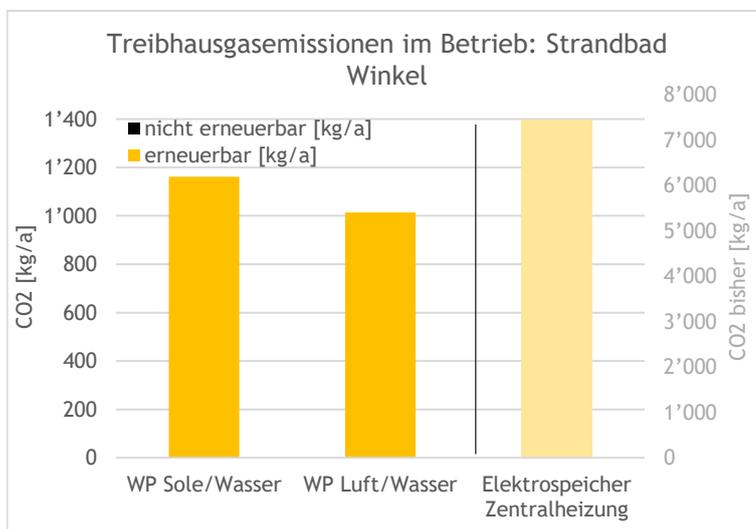


Abbildung 37: CO_{2eq}-Emissionen nach KBOB für den Betrieb (gelb = Emissionen verursacht durch Einsatz erneuerbaren Energien, schwarz = Emissionen verursacht durch Einsatz fossiler Energieträger), das bestehende System (rechts) wird mit leicht abgeschwächten Farben auf einer zweiten y-Achse abgebildet.

Zusammenstellung Investitionen Heizung

Wärmepumpe (Luft/Wasser) inkl. Verteilsystem CHF 132'700

Ausbau Photovoltaikanlage Dach und Fassade

Es besteht ein Potenzial von etwas mehr als 14 kWp. Für die Erschliessung dieses Potenzials ist mit Investitionen in der Höhe von rund CHF 35'473 zu rechnen. Ein Ausbau des Netzanschlusses ist voraussichtlich nicht notwendig.

Die Anlage produziert ca. 12'000 kWh und ist in rund 11 Jahren amortisiert.

Zusammenstellung Investitionen Photovoltaik

Photovoltaik Dach CHF 35'473

Gebäudehülle

Die Gebäudehülle hat einen hohen Wärmeverlust und eine energetische Sanierung der kompletten Gebäudehülle wird empfohlen. Auch aus der wirtschaftlichen Betrachtung rechnet sich die Gesamtanierung langfristig am besten.

Zusammenstellung Gebäudehülle

Dächer und Decken	CHF	33'300
Wände	CHF	53'600
Fenster und Türen	CHF	26'300
Böden	CHF	13'800

Sofortmassnahmen

Sofortmassnahmen sind mit geringen materiellen, zeitlichen wie finanziellen Aufwänden umsetzbar und erzielen, im Verhältnis dazu betrachtet, eine energetisch grosse Wirkung. Ersparungen von 10 % und mehr sind damit möglich. Sie ersetzen aber längerfristig keine der Massnahmen, die nachfolgend in diesem Kapitel vorgeschlagenen werden.

- Austausch der Ventilatorenmotoren und Einbau WRG

Zusammenstellung Sofortmassnahmen

Austausch der Ventilatorenmotoren und Einbau WRG	CHF	21'000
--	-----	--------

6.16.2. Übersicht Kosten Strandbad Winkel

Alle vorgeschlagenen Massnahmen summieren sich wie folgt:

Wärmepumpe (Luft/Wasser) inkl. Verteilsystem	CHF	132'700
Photovoltaik Dach	CHF	35'473
Gebäudehülle	CHF	127'000
Sofortmassnahme; Austausch der Ventilatorenmotoren und Einbau WRG	CHF	21'000
Total	CHF	316'173
Planungskosten	CHF	47'426

6.17. Werkhofgebäude

Adresse	Kantonsstrasse 162 6048 Horw
Baujahre	1967 Werkhofgebäude
Gebäudetechnik	2013 Gasheizung
Gebäudekategorie	Industrie (Werkhöfe)

Für das Werkhofgebäude wurde mittels vorliegenden Berichts das Photovoltaik-Potenzial sowie ein möglicher Anschluss an die See-Energie geprüft. Weitere Abklärungen an Gebäudetechnik, respektive Hülle wurden auf Grund laufender Projekte (neuer Standort Werkhof) nicht geprüft.

