

Forschungsbericht BWPLUS

Serielle Sanierung eines Wohngebäudes

von

Thomas Müller

Sauerbruchstr. 32
89518 Heidenheim

Förderkennzeichen: BWSeS 21101

Laufzeit: 01.12.2020 – 31.12.2021

Die Arbeiten des Baden-Württemberg-Programms Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung (BWPLUS) werden mit Mitteln des Landes Baden-Württemberg gefördert

April 2022

Inhaltsverzeichnis

Serielle Sanierung eines Wohngebäudes	1
Inhaltsverzeichnis	2
Zusammenfassung/ Abstract	3
Motivation	4
Beschreibung	5
Aufgabenstellung	8
Planung	10
-Erhöhung der Zielvorgabe auf KfW Effizienzhaus 55	12
Ausführung und Ablauf	13
-Digitales Aufmaß auf der Baustelle	14
-Werkplanbesprechung	17
-Einmessen der Konsole	18
-Fertigung der Elemente im Werk Taglieber Holzbau	20
-Weitere Vorbereitungen	21
- Abfolge der Arbeiten auf der Baustelle	23
-Montag 14.06.2021	23
-Dienstag 15.06.2021	24
-Mittwoch 16.06.2021	24
-Donnerstag 17.06.2021	26
-Freitag 18.06.2021	29
-Woche vom 21.06.2021	31
-PV und Solarthermie	33
Gebäudetechnik	35
Fazit und Bewertung	38
Ausblick / Entwicklungsperspektiven	39
Bildverzeichnis	40
Abbildungsverzeichnis/Quellenangaben	
Anhang Adressen	41
Anlagen	42

Zusammenfassung/Abstract:

Ein Praxisbericht über energetische Sanierung von Wohngebäuden mit digitalen Techniken, die in eine Serienfertigung einfließen kann.

Der Plan ist, ein Wohngebäude aus den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts energetisch auf den höchsten Stand zu bringen, den die KfW für Bestandsgebäude vorsieht.

Nach intensiver Vorbereitung werden die Eckpunkte anhand eines Beratungsberichts des Energieberaters beschlossen. Daraufhin wird das Gebäude digital vermessen und die Werte direkt in das hinterlegte CAD Programm eingelesen. Während der Fertigung der Fassadenelemente, in die bereits Fenster, Beschattung, Balkon- und Terrassentüren integriert sind, werden auf der Baustelle die Vorarbeiten ausgeführt. Innerhalb einer Woche wird das Dach abgedeckt, der Dachstuhl abgeschlagen, die neue Fassade auf die vorhandene angepasst und auch der Dachstuhl mit Fertigelementen neu aufgeschlagen. Die Fenster sind exakt an der Stelle der alten Fenster und Türen.

Nach einer Woche ist das Dach wieder geschlossen und die Fassade gedämmt. Durch die Einblasdämmung ist eine formschlüssige Dämmung zur alten Hauswand entstanden, die eine besonders hochwertige Dämmeigenschaft besitzt, und das mit nachwachsenden, ökologischen Materialien.

Durch den hohen Anteil an Holz und Holzwerkstoffen sowie Zellulose ist diese Methode besonders umweltfreundlich und kann auch als CO2 Senke bezeichnet werden.

Wegen der digitalen Abläufe drängt sich der Begriff der digitalen Sanierung auf.

Vorher

Nachher



Bild 1

Bild 2

Motivation

Die steigenden Energiepreise, die absehbare CO₂ Bepreisung, der Klimawandel und ein hoher Energieverbrauch der bestehenden Immobilie waren die Überlegungen für die folgenden Maßnahmen.

Aus einem Bestandsgebäude der 50er Jahre des vorigen Jahrhunderts eine moderne Wohnimmobilie zu machen mit dem Augenmerk auf CO₂ freier Wärmeerzeugung und CO₂ freier Warmwasserbereitung oder zumindest weitestgehender CO₂ Reduzierung.

Es stellen sich verschiedene Fragen:

Was können die Handwerksfirmen tatsächlich anbieten in Bezug auf Ressourcenreduzierung, was sind nur theoretische Überlegungen oder Wunschgedanken der beteiligten Akteure auf dem Wärmemarkt?

Ein weiterer Antrieb ist nicht zuletzt die Diskussion über eine CO₂ Steuer und deren Einführung. Ein zusätzlich motivierender Aspekt ist der Klimawandel und die damit verbundene Verantwortung gegenüber der nachfolgenden Generation und dies in einen wirtschaftlichen Kontext zu stellen.

Wie kann hier ein machbarer Weg aussehen?

Kann so ein Projekt zur Nachahmung oder gar als Leuchtturm in der Region oder darüber hinaus dienen?

Beschreibung

Die energetische Sanierung von Wohnbestandsgebäuden findet heutzutage üblicherweise mit einem hohen Anteil von handwerklicher Arbeit auf der Baustelle statt und ist mit einem erheblichen zeitlichen Aufwand verbunden – meist müssen Monate dafür aufgewendet werden. Bei einer Kernsanierung sind auch längere Zeiten bis zu einem Jahr zu veranschlagen.

Ziel muss es sein, auch unter bauökologischen Gesichtspunkten hier alternative Wege zu beschreiten. Erstens schneller das Ziel zu erreichen bzw. die Bauzeit auf der Baustelle deutlich zu verkürzen, zweitens bauökologisch sinnvollere Materialien wie Holz- und zellulosebasierte Baumaterialien zur Wärmedämmung zu verwenden anstelle von thermo- oder duroplastischen Kunststoffen wie immer noch in der Sanierung üblich.

Eignet sich der beschrittene Weg auch zur Übertragung auf andere Sanierungen von Wohngebäuden eventuell auch für Mehrfamilienhäuser, Gewerbeimmobilien oder öffentliche Gebäude?

