

Planungsbericht

«Klimafreundlicher Gebäudepark der Gemeinde Horw»

| | | |
|------------------|--|-------------------------------------|
| Auftraggeber | Sicherheitsdepartement Gemeindehausplatz 1 6048 Horw www.horw.ch | |
| Kontaktperson | Martin Kopp, Leiter Immobilien und Sicherheit 041 349 12 84 | martin.kopp@horw.ch |
| Auftragnehmer | OekoWatt AG Hirschengraben 33a 6003 Luzern 041 768 66 66 www.oekowatt.ch | |
| Projektleitung | David Galvagno-Erny, Team- und Projektleiter | david.galvagno@oekowatt.ch |
| Projektpartner | W&P Engineering AG Mühlebach 2 6362 Stansstad 041 612 01 41 www.wpe.ch Joel Werngren, Projektleiter Christoph Waser, Geschäftsführer | j.werngren@wpe.ch c.waser@wpe.ch |
| Berichtverfasser | David Galvagno-Erny Benjamin Wanzenried Dominik Egli | |
| Berichtversion | Version 1.1 | |

INHALTSVERZEICHNIS

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | GRUNDLAGEN | 3 |
| 1.1 | Immobilienportfolio | 3 |
| 1.2 | Grundlagen Gebäude | 3 |
| 1.3 | Methodische Grundlagen | 3 |
| 1.4 | Technische Grundlagen | 4 |
| 1.5 | Instrumente | 4 |
| 2 | VORGEHEN UND METHODIK | 4 |
| 2.1 | Gebäude im Bestand | 4 |
| 2.2 | Entwicklung Absenkpfad, Massnahmendefinition und Auswertungen | 5 |
| 3 | RESULTATE | 8 |
| 3.1 | Wärme- und Stromerzeugung in den Gebäuden nach Szenario 2020 bis 2050 | 8 |
| 3.2 | Absenkpfad CO ₂ -Emissionen in den Gebäuden nach Szenario 2020 bis 2050 | 12 |
| 3.3 | Investitionskosten | 15 |
| 3.4 | Kapitalkosten | 17 |
| 3.5 | Veränderungen in den Betriebs- und Unterhaltskosten | 18 |
| 4 | FAZIT UND EMPFEHLUNG | 19 |
| 5 | ANHANG | 21 |
| 5.1 | Methodische Grundlagen | 21 |
| 5.2 | Gebäudeübersicht mit Energieträgern | 22 |
| 5.3 | Priorisierung Wärmeerzeuger gemäss Energieplanung | 23 |
| 5.4 | Szenario Umsetzung mit Investition 2022 bis 2029 und CO ₂ Reduktion | 24 |
| 5.5 | Szenario Umsetzung mit Investition 2030 bis 2034 und CO ₂ Reduktion | 25 |
| 5.6 | Szenario Umsetzung mit Investition 2036 bis 2042 und CO ₂ Reduktion | 26 |
| 5.7 | Szenario Umsetzung mit Investition 2043 bis 2050 und CO ₂ Reduktion | 27 |
| 5.8 | Summe, Szenario Umsetzung mit Investition 2022 bis 2050 und CO ₂ Reduktion | 28 |
| 5.9 | Summe, Szenario Umsetzung mit Investition 2022 bis 2050 und CO ₂ Reduktion | 29 |

1 Grundlagen

1.1 Immobilienportfolio

Das Gebäudeportfolio der Gemeinde besteht aus Liegenschaften mit unterschiedlichen Nutzungen gemäss SIA. Ein Überblick ist im „Planungsbericht Immobilienstrategie Gemeinde Horw“ vom 14. April 2016 zu finden.

Die Abteilung Immobilien und Sicherheit hat für diese Analyse diejenigen Liegenschaften aus dem Finanz- und Verwaltungsvermögen definiert, welche für die Erfüllung von zentralen Aufgaben der Gemeinde relevant sind. Von diesen insgesamt 37 Gebäuden (Liste Anhang 5.2) wurden als Basis total 27 im vorliegenden Planungsbericht näher analysiert. Die restlichen 10 Gebäude (Ebenastrasse 1, Kastanienbaumstrasse 56, Schönbühlweg 2, Zumhofstrasse 1, Obermatt, Werkhof, die Kindergärten Bachstrasse, Ebenau, Hofmatt 2 und Pavillon Seefeld) werden zukünftig entweder abgebrochen oder entwickelt und saniert, bzw. es ist ein (ohnein klimaneutraler) Ersatzneubau oder eine Bebauungsplanung vorgesehen.

1.2 Grundlagen Gebäude

Folgende Grundlagen standen für die Gebäudeanalyse zur Verfügung:

- Lebenszyklus-Daten aller Gebäude aus der Datenbank «Stratus» der Immobilien Gemeinde Horw
- Immobilienstrategie der Gemeinde Horw mit Planungsbericht Immobilienstrategie (14.04.2016), Zusatzbericht Immobilienstrategie (10.08.2017), Umsetzung Immobilienstrategie (01.11.2019)
- Energieverbrauchsdaten der Energiebuchhaltung EnerCoach der Gemeinde (2018/2019) von insgesamt 20 der relevanten Gebäude
- Daten des GWR (Gebäude- und Wohnungsregister der Schweiz mit EGID)
- Berichte zu Solarnutzungspotentialen von ausgewählten Gebäuden der Gemeinde Horw: Bericht Solar-potentiale (CKW Conex, 16.07.2013), Machbarkeitsstudie (Firma zagsolar, 26.05.2020)
- Gebäudeenergieausweis GEAK der Gemeindeverwaltung am Gemeindehausplatz 1, Horw
- Grundlagen/ Karten der kommunalen Energieplanung (2013/2014)
- Strombezugsvertrag der CKW zu 5 ausgewählten Horwer Gemeinde-Gebäude sowie Kennzahlen der Stromqualität für den Stromverbrauch
- Energiepreise der Energieversorger CKW und EWB (Strombezug), das EWL-Luzern (Seewasser-Wärmenetz Seenergy) sowie eigene Abschätzungen von Kostenkennwerten
- Grundlagen zur Abschätzung von Solarenergienutzungen mit www.sonnendach.ch

1.3 Methodische Grundlagen

Für Bilanzierungsberechnungen wurden folgende methodische Grundlagen verwendet:

- CO₂-Gesetz und -verordnung des Bundes vom 30. November 2012 (Stand am 10. Februar 2021)
- Leitkonzept 2000-Watt-Gesellschaft (Version vom Oktober 2020)

- Energiegesetz des Kantons Luzern und Energieverordnung (in Kraft seit 1. Januar 2019)
- Methodische Grundlagen der Datenbank «Stratus» (Lebensdauertabelle Bauteile und Haustechnik) (Version 5 von 2018)
- Ökobilanzdaten im Baubereich 2009/1:2016 der KBOB ⁽²⁾ des Bundes (www.kbob.admin.ch)

1.4 Technische Grundlagen

Normen und Vorgaben für die Beurteilung der Gebäude und deren Energieversorgung:

- SIA Merkblatt 2024 (2015), 2031 (2016), 2032 (2015), 2040 (2017), 2056 (2019)
- SIA Normen SIA 380 (2015), SIA 380/1 (2016)
- Minergie-Standards (Stand 2020)

1.5 Instrumente

Für die Analysen und Berechnungen wurde das Analyse- und Berechnungs-Instrument «CO₂-Compass» als Datenbank sowie dessen Methodik verwendet. Daneben wurden diverse Auswertungen anhand der aus dem «CO₂-Compass» erzeugten Resultate mit Excel aufbereitet.

2 Vorgehen und Methodik

Die Gebäude wurden nach den gültigen SIA-Normen und oben erwähnten Grundlagen bilanziert. CO₂-Emissionen wurden auf der Grundlage der neuesten Erkenntnisse der Wissenschaft anhand Daten der KBOB ⁽²⁾ des Bundes ermittelt und bilanziert. Diese Bilanzierungsmethodik ist deckungsgleich mit derjenigen der «2000-Watt-Gesellschaft», sodass Analyseresultate vergleichbar sind.

2.1 Gebäude im Bestand

Der energetische Zustand von allen Gebäuden (Anhang 5.2) wurde mit dem Instrument «CO₂-Compass» erfasst. Einzelne von der Gemeinde definierte Gebäudeeinheiten bestehen aus mehr als nur einem Gebäude. Im vorliegenden Planungsbericht wurden diejenigen Gebäudeeinheiten, die in sich stark abweichende energetische sowie bauliche Zustände (Gebäudehülle/ Gebäudetechnik) aufweisen oder aufgrund des divergierenden Bau- oder Sanierungsjahrs Unterschiede aufweisen, voneinander separiert und als zusätzliche Einzelgebäude aufgeführt:

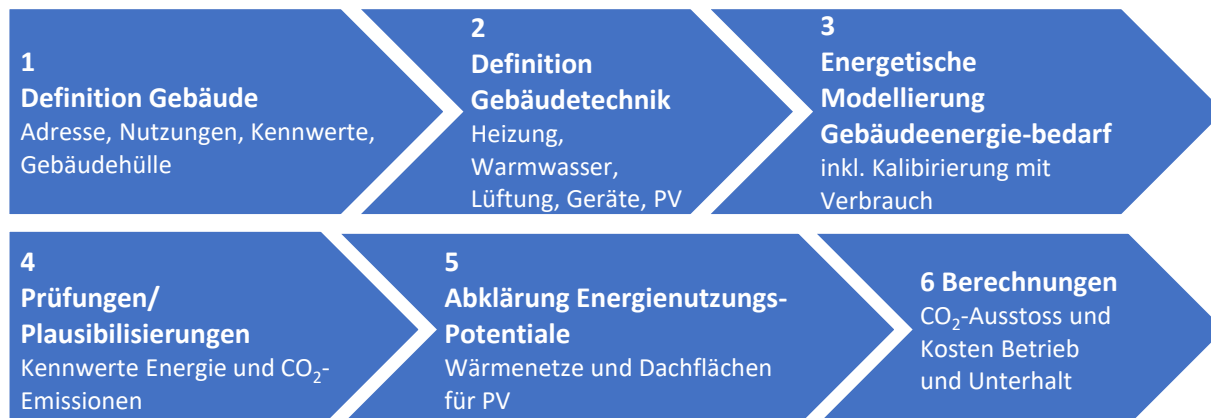
Beim Schulhaus Kastanienbaum wurde deshalb der Teil «Turnhalle/Aula» sowie beim Schulhaus-Areal Spitz der Teil «Turnhalle» je als zusätzliches, separates Gebäude erfasst. Deshalb wurde das zu analysierende Gebäudeportfolio um zwei weitere auf total 29 Gebäude ergänzt.

Bei den gebäudetechnischen Systemen wurden die Daten der Stratus-Datenbank aus der Immobilienbewirtschaftung verwendet und mit Angaben aus der vorhandenen Energiebuchhaltung 2019/2020 plausibilisiert und ergänzt. Dadurch konnte der Endenergieverbrauch für Heizung und Warmwasser, wo vorhanden für Gebäudelüftung sowie von solarthermischen und Solarstrom erzeugenden Anlagen erfasst werden.

(2) kbob-Daten «Ökobilanzdaten im Baubereich 2009/1:2016» (PDF, 725 kB, 31.05.2021) siehe auch https://www.kbob.admin.ch/kbob/de/home/themen-leistungen/nachhaltiges-bauen/oekobilanzdaten_baubereich.html

Der Standardanteil Geräte wurde basierend auf der Gebäudekategorie abgeschätzt und im gesamten Energiebedarf mitberücksichtigt.

Die Arbeitsschritte in der Gebäudeanalyse wurden immer nach dem gleichen Muster durchgeführt:



Bemerkungen zu Punkt

- 4+6 die Firma W&P Engineering AG hat die Gebäude-Wärmeversorgungssysteme im Ist-Zustand wie auch bei den Massnahmen (inkl. Vorgaben zu Kostenschätzungen, inkl. Betrieb/Unterhaltskosten) plausibilisiert.
- 6 Bei der Berechnung der künftigen Entwicklungen wurde folgende Parameter als konstant angenommen: technischer Fortschritt und Effizienzsteigerungen bei Heizungen, klimatische Veränderungen (Heizgradtage/Kühlgradtage), Verhaltensänderungen durch Nutzer, politische Entscheide und Veränderungen bei Energie- und CO₂-Gesetzen.

2.2 Entwicklung Absenkpfad, Massnahmendefinition und Auswertungen

Zusammen mit der Gemeinde Horw wurden die Rahmenbedingungen gesetzt, unter welchen die gewünschten Ziele, der maximale Betrachtungszeitraum der Analyse bis zur Zielerreichung sowie die minimal notwendigen und vorgesehenen baulichen Massnahmen umgesetzt werden sollen.