6.17.1. Vorgehensempfehlung

Ersatz Heizsystem

Für den Werkhof wurde aus oben aufgeführtem Grund kein Variantenvergleich bezüglich Heizsystem durchgeführt. Nach Möglichkeit und Leitungsführung extern soll das Gebäude, wenn möglich an die See-Energie angeschlossen werden. Leider kann auch hier noch kein Zeitpunkt der Fernwärmelieferung von See-Energie angegeben werden.



Abbildung 38: Werkhofgebäude (Google Maps)

Zusammenstellung Investitionen Heizung

Anschluss See-Energie	CHF	202'000
-----------------------	-----	---------

Ausbau Photovoltaikanlage Dach und Fassade

Das Potenzial und die Rentabilität der Photovoltaik ist hoch und soll nach Möglichkeit umgesetzt werden. Eine Realisierung ist stark davon abhängig, in welchem Zeitraum ein neuer Standort des Werkhofs in Betracht gezogen wird.

Es besteht ein gesamthafes Potenzial von 283 kWp. Im Vorbericht ausgewiesen waren 116 kWp der Fahrzeughalle, da gemäss Stratus Daten Asbestrückstände beim Dach der grösseren Halle vermutet wurden. Inzwischen ist klar, dass dies nicht der Fall ist, weshalb auch eine grössere Anlage möglich wäre. Der Energieertrag beträgt rund 275'000 kWh, was einer Amortisation nach ca. 15 Jahren entspricht. Gegenüber dem Vorbericht ist die erhöhte Amortisation auf den tieferen Eigenverbrauch zurückzuführen..

Zusammenstellung Investitionen Photovoltaik

Photovoltaik Dach Fahrzeughalle	CHF	148'000
Photovoltaik Dach grosse Halle (optional)	CHF	246'000
Elektro-Netzanschluss inkl. neue Verteilung (Fahrzeughalle)	CHF	15'000
Zusätzliche Kosten Elektro-Netzanschluss bei Belegung der gesamten Dachfläche (optional)	CHF	45'000

6.17.2. Übersicht Kosten Werkhofgebäude

Alle vorgeschlagenen Massnahmen summieren sich wie folgt:

Anschluss See-Energie	CHF	202'000
Photovoltaik Dach Einstellhalle	CHF	148'000
Elektro-Netzanschluss inkl. neue Verteilung	CHF	15'000
Photovoltaik Dach grosse Halle (optional)	CHF	246'000
Zusätzliche Kosten Elektro-Netzanschluss bei Belegung der gesamten Dachfläche (optional)	CHF	45'000
Total (ohne optionale Positionen)	CHF	365'000
Planungskosten	CHF	54'750

7. Investitionen Gesamtübersicht

Für den gesamten analysierten Gebäudepark werden für die Massnahmen an den Gebäudehüllen und der Energieversorgung Investitionen in der Höhe von ca. CHF 16.3 Mio. erwartet. Die grössten Investitionen werden dabei in den nächsten fünf Jahren fällig. Dies steht in direktem Zusammenhang mit den Grössen der Gebäude. Denn vier Schulhäuser mit dem aktuell grössten CO₂-Fussabdruck werden priorisiert angegangen. Die Umsetzung des ambitionierten Zeitplans ist unter anderem abhängig von der Verfügbarkeit der Ressourcen wie Fachkräfte, Finanzen und Material.

