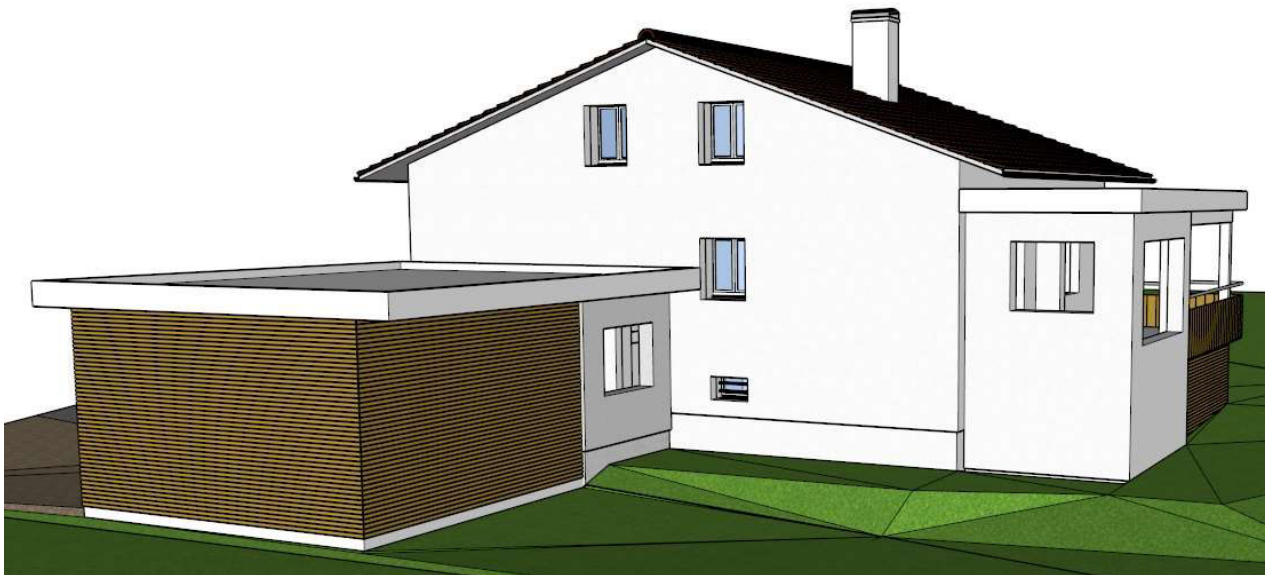




Modernisierungskonzept

Objekt

Einfamilienhaus



Auftraggeber

Auftrags Nr.

Sparen mit Energie – wir wissen wie!



Inhalt	Seite
1.0 Grundlagen / Ausgangslage	4
1.1 Auftraggeber / Objekt / Gebäudedaten	4
1.2 Motivation, Aufgabenstellung.....	5
1.3 Rechtliche Grundlagen	7
2.0 Gebäudeanalyse	8
2.1 Standort- und Umfeldanalyse	8
2.2 Energetische Standortbeurteilung.....	11
2.3 Gebäudehülle / Bausubstanz.....	12
2.4 Haustechnikanlagen	15
2.5 Geräte und Besonderes.....	17
2.6 Lebensdaueranalyse	18
2.7 Allfällige Instandsetzungsmassnahmen.....	19
2.8 An- und Ausbaupotenzial des Gebäudes	20
2.9 Strategische Optionen	21
3.0 Energetisches Konzept Gebäudehülle	23
3.1 Gebäudehülle	23
3.2 Luftdichtheitskonzept der Gebäudehülle.....	27
4.0 Energetisches Konzept Haustechnik.....	28
4.1 Evaluation / Vergleich möglicher Wärmequellen (Energiesysteme).....	28
4.2 Vergleich Energieverbrauch, Ökologie und Wirtschaftlichkeit.....	29
4.3 Empfehlung Heizsystem	31
4.4 Energieeinsparpotenzial	33
4.5 PV-Anlage	34
4.6 Lüfterneuerung	35
4.7 Effizienzpfad nach SIA 2040.....	36



5.0	Finanzplanung	39
5.1	Kostenschätzung	39
5.2	Mögliche Fördergelder	39
5.3	Aufteilung der Liegenschaftsunterhaltskosten (LUK)	40
6.0	Umsetzung	42
6.1	Zusammenfassung empfohlener Massnahmen	42
6.2	Umsetzungskonzept und -zeitplan	43
6.3	Massnahmen zur Erfolgskontrolle	48
7.0	Wichtige Informationen zur Gebäudemodernisierung	49
7.1	Radon	49
7.2	Asbest	50
7.3	Wärmeschutz im Winter / U-Werte	51
7.4	Wärmeschutz im Sommer	51
7.5	Wärmebrücken	52
7.6	Luftdichtheitskonzept der Gebäudehülle	54
7.7		
7.8	Warmwasseraufbereitung / Wasserbehandlung (Härte)	56
7.9	Warmwasserverteilung / Zirkulation (Legionellen)	56
7.10	Sockelbereich / Perimeter	58
7.11	Fensteranschluss	60
7.12	Storenkasten	62
7.13	Dach	63
7.14	Steuerliche Aspekte	63
8.0	Verzeichnisse	67
8.1	Abbildungsverzeichnis	67
8.2	Tabellenverzeichnis	68
9.0	Anhang	69
9.1	Pläne	69
9.2	U-Wert Berechnungen	70
9.3	Resultate AHB-Tool	71
9.4	Lebensdaueranalyse	72



1.0 Grundlagen / Ausgangslage

Arbeitsgrundlage bilden

- der GEAK Plus vom 18.02.2016
- die gemeinsame Besprechung mit der Bauherrschaft vom 26.04.2017
- Begleitdokumentation „Renovation Einfamilienhaus“ (Bauherr) vom 29.10.2016
- Entwurf „Varianten und Etappierung“ () vom 10.06.2017
- Merkblatt SIA 2047:2015 Energetische Gebäudeerneuerung

1.1 Auftraggeber / Objekt / Gebäudedaten

Auftraggeber:

Anrede: [REDACTED]

Name: [REDACTED]

Adresse: [REDACTED]

PLZ, Ort: [REDACTED]

Telefon: [REDACTED]

E-Mail: [REDACTED]

Berater:

Firma: [REDACTED]

Name, Vorname: [REDACTED]

Adresse: [REDACTED]

PLZ, Ort: [REDACTED]

Telefon: [REDACTED]

E-Mail: [REDACTED]

Objekt:

Gebäudekategorie: Einfamilienhaus

Strasse & Nr.: [REDACTED]

PLZ, Ort: [REDACTED]

Baujahr: 1964

Renovation: EG Innen 2015
DG innen 2016/2017

Anzahl Bewohner: 3

Anzahl Wohnungen: 1

EGID: 570165

Gebäudedaten:

Energiebezugsfläche: 157 m²

Lichte Raumhöhe: 2.40 m

Anzahl Vollgeschosse 2



1.2 Motivation, Aufgabenstellung

Das begutachtete Einfamilienhaus wurde durch die Bauherrschaft im Jahre 2014 erstanden. Eine Gesamterneuerung war von Anfang an anstehend. Den Innenausbau hat [REDACTED] als selbständiger Schreiner und Innenausbauspezialist mit eigener Firma ([REDACTED] - [REDACTED]) geplant und ausgeführt. Der erwartete Familienzuwuchs im Januar 2017 bewog [REDACTED] sein Büro vom OG nach draussen in einen Baucontainer zu verlegen. Somit konnte Raum für ein Kinderzimmer geschaffen werden. Für das energetische Konzept Gebäudehülle und Haustechnik wollte die Bauherrschaft eine neutrale Gesamtbeurteilung ihres Einfamilienhauses erstellen lassen.

Der Energieberater [REDACTED] wurde 2016 beauftragt einen GEAK Plus auszuarbeiten. Dieser bildete die Entscheidungsgrundlage bezüglich dem energetischen Konzept Gebäudehülle, sowie den haustechnischen Installationen und Heizungswahl. Nach dem Schlussgespräch hat sich die Bauherrschaft für eine Hausmodernisierung nach GEAK Variante C entschieden.

Auf diesen Grundlagen aufbauend wurde das vorliegende Modernisierungskonzept ausgearbeitet. Nebst bauphysikalischen Konstruktions- und Detaillösungen betreffend Gebäudehülle, hat die Bauherrschaft einige Wünsche und Ideen eingebracht, die umgesetzt werden sollen. Folgende Themen werden im vorliegenden Modernisierungskonzept behandelt.

Fragestellungen und Ziele:

- Machbarkeit und Evaluation verschiedener Heizsysteme (Neue Heizung, Split-Wärmepumpe, Pellet, ..., Umstellung auf Drucksystem, Ersatz Heizkörper und Einbau Bodenheizung EG, sowie Ersatz Pumpe bereits erfolgt)
- Auswahl möglicher Heiz- und Warmwassersysteme mit Wirtschaftlichkeitsberechnung
- Umsetzungsvorschlag empfohlener Wärmeerzeuger
- Dämmmaterialien und Dämmstärken definieren (Diffusionsoffen! Im Dach Holzwolle, Fassade Holz- oder Steinwolle)
- Ausbaupotenzial Garage und Tankraum, neu Büroeinbau (Verlauf thermischer Hülle neu definieren)
- Mehrnutzen durch Anbauten (Küche und Eingang Windfang mit Carport)
- Umsetzungsreihenfolge – Etappierung, etc.)
- Aussagen zu Kosten und Wirtschaftlichkeit (gem. GEAK), steuerliche Aspekte
- Hausmodernisierung und Wohnraumanpassungen aufbauend auf der bestehenden Bausubstanz
- Technisch und wirtschaftlich optimal etappierte Realisierung in bewohnten Zustand
- Bauende spätestens 2020

Anstehende und gewünschte Massnahmen:

- Bestehender Balkon westseitig abbrechen (Wärmebrücke) und ersetzen mittels einem kleinen Anbau als Wohnraumerweiterung
- Bestehender aussenliegender Eingangsbereich nordseitig abbrechen (Wärmebrücke) und vergrössern. Eventuell kombinieren mit Garage oder Carport
- Dach modernisieren (Dämmung und Dachhaut)
- Eventueller Einbau einer thermischen Solaranlage oder einer Solarstromanlage als Ersatz der Dachhaut (Ausrichtung Ost/West)
- Gebäudehülle dämmen
- Kellerdecke dämmen (Haus hat ein Hochparterre, der Boden ist Lehmhaltig und deshalb ist der Keller auch sehr trocken. Eine Perimeterdämmung ist aktuell nicht denkbar und wurde von Bauexperten auch nicht empfohlen "Aussage [REDACTED]")
- Alte Ölheizung ersetzen durch alternatives Heizsystem (z.B. Wärmepumpe oder Pellet)
- Treppenhaus bis ins UG dämmen, versetzen der thermischen Hülle mit Kellerabschlusstüre im UG.



- Öltank-Raum Umnutzung eventuell Büro (aktuell hat [REDACTED] sein Büro in einem Baucontainer). Der Container ist so vorbereitet und gestellt, dass er zusätzlich gedämmt und überdacht werden kann. Eventuell Kombination mit Garage, Carport möglich.
- Neue Sickerleitung nach Bedarf

Bereits umgesetzte Massnahmen:

- Neue Küche und Bäder
- Raumaufteilung angepasst
- Neue Wärmeverteilung mit Fussbodenheizung (FBH) im EG und neue Radiatoren im OG. Neue Pumpengruppe und Expansion
- Neue Sanitär- und Elektroverteilung
(Wasserleitungen ab Zuleitung in der Strasse bis zum Abwasserschacht ausserhalb des Hauses komplett ersetzt, neue elektrische Installationen inkl. Hauptverteilung)
- Innere Oberflächen (Wände, Decken und Bodenbeläge) erneuert
(ausgenommen Treppenhaus)

Gebäudestandard (Zertifizierung)

Eine Zertifizierung nach Minergie®- Standard oder einem anderen Gebäudestandard (Label) wird nicht angestrebt. Die berechneten Bauteilaufbauten (Details siehe Anhang 9.2) beziehen sich auf Einzelbauteilanforderungen für Neubauten. Somit sind diese beim aktuell gültigen Förderprogramm auch förderberechtigt.

Finanzierung

Die Bauherrschaft hat ein konkretes Kostendach an Eigenmittel. Es soll kein Fremdkapital aufgenommen werden. Je nach Ausführungsumfang und Kosten können nicht alle gewünschten Massnahmen realisiert werden – oder erst zu einem späteren Zeitpunkt. Als Fachmann kann [REDACTED] viele Arbeiten in Eigenleistung ausführen. Dies hilft einerseits Kosten zu sparen und andererseits, dass zusätzlich gewünschte Massnahmen umgesetzt werden können.



1.3 Rechtliche Grundlagen

Normen / Baugesetz / Energiegesetz

- Die Gesetzliche Grundlage betreffend energetischen Vorschriften bildet das Energiegesetz des Kantons Aargau vom 17.01.2012 (EnergieG; SAR 773.200 [Stand 01.09.2012]) und die Energieverordnung vom 04.07.2012 (EnergieG; SAR 773.211 [Stand 30.06.2014]).
Darin definiert sind die Mindestanforderungen an den Heizenergiebedarf über die Gebäudehülle, sowie einen Höchstanteil von nichterneuerbaren Energien für Heizwärme- und Warmwasseraufbereitung von max. 80% bei Neubauten. Im Sanierungs- und Umbaubereich gilt diese Vorschrift ab einer Erweiterung der beheizten Wohnfläche (Energiebezugsfläche EBF) über 50m². Die geplanten energetischen Massnahmen sind im Nachweisverfahren mit dem Baugesuch einzureichen.
- Bau- und Nutzungsordnung (BNO) der Gemeinde [REDACTED]
- Diverse SIA Normen und Stand der Technik Papiere aus dem Bauwesen

Denkmalschutz / Ortsbildschutz

Keine speziellen Anforderungen.

Emissionsschutz / LRV

Insbesondere bei Holzheizungsanlagen ist die geltende Luftreinhalte-Verordnung (LRV) einzuhalten.

Feuerpolizeiliche Auflagen / Fluchtwege

Geltende Brandschutzvorschriften sind einzuhalten. Bei diesem Objekt werden keine erhöhten Anforderungen gestellt, sind keine speziellen Massnahmen erforderlich.

Eine Blitzschutzanlage ist bei Einfamilienhäusern auf freiwilliger Basis umzusetzen. Bei Ausführung können bei der Gebäudeversicherung Prämienvergünstigungen erwartet werden (vorherige Absprache).



Radon

Das Objekt verfügt über einen Naturkeller. Dies ist somit eine potenzielle Gefährdung für erhöhte Radonkonzentration. Das BAG hat zwar das Radonrisiko für die Gemeinde [REDACTED] als gering eingestuft. Da die Radonkonzentration lokal jedoch sehr unterschiedlich sein kann, empfehlen wir trotzdem eine Messung in der nächsten Heizperiode.

⇒ Weitere Infos zu diesem Thema s. Kap. 7.1

Asbest

Das Objekt wurde bereits auf Asbestvorkommnisse untersucht, jedoch wurde keine Gefährdung festgestellt.

⇒ Weitere Infos zu diesem Thema s. Kap. 7.2

Makro- und Mikrolage

Ortschaft

[REDACTED] bekannt auch als 'Toscana des Aargaus', ist aufgrund seiner vielen Sonnenstunden und einer intakten Natur ein beliebtes Naherholungsziel. Bekannt sind die Orchideenwälder am Nettenberg, das Sagimühlitäl mit seinen Wasserfällen und die Buschwirtschaft Sennhütte.

Dieses Dorf wurde vom Bauboom des 20. Jahrhunderts nur moderat erfasst und konnte den ländlichen Charakter und den Charme der Kleingemeinde weitestgehend beibehalten. Wohnen und Leben in einer intakten Umgebung tragen wesentlich zur Lebensqualität bei und gehören zu den wichtigen Faktoren bei der Wahl des persönlichen Wohnsitzes.

Die Vereine tragen viel dazu bei, dass sich die Einwohner hier zuhause fühlen und Traditionen gepflegt werden. Das uralte Brauchtum des „Eierleset“ mit seinen originellen Figuren und Masken ist eines der schönsten in Europa.

Verkehrsanbindung

[REDACTED] liegt an der Hauptstrasse 3 (Basel–Zürich) über den Bözbergpass. Südwestlich des Dorfes führt die Autobahn A3 vorbei, das Westportal des Bözbergtunnels liegt auf Effinger Gemeindegebiet. [REDACTED] besitzt einen Autobahnanschluss, der allerdings nur aus bzw. in Richtung Zürich befahren werden kann. Der nächste Vollanschluss befindet sich bei Frick. Zwischen dem Bahnhof Frick und dem Bahnhof Brugg verkehrt eine Postautolinie. Die nächste Haltestelle befindet sich rund 300m vom Objekt entfernt. Der rund zwei Kilometer südlich des Dorfes gelegene Bahnhof [REDACTED] an der Bözbergstrecke ist seit 1993 geschlossen.

Bildung

[REDACTED] besitzt einen Kindergarten und eine Primarschule. Die Oberstufe kann in Frick besucht werden. Die nächstgelegenen Kantonsschulen (Gymnasien) befinden sich in Aarau und Baden.

Infrastruktur/Einkaufen

In Dorf befindet sich eine Metzgerei. Im Nachbardorf Bözen lassen sich im Volg die Besorgungen für den täglichen Gebrauch erledigen. Ein breites Einkaufsangebot bieten das nahegelegene Frick und Brugg. Die für [REDACTED] zuständige Poststelle befindet sich in Bözen.



Abbildung 5: Makrolage
[Quelle: AGIS]

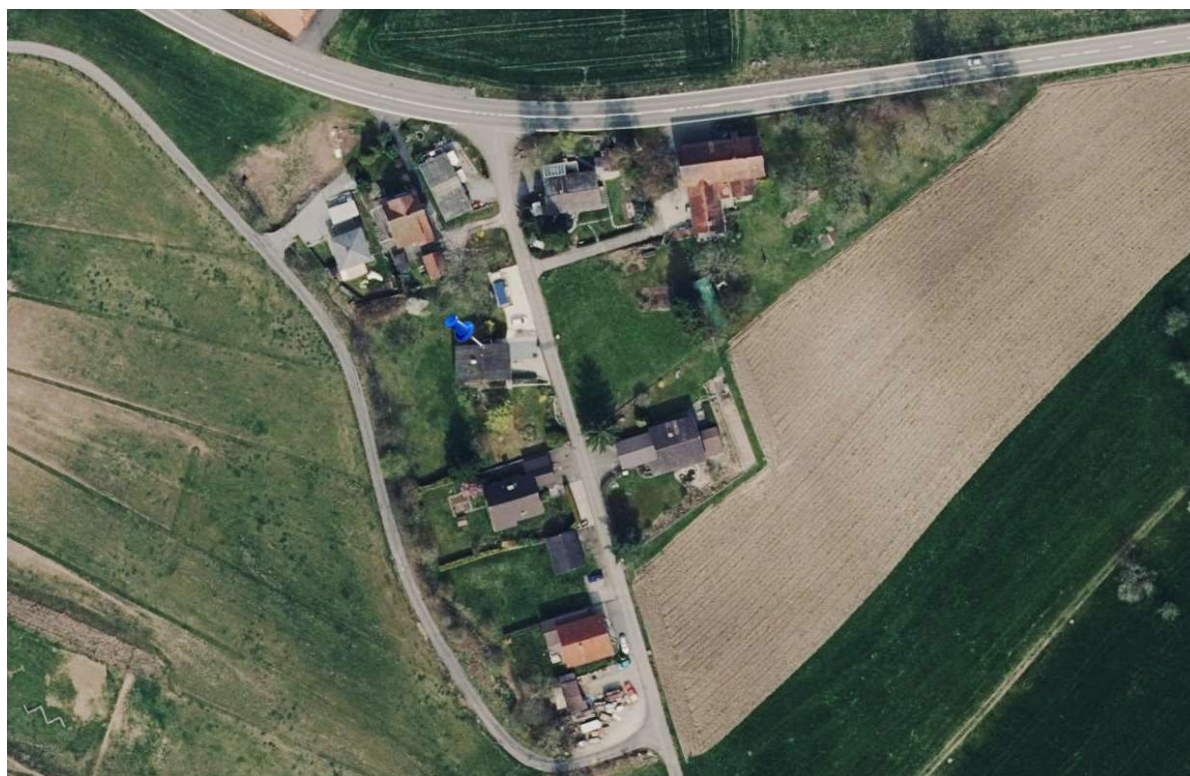


Abbildung 6: Luftbild Mikrolage
[Quelle: AGIS]



2.2 Energetische Standortbeurteilung

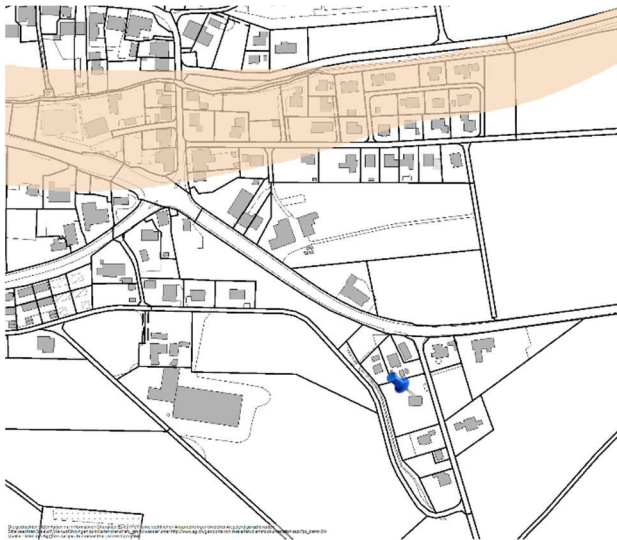


Abbildung 7: Grundwasserkarte

[Quelle: AGIS]

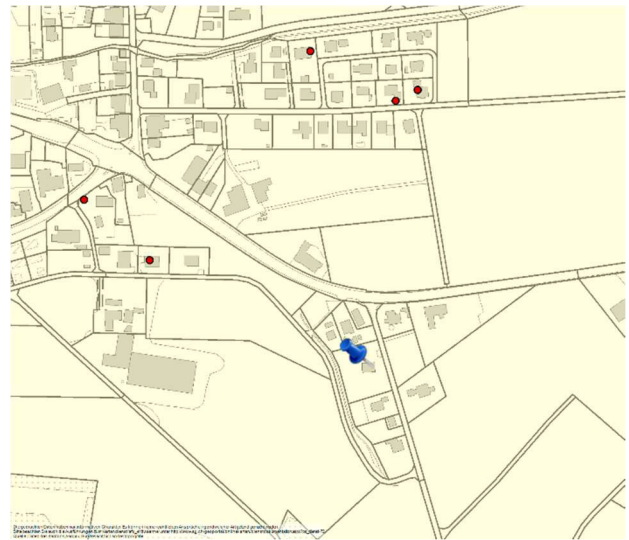


Abbildung 8: Erdwärmenutzung

[Quelle: AGIS]

Grundwasser

Das Gebiet liegt nicht in einer nutzbaren Grundwasserzone. Grundwasser-Wärmepumpe als System kann somit ausgeschlossen werden.

Erdwärme

Die Karte rechts sagt aus, dass die Nutzung des Erdreichs durch Erdwärmesonden grundsätzlich möglich ist. Nähere Abklärungen haben ergeben, dass für die Bohrungen eine geologische Begleitung erforderlich - und die Bohrtiefe auf maximal 200m beschränkt ist, da sich darunter eine Schutzzone (geologisches Tiefenlager) befindet.

In der gleichen Karte ist auch ersichtlich, dass bereits Bohrungen in der näheren Umgebung bewilligt und z.T. auch ausgeführt wurden und somit auch geologische Grundlagen und Erfahrungen vorhanden sind und abgerufen werden können. Von diesen fünf Bohrungen ist eine sogar bis 210m Tiefe, jedoch ist nur eine Bohrung (150m) mit Wärmentzug.

Gas

Die Gemeinde [REDACTED] verfügt über keine Gasversorgung.

Fernwärme

Der nächstgelegene Fernwärmeanschluss der AEW Energie AG befindet sich im Dorfzentrum. Die Distanz wäre zu gross resp. zu teuer für einen wirtschaftlichen Anschluss.



2.3 Gebäudehülle / Bausubstanz

Das bewertete Einfamilienhaus ist freistehend und in massiver Bauweise, im Jahre 1964 erstellt worden.

Das Gebäude ist kompakt gegliedert und umfasst ein Keller-, Erd- und Dachgeschoss. Wobei das Dachgeschoss teilweise ausgebaut, bewohnt und beheizt wird. Im Erdgeschoss wurde der Innenausbau, Küche und Bad komplett erneuert.

Die Vorschläge zu möglichen Verbesserungen wurden wie folgt priorisiert:

-  Kurzfristig planbare Massnahmen innert Jahresfrist
-  Mittelfristige Massnahmen 1 bis 5 Jahre
-  Langfristige Massnahmen 5 bis 10 Jahre

Gebäudehülle

Die Dämmwerte der Gebäudehülle weisen einen schlechten Wärmeschutz auf und entsprechen dem Baujahr der Erstellung.

Sie überschreiten die heutigen Anforderungen an Neubauten um mehr als das 3-fache.

Gebäudealter / Bautyp / Architektur

Bei dem Objekt handelt es sich um ein typisches Einfamilienhaus (5 ½ Zimmer) aus den 60-er Jahren (1964): klein, aber charmant in massiver Bauweise aus Backstein mit Satteldach und Ziegeleindeckung.

Tragfähigkeit

Die Tragfähigkeit der einzelnen Bauteile wurde nicht speziell geprüft. Aufgrund der massiven Bauart und der visuellen Begutachtung scheint die Tragfähigkeit jedoch nicht kritisch zu sein. Gemäss externer Beurteilung ist einzig eine Abstützung des Dachstuhls auf eine Decke im OG noch genauer zu prüfen.

Die geplante Sparrenaufdopplung beim Dach bewirkt gleichzeitig eine zusätzliche Verstärkung des Dachstuhls. Dies ist auch von Nutzen, wenn später allenfalls noch eine Photovoltaik-Anlage auf das Dach montiert wird.

Bauteile (Umbauten / Erneuerungen / Schäden)

Die Bauteile werden folgend mit Symbolbildern dargestellt und können von der effektiven Ausführung abweichen. Der effektive Aufbau wird unter „U-Wert IST“ detailliert beschrieben.



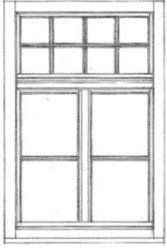
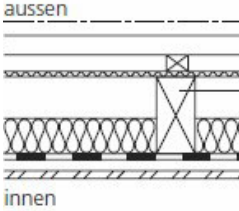
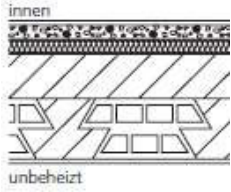
Bauteil	U-Wert IST	Beurteilung	Mögliche Verbesserung	P
Fassade 	Innenputz Backstein 10 cm Luftspalt . 3 cm Backstein 18 cm Aussenputz U-Wert bestehend ~ 1.1 W/m²K	Stark abgenutzte Fassaden, anstehende Verputzsanierung. Diverse Risse und Blasenbildungen im Aussenputz	Im Bericht Variante B und C Anbringen einer mineralischen Aussenwärmedämmung. Z.B. 16 cm Steinwolle 0.035 U-Wert 0.20 W/m²K Variante A im GEAK Innendämmung mineralisch im Bereich Estrich Knie- und Giebelwände. U-Wert 0.20 W/m²K	
Innenwand lw1 	Innenputz Backsteinwand roh oder verputzt U-Wert bestehend ~ 1.5 W/m²K	Ungedämmte Wände im UG von beheizten- zu unbeheizten Räumen	Im Bericht Variante A - C Klare Trennung dieser Räume im UG mittels anbringen von 10- 14 cm Wärmedämmung. U-Wert 0.25 W/m²K Neue Abschlusstüre im UG gedämmt, mit Planetdichtung	
Fenster 	Kunststoffenster 2-fach Verglasung Wärmeschutzbesch. Climaplust St. Gobain Uw bestehend ~ 1.5 W/m²K ~	Leicht abgenutzt Vorwiegend dicht Ostfassade neues Fenster mit 3- fach Wärmeschutzverglasung	Im Bericht Variante C Neue 3-fachverglaste Fenster Ug 0.7 W/m²K oder besser Uw 1.0 W/m²K oder besser Achten Sie auf gedämmte Fensterleibungen, Sturz und Bank. Ev. Fenster aussen in der Dämmebene anschlagen.	
Steildach 	Zwischensparren- Dämmung ca. 4cm Pavatex- Unterdach U-Wert bestehend ~ 0.70 W/m²K	Die Lebensdauer (Lebenszyklus) des Daches ist abgelaufen. Eine Komplettisanierung ist anstehend.	Im Bericht Variante A - C Gesamte Dachfläche dämmen. Zwischensparrendämmung + Holzfaserunterdach erstellen. Ziel U-Wert 0.18 W/m²K Ev. gleichzeitig PV-Anlage anstelle Ziegel im Dach integrieren. In keiner Variante aufgeführt.	
Kellerdecke 	Bodenbelag Unterlagsboden mit Bodenheizung EPS Zysola 2.5 cm Tonhurdendecke mit Betonüberzug U-Wert bestehend ~ 0.60 W/m²K	Böden neu 2015 mit Fussbodenheizung EPS Dämmung 2.5 cm Zysola	Im Bericht Variante A - C Mineralische Dämmplatten von 8 - 10 cm Dicke von unten montieren. U-Wert 0.25 W/m²K Zugänglichkeit elektrischer- und sanitärer Installationen beachten. Gleichzeitig ungedämmte Heiz- und WW-Leitungen nachdämmen.	

Tabelle 1: Bauteilbeurteilung



Wärmeschutz im Winter / U-Werte

Die vorgeschlagenen Aufbauten (siehe Tabelle 1: Bauteilbeurteilung) der einzelnen Bauteile der Gebäudehülle erfüllen nicht nur die gesetzlichen Mindestanforderungen für Umbauten, sondern erfüllen die Anforderungen an Neubauten und sind somit förderberechtigt.

- ⇒ Weitere Infos zu diesem Thema s. Kap. 7.3
- ⇒ Die U-Wert Berechnungen der einzelnen Bauteile sind im Anhang 9.2 zu finden.

Wärmeschutz im Sommer

Die Fensterläden werden durch Lamellenstoren ersetzt. Diese fungieren als hocheffizienter Sonnen- und Wetterschutz ermöglichen sie eine differenzierte Lenkung des Tageslichts und damit eine optimale Raumausleuchtung. Sie schützen vor unerwünschten Einblicken und machen im Bedarfsfall eine komplette Abdunkelung möglich.

Bei den Fenstern sind Gläser mit Wärmeschutzbeschichtung vorgesehen. Durch die spezielle Beschichtung erreicht das Isolierglas eine hohe Lichttransmission (LT-Wert) bei einem gleichzeitig verhältnismässig niedrigen Gesamtenergiedurchlassgrad (g-Wert). Diese sorgen also für verhältnismässig viel natürliches Tageslicht, verhindert aber das Überhitzen durch Sonneneinstrahlung im Sommer.

Ausserdem steht durch die massive Bauweise viel Masse zur Wärmespeicherung zur Verfügung, was einer schnellen Überhitzung des Gebäudes entgegenwirkt.

Im Steildach wird zusätzlich zur Mineralfaserdämmung (Zwischensparrendämmung) ein 10 cm dickes Holzfaserunterdach eingebaut. Durch die somit eintretende Phasenverschiebung (verzögerte Wärmeeindringung) ist der sommerliche Wärmeschutz optimal gelöst und eine Überhitzung in den Dachzimmern verhindert.

- ⇒ Weitere Infos zu diesem Thema s. Kap. 7.4

Wärmebrücken

Das Gebäude wurde mit Hochparterre und unbeheiztem Kellergeschoss gebaut. Dies birgt – auch in Kombination mit dem durchgehenden Treppenhaus – einige potenzielle Wärmebrücken. Daher soll nicht nur die Kellerdecke, sondern auch das Treppenhaus gedämmt werden. Die Fassade soll im unbeheizten Sockelbereich mindestens bis 1m über die Kellerdecke hinaus gedämmt werden um die Wärmebrücke in diesem Bereich zu vermindern (vgl. Abschnitt „Sockelbereich“ im Kapitel Gebäudehülle).

Auch das Abtrennen des bestehenden Balkons ist eine wichtige Eliminierung einer Wärmebrücke. Der neue Balkonanbau wird thermisch und statisch getrennt aufgebaut.

- ⇒ Weitere Infos zu diesem Thema s. Kap. 7.5





2.4 Haustechnikanlagen

Der Technikraum befindet sich im Untergeschoss, ausserhalb der thermischen Gebäudehülle in unbeheiztem Raum.

Wärmeerzeugung

Die bestehende Ölheizung mit integrierter Brauchwarmwassererwärmung muss altershalber mittelfristig ersetzt werden.

Installation	Typ	Beurteilung	Mögliche Verbesserung	P
	Ölheizung Kessel Oertli Typ CERN 141 E Leistung 21 kW Jahrgang 1996	Der Wärmeerzeuger (inkl. integrierter WW-Speicher) ist veraltet und muss mittelfristig ersetzt werden. Wird die Gebäudehülle wie im GEAK beschrieben und vorgeschlagen gedämmt, so kann ein alternatives Heizsystem wie z.B. eine Wärmepumpe eingesetzt werden.	Auslegung neue Heizleistung anhand der umgesetzten Dämmassnahmen an der Gebäudehülle Heizungsersatz mit alternativem System, gem. GEAK-Variante C empfohlen Ungedämmte Heiz- und WW-Leitungen nachdämmen.	
	Heiz- und Warmwasserleitungen	Teilweise sind ungedämmte Heiz- und Warmwasserleitungen vorhanden. Wärmeverluste durch abkühlen der Leitungen in den unbeheizten Kellerräumen und der Garage sind vorhanden. (Verteilverluste 20-30%)	Die ungedämmten Heiz- und WW-Leitungen nachdämmen. Ausführung zusammen mit anstehendem Heizungsersatz. Achtung: Koordination mit Kellerdeckendämmung!	