Ausgangspunkt, um eine Aussage über den energetischen Zustand des Gebäudes zu erhalten, ist es den Stand durch einen qualifizierten Berater ermitteln zu lassen. Rein quantitativ ist dies natürlich auch über den aktuellen Energieverbrauch zu ermitteln.

Projekt: freistehendes Zweifamilienhaus Renate Müller, Sauerbruchstraße 12, 89518 Heidenheim 6

2 Aufgabenstellung

Die Aufgabe der Energiesparberatung vor Ort ist es,

- den Ist-Zustand des Wohnhauses zu erfassen, insbesondere die Gebäudehülle und die technischen Anlagen (Heizungs- und Warmwasseranlage, ...),
- Energiesparmaßnahmen aufzuzeigen und den Zustand nach einer möglichen Sanierung mit dem jetzigen Zustand zu vergleichen,
- die Investitionskosten der vorgeschlagenen Maßnahmen, die Kosten- und Emissionsersparungen, sowie die Wirtschaftlichkeit aufzuzeigen und
- die Ergebnisse abschließend in einem Beratungsgespräch mündlich vorzustellen, zu erläutern und weitere Fragen zum Themenkomplex zu erörtern.
- Es soll geprüft werden, mit welchen weiteren Maßnahmen welche Förderung möglich ist bzw. wie unter Umständen KfW Effizienzhaus 115 EnEV 2009, KfW Effizienzhaus 100 EnEV 2009, (=Neubaustandard ab 01.10.2009), KfW Effizienzhaus 85 EnEV 2009 und KfW Effizienzhaus 70 EnEV 2009 oder Effizienzhaus 55 EnEV 2009 erreicht wird.

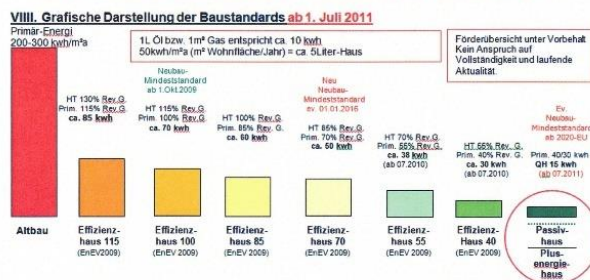


Abbildung 1

Auszug aus dem Energiebericht des Beraters AVL – Taglieber GmbH vom 01.08.2019

Aber um im Detail eine Aussage machen zu können, ist eine tiefgehende Analyse notwendig. Hier ein Auszug aus dem Bericht des Energieberaters, in dem deutlich wird, über welche Elemente Energie an die Umgebung/ Umwelt abgegeben wird.

6.3 Tabellarische Ausweisung der Energiebilanz des Ist-Zustandes

6.3.1 Energiebilanz Ist-Zustand

Um ein Gebäude energetisch zu bewerten, muss man den vorhandenen Energieverbrauch beurteilen können. Verbraucht mein Haus viel oder wenig? Durch welche Maßnahmen lässt sich wie viel Energie einsparen?

Die Antwort auf diese Fragen gibt eine Energiebilanz. Dazu werden alle Energieströme, die dem Gebäude zu- bzw. abgeführt werden, quantifiziert und anschließend bilanziert.

Berücksichtigt werden dabei die Wärmeverluste und Wärmegewinne der Gebäudehülle, sowie die Verluste der Anlagen zur Raumheizung, Trinkwarmwasserbereitung und Lüftungstechnik. Der Haushaltsstrom wird in dieser Bilanz nicht berücksichtigt.

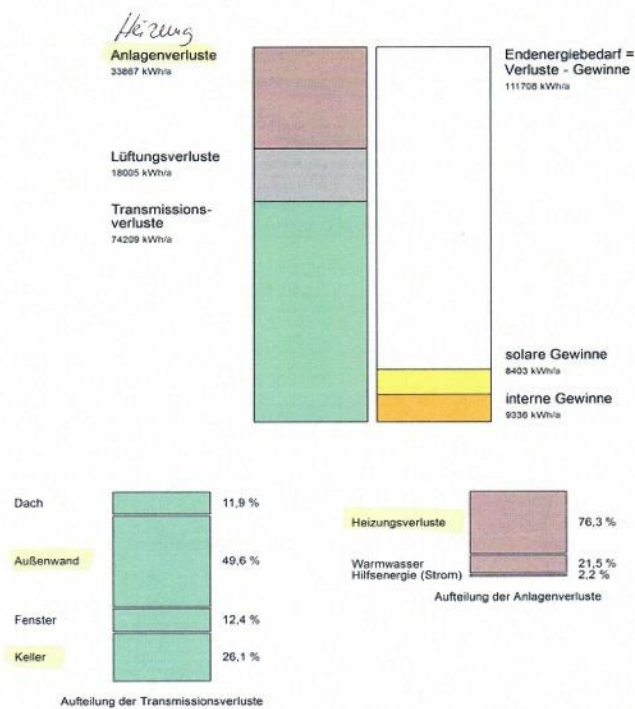


Abbildung 2

Auszug aus dem Energiebericht des Beraters AVL – Taglieber GmbH vom 01.08.2019

Weitere Elemente aus dem Bericht des Energieberaters

Projekt: freistehendes Zweifamilienhaus Renate Müller, Sauerbruchstraße 12, 89518 Heidenheim 10

Anlagentechnische Verluste

Anlagentechnische Verluste Q_i :	kWh/a	Einsparung
Ist-Zustand	33867	
Var.1 - V1 - Einzelmaßnahmen	-5913	39781 117,5%
Var.2 - V2 - Effizienzhaus 70	-11449	45316 133,8%

Anlagentechnische Verluste q_i pro m^2 :	kWh/m ² a	Einsparung
Ist-Zustand	126	
Var.1 - V1 - Einzelmaßnahmen	-22	148 117,5%
Var.2 - V2 - Effizienzhaus 70	-43	168 133,8%