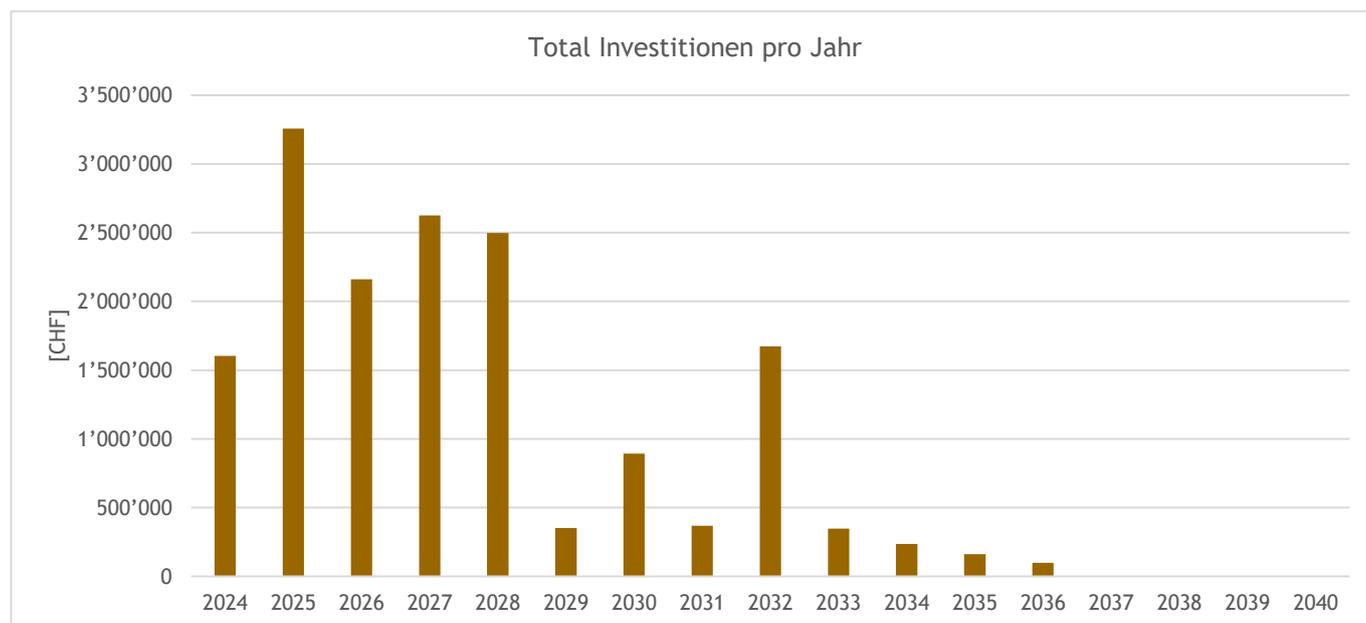


Abbildung 39: Jährliche Investitionen [CHF] über den gesamten Gebäudepark.

Die Abbildung 39 fasst die im Kapitel 5.7 pro Objekt ersichtlichen Investitionen zusammen. Eine detailliertere Herkunft der Investitionen kann jeweils der Gebäudeanalyse respektive dem GEAK Plus sowie der gebäudespezifischen Präsentationen entnommen werden.

In Abbildung 40 fällt auf, dass die Schulhäuser Allmend, Biregg, Hofmatt und Spitz einen erheblichen Anteil zu den Investitionskosten beitragen. Die Sanierung der Gebäudehülle dieser vier Objekte entsprechen ca. einem Drittel der Gesamtinvestitionen. Weiter zeigt die Grafik auf, dass bei der Horwerhalle die grösste PV-Anlage mit Investitionen von rund CHF 400'000 erstellt werden kann.

Die Investitionen für den Ersatz der Gebäudetechnik für die Objekte auf der Parzelle 2020 wird in Abbildung 39 nicht dargestellt. Diese sind im Rahmen des Sonderkredits bezüglich [«Ablösung Fernheizwerk durch Seenergy»](#) bereits berücksichtigt.

Die Abbildung 40 zeigt ebenfalls auf, bei welchen Objekten keine Analyse bezüglich der Gebäudehülle vorgenommen wurde. Die entsprechenden Objekte weisen dadurch keinen gelben Balken aus. Dabei handelt es sich um relativ neue Objekte (z.B. Schulhaus Zentrum) oder Gebäude, welche bereits einen hohen energetischen Standard erreichen (z.B. Gemeindeverwaltung mit Minergie Zertifizierung) oder solche, welche im Rahmen gesonderter Projekte behandelt werden (z.B. Werkhofgebäude).

Bezüglich dem PV-Ausbau wird ersichtlich, dass für alle Objekte, ausser das Schulhaus Allmend, eine neue Anlage, respektive ein Ausbau der bestehenden Anlage vorgesehen ist. Auf dem Dach des Schulhaus Allmend wurde bereits eine grosse Anlage installiert, welche im Contracting betrieben wird. Eine Erweiterung dieser bestehenden Anlage ist nicht vorgesehen.