Wärmeverteilung- und Abgabe (Regulierung / Umwälzpumpen)

Installation	Typ	Beurteilung	Mögliche Verbesserung	P
	Umwälzpumpen Grundfos Alpha 2	Neue Pumpen mit bester Energieeffizienzklasse A	Keine Massnahmen erforderlich	

Die Wärmeverteilung erfolgt im EG über ein neues Fussbodenheizsystem und im OG über Radiatoren.

Warmwasseraufbereitung / Wasserbehandlung (Härte)

Die Wasserhärte in [REDACTED] beträgt durchschnittlich etwa 37-38°fH (je nach Wasserherkunft) und gilt somit eindeutig als hartes Wasser. Weicheres Wasser hat zwar gewisse Vorteile (z.B. Kalkablagerungen, Waschmitteldosierung), eine Wasserenthärtungsanlage ist trotzdem nicht zwingend notwendig (hartes Wasser = gesundes Wasser!).

⇒ Weitere Infos zu diesem Thema s. Kap. 7.8

**Warmwasserverteilung / Zirkulation (Legionellen)**

Eine Legionellenschaltung (periodische thermische Desinfektion) ist bei einem EFH nicht zwingend notwendig, bei Personen mit Immunschwächen jedoch empfohlen. Bei stehenden Leitungen nach 2-3 Monaten spülen mit 70°C heissem Wasser..

⇒ Weitere Infos zu diesem Thema s. Kap. 7.9

Lufterneuerung

Der notwendige Luftwechsel wird für dieses Gebäude durch manuelles Lüften (Fensterlüftung) sichergestellt.

Reinigung / Zentralstaubsauger

Es ist kein Zentralstaubsauger vorhanden; ein Einbau ist nicht geplant (erwünscht).

Gebäudeautomation

Das Gebäude verfügt über keine spezielle Automation; ein Nachrüsten ist nicht vorgesehen.



2.5 Geräte und Besonderes

Kochen

Bezeichnung / Foto	Ort	Beurteilung	Mögliche Verbesserung	P
	Glaskeramik, Backofen und Küchengeräte im allgemeinen	Die Küche und Geräte sind neueren Datum und daher energetisch im guten Bereich.	Laufender Ersatz durch „Bestgeräte“. Auswahl unter www.topten.ch Geschirrspüler ans Warmwasser anschliessen.	

Waschen

Bezeichnung / Foto	Ort	Beurteilung	Mögliche Verbesserung	P
	Waschmaschine, Tumbler	Zum Teil sind ältere Haushaltsgeräte vorhanden. Waschmaschine ist bereits A+++	Laufender Ersatz durch „Bestgeräte“. Auswahl unter www.topten.ch Waschmaschine ans Warmwasser anschliessen.	

Haushaltsgeräte

Zum Teil sind noch ältere Haushaltsgeräte vorhanden. Diese sollen bei Lebensdauerende laufend durch „Bestgeräte“ ersetzt werden.

Beleuchtung

Zum Teil sind noch ältere Beleuchtungsmittel vorhanden. Diese sollen durch LED ersetzt werden. Weitere Informationen zum Thema „Effiziente Geräte und Beleuchtung“ sind in folgendem Infoblatt vom Kanton Aargau zu finden:

https://www.ag.ch/media/kanton_aargau/bvu/dokumente_2/energie/bauen_energie_1/energieberatung_aargau/20161020_Infoblatt_Geraete_und_Beleuchtung.pdf

Multimedia / Telefonie / Netzwerke

Der Telefonanschluss wird per überirdischen Drahtleitungen ins Haus geführt. Dieser Anschluss an der Fassade muss bei der Fassadendämmung berücksichtigt werden, da dieser die Grundlage ist für jegliche elektronische Kommunikation im Haus.

⇒ Mit Anbietern alternative Möglichkeiten prüfen und offerieren lassen.



2.6 Lebensdaueranalyse

Nachfolgende Abbildung (Grossdarstellung s. Anhang 9.4) zeigt die ungefähre Lebensdauer der wichtigsten Bauteile. Dabei werden folgende Bedeutungswerte farblich unterschieden:

■ Grün:	Restnutzungsdauer des Bauteils > 10 Jahre.
■ Gelb:	Restnutzungsdauer des Bauteils 5 -10 Jahre.
■ Orange:	Restnutzungsdauer des Bauteils 2 - 4 Jahre.
■ Rot:	Restnutzungsdauer des Bauteils unter 1 Jahr oder Überschreitung der angegebenen Nutzungsdauer. Erneuerung des Bauteils dringend bzw. besonders kritische Beobachtung des Bauteils sinnvoll, da mit Notwendigkeit eines Bauteilersatzes jederzeit zu rechnen ist.

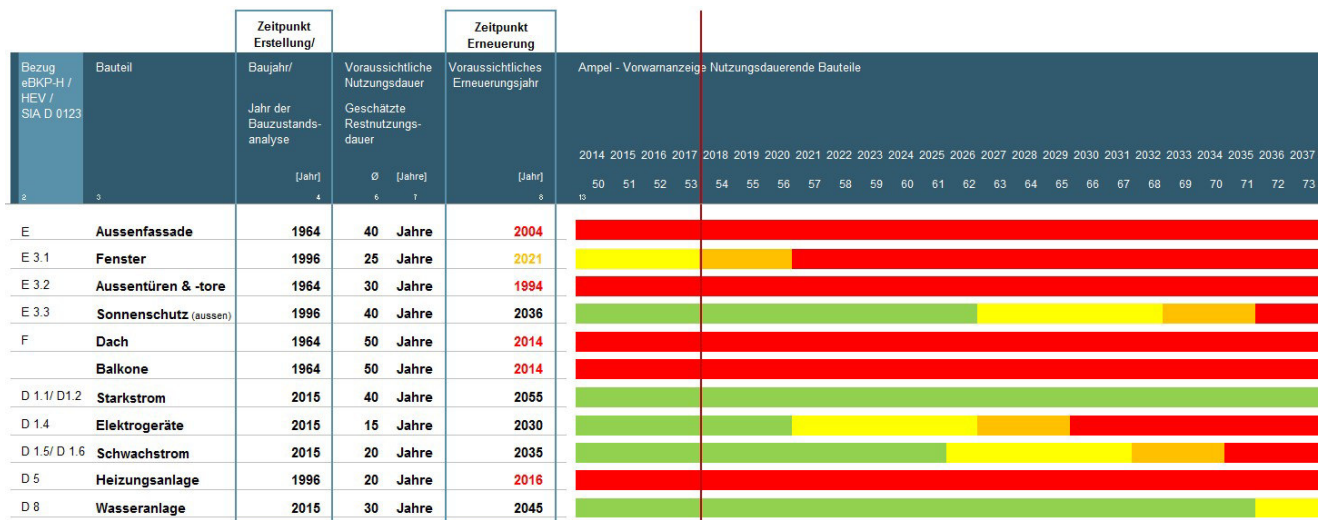


Abbildung 9: Lebensdaueranalyse

Im Rahmen der bisherigen Innenausbauarbeiten wurde einiges bereits erneuert (Wasseranlage, Strom sowie diverse Elektrogeräte). Jetzt fällig sind Fassade, Dach, Balkon und Heizungsanlage. Dies entspricht auch den geplanten Erneuerungen. Die Fenster können noch ein paar Jahre weiter verwendet werden, jedoch wäre aus bautechnischen Gründen ein Ersatz gleichzeitig mit der Fassade vorteilhaft.

Erneuerungsdiagramm

Die Grafik zeigt den prinzipiellen Zustandswert bezogen auf die Bausubstanz.

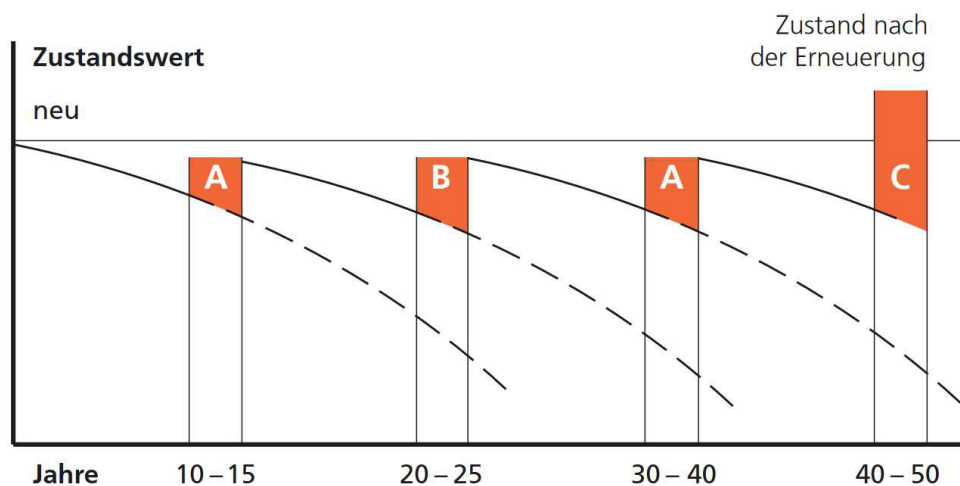


Abbildung 10: Erneuerungsdiagramm

[Quelle: BFE, Mehrfamilienhäuser energetisch richtig erneuern (2014)]



A) Werterhaltung (kleine Instandsetzung): Erste Massnahmen sind nach 10 bis 15 Jahren Gebrauch notwendig: Erneuerung von Teppichen, Wandbelägen usw.

B) Teilerneuerung (grosse Instandsetzung): Weitergehende Massnahmen stehen nach 20 bis 25 Jahren an: Innenausbau, Bad/WC, Küche, Teile der Gebäudehülle, Gebäudetechnik usw.

C) Umfassende Erneuerung: Sie sind meistens nach 40 bis 50 Jahren notwendig: Erneuerung Gebäudehülle und Gebäudetechnik, Installationen, gesamter Innenausbau. Der Zustandswert des Gebäudes kann nach einer umfassenden Erneuerung, je nach Umfang der Massnahmen, unter, oder über dem Neubauwert liegen.

Sehr oft werden die notwendigen Erneuerungsmassnahmen hinausgeschoben und zu spät getätigt. Dies hat zur Folge, dass sich der Zustandswert der Liegenschaft vermindert. Wie viel in die Erneuerung investiert werden soll, ist aufgrund einer Erneuerungsstrategie festzulegen

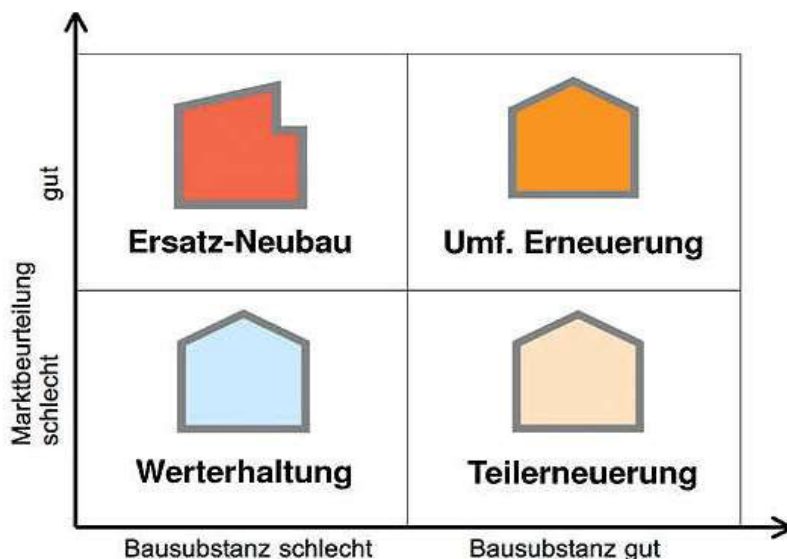


Abbildung 11: Gebäudestrategie in Abhängigkeit von Marktpotenzial und Bausubstanz

Anhand der Lebensdaueranalyse und der Marktbeurteilung (vgl. Abbildung 11) soll ein strategischer Entscheid gefällt werden.

⇒ Weitere Infos zu diesem Thema s. Kap. 2.9

2.7 Allfällige Instandsetzungsmassnahmen

Instandsetzungsmassnahmen noch vor der Renovation auszuführen würde bei diesem Objekt keinen Sinn machen. Bei den erst kürzlich erneuerten Bereichen im Innenausbau sind die jeweiligen, spezifischen Lebenszyklen zu betrachten.

Generelle Informationen zu Unterhaltsarbeiten an den einzelnen Bauteilen, Instandsetzung und Erneuerung gibt es auch vom Hauseigentümerverband (HEV) Schweiz im Buch „Unterhalts- und Erneuerungsplanung“ (2017).



2.8 An- und Ausbaupotenzial des Gebäudes

Umnutzungen: Die Garage könnte ausgebaut und zu einem Büro umgenutzt werden (anstelle des Bürocontainers im „Garten“). In diesem Bereich müsste dann die Aussenwärmdämmung im Erdreich bis runter, über die Bodenplatte UG (Fundament) ausgeführt werden.

Anbauten: Sind bereits geplant bei Küche und Eingang (mit Carport).

Balkonvergrösserung: Dient zur Vergrösserung des Aufenthaltsbereichs und zur Eliminierung von Wärmebrücken (Abtrennung der bestehenden Platte). Ist so geplant (kombiniert mit Anbau bei Küche).

Dachausbau: Das Dachgeschoss ist bereits weitgehend ausgebaut. Ein weiterer Ausbau, oder der Einbau von Lukarnen, sind nicht geplant.

Dachaufstockung: Eine Aufstockung um ein weiteres Geschoss ist an diesem Standort nicht erlaubt (Wohnzone W2, 2 Geschosse).

Ausnützungsziffer

Als Grundvoraussetzung, dass solche An- oder Ausbauten überhaupt realisiert werden dürfen, muss die maximal zulässige Ausnützungsziffer berücksichtigt werden. Die Ausnützungsziffer ist das Verhältnis zwischen der Parzellengrösse und der Bruttogeschossfläche (BGF).

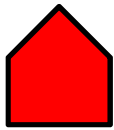
Gemeinde		
Örtliche Bezeichnung		
Adresse		
Parzellen Nr.	414	
Originalzonentyp Gemeinde (gem. BNO)	E2	
Zonentyp Kanton	Wohnzone, 2 Geschosse	
Lärmempfindlichkeitsstufe LSV	II	
Parzellenfläche	2026 m ²	
Max. Ausnützungsziffer	0.5	
Erlaubte Bruttogeschossfläche	1013 m ²	
Daten-Istzustand		
Bruttogeschossfläche A	157 m ²	Entspricht EBF von EFH
Bruttogeschossfläche B	15 m ²	Fläche von Bürocontainer
Total Bruttogeschossfläche	172 m ²	
Reserve Bruttogeschossfläche	841 m²	

Tabelle 2: Berechnung BGF-Reserve

⇒ **Fazit:** Die maximale Ausnützungsziffer ist hier absolut unkritisch. Diese grosse Parzelle lässt genügend Spielraum offen für jegliche An- oder Ausbauten.



2.9 Strategische Optionen

**Ausgeschlossene Strategien: VERKAUF:**

Die Gebäude wurden erst kürzlich erworben mit dem Ziel der Modernisierung.

Ausgeschlossene Strategien: ABRUCH:

Die Grundsubstanzen der Gebäude sind in gutem Zustand. Fundament und Mauern sind massiv aufgebaut. Die Raumaufteilung ist akzeptabel und der Innenausbau wurde bereits erneuert. Daher sind die wirtschaftlichen Parameter für einen Abbruch und Ersatzneubau nicht gegeben.

**Verworfenne Strategie: INSTANDHALTEN:**

Die Gebäudehülle ist stark abgenutzt, weist diverse Risse und Blasenbildungen im Aussenputz auf und entspricht nicht mehr den heutigen energetischen Anforderungen. Die Lebensdauer der Bauteile sind abgelaufen und müssen erneuert werden. Wird das Gebäude nur instandgehalten, bringt das verhältnismässig hohe Kosten mit geringem Nutzen, da eine Modernisierung der Gebäudehülle unumgänglich ist.

**Gewählte Strategie: INVESTIEREN:**

Die Bausubstanz ist in einem guten Zustand, das Gebäude kompakt erstellt. Somit wäre es möglich, nach MINERGIE®-Standard zu modernisieren. Auch wenn eine solche Zertifizierung nicht angestrebt wird, ist es doch möglich eine gute, energiesparende Modernisierung zu erzielen. Ausserdem führt dies auch zu einem angenehmen Wohnklima. Gleichzeitig schafft es Möglichkeiten für optische Veränderungen mit gleichzeitiger Reduktion von Wärmebrücken (z.B. Balkon und Eingangsbereich). Mit den geplanten Anbauten bei Küche und Eingang sowie allenfalls ein Ausbau im Untergeschoss, wird ein grösseres Platzangebot mit echtem Mehrwert geschaffen. Mit all diesen Massnahmen wird die Wohnqualität enorm gesteigert.



Im Weiteren gibt es bei einer Modernisierung folgende wichtige Fragen zu klären:

Thematik	Fragen	Inputs
Zeithorizont	- Wie lange nutzen wir das Haus selber? - Wer nutzt das Haus später? - Soll es verkauft oder vermietet werden?	- Mit Familienmitgliedern sprechen - Mietertrag kann die Finanzierung sichern
Standort / Lage	- Wie attraktiv ist die Lage der Immobilie?	- Gemeinde, Aussicht, Anbindung an den öffentlichen Verkehr, Strassenlärm, Schulen, Versorgung
Potenzial	- Kann das Haus erweitert werden? - Was lassen die örtlichen Bauvorschriften zu?	- Ausbau des Dachgeschoss oder ein Anbau
Nutzung	- Wie viele Personen leben heute im Haus, wie viele werden es in ein paar Jahren sein? - Wie sieht die Nutzung aus für Jung und Alt? - Ist gewerbliche Büronutzung gewünscht?	- Familienplanung - Mehrgenerationenhaus - Barrierefrei - Sind Familienmitglieder interessiert
Ausbaustandard	- Entspricht der Ausbau den heutigen Anforderungen? - Was sind meine Anforderungen?	- Küche, Bad, Wohnräume, Raumaufteilung etc.
Raumaufteilung	- Entsprechen die Einteilung der Räume und die Wohnfläche den heutigen und zukünftigen Anforderungen und Bedürfnissen? - Ist eine einfache Anpassung möglich?	- offene Küche - grosses und lichtdurchflutetes Wohnzimmer - grosse Nasszellen
Baulicher Zustand	- Wie ist der Zustand der einzelnen Bauteile? - Wie ist der Zustand der Haustechnik und der Geräte?	- Fassade, Dach, Fenster, Fundament, Keller etc. - Heizung, Wasser, Abwasser, Abluft, Elektro etc.
Komfort	- Gibt es störende Luftzugerscheinungen? - Werden einzelne Räume nicht richtig warm? - Überhitzen Räume im Sommer? - Gibt es Probleme mit der Feuchtigkeit?	
Energieverbrauch	- Wie hoch ist der Energieverbrauch? - Sind die Kosten akzeptabel oder sehr hoch?	- Energieverbrauch von Öl, Gas, Strom etc. messen und eine Energiekennzahl ermitteln
Finanzierung	- Wie können die Massnahmen finanziert werden?	- Eigene Mittel prüfen - Finanzierungsmodelle mit der Bank klären - Mietertrag zur Finanzierung generieren

Tabelle 3: Wichtige Fragestellungen vor einer Modernisierung
 [Quelle: Infoblatt Gebäudemodernisierung, Kanton Aargau]



3.0 Energetisches Konzept Gebäudehülle

3.1 Gebäudehülle

Eine gut funktionierende Gebäudehülle benötigt konstruktiv und bauphysikalisch gut gelöste Anschlüsse und Fassadenöffnungen mit sauberer Ausführung. Das Bundesamt für Energie (BFE) hat dazu den Bericht „Gute Detaillösungen im Fassadenbereich“ veröffentlicht. Um möglichst neutral gute Lösungen vorschlagen zu können, haben wir nach Möglichkeit Vorschläge vom BFE übernommen.

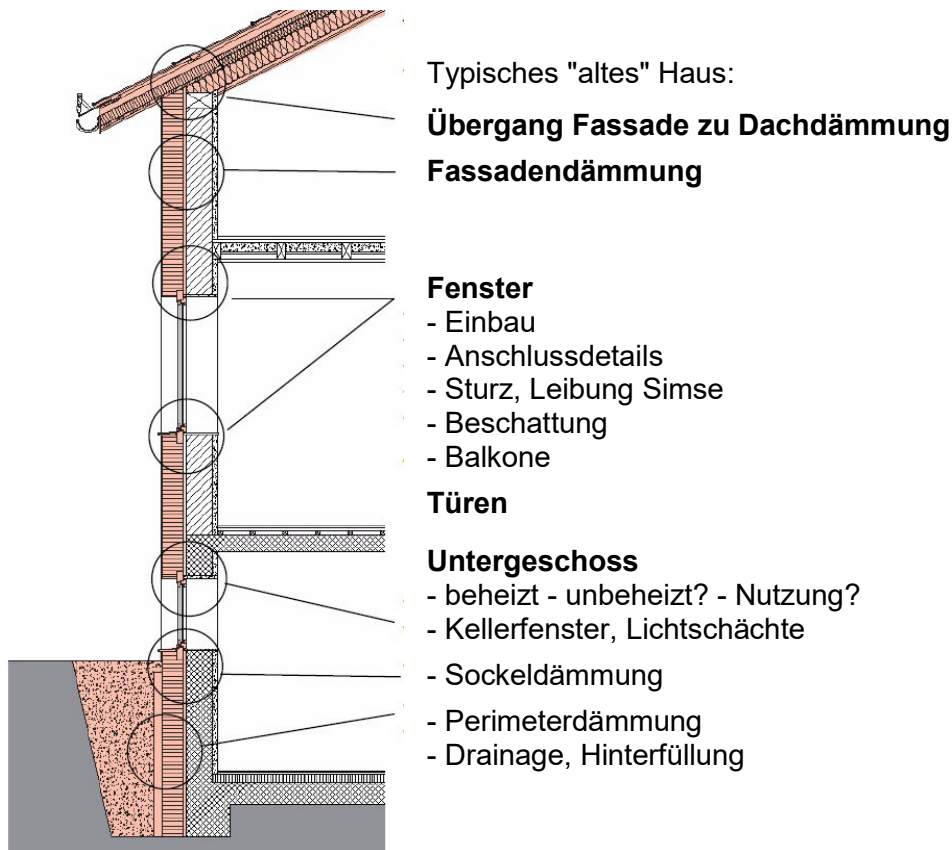


Abbildung 12: Kritische Schwerpunkte
[Bild Quelle: Flumroc]

Sockelbereich / Perimeter

Es gibt zwei mögliche Varianten zur Ausführung der Dämmungen im Untergeschoss – Gebäudesockelbereich (siehe Bilder unten):

Variante 1: Perimeterdämmung (s. Abbildung 13)

Hier wird die Aussenwärmedämmung im Erdreich bis auf die Fundamentplatte im UG gedämmt. Eine Kombination zusammen mit einer Kellerdeckendämmung ist bei dieser Variante nicht generell auszuschliessen. Vor allem bei Wärmeabgabesystemen mit Fussbodenheizung ist dies sogar empfehlenswert.

Vorteile:

- Höhere Temperaturen im UG (Lager, Werkstatt, Eingangsbereich)
- Höhere Oberflächentemperaturen der Wände (kein Kondensat, Schimmelpilze)
- Wärmebrücken entschärft
- Umnutzung und Beheizung der Räume später ohne Probleme möglich
- Mauerdurchfeuchtung gelöst (Sanierung, Abdichtung möglich)
- Einbau oder Sanierung der Sickerleitung möglich
- Keine unansehnliche, aufwändige Flankendämmung der Wände "von innen"

**Nachteile:**

- Höhere Temperaturen für Weinkeller oder Fruchtelager nachteilig
- Aufwand / Kosten für Grab- und Erstellungsarbeiten
- Je nach Bausituation (Betonverbindungen, Anbauten) nicht möglich

Variante 2: UG-Deckendämmung (s. Abbildung 14)

Hier wird nur die Decke gegen UG gedämmt. Die Aussenwärmendämmung wird im Sockelbereich nur bis mindestens 20 cm unter Terrain resp. 1m über Kellerdecke gedämmt.

Vorteile:

- Tieferere Temperaturen für Weinkeller oder Fruchtelager geeignet
- Kostengünstige Ausführung, im Eigenbau möglich

Nachteile:

- Tieferere Temperaturen im UG (Lager, Werkstatt, Eingangsbereich)
- Wärmebrücken verschärft, Flankendämmung empfohlen
- Späterer Raumausbau nur mit anbringen von Innendämmung möglich (bedingt bauphysikalische Berechnungen durch einen Spezialisten)
- Problem der Mauerdurchfeuchtung nicht gelöst
- Tieferere Oberflächentemperaturen der Wände, Gefahr von Schimmelpilz und Kondensat
- Eher aufwändige Ausführung bei vorhandenen Rohr- und Elektroinstallationen

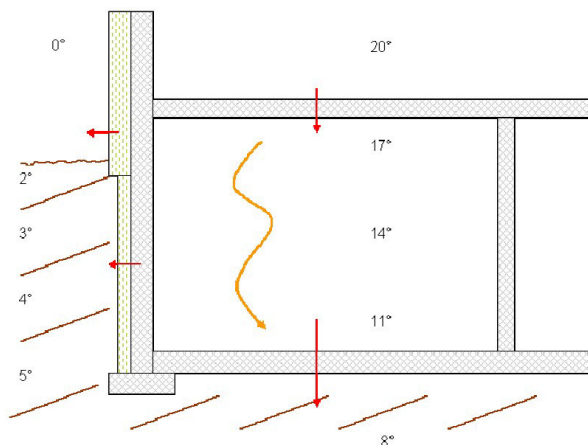


Abbildung 13: Perimeterdämmung

[Quelle: BFE]

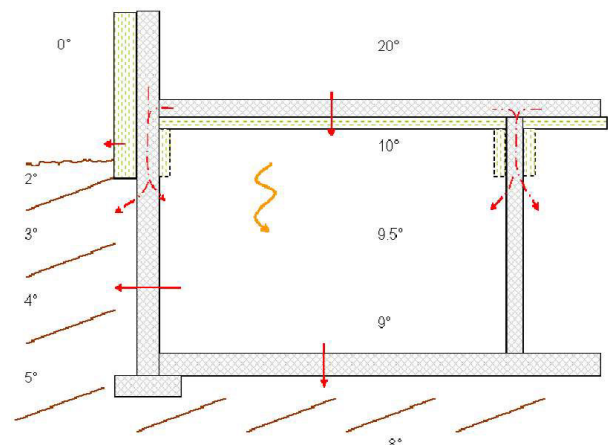


Abbildung 14: UG-Deckendämmung

[Quelle: BFE]



Fensteranschluss



Da die Fenster erst zu einem späteren Zeitpunkt (nach Fassaden-dämmung) ersetzt werden, müssen die Fenster bei diesem Objekt wieder am bisherigen Ort angeschlagen werden (mit den entsprechenden Vor- und Nachteilen).

Bei der Fensterauswahl gilt es zu beachten, dass ein System gewählt wird, das nebst energetisch guten Kennzahlen möglichst viel Licht in die Räume lässt, d.h. geringe Rahmenanteile (Rahmeneinstände, schmale Profile, schmale Mittelpartie, weniger Unterteilungen) sowie eine hohe Lichtdurchlässigkeit (LT-Wert, Lichttransmissionsgrad) beim Glas aufweist. Dies weil eine gute 3-fach Verglasung ca. 20% weniger Licht durchlässt (dafür 5-mal besser wärmedämmend) als eine alte 2-fach Verglasung.

Abbildung 15: Integralfenster bieten höheren Lichteinfall dank höherem Glasanteil
[Bild Quelle: topten.ch]

Storenkasten

Die bisherigen Fensterläden sollen durch Storenkasten ersetzt und in die Wärmedämmung der Fassade integriert werden.

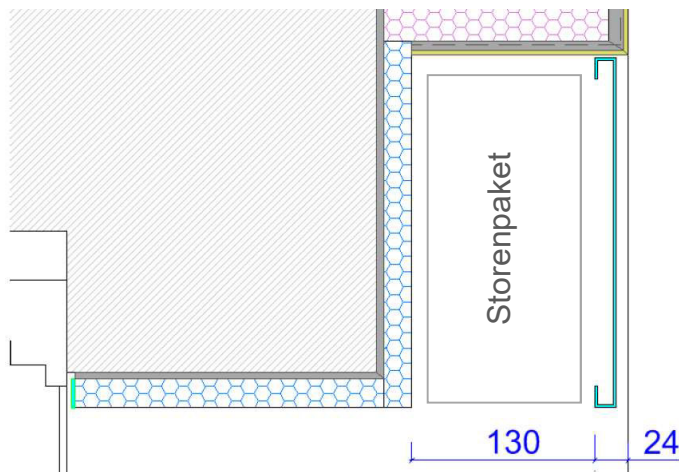


Abbildung 16: Storenkastendetail EFH
[Quelle:]

Beim konkreten Objekt soll die Fassaden-dämmung mindestens 16 cm betragen, somit kann das Mauerwerk mit 2 cm Hochleistungswärmedämmung über-dämmt werden. Wir empfehlen jedoch 18 cm Fassadendämmung damit das Mauerwerk mit 4 cm gedämmt werden kann. Da die Fensteranschlüsse bestehen bleiben sollen, empfehlen wir Sturz, Bank und Leibungen mit mindestens 2 cm (wo immer möglich 4-6 cm) Hochleistungs-wärmedämmung auszuführen.

Dach

Da der Innenausbau im Dachgeschoss schon fast abgeschlossen ist, macht nur eine Dach-sanierung von aussen Sinn. So bleiben bestehende Innenverkleidungen erhalten.

Als Dampfbremse wäre in diesem Fall eine Verlegung im Sub-Top Verfahren mit einer feuchte-variablen Dampfbremse empfehlenswert (vgl. Abbildung 50).

Eine Überdämmung des Sparrens ist bei diesem Objekt notwendig (U-Wert Berechnungen der verschiedenen Bauteile siehe Anhang). Die aussen gezeichnete Folie (grau dargestellt) ist die Winddichtung, welche ebenfalls wichtig ist, damit die Wärmedämmung nicht mit kalter Luft hinterpült wird.

⇒ Weitere Infos zu diesem Thema s. Kap. 7.13



Umsetzung

Bei den Renovationsarbeiten im OG wurde über den bereits fertiggestellten und beheizten Räumen vom Zimmermann/Dachdecker eine Dampfbremse vom Typ Intello auf der Raumseite der Sparren flächig verlegt und an die Wände angeschlossen.

Unter Berücksichtigung der zum Teil bereits bestehenden Dampfbremse und den teils schwierigen Anschlussdetails wird eine 2. Variante zur Umsetzung empfohlen. Diese braucht zwar mehr Material (Holz und Dämmung), dafür ist das Verlegen der Dampfbremse schneller und einfacher. Insgesamt ist diese Lösung weniger empfindlich für allfällige Schäden durch lokale Undichtheiten bei den Anschlüssen.