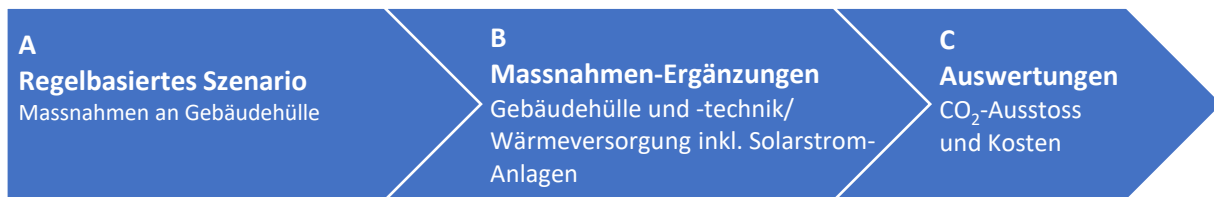
Das Klima wird in Zukunft wärmer, dies zeigen auch die Schweizer Klimaszenarien des Bundes bis ins Jahr 2060. Die erwarteten Extreme wie z.B. heisse Sommer nehmen dabei tendenziell sicher zu. Die methodischen Planungsgrundlagen dazu werden aktuell von der Branche aufgearbeitet. Diese standen damit zum Zeitpunkt der Erstellung der Szenarios für diesen Bericht nicht zur Verfügung. Der sommerliche Wärmeschutz in Zukunft, eine Abschätzung der möglichen Überhitzung und eine allenfalls notwendige technische Kühlung von Gebäuden wurde damit hier nicht berücksichtigt. Dies auch dadurch, weil neben dem Ersatz von Heizungen und der Neuinstallation von Photovoltaikanlagen keine sonstigen gebäudetechnischen Veränderungen an den Gebäuden in den Szenarios berücksichtigt wurden.

Zusammengefasst wurde folgendes Vorgehen gewählt

Ziel:

Bis 2050 sollen in den Gebäuden keine energiebedingten CO₂-Emissionen (Wärme- und Stromversorgung) mehr ausgestossen und eine nachhaltige, 100% erneuerbare Energieversorgung erreicht werden. Der Gebäudepark entspricht damit der bundesrätlichen Zielsetzung „Netto-Null 2050“

Ablauf bei der Definition von Massnahmen



A Grundlagen der Szenario-Berechnungen:

Erreicht ein Bauteil der Gebäudehülle (Fenster, Dach, Fassade, Kellerdecke), eine Heizung oder auch eine Photovoltaik-Anlage das statistische Lebenszyklusende (siehe Standard-Lebensdauer-Tabelle im Anhang 5.1 Methodische Grundlagen Seite 21):

- Gebäudehüllen-Bauteile werden zum Minergie-Standard (Stand heute) aufgewertet und saniert (nach Vorgaben der KEnV Luzern § 21 „Vorbild öffentliche Hand“ sowie des "Gebäudestandard Energiestadt 2019", welche die Gemeinde Horw sich gegeben hat)
- Beim Heizungsersatz wird ein Heizungssystem installiert auf der Basis von 100% erneuerbarer Energie.
- Photovoltaik-Anlagen werden ersetzt

Mit den ersten zwei Massnahmen lassen sich bei einer Sanierung einerseits die Gebäude-Transmissionswärmeverluste deutlich und andererseits die im Sanierungsjahr noch notwendige Grösse der Heizung reduzieren.

Für einige Gebäude wurden zudem neu zu erstellende Photovoltaik-Anlagen auf Dachflächen mitberücksichtigt. Eine mögliche Nutzung der Fassaden wurde ausser Acht gelassen.

Massnahmen wurden je Gebäude unabhängig der Art der Sanierung (Bauteile der Gebäudehülle, Wärme- und Stromversorgung, Solarstrom-Anlagen) soweit sinnvoll in einem Jahr gebündelt.

B Sind die Sanierungs-Massnahmen von Gebäudehüllenbauteilen aus den regelbasierten Vorschlägen nicht zielführend, wurden diese - wo notwendig - anhand der Gemeindevorgaben geändert.

Beim Ersatz des Wärmeerzeugers wurden bei allen Gebäuden primär die Vorgaben der Gemeinde Horw übernommen und konform zur bestehenden kommunalen Energieplanung übernommen.

Für einige Gebäude (Anhang 5.2) sind heute bekannte Solarenergienutzungspotentiale aus verfügbaren Machbarkeitsberichten berücksichtigt. Bei vier Gebäuden wurde zudem eine Photovoltaik-Dachanlage separat abgeschätzt und als zusätzliche Sanierungsmassnahme berücksichtigt.

C Auf der Grundlage aller Massnahmendefinitionen wurden Auswertungen zum CO₂-Ausstoss und den Kosten (Investitionskosten im Ersatzjahr sowie Betriebs- und Unterhaltskosten) zusammengetragen. Betriebs- und Unterhaltskosten wurden für das Jahr 2020 und 2050 verglichen.

Betriebs- und Unterhaltskosten

Betriebskosten wurden den reinen Energiekosten auf Basis der heutigen Energiepreisen gleichgesetzt:

| | |
|-----------------------------------|--|
| Öl-/ Erdgas/ Erdwärme-Wärmepumpen | Referenzpreise aus der Energiebuchhaltung der Gemeinde |
| Fernwärme Seenergy | Schätzwerte eines mittleren Wärmebezugspreises |
| Fernwärme 1* und 2* | Referenzpreise aus der Energiebuchhaltung der Gemeinde |

| | |
|--------------|--|
| Solarthermie | keine neuen Anlagen |
| Solarstrom | Eigenstromverbrauch des Gebäudes mit 8 Rp./kWh |

Legende Details zu Fernwärme (Wärmenetze):

- * Fernwärme 1 – Wärmeverbund Zentrum Gemeindehaus/ Gemeindehausplatz 26/ Horwerhalle/
Schulhaus Allmend Schule/ Schulhaus Zentrum
- * Fernwärme 2 – Wärmeverbund Spitz Schulhaus Spitz

Der Anteil CO₂-Emissionen der Fernwärme ist heute mit ca. 36% hoch. Die Verwendung fossiler Energieträger in diesen Wärmenetzen gilt es in naher Zukunft ebenfalls vollständig mit erneuerbaren Energieträgern zu ersetzen.

Kapitalkosten (Kapitel 3.4) wurden grob abgeschätzt mit einem kalkulatorischen Zinssatz und Abschreibungen aller Investitionen.

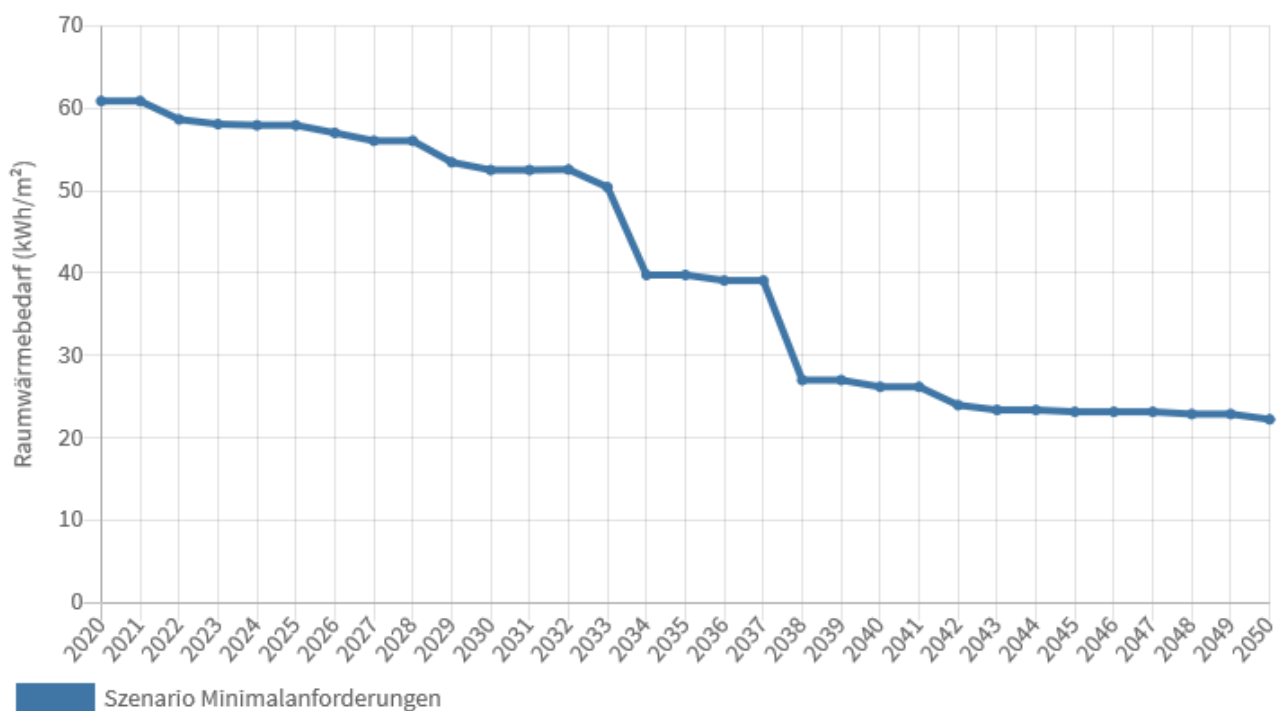
Für den Unterhalt der Heizungsanlagen wurde ein jährlich notwendiger Aufwand für die Wartung abgeschätzt. Unterhaltskosten für im Jahr 2050 wurden auf der Basis von heutigen Normalpreisen miteingerechnet.

3 Resultate

In der Datenbank sind alle Daten des heutigen Gebäudebestandes sowie alle Szenario-Massnahmen für die Jahre 2020 bis und mit 2050 erfasst (Anhang 5.2). Damit konnten diverse Auswertungen berechnet und die folgenden Diagramme erzeugt werden. Die Erkenntnisse basieren in ihrer Aussage u.a. auf der Basis dieser Diagramme mit dem verwendeten Szenario (siehe Liste in Kap. 2.2 unter «A» - regelbasiertes Szenario).

3.1 Wärme- und Stromerzeugung in den Gebäuden nach Szenario 2020 bis 2050

Raumwärmebedarf von 2020 bis 2050



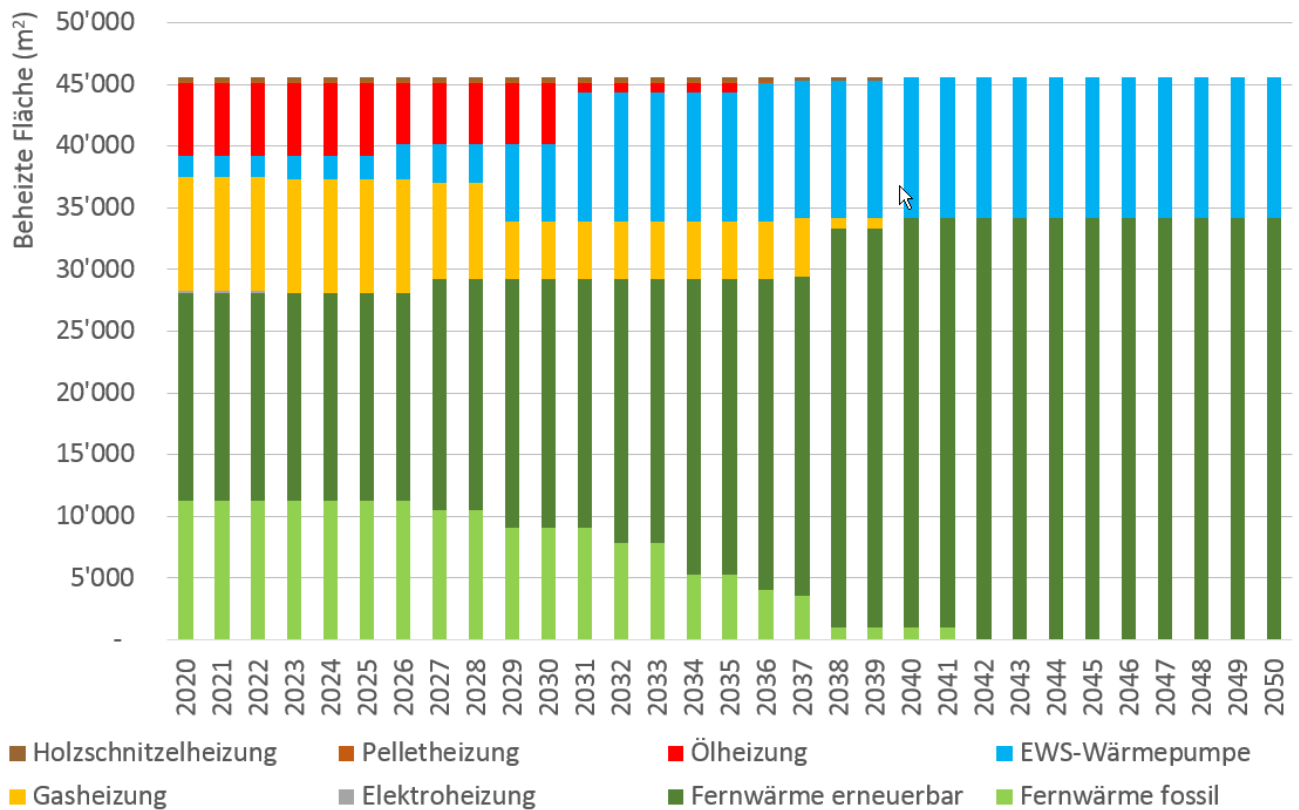
Erkenntnisse:

Durch sämtliche Massnahmen im gewählten «Szenario Minimalanforderungen» aller Gebäude kann der Raumwärmebedarf pro beheizte Fläche bis 2043 um rund 62% reduziert werden.

