Planungsleitfaden
Solar VHF

Dies ist ein Platzhalterdokument.

S. Wössner

Juli 2025

Platzhalter-dokument

TEXTARBEIT TOOL SOLARVHF

Stand Mai 2025

Inhalt

1 Infothek 4

1.1 Steckbrief 4

1.1.1 Was ist eine VHF bzw. SolarVHF? 4

1.1.2 Charakteristik und Nutzen einer SolarVHF 5

1.1.3 GGF. Installation 5

1.2 Voraussetzungen 5

1.2.1 (Wohn-)Gebäude mit Fassadenflächen 5

1.2.2 Sole/Wasser-Wärmepumpe, mit Erdsonden oder Eisspeicher 5

1.2.3 Tragende Außenhülle (Betondecken/Mauerwerk) 5

1.3 Wirtschaftlichkeit 6

1.3.1 Kosten 6

1.3.2 Wirtschaftliche Randbedingungen 7

1.3.3 Fördermöglichkeiten 7

1.4 Produkte 7

1.4.1 Technische Umsetzung 7

1.4.2 Metall 8

1.4.3 Beton 8

1.4.4 Glas 8

1.5 Referenzprojekte 8

1.5.1 Referenzprojekt Pforzheim: 8

1.5.2 Referenzprojekt Hannover 9

1.6 Forschung 10

1.6.1 Was ist das Verbundprojekt? 10

1.6.2 Wer sind die Partner? 10

1.6.3 Was sind Outputs? 10

1.6.4 Netzwerk? 10

1.7 Partner 10

2 Eignungstest 12

2.1 Ergebnisdarstellung 12

Platzhalter-dokument

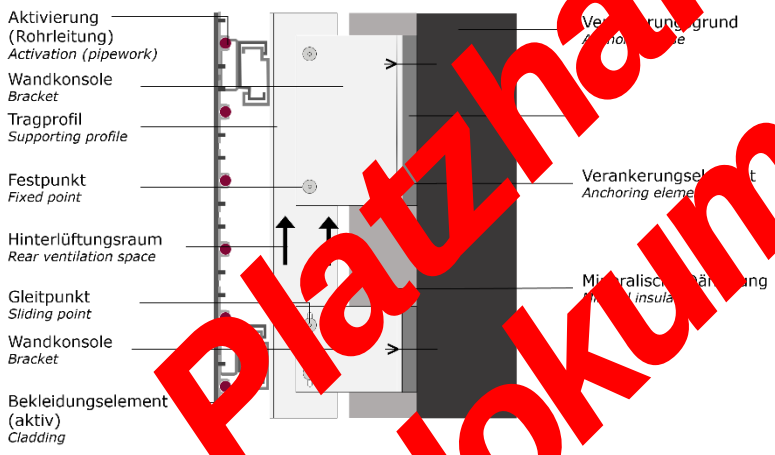
3 Demoobjekte 13
3.1 Pforzheim 13
3.2 Hannover 19
4 Beispielrechnungen 22
4.1 Gebäude 22
4.1.1 Gebäudesteckbrief 22
4.1.2 Standort 23
4.2 Ergebnisauswertung 23
4.2.1 Vergleichsbetrachtung 23

Platzhalter-dokument

1 Infothek

In diesem Bereich haben wir für Sie Informationen zu verschiedenen Aspekten der SolarVHF zusammengestellt. Über die Reiter im oberen Bereich Sie zu den einzelnen Rubriken der Infothek navigieren.
Querverweise sowohl von der Infothek in die anderen Bereiche der Webseite als auch zu den Inhalten der Infothek ermöglichen zudem eine Navigation bezüglich der einzelnen Aspekte.
Unsere Infothek bietet Ihnen einen umfassenden Überblick über die solarthermisch aktivierte Vorhangfassade, indem die wesentlichen Inhalte aus dem Forschungsprojekt Solar-VHF zusammengetragen und verständlich aufbereitet werden. Somit ist dies die erste Anlaufstelle für Hausbauer, Planer und Interessierte.
Hier wird erklärt, was eine Solarthermische Fassade ist, welche Vorteile sie mitbringt, und in welcher Form sie ausgestaltet werden kann. Anhand von Umsetzung-Beispielen aus dem Projekt können Sie einen ersten Eindruck für die architektonische Gestaltung erhalten. Über die Kontaktinformationen der Beteiligen Projektpartner können Sie bei weiterem Interesse bzw. Fragen direkt Kontakt aufnehmen.

1.1 Steckbrief



Platzhalter-dokument

1.1.1 Was ist eine VHF bzw. SolarVHF?

Die thermisch aktivierte Vorhangfassade ermöglicht nicht nur die Dämmung der Gebäudehülle, sondern nutzt auch Sonnenenergie und Umgebungswärme als erneuerbare Quelle für eine Wärmepumpe und zur Regeneration der Wärmepumpenquelle (z. B. Eisspeicher oder Erdsondenfeld).

Alle drei Konstruktionsebenen der einer vorgehängt, hinterlüfteten Fassade (VHF) werden genutzt:
- Hinterlüftungsraum: Wärmewirkung und Medienführung
- Unterkonstruktion: hydraulische Verschaltung
- Bekleidungselementen: Solarabsorber und Umweltwärmetauscher

Damit integriert sich die SolarVHF unsichtbar in das bestehende architektonische Konzept.

Sowohl in das energetische Gesamtenergiekonzept als auch das architektonische Erscheinungsbild integriert sich die Fassade dabei zukunftsorientiert und ohne sichtbaren Eingriff.

