

Leistbares Wohnen

LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Endbericht

Das Projekt wurde von der
NÖ Wohnbauforschung
finanziell unterstützt.

Kennzeichen F2-F-2229

**WISSEN WAS GEHT.
TUN WAS WIRKT.**

St. Pölten, 01.06.2015
14560

Ihr Ansprechpartner
DI Josef Wolfbeisser
T. +43 676 352 33 43
E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

ConPlusUltra GmbH
Fuhrmannsgasse 3–7
3100 St. Pölten, Austria
T. +43 5 9898 - 201

office@conplusultra.com
www.conplusultra.com

Firmenbuchnummer 207474i
Handelsgericht LG St. Pölten
ATU 54038802



Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Auftraggeber

Amt der NÖ Landesregierung
Abteilung Wohnbauförderung - NÖ-Wohnbauforschung
Landhausplatz 1, Haus 7A
3109 St. Pölten

Ansprechperson

DI Josef Wolfbeißer
0676 352 33 43
Josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Auftragnehmer

ConPlusUltra GmbH
Fuhrmannsgasse 3-7
3100 St. Pölten

Projektteam

DI Josef Wolfbeißer
Ing. Mag.(FH) Franz Figl

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com



Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
1.1	Ausgangssituation	6
1.2	Ziele	7
1.3	Vorgehen und Methode.....	8
2	Charakterisierung der LOW TECH Buildings mittels Literaturrecherche	9
2.1	LOW TECH Definition	11
3	Erhebung von entsprechenden bestehenden Objekten	15
3.1	Beschreibung der analysierten Objekte.....	17
3.1.1	Objekt A.....	17
3.1.2	Objekt B.....	19
3.1.3	Objekt C.....	22
3.1.4	Objekt D.....	24
3.1.5	Objekt E	26
3.1.6	Objekt F	27
3.1.7	Objekt G.....	30
3.1.8	Objekt H.....	31
3.1.9	Objekt I	33
3.1.10	Objekt K	35
3.1.11	Objekt L	37
3.1.12	Objekt M.....	39
3.1.13	Objekt N.....	41
3.1.14	Objekt O.....	42
3.1.15	Objekt P – Vergleichsobjekt	44
3.2	Eigenschaften der untersuchten Objekte	45
3.3	Zusammenfassung der NutzerInnengespräche	48
3.4	Ergebnisse der Gespräche mit den Planern.....	50
4	Kostengruppierung nach ÖNORM B 1801	52
4.1	Übersicht der Investitionskosten	53
4.2	Lebenszykluskostenanalyse der Ein- u. Mehrfamilienhäuser	55
4.2.1	Gewichtung der Lebenszykluskosten	55



Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

4.2.1.1	Auswertung gewichtet nach der Komplexität der Haustechnik.....	56
4.2.1.2	Auswertung gewichtet nach dem Komfort der Haustechnik	60
4.2.1.3	Auswertung gewichtet nach Komplexität und Komfort der Haustechnik.....	65
4.3	Auswertung der Investitions- und Folgekosten	69
4.4	Zusammenfassung Ein- u. Mehrfamilienhäuser	76
5	Geschosswohnbau	77
6	Zusammenfassung der Ergebnisse	80
7	Literaturverzeichnis	82
8	Abbildungsverzeichnis	85
9	Anhang	87
9.1	Leitfaden	88

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?



1 Einleitung

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com



Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

1.1 Ausgangssituation

Die Nutzung von modernen Gebäuden wird immer mehr durch den Einfluss haustechnischer Anlagen und deren Steuerungen und Regelungen bestimmt. Die notwendige Einregulierung der verbauten Komponenten findet in der Praxis jedoch nur sehr selten statt. Diese Einregulierung für z.B. die Fußbodenheizung, die kontrollierte Wohnraumlüftung und die Warmwasserbereitung ist nicht nur sehr arbeitsintensiv sondern auch zeitintensiv, daher wird im Normalfall auf diese Einregulierung verzichtet.

Solche Objekte sind dann nicht nur in der Errichtung teuer, weil viele effiziente und teure Anlagenkomponenten verbaut werden, sondern auch im Betrieb, weil diese Anlagen teilweise gegeneinander arbeiten. Das erhoffte Wohnklima wird nur selten oder gar nicht erreicht, es ist zu kalt oder zu heiß, die Lüftungsanlage läuft auf höchster Stufe oder überhaupt nicht, das Brauchwasser ist zu kalt oder nur lauwarm. Die Nutzer erreichen nie das versprochene angenehme Wohnklima und die Betriebskosten sind wesentlich höher als zuvor veranschlagt. Oftmals werden solche Anlagen aber auch vom Nutzer nicht richtig bedient, hierbei sind die Ursache dafür oft fehlende Einschulungen und Bedienungsanleitungen der Anlagen. Sehr häufig ist aber auch die falsche Einstellung der Gebäudenutzer Grund für das abweichende Wohnklima: „Ich hab teure Einzelkomponenten, dass MUSS funktionieren, ich brauch dabei nichts zu tun!“

Durch den Einsatz von minimaler Steuerungs- und Regelungstechnik bei der Installation der Haustechnik kombiniert mit einer optimalen Bauausführung mit einer entsprechenden integralen und vorausschauenden Planung kann dieser Problematik entgegengewirkt werden.



Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

1.2 Ziele

Ziel des Projektes „Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW-COST Buildings?“ ist

1. die **Definition des Begriffes LOW TECH** im Sinne des Objektes.
2. Durch eine **Kostenerhebung bei den Planern und Architekten** bzw. den Eigentümern der Objekte, sollen Kosten getrennt für die Errichtung und den Betrieb erhoben werden.
3. Anschließend sollen **Unterschiede in den Kosten zwischen einem konventionell geplanten Gebäude und den LOW TECH Buildings** analysiert und dargestellt werden.
4. Durch eine Nutzerbefragung von LOW TECH Buildings soll die **Zufriedenheit mit den Objekten** mit eingesparter Haustechnik erhoben werden.
5. Darüber hinaus werden auch die jeweiligen Planer und Architekten der Objekte über die **Herausforderungen bei der Planung und Errichtung** befragt, um deren **Herangehensweisen** und Überlegungen im Vorfeld der Errichtung bzw. Entscheidungsprozesse während der Bauphase analysieren zu können. Ein möglicher Leitfaden für Folgeprojekte könnte daraus abgeleitet werden.

1.3 Vorgehen und Methode

Zu Beginn des Projektes musste einmal der Begriff LOW TECH Buildings definiert werden. Um eine Entscheidungsgrundlage dafür zu schaffen, wurde zunächst eine Literaturrecherche durchgeführt. Mittels eines Workshops bestehend aus Experten aus den Bereichen Planung und Architektur, der Wohnbau-Genossenschaften, der Donau-Universität Krems, des Bau- Energie- und Umweltclusters NÖ, einem Vertreter der IG Passivhaus und den Experten zum Thema LOW TECH, Prof. Dr. Wolfgang Streicher, wurde das Thema kontrovers diskutiert. Für die weitere Vorgehensweise war es wichtig, die Begriffe Technik und Technologie streng getrennt zu betrachten.

Aus diesen beiden Maßnahmen, der Literaturrecherche und der Ergebnisse aus dem Experten-Workshop, wurde der Begriff LOW TECH Buildings definiert. Anschließend wurden Gebäude mit LOW TECH Ansatz gesucht und deren Eigentümer bzw. Planer kontaktiert um entsprechende Daten und Kosten der Gebäude zu erheben. Bei einem Nutzergespräch wurden die Herausforderungen in der Planung und Umsetzung erörtert. Mit den Planern wurde ebenfalls die Herangehensweise an die Integrale Planung und die Anforderungen der Nutzer diskutiert. Nach der Erhebung und den Gesprächen mit den Nutzern und Planern wurden die Gebäude mit dem LOW TECH Ansatz mit konventionellen Niedrigenergie- und Passivhäusern verglichen. Schwerpunkte dabei waren vor allem die haustechnische Ausstattung, die Unterschiede zu konventionellen Objekten in der Ausführung der Gebäudehülle, die Verschattung der Fenster, die Ausrichtung des Objektes,... sowie das Lüftungs- und Energiekonzept und die daraus resultierenden Errichtungs- und Betriebskosten.

Durch den Vergleich der Kosten der konventionellen und nach LOW TECH gebauten Objekten wurden die Unterschiede in der Ausführung der Gebäudehülle und den technischen Anlagenkomponenten aufgezeigt und analysiert. Zusätzlich wurde durch einen Betriebskostenvergleich der eventuell vorhandene Kostenvorteil der LOW TECH Buildings evaluiert.

Im Sinne des Projektes und der fördernden Landesstelle, wurden die durch die Recherche ermittelten Objekte in zwei Hauptgruppen unterteilt:

- Ein- und Mehrfamilienhäuser
- Geschoßwohnbau

Sonstige betriebliche genutzte Objekte wurden im gegenständlichen Projekt nicht berücksichtigt und nur zu Vergleichszwecken erwähnt.

2 Charakterisierung der LOW TECH Buildings mittels Literaturrecherche

Für die Charakterisierung der LOW TECH Buildings wurde eine Recherche in den unterschiedlichsten Medien durchgeführt. Als Quellen wurden das Internet, die Online-Bibliotheken durch die Software Citavi, Fachbücher und Artikel aus Fach-Printmedien herangezogen. Die daraus entnommenen Textpassagen werden im Bericht entsprechend zitiert und am Ende im Literaturverzeichnis gesammelt dargestellt. Das Rechercheergebnis wurde im Zuge eines Expertenworkshops zu Beginn des Projektes diskutiert und darauf aufbauend der LOW TECH Building-Begriff gemäß dem Projektverständnis definiert.

Laut Wikipedia wird im Allgemeinen der LOW TECH Begriff wie folgt definiert:

LOW TECH bildet den Gegensatz zu High-Tech und bezieht sich auf Technik, die unter den Maßstäben:

- einfache Funktion, einfache Herstellung
- einfache Bedienung, Robustheit, einfache Wartung entwickelt wird.

LOW TECH sagt jedoch nichts über die hinter der Technologie stehende Intelligenz aus.

In Bezug auf die Gebäude wird LOW TECH in der Haus der Zukunft Plus Ausschreibung 2010 wie folgt beschrieben:

Unter „LOW TECH Gebäuden“ werden solche Gebäude verstanden, die mit einem Minimum an technischen Einbauten einen hohen Nutzerinnen-Komfort und eine ausgezeichnete energetische Performance erzielen.

Natürliche physikalische Effekte, traditionelles Wissen, historische Bautechnologien und Materialien sowie lokal vorhandene Ressourcen und Rohstoffe bilden dabei die Basis für eine Weiterentwicklung und Anpassung an moderne Erfordernisse.

Beim Expertenworkshop wurden durch vordefinierte Fragen die Notwendigkeit von Haustechnik und die Einstellung der Nutzer zur Haustechnik abgefragt. Die Ausarbeitung der Antworten erfolgte in 2 Gruppen. Die Ergebnisse wurden anschließend in der großen Runde diskutiert.

- **Was an Haustechnik ist notwendig bzw. sinnvoll?**

Als notwendig werden die Anlagen zur Ver- und Entsorgung von Brauch-, Trink- und Abwasser gesehen. Auch Einrichtungen zur Beleuchtung, Beschattung, Sanitäreinrichtungen und zur Kommunikation (Festnetzanschluss) werden als notwendig und als Standard angesehen. Maßnahmen zur Beheizung sind nur mehr bedingt notwendig, wenn nicht über die Lüftungsanlage nachgeheizt wird. Die Lüftungsanlage mit dem Hintergrund des hygienischen Luftaustausches wird auch noch akzeptiert. Einrichtungen zur Kühlung von Objekten sind nur dann sinnvoll, wenn die Wärme durch hohe innere Lasten nicht mehr abgeführt werden können. Dies sollte jedoch in einem Wohnobjekt nicht notwendig sein. Zusammengefasst: **Durch die Grundintelligenz des Gebäudes durch ihr thermisches und hydraulisches Verhalten werden die Anforderungen an die Haustechnik und deren Regelung definiert.**

- **Was kann ich meinen Nutzern zumuten?**

Bei dieser Frage wurde sehr intensiv diskutiert und schlussendlich wurde das Thema auf zwei Bereiche reduziert, den Verbrauch und die Regelung. Während beim Verbrauch für die Nutzer die Darstellung der Verbrauchsdaten im Vergleich mit anderen Nutzern und dadurch die Kostenwahrheit der Nutzung das Ziel sein sollte, wurde beim Thema Regelung differenziert. Einerseits solle man den Nutzern nichts zumuten, denn die Systeme sollten soweit selbsterklärend sein. Andererseits sollten die Nutzer die Möglichkeit besitzen, Anlagen aus- und einschalten bzw. die Wirkung verstärken oder vermindern zu können, z.Bsp. Lüftung Ein und Aus, Stufenschaltung von 1 auf 2,....

Zusammenfassend wären **Schulungen für die Bedienung der haustechnischen Anlagen** notwendig, zusätzlich sollte eine Bedienungsanleitung für die Nutzung des Objekts erstellt werden, „**das kleine 1x1 der Gebäudenutzung**“.

- **Was wird von den Nutzern gefordert bzw. abgelehnt?**

Gefordert werden grundsätzlich funktionierende Systeme, die keine Probleme bereiten und keine Betreuung benötigen. Bei Lüftungsanlagen sollte durch den kontinuierlichen Betrieb die Luftqualität gleichmäßig gut sein.

Abgelehnt wird grundsätzlich die Verantwortung für das Funktionieren der Anlagen, außer jedoch beim Eigentum. Betriebslärm, Zegerscheinungen sowie schlecht ausgeführte und geplante Anlagen werden ebenso abgelehnt wie aufgezwingene nützliche haustechnische Anlagen, deren Funktion nicht verstanden wird.

Abschließend kann man das Ergebnis soweit zusammenfassen, dass **wenn große Versprechungen gemacht werden, auch die Erwartungshaltung und die Anforderungen entsprechend groß** sind.

- **Welche architektonischen und baulichen Änderungen sind notwendig um eine minimale Haustechnik zu ermöglichen?**

Wichtig bei diesen Objekten ist eine entsprechende Ausrichtung für die Nutzung der passiven Solarenergie bzw. eine Verschattung um die sommerliche Überwärmung zu verhindern. Der Verglasungsanteil der Außenwände sollte 40 % nicht übersteigen, damit nicht zu große Fensterflächen entstehen und die Energiebilanz dadurch negativ ausfällt. Höhere Speichermassen im Objekt hätten den Vorteil, dass das Objekt träge wird und die Temperaturschwankungen im Raum gering gehalten werden können.

Wesentlich für den Einsatz minimaler Haustechnik ist eine entsprechende Integrale Planung. Diese Integrale Planung stellt jedoch die Planer vor große Herausforderungen, da sie die Zusammenhänge zw. Gebäude und Haustechnik erkennen müssen, um entsprechend darauf in der Planung eingehen zu können. Der fehlende Austausch zwischen den Planern und den ausführenden Gewerken ist dabei das größte Problem. Daher ist auch **die Akzeptanz eines erhöhten Planungsaufwandes und ein Verständnis der Planer für die Funktionsweisen der haustechnischer Anlagen notwendig.** Positive Beispiele solcher geplanten und ausgeführten Objekte sollten sich in Wettbewerben messen und als Best Practice Beispiele in den Medien verstärkt auftreten.

Fasst man die Diskussionen rund um die Anforderungen zur Reduktion der Gebäudetechnik des Experten-Workshop zusammen, so ergeben sich folgende Charakteristika für die Definition des LOW TECH Building-Begriffs.

2.1 LOW TECH Definition

Im Projekt wird das LOW TECH Building so definiert, dass mit einem interdisziplinär geplanten Einsatz von minimaler Haustechnik die Anforderungen der Nutzer und deren Komfortbedürfnis erfüllt, und wo gleichzeitig eine entsprechend hohe energetische Performance des Gebäudes erreicht wird.

Ein LOW TECH Gebäudekonzept beinhaltet daher folgende Überlegungen und berücksichtigt deren Auswirkungen:

Diese LOW TECH-Buildings zeichnen sich durch den geringen Energieverbrauch und durch einen sehr guten Baustandard aus. Man kann diese Objekte auch als Niedrigenergie- und Passivhäuser bezeichnen. Der Energieverbrauch solcher Objekte ist normalerweise $<25 \text{ kWh/m}^2\cdot\text{a}$. Bei einigen älteren Projekten kann der lt. Energieausweis gerechnete Energieverbrauch auch höher liegen, die tatsächlichen Energieverbräuche sind jedoch oft deutlich geringer.

Energieklasse laut Energieausweis			Energiekennzahl
Energieklasse	Bauart	Max. Energiekennzahl	
A++	Passivhäuser	≤ 10	
A+	Niedrigstenergiehäuser	≤ 15	
A		≤ 25	
B	Niedrigenergiehäuser	≤ 50	
C	Bauordnung bis 2008	≤ 100	
D	Alte, unsanierte Gebäude	≤ 150	
E		≤ 200	
F		≤ 250	
G		> 250	

Abbildung 1: Energieeffizienzklassen für den Energieausweis¹

Auf Grund der Ausrichtung der Fensterflächen nach Süden bzw. Süd-Westen zur höchst möglichen passiven Sonnenenergienutzung im Winter ist es notwendig Vorkehrungen zur sommerlichen Überwärmung zu treffen. Diese Vorkehrungen können einfache zusätzliche Beschattungselemente an den Fenstern oder bauliche Maßnahmen wie Auskragungen, Rücksprünge, vorgezogene Dächer, etc. sein. Die Integration von aktivierbaren Speichermassen wie schweren Innenputzen und der bewusste Einbau von massiven Wänden in Leichtbauobjekten können der Überhitzung von Gebäuden entgegenwirken. Mit einer natürlichen Nachtkühlung kann selbst im Sommer das Gebäude ohne Fremdenergie auf einer angenehmen Raumtemperatur gehalten werden, dabei sind Überlegungen zum Einbruchschutz, Schlagregenschutz aber auch Maßnahmen für das Abhalten von Insekten und Nagern anzustellen. Für eine entsprechend gute Luftqualität in den bewohnten Räumen ist entweder eine kontrollierte Wohnraumlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung oder ein

¹ Quelle: www.energieberatung-noe.gv.at; 17-09-2014, 14:06



Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

durchdachtes Lüftungskonzept mittels Fensterlüftung verantwortlich, z.Bsp. wie im Sunlight-Haus der Fa. Velux². Eine luftdichte Bauweise gewährleistet zudem, dass es zu keinem unkontrollierten Luftaustausch über die Gebäudehülle und somit zu keinem unnötigen Energieausstrag kommt.

Durch die Vermeidung von Wärmebrücken wird gewährleistet, dass es zu keinem punktuellen Wärmeausstrag und dadurch zur Abkühlung der betroffenen Oberflächen kommt, Kondensat-Bildung wird so vermieden und der Schimmelbildung vorgebeugt. Sind all diese beschriebenen Maßnahmen berücksichtigt worden, dann erreicht man den für Niedrigstenergie- und Passivhäusern notwendigen hohen energetischen Baustandard.

Durch den hohen thermischen Baustandard sind die notwendigen Leistungen für die Beheizung des Gebäudes gering.

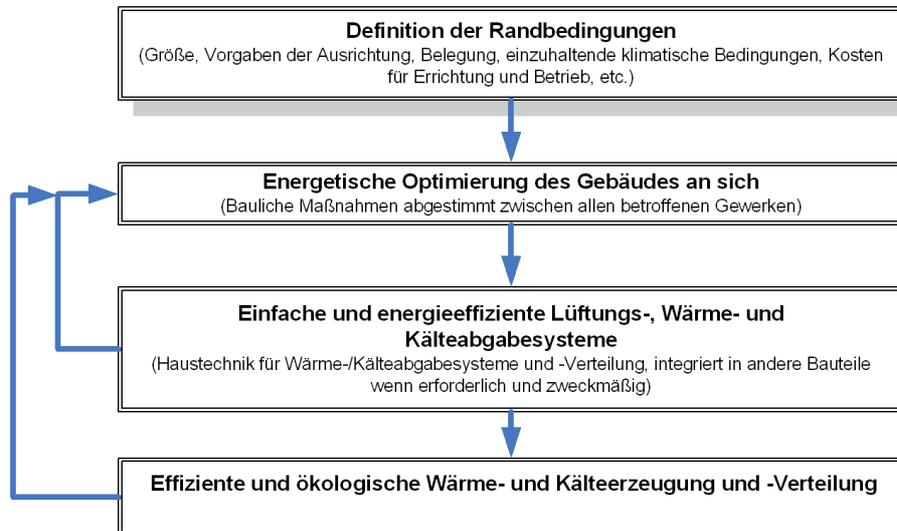
Alternative Energieformen wie die Nutzung von Sonnenenergie durch thermische Sonnenkollektoren oder der Einsatz von Photovoltaik-Anlagen tragen dazu bei, die restlichen noch notwendigen Energiemengen für die Beheizung des Gebäudes gering zu halten. Für eine nachhaltige Energieproduktion können Biomasseheizungen, Wärmepumpen und Fernwärme aus biogenen Heizungsanlagen eingesetzt werden. Die geringen Heizleistungen erlauben es, die großen Wärmeabgabeflächen wie Fußböden und Wandflächen zu nutzen. Diese Wärmeabgabesysteme ermöglichen einen Betrieb mit geringer Vorlauftemperatur. Mittels minimaler Regelung wie einer Referenzraumregelung, anstatt einer außentemperaturgeführten Vorlaufregelung und nachgeschalteter Einzelraumregelung mittels Thermostatköpfen kann die Anlagentechnik sehr vereinfacht werden.

Mehrfacheffekte wie z.Bsp. der Selbstregelungseffekt der Fußbodenheizung, wenn die Vorlauftemperatur nahe der Raumtemperatur liegt, wenn mittels der Lüftungsanlage auch beheizt werden kann, bzw. ein aktivierter Bauteil nicht nur Heiz- sondern auch Kühlfunktion übernehmen kann, gilt es bei solchen Objekten auszunutzen, um das Gesamtsystem einfach zu halten.

Eine an solchen Gesichtspunkten orientierte Planung des Objektes im Hinblick auf ein einfaches Energie- und Lüftungskonzepts kann auch als **Integrale Planung** bezeichnet werden.

Zusammenfassend stellen die Integrale-Planung der LOW TECH Gebäude und die Berücksichtigung der oben genannten Punkte den wesentlichen Unterschied zu konventionell geplanten Objekten dar.

² Quelle: <http://www.velux.at/fachkunden/sunlighthouse/6experimente>, 22-09-2014, 9:45

Abbildung 2: Integrale Planung³

Diese Integrale Planung zeichnet sich vor allem durch die Rückmeldungen zur energetischen Optimierung aus. Diese Rückmeldungen ermöglichen in einer sehr frühen Phase der Planung auch auf die baulichen Maßnahmen entsprechend Einfluss zu nehmen und daher auch die Kosten für die Umsetzungsphase gering zu halten. Die dabei getroffenen Entscheidungen fließen in allen folgenden Ausschreibungen und Ausführungsschritten ein.

Durch die Definition der Rahmenbedingungen müssen bereits in einem sehr frühen Phase der Planung, Daten über das zu errichtende Objekt bekannt sein; Heizlast, Wärmeverbrauch, architektonische Ausführung, Kubatur, Außenflächen, Beschattung, Ausrichtung, Fensterflächen und deren Orientierung, etc.. Durch diese Fülle von Daten kann nun mit Rücksicht auf die Nutzeranforderungen das haustechnische und regeltechnische Konzept für das Objekt festgelegt werden. Änderungen an den baulichen Ausführungen sind noch mit geringen Kosten und relativ einfach in die Ausarbeitung der Einreichplanung zu integrieren.

Durch eine natürliche Beschattung, z.Bsp. durch eine leicht veränderte architektonische Gestaltung des Objektes wie Dachüberstände, Auskragungen, Lamellen etc., kann auf einen zusätzlichen Sonnenschutz verzichtet werden. Die Installations-, Betriebs- und Wartungskosten sind bei natürlichen Beschattungen gleich null! Große vertikale, nach Süden und Westen ausgerichtete und im Dach integrierte Glasflächen bringen hohe passive Solarerträge im Winter, jedoch muss zum Schutz der sommerlichen Überwärmung eine Beschattung vorgesehen werden. Gerade diese am Dach aufgebrachten Beschattungen für verglaste Elemente sind extremen Wetterbedingungen ausgesetzt und daher nicht nur teuer in der Errichtung, sondern auch die Wartungskosten sind vielfach höher als bei vertikaler Beschattung.

Das folgende Diagramm zeigt den Einfluss der Projektkosten über den gesamten Lebenszyklus und deren Beeinflussbarkeit.

³ Quelle: W. Streicher, Impulsvortrag, Workshop St. Pölten 05-06-2014



Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

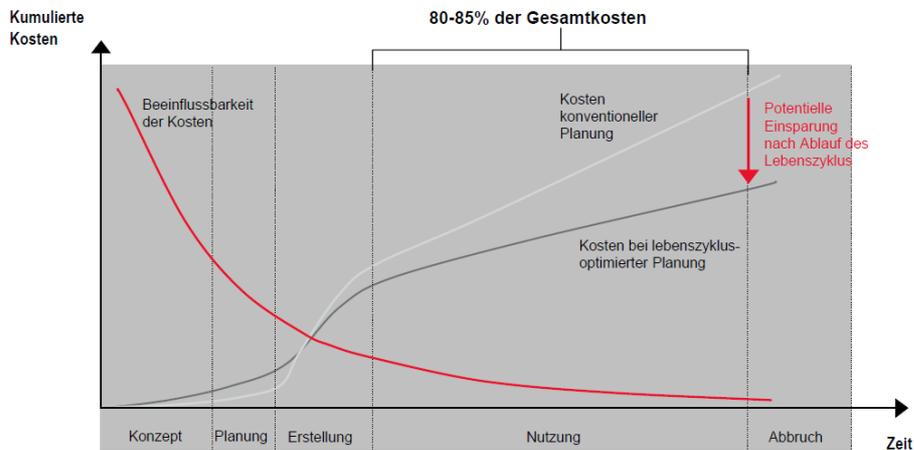


Abbildung 3: Entwicklung der Lebenszykluskosten und deren Beeinflussbarkeit⁴

Wie in der Abbildung 3 ersichtlich, werden gerade in der Phase der Konzeptionierung und Planung der Objekte die Kosten für die Errichtung und den späteren Betrieb des Gebäudes stark beeinflusst. Eine dem LOW TECH Gebäude entsprechend notwendige erhöhte Planungsleistung führt daher zwar nicht zwingend zu Kosteneinsparungen in der Errichtung, sondern in jedem Fall zu einer wesentlichen Reduktion der Betriebskosten und somit zu den gewünscht niedrigen Folgekosten. Gleichzeitig ist der Wohnkomfort in gut geplanten und ausgeführten Objekten wesentlich höher als in unzureichend durchdachten Objekten.