Ein wichtiger Grund ist hierbei, dass die Gebäudehüllen heute einen z.T. sehr hohen Raumwärmebedarf aufzeigen. Im Sanierungsjahr werden diese auf einen Minergie-Erneuerungsstandard aufgewertet.

Die beiden Kurvensprünge mit steileren Reduktionen des Raumwärmebedarfes im Gebäudeportfolio oben zeigen sich vor allem darum, weil in diesen Jahren (2034 und 2038) mehrere umfangreichere und energetisch relevante Gebäudesanierungen (zusätzlich gebündelte Massnahmen) zusammengefasst wurden:

- 2034 Die Schulanlage Spitz mit mehreren Einzelgebäuden und die Horwerhalle
- 2038 Die Schulanlagen Hofmatt und Allmend mit mehreren Einzelgebäuden

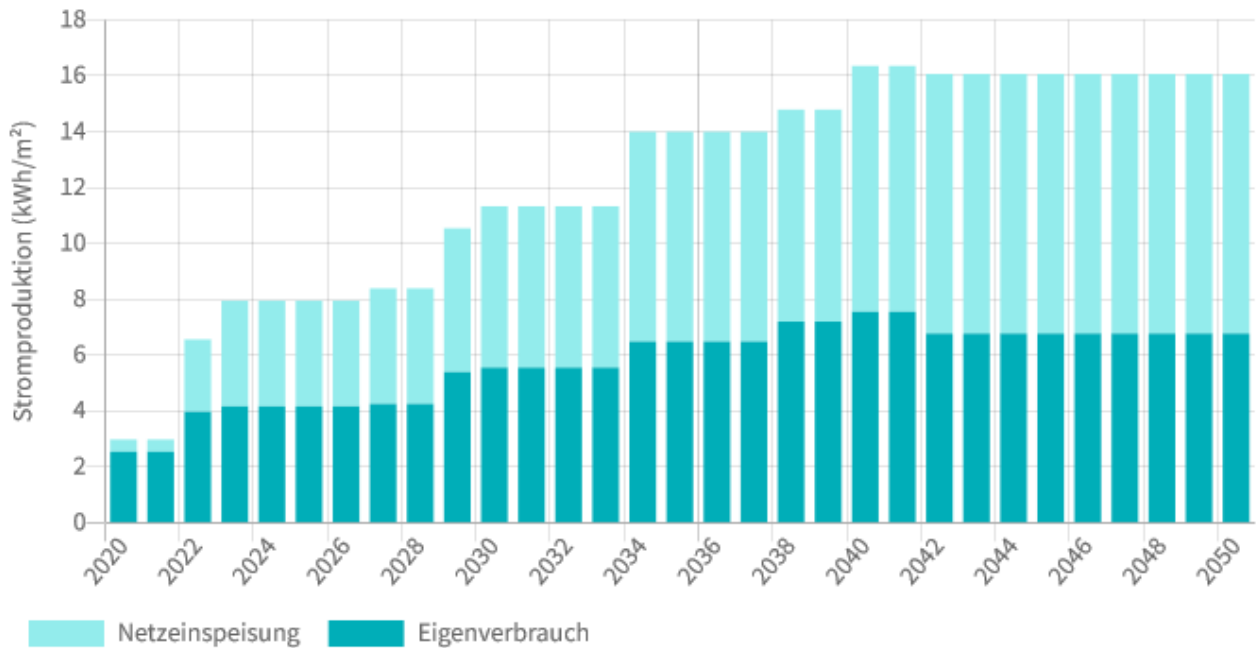
Beheizte Flächen nach Energieträger der Wärmeerzeuger von 2020 bis 2050

Erkenntnisse:

Im Jahr 2020 werden knapp 2/3 der beheizten Gebäudenutzflächen rein fossil beheizt (Feuerungen mit Erdgas oder Heizöl). Knapp 2/3 aller Gebäude werden mit leitungsgebundener Fernwärme (grösstenteils erneuerbar mit Holzsnitzel, Spitzenlastabdeckung mit Heizöl oder Erdgas mit einem Anteil von ca. 40%) versorgt.

Werden die bestehenden fossilen Heizungen und die Wärmenetze sukzessive und vollständig auf erneuerbare Energieträger umgestellt, könnte das Gebäudeportfolio ab ca. 2040 fossilfrei und somit klimaneutral (gemäss Szenario) betrieben werden.

Die Gemeinde Horw strebt bei den Fernwärmenetzen an, dass der Anteil an erneuerbaren Energieträgern von min. 80% erreicht wird.

Ausbau Photovoltaik-Anlagen auf verfügbaren Dachflächen zur Stromproduktion von 2020 bis 2050



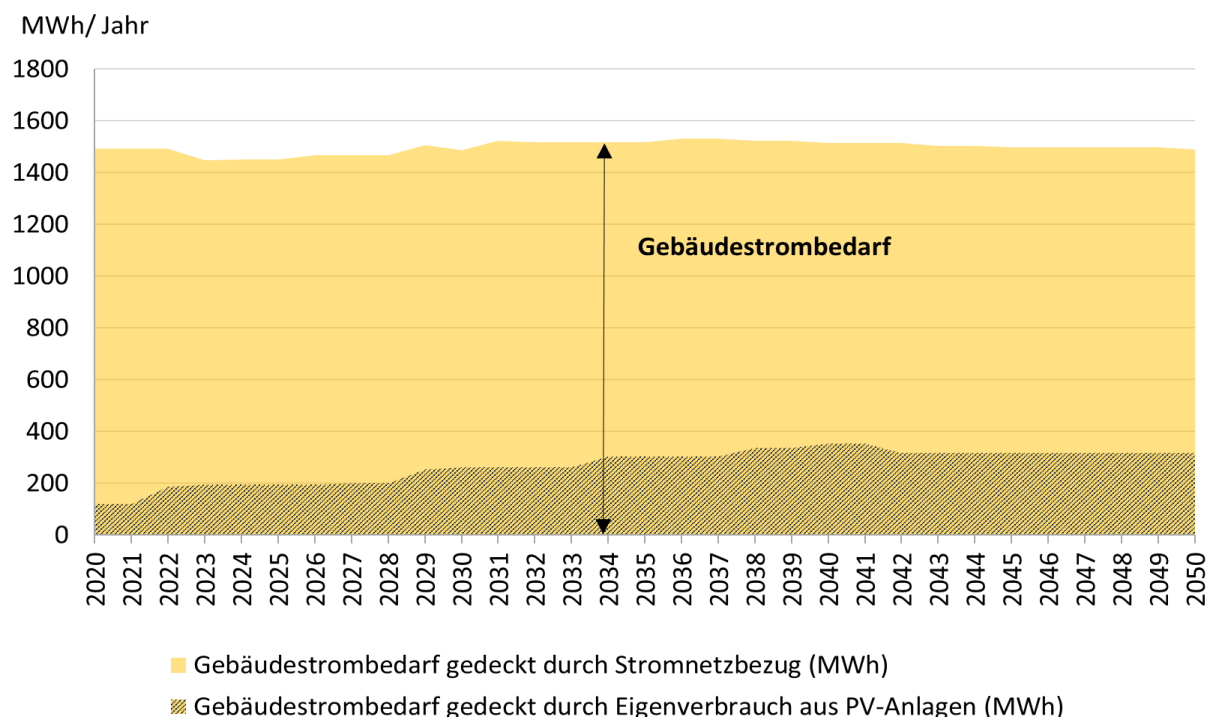
Erkenntnisse:

Heute wird rund 3 kWh Strom pro m² Gebäude-Energiebezugsfläche durch Photovoltaik-Anlagen erzeugt. Der erzeugte Strom wird fast vollständig in den Gebäuden direkt verbraucht.

Im Szenario bis 2050 werden auf 14 Gebäuden neue Photovoltaik-Anlagen realisiert (Total ca. 460 kWp Leistung). Dadurch kann die Solarstromproduktion bis 2050 um über Faktor 5 (von 2.9 auf 15.6 kWh/m² Energiebezugsfläche) gesteigert werden.

Der Anteil Eigenverbrauch steigt dadurch um ca. Faktor 2.3. Über das Gebäudeportfolio betrachtet sinkt der Eigenverbrauch relativ auf rund 2/5. Dies einerseits, weil bei grossen Gebäuden (z.B. Schulhäuser) mit neuen Photovoltaik-Anlagen der Eigenverbrauch gering ist. Andererseits nimmt der Gesamtstrombedarf über alle Gebäude gesehen auch etwas zu. Mit den höheren Eigenverbrauchsanteilen ist die Wirtschaftlichkeit der Solarstrom-Anlagen höher. Die Stromgestehungskosten dieser Anlagen sinkt damit auch unter die normalen Strombezugskosten.

Der Strombedarf würde durch den Ausbau des Fahrzeugparks der Gemeinde mit Elektrofahrzeugen um ein Vielfaches grösser. Dieser Aspekt wurde vorliegend jedoch nicht berücksichtigt.

Strombedarf der Gebäude mit Anteil Eigenstromproduktion aus Photovoltaik-Anlagen von 2020 bis 2050

Erkenntnisse:

Der Gesamtstrombedarf der Gebäude bleibt bis 2050 in etwa gleich, obwohl u.a. auch neue Wärmepumpenanlagen eingebaut werden. Das liegt unter anderem daran, dass im berechneten Szenario in allen Gebäuden von folgenden Konstanten ausgegangen wurde:

- Gebäudenutzflächen wie Energiebezugsflächen bleiben gleich
- Keine zusätzlichen Lüftungen
- Keine Berücksichtigung von Effizienzgewinnen bei den stromverbrauchenden Geräten/ Büroeinrichtungen (PC, Drucker etc.) wie auch Beleuchtungen
- Keine Reduktion von Standby-Verlusten/ neue Regelungen/ Steuerungen von Beleuchtungen etc.

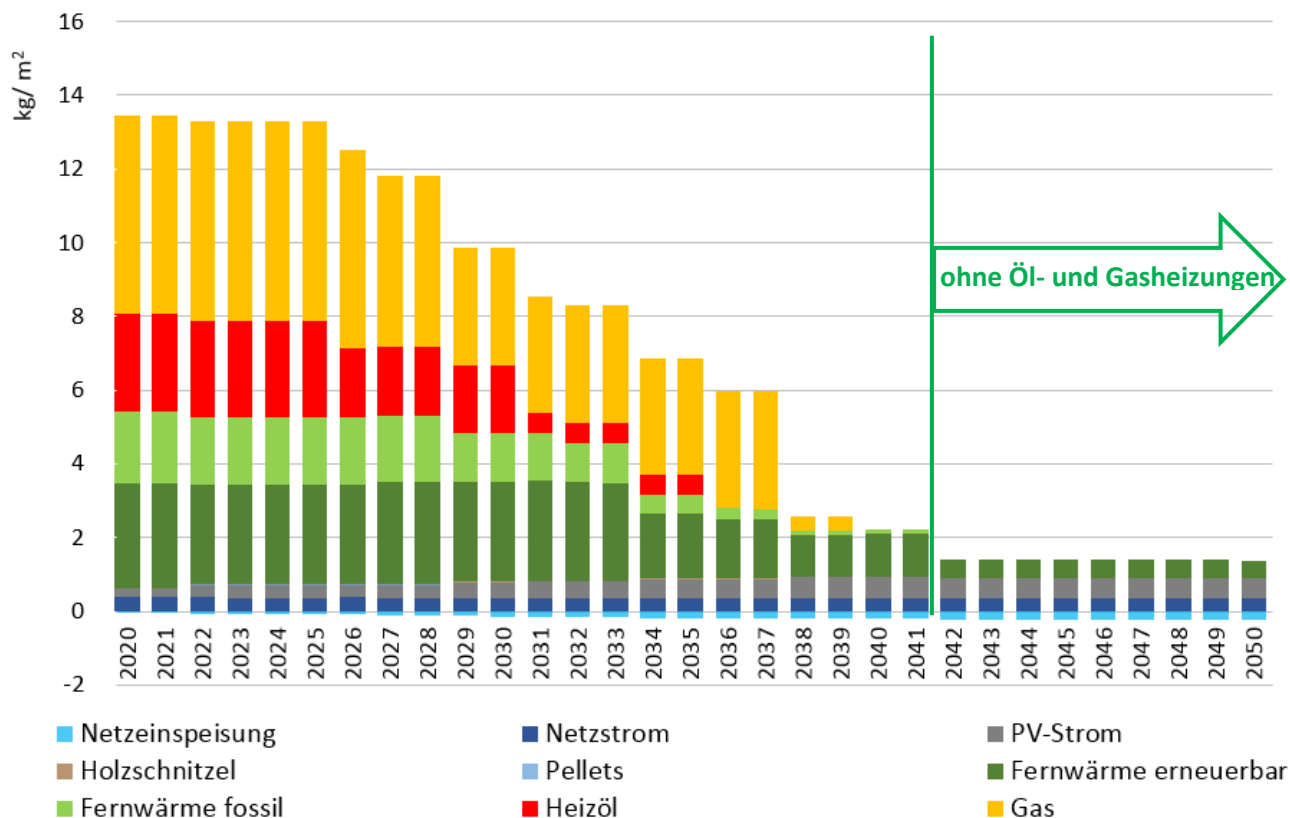
Werden neue elektrische Verbrauchergeräte, Beleuchtungen etc. mit bester Effizienz eingesetzt, würde der Stromverbrauch insgesamt sinken.