1.1.2 Charakteristik und Nutzen einer SolarVHF

Nutzung von Umweltenergie zur Wärmeerzeugung bei Gebäuden

In Kombination mit Sole-Wärmepumpe

Was ist der Nutzen?
Warum sollte eine SolarVHF verwendet werden?
Zudem ist der wirtschaftliche Nutzen zu Prüfen [Link Reiter Kosten]

1.1.3 GGF. Installation

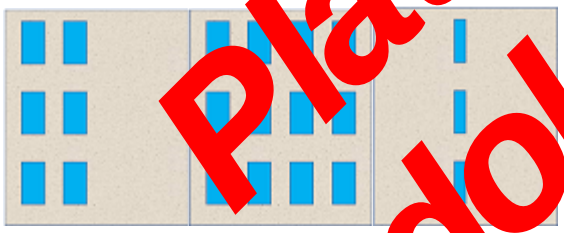
Platzhalter-dokument

1.2 Voraussetzungen

Grundvoraussetzungen an Gebäude und Anlagentechnik für Einsatz einer SolarVHF [Herr Büttner]

- (Wohn-)Gebäude mit Fassadenflächen
- Sole/Wasser-Wärmepumpe, mit Erdsonden oder Eisspeicher
- Tragende Außenhülle (Betondecken, Mauerwerk)

1.2.1 (Wohn-)Gebäude mit Fassadenflächen



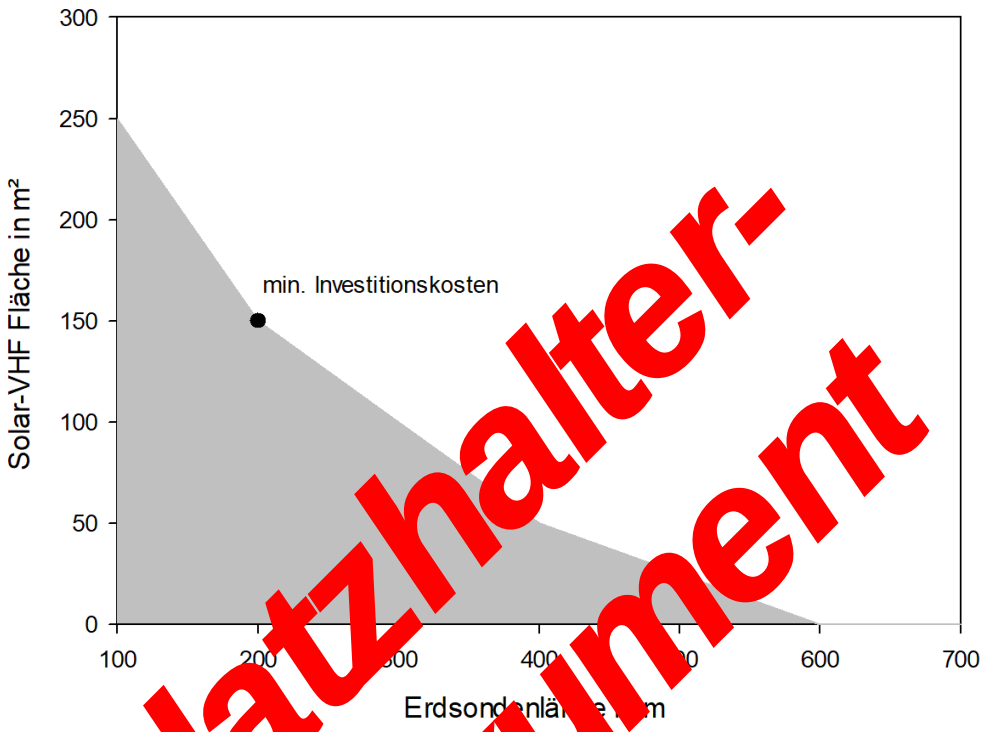
1.2.2 Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Erdsonden oder Eisspeicher

1.2.3 Tragende Außenhülle (Betondecken, Mauerwerk)

Die Fassade, nun als zusätzliche Energiequelle für die Wärmepumpe, ermöglicht einerseits die ursprüngliche Quelle wie z.B. das Erdsondenfeld, zu reduzieren. Neben dieser Entlastung wird auch zusätzlich überschüssige Wärme zur Regeneration genutzt. Dies ermöglicht eine weitere Reduktion der Quelle, da auch im langjährigen Betrieb eine ausreichend hohe Quellentemperatur sichergestellt wird.
Folgendes Diagramm zeigt dabei den Einfluss der thermisch aktivierten Fassadenfläche auf die Sondenlänge. Ohne die Solar-VHF wäre ein Erdsondenfeld mit einer gesamten Länge von 800 m notwendig. Kleinere Felder

würden nach einem Betrieb von 25 Jahren zu niedrigeren Temperaturen erreichen und wären daher nicht geeignet. Die Kombination aus beiden Quellen ermöglicht einen finanziellen optimalen Punkt, je nach den spezifischen Kosten der Solar-VHF und der Erdsonden. Eine größere Dimensionierung würde zu einer Verbesserung der System-Effizienz führen, bei entsprechend korrekter Auslegung ist dieser Mehrbeitrag jedoch gering.

In folgendem Diagramm ist der Zusammenhang von Solar-VHF Fläche und Erdsonden dargestellt. Dabei …



Platzhalter-dokument

Grau schraffiert: Bereich bei den d… zu klein dimensioniert ist, und ein stabiler Betrieb der Wärmep…pe nicht über mehre… Ja…z…nte sichergestellt werden kann

Linie: Kom…nation aus Fas…de…läch… und Sondenlänge, die eine ausreichend dimensionierte Quelle für die Wärmepumpe darste…en

Punkt: Aufgrund der Anga…zu den spezifischen Kosten das Minimum für thermisch aktivierte Fassade und Erdsondenfeld

Weißer Bereich: Größere Solar-VHF oder Erdsondenfelder führen zu einer Steigerung der System-Effizienz, erhöhen jedoch auch die Investitionskosten.

1.3 Wirtschaftlichkeit

1.3.1 Kosten

- Gesamtüberblick (Wo fallen gegenüber herkömmlicher Fassade bzw. Anlagentechnik Kosten an?)
- Spezifische Preise / Marge
  Metall: … bis … €/m²

Glas: … bis … €/m²

Beton: … bis … €/m²

Referenzpunkt nicht aktivierte Fassade (z.B. WDVS) mit darstellen?