Anlagenaufwandszahl

Anlagenaufwandszahl e_p :	
Ist-Zustand	1,63
Var.1 - V1 - Einzelmaßnahmen	1,02
Var.2 - V2 - Effizienzhaus 70	0,39

Schadstoff-Emissionen

CO₂-Emissionen

CO ₂ -Emissionen:	kg/a	Einsparung
Ist-Zustand	30154	
Var.1 - V1 - Einzelmaßnahmen	15706	14447 47,9%
Var.2 - V2 - Effizienzhaus 70	2526	27628 91,6%

CO ₂ -Emissionen pro m^2 :	kg/m ² a	Einsparung
Ist-Zustand	112	
Var.1 - V1 - Einzelmaßnahmen	58	54 47,9%
Var.2 - V2 - Effizienzhaus 70	9	103 91,6%

NO_x-Emissionen

NO _x -Emissionen:	kg/a	Einsparung
Ist-Zustand	28,1	
Var.1 - V1 - Einzelmaßnahmen	14,3	13,7 48,9%
Var.2 - V2 - Effizienzhaus 70	2,8	25,3 90,1%

SO₂-Emissionen

SO ₂ -Emissionen:	kg/a	Einsparung
Ist-Zustand	22,8	
Var.1 - V1 - Einzelmaßnahmen	22,8	0,0 -0,1%
Var.2 - V2 - Effizienzhaus 70	4,0	18,8 82,4%

AVS-Taglieber GmbH

Energieberater 18599 3D PLUS 9.2.11

Abbildung 3

Auszug aus dem Energiebericht des Beraters AVL – Taglieber GmbH vom 01.08.2019

Wände, Fenster, die Decke zum Dachgeschoss und die Kellerdecke sind generell Schwachpunkte. Aus diesen Fakten sind die Ziele zu formulieren und nach Abwägung der Risiken und alternativen Möglichkeiten ergeben sich die konkret zu ergreifenden Maßnahmen.

Aufgabenstellung

Vorbemerkung:

Die Projekte und deren Aufbereitung müssen so konzipiert sein, dass sich ihre Ergebnisse im Hinblick auf eine Optimierung der Technik und Wirtschaftlichkeit für eine Übertragung auf andere Projekte eignen.

Auszug aus der Vorschrift zur „Seriellen Sanierung“ 2.6 GABI vom 27. Februar 2019

Die übergeordnete Aufgabe ist, die Gebäudehülle mit Hilfe des Verfahrens „Serielle Sanierung“ auf den Energiestand KfW Haus 55 zu bringen.

Begriffsbestimmung:

„>Serielle Sanierung< im Sinne dieser Verwaltungsvorschrift ist die energetische Sanierung von bestehenden Gebäuden unter Verwendung industriell vorgefertigter Fassaden- und Dachelemente einschließlich damit verbundener Anlagentechnik (z.B. Wärmepumpe) sowie deren Montage an bestehende Gebäude. Die industriell vorgefertigten Elemente weisen dabei einen so hohen Vorfertigungsgrad auf, dass sich im Vergleich zur herkömmlichen Sanierung der handwerkliche Aufwand vor Ort deutlich reduziert.“

Auszug aus der Vorschrift zur „Seriellen Sanierung“ 3.1 GABI vom 27. Februar 2019

Sonnenhaus nach der Definition des Sonnenhaus Instituts e.V.:

Kriterium solarer Deckungsgrad

Der Brutto-Energiebedarf für Raumheizung und Warmwasser soll mindestens zu 50% aus solarer Strahlungsenergie (Solarthermie oder Photovoltaik) gedeckt werden. Die Berechnung des solaren Deckungsgrades erfolgt mit geeigneten Simulationsprogrammen als anteilige Energieeinsparung im Vergleich zu einem Referenzsystem ohne Solaranlage. Somit wird nur der verlustbereinigte, wirklich nutzbare Solarertrag bewertet. Simuliert wird mit standortbezogenen Klimadaten und realen Nutzungsrandbedingungen.

In Ergänzung soll auch die Gebäudetechnik (Anlage) so erneuert werden, dass die anfangs gesteckten Ziele erreicht werden können, d.h. CO2 freie Gebäudetechnik oder zumindest eine Minimierung mittels geeigneter Technik.

Im Nachfolgenden wird im Bericht auf die Dämmung der Gebäudehülle das Augenmerk gelegt, obwohl auch bei der Anlagentechnik andere Schwerpunkte gelegt werden als sonst üblich in der Sanierung.

Die Ziele in der Anlagentechnik werden ambitionierter formuliert als vom Energieberater vorgeschlagen und im Bericht niedergelegt. Dieser hatte in seinem Bericht für eine energetische Sanierung einen KfW Standard mit dem Wert 70 beschrieben. Durch weitergehende Maßnahmen und eine detaillierte Wärmebrückenberechnung konnte ein KfW Haus Standard von 55 erreicht werden.

Planung

Die Vorbereitungen zu dieser Sanierung erstreckten sich über mehrere Jahre. Ausgangspunkt ist die Analyse, die mit Unterstützung des Programms „Energetische Beratung“ des Bundesamts für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) erfolgt.

Im Anhang in Auszügen der Bericht des Energieberaters der AVS Taglieber GmbH.

Anlage 1 Teilauszug aus dem Bericht vom 01.08.2019 S. 6-11

Anlage 2 Teilauszug aus dem Bericht vom 01.08.2019 S. 47-52

Die Ziele wurden aus dem Bericht des Energieberaters und in mehreren Gesprächsrunden erarbeitet.