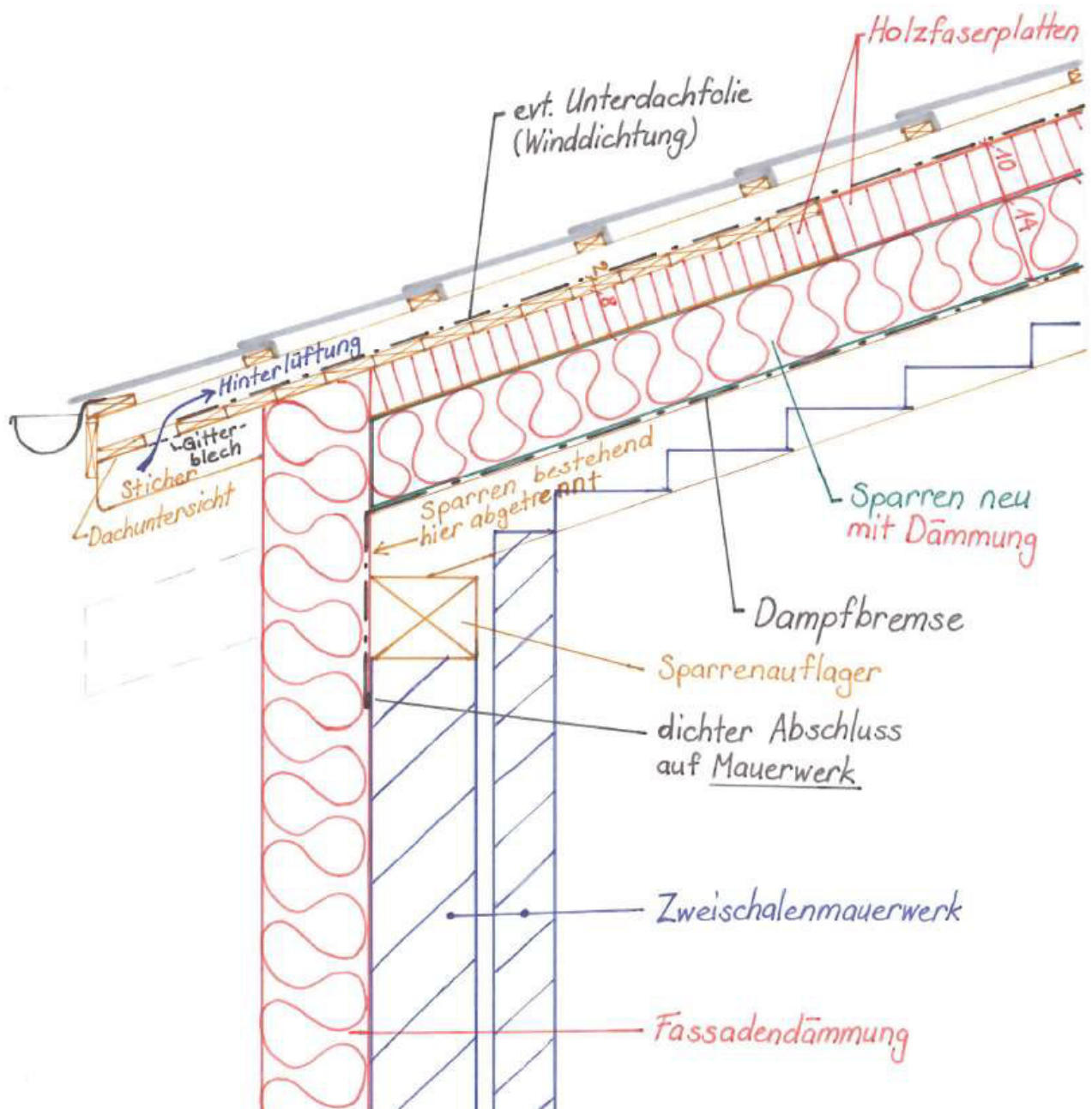


Abbildung 17: Skizze neuer Dachaufbau

Die bestehenden Sparren werden fassadenbündig abgetrennt, damit vollflächig eine Dampfbremse darüber verlegt werden kann mit einem dichten Abschluss auf das Mauerwerk. Auf die bestehenden Sparren werden neue Sparren aufgedoppelt mit Dämmung dazwischen und Holz-



faserplatten überdämmt. Für das neue Vordach werden Sticher verwendet. Durch ein Gitterblech in der Dachuntersicht wird die Hinterlüftung sichergestellt. Um jedoch eine Hinterspülung der Wärmedämmung zu verhindern, sollte noch eine Winddichtung angebracht werden. Die Dampfbremse ist hier gleichzeitig auch die Luftdichtheitsebene. Durch diese Konstruktion wird aufsteigende feuchte, warme Luft auch über die nach oben offenen Backsteinwände aufgefangen. Da die Dampfbremse überall auf der warmen Seite der Dämmung ist, besteht somit auch nicht die Gefahr von Kondenswasserbildung.

3.2 Luftdichtheitskonzept der Gebäudehülle

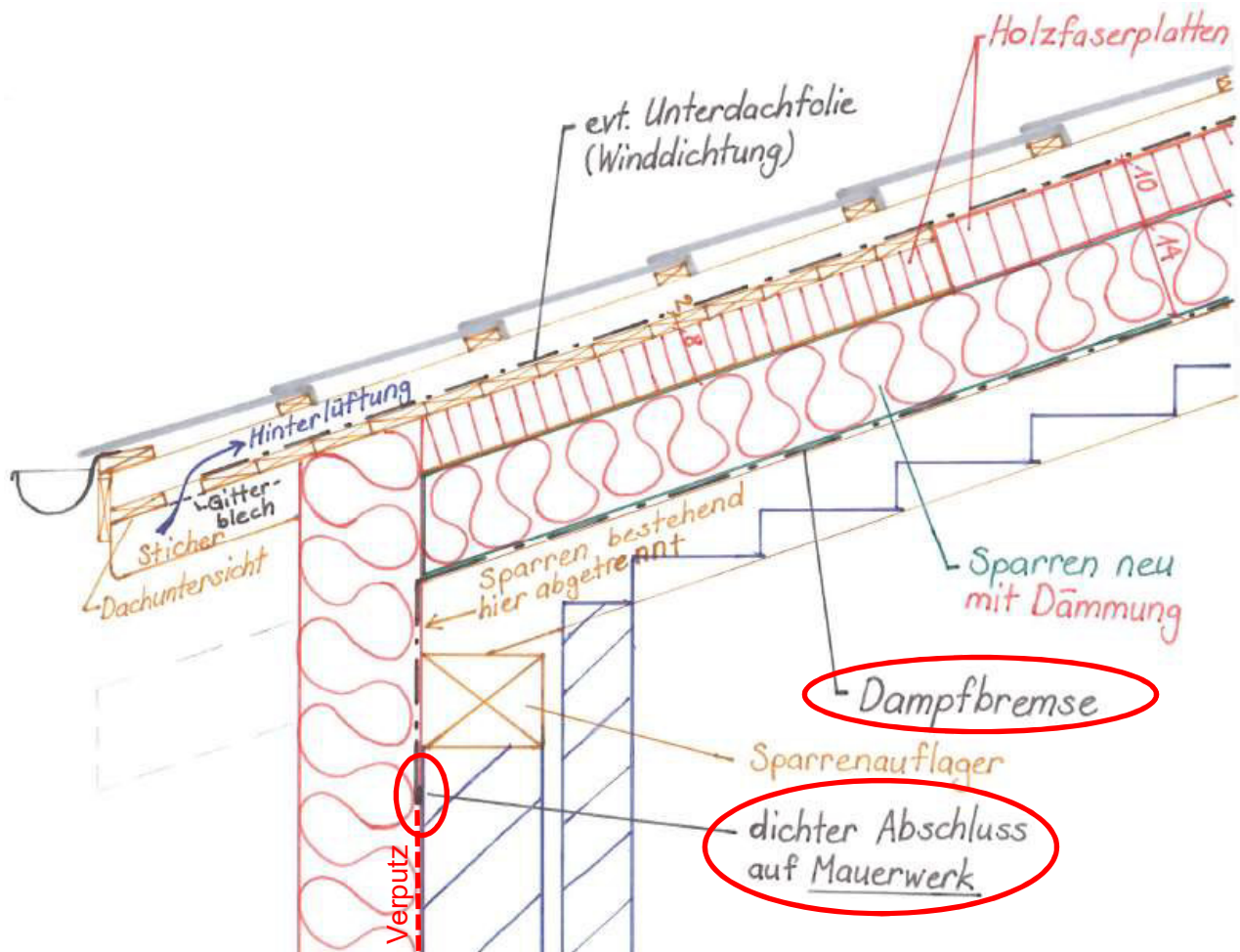


Abbildung 18: Massgebende Schichten für Luftdichtheit

Die massgebenden Schichten der Luftdichtheit verlaufen beim Dach über die bestehenden Sparren mittels Dampfbremse, mit einem dichten Abschluss auf das Mauerwerk. Bei der Fassade dient der Verputz auf dem bestehenden Mauerwerk als Luftdichtung und bei den Fenstern die äussere Abklebung auf die Leibung.

⇒ Weitere Infos zu diesem Thema s. Kap. 7.6



4.0 Energetisches Konzept Haustechnik

4.1 Evaluation / Vergleich möglicher Wärmequellen (Energiesysteme)

Gemäss vorangehender Analyse und den gesetzlichen Grundlagen können folgende Wärmequellen bereits ausgeschlossen werden:

- Grundwasser Wärmepumpen
- Gas
- Fernwärme
- Wasserstoff, Brennstoffzellen (noch nicht serientauglich)
- Elektro- Direktheizungen
- Kohle

Mit folgender Tabelle sind objektbezogen alle möglichen und sinnvollen Wärmequellen aufgelistet und anhand definierter Kriterien bewertet worden. Anhand dieser Auswertung können weitere Systeme ausgeschlossen werden.

Übersicht Wärmequellen						
	Sonne	Luft	Sole	Pellet	Stückholz	Öl
Verfügbarkeit	++	++	+	++	++	+
Versorgungssicherheit	+	++	++	+	+	-
Kleiner Platzbedarf	+	++	++	--	--	-
Wenig Unterhalt	++	++	++	-	-	-
Gutes Handling	++	++	++	+	--	+
Temperaturniveau	+	-	+	++	++	++
Auslegungstemperatur	-7°C	-7°C	0°C	-7°C	-7°C	-7°C
Regeneration	++	+	+	+	+	--
Tiefe Erschliessungskosten	++	+	--	-	-	-
Wirtschaftlichkeit	+	++	+	-	--	-
Erneuerbar / Ökologie	++	++	+	+	+	--

Tabelle 4: Vergleich möglicher Wärmequellen

Ausschluss weiterer Wärmequellen anhand obiger Analyse:

- Pellet Bestehender Tankraum soll eventuell später als Büro ungenutzt werden können, daher Platz für Lager nicht mehr gegeben.
- Stückholz Speicher- und Lagerplatz nicht vorhanden, Handling und Unterhalt zu gross.
- Öl Versorgungssicherheit, Erneuerbarkeit und Ökologie nicht gegeben

Folgende Wärmequellen kommen somit in die engere Auswahl und werden detaillierter evaluiert:

- Sonne Kombiniert mit anderen Wärmequellen
- Luft Kombiniert mit anderer Wärmequelle
- Sole Erdsonden- Wärmepumpe



4.2 Vergleich Energieverbrauch, Ökologie und Wirtschaftlichkeit

Aus vorangehenden Erkenntnissen werden folgende Systemvarianten miteinander verglichen:

- Variante 1 Luft- Wasser Wärmepumpe zur Deckung Heizwärmebedarf
Luft- Wasser Wärmepumpe zur Deckung Warmwasserbedarf
- Variante 2 Luft- Wasser Wärmepumpe zur Deckung Heizwärmebedarf
Luft- Wasser Wärmepumpe zur Deckung Warmwasserbedarf
8 kWp Photovoltaikanlage zur Stromerzeugung
- Variante 3 Sole- Wasser Wärmepumpe zur Deckung Heizwärmebedarf
Sole- Wasser Wärmepumpe zur Deckung Warmwasserbedarf
- Variante 4 Sole- Wasser Wärmepumpe zur Deckung Heizwärmebedarf
Sole- Wasser Wärmepumpe zur Deckung Warmwasserbedarf
8 kWp Photovoltaikanlage zur Stromerzeugung

Variantenvergleich Energiesysteme

Erstellt von:

	Modernisierung				Version 1				21. Juni 2017
Übersicht	1 V1 Luftwasser WP		2 V2 Luftwasser WP mit PV		3 V3 Erdwärmesonde WP		4 V4 Erdsonde WP mit PV		
Investitionskosten	●	36'000 CHF	▲	54'000 CHF	▲	52'000 CHF	◆	70'000 CHF	
Jährliche Kosten	●	3'600 CHF/a	●	3'600 CHF/a	◆	4'000 CHF/a	◆	4'000 CHF/a	
Primärenergiebedarf (gesamt)	●	16'800 kWh/a	▲	17'600 kWh/a	▲	17'200 kWh/a	◆	18'000 kWh/a	
Primärenergie nicht erneuerbar	◆	300 kWh/a	●	100 kWh/a	▲	200 kWh/a	●	100 kWh/a	
Treibhausgas-Emissionen	●	90 kg/a CO _{2e}	◆	320 kg/a CO _{2e}	▲	200 kg/a CO _{2e}	◆	420 kg/a CO _{2e}	
Umweltbelastung (UBP)	●	540'000 Punkte/a	◆	730'000 Punkte/a	●	610'000 Punkte/a	◆	800'000 Punkte/a	
Energiebedarf nach MINERGIE	◆	17'300 kWh/a	◆	9'500 kWh/a	◆	15'300 kWh/a	●	7'600 kWh/a	
Gestehungskosten Wärme		26.2 Rp./kWh		24.0 Rp./kWh		30.1 Rp./kWh		26.9 Rp./kWh	
Gestehungskosten Elektrizität				24.0 Rp./kWh				26.9 Rp./kWh	
Jährliche Energiekosten Wärme	◆	1580 CHF/a	●	610 CHF/a	▲	1410 CHF/a	●	440 CHF/a	
Fazit, Empfehlung	●	geringe Gestehungskosten, hohe Energiekosten		▲	mittlere Gestehungskosten, geringer Energiebedarf		◆	mittlere Gestehungskosten, hohe Energiekosten & -bedarf	
	●	gut / niedrig / erfüllt Zahlenvergleich: Unteres Drittel		▲	mittel / teilweise erfüllt Zahlenvergleich: Mittleres Drittel		◆	schlecht / hoch / nicht erfüllt Zahlenvergleich: Oberes Drittel	

Tabelle 5: Variantenvergleich Energiesysteme

[Quelle: AHB Tool]



Variantenvergleich Energiesysteme

Erstellt von:

Modernisierung

Version 1

21. Juni 2017

Jährliche Kosten

Förderbeiträge
berücksichtigen

CHF/a

Externe
Kosten

Energie-
kosten

Instand-
haltungs-
kosten

Finanzie-
rungs-kosten



Tabelle 6: Variantenvergleich jährliche Kosten
[Quelle: AHB Tool]

Variantenvergleich Energiesysteme

Modernisierung

Version 1

21. Juni 2017

Energiebedarf MINERGIE

kWh/a

Holz

Fernwärme

Wärmeverb
und XY

Heizöl,
Erdgas,
Biogas

Brennstoff
XY

Elektrizität

Grenzwert
MINERGIE
Umbau

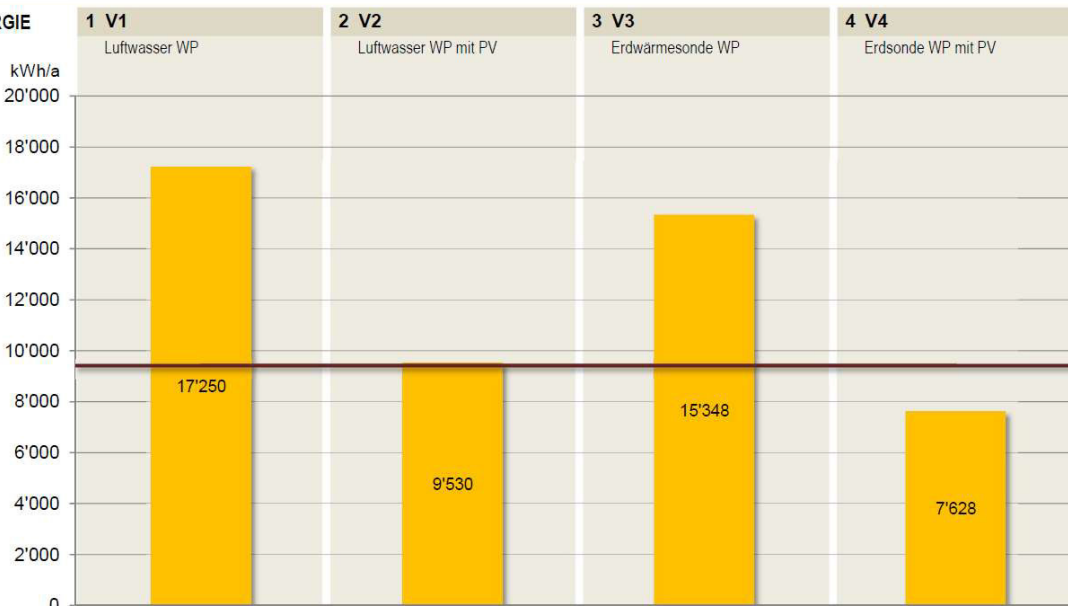


Tabelle 7: Variantenvergleich Energiebedarf nach Minergie
[Quelle: AHB Tool]

Eckdaten Berechnungsgrundlagen:

Gerechnet wurde mit Strom von AEW classic (aus Wasserkraft) mit Arbeitspreis inkl. Zuschlägen von 18.2 Rp./kWh (Hochtarif) und 12.5 Rp./kWh (Niedertarif). Die Preissteigerung (linear) wurde mit 1.4 %/a gerechnet und ein Kalkulationszinssatz (real) von 2.5 %. Die Nutzungsdauer der Wärmepumpe und PV-Anlage beträgt 25 Jahre, bei der Erdsonde 50 Jahre.



4.3 Empfehlung Heizsystem

Anhand der Auswertung wird der Bauherrschaft die Variante 4 zur Ausführung empfohlen. Die hohen Investitionskosten bei der Erstellung scheinen vorerst vor diesem System abzuschrecken. Genauer betrachtet ist diese Variante den anderen betreffend den jährlichen Energiekosten überlegen. Damit wird das Risiko bezüglich zukünftiger Energiepreisteuerung minimiert.

Ein grosser Zusatznutzen der Erdsonde liegt auch in der Möglichkeit der freien Kühlung. Über die Fussbodenheizung könnte im Sommer die Wärme abgeführt und der Erdsonde zur Regeneration und Speicherung wieder zugeführt werden. Dadurch wird die Effizienz resp. die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe zusätzlich verbessert, sowie auch der Komfort gesteigert. Dieser mögliche Zusatznutzen ist in obigen Berechnungen nicht berücksichtigt. Die produzierte Elektrizität mit der Photovoltaikanlage kann mittels Eigenverbrauchsteuerung direkt für den Betrieb der Wärmepumpe genutzt werden. Dies ist auch die einzige Variante, welche den Grenzwert Minergie Umbau erfüllt (s. Tabelle 7).

Für eine gute Lösung mit möglichst geringen Investitionskosten wird Variante 1 empfohlen. Allerdings sind dort dafür die jährlichen Energiekosten höher als bei einer Variante mit einer Photovoltaikanlage. Die Ausführung der Luft-Wasser Wärmepumpe wird als Splitlösung empfohlen (Ausseneinheit ist ausserhalb der Gebäudehülle aufgestellt).

Bezüglich Ökologie muss man anfügen, dass gemäss offiziellen Berechnungsgrundlagen eine Photovoltaikanlage sehr stark negativ gewichtet wird. Insbesondere bezüglich Umweltbelastungspunkte (UBP) und Treibhausgas-Emissionen schneidet PV schlecht ab. Diese Bewertung ist nicht kongruent mit der positiven Bewertung von Natur- oder Ökostrom, welche sich oft durch einen hohen Anteil an Sonnenenergie auszeichnen.

Und bei der Erdsonde wird natürlich auch einiges an Energie für die Bohrung und Erstellung der Sonde gebraucht.

Dem Anhang 9.3 können detailliertere Informationen zu Investitionskosten und Förderbeiträgen, Energie-, Umwelt, Kapital und Instandhaltungskosten, Treibhausgas-Emissionen für die Erstellung und den Betrieb, Umweltbelastung, sowie den Energiebedarf nach Minergie entnommen werden.

Gleichzeitig mit dem Heizungersatz kann nach Wunsch der Bauherrschaft auch eine Wasserenthärtungsanlage integriert werden (vgl. weitere Infos Kap. 7.8).

Erdwärmesonde WP (Empfehlung)

Vorteile:

- Guter Transport da kleinere Bauteile. Auch mit Treppensteigelifter anlieferbar.
- Geringer Platzbedarf im Innenraum.
- Hohe Effizienz
- Freecooling / Regeneration möglich
- Leiser Betrieb

Nachteile:

- Aufwändige Sondenbohrung / Gartenarbeit
- Risiko Bohrabbruch vorhanden
- höhere Investitionskosten

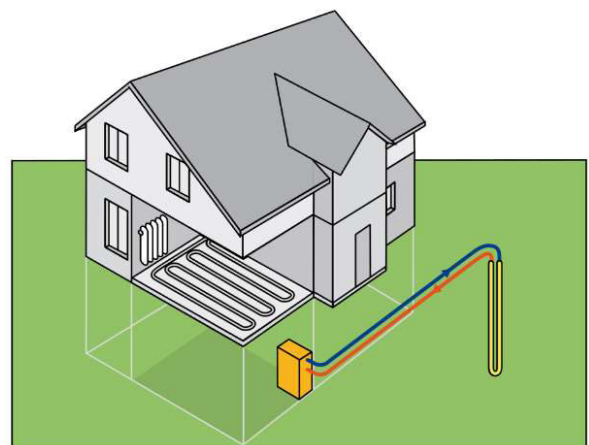


Abbildung 19: Erdwärmesonde WP
[Bild Quelle: EnergieSchweiz]



Wärmepumpe „Split“- Lösung (Alternative)

Platzierung aussen hinter dem Haus, Inneneinheit im UG neben Kamin (ersetzt bisherigen Ölbrenner).

Vorteile:

- Eher weniger bauliche Massnahmen
- Guter Transport da kleinere Bauteile.
Auch mit Treppensteiglift anlieferbar.
- Geringer Platzbedarf im Innenraum.

Nachteile:

- Optisch sichtbare Ausseneinheit
- Zusatzauflagen Lärmschutz
(Ausseneinheit gemäss Bild rechts)

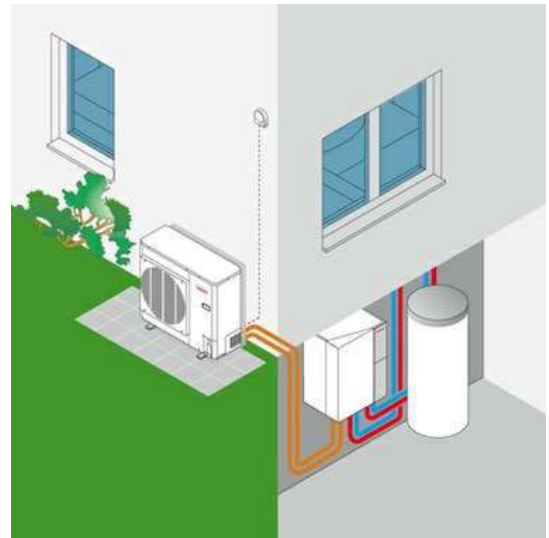


Abbildung 20: Geräteplatzierung Split Wärmepumpe
[Bild Quelle: lhs-bau.de]

Umsetzungsvariante mit Split Wärmepumpe (WP) und Büroausbau im UG:

Schnitt UG

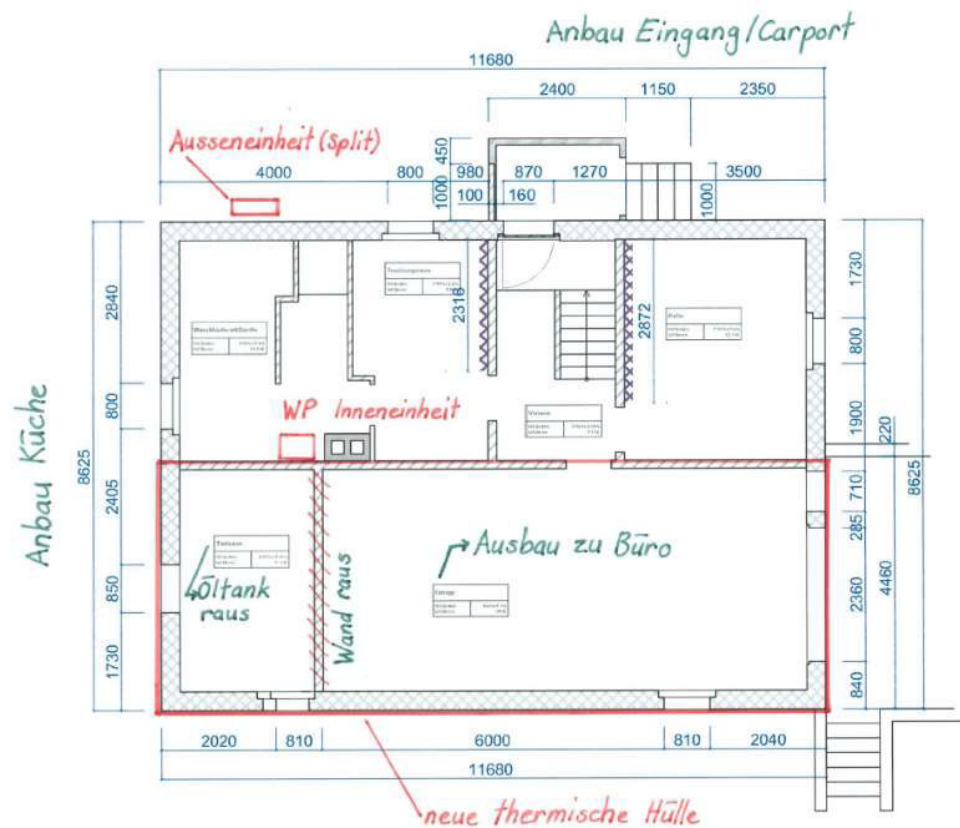


Abbildung 21: Umsetzungsvariante mit Split Wärmepumpe



4.4 Energieeinsparpotenzial

Gemäss GEAK ergibt sich durch die Modernisierung folgendes Energieeinsparpotenzial, resp. Effizienzsteigerung zu Variante C:

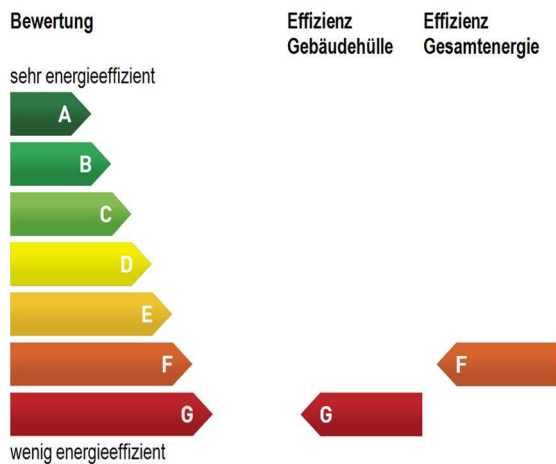


Abbildung 22: Energieeffizienz IST-Zustand

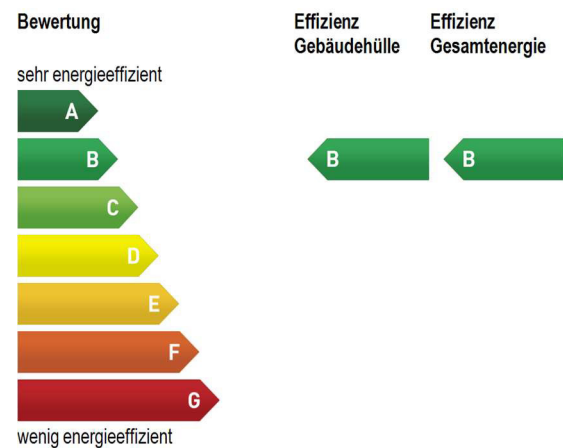
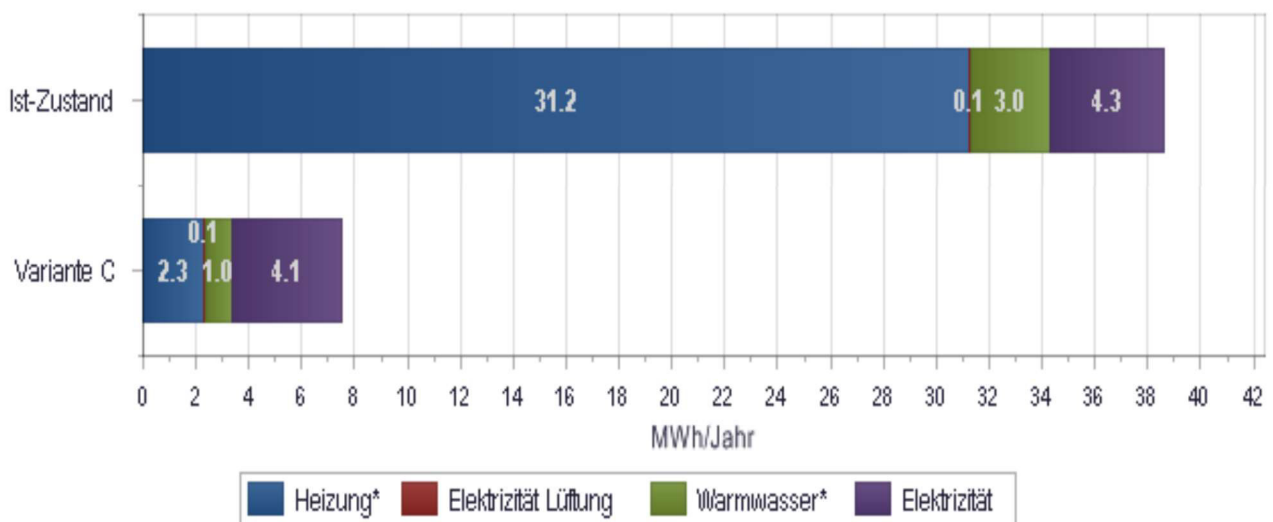


Abbildung 23: Energieeffizienz GEAK Variante C

Die Variante C wurde mit einer Luft-Wasser WP berechnet. Unsere Empfehlung basiert auf einer Erdsonden WP. Die Effizienz Gesamtenergie bleibt auch mit der empfohlenen Variante in der Klasse B.

Auf Wunsch kann nach der Modernisierung der GEAK überarbeitet werden, so dass die effektive Energieeffizienz ausgewiesen werden kann.

Als Energiebedarf (Endenergie) zeigt sich folgendes Bild:



* ohne Solarthermie

Abbildung 24: Energiebedarf IST-Zustand und GEAK Variante C

Obige Grafik zeigt, dass die Energieeinsparung beträchtlich ist. Nach der Modernisierung wäre der Energiebedarf lediglich noch etwa ein Fünftel. Das grösste Einsparpotenzial liegt bei der Heizung. Mit empfohlener Variante mit Erdsonden WP wird der Energiebedarf für Heizung und Warmwasser noch zusätzlich gesenkt.



4.5 PV-Anlage

Zusammen mit der Dachsanierung empfehlen wir den Einbau einer Photovoltaik-Anlage. Eine integrierte Indach-Anlage ersetzt gleichzeitig die Ziegel in diesem Bereich. Dadurch können Kosten gespart werden und ist ausserdem auch optisch ansprechend.

Auf Wunsch des Bauherrns wurde eine Offerte eingeholt für das System ELEKTRA Energiedach von SOLTOP. Um ein möglichst einheitliche, schöne Dachfläche zu erzielen, wird das gesamte Dach mit PV-Modulen belegt und die Dachgrösse an das Modulraster angeglichen. Lediglich das Modul oben rechts ist ein Blindmodul, welches das Entlüftungsrohr enthält. Zur Verhinderung von Dachlawinen ist unten ein Schneefänger in das System integriert.