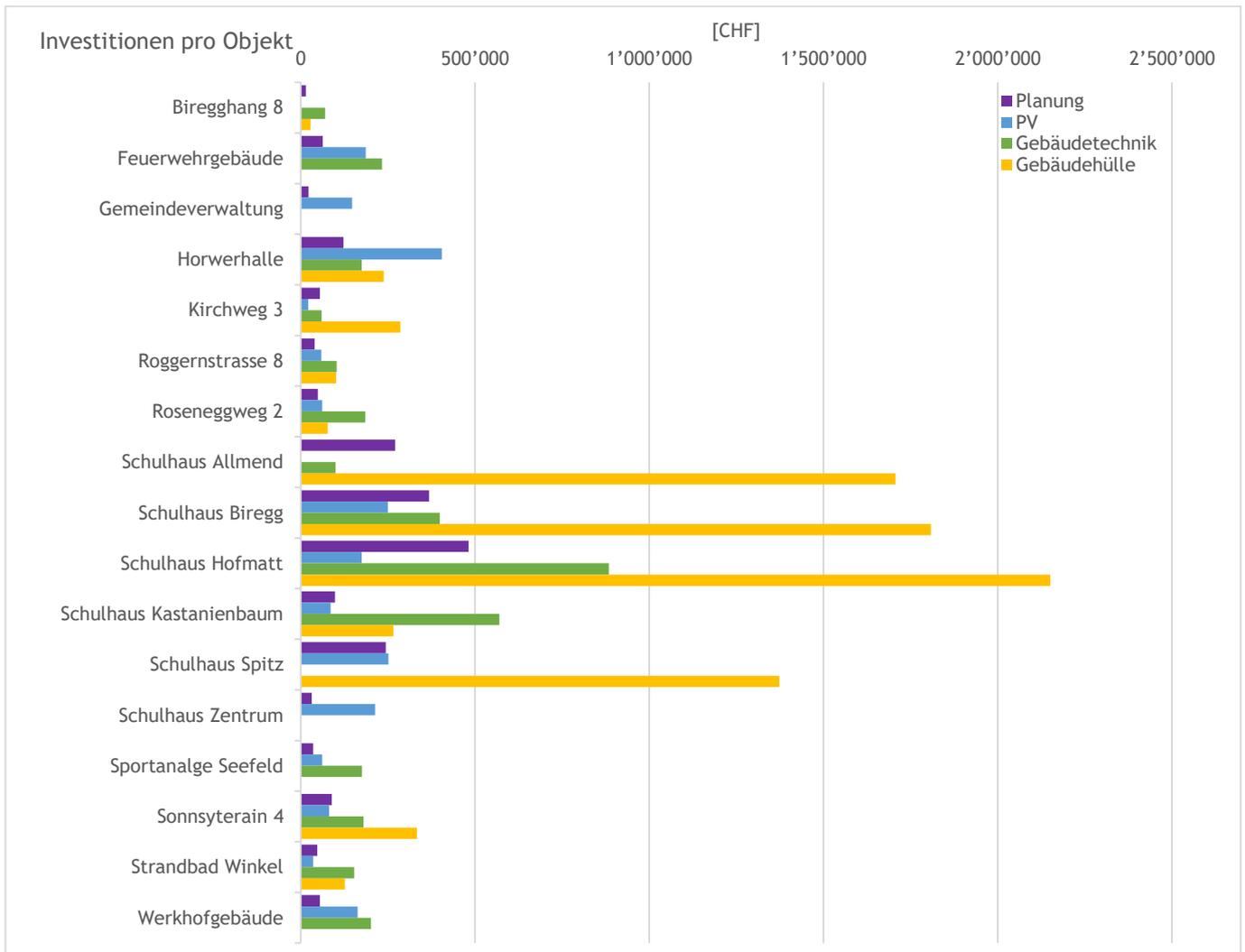


Abbildung 40: Investitionskosten der analysierten Objekte aufgeteilt nach Planung (violett), PV (blau), Gebäudetechnik (grün) und Gebäudehülle (gelb).

Der grösste Anteil an den Kosten wird durch die Massnahmen an der Gebäudehülle fällig. Dies entspricht mit knapp CHF 8.7 Mio. rund 52%. Die Planung und die Realisierung der PV-Anlagen (inkl. Anpassung der Netzanschlüsse) machen mit 2.1 respektive 2.2 Mio. für je rund 13% der Gesamtkosten aus. Der Ersatz der Heizsysteme inklusive Umsetzung der Sofortmassnahmen entspricht rund 21% der Gesamtkosten und beziffert sich auf knapp CHF 3.5 Mio.