Variante 2 aus dem Energiebericht mit folgenden Ergänzungen in der Gebäudetechnik

- Solarthermie mit Vakuumröhrenkollektor und 3 x 1.000 L Schichtenspeicher
- PV Anlage mit ca. 10,0 kWp und Batteriespeicher
- Flächenheizung (Deckenheizung, wasserbasierend)
- Zentrale Lüftungsanlage je Geschoss

Auf eine Heizungskomponente, die auf fossilen/erneuerbaren (Holz) Energieträgern basiert, wurde bewusst verzichtet.

Der Hauptbestandteil der Wärmeerzeugung kommt von der Sonne über Strahlung. Eine Zusammenfassung der Schritte erfolgt im Nachgang zur Berichterstattung zur „Seriellen Sanierung“.

Gebäudehülle

Ausgangspunkt ist der Bericht des Energieberaters AVS Taglieber in der Variante 2 vom 1.08.2019 hier der Hinweis auf die Anlagen 1 und 2.

Das Ziel wurde dahingehend ergänzt, dass **keine** EPS (Thermoplastische geschäumte) Dämmung in der Gebäudehülle zum Einsatz kommen soll.

Weiterhin soll das leerstehende Dachgeschoss ausgebaut und die ganze Maßnahme im „Seriellen Sanierungsverfahren“ ausgeführt werden.

3.1 Gegenüberstellung des Ist- und Soll-Zustandes der einzelnen aufgeführten Maßnahmen

Zusammenfassung der Ergebnisse

Primärenergiebedarf

Primärenergiebedarf Q_p :	kWh/a	Einsparung
Ist-Zustand	126540	
Var.1 - V1 - Einzelmaßnahmen	53988	72553 57,3%
Var.2 - V2 - Effizienzhaus 70	7106	119434 94,4%

Primärenergiebedarf q_p pro m^2 :	kWh/m ² a	Einsparung
Ist-Zustand	470	
Var.1 - V1 - Einzelmaßnahmen	201	270 57,3%
Var.2 - V2 - Effizienzhaus 70	26	444 94,4%

Endenergiebedarf

Endenergiebedarf Q_E :	kWh/a	Einsparung
Ist-Zustand	111708	
Var.1 - V1 - Einzelmaßnahmen	46832	64876 58,1%
Var.2 - V2 - Effizienzhaus 70	4253	107455 96,2%

Endenergiebedarf q_E pro m^2 :	kWh/m ² a	Einsparung
Ist-Zustand	415	
Var.1 - V1 - Einzelmaßnahmen	174	241 58,1%
Var.2 - V2 - Effizienzhaus 70	16	399 96,2%

Heizwärmebedarf

Heizwärmebedarf Q_h :	kWh/a	Einsparung
Ist-Zustand	74475	
Var.1 - V1 - Einzelmaßnahmen	49380	25095 33,7%
Var.2 - V2 - Effizienzhaus 70	15002	59474 79,9%

Heizwärmebedarf q_h pro m^2 :	kWh/m ² a	Einsparung
Ist-Zustand	277	
Var.1 - V1 - Einzelmaßnahmen	183	93 33,7%
Var.2 - V2 - Effizienzhaus 70	56	221 79,9%

Spezifischer Transmissionswärmeverlust H_T

Transmissionswärmeverlust H_T :	W/m ² K	Einsparung
Ist-Zustand	1,36	
Var.1 - V1 - Einzelmaßnahmen	1,00	0,36 26,2%
Var.2 - V2 - Effizienzhaus 70	0,34	1,02 75,3%

Abbildung 4

Auszug aus dem Energiebericht des Beraters AVL – Taglieber GmbH vom 01.08.2019

Aus der Tabelle ist deutlich zu erkennen, dass Einsparungen über die differenzierten Definitionen hinweg, wie Endenergiebedarf oder Heizwärmebedarf, von ca. 80% bis über 90% mit der angestrebten Variante des Vorschlags des Energieberaters zu erwarten sind.

Erhöhung der Zielvorgabe auf KfW Effizienzhaus 55

Erst durch einen detaillierten Wärmebrückennachweis des Energieberaters konnte das Ziel KfW 55 Standard erreicht und eine verbesserte Förderung durch die Förderbank KfW in Aussicht gestellt werden.

Die Vorbereitungen und Planungen waren sehr zeitintensiv und aufwändig, da noch sehr wenig Wissen bei Handwerksbetrieben und Unternehmen vorhanden ist. Die Suche nach geeigneten Ausführenden war sehr mühsam, nicht selten wurden aus Unsicherheit stark überhöhte Preise angeboten. Die sich abzeichnende Materialknappheit hat sich in den Verhandlungen auch schon bemerkbar gemacht.

Aufwändig in der Planung waren viele Anfragen, Gespräche über Details und weiterführende Fragen an Handwerker und Baufirmen.

Erst durch das Programm „Serielle Sanierung“ des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft des Landes Baden – Württemberg, als Projektträger das KIT, konnte die finanzielle Lücke geschlossen werden. Der Antrag wurde gestellt und die Zusage durch das KIT im Dezember 2020 erteilt.

Ausführung und Ablauf

Die finale Planung der Maßnahme wurde mit der Firma Taglieber Holzbau in Öttingen, Bayern durchgeführt.