Werden alle 14 vorgegebenen Solarstrom-Anlagen bis 2050 realisiert, verändern sich die Kennwerte im Gebäude-Portfolio wie folgt:

| | Jahr 2020 | Jahr 2050 |
|---|-----------|-----------|
| Deckungsgrad = produzierte Strommenge / gesamter Gebäudestrombedarf | 9 % | 51 % |
| Autarkiegrad (Selbstversorgungsgrad) = Eigenverbrauch / gesamter Gebäudestrombedarf | 8 % | 21 % |
| Eigenverbrauchsanteil = Eigenverbrauch / gesamter produzierte Strommenge | 85 % | 42 % |

3.2 Absenkpfad CO₂-Emissionen in den Gebäuden nach Szenario 2020 bis 2050

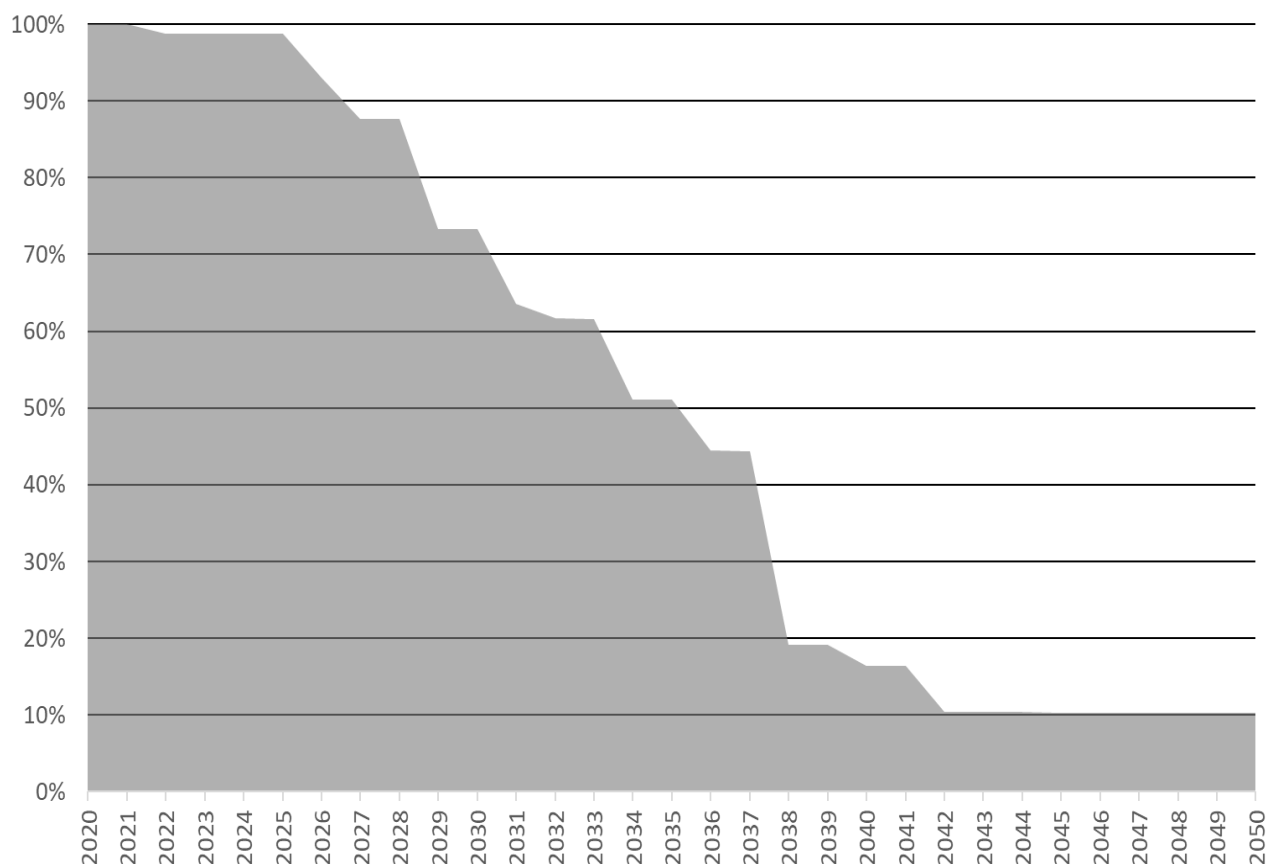
Absenkpfad der CO₂-Emissionen nach Energieträger von 2020 bis 2050



Erkenntnisse:

Der Anteil CO₂ durch den Verbrauch von rein fossilen Energieträgern sinkt von 60% im Jahr 2020 (davon 1/3 Öl und 2/3 Gas) auf 0% im Jahre 2042, immer vorausgesetzt, dass alle Heizungen und Wärmenetze vollständig auf 100% erneuerbare Energieträger umgestellt werden können.

In den Szenario-Berechnungen (auf Basis der kbob-Datengrundlage, siehe auch Fussnote (2) Seite 4) verbleibt ab 2042 im Gebäudeportfolio ein relativ geringer Anteil an CO₂-Emissionen von 10% des Ausgangswertes des Jahres 2020. Das heisst, mit den Massnahmen können rund 90% der CO₂-Emissionen zukünftig vermieden werden.

Relativer Absenkpfad der CO₂-Emissionen im Vergleich zum Ausgangsjahr 2020 bis 2050
**Erkenntnisse:**

Durch energetische Sanierungsmassnahmen an den Gebäuden wie auch die Umstellung auf vollständig erneuerbare Energieträger bei der Wärme- und Stromerzeugung reduzieren sich nicht nur der Bedarf an Endenergie in den Gebäuden, sondern vor allem auch die CO₂-Emissionen.

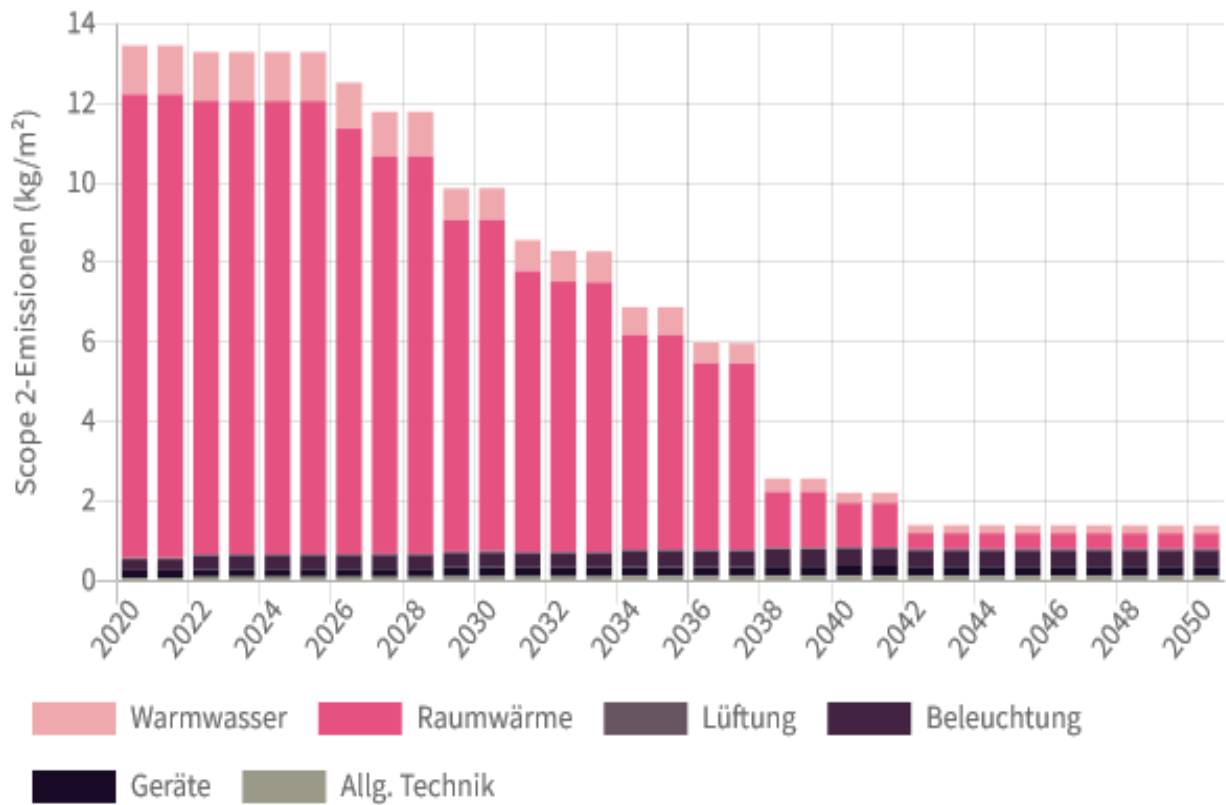
Ab 2042 verbleiben noch ca. 10% der ursprünglich im Jahr 2020 verursachten CO₂-Emissionen. Damit können rund 90% aller Emissionen im Ist-Zustand eliminiert werden, was angesichts des aktuellen Stands der Technik bei den meisten älteren Gebäude sehr gut realisierbar ist.

Im Bereich Strom werden heute über alle bestehenden Lieferverträge zur Deckung des Gebäudestrombedarfes sehr unterschiedliche Stromprodukte und -qualitäten (mit unterschiedlichem Anteil erneuerbarem Strom) bezogen, u.a.

- 0,33 % Business-Strom (mehrheitlich Kernenergie)
- 17,16% Budget-Strom (mehrheitlich Kernenergie)
- 38,25 % Definierter Strom-Mix (53% Kernenergie, 38% Wasserkraft, 9% geförderter Strom)
- 44,26 % Wasserkraft und Photovoltaik

In den Szenario-Berechnungen wurde angenommen, dass bis spätestens 2050 für alle Gebäude einheitlich ein Stromprodukt auf der Basis von reiner Wasserkraft bezogen wird.

Absenkpfad der CO₂-Emissionen nach Verwendungszweck von 2020 bis 20250



Erkenntnisse:

Im Jahr 2020 werden durch die Bereitstellung der Raumwärme rund 87% der CO₂-Emissionen verursacht. Beim Warmwasser sind es rund 9% aller CO₂-Emissionen. Der Rest ist dem Elektrizitätsverbrauch für Beleuchtung und allgemeine Gebäudetechnik zuzuschreiben.