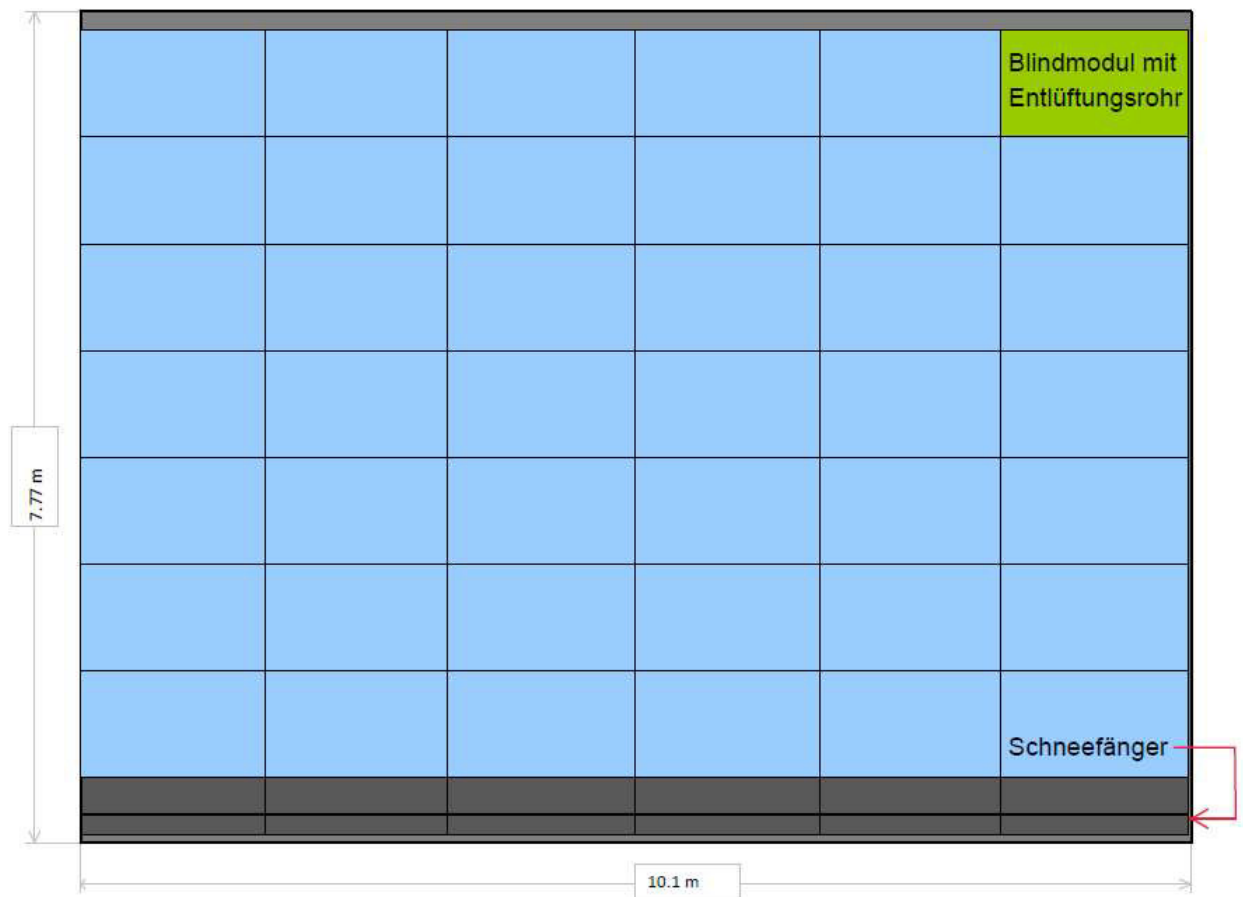


Abbildung 25: Dachplan PV-Anlage

Detailschnitte:

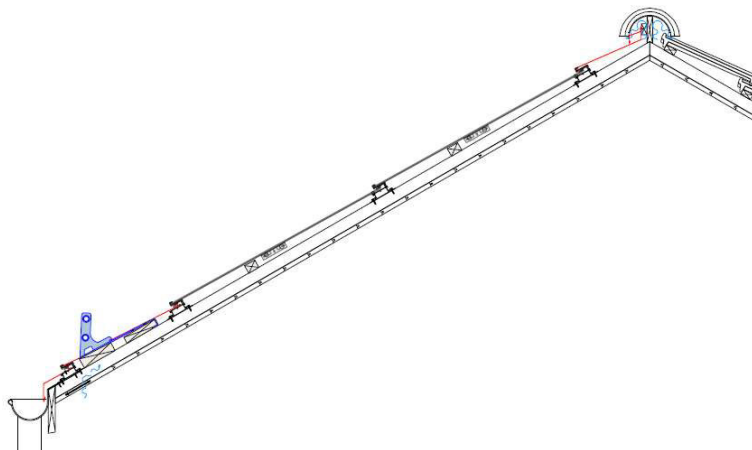


Abbildung 26: Übersicht

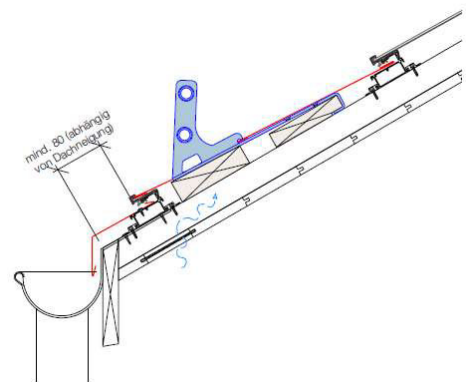


Abbildung 27: Traufabschluss mit Schneefang

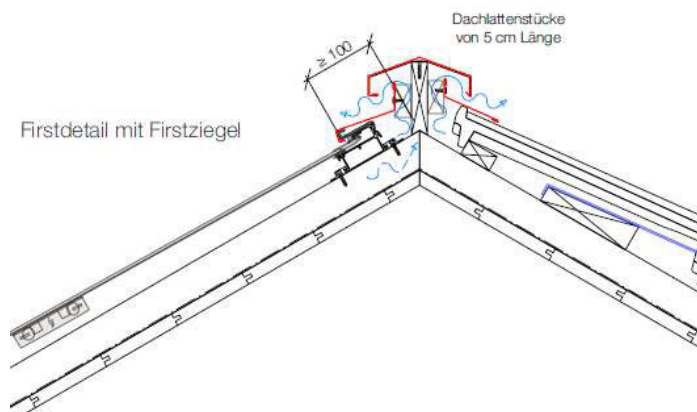


Abbildung 28: Firstdetail

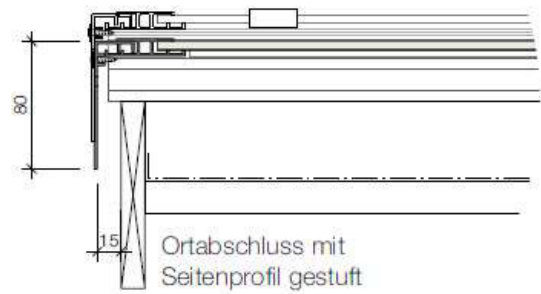


Abbildung 29: Ortabschluss mit Seitenprofil

Technische Anlagendetails:

- Dachneigung: 19°
- Ausrichtung: Ostdach
- PV-Module: Monokristalline Blackline Solarzellen aus europäischer Fertigung mit schwarzem Backsheet, 4 mm AntiReflex-Glas, Leistungstoleranz -0/+5 W, 16% Laminatwirkungswinkel.
- Gewicht 22 kg, Rastermass 1675 x 996 mm Hagelschutzzertifikat, geprüft nach DIN IEC 61215 und IEC 61730, Entspricht den VKF Richtlinien 2015
- Leistung: 41 Module à 290 Wp → ergibt eine DC-Leistung von 11.9 kWp

Ertragsabschätzung:

Bei einer Einstrahlung von 1170 kWh/(m² Jahr)*, einer Performance Ratio (PR) von 0.8 und einer Leistung von 11.9 kWp ergibt dies einen Ertrag von rund 11'000 kWh pro Jahr. * [Quelle: PVGIS]
Hinweis: Eine wirtschaftlich dimensionierte PV-Anlage soll idealerweise etwa den Eigenbedarf an Haushaltsstrom decken und nicht einfach möglichst viel Strom produzieren. Ohne zusätzlichen Batteriespeicher können somit ca. 30-40% des Ertrags sofort im Haushalt genutzt werden.

Fördergelder

Für die PV-Anlage können Fördergelder in Form einer Einmalvergütung (EIV) beantragt werden. Der Förderbetrag ist abhängig von der Art der Anlage (Indach oder Aufdach) und der Leistung. Für die konkrete Anlage beträgt die EIV voraussichtlich 7'788 CHF.

Falls es in Betracht gezogen wird die PV-Anlage erst später zu erstellen (als Aufdach-Anlage), so sollten zumindest bereits Leerrohre eingelegt werden. Somit könnte dann die Anlage problemlos angeschlossen werden.

4.6 Lüfterneuerung

Im Zuge der Modernisierungsarbeiten wäre es möglich eine Komfortlüftung mit Wärmerückgewinnung einzubauen. Dies wurde von der Bauherrschaft nicht gewünscht und war auch nicht mehr so ideal umzusetzen, da die Innenmodernisierung zum Zeitpunkt der Konzepterstellung grösstenteils abgeschlossen war. Die Kosten für eine Komfortlüftung betragen rund Fr. 15'000.- bis Fr. 20'000.- für ein Einfamilienhaus.

Die Lüfterneuerung wird wie bis anhin über manuelle Fensterlüftung sichergestellt. Dies erfordert ein effizientes Querlüften 4-5 Mal täglich. Zur Kontrolle der Raumluftqualität dient ein Hygrometer, vorzugsweise mit integrierter CO₂-Messung.

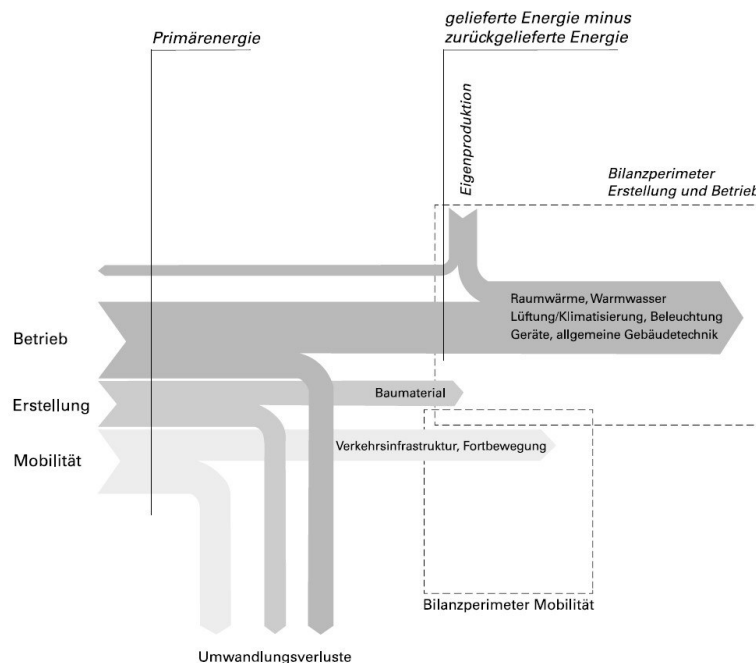
Zusätzliche Informationen können dem Ratgeber „Komfortabler Wohnen – alles rund ums Heizen und Lüften“ von EnergieSchweiz entnommen werden.



4.7 Effizienzpfad nach SIA 2040

Reduktionspotenzial von Primärenergie nicht erneuerbar und Treibhausgasemissionen

Die Grundlagen für den Effizienzpfad sind in SIA 2040:2017 beschrieben.



Die Bilanz der nicht erneuerbaren Primärenergie und der Treibhausgasemissionen eines Gebäudes umfasst die drei Bereiche Erstellung, Betrieb und auch Mobilität. Sie umfasst den ganzen Lebensweg, d.h. die Herstellung, die Nutzung, allfällige Ersatzinvestitionen und die Entsorgung.

Dieses Merkblatt deckt mit der nicht erneuerbaren Primärenergie und den Treibhausgasemissionen zwei aussagekräftige Indikatoren ab, welche in einem umfassenden Umweltverständnis vordringlich einer Begrenzung bedürfen.

Abbildung 30: Energiefluss von der Primärenergie bis zum Nutzen
[Quelle: SIA 2040]

Der Bereich **Erstellung** umfasst die Erstellung, allfällige Ersatzinvestitionen und die Entsorgung eines Gebäudes. Die Graue Endenergie und die Treibhausgasemissionen der Bauteile und der gebäudetechnischen Anlagen werden aufgrund ihrer Amortisationszeit in Werte pro Jahr umgerechnet. Damit ist der Energiebedarf für die Erstellung direkt vergleichbar mit dem Energiebedarf für den Betrieb und die Mobilität.

Der Bereich **Betrieb** wird unterteilt in die Verwendungszwecke Wärme, Lüftung/Klimatisierung, Beleuchtung, Geräte und die allgemeine Gebäudetechnik.

Der Bereich **Mobilität** umfasst die Energie für die standortabhängige Alltagsmobilität und die zugehörige Infrastruktur (Fahrzeuge, Strassen und Gleisanlagen). Die Alltagsmobilität umfasst alle Ortsveränderungen in Zusammenhang mit alltäglichen Aktivitäten bis zu einer Unterwegszeit von 3 Stunden innerhalb der gewohnten Umgebung (also keine Tagesausflüge oder Reisen). Der Bedarf an nicht erneuerbarer Primärenergie für die Mobilität und die entsprechenden Treibhausgasemissionen werden personenbezogen berechnet und mittels Standardpersonenflächen, auf flächenbezogene Werte umgerechnet.

Der Einfluss der unterschiedlichen Modernisierungsmassnahmen bezüglich Primärenergie nicht erneuerbar und Treibhausgasemissionen ist im nachfolgenden Kapitel dargestellt.



Vorgehensweise zur Erreichung der Zielsetzung des SIA-Effizienzpfades Energie (Erstellung, Betrieb, Mobilität)

Mit dem SIA Tool 2040 Effizienzpfad Energie wurde der IST-Zustand sowie vier Varianten (in Anlehnung an die Varianten aus dem GEAK und dem AHB-Tool) berechnet und miteinander verglichen.

- **IST-Zustand** Jetziger Gebäudezustand inkl. Erstellung des Gebäudes und den bisher getätigten Erneuerungen (Elektro-, Wärme- und Sanitäranlage). Der Betrieb basiert auf dem Heizwärmebedarf gem. GEAK IST-Zustand und dem bisherigen Wärmeerzeuger (Ölheizung).
- **Variante A** Erneuerung von Dach und Dämmung zu UG (gem. GEAK Variante A). Ohne Fassadendämmung, ohne Heizungsersatz
- **Variante B** Erneuerung von Dach, Dämmung zu UG plus Fassade (gem. GEAK Variante B). Ohne Heizungsersatz
- **Variante C1** Erneuerung von Dach, Dämmung zu UG plus Fassade und mit Heizungsersatz durch neue Wärmepumpe Luft-Wasser (gem. GEAK Variante C und AHB Variante 1).
- **Variante C4** Erneuerung von Dach, Dämmung zu UG plus Fassade und mit Heizungsersatz durch Erdsonden Wärmepumpe plus PV-Anlage (gem. GEAK Variante C und AHB Variante 4).

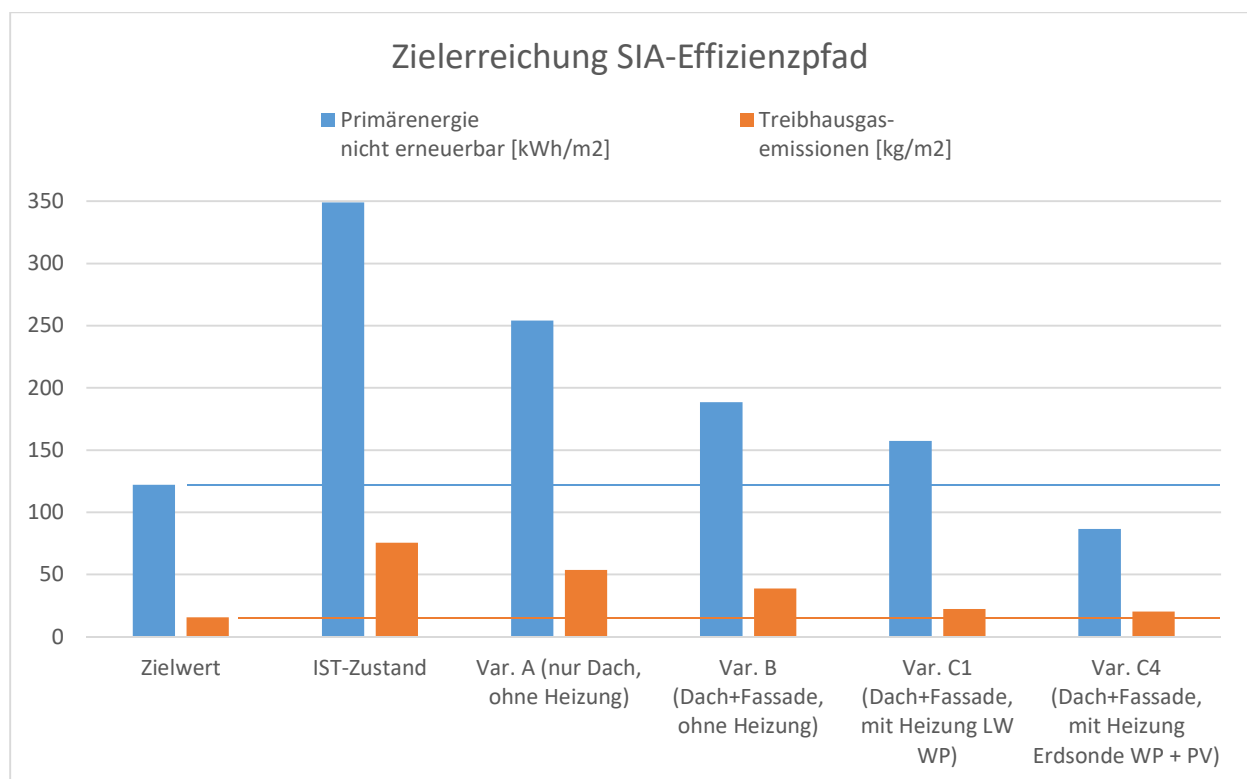


Abbildung 31: Variantenvergleich bezüglich Zielerreichung SIA-Effizienzpfad

Da der Innenausbau schon fast komplett abgeschlossen ist und Elektroanlagen und Geräte erneuert wurden, wird beim Betrieb jeweils mit effizienten Geräten und Beleuchtung gerechnet.



Auch der Bereich Mobilität ist bei allen Varianten gleich. Die Einflussvariablen setzen sich zusammen aus Gebäudestandort und verfügbaren Verkehrsmitteln:

- Siedlungstyp (Kernstädte schliessen besser ab als ländliche Gemeinden)
- ÖV-Güte am Gebäudestandort (Klasse D = geringe Erschliessung)
- Verwendete Dauerabos für den ÖV (keine)
- Anzahl der pro Bewohner Verfügbaren Personenwagen (1 Auto)
- Anzahl Parkplätze pro Haushalt (1 Parkplatz)
- Distanz zum nächsten Detailhandelsgeschäft (2 km bis Volg Bözen)



5.0 Finanzplanung

5.1 Kostenschätzung

Die Massnahmenkosten basieren auf Schätzungen und unseren internen Erfahrungszahlen. Vor der Ausführung müssen die effektiven Kosten mit Unternehmerofferten eingeholt werden.

Baukosten

Vorarbeiten / Garten / Nacharbeiten	Fr.	21'000.-
Baumeister	Fr.	36'000.-
Gerüst	Fr.	7'000.-
Dach	Fr.	55'000.-
PV-Anlage	Fr.	35'000.-
Spengler	Fr.	14'000.-
Fassade	Fr.	68'000.-
Holzbau	Fr.	65'000.-
Elektro	Fr.	13'000.-
Schreinerarbeiten	Fr.	25'000.-
Fenster / Türen	Fr.	14'000.-
Sonnenschutz (Storen)	Fr.	10'000.-
Sanitär (inkl. Sickerleitung und Kanalisation)	Fr.	14'000.-
Heizung (Ersatz und für Anbauten)	Fr.	62'000.-
Dämmung Kellerdecke	Fr.	12'000.-
Planung / Bauleitung (EL)	Fr.	30'000.-
Versicherungen	Fr.	2'000.-
Fördergelder	Fr.	- 39'000.-
Total	Fr.	444'000.-

Tabelle 8: Kostenschätzung

5.2 Mögliche Fördergelder

Grobabschätzung möglicher Fördergelder mit den aktuellen Fördersätzen und ohne Berücksichtigung allfälliger Anbauten oder Ausbauten im UG (Flächen gem. GEAK). Für eine genauere Berechnung der möglichen Fördergelder muss die genaue Ausführung bekannt sein.

Bauteil	Fläche [m²]	Fördersatz [Fr./m²]	Förderbetrag [Fr.]
Dach gegen Aussenluft	110	40.-	4'400.-
Wand gegen Aussenluft	165	40.-	6'600.-
Wand gegen Aussenluft (Bonus 2017)	165	20.-	3'300.-
Bonus Gesamtmodernisierung	275	20.-	5'500.-
GEAK Effizienzsteigerung Hülle C; Gesamtenergie B (ohne PV)			(8'000.-)
GEAK Effizienzsteigerung Hülle C; Gesamtenergie A (Option nur mit PV möglich)			12'000.-
Einmalvergütung (PV integr. 11.9kW)			7'788.-
Total (Schätzung)			39'588.-

Tabelle 9: Abschätzung Fördergelder



5.3 Aufteilung der Liegenschaftsunterhaltskosten (LUK)

Folgende Tabelle zeigt die Aufteilung der Investitionskosten gemäss Kapitel 7.14. Detaillierte Informationen zur Aufteilung und den steuerlichen Aspekten sind unter Kapitel 7.14 beschrieben. Eigenleistungen (EL) des Bauherrn wurden abgeschätzt und mit eingerechnet.

	Baukosten		I	U		E	
			Investitionen	Werterhaltende	Aufwendungen	Energiesparende	
						Massnahmen	
2017							
Vorarbeiten / Garten	Fr.	8'000.-	Fr.	4'000.-	Fr.	4'000.-	
Baumeister (Abbrüche, Entsorgung, inkl. EL)	Fr.	16'000.-	Fr.	8'000.-	Fr.	8'000.-	
Gerüst	Fr.	5'000.-				Fr.	5'000.-
Dach (inkl. Dachfenster)	Fr.	55'000.-			Fr.	17'000.-	Fr. 38'000.-
PV-Anlage (Indach)	Fr.	35'000.-				Fr.	35'000.-
Spengler	Fr.	6'000.-			Fr.	6'000.-	
Fassade	Fr.	55'000.-				Fr.	55'000.-
Sonnenschutz (Storen)	Fr.	10'000.-	Fr.	2'000.-	Fr.	8'000.-	
Elektro	Fr.	8'000.-	Fr.	2'000.-	Fr.	6'000.-	
Schreinerarbeiten (inkl. Garagentor/-tür)	Fr.	10'000.-			Fr.	10'000.-	
Sanitär / Sickerleitung	Fr.	5'000.-			Fr.	5'000.-	
Planung (EL, GEAK+, Konzept)	Fr.	20'000.-	Fr.	1'000.-	Fr.	8'000.-	Fr. 11'000.-
Versicherungen	Fr.	1'000.-				Fr.	1'000.-
Total 2017	Fr.	234'000.-	Fr.	17'000.-	Fr.	72'000.-	Fr. 145'000.-
2018							
Baumeister	Fr.	20'000.-	Fr.	20'000.-			
Gerüst	Fr.	2'000.-	Fr.	1'000.-		Fr.	1'000.-
Holzbau	Fr.	65'000.-	Fr.	50'000.-	Fr.	15'000.-	
Spengler	Fr.	8'000.-	Fr.	7'000.-	Fr.	1'000.-	
Fassade	Fr.	13'000.-				Fr.	13'000.-
Dämmung Kellerdecke (inkl. Kellertüre, inkl. EL)	Fr.	12'000.-				Fr.	12'000.-
Fenster / Türen	Fr.	14'000.-	Fr.	14'000.-			
Elektro	Fr.	5'000.-	Fr.	5'000.-			
Schreinerarbeiten (Innenausbau und aussen; inkl. EL)	Fr.	15'000.-	Fr.	15'000.-			
Sanitär	Fr.	2'000.-	Fr.	2'000.-			
Sanierung Kanalisation	Fr.	7'000.-			Fr.	7'000.-	
Heizungersatz Empfehlung (Sole-Wasser Wärmepumpe)	Fr.	55'000.-			Fr.	55'000.-	
Heizungersatz Alternative (Luft-Wasser Wärmepumpe)	(Fr.	35'000.-)			(Fr.	35'000.-)	
Heizungsinst. für Anbauten	Fr.	7'000.-	Fr.	7'000.-			
Nacharbeiten / Garten (inkl. EL)	Fr.	13'000.-	Fr.	3'000.-	Fr.	10'000.-	
Planung / Bauleitung (EL)	Fr.	10'000.-	Fr.	6'000.-	Fr.	3'000.-	Fr. 1'000.-
Versicherungen	Fr.	1'000.-	Fr.	1'000.-			
Fördergelder	Fr.	- 39'000.-				Fr.	- 39'000.-
Total 2018	Fr.	210'000.-	Fr.	131'000.-	Fr.	91'000.-	Fr. - 12'000.-

Tabelle 10: Aufteilung der Liegenschaftsunterhaltskosten



Abzugsfähig sind die Kosten für werterhaltende Aufwendungen = U und energiesparende und dem Umweltschutz dienende Massnahmen = E.

Abzugsfähige Liegenschaftsunterhaltskosten 2017

U Werterhaltende Aufwendungen	Fr.	72'000.-
E Energiesparende Massnahmen	Fr.	145'000.-
Totale Kosten Liegenschaftsunterhalt, abzugsfähig 2017	Fr.	217'000.-

Tabelle 11: Abzugsfähige Liegenschaftsunterhaltskosten 2017

Abzugsfähige Liegenschaftsunterhaltskosten 2018

U Werterhaltende Aufwendungen	Fr.	91'000.-
E Energiesparende Massnahmen	Fr.	- 12'000.-
Totale Kosten Liegenschaftsunterhalt, abzugsfähig 2018	Fr.	79'000.-

Tabelle 12: Abzugsfähige Liegenschaftsunterhaltskosten 2018

* Allfällige Förderbeiträge werden von den Kosten für energiesparende Massnahmen abgezogen und reduzieren dadurch die anrechenbaren Unterhaltskosten.

Honorarkosten für Beratungsdienstleistungen können auch als Liegenschaftsunterhaltskosten in Abzug gebracht werden.



6.0 Umsetzung

6.1 Zusammenfassung empfohlener Massnahmen

Strategische Option: → Investieren!

Bauteil / Massnahme	Modernisierung	Ausführung	Bemerkungen
Dach	empfohlen	Mit vollflächig verlegter Dampfbremse, Sparrenaufdopplung und Sticher (gem. Abbildung 17)	Inkl. 2 Dachfenster Dachwasser wird in Bach geleitet.
Fassade	empfohlen	Mit 180mm Steinwolle	Details s. Anhang
Sockel (Fassade)	empfohlen	Mit 160mm Steinwolle	Details s. Anhang
Perimeterdämmung (Fassade)	?	Entscheid Bauherrschaft, abhängig von Ausbau Büro UG	Siehe Zeile Ausbau Büro UG
Ausbau Büro in UG	?	Entscheid Bauherrschaft, abhängig von zukünftiger Strategie und Raumkonzept	Zu berücksichtigen: Möglicher Familienzuwachs und / oder Büroerweiterung
Dämmung Kellerdecke	empfohlen	Decke und Treppe von unten gedämmt mit 100mm Steinwolle (Details s. Anhang).	Koordination mit Heizungsersatz (Leitungsführung beachten). Bei Büroausbau, keine Dämmung in diesem Bereich erforderlich.
Fenster	empfohlen	Holzmetallfenster	Gem. Bauherr: Aus finanziellen Gründen erst ca. im Jahr 2020 (evt. Kunststofffenster)
Sonnenschutz	empfohlen	Rafflamellenstoren	Anstelle von Fensterläden
Anbau Eingang mit Carport	empfohlen	Gem. [REDACTED]	Eliminiert Wärmebrücke Bodenplatte Eingang
Anbau Küche mit Balkon	empfohlen	Gem. [REDACTED]	Eliminiert Wärmebrücke durchgehende Balkonplatte
Heizung / WW	empfohlen alternativ	Variante 1: Erdsonde WP mit PV Variante 2: Wärmepumpe (Split)	AHB Variante 4 AHB Variante 1
Leitungsdämmung	zwingend	Zusammen mit Heizungsersatz (PIR Schalensystem)	Leitungsdämmungen für Heiz- und Warmwasser
PV-Anlage	empfohlen	Ausführung als Indachanlage, zusammen mit Dachsanierung	Gem. Bauherr: Aus finanziellen Gründen evt. später als Aufdachanlage auszuführen.

Tabelle 13: Zusammenfassung empfohlener Massnahmen



6.2 Umsetzungskonzept und -zeitplan

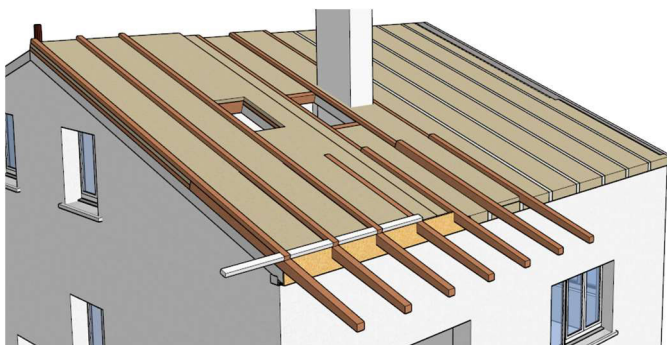
2017 Herbst:	Vorarbeiten / Garten Wärmebrücken abtrennen (Balkon und Eingang) Grabarbeiten Sockelbereich Sockelbereich loser Putz abklopfen Gerüst stellen Dachsanierung (inkl. PV-Anlage) Fassade Ost, Nord und Süd (inkl. Sonnenschutz) Kontrolle, ev. Instandsetzung Sickerleitung Ersatz Garagentor und -türe Rückbau Gerüst, Graben (Perimeter) schliessen
2018:	Erstellen der Anbauten (Eingang und Küche) Fassade West ergänzen, abschliessen Heizungsersatz Dämmen der Kellerdecken Abrechnen der Fördergelder Gartenarbeiten abschliessen
2020:	Fensterersatz

Varianten und Etappierung

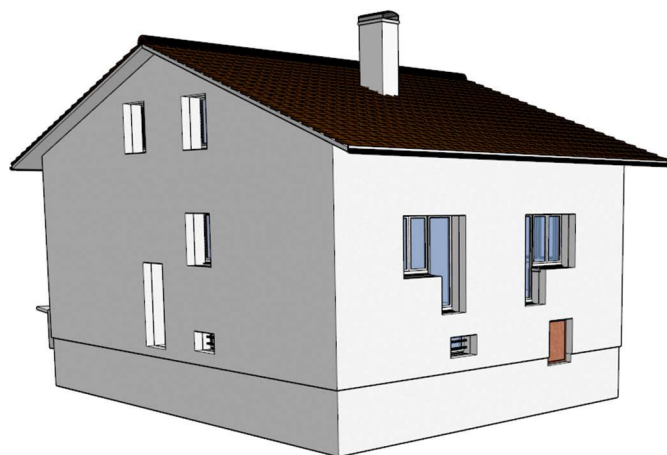
Das folgende Varianten- und Etappierungskonzept wurde vom Bauherrn ([REDACTED] [REDACTED]) selbst erstellt.



➤ **Kurzübersicht der einzelnen Blöcke:**

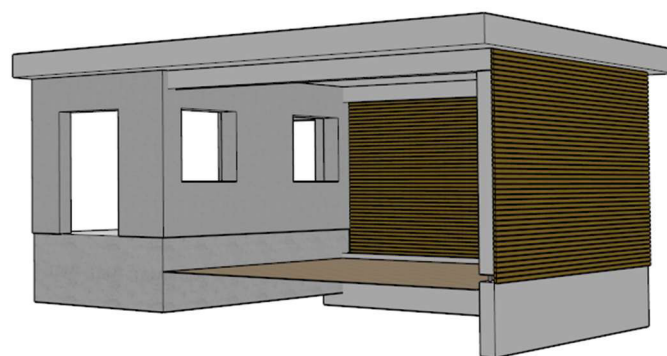


Dämmung Dach inkl. Einbau von zwei Dachfenstern



Dämmung Fassade

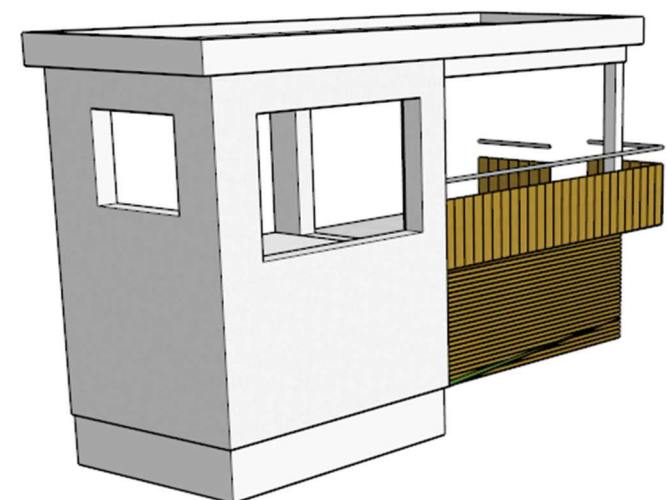
- entfernen Balkon und Windfang Eingang
- ersetzen Jalousien durch Storen



Anbau Eingang mit Carport

Angebaut nach durgehender Fassadendämmung, vom Haus abgekoppelt, selbsttragend mit eigener Fundation

→ kann unabhängig von der Fassadendämmung gebaut werden (evt. Fundament vorgängig)



Anbau Küche mit Balkon

Angebaut vor Fassadendämmung, aber abgekoppelt vom Haus, selbsttragend mit eigenen Fundamenten

→ Wichtig:
Kann nur in Kombination mit der Fassadendämmung vernünftig ausgeführt werden.