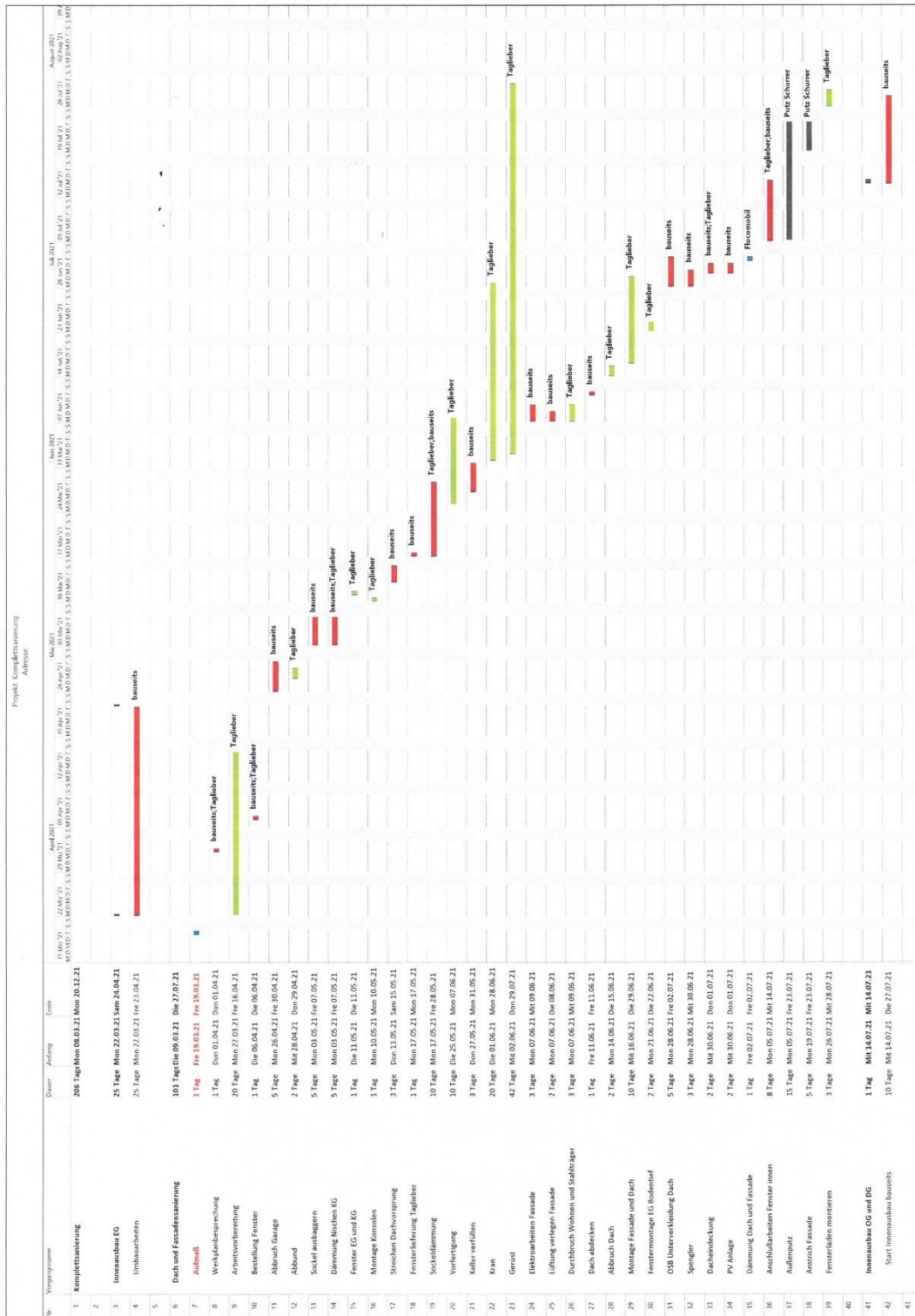


Abbildung 5

Bauzeitenplan der Seriellen Sanierung

Als Anlage 3 der Zeitplan und die einzelnen Arbeitsschritte. Hier ist schon der parallele Ablauf der Maßnahmen vor Ort und der Fertigung der maßgeblichen Komponenten - der seriellen Fertigung- im Werk Öttingen in Bayern zu erkennen.

Die Fa. Taglieber hat auf der Grundlage von vorhandenen, analogen Plänen und des Berichts des Energieberaters AVS GmbH einen CAD Plan erstellt. Mit Hilfe der gewonnenen Aufmaß - Messwerten wird der CAD Plan an die tatsächlichen Gegebenheiten angepasst.

Anlage 4 eine Darstellung der Abläufe einer Sanierung der Fa- Taglieber Holzbau GmbH

Am 19.03.2021 dann das digitale Aufmaß auf der Baustelle.

Das digitale Aufmaß als zentraler Punkt für die „Serielle Fertigung“ der Einzelkomponenten und des ganzen Gebäudeverbunds.



Bild 3



Bild 4



Bild 5



Bild 6



Bild 7

Der rote Kreis in Bild 6 zeigt den Laserpunkt auf der Wand, der in Bild 7 vergrößert dargestellt wird.

An allen Flächen, Wänden, Fensterflächen und Besonderheiten am Gebäude werden Markierungen angebracht und genau eingemessen. In Bild 8 ist ein Punkt dieser Markierung mit einem roten Kreis versehen zur Veranschaulichung. Mit Hilfe eines laserbasierten Messgeräts werden alle Punkte eingelesen, relativ zur jeweiligen Lage des Messgeräts, die als Ausgangspunkt der Erfassung dienen.

Hier werden alle Flächen, Fenster und Türen des Gebäudes erfasst und direkt in ein hinterlegtes CAD Programm eingelesen.

Somit sind alle Gebäudeflächen, auch die Abweichungen vom Plan, digitalisiert.



Bild 8

Der rote Kreis zeigt den Punkt im Fenster, der mit Hilfe des Lesers digital erfasst wird.

Datum 01.04.2021 nächster Meilenstein

Werkplanbesprechung

Das Ergebnis des digitalen Aufmaßes und deren Verknüpfung wurde in der Werkplanbesprechung erläutert, sowie die Klärung vieler weiterer Details wie Einbindung der Solarthermie und PV Module, Lage und Beschattung der Fenster, Türen und nicht zuletzt die Farbgebung.

Hierbei sind auch andere Gewerke mit einzubeziehen, da die Ausführung in puncto Technik und Terminierung festgelegt wird.

Weitere Arbeiten auf der Baustelle laufen nun parallel zur Fertigung der Elemente im Werk Taglieber in Öttingen.