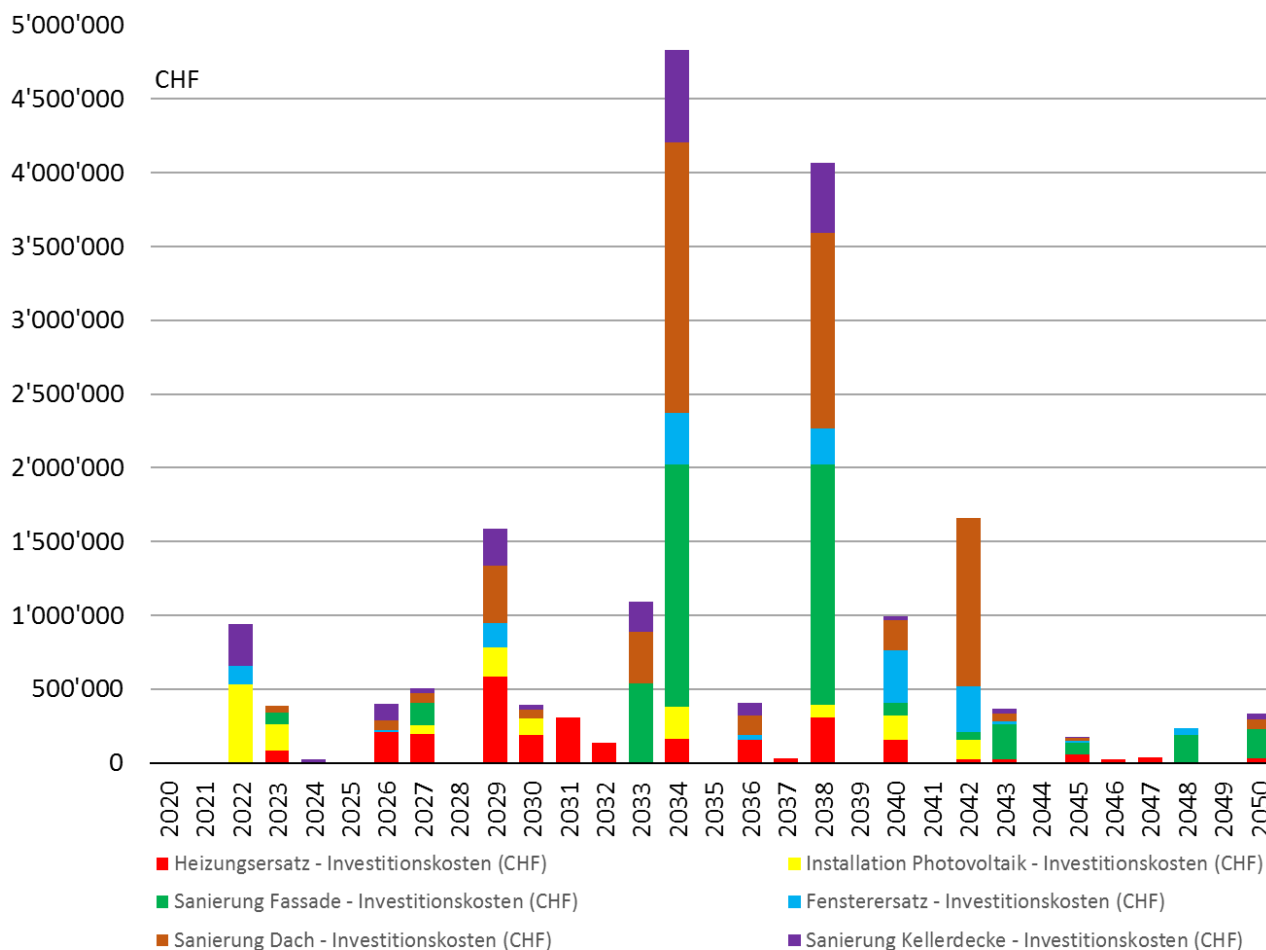
Werden alle Massnahmen des gewählten Szenarios vollständig umgesetzt, verschieben sich bis 2050 die relativen Anteile an CO₂-Emissionen (aufgeteilt nach Verwendungszweck) deutlich:

| | <i>Jahr 2020</i> | <i>Jahr 2050</i> |
|--------------------------------------|------------------|------------------|
| Raumwärme | 87 % | 28 % |
| Warmwasser | 9 % | 15 % |
| Restliche Gebäudetechnik | <u>4 %</u> | <u>57 %</u> |
| CO ₂ -Emissionen in Summe | 100 % | 100 % |

3.3 Investitionskosten

Werden alle Sanierungsmassnahmen im Bereich Gebäudehülle und Gebäudeheizungen wie auch die Solarstromanlagen realisiert verteilen sich die Investitionskosten von 2020 bis 2050 in etwa wie folgt:

Investitionskosten von 2020 bis 2050



Erkenntnisse:

Alle Massnahmen der Einzelgebäude wurden - abhängig von den Bauteil-Lebenszyklen – wo sinnvoll im gleichen Jahr gebündelt. Deshalb sind die Gesamtinvestitionen pro Jahr zum Teil sehr unterschiedlich. Die Applikation STRATUS (Gebäudezustand) dient als Basis für den jeweiligen Bauteil-Lebenszyklus (siehe Standard-Lebensdauer-Tabelle im Anhang, Seite 19).

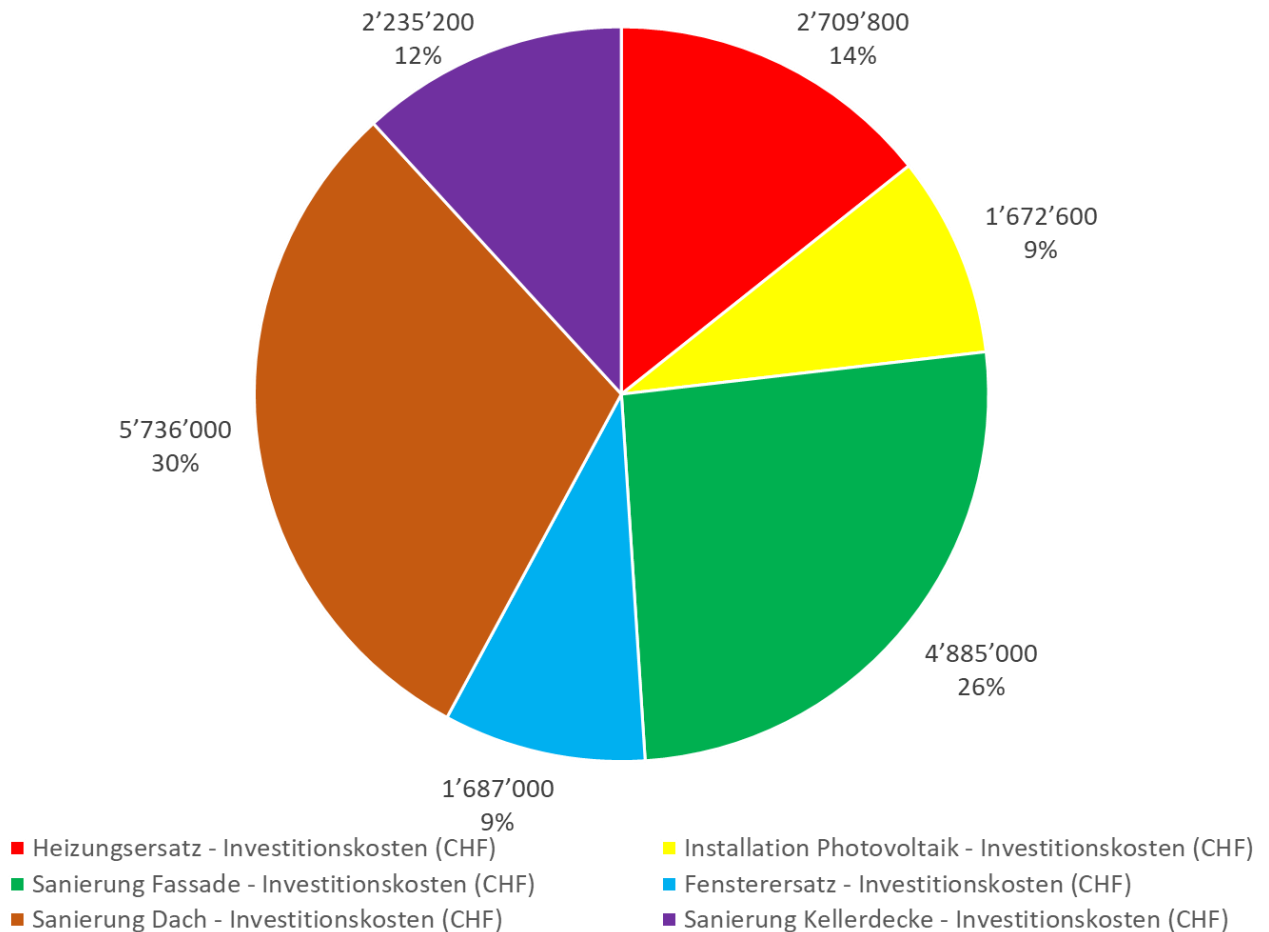
Bis 2050 sind in folgenden 4 Jahren die Gesamtinvestitionen am höchsten, weil in diesen Jahren gleichzeitig mehrere Gebäude saniert werden:

- 2029 Schulanlage Biregg, Roseneggweg 2, Horwerhalle
- 2034 Schulanlage Spitz, Horwerhalle
- 2038 Schulanlagen Allmend und Hofmatt
- 2042 Schulanlagen Kastanienbaum und Zentrum, Feuerwehrgebäude

Es ist Aufgabe der Immobilienbewirtschaftung die Gebäudesanierungen operativ so zu planen, dass sich die dafür notwendigen Investitionen auf mehrere Jahre verteilen und damit auch zu einem ausgeglicheneren

jährlichen Finanzbedarf führen. Energetisch und/oder baulich schlechtere Gebäude können somit vorgezogen werden. Umgekehrt können Gebäude auch später saniert werden, sollte sich dies als sinnvoll erweisen.

Summe und Investitionskosten nach Bauteiltypen von 2020 bis 2050 mit (+/- 50 %)



Erkenntnisse:

Werden alle Investitionen von 2022 bis 2050 zusammengefasst, belaufen sich diese insgesamt auf rund CHF 19 Mio. (+/- 50 %). Die grössten Investitionen fallen dabei auf die Bereiche Dach- und Fassadensanierungen.

Die Investitionen durch Heizungsersatz bewegen sich in der Grössenordnung von gut CHF 2.7 Mio. (+/- 50 %).

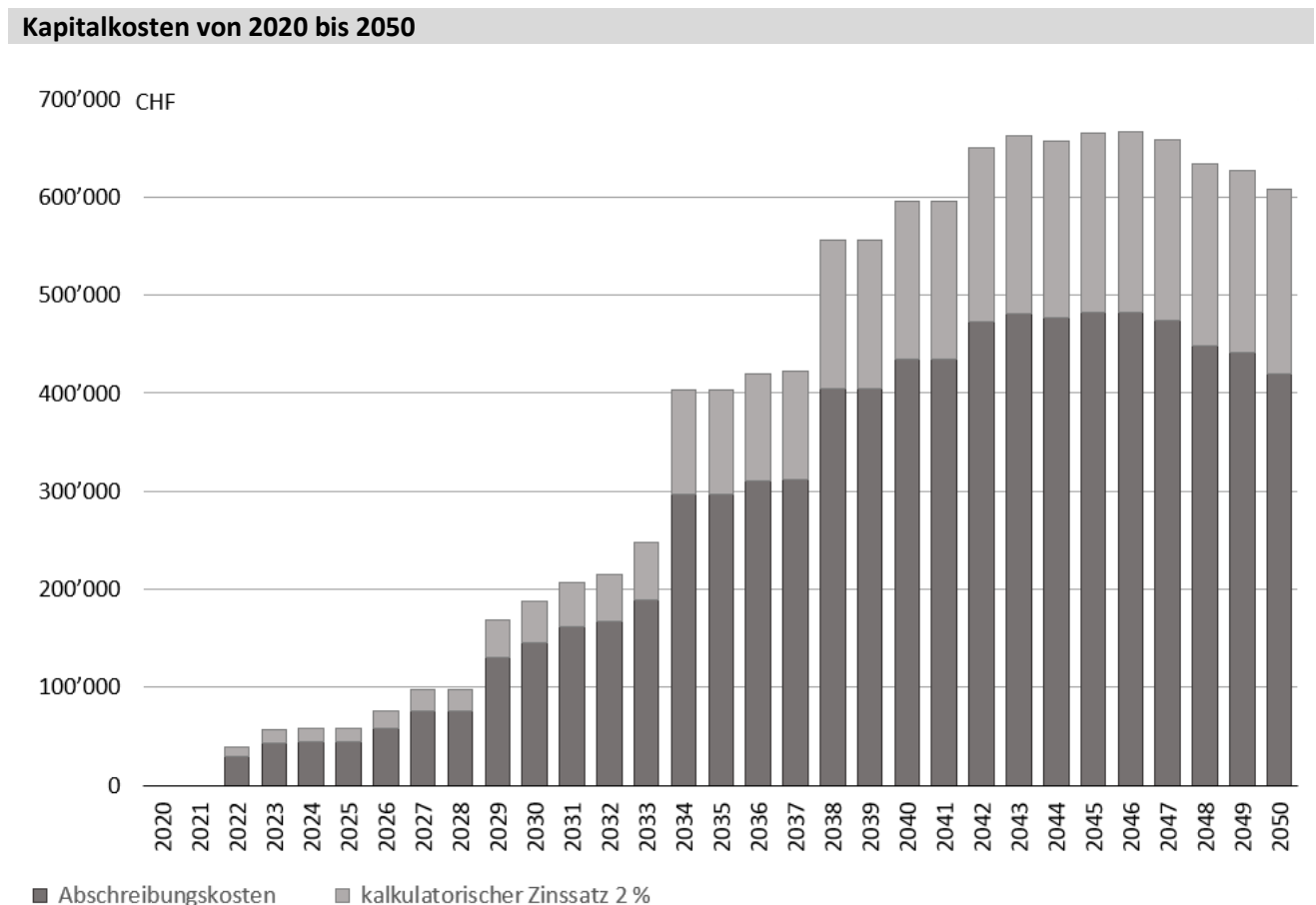
3.4 Kapitalkosten

Die Kapitalkosten umfassen die Abschreibung der Investition über den Lebenszyklus der Bauteile/ Anlagen und die Verzinsung der Investitionen. Für die Berechnung wurde ein kalkulatorischer Zinssatz von 2% eingesetzt. Es wurde ein vereinfachtes Modell mit einer linearen Abschreibung über die Lebensdauer der Bauteile/ Anlagen verwendet.