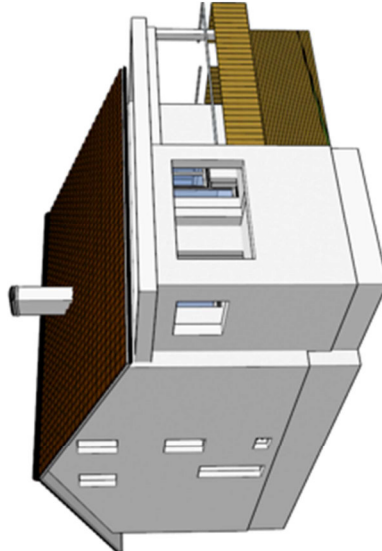
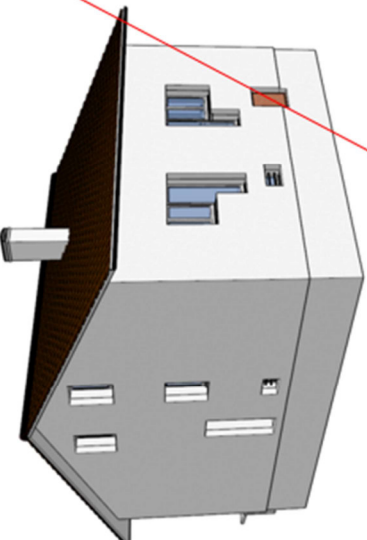
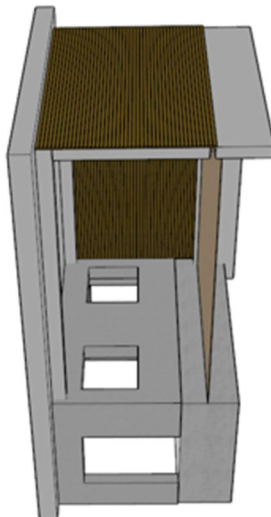
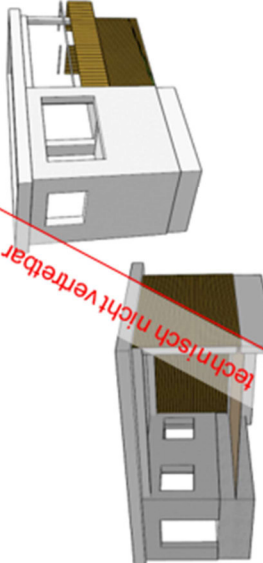
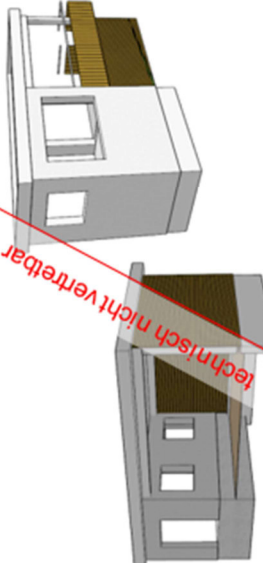
➤ **Übersicht über die Etappierungsvarianten:**

- Variante 1: Komplette Ausführung im 2017
- Variante 2: Fassade und Dach mit Anbau Küche im 2017, Anbau Eingang mit Carport im 2018
- Variante 3: Fassade und Dach im 2017, Anbauten im 2018 → für Anbau Küche nicht ideal (Anschlüsse)
- Variante 4: Dach im 2017, Fassade und Anbauten im 2018
- Variante 5: Dach und Fassade Ost und Süd im 2017, Fassaden Nord und West inkl. Anbauten im 2018
- Variante 6: Dach und Fassade Ost, Nord und Süd im 2017, Fassade West inkl. Anbauten im 2018

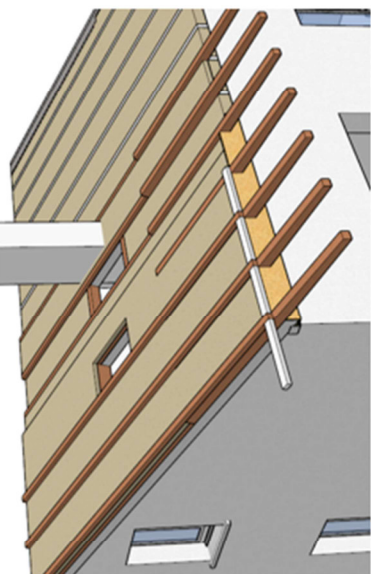
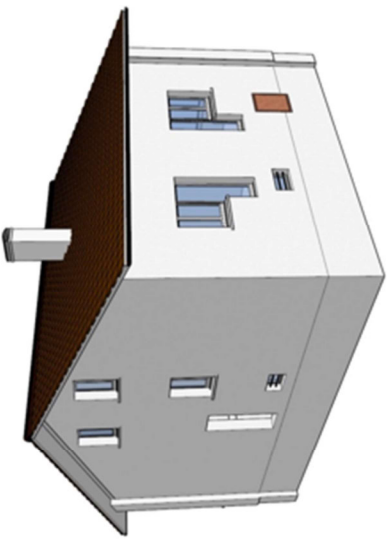
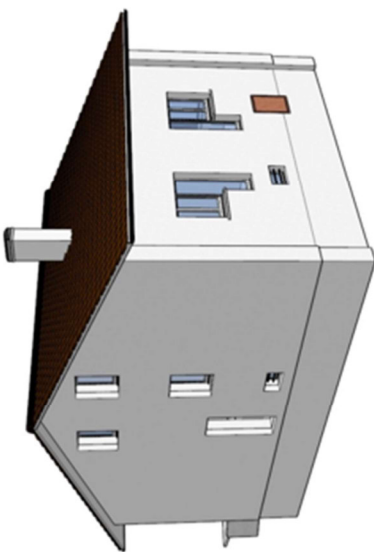
➤ **Kriterien für den Vergleich:**

- Kosten und Mehraufwand für die Etappierung
- Steuereinsparungen bei Aufteilung auf 2 Jahre
- Verbleibende Zeit für Planung und Realisierung im 2016
- Belastung/Aufwand Bauherr für Planung, Bauleitung und Eigenleistungen
- Mehr Zeit für Eigenleistungen bei Etappierung
- benötigte Zeit für Baubewilligung



VARIANTE 1	VARIANTE 2	VARIANTE 3
 Ausführung komplett	 Dämmung Dach und Fassade und Anbau Küche	 Dämmung Dach und Fassade komplett
 Anbau Eingang	 Anbau Eingang und Küche	 Anbau Eingang und Küche
+ keine doppelten Arbeiten + maximale Fördergelder	+ sauberer Anschluss Anbau Küche + maximale Fördergelder	+ maximale Fördergelder + knapp genügend Zeit für die Planung + bei guten Bedingungen genug Zeit für die Realisierung + Arbeiten im Innern können abgeschlossen und ausgeführt werden
- sehr wenig Zeit für die Planung - sehr wenig Zeit für die Realisierung - keinen Puffer bei schlechtem Wetter - hohe Belastung Bauherr - keine Eigenleistung Bauherr - steuertechnisch nicht ideal - hohes Risiko für Schäden infolge schlechter Planung - Radonmessungen sind nicht möglich	- sehr wenig Zeit für die Planung - sehr wenig Zeit für die Realisierung - keinen Puffer bei schlechtem Wetter - hohe Belastung Bauherr - keine Eigenleistung Bauherr 2017 - steuertechnisch nicht ideal - hohes Risiko für Schäden infolge schlechter Planung - zusätzliche Kosten für Provisorium Windfang - Radonmessungen sind nicht möglich	- keinen Puffer bei schlechtem Wetter - hohe Belastung Bauherr - keine Eigenleistung Bauherr 2017 - steuertechnisch nicht ideal - hohes Risiko für Schäden infolge schlechter Planung - hohe Doppelbelastung im Bereich Anschluss Anbau Küche - hohe Kosten für Provisorien - Risiko weil bei Baubeginn nicht alles bewilligt ist - Radonmessungen sind nicht möglich



VARIANTE 4	VARIANTE 5	VARIANTE 6
 Dämmung Dach	 Dämmung Dach und Fassaden Süd und Ost	 Dämmung Dach und Fassaden Süd, Ost und Nord
2017 Dämmung Fassade und Anbau Eingang und Küche + ausreichend Zeit für Planung und Baubewilligung + steuertechnisch besser + Entlastung Bauherr + Eigenleistung möglich + ganzer „Sommer 2018“ Zeit für die Realisierung + Radonmessungen möglich + saubere Detaillösungen können geplant und realisiert werden + Arbeiten im Innern können abgeschlossen und ausgeführt werden	2018 Abschluss Dämmung Fassade und Anbauten + nur Teilverlust Fördergelder Aktion 2017 + knapp genügend Zeit für die Planung + bei guten Bedingungen genug Zeit für die Realisierung + steuertechnisch besser + Entlastung Bauherr + Eigenleistung 2018 möglich + ganzer „Sommer 2018“ Zeit für die Realisierung + Anbauten können sauber geplant und realisiert werden + Arbeiten im Innern können abgeschlossen und ausgeführt werden + nur teilweise doppelte Gerüstung + Betonrückbau in einer Etappe	Abschluss Dämmung Fassade und Anbauten + kleiner Teilverlust Fördergelder Aktion 2017 + knapp genügend Zeit für die Planung + bei guten Bedingungen genug Zeit für die Realisierung + Entlastung Bauherr + Eigenleistung 2018 möglich + ganzer „Sommer 2018“ Zeit für die Realisierung + Anbauten können sauber geplant und realisiert werden + Arbeiten im Innern können abgeschlossen und ausgeführt werden + nur minimal doppelte Gerüstung
- - die Fassade ist ein weiterer Winter ausgesetzt → weitere Abplatzungen - Verlust Fördergelder Aktion 2017 - Gerüstung doppelt - Lange Bauzeit	- keinen Puffer bei schlechtem Wetter - hohe Belastung Bauherr - minimale Doppelaufwendungen Gipser - Teilweise doppelte Gerüstung - Risiko weil bei Baubeginn nicht alles bewilligt ist - Radonmessungen sind nicht möglich	- keinen Puffer bei schlechtem Wetter - hohe Belastung Bauherr - steuertechnisch weniger ideal - Risiko weil bei Baubeginn nicht alles bewilligt ist - Radonmessungen sind nicht möglich



Wir empfehlen der Bauherrschaft die **Variante 6** auszuführen. Dabei können für diese Variante zusätzlich noch folgende Optimierungen angewandt werden:

Massnahmen 2017

- Dämmen aller Fassaden mit westseitiger Aussparung der Fläche im Bereich Küchenanbau
- Westfassade: Anbringen des Grundputzes inkl. Netzeinbettung (ohne Fertigputz)

Massnahmen 2018

- Erstellung des Küchenanbaus inkl. Ergänzen der Anschlussflächen (Fassadendämmung)
- Ergänzen des Grundputzes inkl. Netzeinbettung
- Anbringen des Fertigputzes über die gesamte Westfassade
- Anbringen des Fassadenanstrichs über die gesamte Westseite

Vorteile dieser Optimierungen:

- Keine oder nur kleine Gerüstung
- Geschlossene Wärmedämmung bei bauphysikalisch kritischen Stellen am Gebäude (Dachanschluss oben, Gebäudeecken, Fensteranschlüsse, Sockelbereich)
- Wirtschaftlichere Ausführung betreffend Zeit- und Materialaufwand des Fassadenbauers
- Geringere Energieverluste
- Fast 1 Jahr frühere Abrechnung der Fördergelder beim Gebäudeprogramm

6.3 Massnahmen zur Erfolgskontrolle

Energiebuchhaltung

Der Energieverbrauch (Heizöl, Erdgas, Elektrizität usw.) ist mindestens einmal pro Jahr zu erfassen. Eine Erfassung pro Monat oder Quartal ist noch besser. Eine solche am besten als Tabelle geführte Energiebuchhaltung macht nur wenig Arbeit. Sie bildet die Grundlage für eine Betriebsoptimierung, zeigt deren Erfolg auf und macht Probleme im Energieverbrauch frühzeitig erkennbar.

Dazu braucht es entsprechende Strom- oder Wärmezähler.

BlowerDoor Test

Es empfiehlt sich einen BlowerDoor Test durchführen zu lassen als Qualitätskontrolle bezüglich der Luftdichtheit der Gebäudehülle. Dadurch können allfällige Mängel in der Ausführung erkannt und weitere Folgeschäden vermieden werden.



7.0 Wichtige Informationen zur Gebäudemodernisierung

7.1 Radon

Radon ist ein im Boden entstehendes natürliches radioaktives Edelgas

Radon entsteht als Teil der Uranzerfallsreihe. Uran ist überall im Untergrund vorhanden. Beim natürlichen Zerfall von Uran entsteht unter anderem Radium und daraus Radon. Radonatome können weiter zerfallen. Diese sogenannten Radonfolgeprodukte sind auch radioaktiv und schweben in der Atemluft. In Innenräumen lagern sie sich allmählich an Gegenständen, Staubpartikel und feinsten Schwebeteilchen, sogenannten Aerosolen, an. Sie können beim Einatmen in die Lunge gelangen, sich auf dem Lungengewebe ablagern und dieses bestrahlen. Dies kann zu Lungenkrebs führen. [Quelle: Bundesamt für Gesundheit BAG]

Wie breitet Radon sich aus?



Je durchlässiger der Untergrund, desto eher kann Radongas bis zur Erdoberfläche aufsteigen. Eine hohe Durchlässigkeit finden wir bei feinsten Hohlräumen (Poren), bei grösseren Hohlräumen (Spalten, Klüften, Schutthalden oder in Bergsturzgebieten) und in Karstgebieten oder Höhlensystemen. Durch dichte Tonschichten dringt Radon kaum hindurch.

Abbildung 32: Ausbreitung Radon im Erdreich (Symbolbild)
[Bild Quelle: BAG]

Radonmessung

Die Radonkonzentration kann auf einfache und kostengünstige Weise mit einem Dosimeter gemessen werden. Um Radondosimeter zu bestellen und eine anerkannte Radonmessung durchzuführen, empfiehlt es sich mit einer anerkannten Messstelle Kontakt aufzunehmen.

Ein Dosimeter kostet ca. 70 bis 100 Franken und muss mindestens 1 Monat am Messort eingesetzt werden. Das Bundesamt für Gesundheit (BAG) empfiehlt jedoch eine 3-monatige Messung **während der Heizperiode**. Nach dem Rücksenden der Dosimeter an die Messstelle werden diese ausgewertet und die Resultate werden einem schriftlich mitgeteilt. Die Analyse der Dosimeter ist im Preis inbegriffen.

Empfehlungen für Radonmessungen:

- Es sollten in mindestens 2 getrennte Wohnräume mit langen Aufenthaltszeiten (z. B. Wohnzimmer, Schlafzimmer, Kinderzimmer) gemessen werden.
- Es sind Räume zu bevorzugen, die sich auf der tiefsten bewohnten Etage befinden oder direkten Erdkontakt haben.
- Orte mit starkem Luftzug oder grosser Feuchtigkeit sollten gemieden werden.
- Wir empfehlen eine zusätzliche Messung im Untergeschoss in einem Raum mit grossem Radonpotential, bspw. in einem Keller mit Naturboden.
- Die Messung sollte während der Heizperiode stattfinden, da die Radonkonzentration in dieser Zeit üblicherweise höher ist.

Kontakt bei weiteren Fragen zu Radon:

Departement Gesundheit und Soziales
DGS Amt für Verbraucherschutz
Chemiesicherheit
Obere Vorstadt 14
5000 Aarau

Tel.: 062 835 30 90

Fax: 062 835 30 89

chemiesicherheit@ag.ch



7.2 Asbest

In Häusern, die vor 1990 erstellt wurden, ist mit verschiedenen asbesthaltigen Materialien zu rechnen. Bei der Bearbeitung solcher Materialien können krebserregende Asbestfasern freigesetzt werden.

Was ist Asbest?

Asbest ist die Bezeichnung für eine Gruppe mineralischer Fasern (Silikate), die auch in der Schweiz in bestimmten Gesteinen vorkommen. Zwischen ca. 1904 und 1990 wurde Asbest in verschiedenen Produkten im Hochbau verwendet. Vor allem in Gebäuden aus den 1950er bis 70er Jahren kamen asbesthaltige Bauprodukte zum Einsatz. Diese können besonders bei Renovationen, seltener bei normaler Nutzung die Gesundheit von Heimwerkern, Handwerkern und Bewohnern gefährden. Bereits geringe Konzentrationen von Asbeststaub in der Luft können die Entstehung von Krebserkrankungen der Lunge fördern. *[Quelle: Bundesamt für Gesundheit BAG]*

Asbest in Wohnbauten

In der Schweiz gilt seit 1989 ein breites Asbestverbot. In Gebäuden kann von asbesthaltigen Produkten, die vor dem Asbestverbot (bzw. vor Ablauf der Übergangsfristen) verwendet wurden, eine Gesundheitsgefährdung ausgehen. Dabei ist jegliche mechanische Bearbeitung (schleifen, bohren, fräsen, brechen, sägen) gefährlich, weil dabei teils grosse Mengen an Asbest freigesetzt werden. Bei normaler Nutzung sind die Risiken bei den meisten Bauprodukten gering. So gehen insbesondere von Produkten aus asbesthaltigem Faserzement (z.B. grossformatige Platten, Dach- und Fassadenschiefer oder Wellplatten) ohne Bearbeitung keine Gefahren aus. Problematisch hingegen sind Spritzasbestdämmungen, unter Fensterbrettern oder hinter Heizkörpern angebrachte Dämmungen aus Asbestpappe und asbesthaltige Leichtbauplatten, die zum Brandschutz an Türen montiert wurden. Diese Anwendungen können bereits bei leichter Beanspruchung zu einer Belastung der Raumluft führen.

Hauseigentümer: Vorsicht bei Renovationen

Ist in einem Gebäude mit asbesthaltigen Bauprodukten zu rechnen, so sollte man spätestens vor Eigenrenovationen oder vor der Vergabe von Aufträgen an Handwerker entsprechende Abklärungen treffen. Jegliche Bearbeitung asbesthaltiger Bauprodukte, auch kleine Reparaturen und Unterhaltsarbeiten, erfordern Schutzmassnahmen. Nicht selten sind gar spezialisierte Sanierungsfirmen erforderlich.

Besteht ein spezifischer Asbestverdacht, ist zur Abklärung oft eine Materialanalyse in einem spezialisierten Labor erforderlich.

Kontakt bei weiteren Fragen zu Asbest:

Departement Gesundheit und Soziales
DGS Amt für Verbraucherschutz
Chemiesicherheit
Obere Vorstadt 14
5000 Aarau

Tel.: 062 835 30 90

Fax: 062 835 30 89

chemiesicherheit@ag.ch



7.3 Wärmeschutz im Winter / U-Werte

Die dem Heizsystem zugeführte Energie wird als Wärmeverluste in unterschiedlichen Anteilen durch die einzelnen Bauteile der Gebäudehülle an die Umwelt abgegeben oder aufgewendet für Warmwasser oder Strom. Die Energieverluste werden quantifiziert als U-Wert in $\text{W/m}^2\text{K}$.

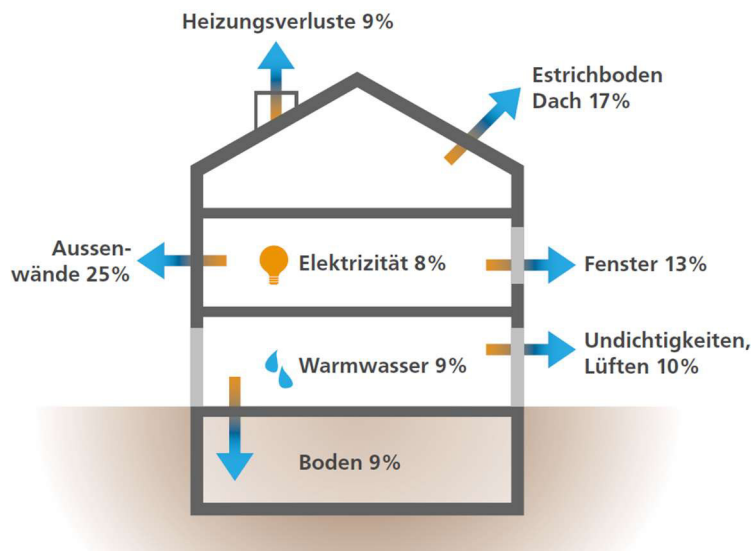


Abbildung 33: Energieverluste am Gebäude
[Quelle: EnergieSchweiz]

Bei einem typischen Einfamilienhaus müssen für den Wärmeverlust durch die Gebäudehülle und die Nutzung folgende Anteile am gesamten Energieverbrauch aufgewendet werden (100% entsprechen der insgesamt zugeführten Energie für Heizung, Warmwasser und Elektrizität).

Die meiste Energie geht über die Aussenwände und das Dach verloren.

7.4 Wärmeschutz im Sommer

Eine Effiziente Wärmedämmung der Gebäudehülle sorgt im Winter für geringe Energieverluste und behagliches Innenklima. Genau dies kann unter gewissen Umständen im Sommer zu einer Überhitzung im Gebäude führen. Daher soll auch folgenden Punkten speziell Beachtung geschenkt werden.

➤ Sonnenschutz

Ein wirksamer Sonnenschutz sollte aussenliegend montiert und deshalb windfest sein (Windkräfte von bis zu 60 km/h). Achten Sie auf einen geringen Energiedurchlassgrad und einfache Bedienbarkeit. Innere Schutzelemente lassen dreimal mehr Energie passieren als äussere Sonnenschutzsysteme. Gut geeignet sind Rafflamellenstoren, Roll- oder Fensterläden. Sonnenseitig fix installierte Beschattungen (auch grosse Balkone) mindern den benötigten Solargewinn im Winter; Markisen und Stoffstoren sind vielfach zu wenig windfest, können zu hohe Energiedurchlassraten aufweisen und sind somit nicht baubewilligungsfähig.

➤ Bedienung des Sonnenschutzes

Die Wirksamkeit eines Sonnenschutzsystems ist naturgemäss von dessen Bedienung abhängig. Wenn motorisch betriebene Storen montiert werden, sind diese fassadenweise zu steuern. Eine automatische Steuerung (z.B. geregelt über einen Innentemperaturfühler und/oder einen aussenliegenden Strahlungsfühler) erhöht den Komfort markant und ist daher auch bei Wohnbauten zu empfehlen.

➤ Verglasungsanteil

Bei einem wirksamen Sonnenschutz (Energiedurchlassgrad maximal 0,1) ist ein Glasanteil bezogen auf die Fassadenfläche von weniger als 40% unkritisch. Bei höheren Glasanteilen gewinnen thermische Speicherfähigkeit (massive Bauweise), Geometrie (z.B. Eckraum) und Steuerung des Sonnenschutzes an Bedeutung.



➤ **Speichermasse**

Sehr wirksam sind freie Betondecken. Sind diese in einem Raum zu 80% ohne Abdeckung (also z.B. keine abgehängten Täfer-Gipsdecken), gilt die Wärmespeicherfähigkeit als ausreichend. Sind z.B. Holzdeckenkonstruktionen vorhanden, gilt in Wohnbauten die Speichermasse als ausreichend, wenn Zementunterlagsböden mit mindestens 6 cm Bauhöhe oder Anhydrit-Estrichbeläge von mindestens 5cm vorhanden sind. Gute Speicher bilden auch massive Aussenwände, Innenwände in Kalksandstein oder Betonelemente wie z.B. offene Treppenhäuser (Brüstungen, Treppentritte, Geländerteil).

➤ **Nachtauskühlung**

Um mit einer nächtlichen Fensterlüftung einen substanziellen Beitrag zum sommerlichen Wärmeschutz zu leisten, sind offenbare Flächen (meist Fenster) bei einseitiger Lüftung im Ausmass von 2% bis 3%, bei Querlüftung von 1% bis 2% der Bodenfläche notwendig. Bei einseitiger Lüftung reichen Kippfenster in der Regel nicht.

➤ **Freie Kühlung über Fussbodenheizung oder Tabs**

Bei Erdsonden-Wärmepumpen kann das Erdreich entlang der Sonde zur Kühlung eingesetzt werden. Dabei wird Wärme dem Raum über die Register der Fussbodenheizung oder der Tabs (thermoaktiven Bauteilsysteme) entzogen und über einen Wärmetauscher an das Erdreich abgegeben. Weil lediglich Elektrizität für die Umwälzpumpen notwendig ist, und nicht für einen Kompressor, ist diese Lösung sehr energieeffizient. Gleichzeitig wird das Erdreich durch die zugeführte Wärme regeneriert und somit auch die Wärmepumpeneffizienz im Winter erhöht.

➤ **Komfortlüftung**

Grosse Beiträge zur Kühlung von Räumen sind von einer Komfortlüftung in der Regel nicht zu erwarten. Der Nutzen einer Nachtauskühlung über Fenster ist um ein Vielfaches grösser. Falls aber eine Fensterlüftung nicht möglich, oder nicht erwünscht ist (beispielsweise aufgrund von Lärm oder Allergie-Risiko), und zudem keine freie Kühlung über Bodenheizung oder Tabs verfügbar ist, dann sollte die Komfortlüftung so konzipiert werden, dass deren Kühlwirkung maximal ist. Das bedingt:

- Aussenluft-Fassung auf der Nordseite
- Sommer-Bypass zur Überbrückung der Wärmerückgewinnung
- Vorkühlung durch einen Erdreich-Wärmeübertrager (Lufterdregister oder Sole-Kreislauf)
- Allenfalls eine Erhöhung des Luftvolumenstroms um 30% im Vergleich zur Auslegung gemäss Merkblatt SIA 2023 zur Nachtauskühlung. Dies stellt allerdings wegen der Schallentwicklung grosse Anforderungen an die Dimensionierung. Denn die Anforderungen an den regulären Dauerbetrieb sind trotzdem zu erfüllen. In Verbindung mit diesen Lösungen sind Umluftgeräte für die Küchenabluft nicht zu empfehlen, weil Wärme und Feuchte möglichst direkt abzuführen sind.

7.5 Wärmebrücken

Wärmebrücken sind Unterbrüche in der Dämmebene eines Gebäudes. Durch sie geht Heizenergie verloren. Im Bereich von Wärmebrücken sinkt bei tiefen Aussentemperaturen die raumseitige Oberflächentemperatur ab. Dies kann zu Schimmelpilzwachstum und Oberflächenkondensat führen. Die Wärmedämmung der Aussenwände bietet Gelegenheit, relevante Wärmebrücken zu verbessern. Dies sind beispielsweise Balkonplatten, Rollladenkästen und Fensteranschlüsse. Durch die Wärmedämmung der Aussenwände gewinnen verbleibende Wärmebrücken weiter an Bedeutung. Denn je besser ein Bauteil wärmedämmend ist, umso grösser ist die Wirkung der Wärmebrücken bei Anschlüssen zu angrenzenden Bauteilen.

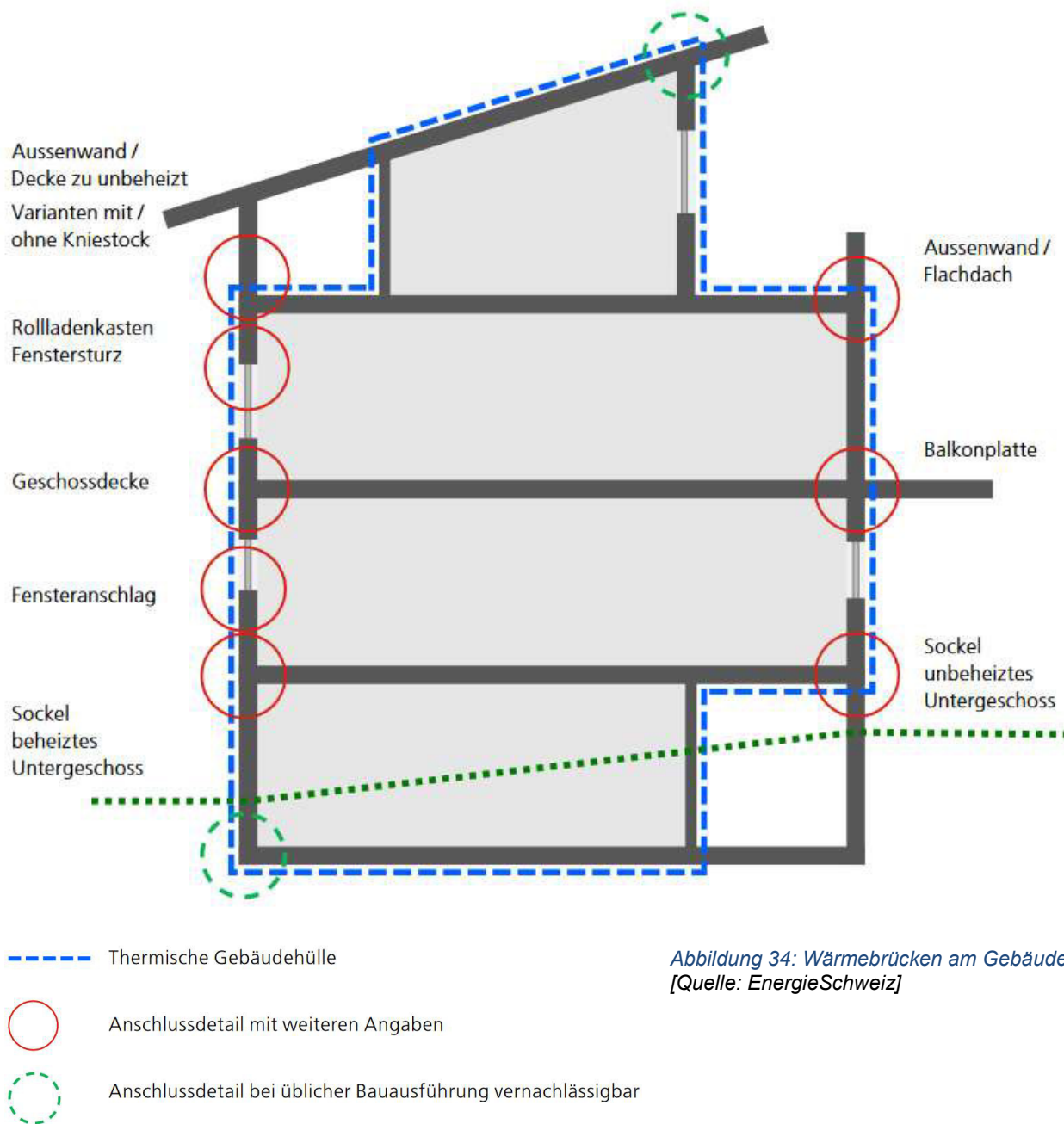


Abbildung 34: Wärmebrücken am Gebäude
[Quelle: EnergieSchweiz]



7.6 Luftdichtheitskonzept der Gebäudehülle

Gemäss SIA 180 muss die Lage und der Verlauf der Luftdichtung in einem Luftdichtheitskonzept definiert werden. Auch die entsprechenden Grenz- und Zielwerte sind in dieser Norm aufgeführt.

Je besser ein Gebäude gedämmt ist, umso wichtiger ist auch, dass die Gebäudehülle dicht ist!

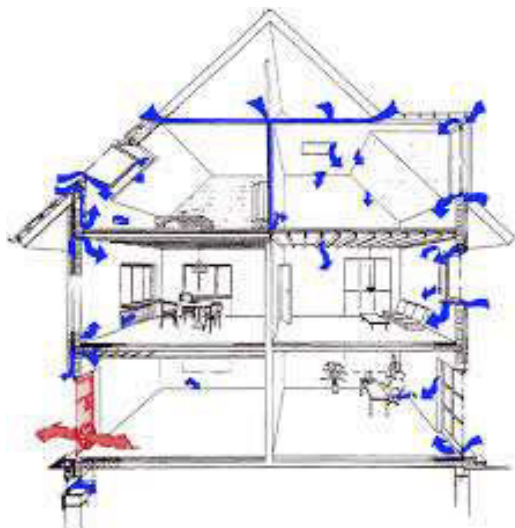


Abbildung 35: Mögliche Undichtheiten in der Gebäudehülle

[Bild Quelle: BlowerDoor]

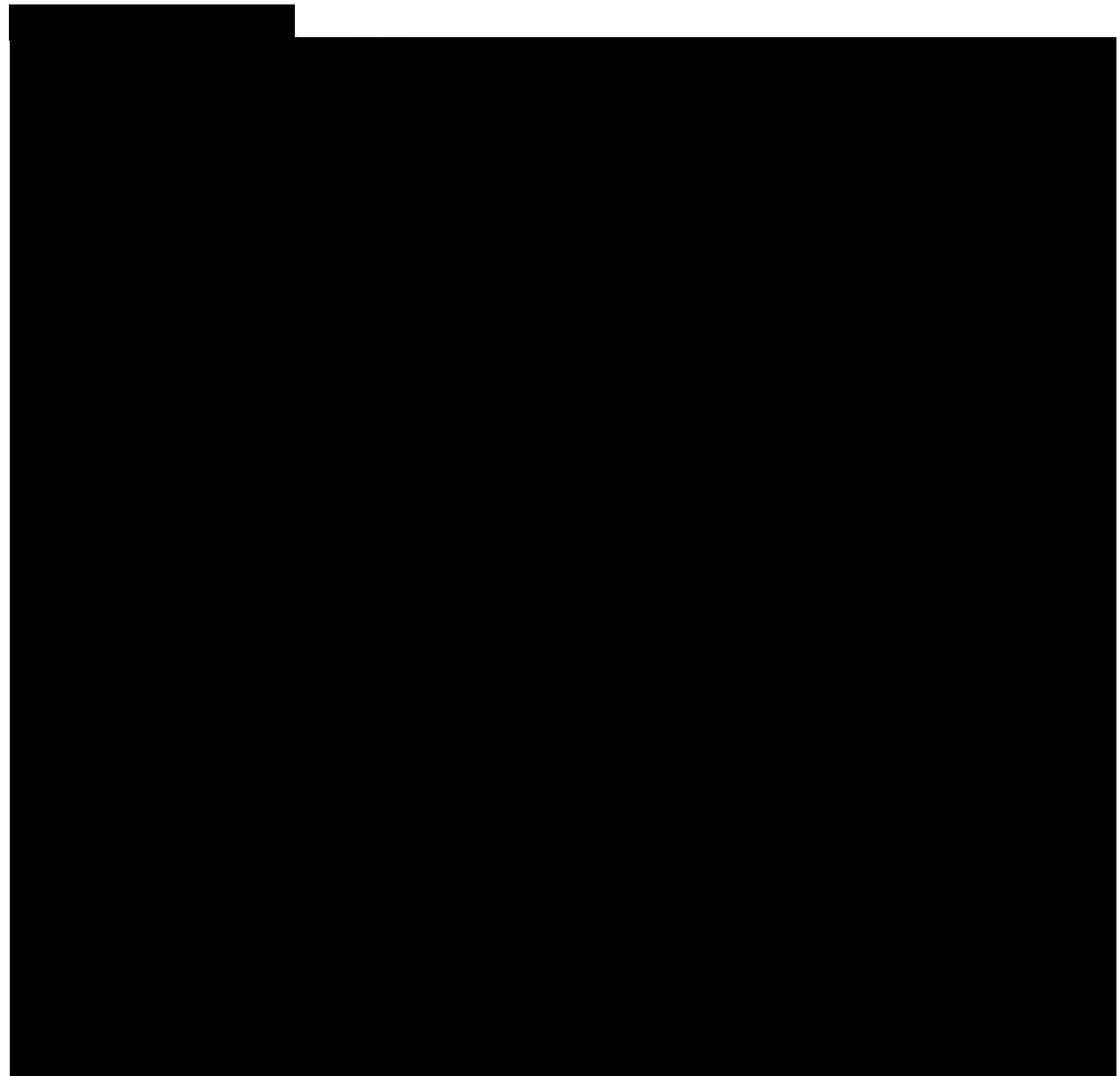
Dämmung und Luftdichtung sollten lückenlos und umlaufend geführt werden.

Besonderes Augenmerk gilt allen An- und Abschlüssen sowie Durchdringungen.

Vor allem bei Holz- und Hybridbauten ist eine Qualitätssicherung mittels BlowerDoor Verfahren empfohlen, um allfällige Mängel frühzeitig zu entdecken. Somit können grössere Schäden und Kosten vermieden werden.



7.7





7.8 Warmwasseraufbereitung / Wasserbehandlung (Härte)

Das Gebiet der Wassernachbehandlung umfasst die Entfernung von im Wasser mechanisch verteilten oder gelösten Stoffen. Es handelt sich hierbei teils um mechanische, chemische und physikalische Verfahren.