Die Fördergelder wurden bei den Investitionen nicht miteinberechnet, da diese von verschiedenen Förderbedingungen abhängig und daher nicht fix sind. Über alle Objekte können im Idealfall Fördergelder von rund 1.9 Mio. CHF für PV, Gebäudehülle, sowie Gebäudetechnik bezogen werden.

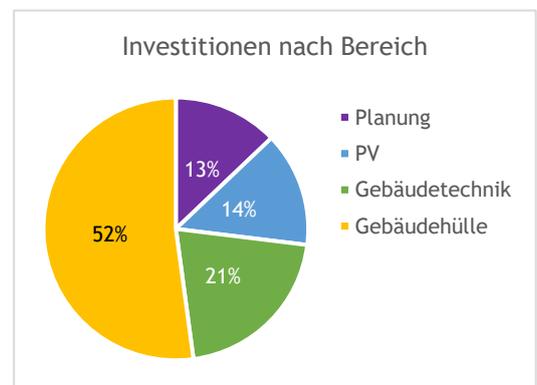


Abbildung 41: Anteil Investitionen pro Kategorie: Planung (violett), PV (blau), Gebäudetechnik (grün), Gebäudehülle (gelb).

8. Zusammenfassung

Durch die vorliegenden Massnahmen und den Zeitplan kann die Umsetzung für einen klimafreundlichen Gebäudepark der Gemeinde Horw aufgegleist werden. Es ist mit einem deutlichen Rückgang der Treibhausgasemissionen zu rechnen. Mit einer territorialen Berechnung der Emissionen bleiben Stand heute lediglich die fossilen Spitzenanteile der Wärmeverbunde bestehen. Für Reduktion dieser Restemissionen ist die Gemeinde Horw auf eine gemeinsame Lösung mit den Betreibern der Wärmeverbunde angewiesen.

Nebst den Emissionen kann auch der Energieverbrauch deutlich reduziert werden. Die Reduktion fällt auch nach zusätzlichem Stromverbrauch durch die neuen Heizsysteme deutlich aus. Der reduzierte Verbrauch führt zu Kosteneinsparungen im Betrieb. Diese standen nicht im Fokus der Analyse und werden somit nicht ausgewiesen.

Die Kosten für die Umsetzung aller Massnahmen für die 17 Objekte werden auf rund CHF 16.3 Mio. abgeschätzt. Dabei werden insbesondere für die Sanierung und Aufwertung der Schulhäuser ein grosser Teil fällig.

Eine frühzeitige Rückstellung der Finanzen, wie bereits aufgegleist, unterstützt die Massnahmen für eine zeitnahe Realisierung. Durch die vorliegenden Grundlagen wird die Basis für Fördergelder gelegt. Fördergesuche müssen jeweils vor Baubeginn berücksichtigt und eingereicht werden.

Die Gemeinde Horw kann mit dem Ausbau der PV-Anlagen ihre Vorbildfunktion weiter wahrnehmen und nochmals eine Steigerung um das 5-fache erreichen. Zudem bietet sich die Chance Vorzeigeprojekte an Fassaden und auf denkmalgeschützten Gebäuden zu realisieren.

Die empfohlenen Varianten benötigen teilweise vertiefte zusätzliche Abklärungen. Insbesondere geologische Gutachten, statische Aufnahmen sowie der Austausch mit dem Denkmalschutz sollen in einer frühen Projektphase angegangen werden. Zudem sollen Planungsausschreibungen zeitnah angegangen werden, um den ambitionierten Zeitplan verfolgen zu können.

In den Gebäudeanalysen wird jeweils auch ausgewiesen, ob die Massnahmen 30% des Gebäudeversicherungswert überschreiten oder nicht. Sollte 30% überschritten werden ist eine energetische Verbesserung auf die gesetzlich vorgegebenen Minimalanforderungen für Umbauten zwingend ([Merkblatt Kanton Luzern](#)).

Sobald Massnahmen umgesetzt wurden, wird ein aufdatieren der Daten aus GEAK Plus/Gebäudeanalysen empfohlen. So wird gewährleistet, dass für künftige Anpassungen am Gebäudepark die aktuellen Daten vorhanden sind.