⁴ Quelle: R.Muschiol, Green Building – Nachhaltigkeit und Bestandserhalt in der Immobilienwirtschaft, KSD-Fachtagung Immobilienmanagement, Mainz, 06-11-2008

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

3 Erhebung von entsprechenden bestehenden Objekten

Die eigentliche Suche nach Objekten gestaltete sich von Anfang an sehr schwierig, da es keine einheitliche Definition von LOW TECH Gebäuden gibt. Daher war die Recherche auch recht aufwändig und nahm mehr Zeit in Anspruch als geplant. Die Quellen für diese Objekte waren Homepages von Architektur- und Ingenieurbüros und Baumeistern sowie diversen Wettbewerben und Auszeichnungen.

Es zeigte sich aber, dass **keine Wohngebäude ausfindig gemacht werden konnten**, in welchen der **LOW TECH Begriff direkt umgesetzt wurde**, z.Bsp. Verzicht auf das Heizsystem wie im Bürogebäude 2226 von Baumschlager-Eberle. Daher wurden Objekte ausgewählt, die **unserer Definition** des LOW TECH – Begriffes noch am ehesten entsprachen.

Bei der Kontaktaufnahme mit den Architekten oder verantwortlichen Planern und der Vorstellung des Projektes wurde noch sehr oft Interesse bekundet, an der Studie mit zu arbeiten. Die entsprechenden Konzepte für Beheizung, Kühlung und Lüftung wären soweit vorhanden und sollten für die Studie zugänglich gemacht werden. Nach der Zusendung des Fragebogens und auf die Nachfrage nach den Kundenkontaktdaten für das Interview wurde uns dann oft mitgeteilt, dass eine Teilnahme von Seiten des Kunden nicht mehr gewünscht sei bzw. man die Kunden nicht mit Studien belasten wolle. Einige Planer wollten für die Studie geeignete Objekte aus eigener Planung bereitstellen. Auch bei diesen Planern war spätestens auf Nachfrage nach ca. 2-3 Wochen welche Gebäude nun für die Studie verwendet werden könnten, kein weiteres Interesse für die weitere Mitarbeit vorhanden. Daher wurde die Suche nach Objekten schwieriger, aufwendiger und zeitraubender als geplant.

Die Planer und Architekten, die letztendlich auch Objekte bereitstellten und auch teilweise Nutzerinterviews ermöglichten, sind im folgenden Kapitel dargestellt. Nach dem Erhalt der Gebäudedaten und der Konzepte für die Wärmeverteilung und Wärmebereitstellung sowie den Überlegungen zur Belüftung wurden bei den anschließenden Nutzerinterviews die Beweggründe für diese Art der Ausführung der Gebäude hinterfragt. Die Erfahrungen und die Nutzerzufriedenheit wurden ebenso erfasst wie vorhandene Energieverbrauchsdaten vorangegangener Jahre. Parallel dazu wurden auch die Planer über die Herausforderungen in der Planungs- und Bauphase zum ausgewählten Projekt interviewt. Für die anonymisierte Auswertung wurden letztendlich nur solche Objekte verwendet, deren Eigentümer ihre Zustimmung zur Teilnahme am Projekt gegeben haben, auch wenn kein Nutzerinterview geführt werden konnte.

Beispiel:

Zweifamilienhaus der Familien Dämon/List aus Jenbach

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com



Abbildung 4: Zweifamilienhaus Dämon/ List, Jenbach⁵

Gebäude aus dem Jahre 1984 mit einem HWB_{tatsächlich} zw. 3-9 kWh/m².a. Das Gebäude besteht aus einer zweischaligen Außenwand mit 25 cm und 10 cm Mauerwerk und ist mit 25 cm Mineralwolle gedämmt. Die oberste Geschoßdecke ist mit 40 cm Mineralwolle gedämmt.

Als Fenster wurden Kastenfenster verwendet, die beiden Flügel wurden als 2-fach verglaste Fensterelemente ausgeführt. Die Gebäudebeheizung erfolgt mittels zweier in den Wohnungen installierten Scheitholz-Zimmeröfen mit Verbrennungsluftregelung. Die Warmwasserbereitung erfolgt mit einer fassadenintegrierten thermischen Solaranlage mit 12,3 m² und einem 500l WW-Speicher. Ein Gebäude-Monitoring vom Sommer 1998 bis zum Sommer 2000 ergab einen HWB_{at} von 3-9 kWh/m².a. Im Jahre 2010 wurde aus den Ersparnissen des Brennstoffeinkaufes eine PV-Anlage mit 10kWp angeschafft. Dieses Objekt wird jedoch nicht in der Bewertung berücksichtigt, da die Errichtung schon zulange zurückliegt.

Die folgenden Objekte wurden aufgrund der Vereinbarkeit mit dem LOW TECH Begriff, der Integralen Planung und der Energiekennzahl ausgewählt. Um dabei eine möglichst fundierte Aussage über die eingesetzte haustechnische Ausstattung treffen zu können wurde auch auf eine große Bandbreite von unterschiedlichen haustechnischen Anlagen und deren Kombinationen Wert gelegt.

Die verwendete Haustechnik kombiniert einerseits sehr einfache Systemkomponenten (thermische Solaranlage, Scheitholzöfen, Betonkernaktivierung, etc.) mit teilweisen sehr hoch technologischen Systemen (Holzvergaserkessel, Kompaktlüftungsgeräte, ...). Hoch technologische Systeme sind aber nicht zwingend komplizierte Systeme wie der z.B. Holzvergaserkessel zeigt; Holz einlegen, Holz anzünden, Kesseltüren schließen, Ofen brennt!

Die Reihenfolge der angeführten Objekte ist zufällig und soll eine anonymisierte Auswertung gewährleisten.

⁵ Quelle: www.eeb.at, DI Günter Wehinger

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

3.1 Beschreibung der analysierten Objekte

3.1.1 Objekt A



Quelle: Arch. Rührschopf

HWB: 31,3 kWh/m².a

BGF: 219 m²

Heizsystem:
Betonkernaktivierung mit 28m²
therm. Solaranlage u. Lehmofen
Ganzhausheizung

Lüftungssystem:
Kontrollierte Wohnraumlüftung
mit WRG

Modernes Einfamilienhaus in Holzleichtbauweise mit Holzständerkonstruktion in der Außenwand, nach Süden ausgerichtet, Pultdach nach Norden fallend und fassadenintegrierte thermische Sonnenkollektoren in der Südfassade.

Die Beheizung erfolgt mittels aktiver und passiver Sonnenenergienutzung und Bauteilaktivierung, wobei ein Lehm-Grundofen mit Absorber als Ganzhausheizung fungiert. Die Wärmeverteilung erfolgt wassergeführt mittels Fußboden- u. Wandheizungen im Naturumlauf (=Schwerkraft betrieben)

Im Aufstellraum wirkt auch die Strahlungswärme des Lehmofens.

Für kontinuierliche frische Raumluft sorgt eine kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung welche über einen CO₂-Fühler in der Abluft die notwendige Luftmenge bereitstellt.

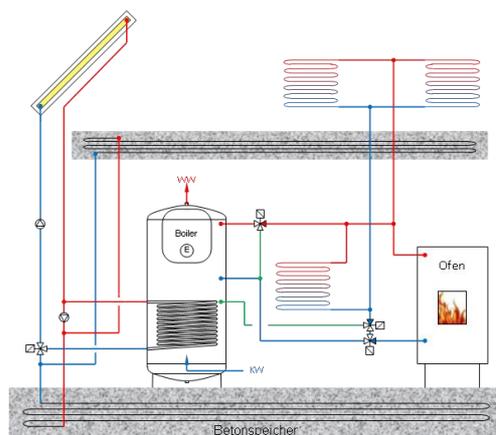


Abbildung 5: Schema Betonkernaktivierung u. Zimmerofen, www.energie-werkstatt.at

Für die Versorgung des Objektes mit ausreichend Wärme ist hier eine zentrale Regelung verantwortlich. Die Regelung entscheidet je nach der Sonneneinstrahlung und der vorhandenen Raumtemperatur wohin die aus der thermischen Solaranlage gewonnene Wärme geliefert wird, entweder direkt für die Gebäudebeheizung in die



Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Zwischendecken oder in den Wärmespeicher, der Fundamentplatte bzw. in den Pufferspeicher. Ist die Temperatur der thermischen Solaranlage entsprechend hoch, wird über den im Puffer integrierten Warmwasserspeicher auch Brauchwasser bereitet. Der Lehmstampfen im Wohnzimmer stellt für erhöhte Wärmebedarfe des Gebäudes zusätzliche Wärme bereit und liefert in Schlechtwetterphasen die Restenergie für die Warmwasserbereitung. Zusätzlich zu den betonkernaktivierten Decken, erfolgt die Wärmeverteilung und Wärmeabgabe basierend auf dem System der Schwerkraft mittels Wand- und Fußbodenheizungen.

Die Wände sind mit einem Lehmputz verputzt. Der Lehmputz dient als aktive Speichermasse und wirkt somit Temperaturnivausgleichend. Zusätzlich sorgt der Lehmputz auch noch für einen natürlichen Ausgleich der Raumluftfeuchte.

Nutzerinterview:

Warum haben sie einen professionellen Planer für die Planung des Objektes gewählt?

Da wir im Vorfeld bei den unterschiedlichsten Bauherren gesehen haben, dass teilweise ohne sinnvolle Raumkonzepte geplant und die Gebäude daher zu groß ausgeführt wurden, war für uns eigentlich von Anfang an klar, dass wir einen professionellen Planer für die Umsetzung unserer Vorstellungen beauftragen.

Wie wurden Sie bei dieser Planung unterstützt?

Nach dem wir uns für den Planer entschieden hatten, veranstaltete er mit uns einen eintägigen Workshop in dem wir unsere konkreten Vorstellungen und Wünsche vorbrachten. Diese wurden größtenteils 1 zu 1 berücksichtigt. Hierbei ist jedoch zu erwähnen, dass nicht nur die Gebäudehülle sondern auch die Anordnung und Größe der Räume und der Fenster besprochen wurde. Daher konnte bereits direkt im Workshop eine maßstäbliche Skizze des Objektes erstellt werden.

Wurde auch ein Energiekonzept erarbeitet?

Aufgrund meiner Erfahrungen im Bereich der thermischen Solaranlagen war auch klar, dass das Objekt mit einer thermischen Solaranlage zumindest zur Warmwasserbereitung ausgestattet werden sollte. Dieser Wunsch wurde von unserem Planer berücksichtigt und noch intensiviert. Denn die Idee, einen Großteil der Heizenergie mittels der thermischen Solaranlage zu produzieren, griff er auf und stellte uns das System der Betonkernaktivierung vor, die wir schlussendlich auch umsetzten. Im Sommer wird zuerst die Warmwasserbereitung bedient und danach wird der im Erdreich vergrabene Betonspeicher aktiviert. Dieser Betonspeicher speist im Winter die Fußboden- und Wandheizung, und dient so als zusätzliche Wärmequelle. Dies ist möglich, da die notwendigen Temperaturniveaus in den Verteilsystemen kaum höher als jene der Raumtemperaturen sind.

Wie schon erwähnt erfolgt die Beheizung der Wohnräume mittels Wand- und Fußbodenheizungen, welche nach dem System des natürlichen Umlaufs funktionieren, es ist somit keine zusätzliche elektrische Energie für die Verteilung der Wärme im gesamten Objekt notwendig, d.h. dieses System funktioniert auch bei Stromausfall. Im offenen Wohnzimmer wurde ein Lehmofen installiert, welcher über die Strahlungswärme den Aufstellungsraum erwärmt, gleichzeitig kann über den integrierten Absorber auch der Puffer nachgeheizt werden.

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Der Puffer mit ca. 1100 l beinhaltet auch einen Warmwasserspeicher mit rund 200 l. Dieser Energiespeicher stellt somit nicht nur die gesamte Heizenergie für das Gebäude bereit, sondern auch das gesamte Warmwasser.

Wurde auch ein Lüftungskonzept erarbeitet?

Da unser geplantes Objekt einen geringen Heizwärmebedarf aufweisen sollte setzen wir auch eine kontrollierte Wohnraumlüftungsanlage um. Diese hat in unserem Fall auch den Vorteil, dass die überschüssige Wärme der südlich angeordneten Räume im gesamten Objekt verteilt wird. Da unser Bad zur Belüftung und Entfeuchtung nur eine Dachkuppel hat welche im Winter kaum zum Einsatz kommen wird, kann über die Lüftungsanlage auch die Raumluftfeuchte im Objekt ausgeglichen werden. Der Lehmofen ist daher in einer raumluftunabhängigen Version ausgeführt und der Dunstabzug in der Küche wird nur im Umluftbetrieb betrieben.

Welche Beschattungsmöglichkeiten sind vorgesehen?

Für die Beschattung wurden bei allen Fenstern außenliegende Raffstore vorgesehen.

Wie zufrieden sind sie mit den Baukosten?

Zu Beginn wurden wir belächelt weil wir einen professionellen Planer für unsere Planung beauftragt hatten. Die Kosten dafür sind doch viel zu hoch und rechnen sich nie, hörten wir aus unserem Bekanntenkreis. Nachträglich kann ich aber sagen, dass sich die Kosten durch die professionelle Planung und Baubegleitung durch die entsprechenden Einsparungen ausgeglichen haben. Außerdem konnten einige architektonische Anforderungen unsererseits nur durch die professionelle Planung umgesetzt werden. Wichtig für uns war auch, dass die Gewerke einen kompetenten Ansprechpartner haben, wenn es Probleme gibt und keine Standardlösung zur Verfügung steht.

Im Objekt wurden qualitativ sehr hochwertige Baumaterialien eingesetzt und daher haben wir auch mit entsprechenden Kosten gerechnet.

3.1.2 Objekt B



Quelle: Arch. Rührnschopf

HWB: 53,4 kWh/m².a

BGF: 140 m²

Heizsystem:
Gastherme mit Fußboden- u.
Wandheizung

Lüftungssystem:
Klimaluken – CO₂ gesteuert

Modernes nach Süden ausgerichtetes Einfamilienhaus in Massivbauweise mit einem N-S ausgerichtetem Satteldach. Das Objekt verfügt über 3 bewohnbare Ebenen und wird mittels eines Gas-Brennwertgerätes beheizt. Die Wärmeverteilung erfolgt durch

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Fußboden- und Wandheizungen. Für einen ausreichenden Luftwechsel sorgt eine CO₂-geführte automatische Fensterlüftung.

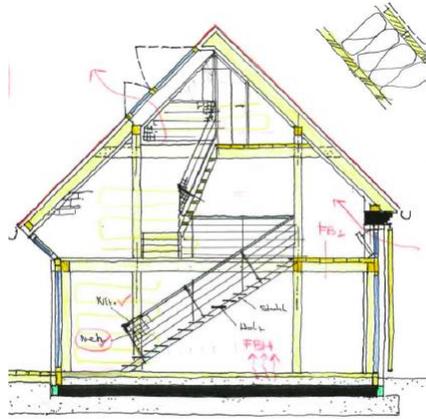


Abbildung 6: Schema Lüftungskonzept mit Klimaluken, Arch. Rührschopf

Das Objekt wird mittels einer vorhandenen Gas-Brennwerttherme mit Wärme versorgt. Die Ausrichtung des Gebäudes mit den großen Glasflächen nach Süden sorgt für einen entsprechenden Energieeintrag in der Übergangs- und Winterzeit. Der Fußboden ist als Wohnbeton ausgeführt, d.h. es ist kein Belag aufgebracht. Daher wirkt der Wohnbeton als aktive Speichermasse und gleicht Wärmeüberschüsse aus und verhindert somit Überhitzung im Gebäude. Raumseitig ist an der Westwand eine zusätzliche Vollziegelwand als Wärmespeicher auf gemauert worden, auch diese Wand gleicht Temperaturunterschiede aus.

Im Sommer wird die Glasfront an der Südseite mittels Sonnensegel beschattet. Im Energiekonzept ist noch ein luftgeführter Zimmerofen vorgesehen. Dieser soll mit seiner Strahlungswärme in der Übergangs- und Winterzeit für einen behaglichen Wohnkomfort sorgen. Außerdem kann durch das Heizen mit Scheitholz auch noch der Gasverbrauch reduziert werden. Leider wurde bis dato der luftgeführte Scheitholzofen aber noch nicht umgesetzt.

Für eine ausreichende Luftqualität sind die motorbetriebenen Dachflächenfenster (=Klimaluken) und Oberlichten im Erdgeschoß verantwortlich.

Sinkt die Luftqualität, wird über gezieltes Öffnen der Dachflächenfenster den sogenannten Klimaluken und der Oberlichten im Erdgeschoß gelüftet. Durch im Gebäude integrierte CO₂-Sensoren wird die Luftqualität kontinuierlich gemessen und die Steuerung öffnet im Automatik-Modus entsprechend die Fenster. Diese CO₂-Regelung kann aber auch jederzeit vom Nutzer manuell übersteuert und ausgeschaltet werden.

Nutzerinterview:

Warum haben sie einen professionellen Planer für die Planung des Objektes gewählt?

Weil die Nutzung unseres bestehenden Hauses nicht unseren Anforderungen entsprach und die Adaptierungsarbeiten zu kostenintensiv gewesen wären, haben wir uns entschlossen, den alten Schuppen umzubauen.



Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Mit den Ideen für die Ausrichtung auf den Garten und den überhängenden Fenstern haben wir einen Planer gesucht, der diese Ideen aufgreift und entsprechend unseren Vorstellungen umsetzt.

Wie wurden Sie bei dieser Planung unterstützt?

Am Beginn unserer Zusammenarbeit hatten wir einen intensiven Workshop-Tag in welchen wir unsere Ideen einbrachten und durch die Mithilfe unseres Architekten konnten wir am Abend ein finales Konzept abschließen.

Wurde auch ein Energiekonzept erarbeitet?

Das Energiekonzept basiert auf der Öffnung des Objektes nach Süden und einer erhöhten Speichermasse im Fußboden im Erdgeschoß. Diese Speichermasse sorgt einerseits mittels Fußbodenheizung für die Beheizung des Objektes, andererseits auch für den Wärmeausgleich durch die hohe Speichermasse, wenn durch die Sonne ungehindert Wärme eingetragen wird.

Wurde auch ein Lüftungskonzept erarbeitet?

Durch die überhängenden Fenster zwischen den EG und dem ersten OG konnten wir auch eine Fensterlüftung durchführen, wenn durch die äußeren Verhältnisse eine normale Fensterlüftung nicht durchführbar wäre. Auch eine Querlüftung durch Öffnen der Fenster an der Nord- und Südseite ist bei jedem Wetter möglich. In Kombination mit den elektrisch betriebenen Dachflächenfenstern konnte auch eine automatisierte Lüftungsteuerung integriert werden. Diese regelt in Abhängigkeit der CO₂-Konzentration in ausgewählten Räumen die Öffnung der Fenster. Durch dieses Konzept konnten wir auf eine kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung verzichten, auch deshalb, weil wir Bedenken hatten, dass die Anlage zu sehr verschmutzen würde und unsere hygienischen Anforderungen nicht erfüllt werden könnten.

Welche Beschattungsmöglichkeiten sind vorgesehen?

Für die Beschattung im Sommer ist auf der Südseite ein großes Sonnensegel installiert worden. Die Dachflächenfenster werden mit außen liegenden Rollos beschattet.

Wie zufrieden sind sie mit den Baukosten?

Die Baukosten hielten sie durch die ständige Überwachung durch unseren Architekten im Rahmen unserer Möglichkeiten.

Wie beschreiben sie das Wohnklima?

Das Wohnklima ist mit unserer Wohnung in Wien nicht vergleichbar. Es ist im Winter angenehm warm, im Sommer entsprechend kühl. Sicherlich sind die sehr offene Bauweise und der geschliffene Betonfußboden im Erdgeschoß gewöhnungsbedürftig, diese waren aber von uns gewünscht und zeichnen unser Objekt aus.

Wie würden sie die Luftqualität beschreiben?

Die Luftqualität liegt durch die automatische Lüftung immer in einem sehr hohen Bereich. Da es durch die CO₂-Steuerung oft vorkommt, dass gerade in den frühen Morgenstunden gelüftet wird und die Motoren nicht die leisesten sind und wir jedes Mal beim Lüften aufgewacht sind, haben wir auf eine manuelle Steuerung umgestellt.

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

3.1.3 Objekt C



Quelle: Fam. Graf

HWB: 22,4 kWh/m².a

BGF: 349 m²

Heizsystem:
Infrarotpaneele und gesetzter
Heizeinsatz mit Speichermasse

Lüftungssystem:
Kontrollierte Wohnraumlüftung
mit WRG

Zweigeschossiges Zweifamilienhaus inkl. kleinem Büro in Massivbauweise nach SSO ausgerichtet. Das Gebäude wurde an einem leichten Hang angebaut. Die hohen Speichermassen und Dachüberstände im EG und OG gewährleisten auch im Sommer angenehme Temperaturen im Wohnraum. Die Fenster im Westen wurden nur so groß konzipiert, um eine ausreichende Belichtung in der Küche zu gewährleisten. Die Abendsonne liefert somit auch keinen unnötigen Wärmeeintrag. Die Beheizung erfolgt mittels zweier Heizeinsätze, welche zentral in jeder Wohneinheit situiert sind. Die zusätzliche Wärme wird durch fix installierte Infrarotpaneele produziert. Für den notwendigen Luftaustausch wurde in jeder Wohneinheit eine separate kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung installiert. Die beiden Wohneinheiten haben separate Eingänge und sind nicht miteinander verbunden.



Abbildung 7: Durchlauferhitzer www.vaillant.at u. Infrarotpaneele www.hk-tec.at

Mit den in der Küche und dem Bad angebrachten Durchlauferhitzern wird das gesamte Warmwasser produziert. Da es keine Speicherverluste gibt und diese Durchlauferhitzer nur sehr kurz in Betrieb sind, treten eigentlich keine Bereitschaftsverluste auf. Die Infrarot-Paneele sind so angebracht, dass man sich immer innerhalb des Strahlungsfelds befindet. Daher wird der gesetzte Heizeinsatz nur sehr sporadisch benötigt. Durch die kontrollierte Wohnraumlüftung erfolgt ständig ein Luftaustausch und die Luftqualität bleibt trotz Rauchens in der Wohnung auf sehr hohem Niveau.

Nutzerinterview:

Warum haben sie einen professionellen Planer für die Planung des Objektes gewählt?



Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Ich hatte eigentlich nur einen Architekten der meine Überlegungen in einen Plan übergeleitet und später auch begleitet hat. Ich wollte meine Überlegungen vollständig umsetzen, lediglich bei der Raumaufteilung, den notwendigen Raumgrößen und bei der optischen Ausführung hat mich mein Architekt unterstützt.

Wie wurden Sie bei dieser Planung unterstützt?

Ich hatte bereits ein Haus welches nach den Gesichtspunkten der minimalen Haustechnik ausgeführt war. Daher war die Planung für dieses Objekt eigentlich die Umsetzung der Ideen und Verbesserungen nach dem vorangegangenen Bau. Der Architekt hat mich hauptsächlich beim Design unterstützt. Die haustechnische Planung habe ich selbst übernommen.

Wurde auch ein Energiekonzept erarbeitet?

Das Konzept ist relativ einfach, der große, verkleidete mit Speichermasse ausgestatte Heizeinsatz beheizt eigentlich die gesamte Wohnebene, sollte ich einmal nicht einheizen wollen bzw. können, übernehmen die fixen Infrarotpaneele die Beheizung. Eine wassergeführte Wärmeverteilung gibt es nicht, weil es ja auch keine Fußboden- oder Wandheizung gibt. Die Verbräuche für die Beheizung sind sehr gering, ca. 1-2 rm Scheitholz und ca. 5.500 kWh Strom für die Infrarot-Paneele.

Das Konzept basiert auf die Reduktion von Verteilverlusten, daher keine Verteilleitungen und nur direkte Wärmequellen. Aus diesem Grund wurde auch auf eine thermische Solaranlage verzichtet. Die Warmwasserbereitung erfolgt daher mit kleinen Durchlauferhitzern sowohl im Bad als auch in der Küche.

Die Installation einer Photovoltaik-Anlage ist für das Frühjahr 2015 geplant, da dann auch mein Elektroauto, ein Tesla, geliefert wird und der produzierte Strom für den Eigenbedarf und für den Betrieb des E-Autos verwendet werden soll.

Wurde auch ein Lüftungskonzept erarbeitet?

Für die ausreichende Luftqualität sorgt eine kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung, das machte auch die raumluftunabhängige Ausführung des Heizeinsatzes notwendig.

Welche Beschattungsmöglichkeiten sind vorgesehen?

Im Süden beschattet die auskragende Decke die Glasfront im Erdgeschoß, im Obergeschoß sind elektrische Raffstore installiert. Die Ost- u. Westfenster sind ebenfalls mit elektrischen Raffstores ausgestattet.

Wie zufrieden sind sie mit den Baukosten?

Da sämtliche Tätigkeiten vergeben wurden sind auch die Kosten entsprechend. Die verwendeten Materialien sind auch qualitativ sehr hochwertig. Die Planungskosten konnten auf Grund meiner Eigenleistung bei den haustechnischen Planungsleistungen und der Ausschreibung der Gewerke gering gehalten werden.

Wie beschreiben sie das Wohnklima?

Das Wohnklima ist sehr angenehm. Die Innenraumtemperaturen sind das ganze Jahr passend. Im Sommer angenehm kühl und im Winter angenehm warm.

Wie würden sie die Luftqualität beschreiben?

Die Luftqualität ist trotz Rauchens in der Wohnung sehr gut.

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

3.1.4 Objekt D



Quelle: eigene Aufnahme

HWB: 19,3 kWh/m².a

BGF: 201 m²

Heizsystem:
Betonkernaktivierung mit 15m²
therm. Solaranlage u.
Lehmofen-Ganzhausheizung

Lüftungssystem:
Manuelle Fensterlüftung
Sonstiges: 4,22 kWp PV-Anlage

Das Objekt schmiegt sich an den Hang entsprechend an und weist dadurch 4 Halbstöcke auf. Auf dem Dach, welches wie das Gebäude selbst in massiver Bauweise errichtet wurde, wurde eine Photovoltaik-Anlage mit mehr als 4 kWp errichtet. Die Photovoltaik-Anlage ist durch die umlaufende Attika nicht sichtbar. Die Fenster wurden mit einer 3-fach Verglasung ausgeführt und die massiven Außenwände mit einem Vollwärmeschutz versehen. Die Beheizung erfolgt mittels betonkernaktivierter Fundamentplatte und den Zwischendecken. Der Wärmeeintrag erfolgt mit einer 15 m² großen thermischen Solaranlage, welche direkt in die massiven Decken einspeist bzw. über die Fundamentplatte, die gleichzeitig auch als Wärmespeicher fungiert. Für die Wärmespitzen bzw. bei längerer Schlechtwetterlage kann mit dem als wasserführender Stampflehmofen ausgeführten Ofen im Wohnzimmer zusätzlich Wärme in das Heizsystem geliefert werden. Überschüsse werden in einem Pufferspeicher, welcher auch für die Warmwasserproduktion verantwortlich ist, eingelagert und bei Bedarf wieder entnommen.