Mögliche Verfahren zur Wasserenthärtung:

- **Ionenaustauschverfahren** wechselt Kalzium- und Magnesiumionen gegen Natrium aus. Dies kann zu einem erhöhten Natriumgehalt führen.
- **Physikalische Enthärtungsanlagen** arbeiten einerseits mit elektrischen oder magnetischen Feldern; ihre Wirkung ist umstritten. Andererseits existieren Systeme, welche Elektroden, Aktivkohle und Harze einsetzen. Ihre Wirkung ist gut, die Geräte müssen aber regelmässig gewartet werden.

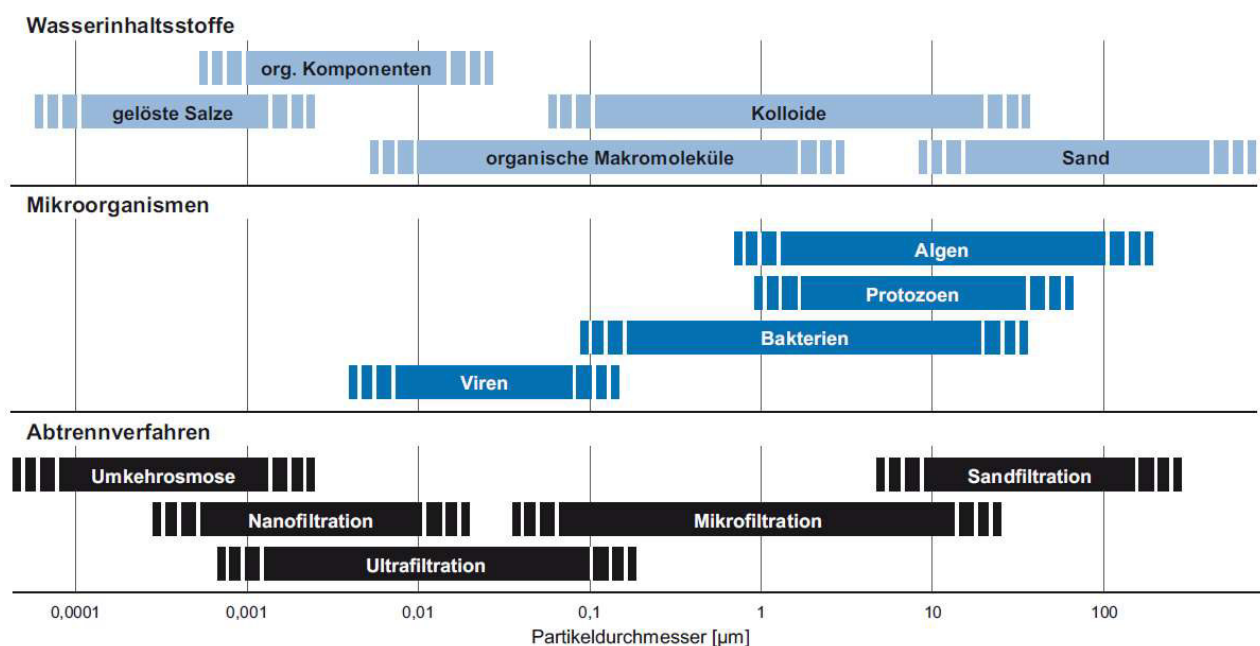


Abbildung 37: Vergleich von Partikelgrößen und Abtrennverfahren (physikalisch)
[Quelle: Bundesamt für Gesundheit (BAG)]

⇒ Bei Trinkwasser ist die Enthärtung des Wassers mit einer Härte von unter 30°fH allgemein nicht zu empfehlen (hartes Wasser = gesundes Wasser!). Wird eine Enthärtung vorgenommen, soll eine Resthärte von 12–15°fH nicht unterschritten werden.

7.9 Warmwasserverteilung / Zirkulation (Legionellen)

Legionellen sind Bakterien, welche praktisch überall in der Natur vorkommen – so auch im Trinkwasser. Legionellen können Krankheiten verursachen.

Die Gefahr einer Erkrankung besteht durch das Einatmen von kleinsten Wassertropfen, sogenannten Aerosolen. Dadurch gelangen die Bakterien in die Atemwege und können eine Lungenentzündung verursachen. Mit Legionellen belastetes Trinkwasser kann hingegen ohne jegliche Gefahr getrunken werden.

Die Infektionen sind häufiger und/oder verlaufen schwerer bei Personen mit einem geschwächten Immunsystem. Daher erkranken geschwächte Personen in Spitälern, Kranken- und Behindertenheimen, sowie ältere Menschen, am ehesten an Legionellen.



Potenzielle Infektionsquellen sind Zapfstellen vom Warmwasserverteilsystem, insbesondere solche mit Bildung von Aerosolen wie z.B. beim Duschen.

Wichtige Leitsätze vom Schweizerischen Verein des Gas- und Wasserfaches (SVGW):

- Empfohlen werden Warmwassertemperaturen bei der Wassererwärmung von mindestens 60°C und bei der Entnahmestelle von mindestens 50°C.
- Für Warmwasserinstallationen, bei denen die Mindesttemperaturen aus energetischen oder technischen Gründen nicht erreicht werden können, sind geeignete technische Massnahmen oder eine periodische Erwärmung auf 60°C vorzusehen (empfehlenswert einmal täglich), damit die Einhaltung der hygienischen Anforderungen gewährleistet ist. Im Wohnungsbau sind in der Regel keine speziellen Massnahmen vorzusehen.

Einzuhalten sind die **Minimalanforderungen** in Bezug auf:

- kein stagnierendes Wasser
- tägliche Erneuerung des Wassererwärmerinhaltes
- optimale Fliessgeschwindigkeiten
- gute Durchspülung
- kurze Leitungslängen
- Werkstoffe mit glatten Oberflächen und Temperaturbeständigkeit

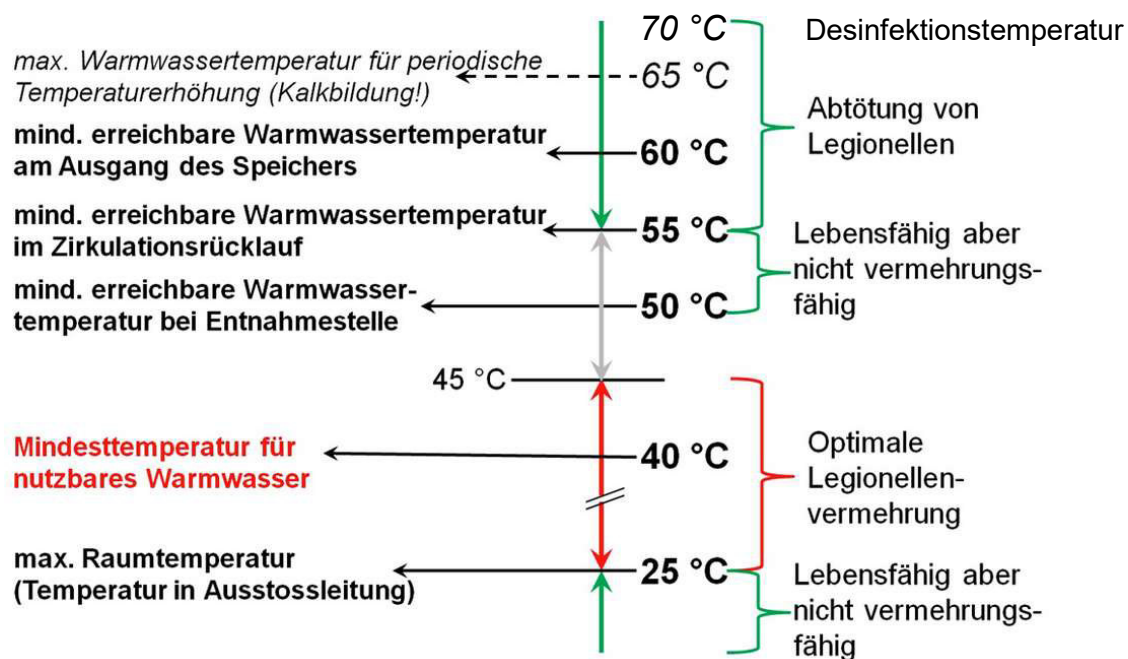


Abbildung 38: Legionellenvermehrung in Abhängigkeit der Temperatur



7.10 Sockelbereich / Perimeter

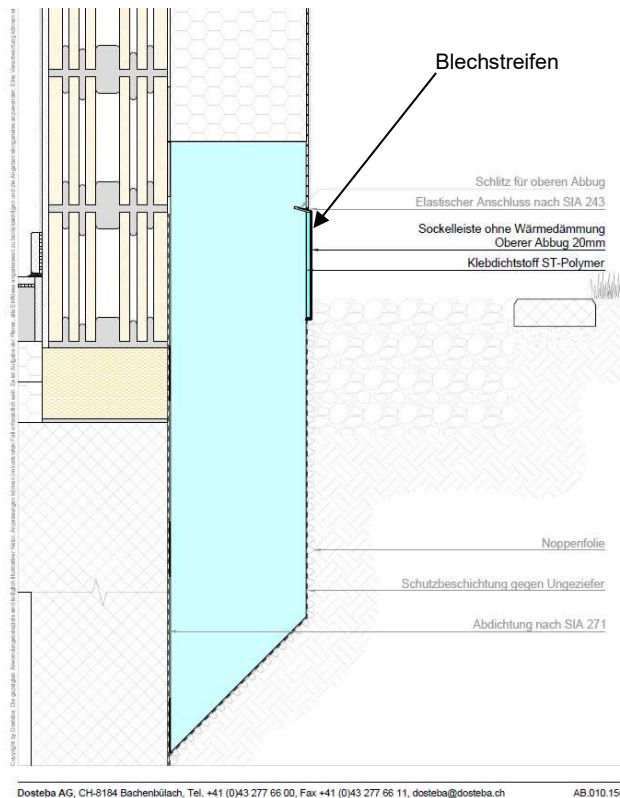


Abbildung 39: Sockel mit Blechstreifen
[Bild Quelle: Dosteba]

Häufig wird im Feuchtbereich (Schlagregenschutz) ein schmaler Blechstreifen (Chromstahl, Kupfer oder Aluminium) anstelle des Putzes angebracht (manchmal wird mit einer solchen Blechabdeckung auch gleich der ganze Sockelbereich abgedeckt – was die Sockeloptik aber wesentlich beeinflusst).

Wichtig ist die schräge Abkröpfung oben. Sie verhindert, dass beim Übergang vom Blech auf den Putz Wasser eindringen kann.

Normale Fassadenputze und -farben sind für den Feuchtbereich (unter Terrain, bis 10 cm über Terrain) nicht geeignet: Farbabplatzungen und Kalkausblühungen sind dort (nach der Garantiezeit) zu erwarten. Fehlt ein Schlagregenschutz und reicht der Verputz bis ins Erdreich (aufsteigende Feuchtigkeit) so kommt es zu Folgeschäden.



Abbildung 40: Schlechtes Sockelbeispiel
[Quelle: B&E]



Abbildung 41: Schlecht ausgeführte Fassadendämmung
[Quelle: B&E]

Einsatz von Bioziden in der Fassade

An Gebäudefassaden können sich Algen und Pilze ansiedeln, die als grau-grünlicher, bis schwarzer Belag sichtbar werden (s. obige Abbildung rechts). Betroffen sind alle Materialien wie Putz, Farbe, Holz, Metall, Glas, Klinker, Kunststoff oder Sichtbeton. Diese „lebenden“ Verschmutzungen beeinträchtigen jedoch keineswegs die bauphysikalische Funktionalität. Die Konstruktion einer Fassade und standortbedingte Faktoren beeinflussen das Risiko des Befalls. Häufig wird zu biozidhaltigen Reinigungslösungen, Anstrichen und Putzen gegriffen, um auf chemischem Weg dem unschönen Bewuchs vorzubeugen. Dieser Einsatz von Bioziden belastet jedoch Mensch und Umwelt. Außerdem ist die Schutzwirkung zeitlich begrenzt. Für eine nachhaltig schöne Fassade sind die Zusammenhänge zu verstehen, damit die richtigen Massnahmen getroffen werden können. [Quelle: www.umweltbundesamt.de]



Es ist also besser und nachhaltiger, wenn durch eine geeignete Fassadenkonstruktion auf einen Einsatz von Bioziden verzichtet werden kann.

Befestigung der Dämmplatten an der Fassade

Bei Modernisierungen kann meist nicht sichergestellt werden, dass der alte Putz noch überall tragfähig, sauber und trocken ist und somit eine langjährige Lebensdauer gewährleistet werden kann. Daher ist es ratsam jede Dämmplatte mindestens einmal zu dübeln (siehe Verarbeitungsrichtlinien Hersteller).

Die Dübel können sich bei nicht fachmännischer Ausführung auf einer Fassade mit Algenbefall (s. Abbildung 41) oder auf einem Infrarotbild als thermische Wärmebrücke abzeichnen. Daher ist es wichtig, dass die Dübel mit genügend Wärmedämmmaterial überdeckt werden.



Abbildung 42: Dämmplattendübel
[Quelle: BFE]

Vorbereitung der Verdübelung durch Ausschneiden einer Vertiefung (oben) für die Dübelteller (unten). Die Dübel werden hinten im alten Mauerwerk verankert

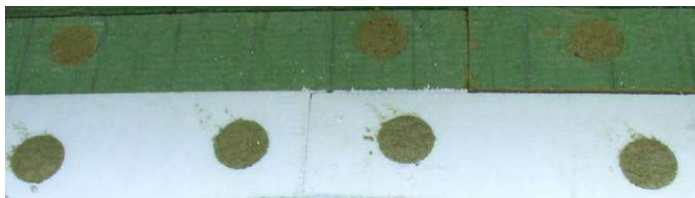


Abbildung 43: Abdecken Dämmplattendübel mit Rondellen aus Wärmedämmmaterial
[Quelle: BFE]

Auch im weissen EPS wurden hier grüne Steinwollerondellen eingesetzt

Werden die Platten verklebt, so darf nicht nur punktwise geklebt werden, da es sonst einzelne Wärmebrücken und Hinterspülung der Dämmung (mit Luft) geben kann. Beides würde sich negativ auf die Wärmedämmung auswirken.

Damit die Fassade besser abtrocknen kann und es daher weniger schnell zu Algenbildung kommt, ist es vorteilhaft eine mineralische Dämmung, oder zumindest einen mineralischen Dickschichtaufbau zu verwenden. So wird die auftretende Oberflächenfeuchte (z.B. Tau) ins Innere aufgenommen und später wieder abgegeben. Damit dieser Prozess funktioniert sollen ausserdem Silikatfarben (mit mineralischen Bindemitteln) zum Einsatz kommen.



7.11 Fensteranschluss

a) Fenster am alten Ort angeschlagen

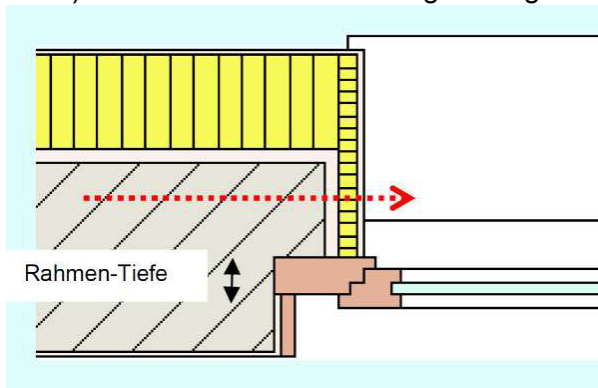


Abbildung 44: Das neue Fenster am alten Ort (Anschlagfalz)
[Quelle: BFE]

Dies ist die meist verbreitete Lösung für Modernisierungen, da sie am einfachsten und günstigsten ist in der Umsetzung. Wichtig ist, dass die Leibungsdämmung für Stein- oder Glaswolle mindestens 4 cm beträgt, 3 cm für XPS, 2 cm für PUR oder bei minimalsten Platzverhältnissen mindestens 1 cm mit Aerogel (teurer Hochleistungsdämmstoff). Gut sichtbar sind die sehr tiefen Leibungen.



Abbildung 45: Leibungs- und Sturzdämmung
[Quelle: BFE]

Fenster am alten Ort angeschlagen. Überdämmung von Sturz (oben), Leibung (seitlich) und Sims (unten) mit ca 2 cm. Danach überragt die Dämmung den alten Anschlagrahmen noch etwas. Die Fensternische wird also kleiner und wesentlich tiefer. Der Sims (unten) ist bereits fertig. Der Alu-Fensterbank liegt ebenfalls auf einer dünnen Dämmschicht, auf dem alten Sims. Auch hier kann nicht dicker gedämmt werden, da die Entwässerungsöffnungen des Anschlagrahmens noch frei bleiben müssen.



Abbildung 46: Dämmung im Simsbereich
[Quelle: BFE]



b) Fenster **aussen auf der Mauer** angeschlagen

Bauphysikalisch und wärmedämmtechnisch betrachtet, ist diese Variante die beste Lösung (Bild unten links). Das Fenster als wärmedämmendes Element wird direkt in die Wärmedämmebene (= Aussendämmung) montiert. Hinzu kommt, dass bei einem Anschlag aussen auf der Mauer mehr Glaslicht gewonnen werden kann, da der Rahmen je nach Konstruktion weitgehend "verschwindet". Durch schmälere Fensterleibungen kann mehr Tageslicht gewonnen werden. Gegen diese Variante sprechen die hohen Kosten für das Entfernen der bestehenden Fensteranschlüsse, die somit verbundenen inneren Anpassungsarbeiten, sowie eine „Sonderlösung“ im Storenkastenbereich.

c) Fenster **in der Leibung ganz aussen** anschlagen

Wärmetechnisch ist dies die 2. beste Lösung (s. unten rechts). Da die Fenster auch weiter aussen als bestehend angeschlagen werden, ist die Verdunkelung durch die Fassaden weniger stark als bei Variante a. Auch hier entstehen jedoch Mehrkosten für das Entfernen der bestehenden Fensteranschlüsse und inneren Anpassungsarbeiten. Die Storenkasten können jedoch mit einer „Standardlösung“ umgesetzt werden.

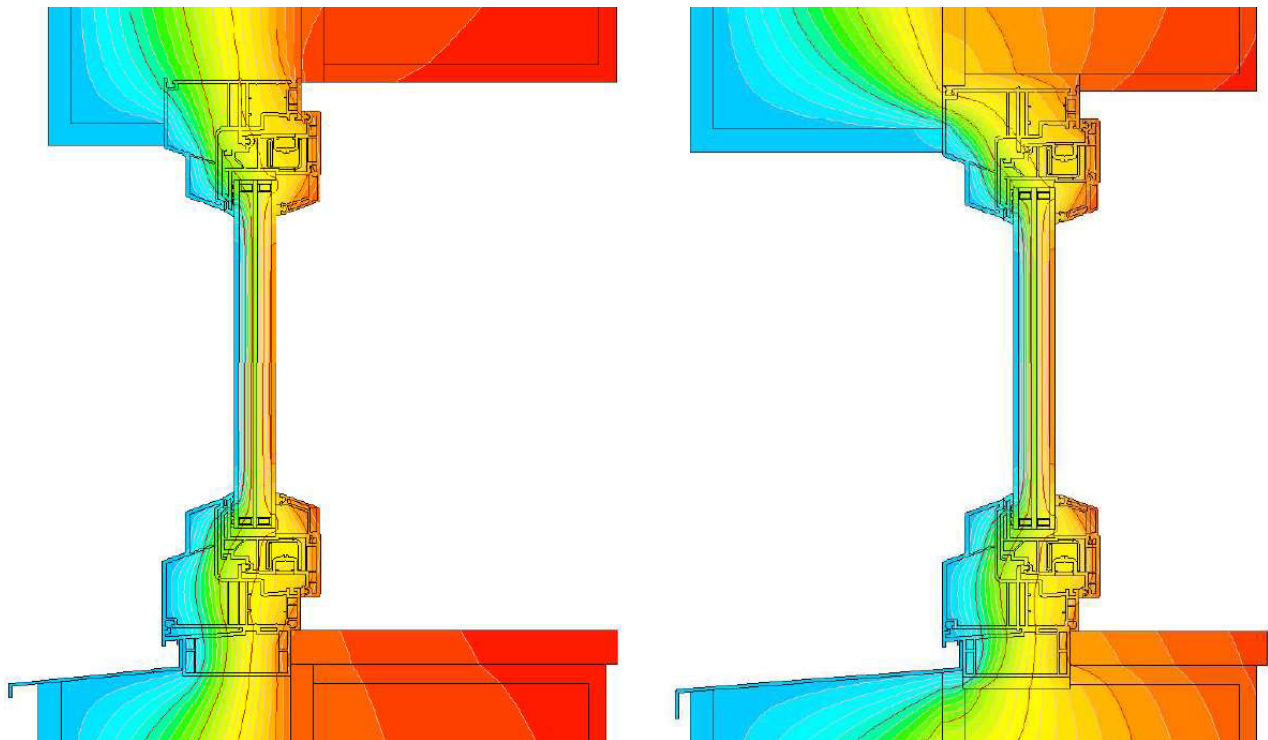


Abbildung 47: Wärmestromlinien mit Anschlag aussen auf Mauer (ideal) und rechts Anschlag aussen in Leibung
[Quelle: BFE]



7.12 Storenkasten

Mögliche Ausführungsdetails eines Lamellen-Storenkasten.



Abbildung 48: Integrierte Lamellenstoren
[Quelle: BFE]

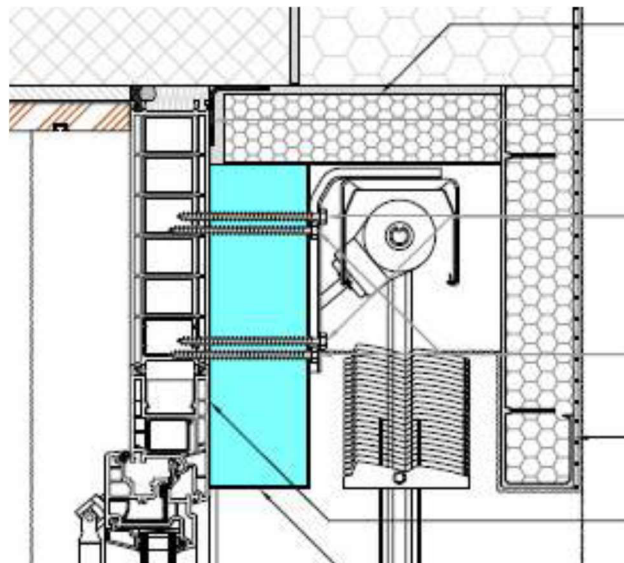


Abbildung 49: Prinzip Detail Storenkasten
[Quelle: Dosteba]

Die Dämmung der Fenster-Rahmenverbreiterung (oder des bestehenden Mauersturzes) ist so stark wie möglich auszuführen. Bei dünneren Dämmstärken der Aussenwärmedämmung (14 - 16 cm) ist es daher aus wärmetechnischen Gründen sinnvoll, eine vom Storenhersteller in allen RAL-Farben lieferbare Blende aus Alublech zu verwenden (s. Abbildung 16), welche vorne nicht aufträgt, dafür hinten mehr Platz (für die Dämmung) lässt. Im Bild rechts (Abbildung 49) ist vorne ein Schürzenelement aus verstärktem Dämmmaterial dargestellt, welches einen durchgehenden Aussenputz ermöglicht, jedoch wärmetechnisch "vorne" nichts bringt. Diese Dämmschicht wird besser zur noch stärkeren Überdämmung (hellblau) der Rahmenverbreiterung gebraucht.

Ein Storenpaket in Standardbreite braucht 13 cm Platz. Für die Ausführung der vorderen Abdeckung mit einer Metallblende werden ca. 2.0-2.5 cm benötigt.

Es besteht auch die Möglichkeit Storenpakete mit nur 11 cm Platzbedarf in der Breite einzusetzen. Dadurch könnte die Metallblende durch eine Schürze ersetzt, oder das Mauerwerk zusätzlich überdämmt werden. Solche Schmalpakete sind jedoch weniger robust, etwas teurer, und benötigen mehr Platz in der Höhe. Vorzugsweise werden diese mit Motorantrieb betrieben, da ein Kurbeln von Hand generell länger dauert als mit den breiteren Lamellen.



7.13 Dach

Bei der Dachsanierung muss zuerst die grundlegende Entscheidung getroffen werden, ob von innen oder von aussen saniert wird.

Aussensanierung mit Dampfbremse im Sub-Top Verfahren

Eine solche Sanierungs-Dampfbremse (blau dargestellt) wird quer im Sub-Top Verfahren auf der bestehenden raumseitigen Bekleidung (weitestgehend raumseitig der Wärmedämmung) verlegt und über den Sparren ins nächste Feld geführt. Fehlerträchtige, luftdichte Anschlüsse an den Sparrenflanken entfallen.

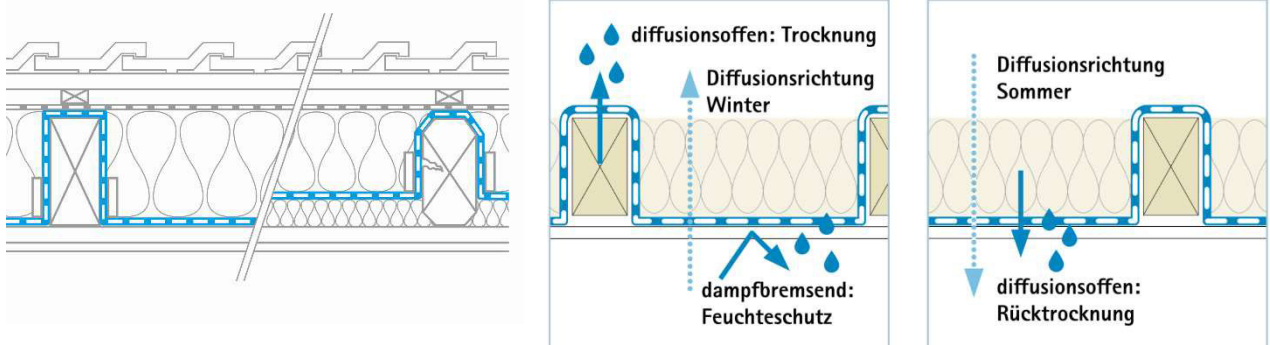


Abbildung 50: Prinzip einer feuchtevariablen Dampfbremse mit Sub-Top Verlegung
[Quelle: pro clima]

Auf den Sparren verläuft die Bahn sehr weit auf der Kaltseite der Konstruktion. Dies ist der kritische Punkt dieser Verlegungsweise. Hier droht die Gefahr von Kondensatbildung, wenn Feuchtigkeit aus dem beheizten Innenraum z.B. entlang der Sparrenflanken bis zur Oberseite der Konstruktion aufsteigen kann. Daher darf auf keinen Fall eine Dampfbremse mit konstant hohem Diffusionswiderstand (z.B. PE-Folie) für diese Verlegungsweise verwendet werden. Derartige Bahnen lassen auf der Sparrenoberseite kaum Feuchtigkeit austrocknen, sodass ein Feuchteschaden beinahe vorprogrammiert ist.

Eine geeignete feuchtevariable Dampfbremse bietet ein hohes Mass an Sicherheit auch bei geringer oder sogar gar keiner Überdämmung. Der Diffusionswiderstand passt sich quasi „automatisch“ den bauphysikalischen Anforderungen an – innen im Gefach dampfbremsend, auf der Sparrenoberseite diffusionsoffen. Die Verlegerichtung bzw. -ausrichtung zu den Traghölzern spielt dabei keine Rolle. Feuchtevariabel ist jedoch nicht gleich feuchtevariabel! Der Verlauf des Diffusionswiderstands in Abhängigkeit der Luftfeuchte muss auf diese Verlegung abgestimmt sein. Im feuchten Bereich muss die Bahn einen möglichst geringen s_d -Wert aufweisen, um auf der Sparrenoberseite maximale Sicherheit zu bieten – vergleichbar mit einer diffusionsoffenen Unterdeckbahn.

7.14 Steuerliche Aspekte

Nachfolgend sind einige grundsätzliche Steueraspekte dargelegt [HEV Aargau]. Da es kantonale Unterschiede gibt und oftmals spezifische Details entscheidend sein können, ist es ratsam frühzeitig mit der lokalen Steuerbehörde oder einem Steuerberater in Kontakt zu treten. Die Aufteilung der Liegenschaftsunterhaltskosten (LUK) wird einheitlich bezeichnet und in folgende 4 Bereiche gegliedert [Merkblatt Liegenschaftsunterhalt (LUK), Kt. Aargau 2014]:



- **N** Diese Positionen sind nicht Bestandteil der Liegenschaftskosten sondern gelten als Lebenshaltungskosten, respektive Einkommensverwendung
- **I** Investitionskosten, respektive Anlagekosten
- **U** Liegenschaftsunterhaltskosten
- **E** Investitionen in Energiesparmassnahmen

Lebenshaltungskosten (N)

Die Unterhaltskosten sind nicht nur von den wertvermehrenden Investitionen abzugrenzen, sondern auch von den sog. Lebenshaltungskosten. Unter Lebenshaltungskosten sind jene Ausgaben zu verstehen, die nicht ausschliesslich zum Zwecke der Einkommenserzielung getätigt werden. Sie dienen mindestens teilweise der Befriedigung der allgemeinen Lebensbedürfnisse und stellen Einkommensverwendung dar. Sie sind steuerrechtlich nicht abzugsfähig. Die Abgrenzung bietet in der Praxis vielfach Probleme. So wurden z.B. die Kosten für Abwasserreinigung und die Gebühr für die Feuerungskontrolle lange Zeit als Unterhaltskosten betrachtet. Heute zählen sie indes zu den nicht abzugsfähigen Lebenshaltungskosten. Ebenso gelten Kosten für Heizung, Wasser, Gas, Strom sowie Gebühren für Fernseh- und Radioempfang als klassische Lebenshaltungskosten. Demgegenüber sind z.B. Kaminfegerarbeiten abzugsfähige Unterhaltskosten.

Wertvermehrende Investitionen (I)

Die Unterhaltskosten sind abzugrenzen von den wertvermehrenden Investitionen. Letztere sind bei der Einkommenssteuer nicht abzugsfähig und können erst beim Verkauf der Liegenschaft bei der Grundstückgewinnsteuer steuermindernd geltend gemacht werden. Als wertvermehrende Investitionen gelten alle Kosten für die Errichtung oder den Rückbau von Bauten sowie für bauliche Veränderungen. Das Gleiche gilt für diesbezüglich anfallende Baunebenkosten (Energie- und Wasserkosten) sowie für Kosten von Bewilligungen und Anschlussgebühren. Wertvermehrende Investitionen liegen somit dann vor, wenn nicht etwas Bestehendes unterhalten oder durch etwas Gleichwertiges ersetzt wird, sondern «etwas Neues entsteht».

Werterhaltende Aufwendungen (U)

Bei der Einkommenssteuer stellen nur die Aufwendungen abzugsfähige Liegenschaftsunterhaltskosten dar, welche dazu dienen, die Liegenschaft in dem Zustand zu erhalten, in dem sie die steuerpflichtige Person erworben hat (sog. werterhaltende Aufwendungen). Dies sind insbesondere Aufwendungen für die von Zeit zu Zeit erforderlichen Renovationen sowie für den zeitgemässen, gleichwertigen und gleichen Komfort bietenden Ersatz von unbrauchbar gewordenen, mit dem Gebäude fest verbundenen Einrichtungen. Nicht abzugsfähig sind demgegenüber Unterhaltskosten an beweglichen Einrichtungen, z.B. der Ersatz von Pflanzen in Trögen.

Energiesparende und dem Umweltschutz dienende Massnahmen (E)

Bei energiesparenden und dem Umweltschutz dienenden Massnahmen spielt es keine Rolle, ob diese Kosten für den Ersatz von bestehenden Bauteilen anfallen oder ob die Bauteile (z.B. Solarzellenanlage, Wärmepumpe als Ersatz einer Ölheizung) erstmalig angebracht werden. Kraft gesetzlicher Sonderregelung sind diese Ausgaben stets vollumfänglich vom Einkommen absetzbar.

Abgrenzung

Werden im Zuge von Renovationsarbeiten alte Einrichtungen durch solche mit höherem Komfort, grösserer Leistungsfähigkeit oder längerer Lebensdauer ersetzt, so ist eine Ausscheidung zwischen werterhaltenden und wertvermehrenden Investitionen vorzunehmen. Der gleiche Mechanismus kommt auch für das Honorar eines Architekten zur Anwendung, der für die Renovation oder den Umbau einer Liegenschaft beigezogen wird. Der wertvermehrende Anteil ist dabei durch die Veranlagungsbehörde nach pflichtgemäsem Ermessen zu schätzen. In einem allfälligen Rekursverfahren erfolgt eine Korrektur nur dann, wenn die vorinstanzliche Ermessensausübung unhaltbar erscheint. Die steuerpflichtige Person trägt die Beweislast für



steuermindernde Tatsachen und somit auch für die Zuordnung von Investitionen als abzugsfähiger Liegenschaftsunterhalt, weshalb diese Praxis der Gerichte nicht zu beanstanden ist. Die steuerpflichtige Person ist gut beraten, wenn sie die ausgeführten Arbeiten möglichst gut dokumentiert. Hierzu gehören bei grösseren Umbauten nicht nur detaillierte Handwerkerrechnungen, sondern möglichst auch Fotodokumentationen vom Zustand der Liegenschaft vor dem Umbau. Bei grösseren Umbauten zieht nämlich die örtliche Steuerkommission häufig einen vom Kantonalen Steueramt, Sektion Grundstückschätzungen, beauftragen Experten bei. Dieser nimmt häufig einen Augenschein vor Ort. Für eine sachgerechte Abgrenzung helfen ihm dabei Fotos vom alten Zustand der Liegenschaft bzw. der renovierten Bauteile.