1.3.2 Wirtschaftliche Randbedingungen

1.3.3 Fördermöglichkeiten

(Link zu möglichen Förderprogrammen)

1.4 Produkte

1.4.1 Technische Umsetzung

nach Werkstoffen untergliederte technische Beschreibung (aller in einer Solar-VHF Variante) eingesetzten Produkte

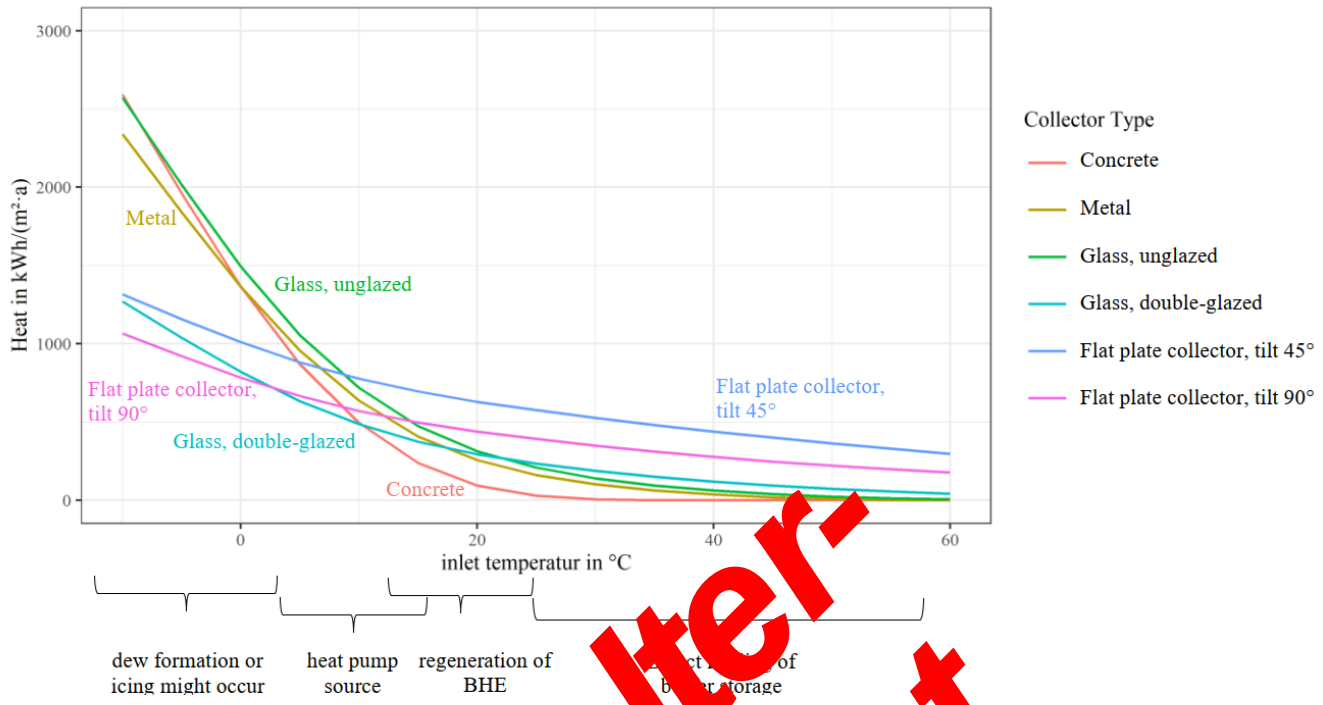
Aufgrund der thermischen Aktivierung der Vorhangfassade, weist diese Fassade ein anderes Verhalten als z.B. ein Flachkollektor auf. Je nach verwendeter Verkleidungsmaterial (Beton, Metall, Glas) werden andere Wirkungsgrade und max. Temperaturen erreicht, die Solar-VHF ähnlich in ihrem Verhalten jedoch mehr einem unabgedeckten Kollektor und ist daher besonders für die Nutzung von Umweltwärme auf geringem Temperaturniveau geeignet.

Beton: Während des Gießens der Beton-Elemente wird eine Kapillarrohrmatte eingebracht. Die Betonelemente erwärmen sich vorwiegend durch die Umgebungstemperatur aber auch durch Einstrahlung. Sie weisen die geringste Effizienz auf. Bei Temperaturen unterhalb des Taupunktes ist aufgrund der auftretenden Feuchtigkeit auf der Oberfläche eine Veränderung des Fassadenbildes sichtbar. Zusätzlich kann aufgrund der rauen Oberflächenstruktur ein erhöhtes Algenwachstum auftreten.

Metall: Die Metallverkleidung wird durch Anschweißen oder Verkleben von u-förmigen Kupferrohren thermisch aktiviert.

Glas: Hierfür wird auf die Glas-Rückseite ein Wärmeleitblech aufgebracht und mit der Rohrleitung verbunden. Bei der Einfachglas-Variante können Temperaturen über 50 °C erreicht. Die Zweifachglas-Variante ähnelt in Ihrem Verhalten einem Flachkollektor, entsprechend werden selbst bei höheren Temperaturen noch hohe Wirkungsgrade erziehlt.

Platzhalter-dokument



Als Quelle für Wärmepumpen bieten sich Temp[illegible]ure zwischen -15 °C [illegible] 2[illegible] °C an, werden die thermisch aktivierten Fassaden jedoch zu stark durch die W[illegible]epumpe belaste[illegible] sink[illegible] hre Temperatur unterhalb der Umgebungstemperatur ab. In so einem [illegible] obwohl Kondens[illegible] od[illegible] gar Vereisung an der Oberfläche auftreten. Ein Effekt der ggf. aus ästh[illegible]sch[illegible] Gründen nicht gew[illegible]s[illegible] ist. Temperaturen über 10 °C eigenen sich bereits zur Regeneration od[illegible]erw[illegible]mung der anderen Wär[illegible]pumpenquelle (z. B. Erdsondenfeld oder Eisspeicher) und bei über 25 °C k[illegible]nn [illegible] direkt eine Fuß[illegible]de[illegible]eizung oder ein Pufferspeicher beladen werden.

Platzhalter-dokument

1.4.2 Metall

1.4.3 Beton

1.4.4 Glas

1.5 Referenzprojekte

In den hier gelisteten Projekten wurde eine Solar-VHF geplant bzw. bereits (teilweise) realisiert. Bei den Projekten die zudem als Solar-VHF Demo-Objekte dienen, gelangen Sie über einen entsprechenden Verweis zu den detaillierter dargestellten Informationen in dem Bereich Demo-Objekte der Webseite.