Die Regelung für die Temperierung des Objektes erfolgt über die Außen- und Innentemperatur bzw. über die Strahlungsintensität der Sonne.

Gegen die Überhitzung des Objektes sind bei den Fenstern Rollos zur Beschattung vorgesehen. Außerdem wird die Temperatur des Betonkerns im Sommer bewusst nahe der Raumtemperatur gehalten um Überhitzungseffekte zu verhindern.

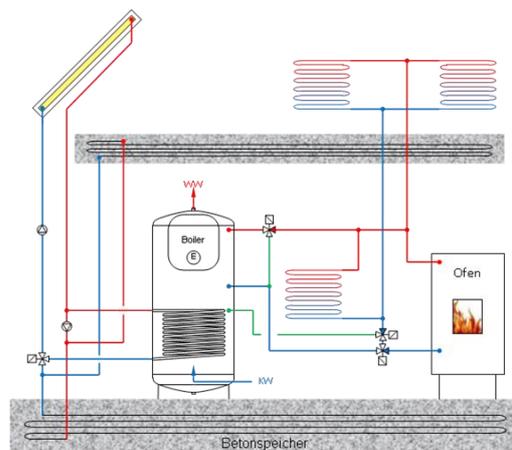


Abbildung 8: Schema Betonkernaktivierung u. Zimmerofen; www.energie-werkstatt.at



Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Wie bereits beim Objekt A beschrieben wird die Betonkernaktivierung hier ebenfalls über die zentrale Regelung gesteuert. Die Wärme wird entsprechend der Anforderungen im Objekt verteilt und in den massiven Bauteilen eingespeist, auch bei diesem Projekt erfolgt die Verteilung der Wärme mittels Schwerkraft durch Wand- und Fußbodenheizungen.

Die thermischen Sonnenkollektoren wurden nicht in der Fassade installiert, sondern neben dem Gebäude mit 55° aufgeständert. Dies war notwendig, da die Baubehörde die Installation in der Fassade aus optischen Gründen nicht genehmigt hatte. Nachteilig ist die Aufständigung neben dem Gebäude jedoch nur im Winter, da die Module fallweise vom Schnee befreit werden müssen. Im Sommer hingegen sind keine nachteiligen Auswirkungen festgestellt worden.

Für einen ausreichenden Luftwechsel sorgen die Nutzer durch bewusstes Lüften selbst. Eine kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung wurde nicht installiert, da die Nutzer aus persönlichen und hygienischen Gründen eine solche Anlage von Beginn an abgelehnt haben.

Nutzerinterview:

Warum haben sie einen professionellen Planer für die Planung des Objektes gewählt?

Da dies unsere erste Bauaktivität war und wir keine Erfahrungen in Sachen Bauen hatten, war für uns klar, dass wir unsere Planung in die Hände von Experten legten.

Wie wurden Sie bei dieser Planung unterstützt?

Da unser Grundstück durch die Hanglage und die Zufahrt nicht sehr einfach zu bebauen war, wollten wir, dass ein professioneller Architekt diese Aufgabe für uns übernimmt. Der Architekt hat uns dann auch bei den Möglichkeiten der Beheizung und der Warmwasserbereitung mit nützlichen Informationen unterstützt und so sind wir zu unserer betonkernaktivierten Beheizung gekommen.

Wurde auch ein Energiekonzept erarbeitet?

Das Energiekonzept wurde mit dem Architekten und dem Haustechniker erarbeitet und beide haben unsere Anforderungen berücksichtigt. Bei der Form der Beheizung war für uns klar, dass wir einen Holzofen im Wohnraum haben wollten. Dass dieser auch für die Beheizung des gesamten Objektes nützlich sein konnte, war uns erst bei der Konzeption mit dem Haustechniker bewusst gemacht worden und hat uns natürlich in unserem Ansatz noch bestärkt.

Durch die Hanglage und der südlichen Ausrichtung war in unseren Köpfen auch immer schon eine thermische Solaranlage vorgesehen, dass diese in Kombination mit der Betonkernaktivierung aber zu 80 % die Wärmebereitstellung übernehmen könnte, wurde uns erst durch den Haustechniker vor Augen geführt.

Wurde auch ein Lüftungskonzept erarbeitet?

Eigentlich wurde kein spezielles Lüftungskonzept erarbeitet. Durch die schlechten Erfahrungen von Bekannten und Verwandten und auch durch eigene Erfahrungen keine kontrollierte Wohnraumlüftung vorgesehen war. Wir konnten auch kein vergleichbares Objekt finden, welches in unserer exponierten Lage mit einer kontrollierten Wohnraumlüftung ausgestattet war.

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Welche Beschattungsmöglichkeiten sind vorgesehen?

Als Beschattung sind elektrisch betriebene Rollos eingebaut worden, welche manuell geschaltet werden. Obwohl die Süd- und die Westseite mit großen Fensterflächen konzipiert wurden, funktioniert die Beschattung hervorragend, und die Temperaturen sind im Sommer angenehm kühl und im Winter angenehm warm.

Wie zufrieden sind sie mit den Baukosten?

Zu Beginn war uns klar, dass die exponierte Lage und die daraus resultierenden Herausforderungen sicherlich ihren Preis haben werden. Jedoch im Nachhinein betrachtet sind die Baukosten in unserem Rahmen geblieben.

Wie beschreiben sie das Wohnklima?

Das Wohnklima ist durch die offene Bauweise und die herrliche Aussicht sowie den angenehmen Temperaturen einzigartig wohnlich.

Wie würden sie die Luftqualität beschreiben?

Durch unser bewusstes Lüften ist die Luftqualität auch entsprechend gut. Außerdem ist es durch die Anordnung der Fenster und der Halbstöcke auch möglich, eine Nachtlüftung im Sommer für das gesamte Haus zu erreichen.

3.1.5 Objekt E



Quelle: www.atos.at

HWB: 14,9 kWh/m².a

BGF: 181 m²

Heizsystem:
Kompaktlüftungsanlage und
Scheitholz-Zimmerofen
8m² therm. Solaranlage für
Brauchwasserbereitung

Lüftungssystem:
Kompaktlüftungsanlage
Sonstiges: 4,95 kWp PV

Das Gebäude ist in Passivhausqualität in Leichtbauweise aus Holz ausgeführt und ist klima:aktiv zertifiziert. Die vorgefertigten Holzelemente wurden vor Ort auf dem schalreinen Betonkeller zusammengefügt. Die Beheizung und Belüftung übernimmt ein Kompaktlüftungsgerät. Im Bad im OG und der Dusche im EG wurden zusätzliche Infrarotpaneele für die Erhöhung des Nutzerkomforts installiert. Als zusätzliche Speichermasse wurde im Innenraum eine geschwungene Sichtlehmziegelwand errichtet. Die Nutzung von Lehmputzen und Zementestrichen trugen wesentlich zur Erhöhung der Speichermassen und somit auch der Trägheit des Objektes bei.

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

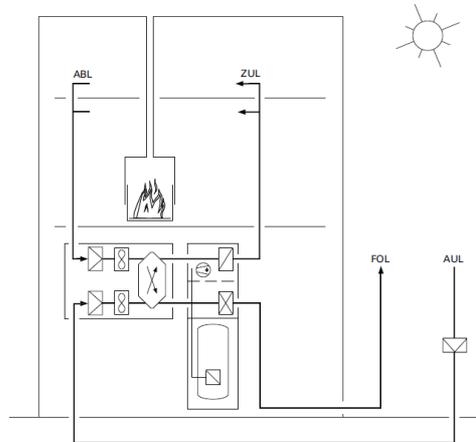


Abbildung 9: Schema Kompaktlüftungsgerät mit SH-Zimmerofen; www.drexl-weiss.at

Durch das Kompaktlüftungsgerät wird gleichzeitig gelüftet und das Gebäude beheizt. Bis zu einer einstellbaren oder manuell gewählten Außentemperatur wird durch die stetige Erhöhung der Lufttemperatur und durch Steigerung der Luftmenge das Gebäude auf Temperatur gehalten. Sollte die gewählte Außentemperatur unterschritten werden, wird der Scheitholz-Zimmerofen als zusätzliche Wärmequelle genutzt, daher kann die Lufttemperatur wieder abgesenkt werden und die Luftmenge zurückgefahren werden. Durch die Strahlungswärme des Zimmerofens wird ein behagliches Wohnklima geschaffen, wobei die eingebrachte Wärme zusätzlich über das Kompaktlüftungsgerät wieder im Haus verteilt wird. Der Vorteil dieser Kombination der beiden Geräte liegt im Komfort in der Übergangszeit, da hierbei kein zusätzliches Heizen notwendig ist, im Winter aber durch das Feuer im Ofen und dadurch die Strahlungswärme ein behagliches Wohnklima geschaffen wird. Nachteilig ist jedoch, dass sich hier der Nutzer aktiv einbringen muss, um den Ofen zu betreiben.

Für dieses Objekt konnte kein Nutzerinterview durchgeführt werden.

3.1.6 Objekt F



Quelle: Energiesparverband OÖ/Kagerer

HWB: 43,7 kWh/m².a

BGF: 332 m²

Heizsystem:
56m² therm. Solaranlage u.
Scheitholz-Holzvergaserkessel

Lüftungssystem:
Fensterlüftung

Das Haus wurde in Ziegelbauweise mit 50 cm Planziegeln gebaut. Als Innenputze wurden sowohl Kalkzementputze als auch Tonputze verwendet. Der Innenputz erfüllt zum einen die Funktion als zusätzlicher Wärmespeicher und zum anderen ist er für die Regulierung der Raumluftfeuchte verantwortlich.

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Die Beheizung erfolgt über eine tw. fassadenintegrierte 56 m² große, nach Süden ausgerichtete thermische Solaranlage, welche mit einem Scheitholz-Zentralheizungskessel und einem wassergeführten Küchenofen im Bedarfsfall unterstützt wird. Die gewonnene Wärme wird in einem 10 m³ großen, im Gebäude integrierten Puffer gespeichert und über die installierte Fußbodenheizung verteilt. Die Warmwasser-Bereitung erfolgt mittels hygienischer Frischwasserbereitung mit einem Plattenwärmetauscher.

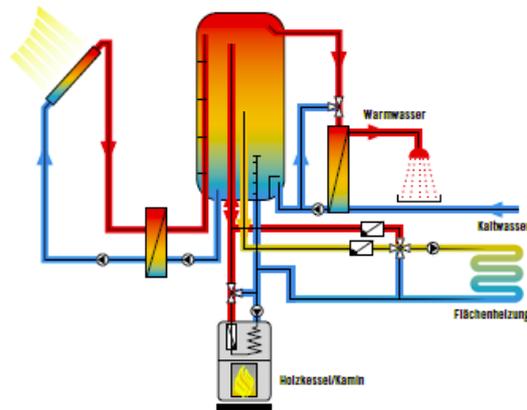


Abbildung 10: Schema therm. Solaranlage mit Zentralheizungskessel; www.sonnenhaus.co.at

Das Energiekonzept basiert auf Nutzung der Sonnenenergie mittels thermischer Sonnenkollektoren und Speicherung in einem großen Pufferspeicher, welcher für eine Langzeitspeicherung entsprechend gedämmt ist. Sollte die Energiemenge bzw. das Temperaturniveau für die Beheizung bzw. die Bereitung von Warmwasser zu gering sein, kann mit einem Scheitholz-Zentralheizungskessel nachgeheizt werden. Die Warmwasserbereitung erfolgt nach dem Prinzip der hygienischen Frischwasserbereitung mittels Plattenwärmetauscher. Die Wärmeverteilung im Haus erfolgt durch eine Fußbodenheizung. Eine kontrollierte Wohnraumlüftungsanlage gibt es nicht, die Nutzer erreichen durch bewusstes Lüften eine entsprechende Luftqualität. Zur Vermeidung der sommerlichen Überwärmung der Wohnräume werden die installierten Rollos zur Beschattung der Süd u. Westfenster aktiviert.

Nutzerinterview:

Warum haben sie einen professionellen Planer für die Planung des Objektes gewählt?

Für die Umsetzung war uns wichtig, einen professionellen Baumeister zu haben, dieser war auch von Anfang an mit unserer Vorstellung der großen thermischen Solaranlage involviert.

Wie wurden Sie bei dieser Planung unterstützt?

Eigentlich ist die Planung von unserer Seite gekommen, da wir den Planer in der Planungsphase wechselten. Unser ausführender Baumeister hat die Vorgaben allesamt berücksichtigt und zu unserer vollsten Zufriedenheit umgesetzt.



Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Wurde auch ein Energiekonzept erarbeitet?

Durch unsere Vorgabe, das Gebäude mit möglichst hohen Erträgen aus der thermischen Solaranlage zu beheizen, war es notwendig, sich mit dem Energiekonzept zu beschäftigen. Wir haben dazu die Dachfläche in der Neigung angepasst und zusätzlich an der Fassade eine Aufständerung für die Module an der Fassade installiert. Für die Abdeckung der Spitzen und etwaiger Schlechtwetterperioden haben wir uns für einen Scheitholzkessel entschieden, da wir selber guten Zugang zu Brennholz haben. Für die Integration des Pufferspeichers im Gebäude zeigte sich unser Baumeister verantwortlich. Für die Installation der thermischen Solaranlage und des Scheitholzkessels hatten wir uns einen für diese Arbeiten spezialisierten Installateur ausgesucht.

Wurde auch ein Lüftungskonzept erarbeitet?

Unser Lüftungskonzept besteht in der bewussten Nutzung der Fensterlüftung.

Welche Beschattungsmöglichkeiten sind vorgesehen?

Im Süden und Westen sind Raffstore für die Beschattung vorgesehen. Diese halten im Sommer das Gebäude kühl und im Winter kann die Sonne auch aktiv zur Beheizung genutzt werden.

Wie zufrieden sind sie mit den Baukosten?

Die Kosten sind soweit in unserem vorgegebenen Rahmen geblieben.

Wie beschreiben sie das Wohnklima?

Durch die Verwendung von Tonputzen erreicht man ein angenehmes Wohnklima, da Tonputze vergleichbare Eigenschaften wie Lehmputze haben; feuchtigkeitsabsorbierend, feuchtigkeitsausgleichend. Im Winter erreichen wir ohne Probleme angenehme 22 °C und im Sommer nie mehr als 25 °C.

Wie würden sie die Luftqualität beschreiben?

Durch unser bewusstes Lüften erreichen wir ohne technische Einbauten auch eine angenehme Luftqualität.

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

3.1.7 Objekt G



Quelle: www.atos.at

HWB: 18,1 kWh/m².a

BGF: 189 m²

Heizsystem:
Kompaktlüftungsgerät mit
elektrischer Nachheizung

Lüftungssystem:
Kompaktlüftungsgerät

In diesem Projekt spielt Aluminium eine große Rolle. Die Fassade und das Dach wurden mit Aluminiumwellblechen verkleidet. Im Innenraum spielt der Baustoff Holz eine große Rolle. Die erdanliegende Wand im EG wurde Massiv ausgeführt, ansonsten ist das Objekt in Holzmassivbauweise ausgeführt. Zusätzlich zu den massiven Bauteilen wurden fassadenseitig Stegträger angebracht welche mit Zellulose ausgeblasen wurden um eine entsprechend gute Dämmeigenschaft des Objektes zu erreichen. Die Beheizung des Objektes erfolgt ausschließlich über das Kompaktlüftungsgerät

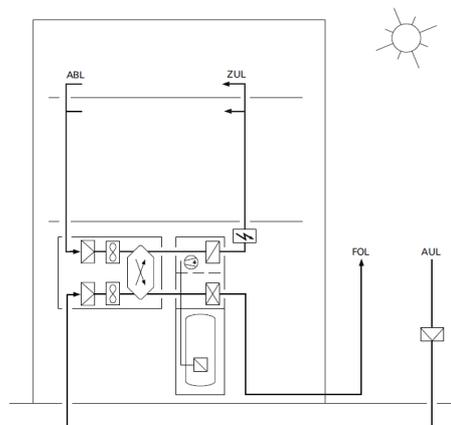


Abbildung 11: Schema Kompaktlüftungsgerät mit elektrischer Nachheizung, www.drexl-weiss.at

Für die notwendige Wärmeversorgung sorgt das Kompaktlüftungsgerät mit vorgelagertem Erdwärmetauscher für die Vorwärmung der Frischluft. Die Zuluft kann an sehr kalten Tagen elektrisch nachgeheizt werden, um ein rapides Absinken der Zuluft-Temperatur zu verhindern. Die Restenergie wird durch gezielten Einsatz von 10 m² elektrischen Heizmatten dem Gebäude zugeführt. Das Kompaktlüftungsgerät mit Wärmerückgewinnung bereitet auch das Warmwasser auf. Gegen die sommerliche Überwärmung ist die Beschattung mittels Dachüberstand vorgesehen. Der Wohnkomfort und die Luftqualität bleiben durch das integral geplante Haustechnikkonzept das ganze Jahr über auf hohem Niveau.

Eine Nutzerbefragung konnte bei diesem Objekt nicht durchgeführt werden.

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

3.1.8 Objekt H



Quelle: www.energie-werkstatt.at

HWB: 38,1 kWh/m².a

BGF: 155 m²

Heizsystem:
Betonkernaktivierung mit 32m² therm.
Solaranlage u. Lehmofen-
Ganzhausheizung

Lüftungssystem:
Fensterlüftung

Das Objekt wurde in Holzriegelleichtbauweise ausgeführt und mit einer 32m² großen thermischen Solaranlage mit Betonkernaktivierung ausgestattet. Ein raumluftunabhängiger, wassergeführter Lehmstamptofen mit einer schwerkraftbetriebenen Wandheizung sorgt für die Restwärmezuführung. Die thermische Solaranlage mit 32 m² wurde in einem Modul gefertigt und dient gleichzeitig als Dachhaut auf der Südseite des Daches. Durch die geringe Anzahl an Verbindungen innerhalb der thermischen Solaranlage soll auch die Störanfälligkeit gering gehalten werden. Die Außenwände sind in Holzriegelleichtbauweise ausgeführt, mit Zellulose zwischen den Ständern und mit einer Holzfaserdämmplatte an der Außenfassade gedämmt. Als Innenputz wurde Lehmputz verwendet. Der Lehmputz dient hierbei wiederum als Speichermasse und reguliert die Raumlufteuchte. Für die Beschattung sind Jalousien vorgesehen die bei Bedarf manuell aktiviert werden.

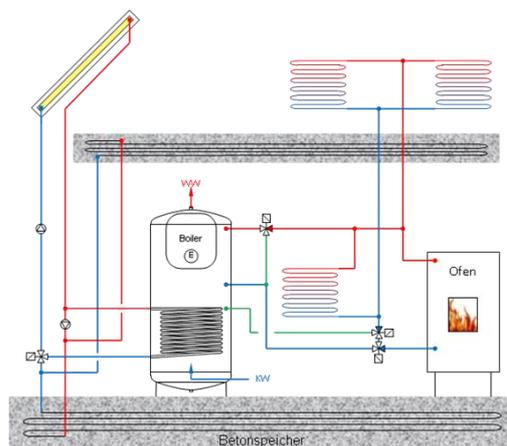


Abbildung 12: Schema Betonkernaktivierung u. Scheitholzofen, www.energie-werkstatt.at

Die Betonkernaktivierung ist analog zu dem beiden Objekten A und D ausgeführt. Auch die Regelung basiert auf dem Konzept der beiden genannten Objekte. Ein wesentlicher Unterschied ist jedoch, dass die thermische Solaranlage in einem Teil gefertigt, angeliefert und verlegt wurde. Vorteilhaft dabei ist, dass die Verbindungen zwischen den vier einzelnen Modulen auf ein Minimum reduziert werden konnte und dadurch auch die Druckwiderstände minimal ausfallen. Dadurch wird auch die Pumpenleistung gering gehalten.



Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Nutzerinterview:

Warum haben sie einen professionellen Planer für die Planung des Objektes gewählt?

Ein Architekt half uns bei der optischen Gestaltung des Hauses, den Großteil der Planung haben wir aber selbst erledigt.

Wie wurden Sie bei dieser Planung unterstützt?

Da wir die Raumplanung selbst gemacht hatten übernahm unser Architekt nur mehr die optische Gestaltung des Objektes.

Wurde auch ein Energiekonzept erarbeitet?

Für uns war klar, dass unser Gebäude mit der Sonne geheizt werden sollte, obwohl der Standort nicht der optimalste war. Im Winter haben wir so gut wie keine direkte Sonnenstrahlung auf die thermische Solaranlage. Daher haben wir auch nach einem entsprechenden Speicher gesucht und mit dem System der Betonkernaktivierung gefunden. Die Fundamentplatte und die Zwischendecke sind als massive Decken ausgeführt und dienen so zum Heizen als auch zum Speichern der Wärme. Die Warmwasserbereitung übernimmt ein 1.000l Pufferspeicher mit integriertem 200l Warmwasserspeicher. Der Lehmofen kann auch den Puffer befüllen, um die Brauchwasserbereitung zu übernehmen, wenn die Wetterlage keine Einträge der thermischen Solaranlage zulässt.

Wurde auch ein Lüftungskonzept erarbeitet?

Es gibt ein Lüftungskonzept, das eine manuelle Fensterbetätigung vorsieht, die durch die Nutzer passiert. Das ist lediglich eine persönliche Einstellung, ob ich bewusst lüfte, oder ob man jemanden (= eine kontrollierte Wohnraumlüftung) benötigt.

Welche Beschattungsmöglichkeiten sind vorgesehen?

Für die betreffenden Fenster sind Jalousien vorgesehen, ansonsten beschattet auch unser Nussbaum im Osten des Gartens bzw. die Berge im Süden.

Wie zufrieden sind sie mit den Baukosten?

Die Baukosten sind in der geplanten Höhe geblieben. Ebenso die Kosten für die Planung und Haustechnikkomponenten.

Wie beschreiben sie das Wohnklima?

Durch die Verwendung von Lehmputzen erreichen wir nie weniger als 47 % Luftfeuchte und die Temperaturen sind entweder angenehm kühl oder angenehm warm. Starke Wetterschwankungen werden im Gebäude nicht registriert.

Wie würden sie die Luftqualität beschreiben?

Die Luftqualität ist durch das bewusste Lüften immer okay.

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

3.1.9 Objekt I



Quelle: Fam. Vogel

HWB: 16,6 kWh/m².a

BGF: 141 m²

Heizsystem:
10m² therm. Solaranlage mit
wassergeführten
Küchenherd

Lüftungssystem:
Lüfterlos mit Thermokamin
Sonstiges: 6,8 kWp - PV

Das Objekt ist in Leichtbauweise mit einer Holzständerkonstruktion ausgeführt und mit Zellulose gedämmt und als Innenputz wurde ein Lehmputz verwendet. Auf der Außenfassade wurde eine Holzfaserdämmplatte als Putzträger verwendet. Der Lehmputz dient zur Regulierung der Raumluftfeuchte und als zusätzliche Speichermasse. Als sehr großer Wärmespeicher fungiert der versiegelte Estrich. Die durch die Fenster eingetragene Sonnenenergie wird direkt im Estrich aufgenommen und gegebenenfalls wieder dem Raum zur Temperierung zugeführt. Die 10 m² große thermische Solaranlage wurde in die Fassade integriert und stellt so einen Großteil, ca. 70 %, der Wärmeenergie für die Beheizung bereit. Die restliche Wärmeenergie für die Beheizung bei Schlechtwetterperioden und die Bereitung des Warmwassers stellt der wassergeführte Küchenofen bereit. Ein Pufferspeicher mit 1.000l dient als Wärmespeicher für die thermische Solaranlage als auch für den wassergeführten Küchenofen. Die Wärme wird mittels Fußboden- und Wandheizung im Gebäude verteilt.

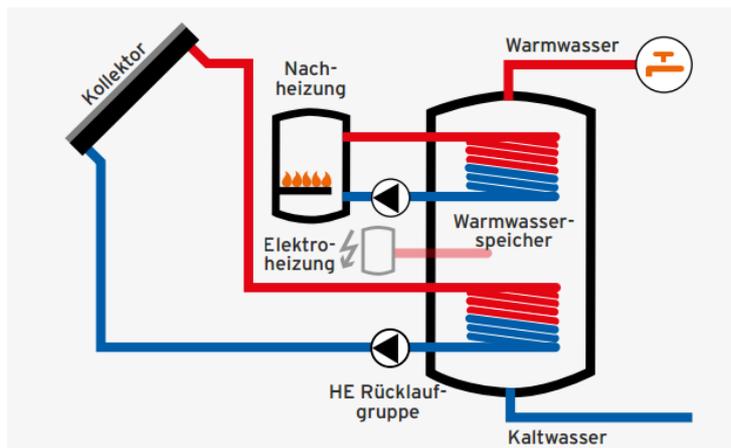


Abbildung 13: Schema teilsolare Raumheizung u. Küchenofen zur Nachheizung⁶

Der Luftaustausch erfolgt über ein lüfterloses mit einem Thermokamin ausgeführtes Lüftungssystem. Dabei erzeugt die Bestrahlung der Sonne im Thermokamin gegenüber des Wohnraumes einen Unterdruck, der eine thermische Strömung nach oben bewirkt und so die Abluft über die Lüftungskanäle aus den Wohnräumen ansaugt. Die dabei

⁶ Quelle: www.sonnenkraft.at

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

notwendige Zuluft wird über ein thermisches Luftregister (= Kastenfenster) vorgewärmt. Die Luft strömt an der Außenseite des Kastenfensters im unteren Bereich ins Kastenfenster ein und wird auf der innen Seite im oberen Bereich in den Raum eingebracht, durch die Sonneneinstrahlung erwärmt sich die Zuluft im Kastenfenster und wird bereits vorgewärmt dem großen Wohn-, Esszimmer bzw. Küche zugeführt.

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Nutzerinterview:

Warum haben sie einen professionellen Planer für die Planung des Objektes gewählt?

Wir nutzen hauptsächlich das architektonische Know-how und den regionalen Bezug des Architekten.

Wie wurden Sie bei dieser Planung unterstützt?

Der Architekt unterstützte uns hauptsächlich bei der Ausrichtung des Gebäudes und der Auswahl der Böden für die im Süden liegenden Zimmer. In diesen Zimmern wurde auf einen Bodenbelag verzichtet, damit der geschliffene und gestrichene Estrich eine Speicherfunktion, und somit auch eine ausgleichende Wärmefunktion übernehmen konnte.

Wurde auch ein Energiekonzept erarbeitet?

Im Energiekonzept spiegelt sich auch unser Ansatz der Selbstversorgung wieder. Die thermische Solaranlage und der mit Scheitholz befeuerte Küchenofen sind das Herzstück unserer Wärmeversorgung. Mittels der Fußbodenheizung können wir auch die nördlich angeordneten Räume mit Wärme versorgen. Bei den Fenstern wurde auf einen geringen U-Wert geachtet, jedoch sollte durch einen hohen g-Wert der Eintrag durch Sonnenenergie ins Gebäude optimiert werden. Natürlich nur wenn nicht beschattet wird, also in der Übergangszeit und im Winter.

Wurde auch ein Lüftungskonzept erarbeitet?