Sanierung des bestehenden Steildaches mit zusätzlicher Isolation	
Bedachungen + Spengler	Unterhalt
Dachkonstruktion	Unterhalt
Isolation inkl. Dampfsperre	Energiesparmassnahme

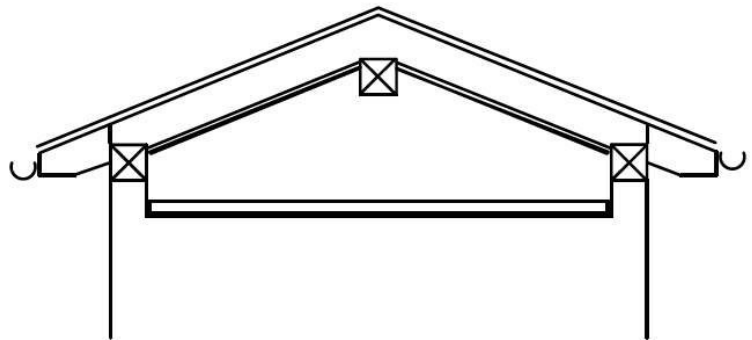


Abbildung 51: Beispiel Dachsanierung mit zusätzlicher Dämmung
[Quelle: Merkblatt Liegenschaftsunterhalt (LUK), Kt. Aargau 2014]



Arbeitsgattung, Bauteil	N Diese Positionen sind Lebenshaltungskosten resp. Einkommensverwendung	nicht abzugsberechtigter Anteil in %	abzugsberechtigter Anteil in %	
		I Investitionskosten resp. Anlagekosten	U Liegenchaftsunterhaltskosten	E Investitionen in Energiesparmassnahmen
* Diese Positionen sind nur abzugsberechtigt, wenn sie an Gebäuden vorgenommen werden, die mindestens fünf Jahre alt waren (siehe auch 4.1).				
Bedachungsarbeiten (BKP 224)				
<u>Steildach (Dachhaut inkl. Lattungen)</u>				
- Ersatz in gleichwertiger Ausführung Zementfaserplatten, Zement- oder Tonziegel gelten als gleichwertig		0	100	0
- Ersatz in höherwertiger Ausführung z. B. Biberschwanz-Doppeldeckung oder Naturstein		50	50	0
- Beschichtung von Steildächern anstelle von Neueindeckung (inkl. Reinigung und Vorarbeiten) z. B. «GERULAN 2000»		0	100	0
<u>Unterdach</u>				
- Neues Unterdach aus Hartplatten, vorher kein Unterdach		100	0	0
- Ersatz von Unterdach aus Hartplatten		0	100	0
- Neues Unterdach aus Weichfaserplatten mit wärmedämmenden Eigenschaften, vorher kein Unterdach		0	0	100*
- Ersatz von Unterdach in Weichfaserplatten		0	100	0
<u>Wärmedämmung gegen Aussenklima</u>				
- Vorher keine (neu)		0	0	100*
- Ersatz von Isolationsmaterialien		0	100	0

Tabelle 14: Beispiel Kostenaufteilung Bedachungsarbeiten (Richtwerte)

[Quelle: Merkblatt Liegenschaftsunterhalt (LUK), Kt. Aargau 2014]



8.0 Verzeichnisse

8.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Gefährdung Hochwasser	8
Abbildung 2: Strassenlärm.....	8
Abbildung 3: Seismische Baugrundklasse E (gem. SIA 261)	8
Abbildung 4: ÖV-Güteklasse E2 (geringe Erschliessung)	8
Abbildung 5: Makrolage	10
Abbildung 6: Luftbild Mikrolage.....	10
Abbildung 7: Grundwasserkarte	11
Abbildung 8: Erdwärmenutzung.....	11
Abbildung 9: Lebensdaueranalyse	18
Abbildung 10: Erneuerungsdiagramm	18
Abbildung 11: Gebäudestrategie in Abhängigkeit von Marktpotenzial und Bausubstanz	19
Abbildung 12: Kritische Schwerpunkte	23
Abbildung 13: Perimeterdämmung	24
Abbildung 14: UG-Deckendämmung	24
Abbildung 15: Integralfenster bieten höheren Lichteinfall dank höherem Glasanteil	25
Abbildung 16: Storenkastendetail EFH	25
Abbildung 17: Skizze neuer Dachaufbau.....	26
Abbildung 18: Massgebende Schichten für Luftdichtheit	27
Abbildung 19: Erdwärmesonde WP	31
Abbildung 20: Geräteplatzierung Split Wärmepumpe.....	32
Abbildung 21: Umsetzungsvariante mit Split Wärmepumpe	32
Abbildung 22: Energieeffizienz IST-Zustand.....	33
Abbildung 23: Energieeffizienz GEAK Variante C	33
Abbildung 24: Energiebedarf IST-Zustand und GEAK Variante C.....	33
Abbildung 25: Dachplan PV-Anlage	34
Abbildung 26: Übersicht.....	34
Abbildung 27: Traufabschluss mit Schneefang.....	34
Abbildung 28: Firstdetail	35
Abbildung 29: Ortabschluss mit Seitenprofil	35
Abbildung 30: Energiefluss von der Primärenergie bis zum Nutzen.....	36
Abbildung 31: Variantenvergleich bezüglich Zielerreichung SIA-Effizienzpfad	37
Abbildung 32: Ausbreitung Radon im Erdreich (Symbolbild)	49
Abbildung 33: Energieverluste am Gebäude	51
Abbildung 34: Wärmebrücken am Gebäude.....	53
Abbildung 35: Mögliche Undichtheiten in der Gebäudehülle	54
Abbildung 36: Angriffsstellen bei Einbruch	55
Abbildung 37: Vergleich von Partikelgrössen und Abtrennverfahren (physikalisch)	56
Abbildung 38: Legionellenvermehrung in Abhängigkeit der Temperatur	57
Abbildung 39: Sockel mit Blechstreifen	58
Abbildung 40: Schlechtes Sockelbeispiel	58
Abbildung 41: Schlecht ausgeführte Fassadendämmung	58
Abbildung 42: Dämmplattendübel.....	59
Abbildung 43: Abdecken Dämmplattendübel mit Rondellen aus Wärmedämmmaterial	59
Abbildung 44: Das neue Fenster am alten Ort (Anschlagfalz).....	60
Abbildung 45: Leibungs- und Sturzdämmung.....	60



Abbildung 46: Dämmung im Simsbereich.....	60
Abbildung 47: Wärmestromlinien mit Anschlag aussen auf Mauer (ideal) und rechts Anschlag aussen in Leibung.....	61
Abbildung 48: Integrierte Lamellenstoren	62
Abbildung 49: Prinzip Detail Storenkasten	62
Abbildung 50: Prinzip einer feuchtevariablen Dampfbremse mit Sub-Top Verlegung	63
Abbildung 51: Beispiel Dachsanierung mit zusätzlicher Dämmung	65

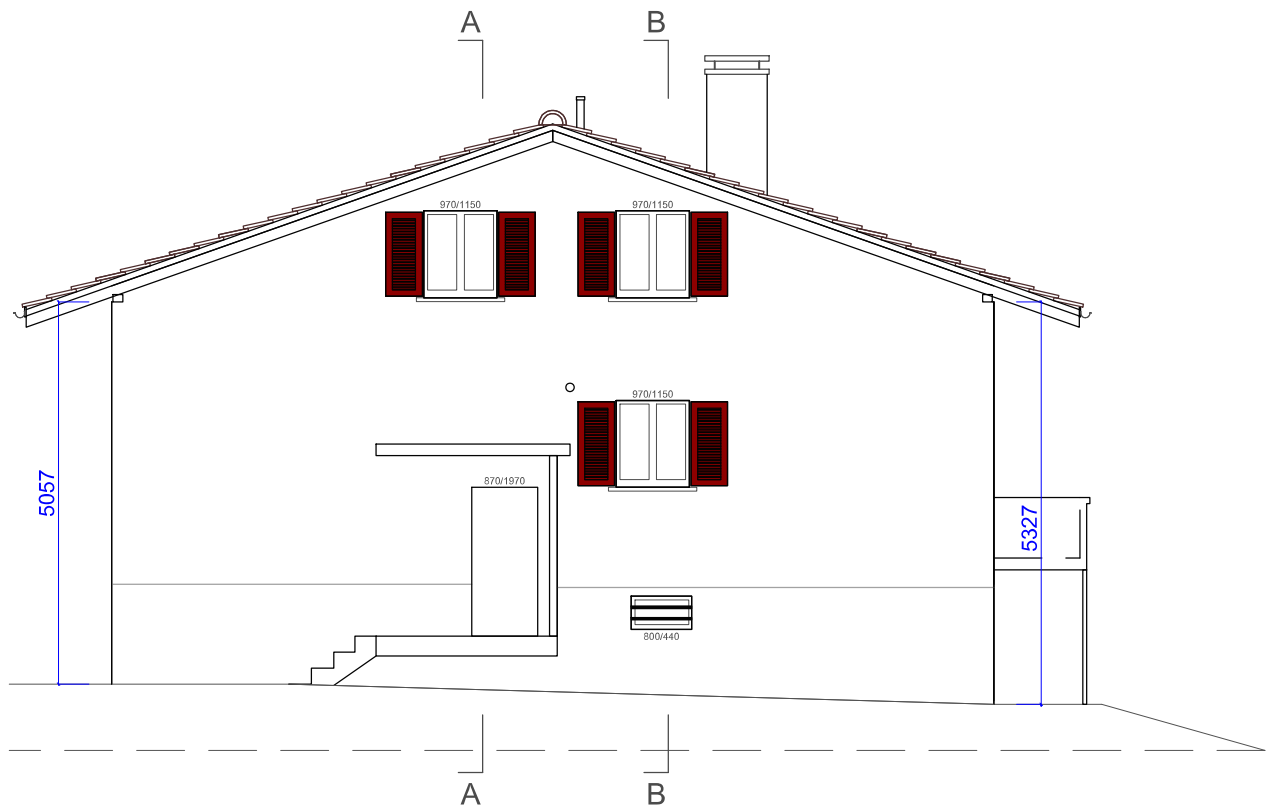
8.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bauteilbeurteilung	13
Tabelle 2: Berechnung BGF-Reserve.....	20
Tabelle 3: Wichtige Fragestellungen vor einer Modernisierung	22
Tabelle 4: Vergleich möglicher Wärmequellen	28
Tabelle 5: Variantenvergleich Energiesysteme.....	29
Tabelle 6: Variantenvergleich jährliche Kosten.....	30
Tabelle 7: Variantenvergleich Energiebedarf nach Minergie	30
Tabelle 8: Kostenschätzung	39
Tabelle 9: Abschätzung Fördergelder.....	39
Tabelle 10: Aufteilung der Liegenschaftsunterhaltskosten	40
Tabelle 11: Abzugsfähige Liegenschaftsunterhaltskosten 2017	41
Tabelle 12: Abzugsfähige Liegenschaftsunterhaltskosten 2018.....	41
Tabelle 13: Zusammenfassung empfohlener Massnahmen	42
Tabelle 14: Beispiel Kostenaufteilung Bedachungsarbeiten (Richtwerte).....	66



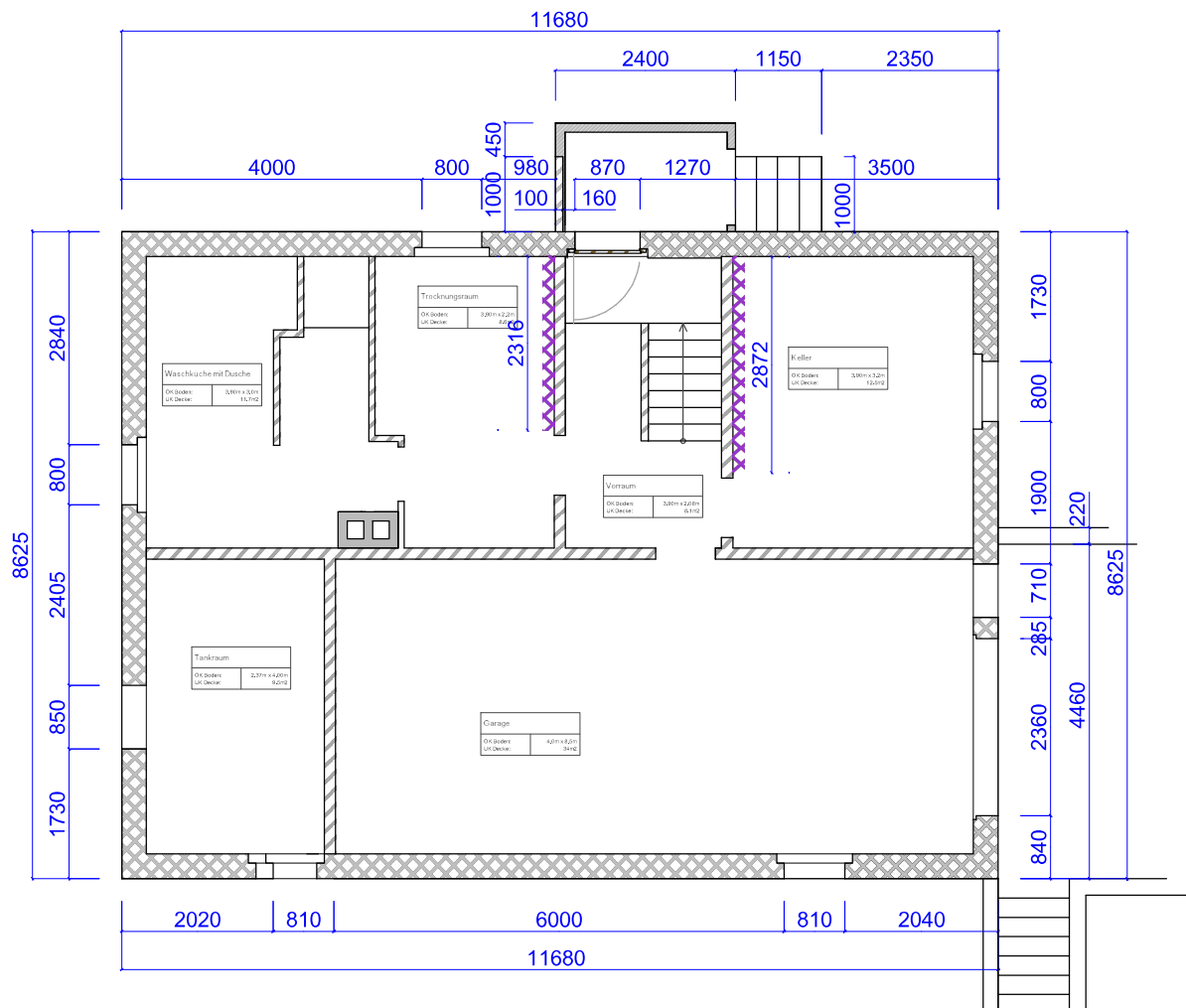
9.0 Anhang

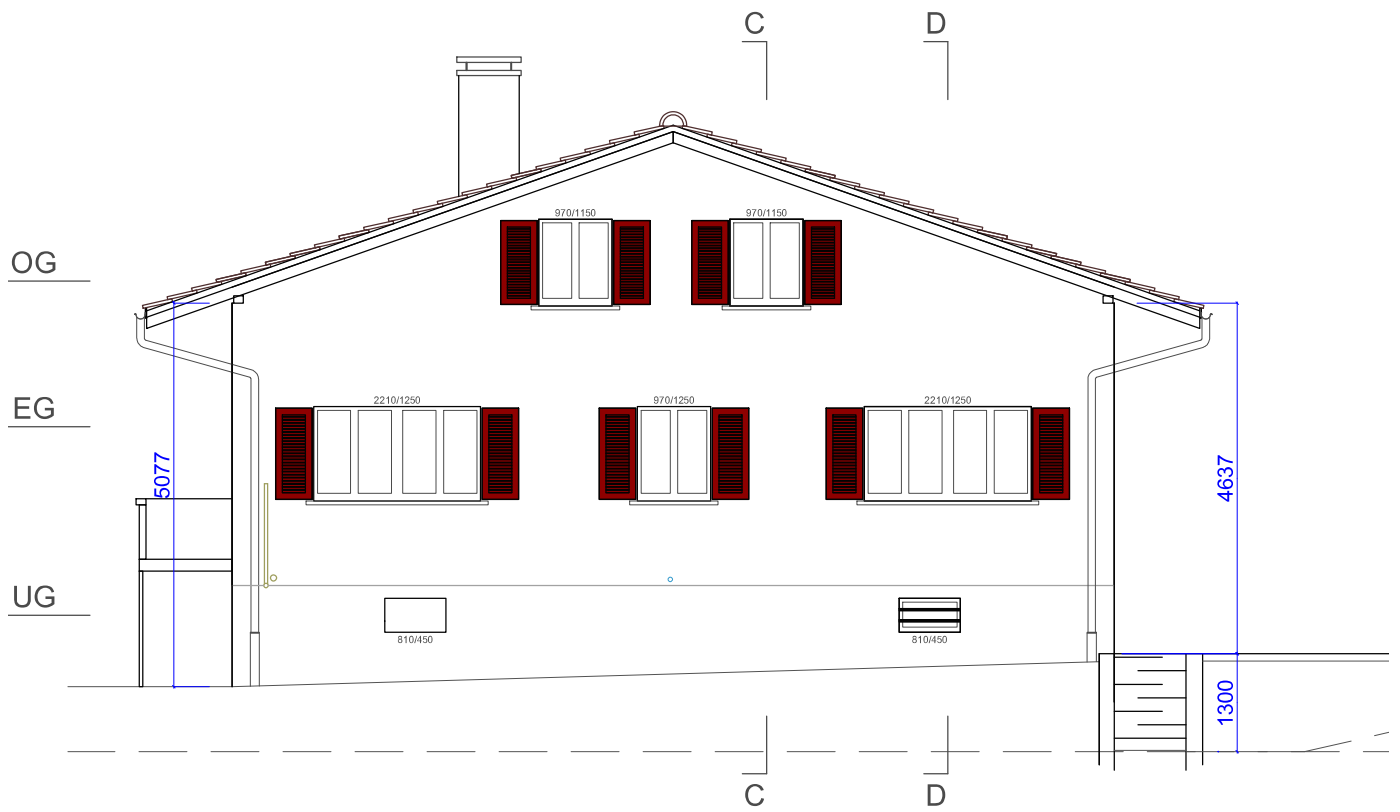
9.1 Pläne



Ansicht Nordfassade 1:100

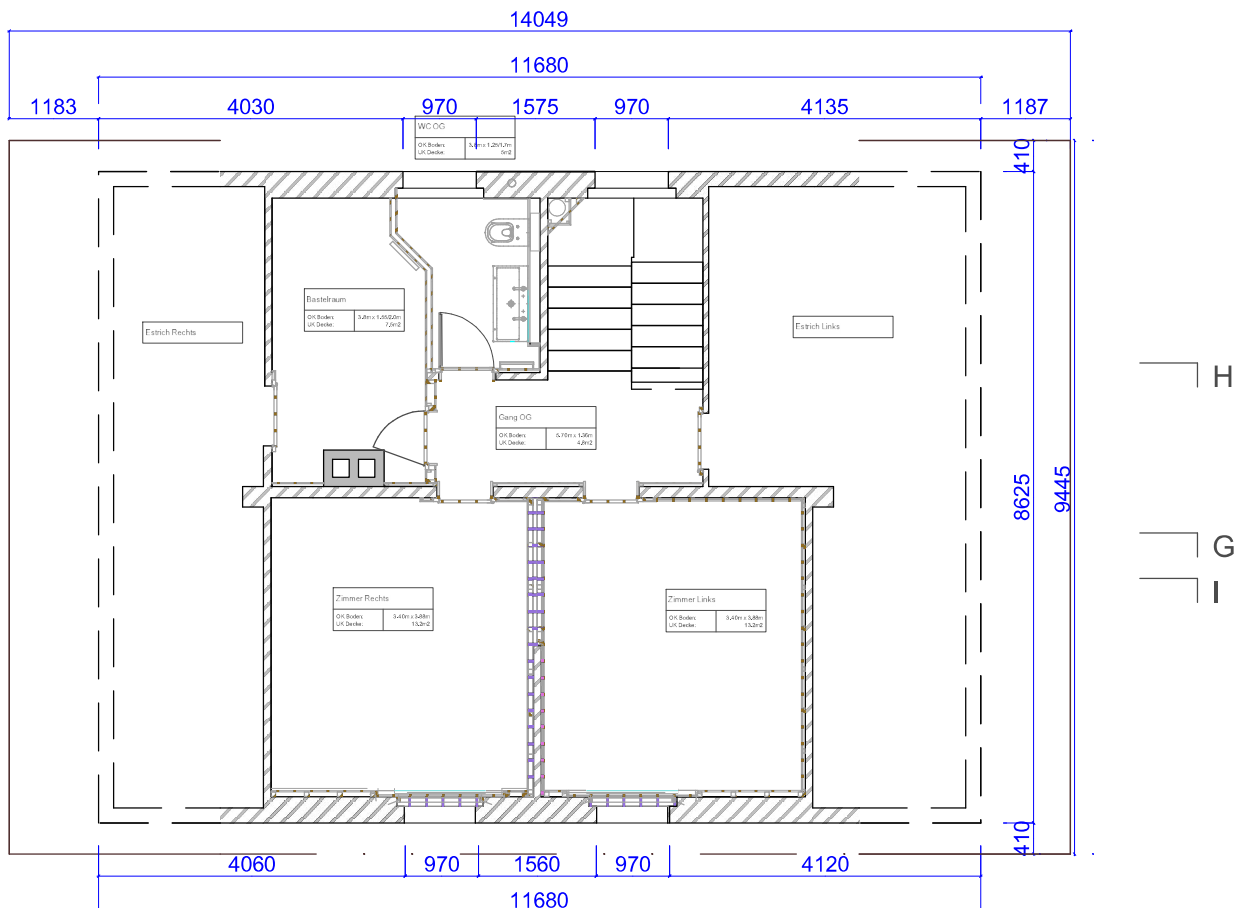
Schnitt UG 1:100

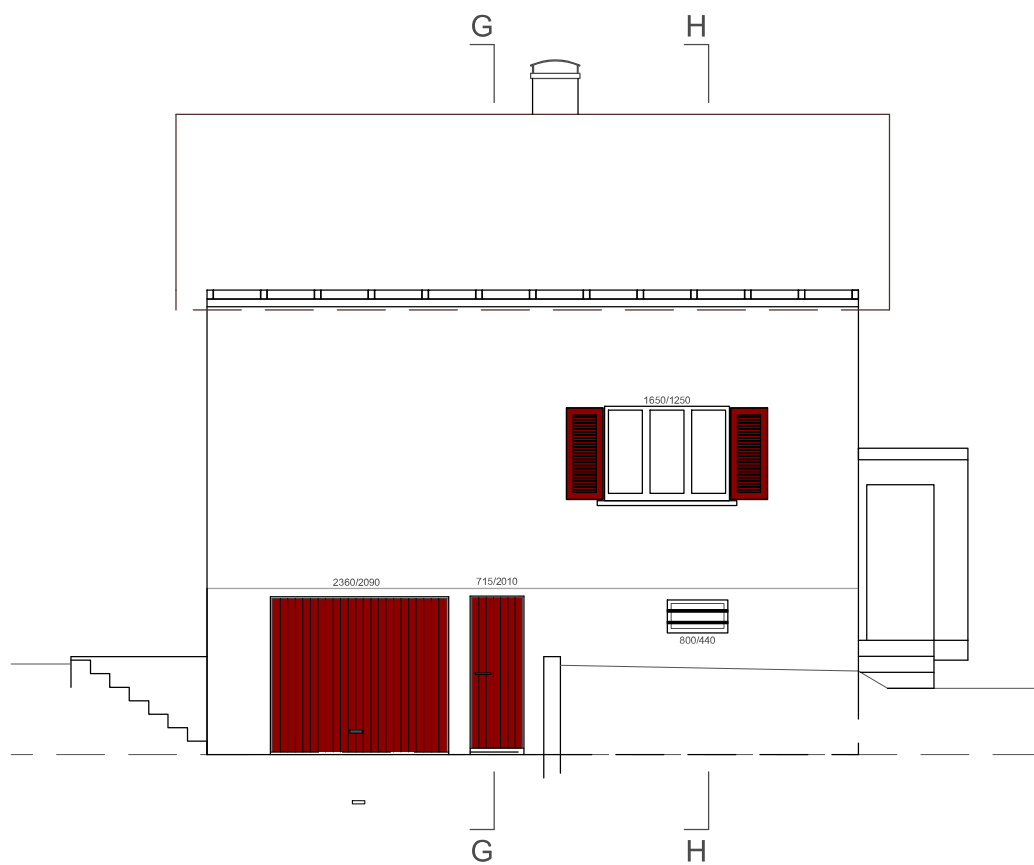




Ansicht Südfassade 1:100

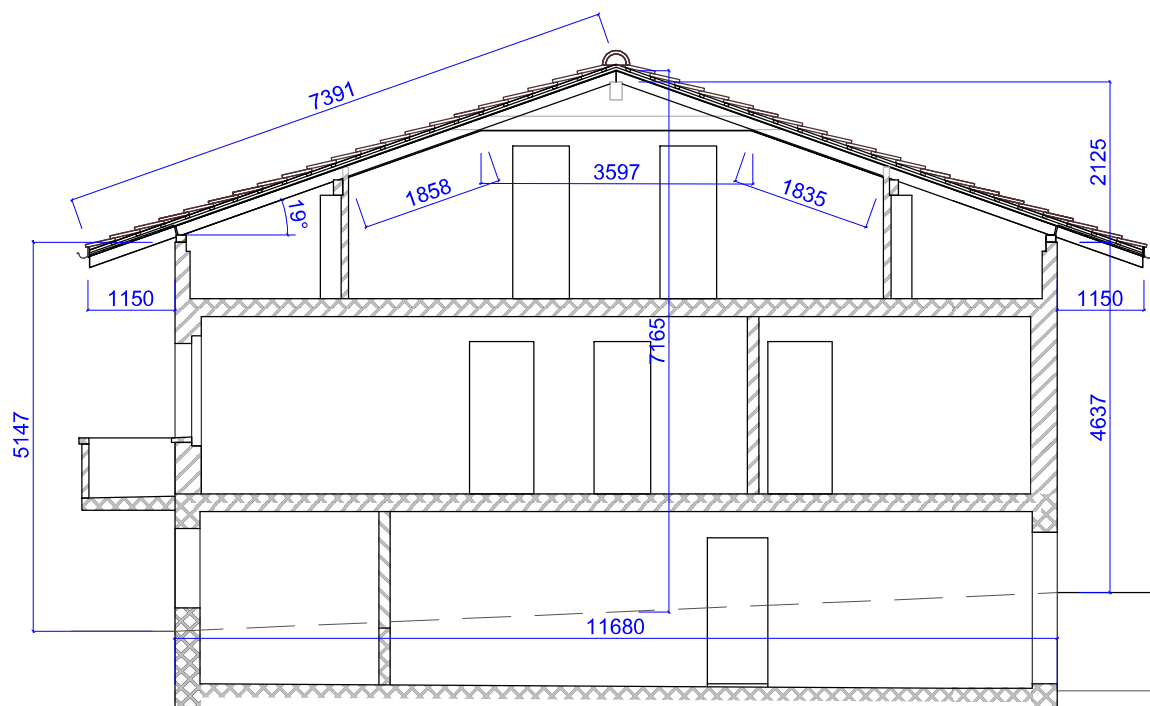
Schnitt OG 1:100





Ansicht Ostfassade 1:100

Schnitt I-I
1:100





9.2 U-Wert Berechnungen

Objekt : Modernisierungskonzept (Energieberatung Aargau)

Zone : 1

Variante

: 1935 / Aw1 / AW Steinwolle 180mm

Baustoff < innen	d (cm)	λ (W/mK)	R (m²K/W)	μ (-)	Sd (m)
Innenputz für normale Berechnungen	1.0	0.700	0.01	10.00	0.10
Isolierbackstein; deklariert	10.0	0.470	0.21	6.00	0.60
Wärmestrom horizontal, Dicke 25 mm	2.5	0.139	0.18	1.00	0.03
Isolierbackstein; deklariert	18.0	0.470	0.38	6.00	1.08
Aussenputz für normale Berechnungen	1.0	0.870	0.01	35.00	0.35
Flumroc COMPACT PRO	18.0	0.034	5.29	1.00	0.18
Aussenputz für normale Berechnungen	1.0	0.870	0.01	35.00	0.35

Bauelement : 1935 / Aw1 / AW Steinwolle 180mm

U-Wert : 0.16 W/m²K

Grauenergie (nre): 0.00 MJ/m²a

hi = 8.0 W/m²K

he = 25.0 W/m²K

R: Thermischer Widerstand

 μ : Diffusionswiderstandszahl

Sd: diffusionsäquivalente Luftschichtdicke

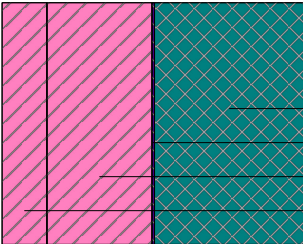
Zusätzliche Information zum Bauteil:

Fassade V3 mit Platz für Storenpaket

Objekt : Modernisierungskonzept (Energieberatung Aargau)

Zone : 1 : 1

Bauelement : 1951 / Aw2 / Wand im Erdreich 140mm XPS Jackodur plus

	Baustoff	d	λ	R	μ	Sd
	< innen	(cm)	(W/mK)	(m²K/W)	(-)	(m)
	Beton armiert mit 1% Stahl	20.0	2.300	0.09	130.00	26.00
	Abdichtung gem. SIA 272	0.3	9999.000	0.00	0.00	0.00
	Jackodur Plus 300 (140mm)	14.0	0.027	5.19	140.00	19.60
	Evt. EPS Sicker oder Noppenfolie	6.0	9999.000	0.00	0.00	0.00

Bauelement : 1951 / Aw2 / Wand im Erdreich 140mm XPS Jackodur plus

R: Thermischer Widerstand

U-Wert : 0.19 W/m²K

hi = 8.0 W/m²K

 μ : Diffusionswiderstandszahl

Grauenergie (nre): 0.00 MJ/m²a

he = 999.0 W/m²K

Sd: diffusionsäquivalente Luftschichtdicke

Zusätzliche Information zum Bauteil:

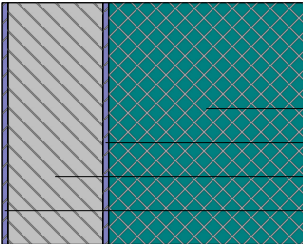
V2 140mm

Objekt : Modernisierungskonzept (Energieberatung Aargau)

Zone : 1

Variante : 1

Bauelement : 1935 / Aw3 / AW Sockel Steinwolle 160mm

	Baustoff	d	λ	R	μ	Sd
	< innen	(cm)	(W/mK)	(m²K/W)	(-)	(m)
	Beton armiert mit 1% Stahl	33.0	2.300	0.14	130.00	42.90
	Aussenputz für normale Berechnungen	1.0	0.870	0.01	35.00	0.35
	Flumroc COMPACT PRO	16.0	0.034	4.71	1.00	0.16
	Aussenputz für normale Berechnungen	1.0	0.870	0.01	35.00	0.35

Bauelement : 1935 / Aw3 / AW Sockel Steinwolle 160mm

R: Thermischer Widerstand

U-Wert : 0.20 W/m²K

hi = 8.0 W/m²K

 μ : Diffusionswiderstandszahl

Grauenergie (nre): 0.00 MJ/m²a

he = 25.0 W/m²K

Sd: diffusionsäquivalente Luftschichtdicke

Zusätzliche Information zum Bauteil:

Fassade Sockel V3 für U-Wert 0.2 W/m²

Projekt : Modernisierungskonzept (Energieberatung Aargau)**Berechnet am : 03.08.2017****Objekt-Nr. : 730****Akten-Nr. : 17.047.01**

Da2 Sparrendach ih San

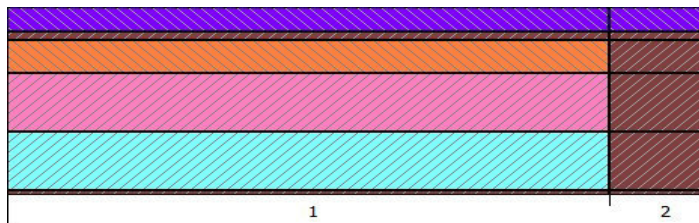
U = 0.19 W/m²·K

1/hi = 0.13 m²·K/W Ru = 4.92 m²·K/W

1/he = 0.04 m²·K/W Ro = 5.61 m²·K/W

Grauenergie = 8.9 MJ/m²

Dicke total = 0.453 m

**Abschnitt: 1** (Breite = 0.6 m) Typ ID : 3345 Da2D Sparrendach ih Mineralwolle 035 San

Baustoff	Dicke cm	λ W/m·K	R m²·K/W	μ	Sd m
Hinterlüftung und Eindeckung (Info)	6.0	9999.000	0.00	0.0	0.00
Winddichtung Ampatop Secura (Info)	0.1	9999.000	0.00	1.0	0.00
Dachuntersicht (Nutzholz 500 kg/m³)	2.0	0.130	0.15	40.0	0.80
Pavatherm Plus	8.0	0.043	1.86	10.0	0.80
Flumroc SOLO FUTURO 140mm	14.0	0.035	4.00	1.0	0.14
Dampfbremse INTELLO PLUS 0.4mm	0.0	9999.000	0.00	31562.5	12.63
Wärmestrom aufwärts, Dicke 140 mm	14.0	0.875	0.16	1.0	0.14
Täfer (Nutzholz 500 kg/m³)	1.2	0.130	0.09	40.0	0.48
Total	45.3				