Für die Berechnung wurde eine Teuerung von 0% verwendet, so dass die Betrachtung (während der langen Zeitdauer) auf der heutigen Preisbasis erfolgt. Gleichzeitig ist zu beachten, dass mit einer höheren Teuerung auch höhere Zinssätze verbunden sind, was sich gegenseitig kompensiert.

Grundsätzlich sind den Investitions- und Kapitalkosten die deutlich tieferen Wärmegestehungskosten und Betriebs- wie Unterhaltskosten (siehe Kapitel 3.5) gegenüberzustellen, um Aussagen zur Wirtschaftlichkeit von Sanierungsmassnahmen machen zu können.

Werden alle Sanierungsmassnahmen gemäss dem gewählten Szenario realisiert, verteilen sich die Kapitalkosten wie folgt:



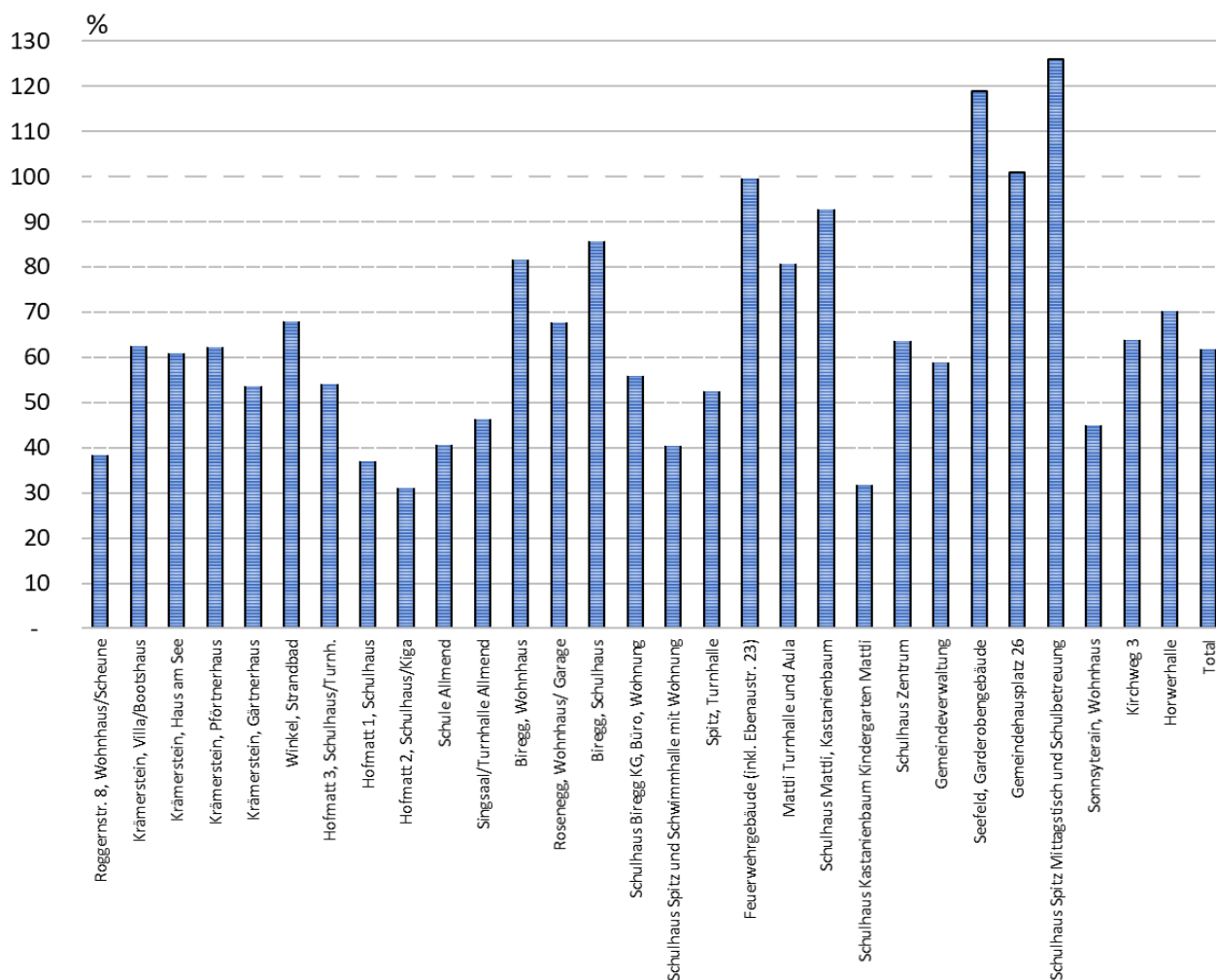
Erkenntnisse:

Die Hauptlast der Kapitalkosten verursachen in allen Jahren bis 2050 vor allem Abschreibungen.

3.5 Veränderungen in den Betriebs- und Unterhaltskosten

Werden die Betriebs- und Unterhaltskosten von 2022 mit denen im Jahr 2050 in Relation gestellt, ergibt sich über die einzelnen Gebäude folgendes Bild.

Veränderung der Betriebs- und Unterhaltskosten von 2022 bis 2050



Erkenntnisse:

Bei allen Gebäuden reduzieren sich im Szenario die jährlichen Betriebs- und Unterhaltskosten durch:

- vorgesehene Gebäudehüllensanierungen (Steigerung der Energieeffizienz)
- Minderausgaben infolge höherer Energieeffizienz der Wärmeerzeugungssysteme (Niedrige Energiekosten von Wärmepumpen)
- sanierte Gebäudehüllen verringern den Heizwärmebedarf des Gebäudes. Damit verringert sich beim Heizungsersatz auch deren Grösse (Heizleistung)

Bei zwei Gebäuden erhöhen sich die jährlichen Betriebs- und Unterhaltskosten durch den Anschluss an die Fernwärme nur gering. Beim Ersatz der Heizsysteme stehen meist Alternativen zur Verfügung (eigene Heizung / Anschluss Wärmeverbund). Mit einer Wirtschaftlichkeitsanalyse kann die Immobilienbewirtschaftung eine Empfehlung verfassen.

4 Fazit und Empfehlung

Die Gemeinde kann mit dem richtigen Mix an Sanierungsmassnahmen und mit sinnvoller zeitlicher Etappierung den Energiebedarf wie auch die CO₂-Emissionen der gemeindeeigenen Gebäude massiv reduzieren und klimaneutral gestalten. Es ist zentral und elementar, dass bei der Umsetzung von Sanierungsmassnahmen an Gebäudehülle und in der Gebäudetechnik eine fachliche Begleitung bereits in einer frühen Planungsphase sichergestellt wird.

Richtungsweisend ist es empfehlenswert sicherzustellen, dass der von der Gemeinde beschlossene «Gebäudestandard Energiestadt» auch angewendet und in der Praxis umgesetzt wird. Eine kontinuierliche Standortbestimmung und periodische Neuausrichtung der eigenen Immobilien-Strategie ist im Laufe der nächsten Jahre empfehlenswert und hilft der Immobilienbewirtschaftung die Weichen rechtzeitig richtig zu stellen.

Die Gemeinde kann die notwendigen Weichen für eine energetische Erneuerung im Gebäudepark organisatorisch, finanziell wie strukturell bereits heute stellen. Damit können bis 2050 die heutigen CO₂-Emissionen um rund 80% gesenkt werden. Dies setzt jedoch voraus, dass folgende übergeordnete Massnahmen vertiefter und zeitnah geprüft sowie umgesetzt werden:

- Für die gesamte Strombezugsmenge (mind. für alle Gebäude) wird sichergestellt, dass nur noch zertifizierte Stromprodukte auf der Basis von 100% Wasserkraft eingekauft werden (beispielsweise mit dem Label «Naturemade»).
- Damit dies gelingt, sollen alle bestehenden Strombezugsverträge zeitnah geprüft werden. Bei langfristigen Verträgen können sich für die Gemeinde zudem mit einer Gesamtsicht über alle stromverbrauchenden Gebäude der Gemeinde u.a. auch attraktive Bezugskonditionen bei Vertragsabschluss ergeben.
- Bei den drei bereits heute genutzten Wärmenetzen ist zu klären, wie die Betreiber gedenken, das Ziel «Netto-Null» umzusetzen. Bei den bestehenden Wärmenetzverträgen wie auch einem Neuabschluss eines Wärmeliefervertrages oder dessen Erneuerung ist sicherzustellen, dass nach Möglichkeit nur noch Wärme geliefert wird, welche zu 100 % aus erneuerbaren Energieträgern erzeugt wird (inklusive der Spitzenlastabdeckung).
- Alle Gebäude sind frühzeitig auf einen Ersatz der Wärmezeugung oder auch einzelner Komponenten (Brenner etc.) anzugehen. So kann bis zum Ersatzjahr auch der richtige Mix an Massnahmen umgesetzt werden. Mit einer solchen Entscheidungsgrundlage kann die Gemeinde langfristig in ihren gemeindeeigenen Gebäuden nicht nur ihre Betriebs- und Unterhaltskosten deutlich reduzieren, sondern auch ihre Vorbildrolle in der Energiewende/ in der Klimakrise wahrnehmen. In diesem Sinne wird empfohlen, Sanierung und Heizungersatz der Gebäude zeitlich vorzuziehen. Diese Gebäude fallen aus energetischer Sicht negativ ins Gewicht. Zudem können auf diese Weise die Investitionen gleichmässiger verteilt werden.
- Die Gemeinde stellt auf allen Ebenen der Verwaltung sicher, dass nur noch Investitionen getätigt werden, welche auf vollständig erneuerbaren Energiesystemen basieren. Dies ist empfehlenswert auch bei allen Änderungen bei Beteiligungen der Gemeinde.

Zudem ist es Aufgabe der Politik festzulegen, wann die erwähnten Ziele erreicht werden sollen. Will man das Ziel «Netto-Null» bereits 2030, 2035 oder 2040 erreichen?

Die Ziele können vor 2040 erreicht werden, wenn die Massnahmen - wie im Bericht dargestellt - zeitlich vorgezogen werden. Dies bedingt demzufolge auch eine frühzeitige Bereitstellung der notwendigen finanziellen Mittel und personellen Ressourcen.

Für den Bericht:

OEKOWATT AG



David Galvagno-Erny

Team- und Projektleiter Energieberatung

5 Anhang

5.1 Methodische Grundlagen

CO₂-Emissionsfaktoren und Energiefaktoren für Energieträger

| Energieträger | Einheit | Scope 1-Emissionsfaktor ⓘ | Scope 2-Emissionsfaktor ⓘ | Primärenergiefaktor ⓘ | Brennwert ⓘ |
|---|----------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------|
| Fernwärme | kWh | 0 kg/kWh | 0.108 kg/kWh | 0.87 kWh/kWh | 1 kWh/Einheit |
| Elektrizität - Einspeisung (Gutschrift) | kWh | 0 kg/kWh | 0.023 kg/kWh | 3.14 kWh/kWh | 1 kWh/Einheit |
| Elektrizität - Stromnetz | kWh | 0 kg/kWh | 0.014 kg/kWh | 1.16 kWh/kWh | 1 kWh/Einheit |
| Elektrizität - Eigenverbrauch | kWh | 0 kg/kWh | 0.08 kg/kWh | 1.42 kWh/kWh | 1 kWh/Einheit |
| Heizöl | Liters | 0.265 kg/kWh | 0.298 kg/kWh | 1.23 kWh/kWh | 10.5 kWh/Einheit |
| Nahwärme | kWh | 0.265 kg/kWh | 0.298 kg/kWh | 1.23 kWh/kWh | 1 kWh/Einheit |
| Gas | m ³ | 0.203 kg/kWh | 0.228 kg/kWh | 1.07 kWh/kWh | 11.2 kWh/Einheit |
| Pellets | m ³ | 0 kg/kWh | 0.035 kg/kWh | 1.22 kWh/kWh | 3'630 kWh/Einheit |
| Solarthermie | kWh | 0 kg/kWh | 0 kg/kWh | 0 kWh/kWh | 1 kWh/Einheit |
| Unbekannt | Unknown | 0.265 kg/kWh | 0.298 kg/kWh | 1.23 kWh/kWh | 1 kWh/Einheit |
| Holzsplit | m ³ | 0 kg/kWh | 0.011 kg/kWh | 1.15 kWh/kWh | 935 kWh/Einheit |

Heizungstypen mit Nutzungsgraden Raumwärme und Warmwasser sowie Gütegrade der Wärmepumpen

Boiler

| Typ | Nutzungsgrad Raumwärme ⓘ | Nutzungsgrad Warmwasser |
|------------------|--------------------------|-------------------------|
| Gasheizung | 0.8 | 0.75 |
| Ölheizung | 0.8 | 0.75 |
| Pelletheizung | 0.7 | 0.65 |
| Holzsplitheizung | 0.7 | 0.6 |
| Wärmenetz | 0.98 | 1 |
| Elektroheizung | 0.93 | 1 |
| Solarthermie | 1 | 1 |