1.5.1 Referenzprojekt Pforzheim:

Abbildung 1 Q: (c) 2024 geiger-architektur (NUTZUNGSRECHT ANFRAGEN!)

Gebäudetyp	Wohngebäude (19 WE)
Beheizte Fläche (Wohn und Gewerbefläche?)	1.176,8 m²
Fassadentyp	Betonfertigteil
Fassadenfarbe und -struktur	Beige, Beton gestrahlt
Solar-VHF-Fläche (Bruttokollektorfläche)	119,5 m²
Energiestandard	EH 55
Wärmebedarf gemäß Simulation	52.500 kWh/a Raumwärme 20.000 kWh/a Trinkwarmwasser
Wärmeerzeuger	2x 16 kW Sole-Wasser-Wärmepumpe (JAZ: 4,6) mit Erdsonde und Solar-VHF Elektrischer Nacherwärmer in Wohnungsstation
Erdsonde gemäß Simulation	150 m Entzug: 47 MWh/a Regeneration: 13 MWh/a (entspricht 27%)
Solar-VhF	98 m² Ost 30 m² West
Deckungsanteil Solar-VHF	9 % als Quelle für Wärmepumpe

Platzhalter-dokument

1.5.2 Referenzprojekt Hannover

[Bild]

Gebäudetyp	Wohngebäude (19 WE)
Beheizte Fläche (Wohn und Gewerbefläche?)	1.176,8 m²
Fassadentyp	Betonfertigteil
Fassadenfarbe und -struktur	Beige, Beton gestrahlt
SolarVHF-Fläche (Bruttokollektorfläche)	119,5 m²
Energiestandard	EH 55
Wärmebedarf	72.554 kWh/a (Platzhalter) 52.500 kWh/a Raumwärme 20.000 kWh/a Trinkwarmwasser

Wärmeerzeuger	2x 16 kW Sole-Wasser-Wärmepumpe mit Erdsondenfeld und SolarVHF Elektrischer Nacherwärmer in Wohnungsstation
Erdsonde	4x 150 m Entzug: 47 MWh/a Regeneration: 13 MWh/a 130 MWh/a
SolarVhF	98 m² Ost 30 m² West
Deckungsanteil SolarVHF als Quelle für Wärmepumpe	10%

1.6 Forschung

Zu dem Themenfeld der solarthermisch aktivierte, vorgehängte hinterlüftete Fassade entstand diese Webseite im Rahmen des vom BMWK geförderten Verbundprojekt [illegible] (FKZ 03ET[illegible]13). Neben der Vorstellung des Projekts werden auf dieser Seite sowohl auf weiterführende Projektinformationen als auch auf weitere Forschungsansätze verwiesen.

Platzhalter-dokument

1.6.1 Was ist das Verbundprojekt

1.6.2 Wer sind die Partner?

1.6.3 Was sind Outputs?

1.6.4 Netzwerk?

1.7 Partner

Mögliche Darstellung:
Kacheln mit Firmen-Logo => beim Anklicken des Logos erscheint der folgende Text

Beispiel Fraunhofer-IBP (Textteil Kurzprofil und Rolle im Projekt aus Antrag)

[KACHEL] Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP [LOGO]

Standort:

Hauptgebäude des Fraunhofer IBP im Fraunhofer-Institutszentrum Stuttgart © Fraunhofer IBP / Christian Hass	Luftaufnahme von Süden auf das Gelände des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik IBP am Standort in Valley bei Holzkirchen. © Fraunhofer IBP

[KACHEL]

Institut Stuttgart Nobelstraße 12 70569 Stuttgart Telefon +49 711 970-3314	Standort Holzkirchen Fraunhofer-Straße 10 83626 Valley Telefon +49 8024 64

Platzhalter-dokument

Kurzprofil:
Die Aufgaben des Fraunhofer IBP konzentrieren sich auf Forschung, Entwicklung, Prüfung, Demonstration und Beratung auf den Gebieten der Bauphysik. Leistungsfähige Laborprüfeinrichtungen sowie das größte bekannte Freilandversuchsgelände am Standort Holzkirchen ermöglichen komplexe bauphysikalische Untersuchungen. Moderne Labormesstechnik und Berechnungsmethoden begleiten die Entwicklung und optimieren Bauprodukte für den praktischen Einsatz. Das Fraunhofer IBP ist eine »Bauaufsichtlich anerkannte Stelle« für Prüfung, Überwachung und Zertifizierung von Bauprodukten und Bauarten in Deutschland und Europa. Darüber hinaus arbeitet das Fraunhofer IBP in zahlreichen Normungsgremien aktiv mit. Insbesondere die Normenreihe DIN 4108 zum sommerlichen Wärmeschutz von Gebäuden wird durch die Übernahme der Obmannschaft maßgeblich durch das Fraunhofer IBP geprägt.