Bei der Lüftung wollten wir etwas Automatisches haben, jedoch ohne bewegte Teile, also auch ohne elektrischen Motor. Die Idee für die Methodik hatte ich von einem andern Objekt übernommen, jedoch den Antrieb (=Thermokamin) für uns neu überdacht. Auch die Zuführung der Luft über das Kastenfenster wurde neu überdacht und leicht adaptiert. Daher gibt es auch bei uns auch die Möglichkeit der Nachheizung mittels Radiator an der Decke, außerdem sind die Rohrquerschnitte größer als bei konventionellen Lüftungssystemen, damit die Druckabfälle gering ausfallen.

Welche Beschattungsmöglichkeiten sind vorgesehen?

Bis auf die Nordseite sind alle Seiten mit busfähigen Jalousien ausgestattet.

Wie zufrieden sind sie mit den Baukosten?

Auf Grund unserer Qualitätsanforderungen sind die Baukosten geringfügig höher als bei vergleichbaren Objekten. Bei der Haustechnik war eine höhere Detailplanung notwendig, besonders bei der Führung der Lüftungsleitungen und der Frostfreihaltung der Sammelbox des Thermokamins. Die Gebäudekosten waren im Plan.

Wie beschreiben sie das Wohnklima?

Das Wohnklima ist so wie wir uns das vorgestellt haben, vielleicht sogar noch ein wenig besser. Nur in der Übergangszeit sind meist 2 bis 3 Tage problematisch, dies ist

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

dann der Fall, wenn die Sonne scheint und eigentlich beschattet werden sollte, dann ist es entweder hell und zu warm oder zu finster und kühl.

Wie würden sie die Luftqualität beschreiben?

Die Lüftungsanlage funktioniert so, wie wir uns das gedacht und erhofft haben. Die Luftqualität ist das ganze Jahr hindurch in Ordnung.

3.1.10 Objekt K



Quelle: eigene Aufnahme

HWB: 11 kWh/m².a

BGF: 179 m²

Heizsystem:
15m² therm. Solaranlage mit
wassergeführtem Zimmerofen

Lüftungssystem:
Kontrollierte Wohnraumlüftung mit
WRG

Sonstiges: 4,25 kWp - PV

Dieses Objekt ist in Leichtbauweise mit Holzständerkonstruktion ausgeführt. Die Außenwand ist in zweischaliger Bauweise ausgeführt, wobei die innere Riegelebene Trag- und Dämmebene und die äußere nur Dämmebene ist. Der verwendete Lehmputz dient wie schon bei anderen Objekten erwähnt als Wärmespeicher und reguliert gleichzeitig die Raumluftfeuchte.

Die Decken sind als Holzmassivdecken ausgeführt. Das Gebäude ist nach Süden orientiert. In der südlich orientierten Fassade ist auch die thermische Solaranlage integriert und liefert einen Großteil (ca. 60 % der Wärmeenergie). Die restliche Wärme wird durch einen wasserführenden Zimmerofen über den 1.000l fassenden Pufferspeicher geführt und die Räume mit entsprechenden Wandheizungen beheizt.

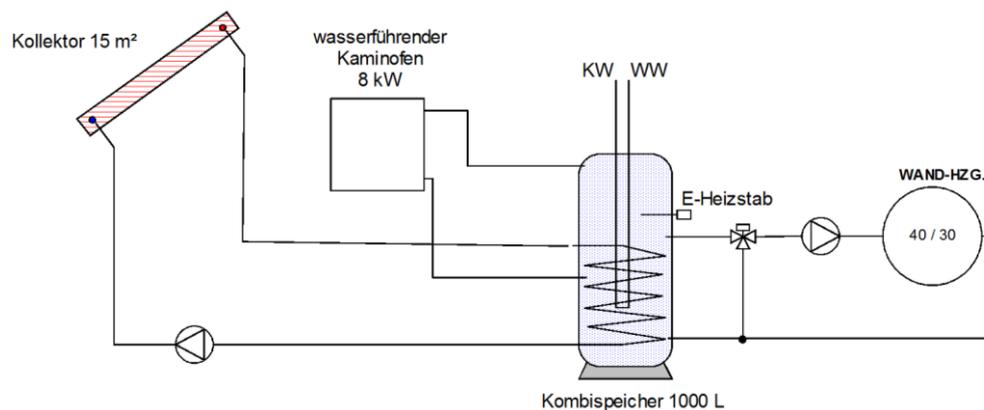


Abbildung 14: Schema teilsolare Raumheizung u. SH-Zimmerofen, eigene Darstellung



Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Die Beschattung der Fenster im Erdgeschoss erfolgt durch einen Balkon und im Obergeschoss durch einen entsprechenden Dachüberstand. Die Westfenster sind entsprechend kleiner konzipiert, damit die Abendsonne die Räume nicht zu stark erwärmt. Eine kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung sorgt für einen entsprechenden Luftaustausch und eine gleichmäßige Verteilung der durch den Zimmerofen erwärmten Raumluft.

Nutzerinterview:

Warum haben sie einen professionellen Planer für die Planung des Objektes gewählt?

Bei diesem Objekt sind mehrere Planer gescheitert. Der Plan war, das bestehende Objekt als Passivhaus auszuführen. Dies erreichte nur der zuletzt daran arbeitende Planer. Die beiden Planer vorher scheiterten an der Hürde Passivhaus. Das Konzept des zuletzt tätigen Planers überzeugte uns, weil es nicht nur ein Gebäude und Haustechnik war, sondern ein gesamtes Integral geplantes Objekt war.

Wie wurden Sie bei dieser Planung unterstützt?

Der Planer unterstützte uns nicht nur in der Planung der haustechnischen Anlagen, sondern er überarbeitete noch einmal die Gebäudehülle in Hinsicht der Verbesserung der Dämmeigenschaft, der U-Werte. Die Anordnung der Räume war diesmal aber schon fix vorgegeben.

Wurde auch ein Energiekonzept erarbeitet?

Bei der Erarbeitung des Energiekonzeptes wurden keine Standartaussagen getätigt, sondern das Gebäude wurde einer Simulation unterzogen. Der wasserführende Zimmerofen wurde entsprechend der Simulation ausgewählt und der Pufferspeicher entsprechend dimensioniert. Die Integration der thermischen Solaranlage in der Fassade gefiel uns nicht nur optisch, sondern zeigte uns, dass die Anlage entsprechend ihrer Funktion verbaut wurde. Wenn die Sonne tief steht, soll entsprechend Wärme gewonnen werden, also gerade im Herbst, Winter und Frühjahr. Diese Integration in der Fassade machte es auch möglich, das Dach für eine Photovoltaik-Anlage frei zu halten.

Wurde auch ein Lüftungskonzept erarbeitet?

Das Lüftungskonzept beinhaltete nicht nur den automatischen Luftaustausch im Gebäude sondern auch eine Vorwärmung durch einen im Erdreich verlegten Erdwärmetauscher.

Welche Beschattungsmöglichkeiten sind vorgesehen?

Wie bereits erwähnt dient für die Beschattung der südlichen Fenster im EG der Balkon im OG, zusätzlich dient der Dachüberstand zur Beschattung der Fenster im OG.

Wie zufrieden sind sie mit den Baukosten?

Die Baukosten sind im Nachhinein betrachtet eher zu hoch, jedoch sind einige Kosten auf den Wechsel der Planer zurückzuführen.

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Wie beschreiben sie das Wohnklima?

Durch die Verwendung von Lehmputz weist das Gebäude über das gesamte Jahr eine sehr gleichmäßige Luftfeuchte auf, und ansonsten ist es angenehm, und im Sommer ist es noch nie zu heiß gewesen.

Wie würden sie die Luftqualität beschreiben?

Die Luftqualität ist nicht zuletzt wegen der kontrollierten Lüftungsanlage immer in einen optimalen Bereich, im Sommer verwenden wir die Lüftungsanlage nur zur Nachtlüftung.

3.1.11 Objekt L



Quelle: eigene Aufnahme

HWB: 9,1 kWh/m².a

BGF: 198 m²

Heizsystem:
16m² therm. Solaranlage und Sole-
Wärmepumpe

Lüftungssystem:
Kontrollierte Wohnraumlüftung mit
WRG

Sonstiges: 4,66 kWp - PV

Das Gebäude ist als Passivhaus konzipiert und in Holzriegelbauweise ausgeführt. Als Innenputz wurde ein Lehmputz verwendet, der sowohl als Speichermasse dient als auch für die Regulierung der Raumluft verwendet werden kann.

Die Fensterflächen sind hauptsächlich nach Süden orientiert. An den anderen Seiten sind die Fensterflächen minimiert ausgeführt, damit einerseits die Wärmeverluste minimiert werden andererseits es zu keiner sommerlichen Überwärmung durch die tiefstehende Abendsonne kommt. Die Beheizung erfolgt über die fassadenintegrierte thermische Solaranlage mit 16 m².

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

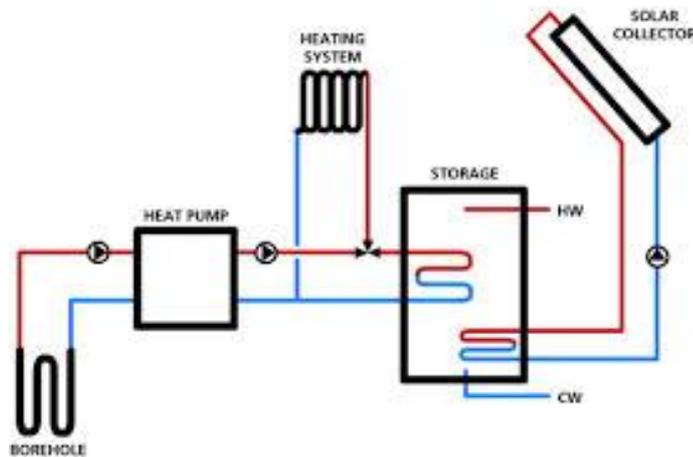


Abbildung 15: teilsolare Raumheizung u. Sole-WP⁷

Eine Sole-Wärmepumpe liefert die zusätzliche Heizlast im Winter und dient ebenfalls zur Warmwasserbereitung in den Wintermonaten. Der Wärmeeintrag in das Objekt erfolgt durch die Installation von Wand- und Fußbodenheizungen. Durch die kontrollierte Wohnraumlüftung wird die Wärme gleichmäßig im Gebäude verteilt und sorgt gleichzeitig für eine gleichbleibende Luftqualität über das gesamte Jahr.

Nutzerinterview:

Warum haben sie einen professionellen Planer für die Planung des Objektes gewählt?

Weil wir von den gebauten Objekten des Planers überzeugt waren und uns das Konzept überzeugte.

Wie wurden Sie bei dieser Planung unterstützt?

Unsere Planung wurde hauptsächlich durch unseren planenden Baumeister unterstützt, der sowohl die Gebäudehülle als auch die haustechnischen Anlagenkomponenten in unserem Sinne dimensioniert und entsprechende Simulationen durchgeführt hat.

Wurde auch ein Energiekonzept erarbeitet?

Die technische Ausstattung war bereits definiert, im Energiekonzept wurden die Regelparameter und Abhängigkeiten bestimmt und eine entsprechende Regelung konzipiert. Die Integration der thermischen Solaranlage in der Fassade war für uns neu, jedoch auch verständlich, dass sie so für unsere Zwecke am besten situiert sei. Da wir keinen wassergeführten Zimmerofen oder Holzkessel und auch keine fossilen Brennstoffe wollten, kam daher nur eine Wärmepumpe in Frage. Diese wurde als Sole-Wärmepumpe ausgeführt, weil die entsprechende notwendige Fläche für den Solekreis am Grundstück vorhanden war.

⁷ Quelle: www.aee.at; 05-05-2015

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Wurde auch ein Lüftungskonzept erarbeitet?

Die kontrollierte Wohnraumlüftung war bereits bei der Entscheidung zum Hausbauen ein fixer Bestandteil in den Überlegungen.

Welche Beschattungsmöglichkeiten sind vorgesehen?

Für die betreffenden Fensterflächen wurden Außenjalousien verwendet. Diese sind elektrisch angetrieben und lassen sich sehr einfach steuern.

Wie zufrieden sind sie mit den Baukosten?

Die Baukosten sind im Nachhinein betrachtet eher zu hoch ausgefallen.

Wie beschreiben sie das Wohnklima?

Das Wohnklima ist das ganze Jahr über entsprechend gut. Im Sommer kühl und im Winter angenehm warm, was unserer Meinung nach auf die Verwendung des Lehmputzes zurück zu führen ist.

Wie würden sie die Luftqualität beschreiben?

Durch die Verwendung der kontrollierten Lüftungsanlage ist die Luftqualität immer okay. Auch wenn einmal mehrere Gäste im Haus waren, hatten wir noch nie das Bedürfnis die Fenster öffnen zu müssen.

3.1.12 Objekt M



Quelle: eigene Aufnahme

HWB: 9,8 kWh/m².a

BGF: 232 m²

Heizsystem:
9m² therm. Solaranlage und
Grundwasser-WP

Lüftungssystem:
Kontrollierte Wohnraumlüftung mit
WRG

Sonstiges: 3 kWp - PV

Das Objekt ist in Passivhaus-Bauweise errichtet und nach Süden hin orientiert und weist einen Heizwärmebedarf von 9,5 kWh/m².a auf. Die Außenwände sind in Holzleichtbauweise ausgeführt, mit Steinwolle gedämmt und mit Gipsfaserplatten verkleidet. Die Fenster sind 3-fach verglast und in Holz-Alu ausgeführt. Im Erdgeschoß befinden sich die Wohnräume und ein WC, im Obergeschoß sind die Schlafräume, ein Bad und ein weiteres WC.

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

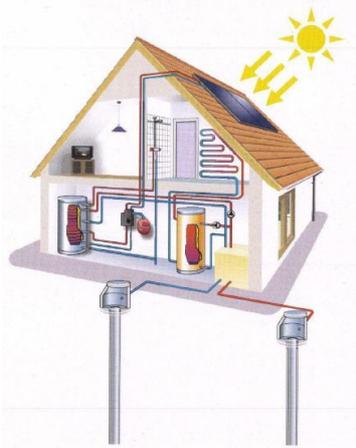


Abbildung 16: teilsolare Raumheizung u. Grundwasser WP, www.einfachheizen.at

Durch die in der Fassade integrierte thermische Solaranlage mit 9 m² wird das Brauchwasser ganzjährig bereitet und stellt zusätzlich einen Großteil, ca. 60 %, der Heizenergie des Gebäudes bereit. An sehr kalten Tagen deckt die Grundwasser-Wärmepumpe den noch notwendigen Energiebedarf des Gebäudes. Als Wärmeabgabefläche dient im EG die im Estrich integrierte Fußbodenheizung und im OG eine in den Außenwänden installierte Wandheizung.

Für eine ausreichende Luftqualität sorgt die kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung. Eine Nachheizung bzw. Temperierung der Zulufttemperatur ist über ein Warmwasserregister möglich.

Für die teilweise Deckung der notwendigen elektrischen Energie ist eine 3 kWp Photovoltaikanlage installiert. Der nicht nutzbare Überschussstrom wird in das öffentliche Netz eingespeist.

Nutzerinterview:

Warum haben sie einen professionellen Planer für die Planung des Objektes gewählt?

Auf Grund meines persönlichen Kontaktes mit dem Planer lag es auf der Hand mit ihm dieses Projekt umzusetzen. Außerdem war uns wichtig, dass wir ein Objekt schaffen, dass von Seiten der Energiekosten kalkulierbar bleibt und wir uns in keine Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen begeben.

Wie wurden Sie bei dieser Planung unterstützt?

Zusätzlich zu den architektonischen Anforderungen und der Raumeinteilung unterstützte uns unser Planer auch bei der Erarbeitung des Energie- u. Lüftungskonzeptes. Auf die Auswahl der Baumaterialien legten wir großen Wert, da wir ein strenges Budget vorgegeben haben und dieses nicht überschritten werden durfte.

Wurde auch ein Energiekonzept erarbeitet?

Zusammen mit dem Planer wurde unser Energiekonzept von Beginn an klar definiert und in Form einer thermischen Solaranlage in Kombination mit einer Grundwasser-Wärmepumpe umgesetzt.

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Wurde auch ein Lüftungskonzept erarbeitet?

Im Lüftungskonzept wurde ebenfalls von Anfang an eine kontrollierte Wohnraumlüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung vorgesehen.

Welche Beschattungsmöglichkeiten sind vorgesehen?

Außer auf der Nordseite sind bei allen Fenstern Raffstore installiert und sorgen so für ein angenehmes Wohnklima im Sommer.

Wie zufrieden sind sie mit den Baukosten?

Durch unsere strikte Vorgabe, das Budget einzuhalten, wurden zwar immer wieder Kompromisse eingegangen, wobei das Budget aber bis zum Ende hin nicht überschritten wurde.

Wie beschreiben sie das Wohnklima?

Das Wohnklima ist ausgezeichnet und liegt weit über unseren Vorstellungen.

Wie würden sie die Luftqualität beschreiben?

Die Luftqualität ist vor allem im Schlafzimmer die ganze Nacht hindurch gleichbleibend gut.

3.1.13 Objekt N



www.juritroy.at

HWB: 11,9 kWh/m².a

BGF: 129 m²

Heizsystem:
Sole- Wärmepumpe

Lüftungssystem:
Kontrollierte Wohnraumlüftung mit
WRG

Sonstiges: 2 kWp - PV

Das Objekt wurde als Low-Budget Haus vom Architekten konzipiert und als Holzleichtbau ausgeführt und mit Massivholz innen verkleidet. Das Gebäude zeichnet sich vor allem durch die Verwendung von ökologischen Materialien und dem Baustoff Holz aus. Eine kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung sorgt für eine entsprechende Luftqualität.

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com



Abbildung 17: Schema Sole-Wärmepumpe⁸

Die Sole-Wärmepumpe deckt den Wärmebedarf des Objektes. Mittels Fußboden- und Wandheizungen wird die Wärme im Objekt verteilt und eingebracht. Die am Dach installierte 3 kWp Photovoltaik-Anlage deckt zu einem Großteil den Haushaltsstrom. Wird momentan weniger Strom verbraucht als von der Photovoltaik-Anlage produziert wird. Der Überschussstrom wird ins öffentliche Netz eingespeist.

Eine Nutzerbefragung konnte bei diesem Objekt nicht durchgeführt werden.

3.1.14 Objekt O



www.atos.at

HWB: 9 kWh/m².a

BGF: 229 m²

Heizsystem:
Kompaktlüftungsgerät mit
Pelletszimmerofen

Lüftungssystem:
Kontrollierte Wohnraumlüftung
mit WRG

Sonstiges: 6 kWp - PV

Das Objekt ist ein klima:aktiv zertifiziertes Haus und ist in Holzriegelbauweise ausgeführt. Die Innenseite der Außenwände sind mit Kalkputz verputzt. Für die Beheizung wurde ein Kompakt-Lüftungsgerät eingesetzt. Die Luftzufuhr erfolgt über einen im Erdreich verlegten Energiebrunnen welcher die Zuluft entsprechend im Winter vorwärmt und im Sommer temperiert. Die Leistungsspitzen im Winter werden durch einen luftgeführten Pellets-Zimmerofen abgedeckt und die Wärme über die Lüftungsanlage im gesamten Objekt verteilt. Durch eine am Dach

⁸ Quelle: www.wohnet.at; 05-05-2015

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

angebrachte 6 kWp Photovoltaik-Anlage, welche den Strom-Überschuss in das öffentliche Netz einspeist, wird auch der Stromzukauf reduziert.

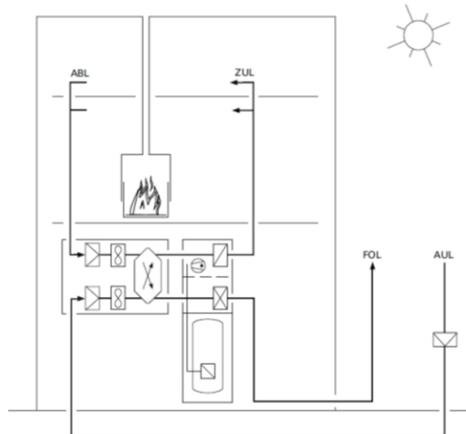


Abbildung 18: Schema Kompaktlüftungsgerät mit Pelletszimmerofen, www.drexl-weiss.at

Durch das Kompaktlüftungsgerät wird gleichzeitig gelüftet und geheizt. Durch die automatische Regelung wird die Lufttemperatur stetig erhöht und gleichzeitig erfolgt eine Steigerung der Luftmenge in der Lüftungsanlage, damit das Gebäude auf Temperatur gehalten werden kann. Ab einer einstellbaren Außentemperatur oder durch einen manuellen Eingriff wird der Pelletszimmerofen aktiviert. Der Pelletszimmerofen stellt nun automatisch die notwendige Wärmemenge zur Verfügung. Die erhöhten Luftmengen und Luftvolumina durch den Betrieb ohne Zimmerofen können nun abgesenkt werden. Die warme Raumluft vom Aufstellungsraum des Zimmerofens wird über die Lüftungsanlage mit dem integrierten Wärmetauscher geführt und in allen Zuluft-Räumen verteilt. Der Vorteil dabei ist, dass der Nutzer hier, nicht wie bei einem Scheitholz-Zimmerofen selbst eingreifen muss, da der Pelletszimmerofen automatisch anfährt und sich gegeben Falls auch wieder abschaltet, wenn die Raumtemperatur überschritten wird. Durch die Sicht auf die Flamme des Pelletszimmerofens erreicht man ein hohes Maß an Behaglichkeit.

Eine Nutzerbefragung konnte bei diesem Objekt nicht durchgeführt werden.

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

3.1.15 Objekt P – Vergleichsobjekt



www.hausausstellung.at

HWB: 29,5 kWh/m².a

BGF: 205 m²

Heizsystem:
Grundwasser-WP

Lüftungssystem:
Kontrollierte Wohnraumlüftung mit
WRG

Das Gebäude wurde in Massivbauweise ausgeführt. Die Ausrichtung erfolgte nach Süden. Das Gebäude wird mit einer WW-Wärmepumpe und mittels Fußbodenheizung beheizt. Durch die kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung bleibt die Luftqualität immer auf hohem Niveau. Eine Beschattung für die Fenster ist nicht vorgesehen. Dachüberstände bzw. eine natürliche Beschattung durch Bäume oder Hecken sind ebenfalls nicht eingeplant.

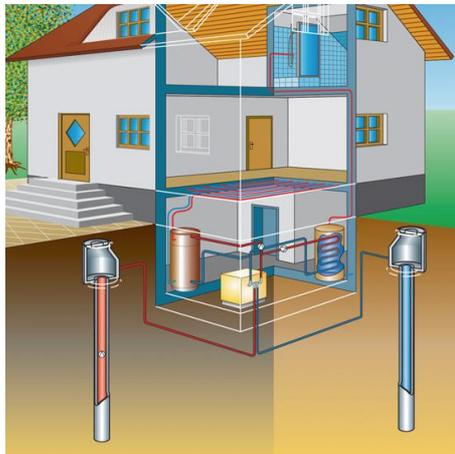


Abbildung 19: Schema WW-Wärmepumpe, www.wohnnet.at

Der wesentliche Unterschied zu den vorherigen Objekten ist, dass bei diesem Objekt keine integrale Planung durchgeführt wurde. Die haustechnischen Komponenten sind nicht aufeinander abgestimmt. Das bedeutet aber auch, dass die haustechnischen Anlagen aufeinander keine Rücksicht nehmen. Maßnahmen für eine notwendige Beschattung der Fensterflächen sind nicht vorgesehen. Eine Anpassung der Aufteilung der Fenster hinsichtlich der solaren Einträge, besonders in den Abendstunden wurde auch nicht durchgeführt. In der Praxis sind aber genau diese Punkte die zu den Eingangs erwähnten Problemen führen; siehe auch Kap. 1.1 Ausgangssituation. Die haustechnische Ausstattung ist eigentlich im Sinne des LOW TECH Begriffes (einfaches System) ausgeführt, jedoch kann von einer Integralen Planung keines Wegs gesprochen werden!

Eine Nutzerbefragung konnte bei diesem Objekt nicht durchgeführt werden.



Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner
DI Josef Wolfbeißer
T. +43 676 352 33 43
E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

3.2 Eigenschaften der untersuchten Objekte

Die untersuchten Objekte unterscheiden sich in vielerlei Hinsicht. Daher wurden die Objekte kategorisiert und die sich daraus ergebenden Unterschiede aufgelistet.

Massivbauweise	Leichtbauweise
Objekte B, C, D, F, P	Objekte A, E, L, H, I, K, L, M, N, O
Durch die <u>hohe Speichermasse</u> sind diese Gebäude <u>sehr träge</u> . Objekte mit höherer Speichermasse überhitzen bei längeren Hitzeperioden langsamer und stabilisieren so die <u>Innenraumtemperaturen</u> .	Durch die Ausführung in Leichtbauweise <u>fehlen grundsätzlich Speichermassen</u> . Mit der Verwendung von Lehm- u. Tonputzen, Lehmziegeln sowie massiven Decken im Inneren des Gebäudes, werden Speichermassen geschaffen, die für eine thermische Trägheit verantwortlich sind. Gebäude mit <u>geringer Speichermasse überhitzen</u> bei fehlender Beschattung <u>rasch</u> , kurzfristige Temperaturschwankungen der Außenluft sind deshalb deutlicher spürbar.

Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung	Ohne kontrollierte Lüftungsanlage, Fensterlüftung,...
Objekte A, C, E, G, I, K, L, M, N, O, P	Objekte B, D, F, H,
Um eine entsprechende <u>Luftqualität</u> in den <u>Innenräumen</u> auch bei geschlossenen Fenstern zu <u>gewährleisten</u> , werden <u>kontrollierte Wohnraumlüftungen mit Wärmerückgewinnung</u> eingesetzt. Dabei wird die Wärme der verbrauchten Abluft der frischen Zuluft übertragen. Die Zuluft wird so schon temperiert eingebracht und ein <u>Nachheizen entfällt</u> . Im Sommer kann durch die Lüftungsanlage auch im Objekt gespeicherte Wärme gezielt und bewusst, bei entsprechender kühlen Zuluft abgeführt werden und so die Raumtemperatur im Griff gehalten werden.	Durch <u>innovative Fensterlüftungskonzepte</u> kann die Raumluftqualität ebenfalls im <u>hygienischen Bereich gehalten</u> werden. Dabei ist jedoch der <u>Nutzer</u> gefordert, bewusst den Luftaustausch durch <u>Öffnen und Schließen</u> der Fenster <u>durchzuführen</u> . Automatische Fensteröffnungssysteme welche über die Luftqualität die Fenster öffnen und schließen sind ebenfalls möglich. Eine <u>Wärmerückgewinnung</u> ist bei einer Fensterlüftung jedoch <u>nicht möglich</u> . Außerdem gelangt <u>beim Öffnen</u> der Fenster <u>ungewünschter Lärm</u> und <u>Staub</u> ins Gebäude, was <u>besonders an stark befahrenen Straßen</u> <u>nachteilig</u> ist.



Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Thermische Solaranlage	Keine thermische Solaranlage
Objekte A, D, E, F, H, I, K, L, M,	Objekte B, C, G, N, O, P
<p>Bei der Nutzung von thermischen Solaranlagen für die Warmwasserbereitung kann im Sommer das <u>Hauptheizsystem</u> gänzlich <u>abgeschaltet</u> werden.</p> <p>Bei der zusätzlichen Nutzung als teilsolare Raumheizung kann die <u>gewonnene Sonnenenergie</u> einen Teil des <u>notwendigen Heizwärmebedarfes abdecken</u>(bis zu 80 %) und <u>spart</u> somit <u>Brennstoff</u>.</p> <p>Für den noch notwendigen <u>geringen Wärmebedarf</u> im Winter ist jedoch eine <u>zusätzliche Heizung</u> notwendig.</p>	<p>Erfolgt die <u>Warmwasserbereitung in Kombination</u> mit dem Hauptheizsystem, treten außerhalb der Heizperiode <u>erhöhte Wärmeverluste</u> auf.</p> <p>Eine <u>eigenständige Warmwasserbereitung</u> (z.B. Brauchwasser-Wärmepumpe, thermische Solaranlage) ermöglicht eine vollständige Abschaltung des <u>Hauptheizsystems außerhalb der Heizperiode</u>.</p> <p>Damit werden <u>unnötige zusätzliche Verluste</u> am Hauptheizsystem vermieden.</p>

Nur eine Wärmequelle	Mehrere Wärmequellen - Kombinationen
Objekte B, G, N, O, P,	Objekte A, C, D, E, F, H, I, K, L, M,
<p>Wird nur <u>eine Wärmequelle</u> für die Beheizung des Gebäudes installiert, ist der <u>Installationsaufwand geringer</u> und die Regelung im Normalfall einfacher als bei der Nutzung mehrerer Wärmequellen. Diese eine Wärmequelle muss allerdings auch <u>ganziährig das Warmwasser bereitstellen</u>.</p>	<p>Durch die Nutzung <u>mehrerer Wärmequellen</u> wird das gesamte Hydrauliksystem komplexer und an die Regelung werden <u>höhere Anforderungen</u> gestellt.</p> <p>Durchdachte Systeme und deren Regelungen können jedoch trotzdem <u>einfach gehalten</u> und die <u>Vorteile unterschiedlicher Wärmequellen</u> nutzen.</p>

Biogene Brennstoffe	Fossile Brennstoffe, Strom
Objekte A, D, F, H, I, K,	Objekte B, C, E, G, L, M, N, O, P
<p>Eine Nutzung von <u>Scheitholz</u> als <u>Brennstoff</u> stellt die <u>kostengünstige</u> Heizmöglichkeit dar, fordert jedoch auch eine meist tägliche <u>Tätigkeit des Nutzers</u>. Werden <u>automatische Systeme</u> (=Pellets) verwendet, <u>steigt der Nutzerkomfort</u>, da sich die notwendige Tätigkeit des Nutzers auf ein Minimum reduziert =>Aschelade entleeren.</p> <p>Aufgrund der <u>geringen Brennstoffkosten</u> und der <u>Erhöhung des Nutzerkomforts</u></p>	<p><u>Moderne Wärmepumpen</u> weisen <u>hohe Jahresarbeitszahlen</u> auf und sind daher <u>kostengünstig</u> im Betrieb.</p> <p><u>Infrarotpaneele</u> werden direkt an das Stromnetz angeschlossen und nutzen den Energieträger mit <u>den höchsten spezifischen Energiekosten</u>, außerdem haben klassische Infrarotheizungen <u>keine Speichermasse</u> und sind daher entweder heiß oder kalt.</p>



Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

<p>durch <u>thermischen Solaranlagen</u> werden diese Systeme oft miteinander <u>kombiniert</u>.</p>	<p><u>Gasheizungen</u> arbeiten sehr effektiv und weisen nur <u>geringfügig höhere Energiekosten</u> auf als <u>Pellets</u> auf, wird <u>Warmwasser</u> jedoch im <u>Durchlaufprinzip</u> erhitzt, dann führen viele Start- und Stoppphasen zu einem unnötig <u>erhöhten Gasverbrauch</u>.</p>
--	--

wassergeführte Wärmeverteilung und Wärmeabgabe	Keine bzw. sonstige Wärmeverteilung
Objekte A, B, D, F, H, I, K, L, M, N, P	Objekte C, E, G, O,
<p>In den Fällen mit Fußboden- oder Wandheizung bzw. den betonkern-aktivierten Objekten ist ein klassisches <u>wassergeführtes Verteilsystem</u> installiert. Bei den wassergeführten Systemen wird die Wärme von einem <u>Speicher</u> durch das Verteilsystem zu den <u>Wärmeabgabeflächen</u> (Fußboden- o. Wandheizungen) transportiert, dabei können durch <u>entsprechende Dämmung</u> des Speicher- u. Verteilsystems die <u>Bereitschafts- und Verteilverluste minimiert</u> werden. Mit <u>wassergeführten Wärmeabgabesystemen</u> kann mit entsprechend geringen, nicht zu kühlen Vorlauftemperaturen (Gefahr der Tauwasserbildung) auch eine <u>Kühlung realisiert</u> werden.</p>	<p>Bei drei Objekten wird die <u>notwendige Heizenergie</u> über die <u>vorgewärmte Zuluft</u> und der Lüftungsverrohrung dem Gebäude <u>zugeführt</u>. Die dabei eingesetzten <u>Kompaktlüftungsgeräte</u> erzeugen nicht nur die Heizenergie für die <u>Gebäudebeheizung</u>, sondern sorgen auch ganzjährig für die <u>Warmwasserbereitung</u> und den gezielten <u>Luftaustausch</u> im Gebäude. In einem Objekt erfolgt die Beheizung mit <u>Infrarotpaneelen</u>. Die klassische zentrale wassergeführte Wärmeverteilung entfällt hierbei, und somit auch die damit verbundenen <u>Bereitschafts- u. Verteilverluste</u>. Die <u>Warmwasserbereitung</u> erfolgt bei diesem Objekt mittels <u>dezentral</u> angebrachten <u>Durchlauferhitzern</u> die mit Strom betrieben werden, dadurch entfallen ebenfalls die Speicher- und Verteilverluste.</p>

3.3 Zusammenfassung der NutzerInnengespräche

Bei den Nutzerbefragungen sind sehr interessante Antworten auf die in der Nutzerfrageliste gestellten Fragen gegeben worden. Diese Antworten werden in diesem Kapitel aufbereitet und zusammenfassend dargestellt.

Warum haben sie einen professionellen Planer für die Planung des Objektes gewählt?

Professionelle Planer wurden deshalb ausgewählt,

- weil sie durch ihre Tätigkeit und ihre Erfahrungen eine entsprechendes Know How aufgebaut haben sollten und dadurch die Ansprechpartner für die Umsetzung der Ideen der zukünftigen Nutzer sind.
- Durch das gesammelte Wissen sollten sie auch entsprechende Lösungen für Fragen der Bauherrn parat haben und für individuelle raumplanerische und optische Lösungen Antworten liefern können.

Wie wurden Sie bei dieser Planung unterstützt?

Die Unterstützung verlief sehr unterschiedlich, dabei zählten Workshops zur Zielfindung genauso wie eine intensive Auseinandersetzung und Hinterfragung der Vorstellungen der Bauherren.

Für die Planung bedeutete dies, dass das gesamte Objekt durchleuchtet wurde bzw. nur einzelne Teilbereiche wie die Beheizung oder Lüftung des Gebäudes besprochen wurden.

Besondere Unterstützung erhielten die Bauherren jedoch, wenn es um Überlegungen zur Ausrichtung, Aufteilung der Räume und die Verwendung von Materialien ging.

Wurde auch ein Energiekonzept erarbeitet?

Bei dieser Frage wurden teilweise sehr konträre Antworten gegeben. Hier hatten die professionellen Planer es auch sehr schwer die passenden Antworten zu finden:

- Sehr oft wurde das Energiekonzept gemeinsam erarbeitet bzw. optimiert
- Oft wurden Überlegungen zur Haustechnik erst beim Gespräch aufgegriffen
- Teilweise wurden die Konzepte ohne weiteres Hinterfragen der Überlegungen der Bauherrn ganz einfach übernommen
- In den wenigsten Fällen wurde das Energiekonzept vom Planer ohne Berücksichtigung der Bauherrn-Vorstellungen erstellt

Wurde auch ein Lüftungskonzept erarbeitet?

Bei den Überlegungen zum Lüftungskonzept waren die Vorstellungen der zukünftigen Nutzer jedoch sehr konkret.

- für die eine Hälfte der Befragten war klar, dass eine kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung auf Grund der Vorteile für die Raumluftqualität und des Komforts installiert werden sollte
- für die andere Hälfte der Befragten war auch klar, dass sie keine kontrollierte Wohnraumlüftung wollen, und sie durch bewusstes manuelles Lüften eine entsprechende Luftqualität zu erhalten suchen
- Vereinzelt konnte man sich mit den Nutzern auf ein alternatives Konzept für die Einhaltung einer entsprechenden Luftqualität einigen, z. Bsp. CO₂-geführte automatische Fensterlüftung



Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Welche Beschattungsmöglichkeiten sind vorgesehen?

Bei allen geplanten und durchdachten Objekten wurde eine Beschattung für eine Reduzierung der sommerlichen Überwärmung installiert.

Als Beschattungen dienen vor allem

- Außenbeschattungen wie Rollos, Raffstore und Sonnensegel,
- aber auch natürliche Beschattungsmaßnahmen wie Bäume.
- Teilweise wurden konstruktive Maßnahmen wie erhöhter Dachüberstand und Balkone für die Beschattung der darunter befindlicher Geschoße umgesetzt.

Wie beschreiben sie das Wohnklima?

Das Wohnklima ist bei weitem besser als in der bisherigen Wohnung und ist sogar noch besser als erwartet. Im Winter sind die Wände und die Räume warm und im Sommer bleibt es bei entsprechender Beschattung auch angenehm kühl. Auch im Obergeschoß in den Schlafräumen ist es angenehm temperiert.

Wie würden sie die Luftqualität beschreiben?

Die Luftqualität ist auch wesentlich besser als vorgestellt, besonders bei Objekten mit kontrollierter Wohnraumlüftung. Aber auch bei bewusster Fensterlüftung sind die Luftqualitäten subjektiv in einem guten Bereich.

Wie zufrieden sind sie mit den Baukosten?

Insgesamt haben die Baukosten den kalkulierten Kosten entsprochen. Dass die Kosten geringer hätten ausfallen können, wurde von allen angemerkt.

3.4 Ergebnisse der Gespräche mit den Planern

Für die Gespräche mit den Planern der Einfamilienhausbauten wurde kein separater Fragebogen erstellt. Die folgenden Aussagen leiten sich alle aus den Gesprächen mit den Planern ab, die zu den einzelnen Objekten geführt wurden.

Dabei wurden mit den Planern folgende Punkte diskutiert:

- mögliche Objekte für die Studie
- Unterschiede zwischen den möglichen Objekten des Planers
- mögliche haustechnische Ausstattung
- Unterschiede diverser Anlagenkomponenten
- Ansätze für ein Energie- u. Lüftungskonzept
- Anforderungen der zukünftigen Nutzer
- Ansätze der Integralen Planung und deren Auswirkungen

Die Planer waren zu den oben genannten Punkten sehr auskunftsfreudig und motiviert ihre Erfahrungen kundzutun.

Die wesentlichen Inhalte sind im folgenden Absatz dargestellt:

Im Planungsprozess war sehr schnell erkennbar, welchen persönlichen Hintergrund und Schwerpunkt die zukünftigen Nutzer haben, bzw. wie die Herangehensweise an die Themenstellung ist.

So bringen sich die Nutzer sehr intensiv in den Planungsprozess ein, die auch schon eine bestimmte Vorstellung haben, was sie wollen. Dies ist nicht nur bei der Gebäudeplanung so, sondern auch bei der Erstellung des Energie- und Lüftungskonzeptes. Bei diesen Nutzern ist normalerweise auch schon klar, welches Heizsystem und welches System der Wärmeabgabe verwendet werden soll. Bei Nutzern die dahingehend noch keine bestimmten Vorstellungen haben, wie das Energie- und Lüftungskonzept umgesetzt werden soll, wurde ein gemeinsames Konzept erarbeitet. Im Prozess werden auch alternative Ansätze besprochen und auf Umsetzung geprüft.

Die haustechnische Ausstattung ist sehr auf das gewünschte Nutzerverhalten zugeschnitten und daher nur bedingt auf andere Objekte multiplizierbar. Daher ist die Bandbreite der unterschiedlichen Anlagenkomponenten sehr groß und es gibt die unterschiedlichsten Kombinationen dieser Anlagen.

Gerade bei der Haustechnik hat der Planer sehr großen Einfluss, da dieser meist eine größere Auswahl an Projekten vorweisen kann.

Bei einer integralen Planung, bei welcher die einzelnen Anlagenkomponenten und die Gebäudehülle aufeinander abgestimmt und geregelt werden, stellt dieses Wissen einen wesentlichen Vorteil dar. Für eine integrale Planung ist es daher auch sehr wichtig zu wissen, welche Anlagenkomponenten zwei oder mehr Funktionen übernehmen können;

z.Bsp. ein Kompaktlüftungsgerät tauscht die Raumluft gezielt aus, heizt die nachströmende Zuluft entsprechend auf und kann aus der Fortluft mittels einer integrierten Wärmepumpe zusätzlich noch die Warmwasserbereitung erledigen.

Für die Konzeptionierung der haustechnischen Komponenten ist es unbedingt notwendig, die persönlichen Anforderungen der Nutzer abzufragen. In persönlichen



Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Gesprächen können etwaige Vorurteile bzw. Unterschiede zu anderen Systemen erläutert und klargestellt werden.

Diese Vorgehensweise ist nicht nur bei der technischen Ausstattung, sondern auch bei der Auswahl der Baustoffe und der Bauweise wichtig. Die gewählte Bauweise spielt bei der Integralen Planung eine wesentliche Rolle, da die unterschiedlichen Bauweisen auch unterschiedliche Lösungsmöglichkeiten bieten, teilweise aber auch bestimmte Lösungen fordern, z.B. Speichermassen.

Der Beratungsaufwand für die unterschiedlichen Bauweisen (Massiv, Leichtbau) und der dadurch möglichen Bau- und Dämmstoffe (konventionelle, ökologische Baustoffe, PVC-freie Baustoffe,...) ist jedoch vergleichsweise hoch, um den zukünftigen Nutzern die Vor- u. Nachteile aufzuzeigen bzw. die Eignung für das eigene Vorhaben daraus abzuleiten.

Der Zeitaufwand für die Raumaufteilung ist hingegen vergleichsweise oft nur von geringer Bedeutung.

Besonders im Hinblick auf eine Integrale Planung spielt dabei auch noch die Außenansicht des Gebäudes eine wesentliche Rolle. Werden zum Beispiel nur aus optischen Gründen Fenster vergrößert oder Gaupen zusätzlich angeordnet, dann trifft der Ansatz der Integralen Planung schon nicht mehr zu. Hier sind die Planer bzw. Architekten besonders gefordert die getroffenen Entscheidungen in die Ansätze der Integralen Planung zurück zu führen und entsprechende Ersatzmaßnahmen zu setzen. Beschattungen, wie zum Beispiel die Verwendung von Läden, können dabei sogar oft als besonderes Highlight hervorgehoben werden.

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

4 Kostengruppierung nach ÖNORM B 1801

Für die Beurteilung der Kosten wurden folgende Kostenbegriffe, wie durch die ÖNORM B 1801-1:2009 beschrieben, herangezogen und erhoben.

Die Kosten werden somit in die dargestellten Kostengruppen untergliedert:

Baugliederung	Abk.	Bauwerks- kosten BWK	Bau- kosten BAK	Errichtungs- kosten ERK	Gesamt- kosten GEK
0 Grund	GRD				
1 Aufschließung	AUF				
2 Bauwerk-Rohbau	BWR	100 %			
3 Bauwerk-Technik	BWT				
4 Bauwerk-Ausbau	BWA				
5 Einrichtung	EIR				
6 Außenanlagen	AAN				
7 Planungsleistungen	PLL				
8 Nebenleistungen	NBL				
9 Reserven	RES				

Abbildung 20, Kostengruppierung lt. ÖNORM B 1801-1:2009

Um einen Vergleich der Kosten unter den gesammelten Objekten durchführen zu können, wurden diese soweit und sinnvoll als möglich auch in die einzelnen Kostengruppen aufgegliedert.

Für die Beurteilung im Projekt sind die Kostengliederungen

- Bauwerk-Rohbau,
- Bauwerk-Technik und
- Bauwerk-Ausbau also die Kostengruppen 2, 3 und 4 herangezogen.
- Zusätzlich zu den Kosten für das Objekt, wurden auch die Planungskosten (Kostengruppe 7) erhoben.
- Die Kostengruppen 0, 1, 5 bzw. 6, 8 u. 9 werden in unseren Beurteilungen nicht berücksichtigt.

Daher sprechen wir folglich auch immer von den „Bauwerkskosten“.

4.1 Übersicht der Investitionskosten

Die in den Fragebogen abgefragten Kosten zum Gebäude sind in der folgenden Grafik dargestellt. Für eine genauere Darstellung wurden die Kosten für die Gebäudehülle, die Haustechnik und die Planung separat dargestellt.

Bei den Objekten mit einer Photovoltaik-Anlage wurden auch diese Kosten ergänzend dargestellt.

Die Kosten für Nebenanlagen und Zusatzausstattungen blieben in der Grafik unberücksichtigt.

Für eine bessere Lesbarkeit des Diagramms wurden die einzelnen Objekte nach dem Heizwärmebedarf (HWB) sortiert und beginnend mit dem geringsten HWB dargestellt. Unter dem Diagramm sind zusätzlich die installierten Technologien für die Beheizung des Objektes der jeweiligen Haustechnik dargestellt, die Photovoltaik wiederum nur ergänzend.

Das Vergleichsgebäude (rot umrahmt) stellt ein Objekt dar, welches keine interdisziplinäre Planung erfahren hat, auch nicht seitens der Haustechnik. Das Gebäude wurde auch ohne einem Beschattungssystem ausgeführt.

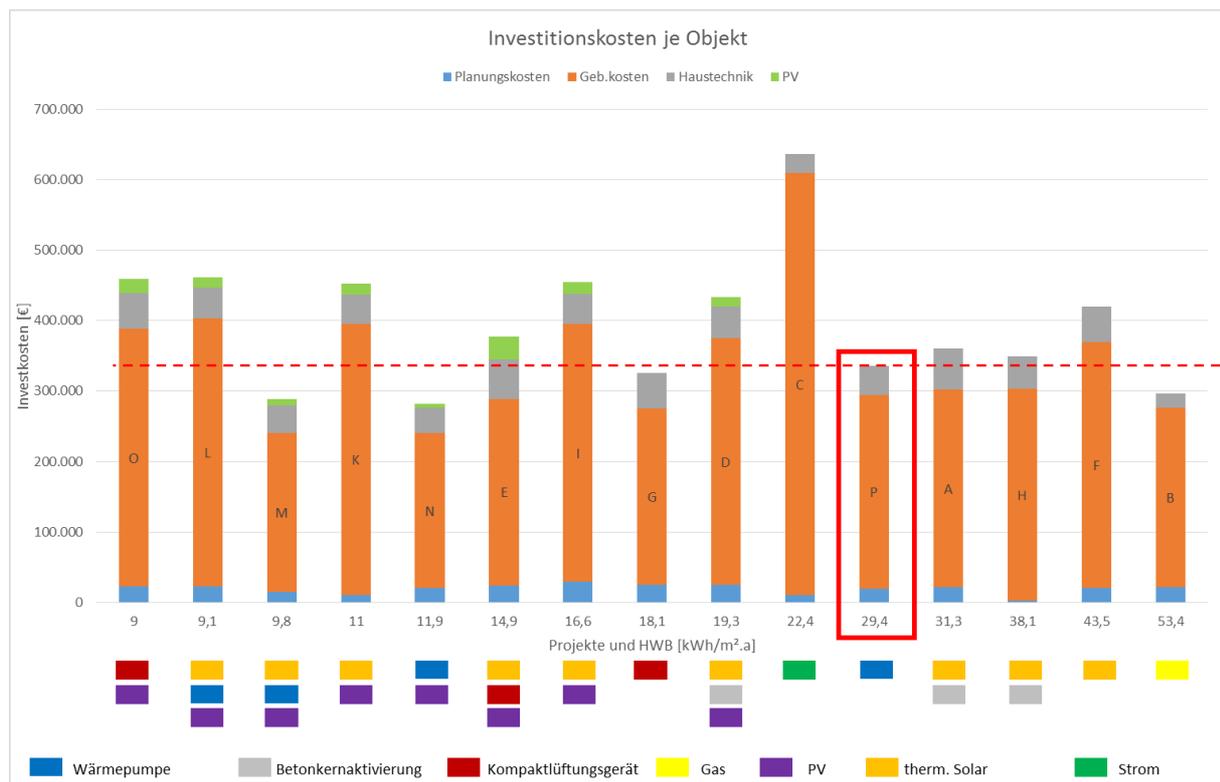


Abbildung 21: Investitionskosten der Objekte, geordnet nach HWB

Durch die unterschiedlichen Gebäudegrößen sind die Investitionskosten nur bedingt vergleichbar. Dadurch wurden die Investitionskosten auf die Bruttogeschossflächen umgelegt und in der folgenden Abbildung dargestellt.

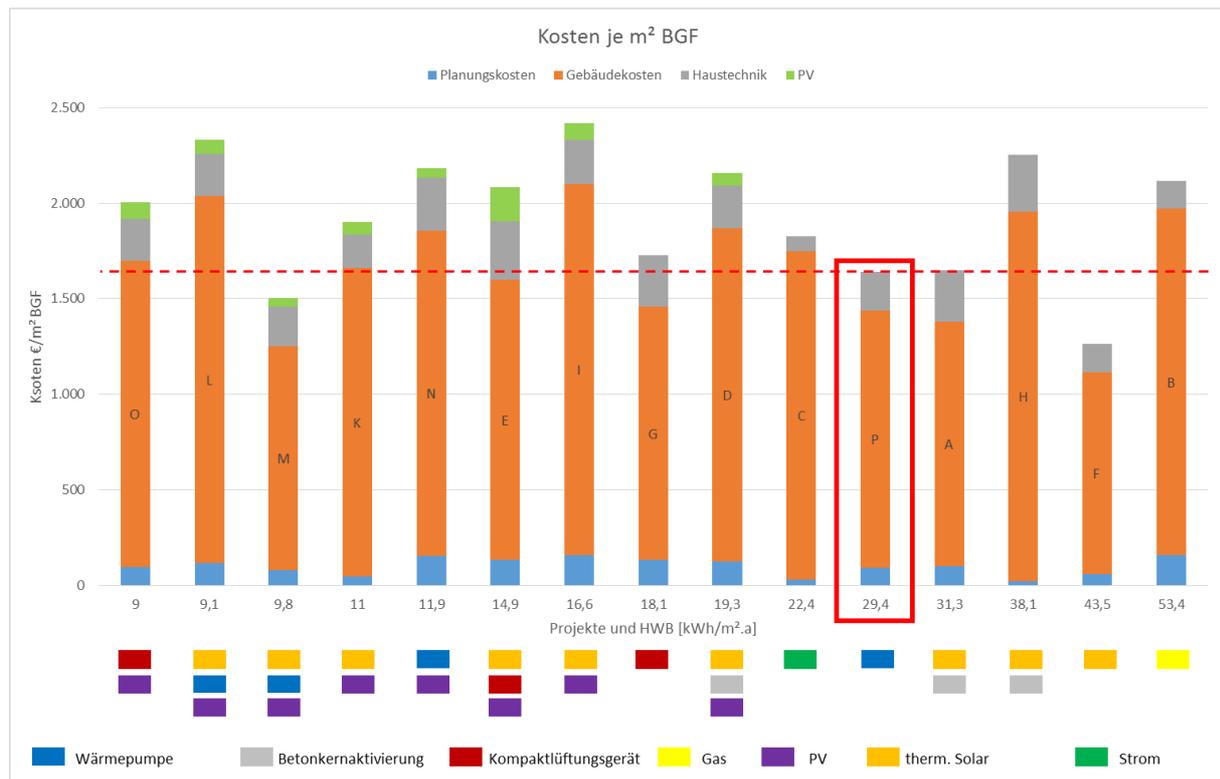


Abbildung 22: Investitionskosten in [€/m² BGF], geordnet nach HWB

Wie in der Abbildung 22 ersichtlich, sind die Errichtungskosten bezogen auf die Bruttogeschossfläche der LOW TECH Gebäude tendenziell höher als die des Vergleichsobjektes. Auch unter der Betrachtung, dass die Photovoltaik-Anlage unberücksichtigt bleibt, sind die Investitionskosten tendenziell höher.

Da die Investitionskosten alleine keine Aussage über die Lebenszykluskosten in 30 Jahren zulassen, werden im folgenden Kapitel die Lebenszykluskosten der einzelnen Objekte aufgedgliedert in Energie-, Wartungs- und Instandhaltungskosten dargestellt.

- **Energiekosten**
Beinhalten sämtliche elektrischen Stromkosten für den Betrieb der technischen Anlagen und den Haushaltsstrom sowie die Brennstoffkosten für die Beheizung des Objektes.
- **Wartungskosten**
Sind alle Kosten, die durch laufende Wartungen (Filtertausch, ...) und kleinere Reparaturen anfallen.
- **Instandhaltungskosten**
Sind jene Kosten, die für eine Neuanschaffung der Anlagenkomponente nach Ablauf der techn. Nutzungsdauer investiert werden müssen.

4.2 Lebenszykluskostenanalyse der Ein- u. Mehrfamilienhäuser

Im folgenden Kapitel werden die Lebenszykluskosten der Haustechnik, welche durch die Nutzung des Objektes in 30 Jahren entstehen, beurteilt und graphisch dargestellt. Hierbei werden die Energiekosten für die Heizung und Belüftung aber auch die laufenden Wartungskosten (Filtertausch, kleinere Reparaturen,...) berücksichtigt.

Durch die Nutzung entstehen auch Abnutzungserscheinungen und die Geräte müssen nach einer entsprechenden Lebensdauer getauscht werden, auch diese Kosten für Instandhaltung bzw. den Austausch wurden in die Beurteilung mit aufgenommen. Der Zeitraum für die Betrachtungen in der Lebenszyklusberechnung beträgt 30 Jahre.

Für die Gegenüberstellung der Lebenszykluskosten der Haustechnik der einzelnen Objekte wurde die frei verfügbare Software basierend auf Excel, LECOECOS⁹ verwendet.