Wärmepumpen

| Typ | Gütegrad ⓘ |
|------------------------|------------|
| Luft-Wärmepumpe | 0.4 |
| Grundwasser-Wärmepumpe | 0.45 |
| EWS-Wärmepumpe | 0.45 |

Standard-Lebensdauer-Tabelle (Basis für die Bestimmung der Sanierungsjahre)

| Komponente | Lebensdauer |
|----------------------|-------------|
| Keller / Kellerdecke | 50 Jahre |
| Wärmeerzeuger | 20 Jahre |
| Wärmeverteilung | 30 Jahre |
| Photovoltaikanlage | 25 Jahre |
| Flachdach | 30 Jahre |
| Schrägdach | 50 Jahre |
| Fassade | 50 Jahre |
| Fenster | 40 Jahre |

5.2 Gebäudeübersicht mit Energieträgern

| Objekt/Gebäude | Wärmeerzeugung Raumwärme | Wärmeerzeugung Warmwasser | Zusammensetzung der Energieträger für Fernwärme im Detail | Heizungstyp im 2050 gleich wie Szenario (neue Heizung im Ersatzjahr) | Solarstrom | Solarthermie | Bemerkungen (u.a. Zusammensetzung der Energieträger für Fernwärme im Detail 2050) |
|--|---|--|---|--|----------------------------|-------------------|--|
| Schulhaus Biregg | Gasheizung | Gasheizung | | Wärmepumpe mit Erdwärmesonde | vorh. Potentialabschätzung | | |
| Schulhaus Biregg, Büro, Wohnung | Gasheizung | Gasheizung | | Wärmepumpe mit Erdwärmesonde | vorh. Potentialabschätzung | | |
| Bireggghang 8, Wohnhaus | Wärmepumpe mit Erdwärmesonde | Wärmepumpe mit Erdwärmesonde | | Wärmepumpe mit Erdwärmesonde | bestehende Anlage | | |
| Feuerwehrgebäude inkl. Wohnungen | Gasheizung | Gasheizung (40%), Solarthermie (60%) | | Fernwärme von Seewassernutzung Seenergy | | bestehende Anlage | |
| Gemeindehausplatz 26 (Saal Egli, Bibliothek) | Fernwärme | Fernwärme | Fernwärmezentrale 1: 59% Holzschnitzel und 41% Erdgas | Fernwärme von Seewassernutzung Seenergy | | | Annahme wie heutiger Wärmeverbrauchsmix der Zentrale mit Seewasserwärme, Biogas und Erdgas, Elektrizität |
| Gemeindeverwaltung | Fernwärme | Elektroheizung | Fernwärmezentrale 1: 59% Holzschnitzel und 41% Erdgas | Fernwärme von Seewassernutzung Seenergy | bestehende Anlage | | |
| Hofmatt 1, Schulhaus, Turnhalle | Gasheizung | Gasheizung | | Fernwärme | vorh. Potentialabschätzung | | Bsp.weise Anschluss an Fernheizwerk mit Holzschnitzel: a. Holz Allmend (Primeo Energie, ca. 380 m weg) |
| Hofmatt 2, Schulhaus, Kindergarten, Wohnung | Gasheizung | Elektroheizung | | Fernwärme | vorh. Potentialabschätzung | | oder b. Korporation Horw Hans-Reinhard-Strasse (Korporation Horw, ca. 460 m weg) |
| Hofmatt 3, Schulhaus | Gasheizung | Gasheizung | | Fernwärme | vorh. Potentialabschätzung | | weitere Optionen: - Möglicher Aufbau eines Verbunds mit Abwärmernutzung aus |
| Horwerhalle | Fernwärme | Fernwärme | Fernwärmezentrale 1: 59% Holzschnitzel und 41% Erdgas | Fernwärme von Seewassernutzung Seenergy | vorh. Potentialabschätzung | | Annahme wie heutiger Wärmeverbrauchsmix der Zentrale mit Seewasserwärme, Biogas und Erdgas, Elektrizität |
| Kirchweg 3, Wohnhaus | Wärmepumpe mit Erdwärmesonde | Wärmepumpe mit Erdwärmesonde | | Wärmepumpe mit Erdwärmesonde | Potentialabschätzung | | |
| Krämerstein, Villa | Wärmepumpe mit Erdwärmesonde | Wärmepumpe mit Erdwärmesonde | | Wärmepumpe mit Erdwärmesonde | | | |
| Krämerstein, Pförtnerhaus | Wärmepumpe mit Erdwärmesonde | Wärmepumpe mit Erdwärmesonde | | Wärmepumpe mit Erdwärmesonde | | | |
| Krämerstein, Gärtnerhaus | Wärmepumpe mit Erdwärmesonde | Elektroheizung | | Wärmepumpe mit Erdwärmesonde | | | |
| Krämerstein, Haus am See | Wärmepumpe mit Erdwärmesonde | Elektroheizung | | Wärmepumpe mit Erdwärmesonde | | | |
| Roggernstrasse 8, Wohnhaus | Elektroheizung | Elektroheizung | | Wärmepumpe mit Erdwärmesonde | Potentialabschätzung | | |
| Roseneggweg 2, Wohnhaus | Gasheizung | Gasheizung | | Wärmepumpe mit Erdwärmesonde | Potentialabschätzung | | |
| Schulhaus Allmend | Fernwärme | Fernwärme | Fernwärmezentrale 1: 59% Holzschnitzel und 41% Erdgas | Fernwärme von Seewassernutzung Seenergy | bestehende Anlage (Dritte) | | Annahme wie heutiger Wärmeverbrauchsmix der Zentrale mit Seewasserwärme, Biogas und Erdgas, Elektrizität |
| Schulhaus Allmend, Singsaal, Turnhalle | Fernwärme | Fernwärme | Fernwärmezentrale 1: 59% Holzschnitzel und 41% Erdgas | Fernwärme | | | Annahme Fernwärmemix der Fernwärmezentrale 1 wie heute |
| Schulhaus Kastanienbaum | Ölheizung | Ölheizung (20%), Luft-Wärmepumpe (20%), Solarthermie (60%) | | Wärmepumpe mit Erdwärmesonde | | bestehende Anlage | |
| Schulhaus Kastanienbaum, Turnhalle, Aula | Ölheizung (99.6%), Luft-Wärmepumpe (0.4%) | Ölheizung (20%), Luft-Wärmepumpe (20%), Solarthermie (60%) | | Wärmepumpe mit Erdwärmesonde | | bestehende Anlage | |
| Schulhaus Kastanienbaum, Kindergarten | Ölheizung (99.6%), Luft-Wärmepumpe (0.4%) | Ölheizung (20%), Luft-Wärmepumpe (20%), Elektroheizung (60%) | | Wärmepumpe mit Erdwärmesonde | | bestehende Anlage | |
| Schulhaus Spitz, Schwimmhalle, Wohnung | Fernwärme | Fernwärme (40%), Solarthermie (60%) | Fernwärmezentrale 2: 62% Holzschnitzel und 38% Öl | Fernwärme | | bestehende Anlage | Annahme Fernwärmemix der Fernwärmezentrale 2 wie heute |
| Schulhaus Spitz, Turnhalle | Fernwärme | Fernwärme (40%), Solarthermie (60%) | Fernwärmezentrale 2: 62% Holzschnitzel und 38% Öl | Fernwärme | | bestehende Anlage | |
| Schulhaus Spitz, Mittagstisch | Pelletheizung | Pelletheizung | | Fernwärme | | bestehende Anlage | Annahme Wärmemix wie heutige Fernwärmezentrale 1: 59% Holzschnitzel und 41% Erdgas |
| Schulhaus Zentrum | Fernwärme | Fernwärme | Fernwärmezentrale 1: 59% Holzschnitzel und 41% Erdgas | Fernwärme von Seewassernutzung EWL | bestehende Anlage | | Annahme wie heutiger Wärmeverbrauchsmix der Zentrale mit Seewasserwärme, Biogas und Erdgas, Elektrizität |
| Sportanlage Seefeld, Garderobengebäude | Gasheizung | Gasheizung (40%), Solarthermie (60%) | | Fernwärme von Seewassernutzung Seenergy | vorh. Potentialabschätzung | bestehende Anlage | Annahme wie heutiger Wärmeverbrauchsmix der Zentrale mit Seewasserwärme, Biogas und Erdgas, Elektrizität |
| Sonnsyterain 4, Wohnhaus | Gasheizung | Elektroheizung | | Wärmepumpe mit Erdwärmesonde | Potentialabschätzung | | |
| Strandbad Winkel | Chemineeofen | Elektroheizung | | Wärmepumpe mit Erdwärmesonde | Potentialabschätzung | | |

5.3 Priorisierung Wärmeerzeuger gemäss Energieplanung

| Liegenschaft | Empfohlener Wärmeerzeuger gemäss kommunaler Energieplanung | Optionale Wärmeerzeuger | Bemerkungen |
|--|--|--|---|
| Biregghang 8, Mehrfamilienhaus | Nutzung der Erdwärme | | WP Erdwärme mit PV Anlage in Betrieb 2021 |
| Feuerwehrgebäude (inkl. Wohnungen Ebenastrasse 23) | Seewasserwärmenutzung/ Liegt im Versorgungsgebiet der Seewärme | | Solaranlage in Betrieb |
| Gemeindehaus, Verwaltungsgebäude | Holzwärmeverbunde: Sicherung des Bestands, Optimierung und Erweiterung der Verbunde. | Liegt im Versorgungsgebiet der Seewärme (Seenergy) | PV Anlage in Betrieb |
| Gemeindehausplatz 26 (Saal Egli & Bibliothek) | Holzwärmeverbunde: Sicherung des Bestands, Optimierung und Erweiterung der Verbunde. | Liegt im Versorgungsgebiet der Seewärme (Seenergy) | |
| Horwerhalle | Holzwärmeverbunde: Sicherung des Bestands, Optimierung und Erweiterung der Verbunde. | Liegt im Versorgungsgebiet der Seewärme (Seenergy) | PV Anlage in Prüfung |
| Kirchweg 3, Mehrfamilienhaus | Nutzung der Erdwärme | | |
| Krämerstein, Villa | Nutzung der Erdwärme | | WP Erdwärme Betrieb 2021 |
| Krämerstein, Pförtnerhaus | Nutzung der Erdwärme | | WP Erdwärme Betrieb 2021 |
| Krämerstein, Gärtnerhaus | Nutzung der Erdwärme | | WP Erdwärme Betrieb 2021 |
| Krämerstein, Haus am See | Nutzung der Erdwärme | | WP Erdwärme Betrieb 2021 |
| Roggernstrasse 8, Mehrfamilienhaus | Nutzung der Erdwärme | | |
| Roseneggweg 2, Mehrfamilienhaus | Nutzung der Erdwärme gemäss Erdwärmenutzungskataster erlaubt | | PV Anlage in Prüfung |
| Schulhaus Allmend, Schulgebäude | Holzwärmeverbunde: Sicherung des Bestands, Optimierung und Erweiterung der Verbunde. | Liegt im Versorgungsgebiet der Seewärme (Seenergy) | PV Anlage in Betrieb (Dritte) |
| Schulhaus Allmend, Turnhalle, Singsaal | Holzwärmeverbunde: Sicherung des Bestands, Optimierung und Erweiterung der Verbunde. | Liegt im Versorgungsgebiet der Seewärme (Seenergy) | |
| Schulhaus Biregg, Schulgebäude, Turnhalle | Nutzung der Erdwärme. | Ergänzung durch Erdgasnutzung möglich. | PV Anlage in Prüfung |
| Schulhaus Biregg ex. Kindergarten, Büro, Wohnung | Nutzung der Erdwärme. | Ergänzung durch Erdgasnutzung möglich. | PV Anlage in Prüfung |
| Schulhaus Hofmatt Trakt 1 Schulgebäude, Turnhalle | Möglicher Aufbau eines Verbunds mit Abwärmenutzung aus der Industrie und aus Wärmekraftkopplungsanlagen. | Eignungsgebiet Biogasnutzung | PV Anlage in Prüfung |
| Schulhaus Hofmatt Trakt 2, Kindergarten, Wohnung | Möglicher Aufbau eines Verbunds mit Abwärmenutzung aus der Industrie und aus Wärmekraftkopplungsanlagen. | Eignungsgebiet Biogasnutzung | PV Anlage in Prüfung |
| Schulhaus Hofmatt Trakt 3, Schulgebäude | Möglicher Aufbau eines Verbunds mit Abwärmenutzung aus der Industrie und aus Wärmekraftkopplungsanlagen. | Eignungsgebiet Biogasnutzung | PV Anlage in Prüfung |
| Schulhaus Kastanienbaum, Schulgebäude, Turnhalle | Nutzung der Erdwärme | | WP Luft mit PV Anlage in Betrieb |
| Schulhaus Kastanienbaum Kindergarten | Nutzung der Erdwärme | | WP Luft mit PV Anlage in Betrieb |
| Schulhaus Spitz, Schulgebäude, Schwimmhalle, Turnhalle | Holzwärmeverbunde: Sicherung des Bestands, Optimierung und Erweiterung der Verbunde. | | Solaranlage in Betrieb |
| Schulhaus Spitz, Annexbau Mittagstisch | Holzwärmeverbunde: Sicherung des Bestands, Optimierung und Erweiterung der Verbunde. | | |
| Schulhaus Zentrum, Schulgebäude | Holzwärmeverbunde: Sicherung des Bestands, Optimierung und Erweiterung der Verbunde. | Liegt im Versorgungsgebiet der Seewärme (Seenergy) | PV Anlage in Betrieb (Erweiterung in Prüfung) |
| Sonnsyterain 4, Mehrfamilienhaus | Nutzung der Erdwärme | Ergänzung durch Erdgasnutzung möglich. | |
| Sportanlage Seefeld, Garderobengebäude | Nutzung der Seewärme | Liegt im Versorgungsgebiet der Seewärme (Seenergy) | Solaranlage in Betrieb (Erweiterung in Prüfung) |
| Strandbad Winkel, Restaurant | Nutzung der Erdwärme | | PV Anlage in Prüfung |