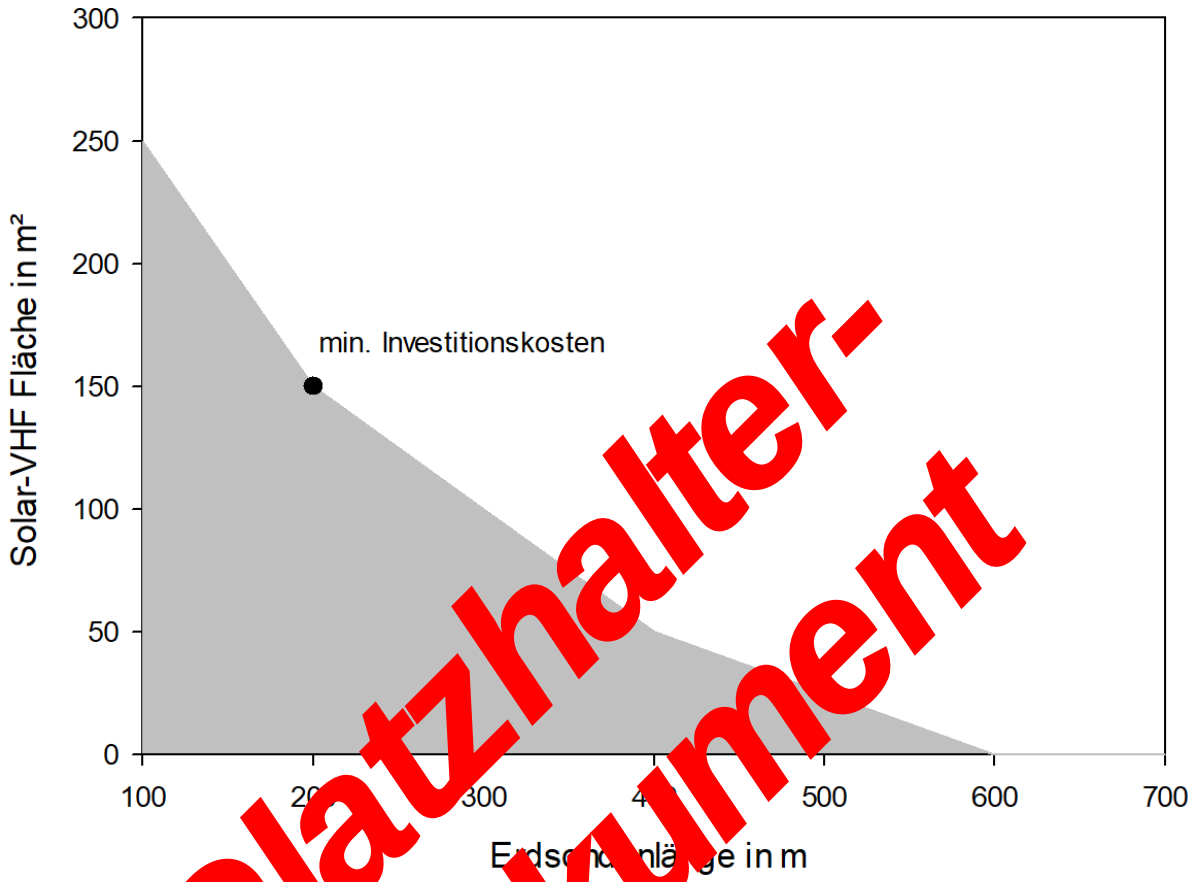
[KACHEL] Rolle im Projekt SolarWHF
Wissenschaftliche Unterstützung im Bereich konstruktiver und bauphysikalischer Fragestellungen, bei der Entwicklung/Optimierung der Fassadenkonstruktionen sowie bei der Gesamtsystemanalyse; Systemsimulationen und messtechnische Untersuchungen der Prototypfassaden an den IBP-Testständen und an den späteren Pilotvorhaben; Erstellung von Auslegungs- und Planungstools; Verbreitung der Ergebnisse.

Link Webseite (soll in einem neuen Fenster geöffnet werden) evtl. auch Ansprechpartner

Branchenverzeichnis

2 Eignungstest

2.1 Ergebnisdarstellung



Platzhalter-dokument

3 Demoobjekte

3.1 Pforzheim

Gebäudeinformationen

[Bilder]

Abbildung 2 Q: (c) 2024 geiger-architektur (NUTZUNGSRECHT ANFRAGEN!)

Abbildung 3 Q: (c) 2024 geiger-architektur (NUTZUNGSRECHT ANFRAGEN!)

Abbildung 4 Q: (c) 2024 geiger-architektur (NUTZUNGSRECHT ANFRAGEN!)

Platzhalter-dokument

Abmessungen des Gebäudes bzw. Quartiers	Gebäudenutzfläche nach GEG 1.219 m²
	VHFassadenfläche 30,4 m² Westfassade Bruttokollektorfläche; (23,1m² Absorberfläche) 89,0 m² Ostfassade Bruttokollektorfläche; (72,8m² Absorberfläche)
	Nutzung Wohngebäude mit 19 Wohneinheiten: 12x 3-Zimmer-, 6x 2-Zimmer- und 1x 1-Zimmerwohnung
Energiebedarfsberechnung	Qualität der Gebäudehülle (H't) 0,331 W/(m²*K)
	Referenzwert Primärenergiebedarf
	Primärenergiebedarf
Anlagenbeschreibung	[Anlagenschema; s.u.]
	Wärmepumpe 2 Wärmepumpen je 16 kW Heizleistung (B0/W45 ΔT 5 K)
	Auslegungstemperatur Vorlauf bis Wohnungsstation: 38 °C Fußbodenheizung: xx°C
	Pufferspeicher 2x 950 l (2x 950 l)
	Erdsonden 20 Sonden (4x150m) Da sich die SolarVHF noch im Forschungsstadium befindet wurden die Erdsonden auf 100% Deckung ausgelegt. Basierend auf den Simulationsergebnissen könnte diese um rund 25% reduziert werden.
	SolarVHF Betonart SolarVHF: In Betonfertigteile eingelegte Kapillarrohrmatten Farbe Fassadenfläche: Beige Oberflächenstruktur: Beton gestrahlt
	Wohnungsstationen Wohnungsstation (für Heizung und Trinkwarmwasser) mit kombiniertem Durchlauferhitzer (max. 11kW) für elektrische Zusatzleistung des Trinkwarmwassers.
	Übergabesystem: Fußbodenheizung
	Wohnungslüftung Dezentrale Zu- und Abluftanlage mit Wärmerückgewinnung
	PV-Anlage 30 kW_{peak} (auf Flachdach) 165 m² mit einer Neigung von 15° Ausrichtung 164° (entspricht nahezu SSO)
Kosten Fassade	Bekleidung 500.- Planung, Material und Fertigung: ca. 220.-€/m² Montage (inklusive Kran): ca.

Platzhalter-dokument

	Montage Fassade Heizungsbauer: 90 Stunden (ggf. pro qm umrechnen)	
	Anschluss an Anlage Verrohrung ca. 65T/120qm	Fertigung Fassade
	Wartungskosten (?)	