Das LECOECOS Programm, ein kombiniertes ökonomisch-ökologisches Gebäudelebenszyklusmodell, wurde in Kooperation der Donau-Universität Krems, dem Österreichischen Institut für Bauen und Ökologie GmbH (IBO), der Österreichischen Energieagentur (AEA) und dem Ingenieurbüro Dr. Susanne Geissler entwickelt. Das Programm vereint das Konzept der Lebenszykluskostenberechnung mit einem ökologischen Grundelemente-Katalog und ist somit nicht nur für die Kostenanalyse sondern auch für eine ökologische Bewertung des Gebäudes über den Lebenszyklus anwendbar. Eine ökologische Betrachtung der Objekte im Rahmen des LOW TECH-Projektes wurde jedoch nicht durchgeführt.

Die in den Fragebögen abgefragten Kosten wurden entsprechend in die Berechnung des LECOECOS-Programmes übernommen und ausgewertet. Dabei wurden einmal die jährlichen Energie- und Wartungskosten ausgewiesen und im Diagramm dargestellt. In einer separaten Grafik wurden die

- Folgekosten,
- als Energie- und Wartungskosten
- sowie die Instandhaltungskosten, innerhalb des Betrachtungszeitraums von 30 Jahren errechnet und in Form eines Säulendiagramms dargestellt.

4.2.1 Gewichtung der Lebenszykluskosten

Wie schon bei den Investitionskosten angemerkt, lassen die Investitionskosten alleine nur eine Aussage über die Errichtungskosten der Objekte zu. Diese sind bei den LOW TECH Objekten tendenziell höher als beim Vergleichsobjekt.

Da bei den LOW TECH Gebäuden neben den Lebenszykluskosten aber insbesondere die Komplexität und der Nutzerkomfort eine wesentliche Rolle spielen, werden in den folgenden Auswertungen genau diese Punkte genauer betrachtet.

⁹ Software Version, Download am 10.02.2015

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

4.2.1.1 Auswertung gewichtet nach der Komplexität der Haustechnik

Auf Grund der unterschiedlichen Ausstattung der Objekte spielt die Komplexität der Haustechnik bei der Bewertung hinsichtlich LOW TECH eine wesentliche Rolle. Daher wird eine Bewertung der einzelnen Objekte hinsichtlich ihres

- technischen Aufwandes,
- der Regelung,
- der Anzahl der verbauten Komponenten, etc. vorgenommen.

Die Summe aus den einzelnen Komponentenbewertungen ergibt somit die Bewertung bezüglich der Komplexität.

Je geringer die Punkteanzahl ausfällt, desto einfacher ist die haustechnische Ausstattung, und je höher die Punkteanzahl, desto komplexer ist die haustechnische Ausstattung ausgeführt.

Die Bewertungen wurden für die einzelnen Komponenten der Wärmebereitstellung der Wärmeverteilung, der Lüftungsanlage und der thermische Solaranlage durchgeführt.

Der Notenschlüssel für die Beurteilung war wie folgt definiert:

1 ... für ein einfaches System und einfachen Aufbau

5 ... für ein komplexes System mit aufwendigem und kompliziertem Aufbau

Wärmebereitstellung	Bewertung	Wärmeverteilung	Bewertung
Scheitholz-Zentralheizungskessel	5	Wandheizung Schwerkraft	1
Scheitholz-Zimmerofen wassergeführt	4	Wand-/FBH	3
Scheitholz-Zimmerofen luftgeführt	1	Betonkernaktivierung	1
Küchenherd wassergeführt	4	Lüftung	1
Pelletszimmerofen luftgeführt	2	Infrarotpaneele	1
Kompaktlüftungsgerät (WP)	4		
Sole-WP	5	Lüftungsanlage	
Luft-WP	5	Kompaktlüftungsgerät	3
WW-WP	5	kontrollierte Lüftung mit WRG	2
Gastherme	5	Luftaustausch mittels Thermokamin	1
		Klimaluken	1
Thermische Solaranlage			
nur WW-Bereitung	1		
teilsolare RH	2		
Betonkernaktivierung	2		

Tabelle 1: Übersicht der Bewertung zu Komplexität

Für die Darstellung in der folgenden Abbildung wurden für das jeweilige Objekt die Punkte der verwendeten Anlagenkomponenten summiert.

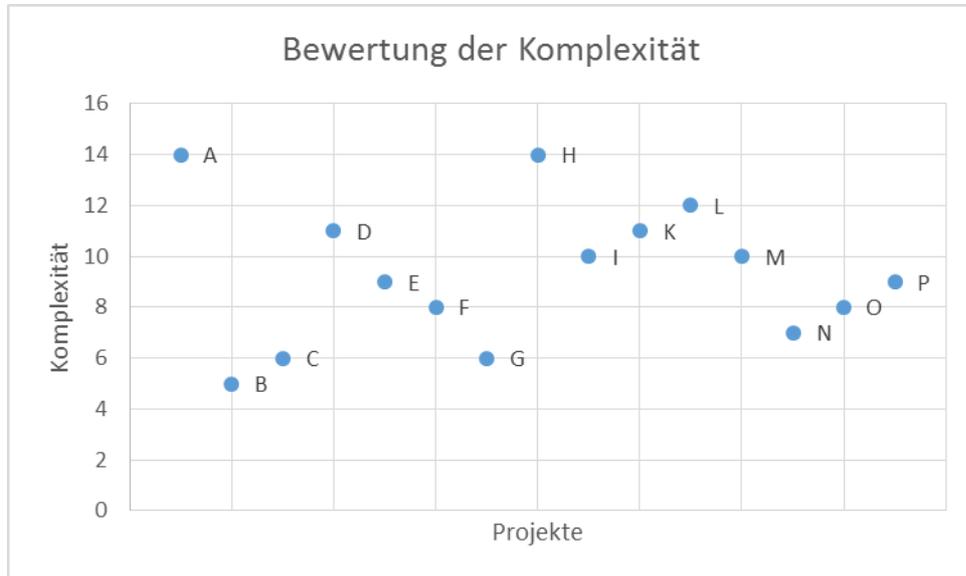


Abbildung 23: Objekte bewertet nach Komplexität

Wie in der Abbildung 23 ersichtlich sind die Objekte B, C und G jene Objekte mit der geringsten Komplexität = einfache Haustechnik. Die Objekte A und H sind demnach die Objekte mit den komplexeren haustechnischen Anlagen.

Im folgenden Diagramm sind Objekte mit sehr komplexen Ausstattungen eher rechts und die Objekte mit einfacheren Ausstattungsvarianten links dargestellt.



Abbildung 24: Objekte geordnet nach Komplexität, jährliche Kosten [€/m² BGF]

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

In dem Diagramm sind die Objektbuchstaben und der HWB in den einzelnen Säulen vermerkt, damit eine bessere Vergleichbarkeit der Objekte untereinander gewährleistet werden kann. Das Vergleichsobjekt ist rot eingerahmt.

Die einzelnen Säulen in der Abbildung 24 zeigen die Summe aus den jährlichen Energie- und Wartungskosten der nach der Komplexität geordneten Objekte. Dabei zeigt sich, dass die vermeintlich einfacheren Systeme nicht zwingend die geringsten jährlichen Kosten aufweisen.

Vergleicht man nun die Kosten der einzelnen haustechnischen Anlagen über eine Zeitspanne von 30 Jahren, dann erhält man die folgende Abbildung.

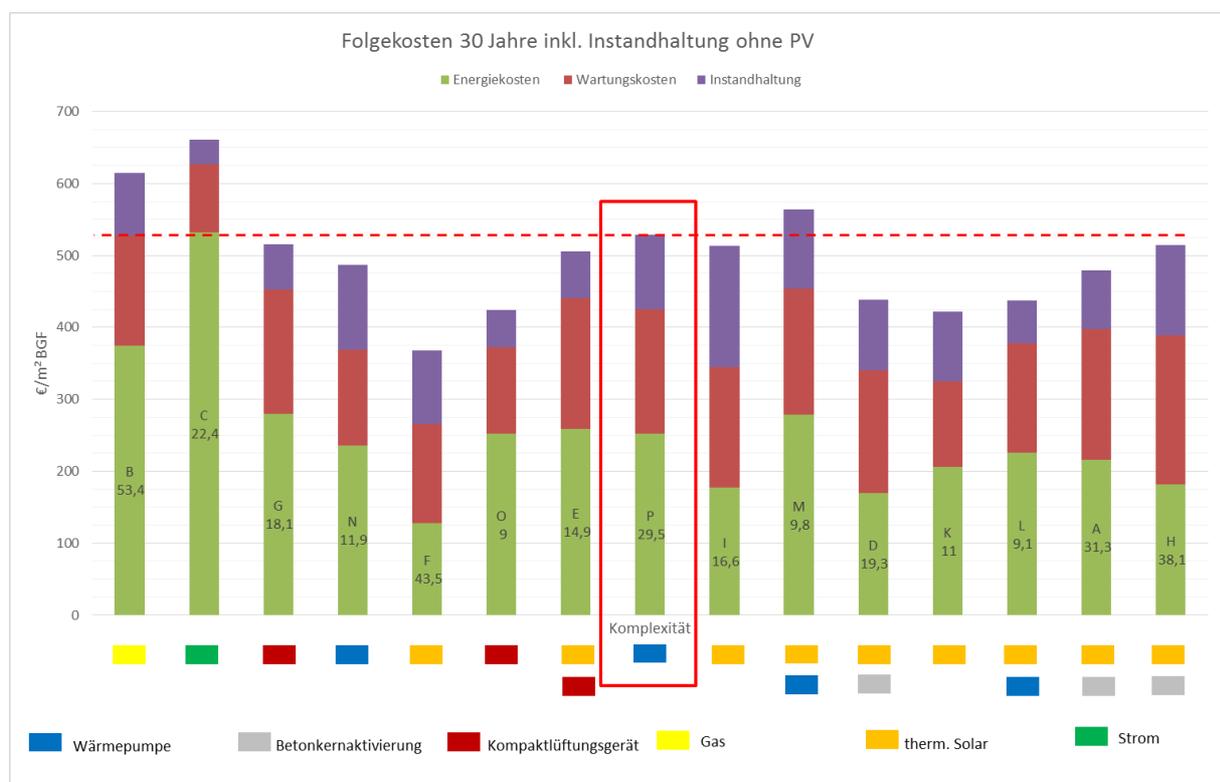


Abbildung 25: Objekte geordnet nach Komplexität, Folgekosten in 30 Jahren [€/m² BGF]

Die Folgekosten beinhalten nun auch die Instandhaltungskosten, die für eine Neubeschaffung oder Revitalisierung der haustechnischen Anlagen innerhalb der Zeitspanne von 30 Jahren notwendig sind.

Dabei zeigt sich, dass die Folgekosten bei der Mehrheit der Objekte (bis auf 3 Objekte) geringer ausfallen als die des Vergleichsobjektes P, jedoch in einem sehr engen Fenster von ca. 420,- €/m² BGF bis 515,- €/m² BGF liegen.

Das Objekt F weist mit knapp 375,- €/m² BGF noch geringere Kosten auf und hat mit nur 120,- €/m² BGF die geringsten Energiekosten.

Das ist darauf zurückzuführen, dass zum einen die 56m² große thermische Solaranlage in Kombination mit den 10m³ Puffer eine große Energiemenge aus der Sonne speichern kann, zum Anderen die Restenergie mit dem kostengünstigsten Brennstoff, dem Scheitholzofen bereitgestellt wird.

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Auffallend ist aber auch, dass die beiden Objekte C (Strom) und B (Gas) die höchsten Energiekosten und damit auch die höchsten Folgekosten in den kommenden 30 Jahren aufweisen.

Auch in diesem Diagramm, unter der Berücksichtigung der Instandhaltungskosten, zeigt sich, dass die einfacheren Systeme nicht unbedingt die geringsten Folgekosten aufweisen.

Ergänzt man nun auch noch die Investitionskosten der installierten Haustechnik in der Darstellung, dann erhält man folgende Darstellung.

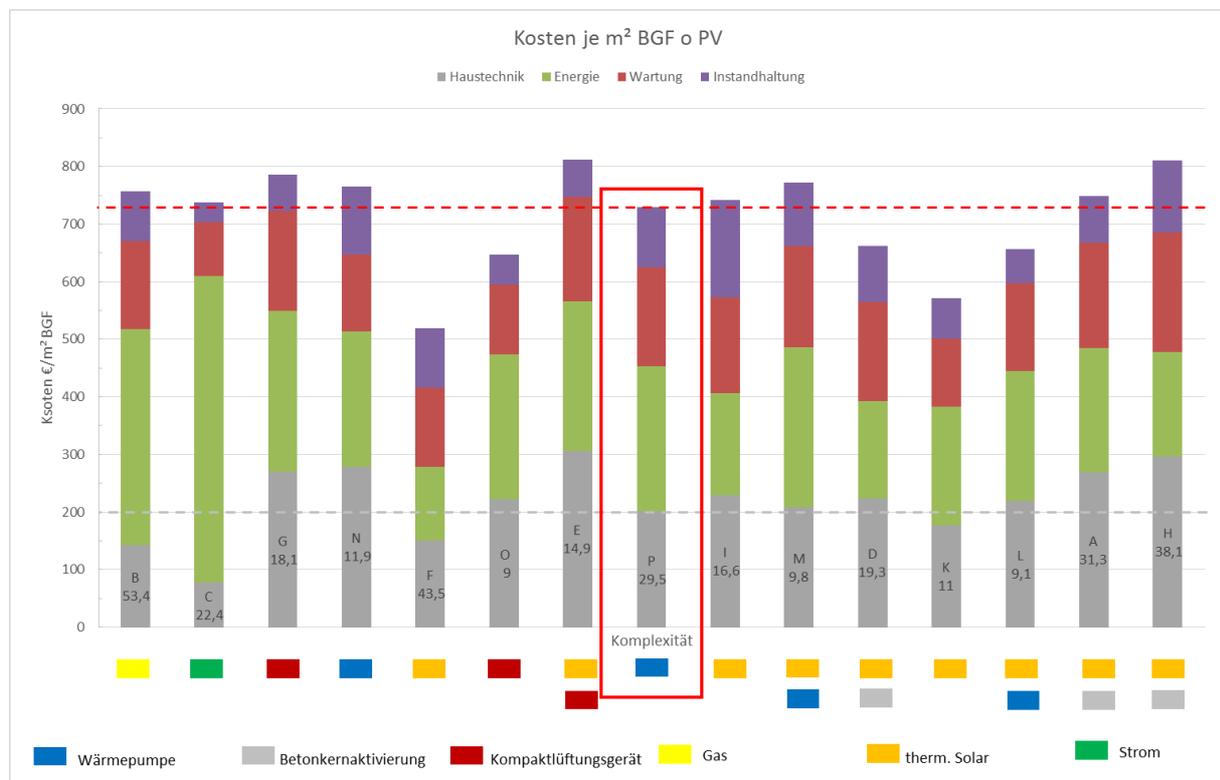


Abbildung 26: Objekte geordnet nach Komplexität; Folgekosten in 30 J. u. Investitionskosten [€/m² BGF]

Diese Abbildung zeigt, dass die Bandbreite der Abweichungen zum Vergleichsobjekt unter der Berücksichtigung der Investitionskosten kaum mehr als $\pm 100,-$ €/m² BGF beträgt.

Die Ausreißer dabei bilden die Objekte F und K, wobei das Projekt F mit 339 m² BGF ein vergleichsweise großes Objekt darstellt und die Investitionskosten auf die größere Fläche verteilt werden.

Das Projekt K hat daher nicht nur geringe Energiekosten sondern auch vergleichsweise geringe Investitionskosten.

Ableitend aus der Abbildung 26 bleibt anzumerken, dass die Investitionskosten der einzelnen Objekte in Kombination mit den Folgekosten ausgleichende Effekte hervorrufen, d.h. dass tendenziell Objekte mit hohen Folgekosten geringe Investitionskosten aufweisen, bzw. höhere Investitionskosten niedrigeren Folgekosten gegenüberstehen.



Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

4.2.1.2 Auswertung gewichtet nach dem Komfort der Haustechnik

Die Ansätze des LOW TECH sind auch im Hinblick auf den Komfortanspruch des Nutzers interessant, da die Anlagenkomponenten auch nach den Ansprüchen des Nutzers ausgewählt werden. Für den Einfluss des Komforts der haustechnischen Anlagen werden daher die Aspekte des Betreuungsaufwandes, der Nachlegeintervalle, etc. berücksichtigt.

Für die Bewertung hinsichtlich des Komforts der haustechnischen Anlagen wurde analog der Komplexität ebenfalls eine Bewertung in Anlehnung an das Schulnotensystem durchgeführt.

Dabei wurde der Komfort wie folgt bewertet:

1 ... geringster Betreuungsaufwand – sehr hoher Nutzerkomfort

5 ... hoher Betreuungsaufwand (täglich) – geringerer Nutzerkomfort

Wärmebereitstellung	Bewertung	Wärmeverteilung	Bewertung
Scheitholz-Zentralheizungskessel	4	Wandheizung Schwerkraft	1
Scheitholz-Zimmerofen wassergeführt	4	Wand-/FBH	1
Scheitholz-Zimmerofen luftgeführt	4	Betonkernaktivierung	1
Küchenherd wassergeführt	4	Lüftung	2
Pelletszimmerofen luftgeführt	1	Infrarotpaneele	1
Kompaktlüftungsgerät (WP)	1		
Sole-WP	1	Lüftungsanlage	
Luft-WP	1	Kompaktlüftungsgerät	1
WW-WP	1	kontrollierte Lüftung mit WRG	1
Gastherme	1	Luftaustausch mittels Thermokamin	1
		Klimaluken	2
Thermische Solaranlage			
nur WW-Bereitung	1		
teilsolare RH	1		
Betonkernaktivierung	1		

Tabelle 2: Übersicht der Bewertung zum Komfort

Für die Darstellung in der folgenden Abbildung wurden für das jeweilige Objekt die Punkte der verwendeten Anlagenkomponenten summiert.

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

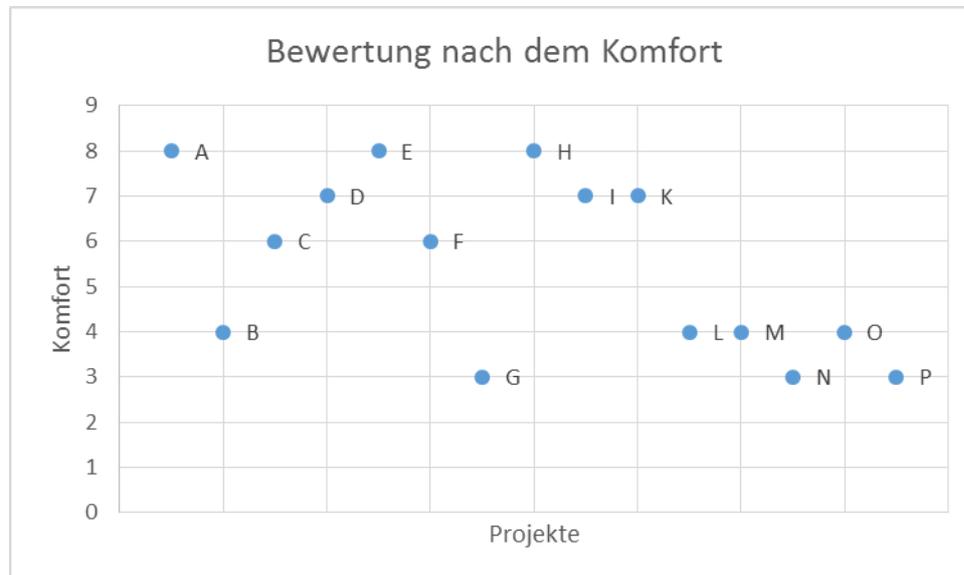


Abbildung 27: Objekte bewertet nach Komfort

In der oben dargestellten Grafik sind die Ergebnisse dargestellt. Objekte mit geringer Punktzahl sind komfortabler, benötigen weniger Betreuungsaufwand als Objekte mit höherer Punktzahl.

Die Objekte G, N u. P weisen dabei den größten Komfort auf, da diese wenig Betreuung benötigen. Das Objekt G hat ein Kompaktlüftungsgerät mit elektrischer Nachheizung, das Objekt N eine Sole-Wärmepumpe und das Objekt P (unser Vergleichsobjekt) hat eine Grundwasser-Wärmepumpe. Alle diese Objekte haben nur eine Wärmequelle für die Beheizung des Objektes.

Da der Luftaustausch in diesen Objekten automatisch erfolgt, sind außerdem keine Komforteinbußen für die Belüftung festzustellen.

Die Objekte A, E und H haben bei der Bewertung mit 8 Punkten, den geringsten Komfort.

Die Ausstattung für diese Objekte ist jedoch sehr vielfältig.

Wesentlich für die schlechte Bewertung des Komforts ist der Scheitholzessel bzw. Scheitholzofen, der ein hohes Maß an Tätigkeiten des Nutzers erfordert. Ansonsten weisen die Komponenten durchwegs sehr komfortable Systeme auf, ein Kompaktlüftungsgerät, eine kontrollierte Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung, thermische Solaranlagen und Betonkernaktivierung. Das Objekt C, das mit einer Infrarotpaneel-Heizung und mit einem gesetzten luftgeführten Heizeinsatz ausgestattet ist, muss ebenfalls Einschnitte im Komfort aufgrund des Scheitholzofens hinnehmen.

Ordnet man nun die Kosten der Objekte anhand der Ergebnisse für den Komfort, dann ergibt sich folgende Reihung.



Ihr Ansprechpartner
 DI Josef Wolfbeißer
 T. +43 676 352 33 43
 E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com



Abbildung 28: Objekte bewertet nach Komfort, jährliche Kosten

In dem Diagramm sind die Projektbuchstaben und der HWB in den einzelnen Säulen vermerkt, damit eine bessere Vergleichbarkeit der Objekte untereinander gewährleistet werden kann.

Das Vergleichsobjekt ist wiederum rot eingerahmt.

Wie in der

Abbildung 28 ersichtlich, sind die Objekte mit höherem Nutzerkomfort links und Objekte mit geringerem Nutzerkomfort rechts angeordnet.

Ein direkter Zusammenhang zw. Komfort und Kosten ist nicht ersichtlich. Auch ein direkter Zusammenhang zwischen Komfort und HWB ist nicht ersichtlich.



Ihr Ansprechpartner
 DI Josef Wolfbeißer
 T. +43 676 352 33 43
 E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

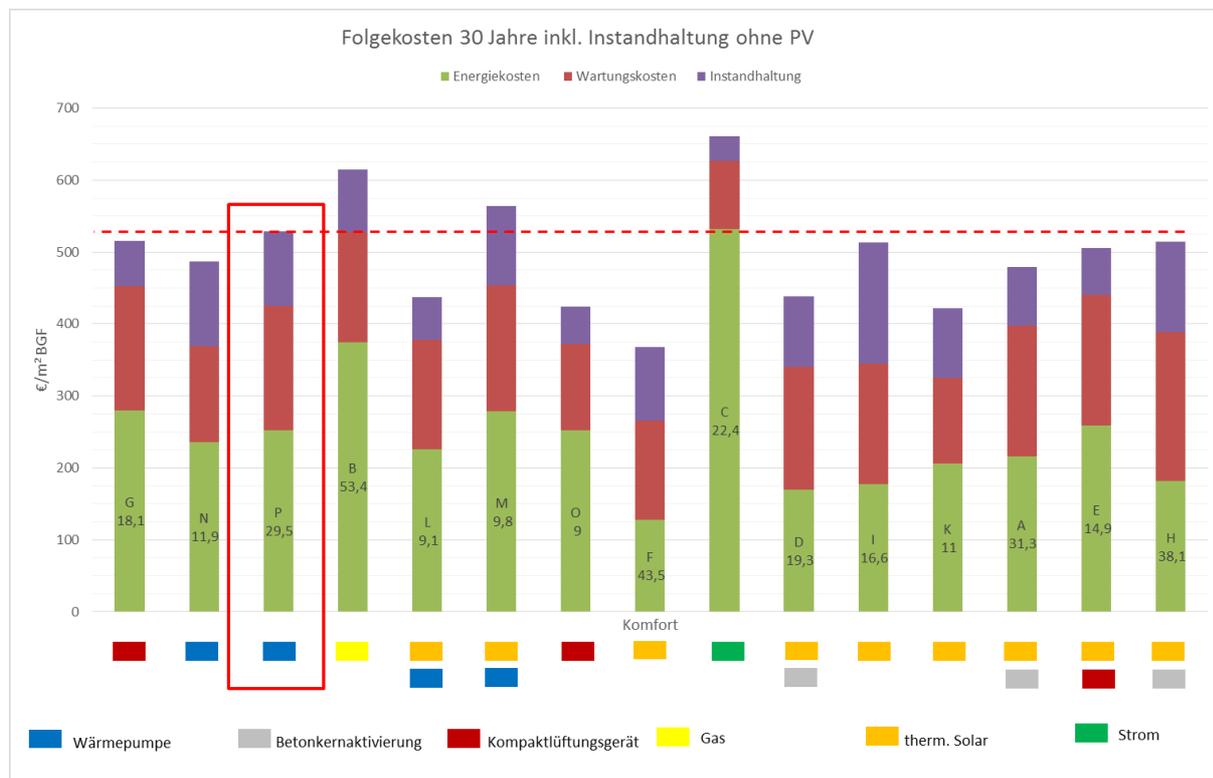


Abbildung 29: Objekte bewertet nach Komfort, Folgekosten in 30 Jahren

Wie schon in der Abbildung 28, bei den jährlichen Kosten, zeigt auch die Abbildung 29 keinen Trend der Folgekosten in Abhängigkeit zum Komfort. Die Folgekosten sind über die gesamte Komfortbandbreite sehr gleichverteilt, auch die beiden Objekte B und C mit der Gas- u. Stromheizung sind eher mittig gereiht und weisen daher auch keinen Komfortvorteil auf.

Aber auch die ganz links gereihten Objekte G mit dem Kompaktlüftungsgerät und das Objekt N bzw. unser Vergleichsobjekt P mit den Wärmepumpen als Hauptheizsystem zeigen, dass kein wesentlicher Kostenvorteil bei den komfortableren Beheizungsvarianten festzustellen ist.

Auch in der folgenden Grafik, in welcher die Folgekosten in 30 Jahren mit den Investitionskosten ergänzt werden, ist kein Trend im Kostenverlauf ersichtlich.