Abbruch Garage

Ausbaggern des Sockelbereichs, um die Sockeldämmung anzubringen

Dämmung der Nische im EG

Setzen neuer Fenster im Kellergeschoss laut Plan.

Einmessen der Konsole

Der nächste zentrale Arbeitsschritt auf der Baustelle ist die Einmessung der Konsole an der Gebäudeaußenwand. Als Konsole wird die Auflage bezeichnet, auf der die vorgefertigten Elemente aufgesetzt und mit der bestehenden Wand verbunden werden.

Die Konsole wird millimetergenau - wieder mit Unterstützung des Lasergeräts - an der Außenwand befestigt und reicht um das komplette Gebäude.



Bild 9



Bild 10



Bild 11



Bild 12

Weitere Schritte sind das Streichen des Dachvorsprungs und die Lieferung der Fenster und Fenstertüren ans Werk Taglieber, diese werden in der Fertigung eingepasst und fachgerecht in die Fassadenelemente eingebaut.

Der Vorteil hierbei ist die definierte Umgebung ohne Witterungseinfluss, in der wesentlich genauer gearbeitet und auf andere Methoden zum Einbau zurückgegriffen werden kann als es auf der Baustelle möglich ist. Auf der Baustelle sind Wetter und Umwelteinflüsse ein entscheidender Nachteil gegenüber einer Montage in der Werkhalle, ganz zu schweigen von den Arbeitsbedingungen der Handwerker.

Die Fertigung im Werk Taglieber in Öttingen



Bild 13



Bild 14



Bild 15



Bild 16



Bild 17



Bild 18

Auf der Baustelle werden parallel dazu weitere Schritte ausgeführt:

- Sockeldämmung im Kellerbereich bis zur Konsole von unten (nach Vorgabe des Energieberichts)
- Wiederbefüllung und Verdichten des Erdreichs im Sockelbereich
- Ausbau der vorhandenen Gasheizung und zugehöriger Warmwasserbereitung
- Rückbau der Gasleitung durch den Energieversorger

Weitere Vorbereitungen

- Aufstellen eines Turmdrehkrans (Baustellenkran)
- Aufstellen eines Vollgerüsts nach Angaben von Taglieber Holzbau
- Verlegung von Elektro-, zentralen Heiz- und Lüftungsleitungen von der neuen Energiezentrale in die jeweiligen Stockwerke auf der Gebäude–Außenseite, die später mit den fertigen Elementen überdeckt hinter der gedämmten Fassade verlaufen

Somit sind alle wesentlichen Arbeiten aufgeführt, die bis zum geplanten Montagetermin ausgeführt werden sollten. Diese Arbeiten wurden sehr pünktlich ausgeführt und lagen im Zeitplan.



Bild 19

In der heißen Phase der „Seriellen Sanierung“ sollen alle wesentlichen Abbruch- und Dämmarbeiten am Gebäude innerhalb einer Woche ausgeführt werden.

Hier in chronologischer **Abfolge die einzelnen Tage** mit kleiner Bilddokumentation.

Montag, 14.06.21 Abdecken Dach



Bild 20



Bild 21

Dienstag, 15.06.21 Abbruch Dachstuhl



Bild 22



Bild 23

Mittwoch, 16.06

Anlieferung und Aufstellen der ersten Fassadenelemente EG und Giebel Obergeschoss



Bild 24



Bild 25

Donnerstag, 17.06.21 Aufstellen der Fassade OG und Giebel DG und Dachstuhl Süd



Bild 26



Bild 27



Bild 28



Bild 29

Freitag, 18.06.21

Dachstuhl Nord und Restarbeiten



Bild 30



Bild 31



Bild 32

Nach Ablauf der Woche war das Dach wieder geschlossen vorerst nur durch die Dämmschicht, die auf den Dachelementen aufgebracht ist, bis die Dachziegel verlegt werden.

Hier zeigt sich deutlich der Vorteil dieser Art der Gebäudesanierung bzw. Gebäudedämmung:
In der **Woche vom 21.06** werden Fensterlaibungen und die Verkleidung des Innendachs und
in der Woche vom 28.06 wird die Einblasdämmung ausgeführt. Insgesamt werden ca. 110 m³
Zelluloseflockmaterial in die Hohlräume zwischen der neu gestellten Wand und der alten Fassade mit
einem vordefinierten Druck eingeblasen und somit eine Formschlüssigkeit zum „alten“ Gebäude
hergestellt. Alle auf der alten Fassade aufbrachten Leitungen verlaufen nun hinter der neuen
Dämmschicht.



Bild 33



Bild 34

Ab dem 30.06.21 wird das Dach mit Ziegeln eingedeckt, direkt im Anschluss erfolgt die Montage der **PV - und Solarthermie** Anlage an den dafür vorgesehenen Stellen, wobei die dafür notwendigen Leitungen zuvor auf der Fassade bis zum Anschlusspunkt verlegt wurden.



Bild 35



Bild 36



Bild 37

Die Vakuumröhren der Solarthermieanlage

Gebäudetechnik

Nach dem Vorliegen des Energieberichts wurde die Planung für die neue Heiztechnik parallel dazu weiterentwickelt.

Nach Abwägen der verschiedenen Raumheizsysteme wurde eine wasserbasierte Flächenheizung in der Decke ausgewählt. Die Vorteile liegen in der höheren Effizienz des Systems und der schnelleren Ansprechzeit. Es wird wesentlich weniger Masse aufgeheizt als bei vergleichbaren Fußbodenheizungen.

Ein wesentlicher Beitrag zu einem planvollen Vorgehen leistet dabei eine detaillierte Heizlastberechnung, durch die sich genaue Heizleiter - Längen je Raum planen und in die Praxis umsetzen lassen.