(Bildergalerie, evtl. mit textlicher Erläuterung)

Bild: Kapillarrohrmatte an Bewe[illegible]festigt, vor dem Ein[illegible]en [illegible]die Schalung (Quelle: Fraunhofer IBP)

Bild: Schalung Betonelement mit der bereits eingelegten Bewehrung und den Kapillarrohrmatten (Quelle: Fraunhofer- IBP)

Platzhalter-dokument

Bild: Gießvorgang des SolarVHF-Betonelementes, Quelle Fraunhofer IBP

Bild: Vorderseite eines Betonfertigteils mit der Oberflächenstruktur (gestrahlt), Quelle Fraunhofer IBP

Bild: Anlieferung der Betonfertigelemente mittels eines Flatliner-LKW), Quelle Fraunhofer IBP

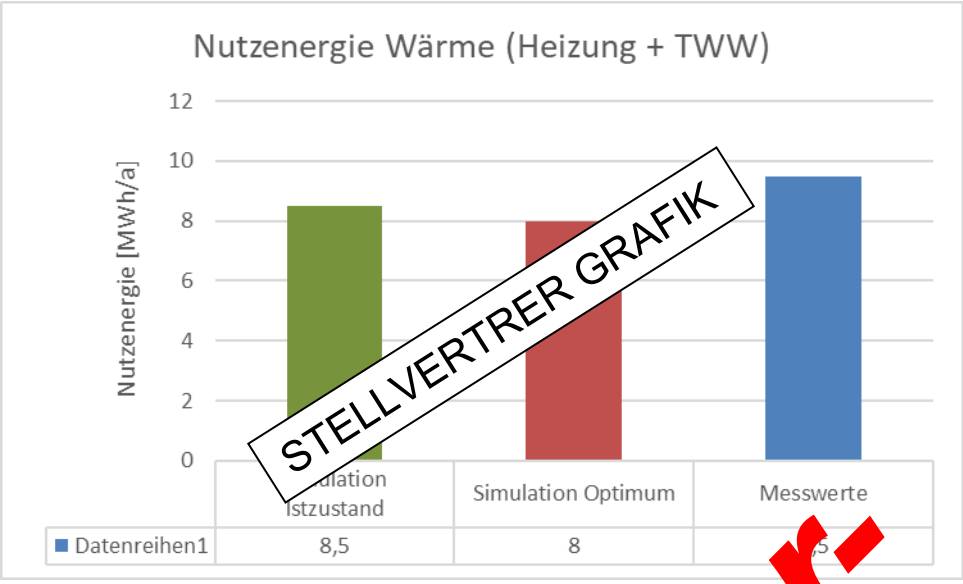
Platzhalter-dokument

Bild: Montage der SolarVHF-Elemente an der Ostfassade, Quelle Fraunhofer IBP

Platzhalter-dokument

Bild: Fertige Ostfassade mit SolarVHF-Elementen, Quelle Fraunhofer IBP

Ergebnisdarstellung



Platzhalter-dokument

Simulationsergebnisse (Ist-Zustand)	72, 5 MWh_th/
	Endenergiebed rf 22,3 MW e/a
	Arbe szahl (W mpe) bzw. 3 Elektrischer Ti kwa erwärmung)
	Qua tät der Gebäud (H't)
	Referenzwe Qp ef
Simulationsergebn se für optimale Verh is	Nutzener bed f
	Ende bedarf
	rbei zahl
	alität der Gebäudehülle (H't)
	GEG Referenzwert Qp,ref
Messergebnisse	Nutzenergieverbrauch
	Endenergieverbrauch
	Arbeitszahl Wärmepumpe
	Qualität der Gebäudehülle (H't)
LCA	GWP Delta gesamt
	GWP Delta Konstruktion

	GWP Delta Betrieb
	GWP Delta SolarVHF
Aufschlüsselung der Energieströme	Wärmepumpe
	Pufferspeicher
	Erdsonden
	SolarVHF
	Wohnungsstationen
	PV-Anlage