Ihr Ansprechpartner
 DI Josef Wolfbeißer
 T. +43 676 352 33 43
 E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

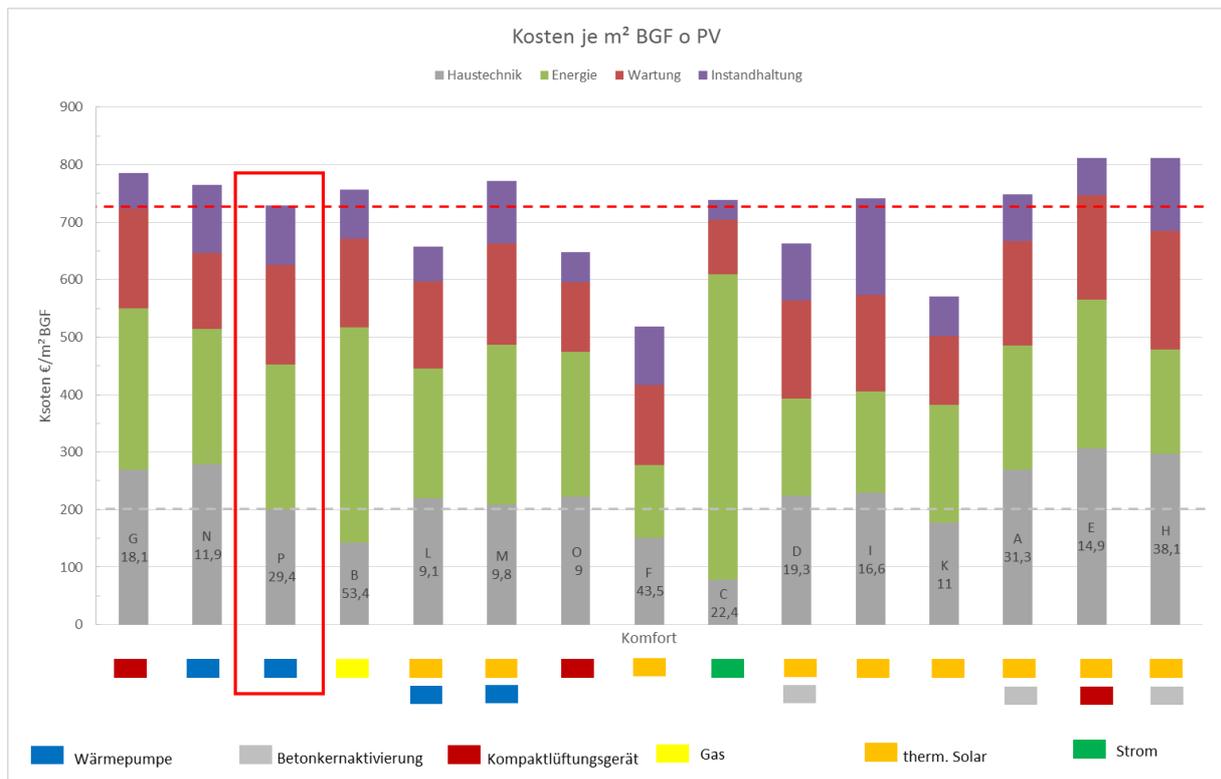


Abbildung 30: Objekte bewertet nach Komfort, Folgekosten in 30 J. u. Investitionskosten

Wie der Vergleich der Objekte zeigt, lassen höhere Investitionskosten auch bei dieser Reihung keinen Schluss zu, dass komfortablere Systeme teurer sind als weniger komfortable und umgekehrt.

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

4.2.1.3 Auswertung gewichtet nach Komplexität und Komfort der Haustechnik

Bei den beiden vorangegangenen Auswertungen wurde immer nur ein Bewertungskriterium für die Beurteilung dargestellt. In der folgenden Auswertung werden die beiden Kriterien Komplexität und Komfort als ein gemeinsames Kriterium ausgewertet. Dabei werden die Punkte der Einzelbewertungen gegenübergestellt. Da die beiden vorangegangenen Auswertungen immer nur ein Beurteilungskriterium dargestellt haben, wird im kommenden Abschnitt die Auswirkung in Kombination der Komplexität und Komfort dargestellt.

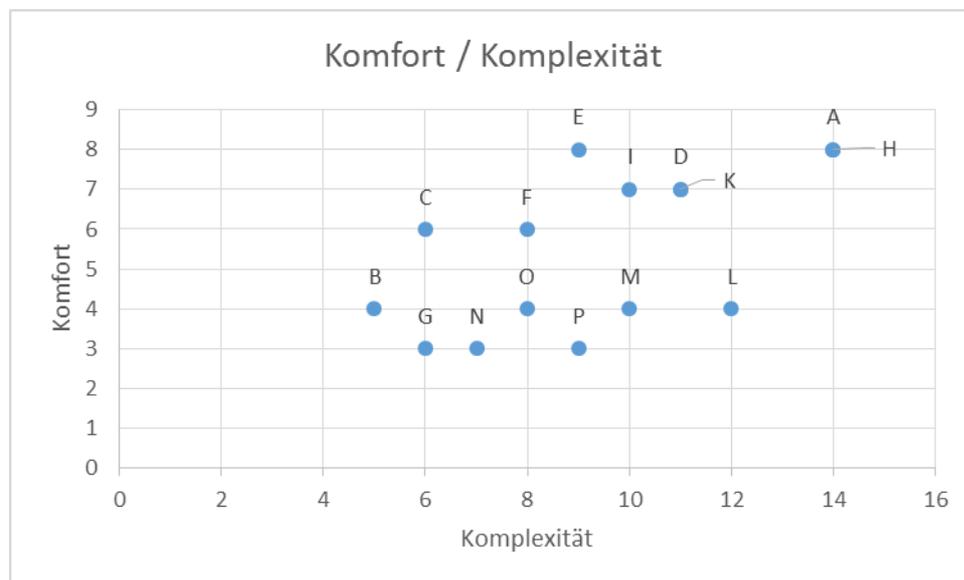


Abbildung 31: Komplexität über Komfort

In der Abbildung 31 sind die Objekte anhand beider Kriterien beurteilt und im Diagramm dargestellt. Einfache komfortable Systeme sind links unten und komplexere und weniger komfortable sind rechts oben eingeordnet. Auch in dieser Form der Darstellung ist das Projekt G mit dem Kompaktlüftungsgerät mit elektrischer Nachheizung und das Projekt B mit der Gasheizung am besten gereiht.

In der nachfolgenden Auswertung wurden die jeweiligen Punkte addiert und im Diagramm entsprechend der Punkteanzahl gereiht. Einfache und wenig komplexe Anlagen sind links und komplexere und weniger komfortable Systeme sind eher rechts angeordnet.



Ihr Ansprechpartner
 DI Josef Wolfbeißer
 T. +43 676 352 33 43
 E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com



Abbildung 32: Komplexität über Komfort, jährliche Kosten

In der Abbildung 32 sind die Objekte anhand ihres Komfort u. ihrer Komplexität dargestellt. Die Objekte mit einfacheren und komfortablen haustechnischen Systemen sind hier links dargestellt. Auffallend bei dieser Abbildung ist, dass alle Objekte mit thermischen Solaranlagen in der rechten Hälfte der Reihung liegen. Dies ist darauf zurück zu führen, dass die thermische Solaranlage immer nur in Kombination mit einem zweiten, oftmals biogenen Heizsystem installiert wird. Daher kommt einerseits die komplexere Ausführung, weil mehrere Systeme installiert werden, andererseits machen diese biogenen Systeme Eingriffe des Nutzers notwendig, auch wenn es nur Asche entsorgen ist. Ein eindeutiger Trend in den jährlichen Kosten der einzelnen Objekte ist nicht feststellbar.



Ihr Ansprechpartner
 DI Josef Wolfbeißer
 T. +43 676 352 33 43
 E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

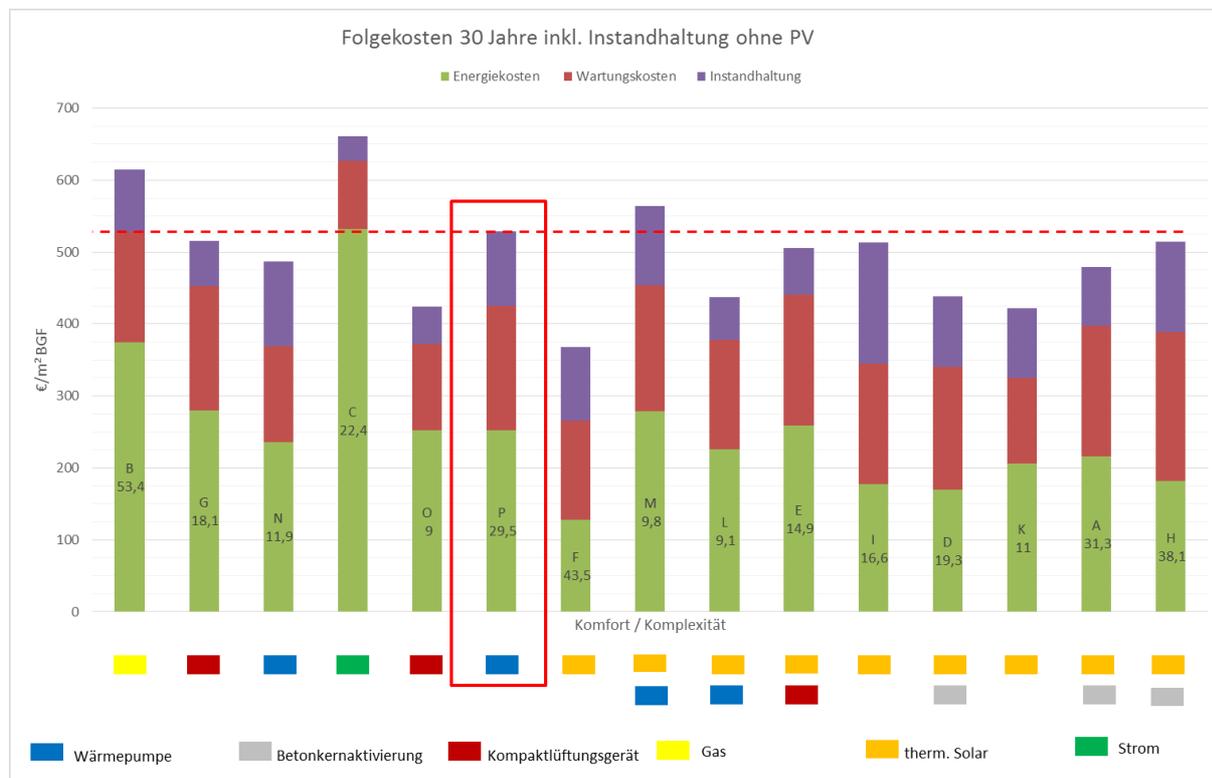


Abbildung 33: Komplexität über Komfort, Folgekosten 30 Jahre

Im oben dargestellten Diagramm wurden die Folgekosten in 30 Jahren und anfallenden Instandhaltungskosten geordnet nach Komfort und Komplexität dargestellt. Durch die zusätzlichen Instandhaltungskosten erfolgt wiederum ein Ausgleich der Kosten. Daher ist auch in dieser Darstellung kein Trend in den Kosten feststellbar, dass einfachere komfortablere Systeme kostengünstiger über die Laufzeit ausfallen.



Ihr Ansprechpartner
 DI Josef Wolfbeißer
 T. +43 676 352 33 43
 E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

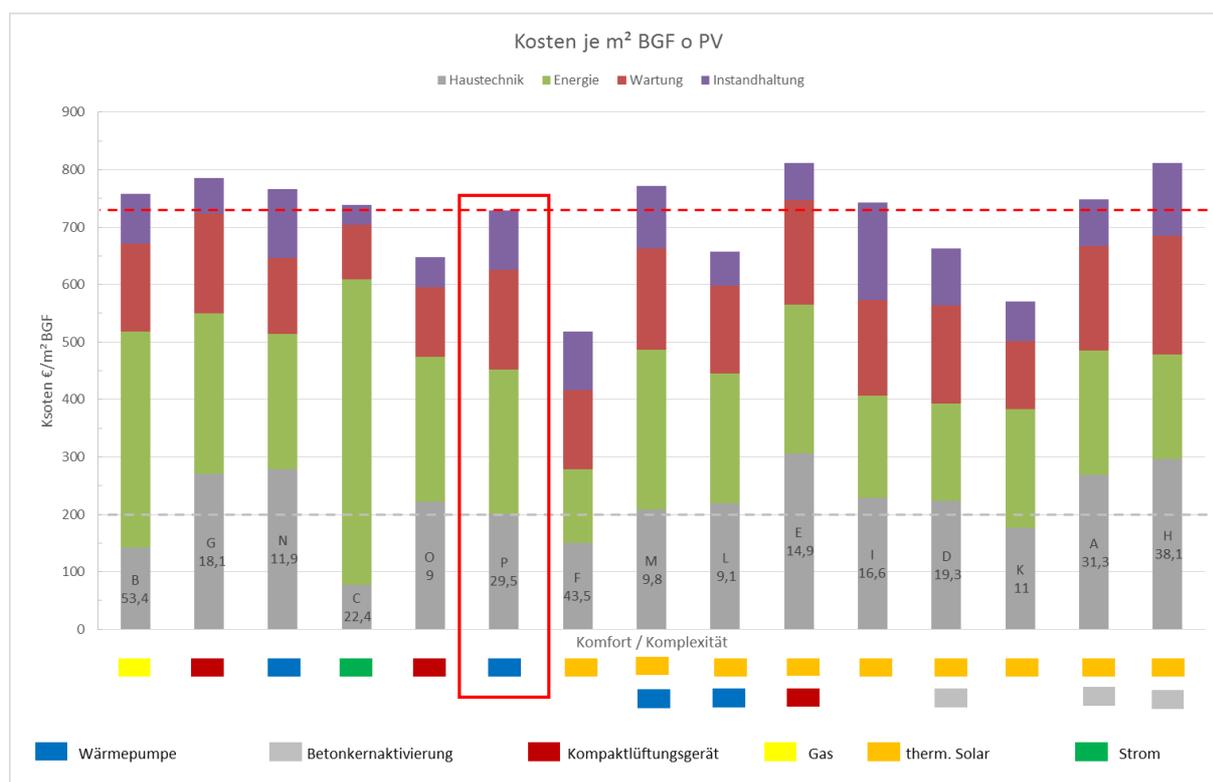


Abbildung 34: Komplexität über Komfort, Folgekosten in 30 J. u. Investitionskosten

Wie bereits bei der Einzelauswertung der Folgekosten und Instandhaltung nach der Komplexität und des Komforts kann auch bei Ergänzung der Haustechnikinstallationskosten hier kein Trend zu kostengünstigen einfachen und komfortablen Systemen aus der Darstellung abgeleitet werden.

4.3 Auswertung der Investitions- und Folgekosten

In der folgenden Grafik sind die Investitions- und Folgekosten kumuliert dargestellt.

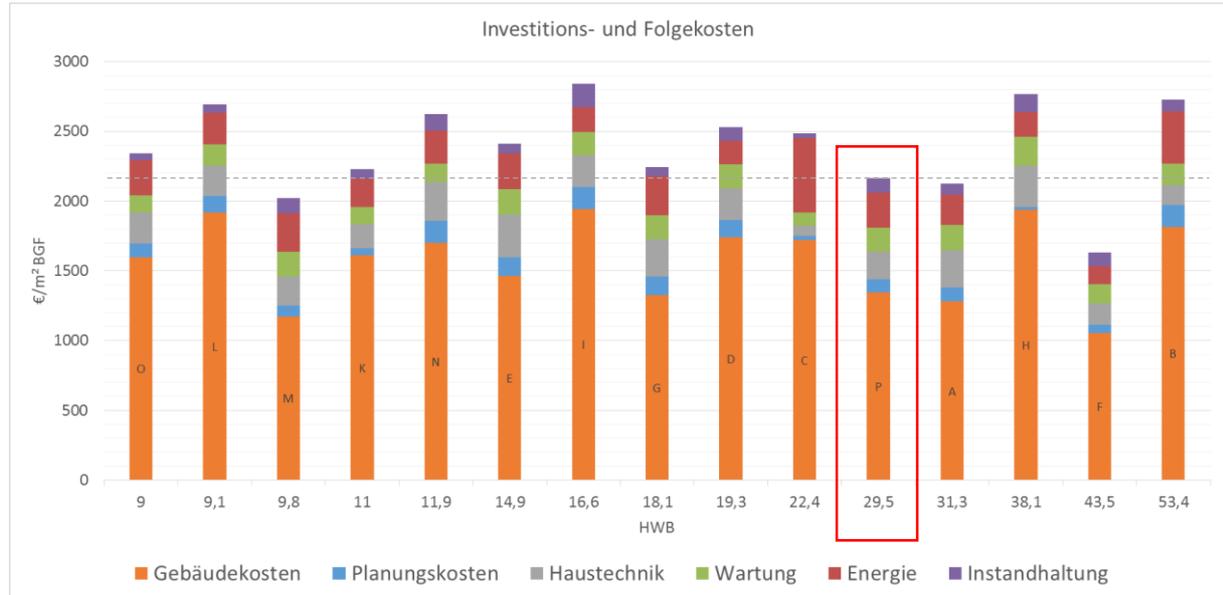


Abbildung 35: Übersicht der Investitions- u. Folgekosten, kumuliert, geordnet nach HWB

Die Abbildung 35 zeigt die kumulierten Investitions- und Folgekosten geordnet nach dem HWB.

Dabei zeigt sich, dass in Abhängigkeit des HWB kein Trend von Investitions- u. Folgekosten bei den betrachteten Objekten feststellbar ist.

In der Abbildung 36 werden die kumulierten Investitions- und Folgekosten nach der Komplexität gereiht. Objekte mit einfachen Systemen sind hier im Diagramm links abgebildet, Objekte mit komplexen Systemen rechts. Nach dieser Reihung zeigt sich ebenfalls kein Trend im Hinblick auf die geringeren Investitions- und Folgekosten bei Objekten mit einfacheren Systemen

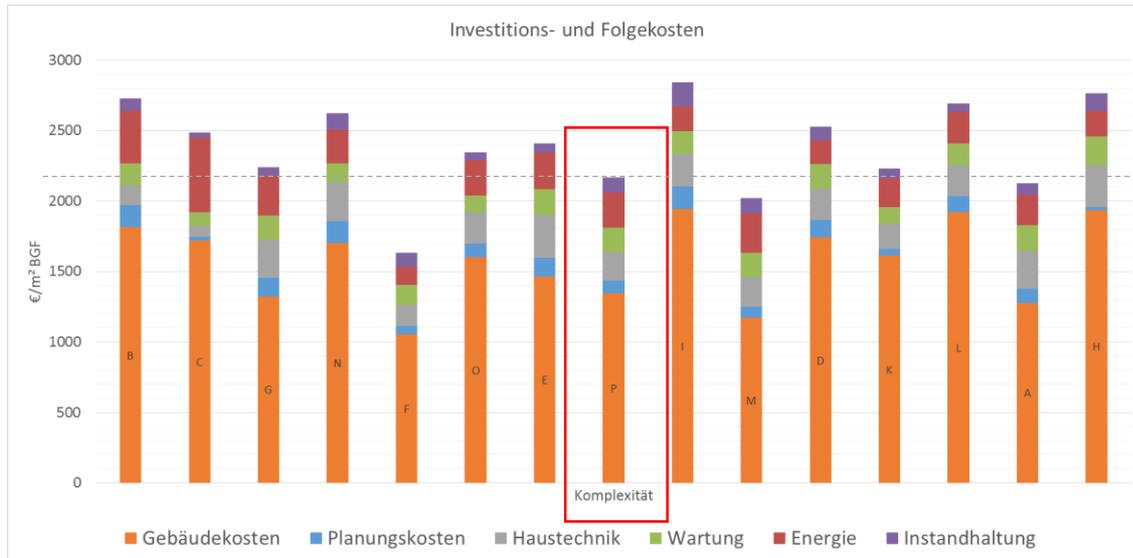


Abbildung 36: Übersicht der Investitions- u. Folgekosten, kumuliert, geordnet nach Komplexität

Werden die Objekte nach dem Komfort der Anlagen Ausführungen wie in Abbildung 37 gereiht, dann ergibt sich folgende Darstellung.

Auch bei dieser Reihung kann kein Trend der geringeren Investitions- und Folgekosten bei -Objekten mit höherem Anlagenkomfort (im Diagramm links angeordnet) bzw. höhere Kosten bei geringerem Anlagenkomfort (im Diagramm rechts angeordnet) festgestellt werden.

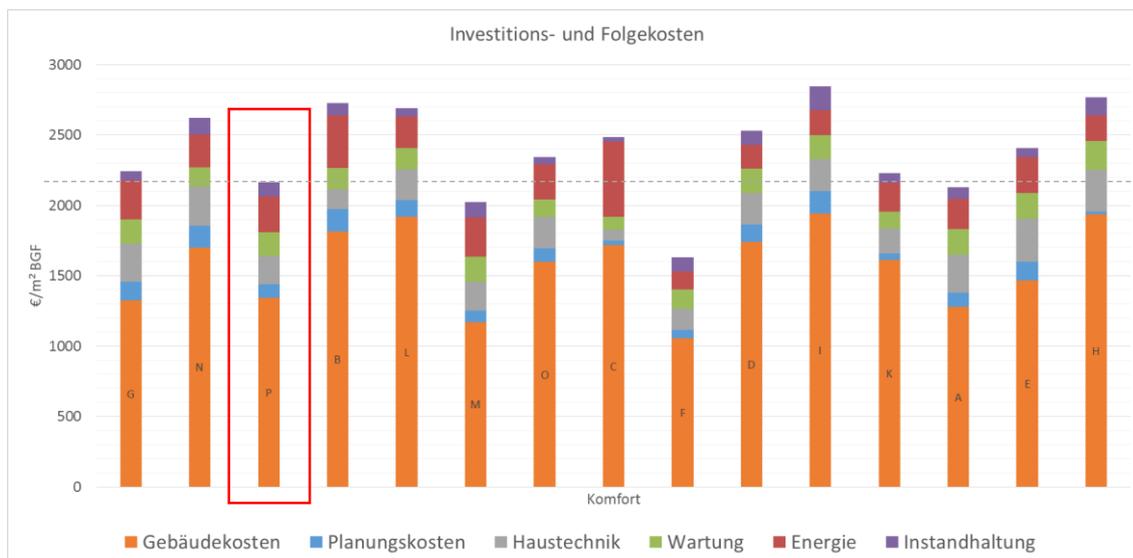


Abbildung 37: Übersicht der Investitions- u. Folgekosten, kumuliert, geordnet nach Komfort

Reiht man die Objekte anhand der Bewertung von Komfort und Komplexität, dann erhält man die Abbildung 38.

Wie auch schon bei den beiden letzten Abbildungen ist auch hier kein Trend hinsichtlich geringeren Investitions- und Folgekosten bei Objekten mit einfacheren Anlagen mit mehr Komfort (im Diagramm links angeordnet) und Objekte mit komplexeren, weniger komfortablen Ausführungen (im Diagramm rechts angeordnet) ersichtlich.

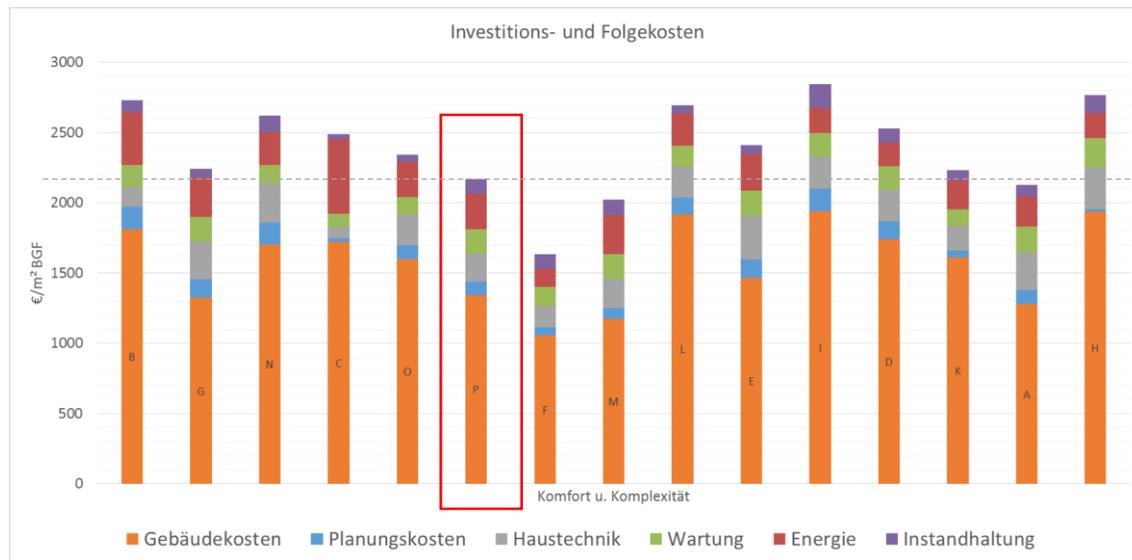


Abbildung 38: Übersicht der Investitions- u. Folgekosten, kumuliert, geordnet nach Komfort u. Komplexität

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Betrachtet man nun aber die Investitions- und Folgekosten separat, so ergibt sich folgende Abbildung.

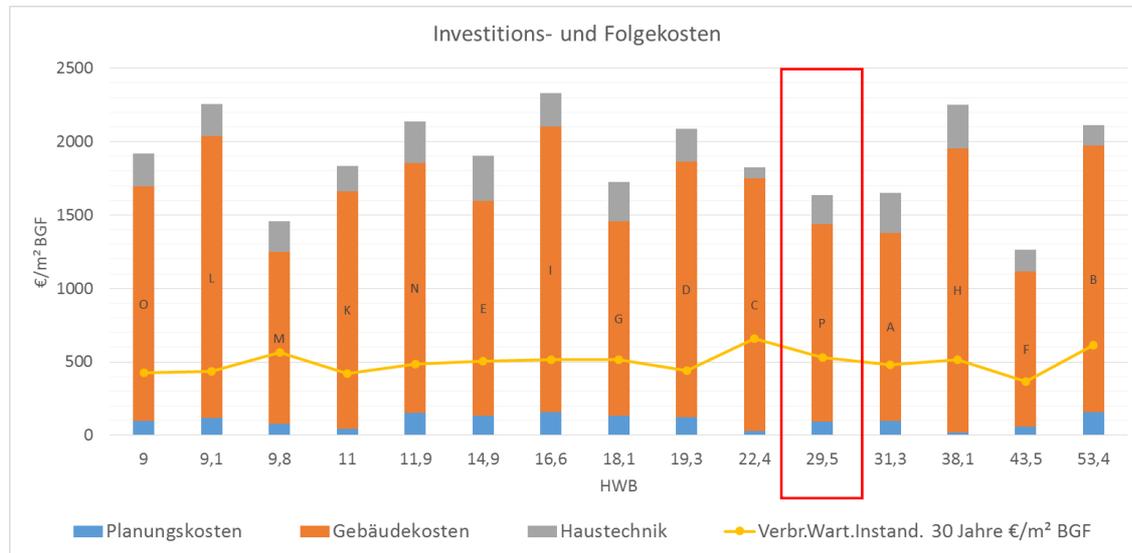


Abbildung 39: Übersicht der Investitions- und Folgekosten, separat

Betrachtet man die Investitionskosten und die Folgekosten der einzelnen Objekte, so sind die Folgekosten (Kosten aus Verbrauch, Wartung und Instandhaltung in 30 Jahren) relativ konstant und schwanken für die Mehrheit der Objekte im Bereich von 420 bis 610 €/m²BGF. Die größten Abweichungen zeigen die Objekte C mit der Stromheizung von ca. 660 €/m²BGF und das Objekt F mit der größten thermischen Solaranlage 375 €/m²BGF.

Das Verhältnis von Investitions- zu Folgekosten je m² BGF der Objekte liegt somit im Bereich zw. 3:1 bis 4:1.