5.4 Szenario Umsetzung mit Investition 2022 bis 2029 und CO₂ Reduktion

| | 2022 | | | 2023 | | | 2026 | | | 2027 | | | 2029 | | |
|--|----------------------------|---------|----------------------|---|---------|----------------------|--|---------|----------------------|---|---------|----------------------|---|---------|----------------------|
| | Massnahmen | CHF | kgCO ₂ eq | Massnahmen | CHF | kgCO ₂ eq | Massnahmen | CHF | kgCO ₂ eq | Massnahmen | CHF | kgCO ₂ eq | Massnahmen | CHF | kgCO ₂ eq |
| Schulhaus Kastanienbaum | • PV-Anlage 160 kW | 425'000 | 1'680 | | | | | | | | | | | | |
| Schulhaus Kastanienbaum, Turnhalle, Aula | • PV-Anlage 40 kW | 105'000 | 474 | | | | | | | | | | | | |
| Schulhaus Allmend | • Fenster • Kellerdecke | 410'000 | -11'711 | | | | | | | | | | | | |
| Roggenstr. 8, Wohnhaus | | | | • EWS-Wärmepumpe • PV-Anlage 79 kW • Fassade • Dach • Kellerdecke | 410'000 | -1'319 | | | | | | | | | |
| Biregghang 8, Wohnhaus | | | | | | | • EWS-Wärmepumpe • Kellerdecke | 193'000 | -18'641 | | | | | | |
| Schulhaus Kastanienbaum Kindergarten | | | | | | | • EWS-Wärmepumpe • Fenster • Dach • Kellerdecke | 206'000 | -16'369 | | | | | | |
| Feuerwehrgebäude inkl. Wohnungen | | | | | | | | | | • Fernwärme | 78'000 | -20'387 | | | |
| Sonnsyterain 4, Wohnhaus | | | | | | | | | | • EWS-Wärmepumpe • PV-Anlage 25 kW • Fassade • Dach • Kellerdecke | 364'000 | -13'356 | | | |
| Roseneggweg 2, Wohnhaus | | | | | | | | | | | | | • EWS-Wärmepumpe • Fenster • Dach • Kellerdecke | 372'000 | -10'580 |
| Schulhaus Biregg | | | | | | | | | | | | | • EWS-Wärmepumpe • PV-Anlage 62 kW • Fenster • Dach • Kellerdecke | 728'000 | -36'656 |
| Schulhaus Biregg, Büro, Wohnung | | | | | | | | | | | | | • EWS-Wärmepumpe • PV-Anlage 38 kW • Fenster • Dach • Kellerdecke | 417'200 | -16'952 |
| Horwerhalle | | | | | | | | | | | | | • Fernwärme | 144'000 | -24'668 |

5.5 Szenario Umsetzung mit Investition 2030 bis 2034 und CO₂ Reduktion

| | 2030 | | | 2031 | | | 2032 | | | 2033 | | | 2034 | | |
|--|---|---------|----------------------|------------------|---------|----------------------|-------------|---------|----------------------|--------------------------------------|-----------|----------------------|--|-----------|----------------------|
| | Massnahmen | CHF | kgCO ₂ eq | Massnahmen | CHF | kgCO ₂ eq | Massnahmen | CHF | kgCO ₂ eq | Massnahmen | CHF | kgCO ₂ eq | Massnahmen | CHF | kgCO ₂ eq |
| Schulhaus Kastanienbaum | | | | • EWS-Wärmepumpe | 310'000 | -59'640 | | | | | | | | | |
| Horwerhalle | | | | | | | | | | | | | • PV-Anlage 45 kW • Fenster • Fassade • Dach | 2'032'500 | 449 |
| Kirchweg 3 | • EWS-Wärmepumpe • PV-Anlage 45 kW • Fassade • Dach • Kellerdecke | 391'000 | -457 | | | | | | | | | | | | |
| Gemeindeverwaltung | | | | | | | • Fernwärme | 134'000 | -12'074 | • Fassade • Dach • Kellerdecke | 1'090'000 | -805 | | | |
| Schulhaus Spitz, Schwimmhalle, Wohnung | | | | | | | | | | | | | • Fernwärme • Fenster • Fassade • Dach • Kellerdecke | 2'430'000 | -60'184 |
| Schulhaus Spitz, Turnhalle | | | | | | | | | | | | | • Fernwärme • Fassade • Dach • Kellerdecke | 369'000 | -6'202 |

5.6 Szenario Umsetzung mit Investition 2036 bis 2042 und CO₂ Reduktion

| | 2036 | | | 2037 | | | 2038 | | | 2040 | | | 2042 | | |
|--|---|---------|----------------------|-------------|--------|----------------------|---|-----------|----------------------|---|---------|----------------------|---|-----------|----------------------|
| | Massnahmen | CHF | kgCO ₂ eq | Massnahmen | CHF | kgCO ₂ eq | Massnahmen | CHF | kgCO ₂ eq | Massnahmen | CHF | kgCO ₂ eq | Massnahmen | CHF | kgCO ₂ eq |
| Schulhaus Kastanienbaum, Turnhalle, Aula | • EWS-Wärmepumpe • Fenster • Dach • Keller | 390'000 | -24'304 | | | | | | | | | | | | |
| Schulhaus Allmend | | | | | | | • Fernwärme • Fassade • Dach | 1'062'000 | -24'398 | | | | | | |
| Schulhaus Kastanienbaum Kindergarten | | | | | | | | | | | | | • Fassade | 52'000 | -16 |
| Feuerwehrgebäude inkl. Wohnungen | | | | | | | | | | | | | • PV-Anlage 35 kW • Fenster • Dach | 349'200 | -111 |
| Gemeindeverwaltung | | | | | | | | | | • Fensterersatz | 310'000 | 0 | | | |
| Gemeindehausplatz 26 (Saal Egli, Bibliothek) | • Fernwärme | 17'000 | -16'308 | | | | | | | | | | | | |
| Schulhaus Spitz, Mittagstisch | | | | • Fernwärme | 28'000 | -557 | | | | | | | | | |
| Hofmatt 3, Schulhaus | | | | | | | • Fernwärme • Fenster • Fassade • Dach • Kellerdecke | 891'000 | -44'712 | | | | | | |
| Hofmatt 1, Schulhaus, Turnhalle | | | | | | | • PV-Anlage 30 kW • Fernwärme • Fenster • Fassade • Dach • Kellerdecke | 1'036'260 | -54'000 | | | | | | |
| Hofmatt 2, Schulhaus, Kindergarten, Wohnung | | | | | | | • PV-Anlage 8 kW • Fernwärme • Fenster • Fassade • Dach • Kellerdecke | 389'840 | -14'329 | | | | | | |
| Schulhaus Allmend Singsaal, Turnhalle | | | | | | | • Fernwärme • Fenster • Fassade • Dach • Kellerdecke | 686'000 | -17'744 | | | | | | |
| Strandbad Winkel | | | | | | | | | | • PV-Anlage 45 kW • EWS-Wärmepumpe • Fassade • Dach • Kellerdecke | 347'000 | -812 | | | |
| Sportanlage Seefeld, Garderobengebäude | | | | | | | | | | • PV-Anlage 38 kW • Fernwärme • Fenster • Dach | 337'200 | -16'827 | | | |
| Schulhaus Zentrum | | | | | | | | | | | | | • PV-Anlage 36 kW • Fernwärme • Fenster • Dach | 1'259'400 | -36'899 |

5.7 Szenario Umsetzung mit Investition 2043 bis 2050 und CO₂ Reduktion

| | 2043 | | | 2045 | | | 2048 | | | 2050 | | |
|---------------------------|---|---------|----------------------|---|---------|----------------------|--|---------|----------------------|------------|-----|----------------------|
| | Massnahmen | CHF | kgCO ₂ eq | Massnahmen | CHF | kgCO ₂ eq | Massnahmen | CHF | kgCO ₂ eq | Massnahmen | CHF | kgCO ₂ eq |
| Kirchweg 3 | | | | | | | • Fenster • Fassaden | 234'000 | 0 | | | |
| Krämerstein, Pförtnerhaus | • Fassade • Dach • Kellerdecke | 205'000 | -62 | • EWS-Wärmepumpe | 22'000 | 0 | | | | | | |
| Krämerstein, Gärtnerhaus | • Fassade • Fenster • Dach • Kellerdecke | 139'000 | -71 | • EWS-Wärmepumpe | 19'000 | 0 | | | | | | |
| Krämerstein, Haus am See | | | | • EWS-Wärmepumpe • Fensterersatz • Fassade • Dach • Kellerdecke | 135'400 | -54 | | | | | | |
| Krämerstein, Villa | | | | | | | • EWS-Wärmepumpe • Fassade • Dach • Kellerdecke | 334'000 | -121 | | | |

5.8 Summe, Szenario Umsetzung mit Investition 2022 bis 2050 und CO₂ Reduktion

| | Total Massnahmekosten (CHF) / Gebäude | Total kgCO _{2eq} aller gewählten Sanierungs- massnahmen pro Gebäude |
|---|---|--|
| Schulhaus Kastanienbaum | 735'000.00 | -57'960 |
| Schulhaus Kastanienbaum, Turnhalle, Aula | 495'000.00 | -23'830 |
| Schulhaus Allmend | 1'472'000.00 | -36'108 |
| Roggernstrasse 8, Wohnhaus | 410'000.00 | -1'319 |
| Biregghang 8, Wohnhaus | 193'000.00 | -18'641 |
| Schulhaus Kastanienbaum, Kindergarten | 258'000.00 | -16'385 |
| Feuerwehrgebäude, inkl. Wohnungen | 427'200.00 | -20'498 |
| Sonnsyterain 4, Wohnhaus | 364'000.00 | -13'356 |
| Roseneggweg 2, Wohnhaus | 372'000.00 | -10'580 |
| Schulhaus Biregg | 728'000.00 | -36'656 |
| Schulhaus Biregg, Büro, Wohnung | 417'200.00 | -16'952 |
| Horwerhalle | 2'176'500.00 | -24'219 |
| Kirchweg 3, Wohnhaus | 625'000.00 | -457 |

5.9 Summe, Szenario Umsetzung mit Investition 2022 bis 2050 und CO₂ Reduktion

| | Total Massnahmenkosten (CHF) / Gebäude | Total kgCO _{2eq} aller gewählten Sanierungs- massnahmen pro Gebäude |
|--|--|--|
| Gemeindeverwaltung | 1'534'000.00 | -12'878 |
| Schulhaus Spitz, Schwimmballe, Wohnung | 2'430'000.00 | -60'184.10 |
| Schulhaus Spitz, Turnhalle | 369'000.00 | -6'202 |
| Gemeindehausplatz 26, Bibliothek, Saal Egli | 17'000.00 | -16'308 |
| Schulhaus Spitz, Mittagstisch | 28'000.00 | -557 |
| Schulhaus Hofmatt, Trakt 3 | 891'000.00 | -44'712 |
| Schulhaus Hofmatt, Trakt 1, Turnhalle | 1'036'260.00 | -54'000 |
| Schulhaus Trakt 2, Kindergarten | 389'840.00 | -14'329 |
| Schulhaus Allmend, Singsaal, Turnhalle | 686'000.00 | -17'744 |
| Strandbad Winkel | 347'000.00 | -812 |
| Sportanlage Seefeld, Garderobengebäude | 337'200.00 | -16'827 |
| Schulhaus Zentrum | 1'259'400.00 | -36'899 |
| Krämerstein, Pfortnerhaus | 227'000.00 | -62 |
| Krämerstein, Gärtnerhaus | 158'000.00 | -71 |
| Krämerstein, Haus am See | 135'400.00 | -54 |
| Krämerstein, Villa | 334'000.00 | -121 |
| | 18'852'000.00 | -558'722 |