9. Glossar und Begriffe

CO ₂ , CO _{2eq}	Kohlendioxid und Kohlendioxid Äquivalente (umfasst weitere Treibhausgase). Die beiden Begriffe werden in vorliegendem Bericht als Synonym verwendet
EGID	Standardisierte Gebäudenummer - Eidgenössischer Gebäudeidentifikator
GEA	Gebäudeanalyse mit Vorgehensempfehlung
GEAK	Gebäudeenergieausweis der Kantone
KBOB	Koordinationsgremium der Bauorgane des Bundes
kWh	Kilowattstunde (Masseinheit Energie)
Minergie	Schweizer Qualitätslabel für nachhaltiges Bauen
MWp	Megawatt Peak (Leistung einer Photovoltaikanlage)
PV	Photovoltaik
t	Einheitszeichen für Tonne (1'000 kg)
WP	Wärmepumpe

Effizienz der Gebäudehülle, Effizienz der Gesamtenergie

Die Effizienz der Gebäudehülle bringt die Qualität des Wärmeschutzes zum Ausdruck, d. h. die Wärmedämmung von Wand, Dach und Boden, aber auch die energetische Qualität der Fenster.

Die Effizienz der Gesamtenergie setzt sich aus dem Energiebedarf für Heizung und Warmwasser sowie dem Strombedarf zusammen, wobei die verschiedenen Energieträger mit den nationalen Energie-Gewichtungsfaktoren bewertet werden.

Endenergiebedarf

Energiemenge, welche für die Gebäudeheizung, Lüftung und Warmwasserbereitung unter Berücksichtigung des Heizwärmebedarfs und der Verluste des Heizwärmesystems sowie der Warmwasseraufbereitung aufgebracht werden muss. Die Endenergie bezieht die für den Betrieb der Anlagentechnik (Pumpen, Regelung, usw.) benötigte Hilfsenergie (i. d. R. Strom) mit ein und ist daher nach den benötigten Energieträgern zu differenzieren. Die Endenergie wird an der "Schnittstelle" Gebäudehülle übergeben und stellt die Energiemenge dar, die der Verbraucher für Heizung und Warmwasser bezahlt.

Kosten

Die Genauigkeitsgrad der Kosten beträgt +/- 25%. Sämtliche Kosten verstehen sich inkl. 7,7 % MWST ausgenommen Bauteuerung und allgemeine Kostensteigerungen). Eine Abbildung von 8.1% ist zum Erstellungszeitpunkt insbesondere durch die GEAK-Tools noch nicht möglich.

Mustervorschriften der Kantone im Energiebereich (MuKE)

Die MuKE sind ein Bauvorschriftenkatalog mit energetischen Anforderungen für Neubauten und Erneuerungen. Ziel der Vorschriftensammlung ist es, die Harmonisierung der Anforderungen in der Schweiz voranzutreiben. Den Kantonen steht es frei, einzelne Module der MuKE in ihre kantonalen Vorschriften zu übernehmen.

Scope 1,2,3 Emissionen

Scope 1-Emissionen haben ihren Ursprung in Emissionsquellen innerhalb den definierten Systemgrenzen (hier Gemeinde Horw). Scope-1 Emissionen werden auch direkte Emissionen genannt. Scope-2 Emissionen entstehen bei der Produktion von Energie, die von ausserhalb der Systemgrenzen bezogen wird. Scope 3-Emissionen entsprechen sämtlicher übrigen Emissionen, aus vor- und nachgelagerten Aktivitäten (z.B. Herstellung und Entsorgung von Konsumgütern). Scope 2 und 3 werden als indirekte Emissionen bezeichnet.

10. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: CO ₂ -Emissionen pro Objekt aktuell (blau) und nach Umsetzung der empfohlenen Massnahmen (grau). Rechts die identischen Zahlen summiert auf den analysierten Gebäudepark. In orange der heutige Stand und in gelb die Abschätzung nach Umsetzung der empfohlenen Massnahmen.	12
Abbildung 2: CO ₂ -Emissionen pro Objekt nach Umsetzung der empfohlenen Massnahmen. In grau der Anteil, welcher auf Einsatz fossiler Energieträger zurückzuführen ist. In orange der Anteil, welcher auf Einsatz erneuerbarer Energien zurückgeht. Rechts das total über den Gebäudepark.	13
Abbildung 3: jährlicher Energieverbrauch pro Objekt. In grün der aktuelle Energieverbrauch [kWh/a], in blau der zukünftige Energieverbrauch [kWh/a], rechts auf einer zweiten Achse das total über den gesamten Gebäudepark [MWh/a].	14
Abbildung 4: Energieverbrauch und CO ₂ Emissionen normiert auf die Energiebezugsfläche (EBF) im Vergleich. Auf der x-Achse ist der Energieverbrauch heute normiert mit der Energiebezugsfläche des Objekts [kWh/a m ²] dargestellt. Auf der y-Achse ist der aktuelle CO ₂ -Ausstoss des Objekts normiert mit der Energiebezugsfläche des Objekts [kg/a m ²] dargestellt. Die Grösse der Punkte entspricht der Grösse der Objekte (gross = hohe EBF).	15
Abbildung 5: Bewertung Gebäudehülle, Gebäudetechnik und Treibhausgasemissionen pro Gebäude. Von links nach rechts die Beurteilung der der Gebäudehülle, der Gesamtenergie und der Treibhausgasemissionen. Der innere Ring zeigt jeweils den bestehenden Wert auf. Der äussere Ring zeigt den Zustand nach Umsetzung der empfohlenen Massnahmen. Die Bewertung geht von A-G. Bei der Energie sind auch + möglich. Dies bedeutet mehr Energieproduktion als Energieverbrauch.	16
Abbildung 6: links: Entwicklung der Leistung [kWp] und rechts: Produktion [MWh/a] aller PV-Anlagen auf allen Gemeindeobjekten. Die Entwicklung ist anhand des Terminplans für die einzelnen Objekte erstellt	16
Abbildung 7: Ausgewiesener Perimeter See-Energie aus Konzession (links) und der Seenergy Luzern AG -Website (rechts). .	18
Abbildung 8: Terminplan Gebäudepark Horw. Für jedes Objekt werden maximal vier Teilschritte ausgeführt: Planung (violett), PV-Installation (blau), Massnahmen Gebäudetechnik (grün), Massnahmen Gebäudehülle (gelb).	20
Abbildung 9: Biregghang 8 (Foto Begehung).....	21
Abbildung 10: Feuerwehrgebäude (Google Maps)	23
Abbildung 11: CO _{2eq} -Emissionen nach KBOB für den Betrieb (gelb = Emissionen verursacht durch Einsatz erneuerbaren Energien, schwarz = Emissionen verursacht durch Einsatz fossiler Energieträger), das bestehende System (rechts) ist mit leicht abgeschwächten Farben auf einer zweiten y-Achse abgebildet.	24
Abbildung 12: Gemeindeverwaltung (map.geo.admin)	26
Abbildung 13: CO _{2eq} -Emissionen nach KBOB für den Betrieb (gelb = Emissionen verursacht durch Einsatz erneuerbaren Energien, schwarz = Emissionen verursacht durch Einsatz fossiler Energieträger), das bestehende System (rechts) wird mit leicht abgeschwächten Farben auf einer zweiten y-Achse abgebildet.	26
Abbildung 14: Horwerhalle (Google Maps).....	28
Abbildung 15:CO _{2eq} -Emissionen nach KBOB für den Betrieb (gelb = Emissionen verursacht durch Einsatz erneuerbaren Energien, schwarz = Emissionen verursacht durch Einsatz fossiler Energieträger), das bestehende System (rechts) wird mit leicht abgeschwächten Farben auf einer zweiten y-Achse abgebildet.	29
Abbildung 16: Kirchweg 3 (Foto Begehung).....	31
Abbildung 17: Roggernstrasse 8 (Bild Stratus)	34
Abbildung 18: CO _{2eq} -Emissionen nach KBOB für den Betrieb (gelb = Emissionen verursacht durch Einsatz erneuerbaren Energien, schwarz = Emissionen verursacht durch Einsatz fossiler Energieträger), das bestehende System (rechts) wird mit leicht abgeschwächten Farben auf einer zweiten y-Achse abgebildet.	35
Abbildung 19: Wohnhaus Roseneggweg 2 (Google Maps)	37
Abbildung 20: CO _{2eq} -Emissionen nach KBOB für den Betrieb (gelb = Emissionen verursacht durch Einsatz erneuerbaren Energien, schwarz = Emissionen verursacht durch Einsatz fossiler Energieträger), das bestehende System (rechts) wird mit leicht abgeschwächten Farben auf einer zweiten y-Achse abgebildet	37
Abbildung 21: Schulhaus Allmend (Google Maps).....	39