Platzhalter-dokument

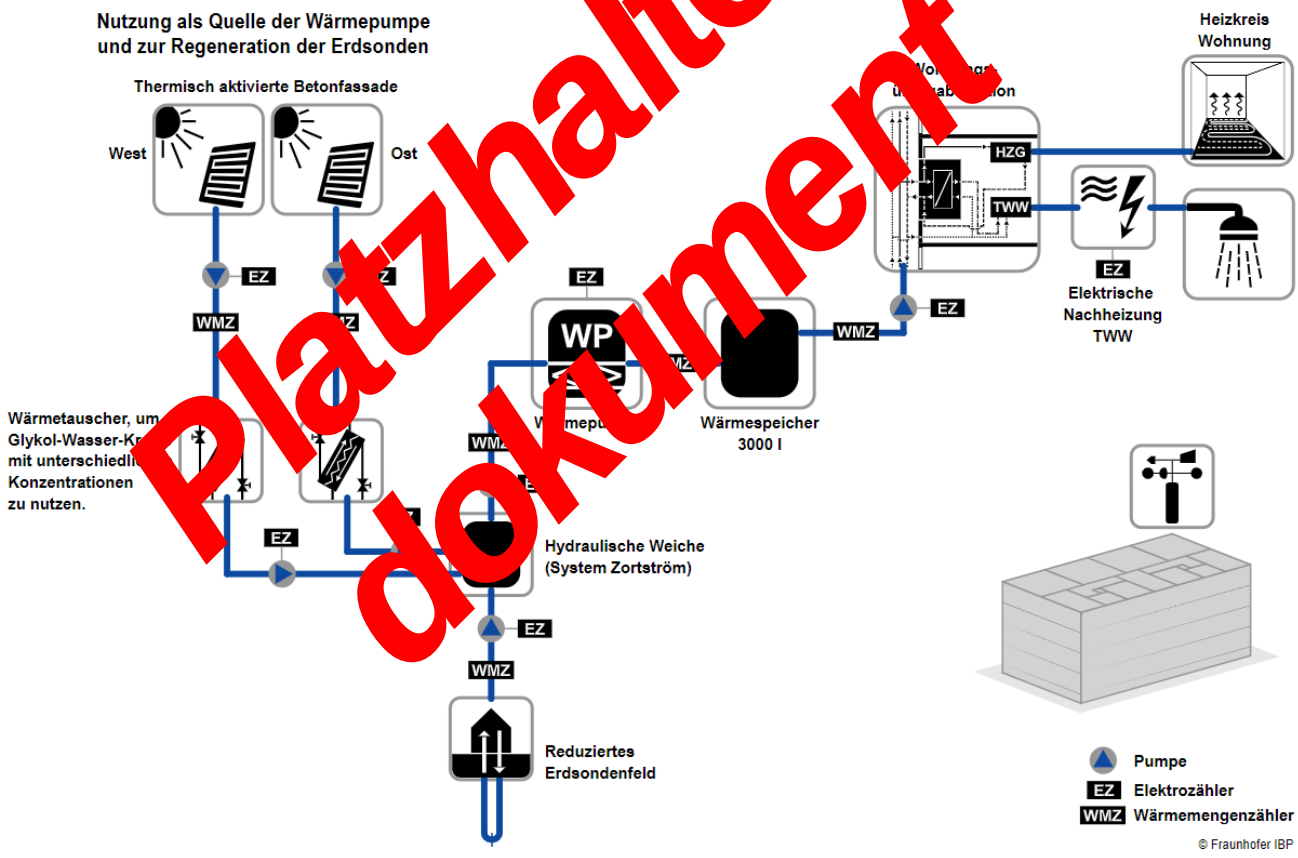


Abbildung 5 Quelle IBP

3.2 Hannover

Abmessungen des Gebäudes bzw. Quartiers	Quartiersfläche m² Wohnfläche m² Gewerbefläche
	Solar-VHF Metall 60 m² Südfassade
	Nutzung Wohn- und Gewerbeflächen
Energiebedarfsberechnung	Endenergiebedarf Xxx MWh/a
	Referenzwert Primärenergiebedarf
	Primärenergiebedarf
Anlagenbeschreibung	[Anlagenschema; s.u.]
	Wärmeerzeuger Wärmepumpe xx kW-Wärmeleistung (B0/W45 ΔT 5 K) BHKW xx kW_{therm} xx kW_{elektr}
	Pufferspeicher xxxx l
	xx m Basierend auf den Simulationsergebnissen konnte die Sondenlänge durch die Solar-VHF um xx% reduziert werden
	SolarVHF Metall-SolarVHF Aluminium Blechtafeln mit rückseitig adaptiertem Wärmetauscher Farbe Anthrazit Oberflächenstruktur: glatt
	Solar-Luft-Absorber ca. 7,2 m² Viessmann SLK-600
	Frischwasser-Übergabestation für Steigstrang
	PV-Anlage
Kosten Fassade	Bekleidung Ca. xxx.- €/m² (Planung, Material und Fertigung) Ca. xxx.-€/m² (Montage, inkl. Kran)
	Zirkulationstechnik
	Anschluss an Anlage
	Wartungskosten (?)

Platzhalter-dokument

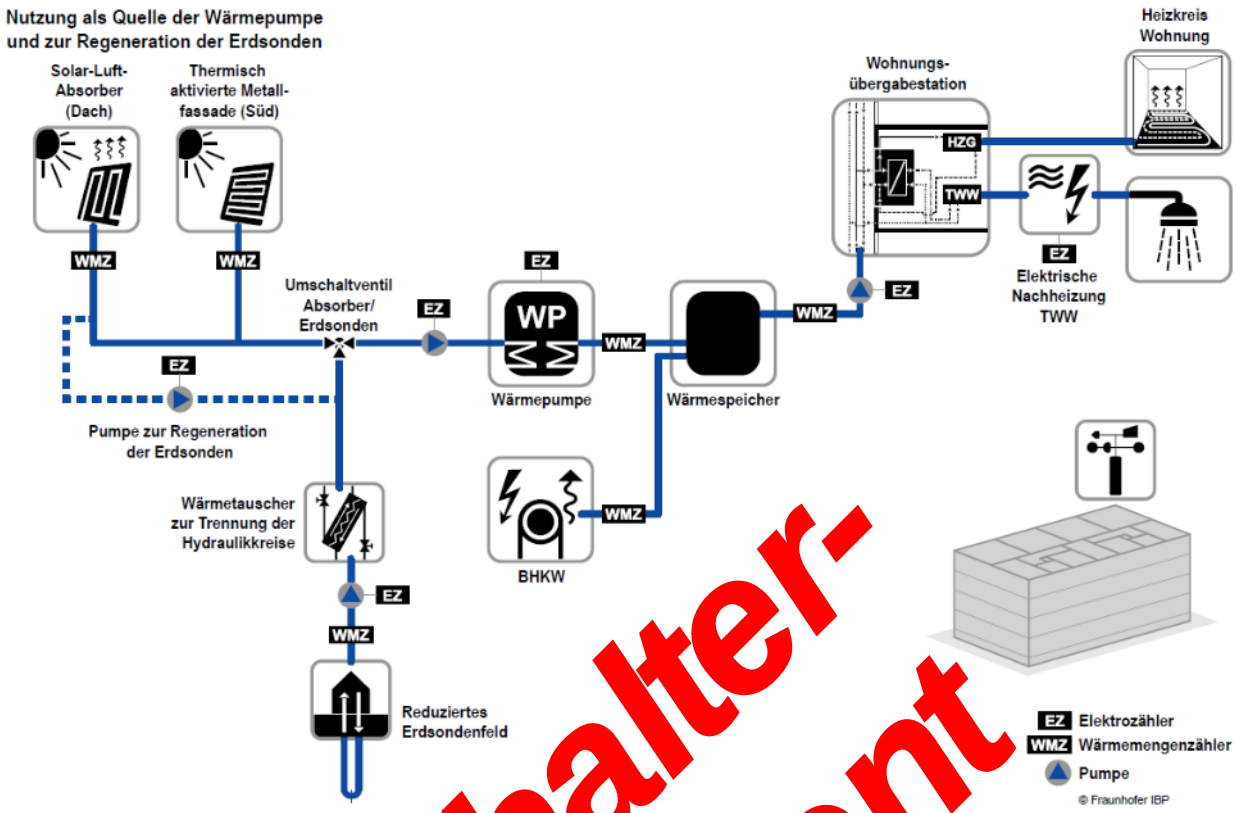
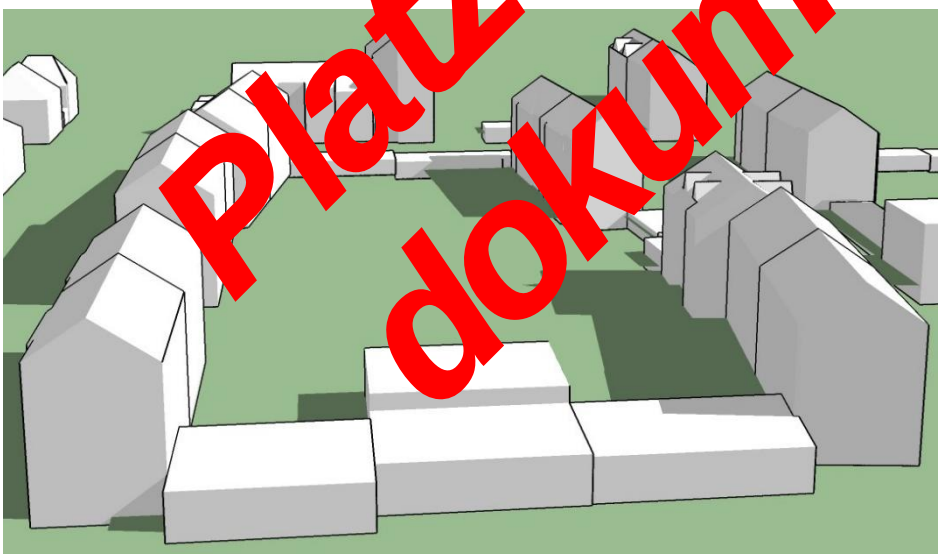