Auf Grundlage dessen kann auch die Wärmepumpe in ihrer Größe exakt ausgelegt werden, damit keine zu große oder zu kleine Wärmepumpe zum Einsatz kommt. Beides ist nicht förderlich für die Effizienz der Pumpe und letztendlich für deren Lebensdauer.

Auf dieser Grundlage wurde auch die Solarthermieanlage ausgelegt unter Maßgabe der Gebäudegegebenheiten und der effektiv benötigten Heizleistung.

Hierauf wurde dann ein professioneller Report erstellt, hier in der **Anlage 6** beigefügt

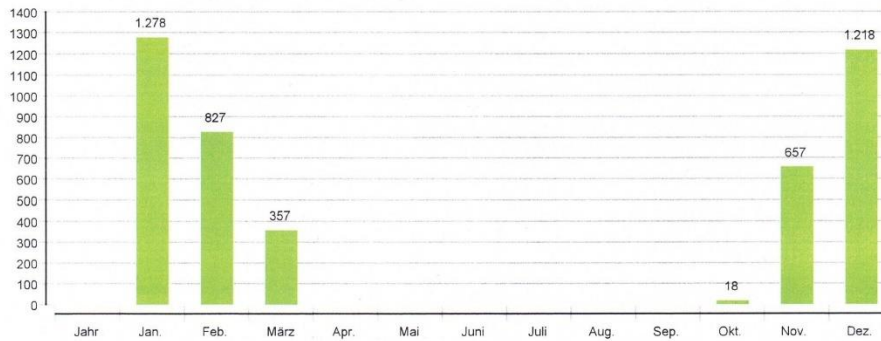
Zusammenfassung des Reports.

Professioneller Report

Solarthermische Energie an das System [Qsol] kWh



Energie der Wärmeerzeuger an das System (ohne Solarthermie) [Qaux] kWh



Solarer Deckungsanteil: Solarenergie an das System [SFn] %



Abbildung 6

Die Vorlauf- und Rückleitung zu den Stockwerksystemen der Flächenheizung erfolgt über die alte Hausfassade zur neuen Heizzentrale im Keller.

Laut Definition des Sonneninstituts ist ein Gebäude ein Sonnenhaus, wenn mehr als 50% der benötigten Heizenergie sich aus solaren Quellen speist.

Im Zuge der Innensanierung und Vorbereitung der neuen Heiztechnik wurde die vorhandene Gasheizung und Warmwasserbereitung ausgebaut und der Gasanschluss rückgebaut.

Der Kamin für die Zentrale Gasheizung wurde ebenfalls abgebrochen.

Die zentrale Lüftungsanlage je Stockwerk ist ebenfalls in der neuen Energiezentrale im Kellerraum untergebracht. Die Versorgungsleitungen zu den Stockwerken verlaufen über die Außenfassade und sind damit gedämmt verlegt.

Auch wenn nicht alle Details wie z.B. die Kellerdeckendämmung erwähnt wurden, wurden sie ausgeführt.

Der Energieberater hat die Maßnahmen überwacht und darauf geachtet, dass alle energetischen Maßnahmen exakt umgesetzt wurden, und hat diese im Zuge der energetischen Baubegleitung dokumentiert.

Zwischenbericht AVS

Anlage 5

Im Zuge der energetischen Baubegleitung wurde auch ein Protokoll über den Zwischenstand zum 30.06.2021 angefertigt, dieser ist als **Anlage 7** beigefügt.

Fazit und Bewertung

Die Gebäudesanierung mit vorgefertigten Elementen ist eine hervorragende Möglichkeit die Hülle mit allen darin befindlichen Elementen wie Fenster und Fenstertüren zu dämmen.

Zum einen entsteht eine geschlossene zweite Hülle über dem Gebäude, die sich ökologisch aus den etablierten Systemen hervorhebt und in puncto Dämmeigenschaften nicht wesentlich den anderen Systemen nachsteht, und Fenster und Türen in die neuen Dämmebene mit einbezieht. Zum anderen wird die Bauzeit auf der Baustelle erheblich reduziert; wie in diesem Fall die Dämmung der Wände inklusive neuem Dachstuhl ca. eine Woche dauerte bis das Dach wieder verschlossen war. Die Gesamtzeit auf der Baustelle betrug ca. 3-4 Wochen mit Dacheindeckung und Fensteranschlüssen, zuzüglich der Putzarbeiten und des neuen Anstrichs.

Ein wesentlicher Bestandteil sind allerdings die Planung und Vorbereitung im Vorfeld der Maßnahme. Darüber hinaus ist die professionelle Herangehensweise der ausführenden Firmen und des baubegleitenden Energieberaters ein wesentlicher Erfolgsfaktor.

Eine gute Alternative zu herkömmlichen Sanierungen insbesondere auch in puncto Ressourcenschonung und Ökologie in der energetischen Gebäudesanierung stellt die „Serielle Sanierung“ dar, da diese Art der Sanierung auch als CO₂ Senke betrachtet werden kann, da große Mengen CO₂ in der Holzständerstruktur und der Dämmschicht (Zellulose) gebunden werden. Dem gegenüber emittieren herkömmliche Dämmmaterialien bei deren Produktionsprozess wesentliche Mengen davon.

Die Abläufe können weiter optimiert und noch weitere Gewerke oder Arbeitsschritte in die Vorfertigung mit einbezogen werden, wodurch ein weiteres Entwicklungspotential gegeben ist. Der vorbeschriebene Ablauf der Sanierung beruht auf wesentlichen Merkmalen der digitalen Erfassung und Planung der Fertigung. Auch auf dem Hintergrund der seriellen Fertigung, allerdings in Losgröße 1, möchte ich den Begriff der digitalen Sanierung hier einführen, dies trägt im Grunde den durchgeführten Maßnahmen eher Rechnung. Ziel ist es allemal die Elemente seriell herzustellen, aber ohne eine digitale Unterstützung ist dies nur schwerlich umzusetzen.