WB-Zuschlag = 0.00 W/m²K

Abschnitt: 2 (Breite = 0.1 m) Typ ID : 3347 Da2S Sparrendach ih Sparren San

Baustoff	Dicke cm	λ W/m·K	R m²·K/W	μ	Sd m
Hinterlüftung und Eindeckung (Info)	6.0	9999.000	0.00	0.0	0.00
Winddichtung Ampatop Secura (Info)	0.1	9999.000	0.00	1.0	0.00
Dachuntersicht (Nutzholz 500 kg/m³)	2.0	0.130	0.15	40.0	0.80
Nutzholz 500 kg/m³	8.0	0.130	0.62	40.0	3.20
Nutzholz 500 kg/m³	14.0	0.130	1.08	40.0	5.60
Dampfbremse INTELLO PLUS 0.4mm	0.0	9999.000	0.00	31562.5	12.63
Nutzholz 500 kg/m³	14.0	0.130	1.08	40.0	5.60
Täfer (Nutzholz 500 kg/m³)	1.2	0.130	0.09	40.0	0.48
Total	45.3				

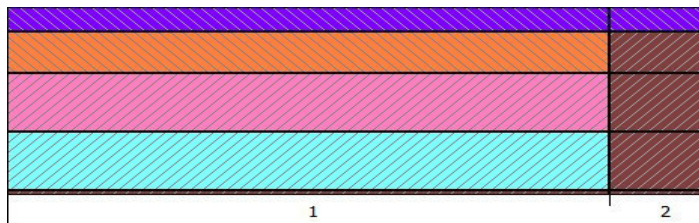
WB-Zuschlag = 0.00 W/m²K

Projekt : Modernisierungskonzept (Energieberatung Aargau)**Berechnet am : 03.08.2017****Objekt-Nr. : 730****Akten-Nr. : 17.047.01**

Da3 Sparrendach ih San

U = 0.18 W/m²·K1/hi = 0.13 m²·K/W Ru = 5.13 m²·K/W1/he = 0.04 m²·K/W Ro = 5.81 m²·K/WGrauenergie = 9.4 MJ/m²

Dicke total = 0.453 m

**Abschnitt: 1** (Breite = 0.6 m) Typ ID : 3349 Da3D Sparrendach ih Mineralwolle 035 San

Baustoff	Dicke cm	λ W/m·K	R m ² ·K/W	μ	Sd m
Hinterlüftung und Eindeckung (Info)	6.0	9999.000	0.00	0.0	0.00
Winddichtung Ampatop Secura (Info)	0.1	9999.000	0.00	1.0	0.00
Pavatherm Plus	10.0	0.043	2.33	10.0	1.00
Flumroc SOLO FUTURO 140mm	14.0	0.035	4.00	1.0	0.14
Dampfbremse INTELLO PLUS 0.4mm	0.0	9999.000	0.00	31562.5	12.63
Wärmestrom aufwärts, Dicke 140 mm	14.0	0.875	0.16	1.0	0.14
Täfer (Nutzholz 500 kg/m ³)	1.2	0.130	0.09	40.0	0.48
Total	45.3			WB-Zuschlag = 0.00 W/m ² K	

Abschnitt: 2 (Breite = 0.1 m) Typ ID : 3348 Da3S Sparrendach ih Sparren San

Baustoff	Dicke cm	λ W/m·K	R m ² ·K/W	μ	Sd m
Hinterlüftung und Eindeckung (Info)	6.0	9999.000	0.00	0.0	0.00
Winddichtung Ampatop Secura (Info)	0.1	9999.000	0.00	1.0	0.00
Nutzholz 500 kg/m ³	10.0	0.130	0.77	40.0	4.00
Nutzholz 500 kg/m ³	14.0	0.130	1.08	40.0	5.60
Dampfbremse INTELLO PLUS 0.4mm	0.0	9999.000	0.00	31562.5	12.63
Nutzholz 500 kg/m ³	14.0	0.130	1.08	40.0	5.60
Täfer (Nutzholz 500 kg/m ³)	1.2	0.130	0.09	40.0	0.48
Total	45.3			WB-Zuschlag = 0.00 W/m ² K	

Objekt : Modernisierungskonzept (Energieberatung Aargau)

Zone : 1

Variante : 1

Bauelement : 947 / Bo1 / Hourdisdecke Keller mit FBH TOPA

Baustoff < innen	d (cm)	λ (W/mK)	R (m²K/W)	μ (-)	Sd (m)
Bodenbelag (info)	1.0	9999.000	0.00	0.00	0.00
Unterlagsboden inkl. FBH (Info)	7.0	9999.000	0.00	35.00	2.45
ISOPOR EPS (Zisola) 033	2.5	0.033	0.76	60.00	1.50
Hourdisdecken	23.0	0.600	0.38	10.00	2.30
Flumroc-Dämmplatte TOPA 100 mm	10.0	0.034	2.94	1.00	0.10

Bauelement : 947 / Bo1 / Hourdisdecke Keller mit FBH TOPA

R: Thermischer Widerstand

U-Wert : 0.24 W/m²K

hi = 999.0 W/m²K

 μ : Diffusionswiderstandszahl

Grauenergie (nre): 0.00 MJ/m²a

he = 8.0 W/m²K

Sd: diffusionsäquivalente Luftschichtdicke

Zusätzliche Information zum Bauteil:

Kellerdecke V1 für U-Wert 0.18 W/m²



9.3 Resultate AHB-Tool

Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten

Tel. +41 44 412 11 11
Fax +41 44 212 19 36
www.stadt-zuerich.ch/hochbau

Variantenvergleich Energiesysteme

Erstellt von: ,

EFH Modernisierung

Version 1

21. Juni 2017

Übersicht

	1 V1 Luftwasser WP	2 V2 Luftwasser WP mit PV	3 V3 Erdwärmesonde WP	4 V4 Erdsonde WP mit PV
Investitionskosten	36'000 CHF	54'000 CHF	52'000 CHF	70'000 CHF
Jährliche Kosten	3'600 CHF/a	3'600 CHF/a	4'000 CHF/a	4'000 CHF/a
Primärenergiebedarf (gesamt)	16'800 kWh/a	17'600 kWh/a	17'200 kWh/a	18'000 kWh/a
Primärenergie nicht erneuerbar	300 kWh/a	100 kWh/a	200 kWh/a	100 kWh/a
Treibhausgas-Emissionen	90 kg/a CO _{2e}	320 kg/a CO _{2e}	200 kg/a CO _{2e}	420 kg/a CO _{2e}
Umweltbelastung (UBP)	540'000 Punkte/a	730'000 Punkte/a	610'000 Punkte/a	800'000 Punkte/a
Energiebedarf nach MINERGIE	17'300 kWh/a	9'500 kWh/a	15'300 kWh/a	7'600 kWh/a
Gestehungskosten Wärme	26.2 Rp./kWh	24.0 Rp./kWh	30.1 Rp./kWh	26.9 Rp./kWh
Gestehungskosten Elektrizität		24.0 Rp./kWh		26.9 Rp./kWh
Jährliche Energiekosten Wärme	1580 CHF/a	610 CHF/a	1410 CHF/a	440 CHF/a
Fazit, Empfehlung	geringe Gestehungskosten, hohe Energiekosten	mittlere Gestehungskosten, geringer Energiebedarf	mittlere Gestehungskosten, hohe Energiekosten & -bedarf	hohe Gestehungskosten, tiefe Energiekosten & -bedarf

gut / niedrig / erfüllt	mittel / teilweise erfüllt	schlecht / hoch / nicht erfüllt
Zahlenvergleich: Unteres Drittel	Zahlenvergleich: Mittleres Drittel	Zahlenvergleich: Oberes Drittel

Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten

Tel. +41 44 412 11 11
Fax +41 44 212 19 36
www.stadt-zuerich.ch/hochbau

Variantenvergleich Energiesysteme

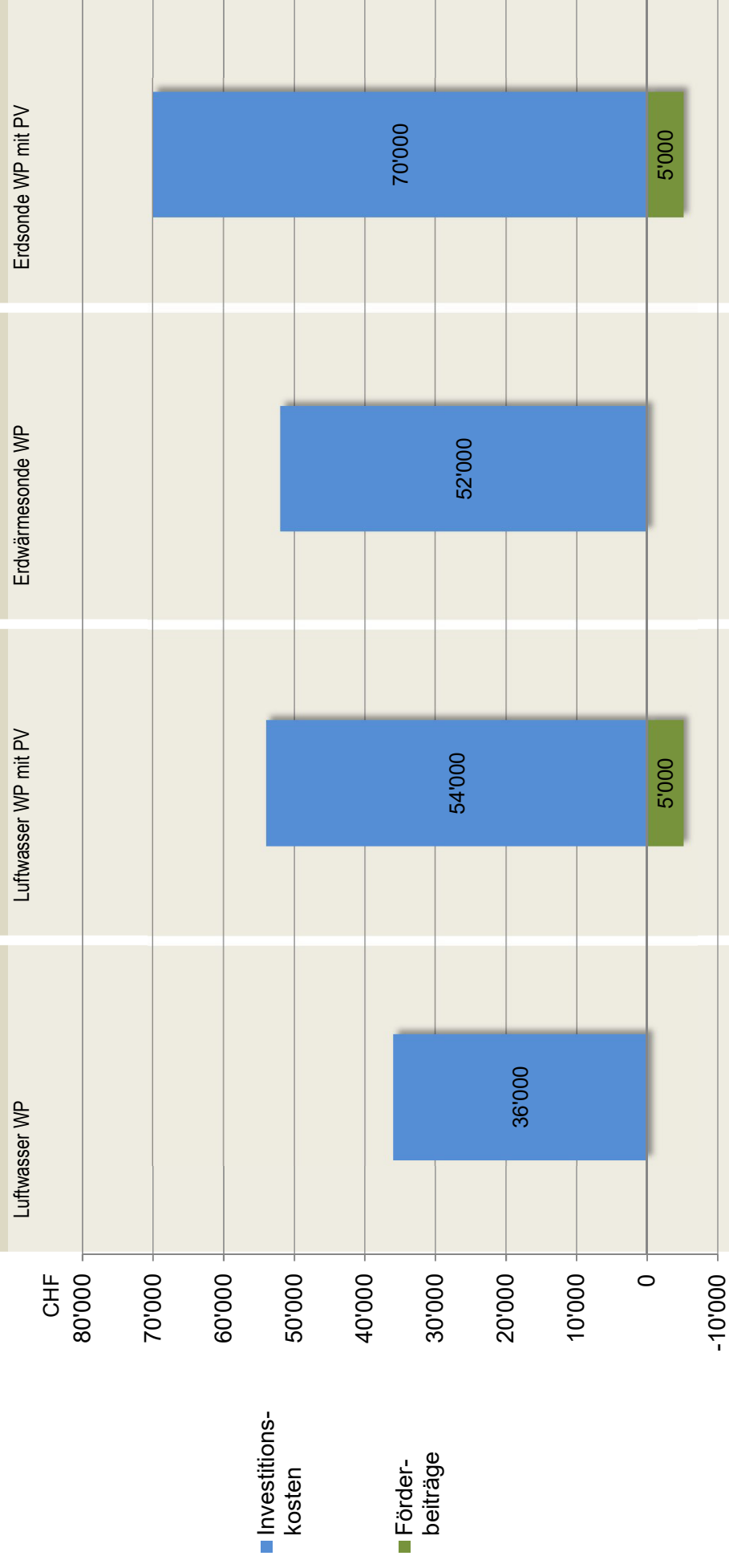
Erstellt von: ,

EFH Modernisierung

Version 1

21. Juni 2017

Investitionskosten



Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten

Tel. +41 44 412 11 11
Fax +41 44 212 19 36
www.stadt-zuerich.ch/hochbau

Variantenvergleich Energiesysteme

Erstellt von: ,

EFH Modernisierung

Version 1

21. Juni 2017

Jährliche Kosten

Förderbeiträge
berücksichtigen

CHF/a

Externe
Kosten

Energie-
kosten

Instand-
haltungs-
kosten

Finanzie-
rungs-kosten



Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten

Tel. +41 44 412 11 11
Fax +41 44 212 19 36
www.stadt-zuerich.ch/hochbau

Variantenvergleich Energiesysteme

Erstellt von: ,

EFH Modernisierung

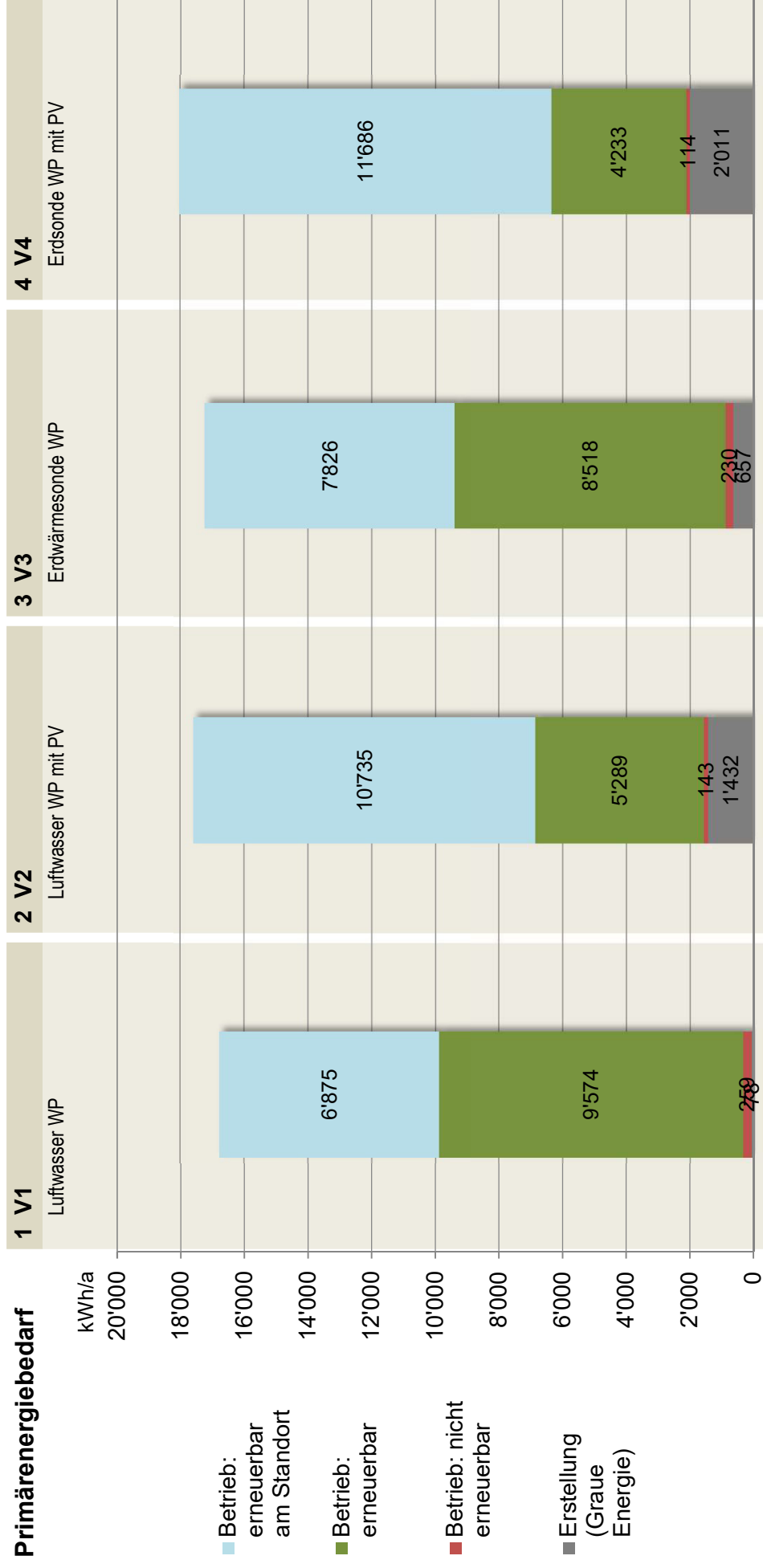
Version 1

21. Juni 2017

Primärenergiebedarf

kWh/a

- Betrieb: erneuerbar am Standort
- Betrieb: erneuerbar
- Betrieb: nicht erneuerbar
- Erstellung (Graue Energie)



Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2
© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten

Tel. +41 44 412 11 11
Fax +41 44 212 19 36
www.stadt-zuerich.ch/hochbau

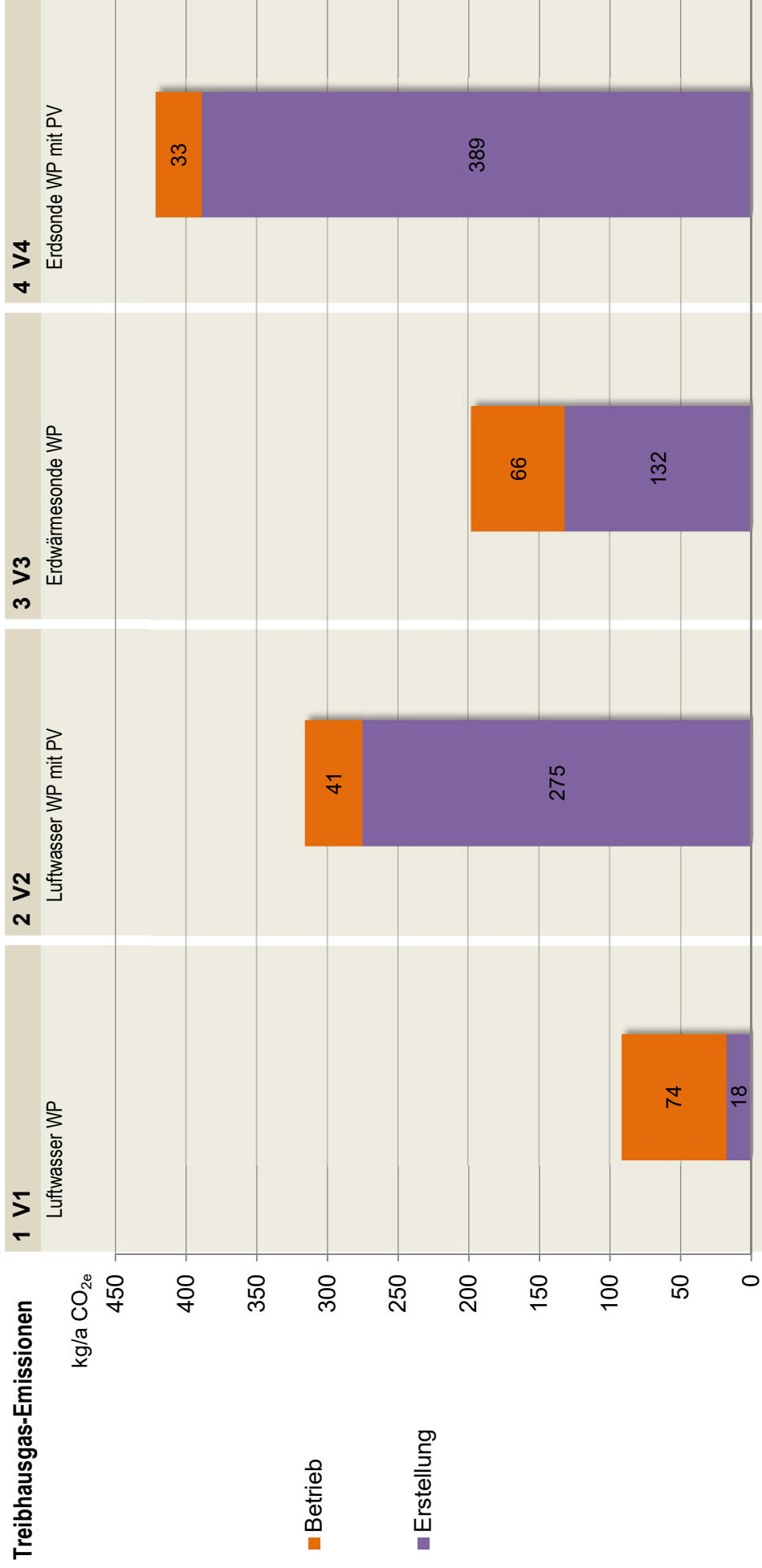
Variantenvergleich Energiesysteme

Erstellt von: ,

Modernisierung

Version 1

21. Juni 2017



Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2 ①

© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten

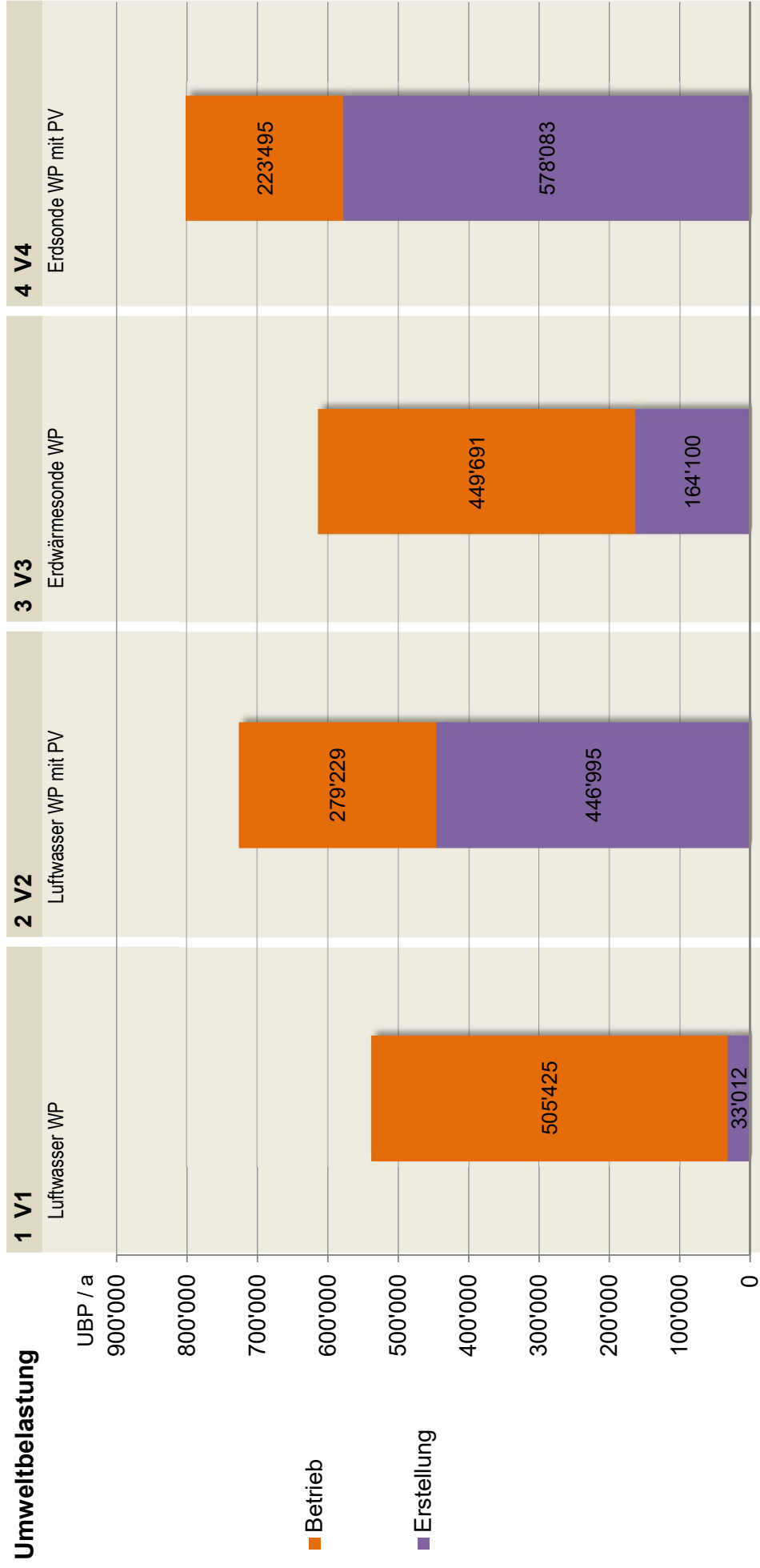
Tel. +41 44 412 11 11
 Fax +41 44 212 19 36
 www.stadt-zuerich.ch/hochbau

Variantenvergleich Energiesysteme

Erstellt von: ,

EFH [REDACTED] Modernisierung

Version 1 21. Juni 2017



Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2
 © Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten

Tel. +41 44 412 11 11
 Fax +41 44 212 19 36
 www.stadt-zuerich.ch/hochbau

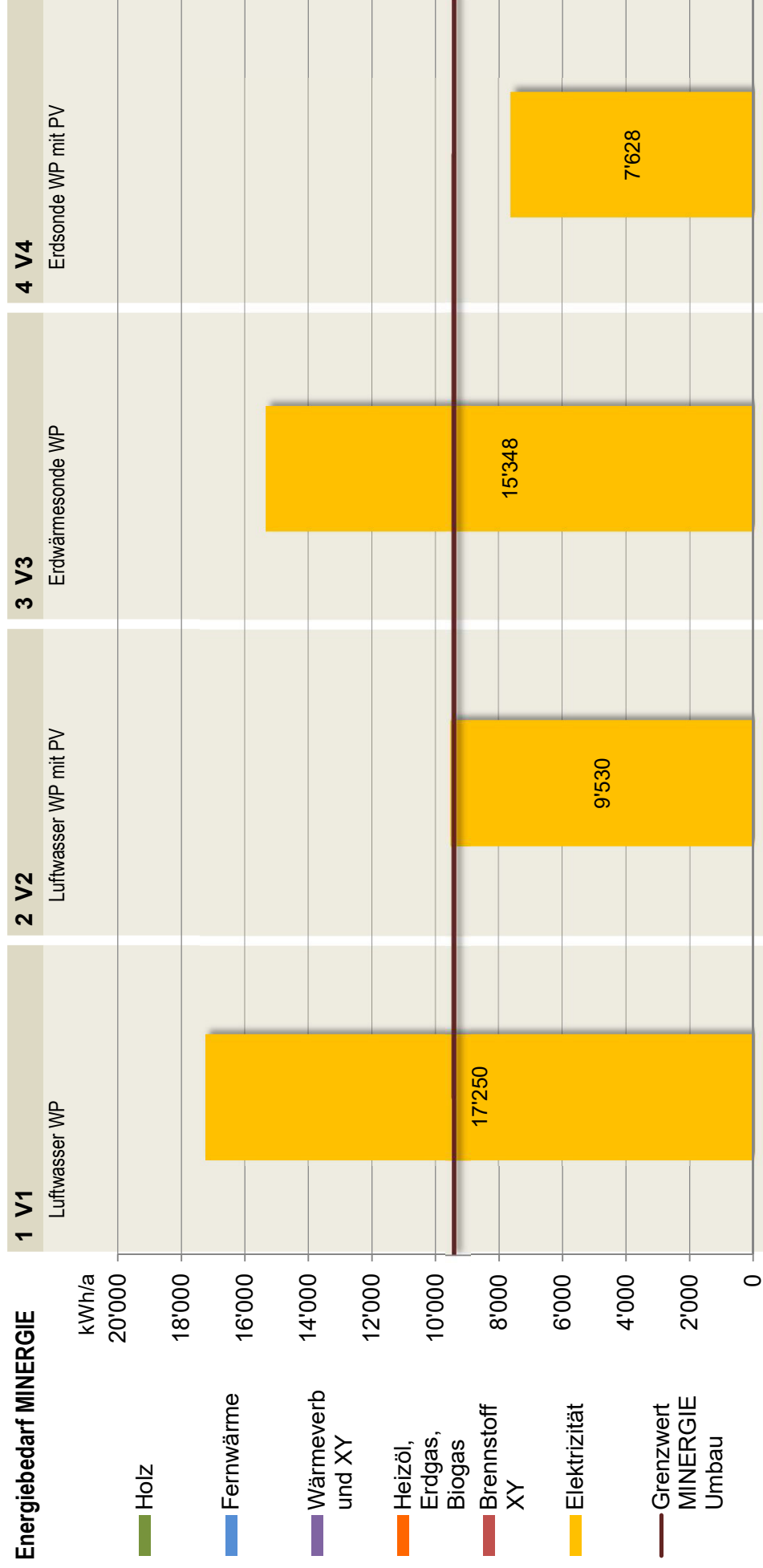
Variantenvergleich Energiesysteme

Erstellt von: ,

EFH **Modernisierung**

Version 1

21. Juni 2017



Variantenvergleich Energiesysteme - Version 2.2

© Stadt Zürich, Amt für Hochbauten - Alle Rechte vorbehalten

Tel. +41 44 412 11 11
Fax +41 44 212 19 36
www.stadt-zuerich.ch/hochbau

Variantenvergleich Energiesysteme

Erstellt von: ,

EFH Modernisierung

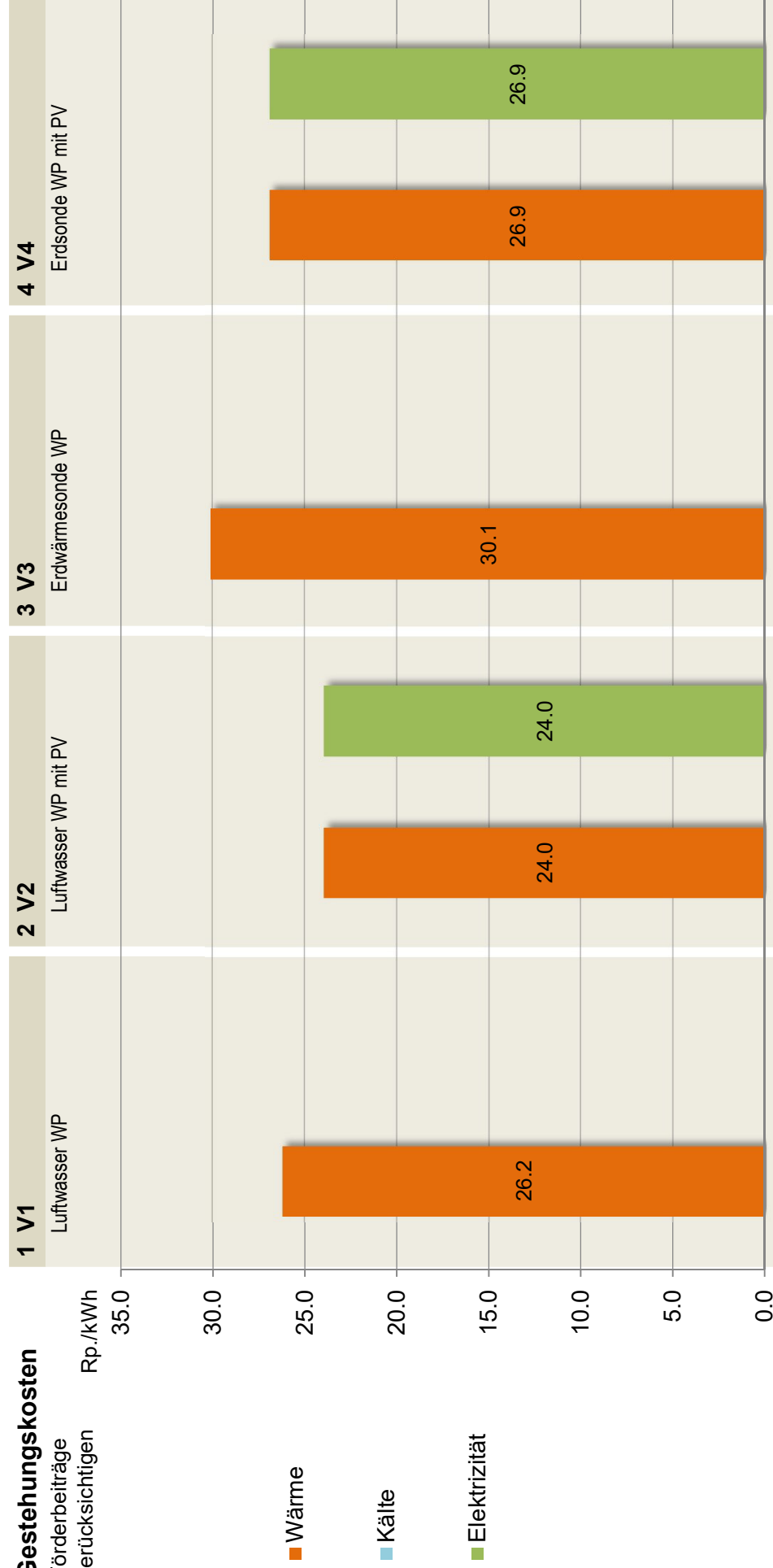
Version 1

21. Juni 2017

Gestehungskosten

Förderbeiträge
berücksichtigen

Rp./kWh





9.4 Lebensdaueranalyse

		Zeitpunkt Erstellung/			Zeitpunkt Erneuerung	Anmel - Vorwarnanzeigt - Nutzungsdauerende Bauteile																											
Bezug eBKP-H / HEV / SIA D 0123	Bauteil	Baujahr/ Jahr der Bauzustands- analyse	Voraussichtliche Nutzungsdauer Geschätzte Restnutzungs- dauer		Voraussichtliches Erneuerungsjahr																												
2	3	[Jahr]	Ø	6	[Jahre]	7	8	13	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	
E	Aussenfassade	1964	40 Jahre																														
E 3.1	Fenster	1996	25 Jahre																														
E 3.2	Aussentüren & -tore	1964	30 Jahre																														
E 3.3	Sonnenschutz (aussen)	1996	40 Jahre																														
F	Dach	1964	50 Jahre																														
	Balkone	1964	50 Jahre																														
D 1.1/ D1.2	Starkstrom	2015	40 Jahre																														
D 1.4	Elektrogeräte	2015	15 Jahre																														
D 1.5/ D 1.6	Schwachstrom	2015	20 Jahre																														
D 5	Heizungsanlage	1996	20 Jahre																														
D 8	Wasseranlage	2015	30 Jahre																														