Abbildung 22: CO_{2eq}-Emissionen nach KBOB für den Betrieb (gelb = Emissionen verursacht durch Einsatz erneuerbaren Energien, schwarz = Emissionen verursacht durch Einsatz fossiler Energieträger), das bestehende System (rechts) wird mit leicht abgeschwächten Farben auf einer zweiten y-Achse abgebildet. 40

Abbildung 23: Schulhaus Biregg (Google Maps) 42

Abbildung 24: CO_{2eq}-Emissionen nach KBOB für den Betrieb (gelb = Emissionen verursacht durch Einsatz erneuerbaren Energien, schwarz = Emissionen verursacht durch Einsatz fossiler Energieträger), das bestehende System (rechts) wird mit leicht abgeschwächten Farben auf einer zweiten y-Achse abgebildet. 43

Abbildung 25: Schulhaus Hofmatt (Google Maps)..... 45

Abbildung 26: CO_{2eq}-Emissionen nach KBOB für den Betrieb (gelb = Emissionen verursacht durch Einsatz erneuerbaren Energien, schwarz = Emissionen verursacht durch Einsatz fossiler Energieträger), das bestehende System (rechts) wird mit leicht abgeschwächten Farben auf einer zweiten y-Achse abgebildet. 46

Abbildung 27: Schulhaus Kastanienbaum (Google Maps, bearbeitet)..... 48

Abbildung 28: CO_{2eq}-Emissionen nach KBOB für den Betrieb (gelb = Emissionen verursacht durch Einsatz erneuerbaren Energien, schwarz = Emissionen verursacht durch Einsatz fossiler Energieträger), das bestehende System (rechts) wird mit leicht abgeschwächten Farben auf einer zweiten y-Achse abgebildet. 49

Abbildung 29: Schulhaus Spitz (Google Maps)..... 51

Abbildung 30: Schulhaus Zentrum (Google Maps) 53

Abbildung 31: CO_{2eq}-Emissionen nach KBOB für den Betrieb (gelb = Emissionen verursacht durch Einsatz erneuerbaren Energien, schwarz = Emissionen verursacht durch Einsatz fossiler Energieträger), das bestehende System (rechts) wird mit leicht abgeschwächten Farben auf einer zweiten y-Achse abgebildet. 53

Abbildung 32: Garderobengebäude Sportanlage Seefeld (Google Maps) 55

Abbildung 33: CO_{2eq}-Emissionen nach KBOB für den Betrieb (gelb = Emissionen verursacht durch Einsatz erneuerbaren Energien, schwarz = Emissionen verursacht durch Einsatz fossiler Energieträger), das bestehende System (rechts) wird mit leicht abgeschwächten Farben auf einer zweiten y-Achse abgebildet. 55

Abbildung 34: Sonnsyterain 4..... 57

Abbildung 35: CO_{2eq}-Emissionen nach KBOB für den Betrieb (gelb = Emissionen verursacht durch Einsatz erneuerbaren Energien, schwarz = Emissionen verursacht durch Einsatz fossiler Energieträger), das bestehende System (rechts) wird mit leicht abgeschwächten Farben auf einer zweiten y-Achse abgebildet. 58

Abbildung 36: Strandbad Winkel (map.geo.admin)..... 60

Abbildung 37: CO_{2eq}-Emissionen nach KBOB für den Betrieb (gelb = Emissionen verursacht durch Einsatz erneuerbaren Energien, schwarz = Emissionen verursacht durch Einsatz fossiler Energieträger), das bestehende System (rechts) wird mit leicht abgeschwächten Farben auf einer zweiten y-Achse abgebildet. 61

Abbildung 38: Werkhofgebäude (Google Maps) 63

Abbildung 39: Jährliche Investitionen [CHF] über den gesamten Gebäudepark..... 65

Abbildung 40: Investitionskosten der analysierten Objekte aufgeteilt nach Planung (violett), PV (blau), Gebäudetechnik (grün) und Gebäudehülle (gelb). 66

Abbildung 41: Anteil Investitionen pro Kategorie: Planung (violett), PV (blau), Gebäudetechnik (grün), Gebäudehülle (gelb). 66