Ausblick / Entwicklungsperspektiven

Die in diesem Bericht beschriebene Vorgehensweise hat zu einem sehr positiven Ergebnis geführt. Als wesentliches Merkmal ist die Abfolge der einzelnen Schritte zu sehen, die zum jetzigen Stand schon sehr gute Ergebnisse liefern.

Aus diesem Bericht lassen sich Handlungsanweisungen oder Prozessabläufe ableiten, die für zukünftige Projekte als Grundlage dienen können.

Durch die beispielhafte Ausführung des Pilotprojekts mit Unterstützung des Landes Baden-Württemberg sollten die Anstrengungen dieser Methode der energetischen Gebäudesanierung weiterverfolgt und optimiert werden, besonders im Hinblick auf die momentane Versorgung mit fossilen Rohstoffen und deren Nutzung für die Gebäudedämmung. Diese Art der Dämmung ist doppelt wirksam, zum einen wird aktiv CO₂ gebunden und über viele Jahre im Bauwerk gehalten, zum anderen reduziert es erheblich die Menge an Heizenergie, die für die Erwärmung der Wohnfläche und zum Erzeugen von Warmwasser aufgewendet werden muss.

Für weitergehende Fragen können der Projektleiter dieses Projekts oder auch der Projektverantwortliche der ausführenden Firma Taglieber Holzbau und der begleitende Energieberater der Fa. AVS Taglieber kontaktiert werden.

Bilder und Abbildungsquellen.

Bild 1	Bild 2	T.Müller PL S.3
Abbildung 1	Quelle Bericht des Beraters AVS – Taglieber GmbH vom 01.08.2019	S.5
Abbildung 2	Quelle Bericht des Beraters AVS – Taglieber GmbH vom 01.08.2019	S.6
Abbildung 3	Quelle Bericht des Beraters AVS – Taglieber GmbH vom 01.08.2019	S.7
Abbildung 4	Quelle Bericht des Beraters AVS – Taglieber GmbH vom 01.08.2019	S.11
Abbildung 5	Quelle Taglieber Holzbau GmbH	S.13
Bild 3		T.Müller PL S.14
Bild 4		T.Müller PL S.15
Bild 5		T.Müller PL S.15
Bild 6	Bild 7	T.Müller PL S.16
Bild 8		T.Müller PL S.17
Bild 9		T.Müller PL S.18
Bild 10		T.Müller PL S.18
Bild 11		T.Müller PL S.19
Bild 12		T.Müller PL S.19
Bild 14		Taglieber Holzbau GmbH S.20
Bild 13		Taglieber Holzbau GmbH S.20
Bild 15	Bild 16	Taglieber Holzbau GmbH S.20
Bild 17	Bild 18	Taglieber Holzbau GmbH S.21
Bild 19		W.Müller S.22
Bild 20		W.Müller S.23
Bild 21		T.Müller PL S.23
Bild 22		T.Müller PL S.24
Bild 23		T.Müller PL S.24
Bild 24		T.Müller PL S.25
Bild 25		W.Müller S.25
Bild 26		W.Müller S.26
Bild 27		W.Müller S.27
Bild 28		T.Müller PL S.27
Bild 29		W.Müller S.28
Bild 30		W.Müller S.29
Bild 31		W.Müller S.30
Bild 32		T.Müller PL S.31
Bild 33		T.Müller PL S.32
Bild 34		W.Müller S.32
Bild 35		T.Müller PL S.33
Bild 36		T.Müller PL S.33
Bild 37		T.Müller PL S.34
Abbildung 6	Quelle Professioneller Report von AkoTec GmbH vom 20.01.2021	S.36

Liste der Anlagen

- Anlage 1 Teilauszug aus dem Bericht des Beraters AVS Taglieber GmbH v. 01.08.2019 S. 6-11
- Anlage 2 Teilauszug aus dem Bericht des Beraters AVS Taglieber GmbH v. 01.08.2019 S. 47-52
- Anlage 3 Bauzeitenplan der Taglieber Holzbau GmbH vom 08.03.2021
- Anlage 4 Ablauf der Sanierung mit vorgefertigten Elementen Taglieber Holzbau vom 12.04.21
- Anlage 5 Bestätigung zum Baufortschritt AVS Taglieber GmbH vom 01.09.2021
- Anlage 6 Protokoll Energetische Baubegleitung AVS Taglieber vom 30.06.2021
- Anlage 7 Professioneller Report über die Solarthermie Heizleistung vom AcoTec Produktionsgesellschaft mbH vom 20.01.2020

Adressverzeichnis

Projektleiter des Programms für dieses Projekt

Serielle Sanierung

Investitionsförderung für industrielle Vorfertigung von Fassaden-, Fenster- und Dachelementen

Thomas Müller
Sauerbruchstr. 32
89518 Heidenheim
Mail: thomas.k.mueller@outlook.com

Projektverantwortlicher und stellv. Bereichsleiter der ausführenden Firma

Gabriel Fuchs Bauingenieur

Taglieber Holzbau GmbH
Georg-Schwab-Str. 3
86732 Öttingen
Mail: info@taglieber.de

Energieberater

Leonhard Taglieber Dipl.-Ing (FH)

AVS Taglieber GmbH
Architekturbüro
Nittingen 8a
86732 Öttingen
Mail: info@avs-taglieber.de

Anlage 1



KIT Bericht Anlage 1
Auszug aus der ene

Anlage 2



KIT Bericht Anlage 2
Auszug aus dem ene

Anlage 3



KIT Bericht Anlage 3
Bauzeitenplan Seriel

Anlage 4



KIT Bericht Anlage 4
Ablauf der Seriellen

Anlage 5



KIT Bericht Anlage 5
Bestätigung zum Ba

Anlage 6



KIT Bericht Anlage 6
Professioneller Repc

Anlage 7



KIT Bericht Anlage 7
Protokoll Energetisc