Abbildung 6 Quelle IBP



Platzhalter-dokument

4 Beispielrechnungen

Besprochene Gesichtspunkte:

- Was sind die feststehenden Grundlagen?
- nur eingeschränkte Vorausauswahl
- unterlegte Stützsimulationen (Parameterstudie)

Hinweis:
- Kontakt ISFH bei individuellen Anfragen (Link)
- Datenbasis wird erweitert, daher zukünftig weitere Auswahlmöglichkeiten

Der Konfigurator ermöglicht den Nutzern die Eignung der solarthermisch aktivierten Vorhangfassade für das eigene Bauprojekt zu prüfen. Anhand von Gebäudedaten, wie z. B. Energieverbrauch, Standort und verfügbaren Flächen wird auf Basis einer Datenbank mit simulierten Systemkonfigurationen das Potenzial der Solar-VHF abgeschätzt und eine Empfehlung für die Dimensionierung und der zu erwartenden Energieeinsparung gegeben.

Bitte beachten Sie, dass die Empfehlung des Konfigurators eine detaillierte Fassaden-Planung nicht ersetzt. Zudem wird die Datengrundlage anhand von Simulationen stetig erweitert. Bei weiterführenden Fragen oder einer individuellen Anpassung der Simulation wenden Sie sich bitte an den Projektpartner ISFH[Verlinkung Infothek - Partner].

Platzhalter-dokument

4.1 Gebäude

4.1.1 Gebäudebeschreibung

[Vorschläge zu Eingangsgrößen]

Abmessungen Gebäudehülle	Nettoraumfläche (NRF)
	Volumen
	Länge/Breite
Dämmstandard	Qualität der Gebäudehülle (H't)
	GEG Effizienzhaus
Energiebedarfe	Jahresprimärenergiebedarf
	Jahresendenergiebedarf
	Jahresendenergiebedarf Heizung

	Jahresendenergiebedarf TWW

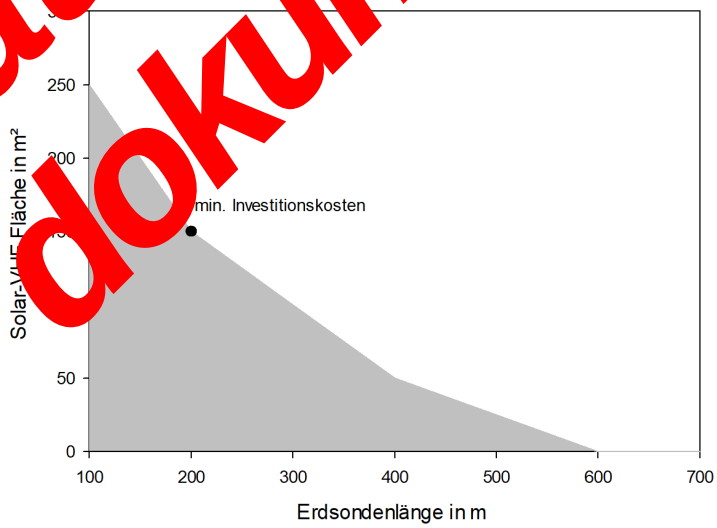
4.1.2 Standort

4.2 Ergebnisauswertung

4.2.1 Vergleichsbetrachtung

4.2.1.1 Referenztechnologie

4.2.1.2 Kosten

Übersicht Kosten SolarVHF	Bekleidung Ca. 500.- €/m² (Planung, Mat[illegible] Fertigung) Ca. 220.-€/m² (Montage[illegible])
Kostengegenüberstellung (mit Änderungsmöglichkeit)	Im Folgenden finde[illegible] agswerte für[illegible] Kostenberechnung. F[illegible] vereits spez. Pre[illegible] kennen, können Sie dies[illegible] befeld eintrage[illegible] WDVS-Syste[illegible] 500 €/m² Erdsond[illegible] 130 €/lfm Solar[illegible] ton) 500 €/[illegible]
Betriebskosten (Strom)	[illegible]
Minimum Punkt Grafik	 [Link zur Erläuterung: Infothek/Vorraussetzung]

Platzhalter-dokument

4.2.1.3 Ökobilanz