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Ordnet man die einzelnen Objekte nach den Errichtungskosten des Gebäudes, so ergibt sich folgende Abbildung.

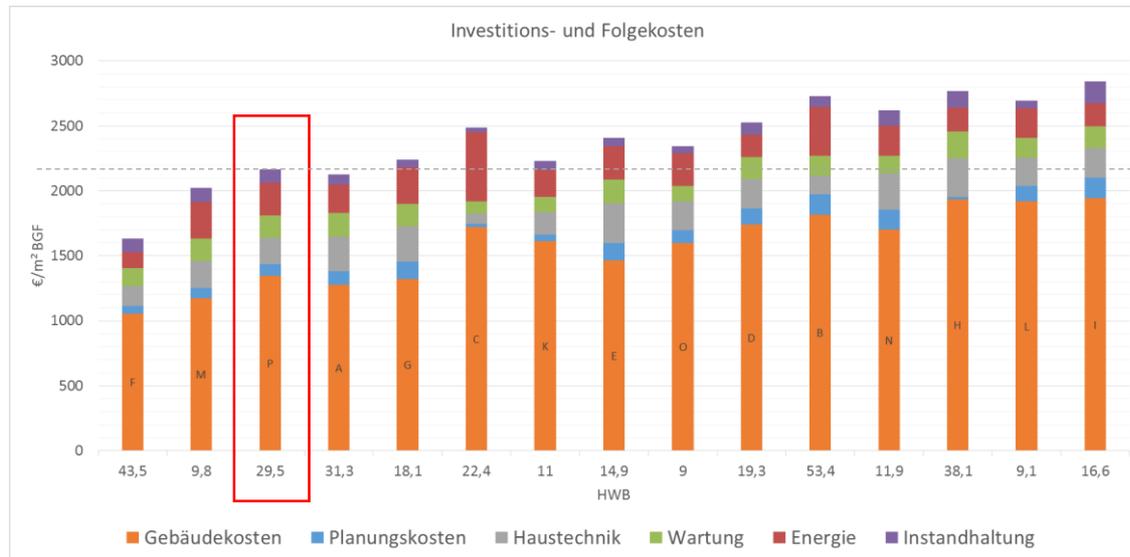


Abbildung 40: Übersicht der Investitions- u. Folgekosten, kumuliert, geordnet nach Errichtungskosten

In der oben dargestellten Abbildung 40 wurden die kumulierten Investitions- und Folgekosten geordnet nach den Errichtungskosten dargestellt (Gebäude-, Planungs- u. Haustechnikkosten).

Dabei ist ersichtlich, dass sich die Summe aus Investitions- und Folgekosten bis auf wenige Ausnahmen am Verlauf der Gebäudekosten orientieren.

Jedoch muss angemerkt werden, dass das Vergleichsobjekt P keine Integrale Planung erhalten hat und das Objekt F mit 332 m² die größte Bruttogeschosßfläche aufweist.

Die Objekte M, A und G haben ähnliche Errichtungskosten. Wobei die Kosten für das Objekt M bei einer Energiekennzahl von 9,8 kWh/m²a sehr gut ausfallen.

Dies ist vor allem damit begründbar, dass durch die Aufstellung eines sehr strengen Kostenplanes die Kosten eingehalten und die Baumaterialien entsprechend ausgewählt wurden. Das Objekt M ist dabei nur geringfügig größer als das Vergleichsobjekt P.

Die haustechnische Ausstattung beschränkt sich auf eine Grundwasser-Wärmepumpe mit Fußbodenheizung und eine thermische Solaranlage mit 9 m².

Auf einen Lehmputz wurde aus Kostengründen verzichtet und der Leichtbau daher raumseitig nur mit Gipsplatten verplankt.

Im Vergleich dazu hat das Objekt A eine 28 m² große thermische Solaranlage, jedoch mit 31,3 kWh/m²a auch einen höheren Heizwärmebedarf. Der höhere notwendige Heizwärmebedarf wird daher auch mit einer größeren thermischen Solaranlage gedeckt und über eine Betonkernaktivierung in der Zwischendecke und der Fundamentplatte dem Gebäude zugeführt.

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Der Restbedarf wird über einen Scheitholzofen im Wohnzimmer bereitgestellt.

Außerdem wurde mit dem Lehmputz sehr viel Speichermasse in das Objekt eingebracht, welches eigentlich in Leichtbauweise konzipiert wurde.

Ähnliche Errichtungskosten weist auch noch das Objekt G auf.

Bei diesem Objekt wurde nur die eine erdanliegende Außenwand massiv ausgeführt, ansonsten sind die Wände in Holzmassivbauweise errichtet.

Um eine entsprechende Dämmeigenschaft zu erreichen, wurden die fassadenseitig angebrachten Stegträger mit Zellulose ausgeblasen. Die Energiekennzahl ist mit 18,1 kWh/m²a geringer als das Vergleichsobjekt und das Objekt A.

Die Beheizung und Belüftung erfolgt mit einem Kompaktlüftungsgerät. Ansonsten gibt es keine haustechnische Anlagenkomponenten.

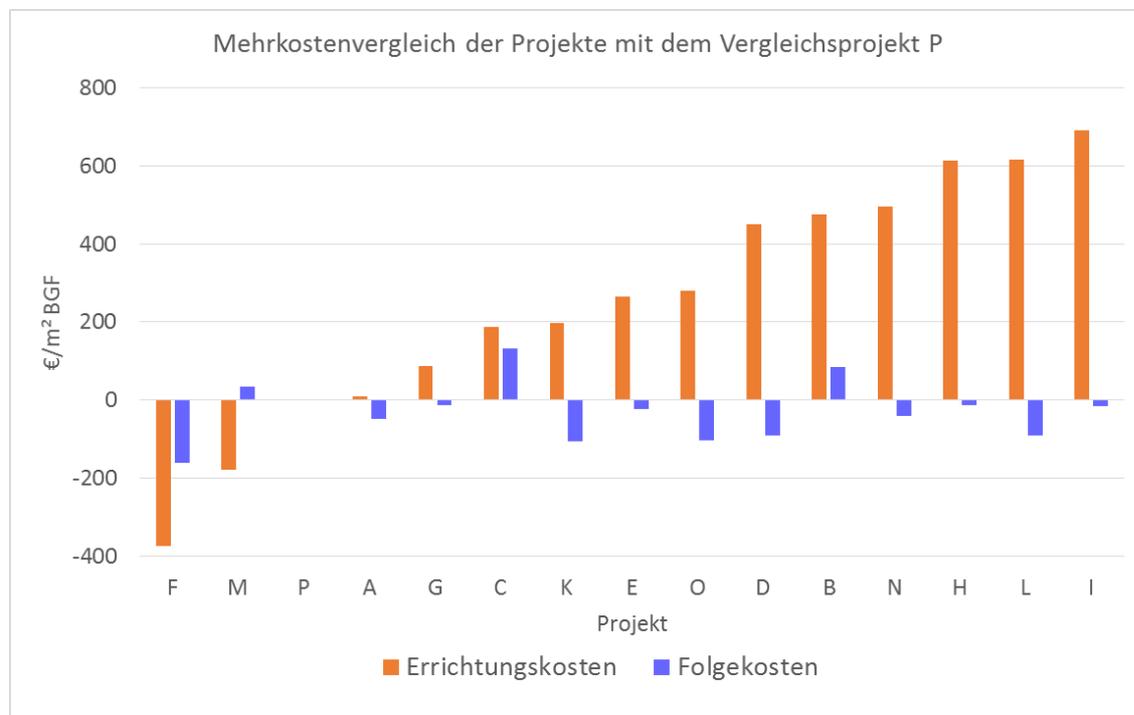


Abbildung 41: Übersicht der Mehrkosten zum Vergleichsobjekt P, geordnet nach Errichtungskosten

In der Abbildung 41 sind die Mehr- bzw. Minderkosten je m² BGF der einzelnen Objekte im Vergleich zum Vergleichsobjekt P dargestellt.

Dabei zeigt sich, dass die Folgekosten (Wartung, Energie und Instandhaltung) je m² BGF eine wesentlich geringere Schwankungsbreite -160 bis +133 €/m² BGF aufweisen als die Errichtungskosten, von -393 bis +692 €/m² BGF.

Wie die Abbildung 41 zeigt, werden die höheren Errichtungskosten der Objekte nicht durch die Einsparungen der Folgekosten kompensiert.

Auffallend bei den Folgekosten ist, dass nur 3 Objekte höhere Folgekosten aufweisen als das Vergleichsobjekt P. Diese drei Objekte M, C und B sind hauptsächlich mit Strom und Gas beheizt.

Das Objekt M wird mit einer Grundwasser-Wärmepumpe und mittels Fußbodenheizung beheizt. Die thermische Solaranlage dient primär zur Warmwasser-



Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

bereitung. Der Luftaustausch erfolgt mittels einer kontrollierten Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung.

Die marginal höheren Wartungs- und Instandhaltungskosten für die beiden Brunnen, der Wärme- und Wasserpumpe sowie den geringfügig höheren Energiekosten sind die Folgekosten auch nur wenig höher als die der haustechnischen Ausrüstung im Vergleichsobjekt P.

Im Objekt C werden alle haustechnischen Anlagen mit elektr. Strom betrieben (Infrarotpaneele, Durchlauferhitzer, kontrollierte Wohnraumlüftungsanlage). Die Wartungs- und Instandhaltungskosten sind zwar geringer als beim Vergleichsobjekt, die Energiekosten sind jedoch ca. doppelt so hoch.

Das Objekt B wird mit einer bereits vorhandenen Gas-Brennwerttherme über Fußboden- und Wandheizung beheizt.

Da keine alternative Warmwasserbereitung vorhanden ist, übernimmt die Gastherme auch die ganzjährige Warmwasserbereitung.

Im Objekt B sind die Wartungs- und Instandhaltungskosten für die haustechnische Ausstattung geringer als im Vergleichsobjekt, die Energiekosten sind aber wesentlich höher und daher ergeben sich auch diese Mehrkosten der Folgekosten.

Sämtliche andere Objekte weisen geringere Folgekosten auf. Auffallend dabei ist, dass bei den Objekten mit thermischen Solaranlagen sowie den Objekten G und O, mit Kompaktlüftungsgeräten die Folgekosten geringer sind.

Bei den Errichtungskosten ist wie bereits erwähnt die Schwankungsbreite größer. Dies ist einerseits auf die unterschiedlichen Gebäudegrößen zurück zu führen, da größere Objekte üblicherweise geringere spezifische Baukosten aufweisen als kleinere Objekte. Die Objekte F und M sind Objekte mit größerer Bruttogeschoßfläche als das Vergleichsobjekt und die Objekte B, H und N sind Objekte mit geringerer Bruttogeschoßfläche als das Vergleichsobjekt.

Die Objekte H, L und I weisen außerdem vergleichsweise hohe spezifische Gebäudekosten auf.

Zusätzlich dazu ist das Objekt I bzgl. seiner geographischen Lage das westlichste der Objekte und besitzt mit dem lüfterlosen Lüftungssystem auch ein besonderes Lüftungssystem.

Zusätzlich haben länderspezifische Anforderungen, Dämmstandards sowie die Umsetzung spezifischer Kundenanforderungen, sowie die Auswahl der verwendeten Baumaterialien einen wesentlichen Einfluss auf die Errichtungskosten.

4.4 Zusammenfassung Ein- u. Mehrfamilienhäuser

Anhand der gewählten Beurteilungskriterien konnte kein Zusammenhang von Komplexität und Komfort der einzelnen Objekte mit den jeweiligen jährlichen Betriebs- und Folgekosten in 30 Jahren nachgewiesen werden.

Um jedoch gesicherte Aussagen treffen zu können, müsste die Anzahl der untersuchten Objekte wesentlich erhöht werden.

Erkennbar ist aber, dass

- die jährlichen Kosten tendenziell geringer ausfallen als beim Vergleichsobjekt,
- großteils geringere Folgekosten bezüglich Wartungs- u. Instandhaltungskosten als beim Vergleichsobjekt auftreten,
- die Investitionskosten tendenziell höher sind als beim Vergleichsobjekt,
- die Investitionskosten in Kombination mit den Folgekosten ausgleichende Effekte hervorrufen, d.h. Gebäude mit höheren Investitionskosten niedrigere Folgekosten aufweisen und Objekte mit geringeren Investitionskosten höhere Folgekosten gegenüberstehen,
- sich die Summe aus Investitions- und Folgekosten bis auf wenige Ausnahmen am Verlauf der Gebäudekosten orientieren,
- das Verhältnis von Investitions- zu Folgekosten je m² BGF im Bereich von 3:1 bis 4:1 liegt,
- in Abhängigkeit des HWB kein Trend von Investitions- und Folgekosten feststellbar ist.

Wesentlich ist aber, dass die höheren Errichtungskosten der Objekte durch die Einsparungen bei den Folgekosten nicht kompensiert werden können.

Bei den in der Studie betrachteten Objekten zeigt sich außerdem, dass gerade jene Objekte, die mit einer thermischen Solaranlage ausgestattet sind, unabhängig davon ob diese nur für die Warmwasserbereitung oder auch für die Beheizung des Objektes dimensioniert wurde, geringere Folgekosten als beim Vergleichsobjekt anfallen.

Weiters können sich durch Optimierungen im laufenden Betrieb, durch Korrekturen von Temperaturniveaus, Ein- und Ausschaltpunkten sowie Heizkurven noch zusätzliche Einsparungen und damit Kostenvorteile ergeben.

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

5 Geschosswohnbau

Auch für den Geschosswohnbau wurden keine dem LOW TECH-Begriff direkt entsprechenden Gebäude gefunden. Daher wurden für die Betrachtung des Geschosswohnbaues auch keine eigenen Erhebungen durchgeführt sondern die in der Vergangenheit durchgeführten Studien zu Errichtungs- und Folgekosten im Geschosswohnbau für unsere Analyse verwendet.

Diese Befragungen bzw. Erhebungen wurden von e7 Energie Markt Analyse GmbH und dem Österreichischen Verband gemeinnütziger Bauvereinigungen und dem Energieinstitut Vorarlberg durchgeführt.

Für diese Studien wurden Kostenunterschiede unterschiedlicher Bauweisen für Passivhaus- und Niedrig-Energiehaus-Qualitätsstandards erhoben und miteinander verglichen.

Die Studie von e7 Energie Markt Analyse GmbH von Hr. Walter Hüttler „InnoCost - Kostenoptimale Gebäudestandards für großvolumige Wohngebäude“ und die Studie des österreichischen Verbands gemeinnütziger Bauvereinigungen mit dem Titel „Energieeffizienz und Wirtschaftlichkeit“ von Frau Eva Bauer, erwiesen sich hierbei als besonders nützlich.

Insgesamt wurden in beiden Studien mehr als 430 Objekte mit mehr als 18.900 Wohneinheiten hinsichtlich der Kosten analysiert. Die Heizwärmebedarfe reichten dabei von 9 bis 160 kWh/m².a. Die Objekte waren über ganz Österreich verstreut.

Im oben beschriebenen Projekt „InnoCost“ von der Firma e7 – Energie Markt Analyse GmbH wurden rund 128 Objekte mit 6.724 Wohneinheiten analysiert.

Dabei wurden 50 Sanierungen und 78 Neubauten mit einem HWB kleiner 50 kWh/m².a in ganz Österreich betrachtet.

Für die Auswertung der Baukosten bezogen auf die NFL wurden die Gesamtbaukosten ohne Garage und Aufzug wohnungsbereinigt in der folgenden Abbildung dargestellt.

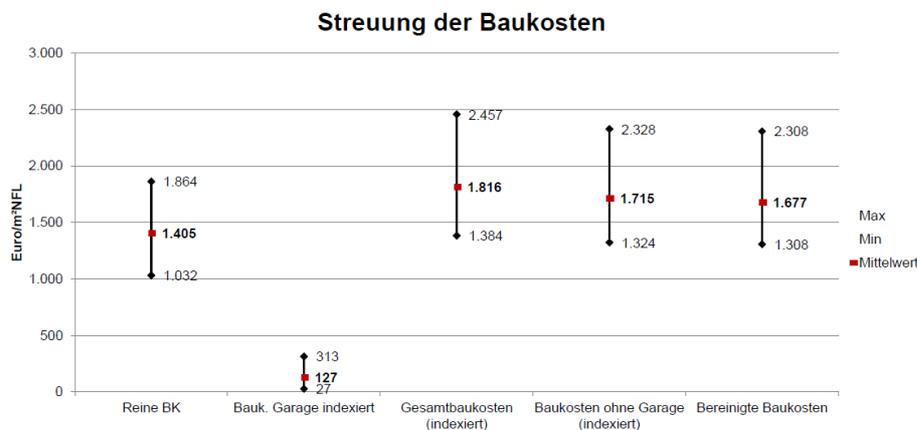


Abbildung 42: Streuung der Baukosten im MFH-Objekten¹⁰

Die Grafik zeigt die Bandbreiten der Baukosten bezogen auf die Nutzfläche

¹⁰ Vortrag Walter Hüttel, e7, Was ist machbar – Was ist leistbar, Vortrag 24.06.2013

In der oben genannten Studie von e7 zeigte sich, dass die indexierten Gesamtbaukosten bei 44 Neubauobjekten sich wie folgt verteilen.

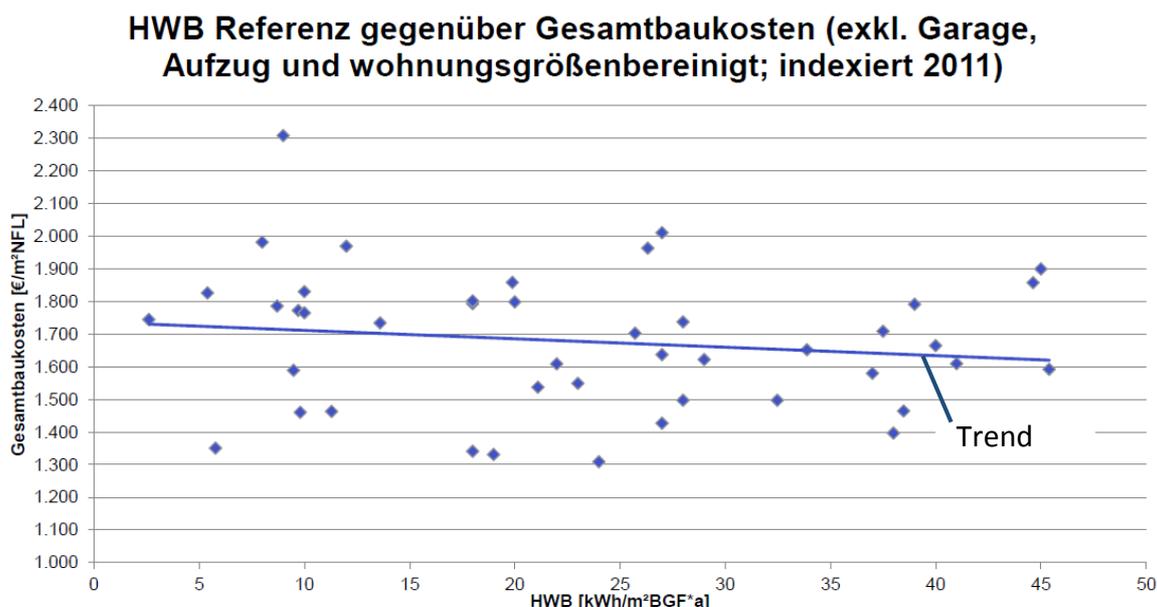


Abbildung 43¹¹: Gesamtbaukosten zu spezifischer Heizwärmebedarf für MFH

In der Abbildung 43 wurden aus der Studie 44 Neubauten mit ihren bereinigten Gesamtbaukosten gegenübergestellt. Auffallend dabei ist, dass die Baukosten von 1.300 €/m²NFL bis zu 2.000€/m² NFL schwanken und das eigentlich unabhängig vom HWB.

Die eingezeichnete Trendlinie zeigt jedoch, dass die Gesamtbaukosten von 5 bis 45 kWh/m²a tendenziell um durchschnittlich 110 €/m²NFL abnehmen.

Dabei kann man zusammenfassend anmerken, dass Niedrigstenergie- und Passivhäuser in der Praxis auch einen geringeren Heizenergieverbrauch als Niedrigenergiegebäude aufweisen.

Wie in der Abbildung 43 ersichtlich ist, sind Niedrigstenergie- und Passivhäuser tendenziell teurer als Niedrigenergiegebäude.

Die oben genannten Studien von e7 und dem Verband gemeinnütziger Bauvereinigungen, sowie dem Energieinstitut Vorarlberg kommen auch zum Ergebnis, dass eine größere Anzahl an Objekten notwendig ist, um verlässliche Daten zu bekommen und fundierte Aussagen treffen zu können.

Weiters werden die erhöhten Kosten des Passivhausstandards gegenüber Gebäuden mit Niedrigenergiestatus, durchschnittlich nicht durch geringere Betriebskosten kompensiert.

Wie bereits bei den Einfamilienhäusern könnten diese erhöhten Aufwendungen für den Bau in Passivhausqualität durch entsprechende Förderungen abgedeckt werden, dann würden die laufenden geringeren Betriebskosten einen Kostenvorteil gegenüber der Niedrigenergiegebäude darstellen.

¹¹ Quelle: Projekt InnoCost, e7, Hr. Hüttler, Vortrag 16. 04.2013



Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Weiters bieten Betriebsoptimierungen und die Optimierung der laufenden Kosten (=Wartungskosten) entsprechendes Einsparungspotentials.¹²

Daher ist es auch im Geschoßwohnbau unerlässlich, sich mit der Integralen Planung zu beschäftigen um entsprechende Optimierungsmaßnahmen im Sinne des Nutzers umsetzen zu können.

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

¹² Quelle: Projekt InnoCost, e7, Hr. Hüttler, Vortrag 16. 04.2013

6 Zusammenfassung der Ergebnisse

Für das Projekt „Leistbares Wohnen - LOW TECH Building = LOW COST Building?“ wurde das LOW TECH Building dahingehend definiert, dass nicht nur die technischen Komponenten sondern auch die Anforderungen der Nutzer in der Planung berücksichtigt werden müssen und sich daher folgende Definition ergibt:

Das LOW TECH Building ist ein Gebäude, welches mit interdisziplinär geplantem Einsatz von minimaler Haustechnik die Anforderungen der Nutzer und deren Komfortbedürfnis erfüllt, und wo gleichzeitig eine entsprechend hohe energetische Performance des Gebäudes erreicht wird.

Für die Praxis bedeutet das, dass in einem Gebäude, welches interdisziplinär geplant wurde, die einzelnen Bauteile und Baustoffe Funktionen bekommen, welche die Haustechnik unterstützen bzw. ergänzen, z.B. in dem Dachüberstände eingeplant werden, damit keine zusätzlichen Beschattungen für die Fenster notwendig werden; schwere Putze als Speichermasse gegen die sommerliche Überwärmung eingesetzt werden; etc..

Denn nur durch das Zusammenspiel von Gebäude und angepasster Haustechnik kann der Einsatz von haustechnischen Komponenten minimiert und entsprechend gesteuert und geregelt werden. Unnötige Störgrößen (zu hohe passive Solarerträge und innere Lasten) führen dazu, dass die Haustechnik Mängel aus der Planung ausgleichen muss und dadurch der Einsatz sonst nicht notwendiger Gerätschaften (z.B. Klimaanlage) vom Nutzer gefordert wird.

Im Hinblick auf die **erhobenen Kosten von interdisziplinär geplanten LOW TECH Wohngebäuden** im Kapitel 4 zeigt sich, dass im Vergleich zu **konventionell geplanten** Objekten

- die **jährlichen Kosten tendenziell geringer** ausfallen,
- **größtenteils geringere Folgekosten** bei Wartung u. Instandhaltung anfallen,
- jedoch die **Investitionskosten tendenziell höher** sind,
- die **Investitionskosten** in Kombination mit den **Folgekosten ausgleichende Effekte hervorrufen**, d.h. Gebäude mit höheren Investitionskosten tendenziell niedrigere Folgekosten aufweisen,
- sich die **Summe aus Investitions- und Folgekosten** bis auf wenige Ausnahmen am **Verlauf der Gebäudekosten orientieren**,
- das **Verhältnis von Investitions- zu Folgekosten** je m² BGF im Bereich von **3:1 bis 4:1** liegt,
- in Abhängigkeit des HWB **kein Trend von Investitions- und Folgekosten feststellbar** ist.



Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Wesentlich ist aber, dass die **Mehrinvestitionen für die Errichtung** der Objekte als **LOW TECH Buildings** im Passivhaus- oder Niedrigstenergie-Gebäudestandard und der entsprechend abgestimmten Haustechnik **nicht durch Einsparungen im jährlichen Betrieb** und den **geringeren Folgekosten** in 30 Jahren **kompensiert werden können**.

Diese Aussage deckt sich **grundlegend auch** mit den Ergebnissen der Untersuchungen **im Geschoßwohnbau**.

LOW TECH Buildings zeichnen sich **besonders** durch die **Integrale Planung** des Objektes aus. Die **Mehrinvestitionen** werden aber durch ein, wie die **Nutzer** in der Befragung **bestätigt** haben, **ausgezeichnetes** und **komfortables ganzjähriges Wohnklima kompensiert**, welches sich **monetär nicht bewerten lässt**.

Entsprechend **angepasste Wohnbauförderungen** könnten diese **Mehrkosten bei den Investitionen** jedoch **abfedern**, damit der Bauherr in den Genuss der **geringeren jährlichen Betriebs- und Folgekosten** kommen kann.

Die Antworten bei den Nutzerbefragungen zeigen zum einen, dass die Nutzer Großteils mit sehr konkreten Vorstellungen in die Gespräche mit den Planern gehen, zum anderen jedoch in Detailfragen die Unterstützung der Planer dringend benötigen.

Daher sind gerade die Herangehensweisen des Planers und dessen Know-How in Bezug auf das Gebäude und die Haustechnik besonders wichtig.

Diese Planungsphase zur Haustechnik ist für das entsprechende Objekt wichtig, da hier die Entscheidungen zum Energie- und Lüftungskonzept getroffen werden, die für die spätere Ausführung wesentlich sind.

Möglichkeiten für diverse haustechnische Ausführungen können hier geschaffen aber auch verbaut werden. In Kombination mit der Auswahl der geeigneten Bauweise und Baumaterialien kann das geplante Objekt so ein integral oder konventionell geplantes Objekt werden.

Die Vorteile eines integral geplanten Objektes liegen in der von Beginn an durchdachten Planung und entsprechenden Ausführung des Gebäudes sowie der angepassten Haustechnik an das zuvor definierte Energie- und Lüftungskonzept. Der durchdachte Einsatz von Speichermassen, Beschattungen und die Verwendung von raumluftheregulierender Baustoffe, z.B. Lehmputze für den Feuchtigkeitsausgleich, tragen wesentlich zu einem angenehmen Wohnklima bei.

Daher wird es immer wichtiger, dass Erfahrungen aus der praktischen Ausführung und der Betriebsweise der haustechnischen Komponenten in die Planungsphase mit einfließen.

Aus den gewonnen Erkenntnissen der Nutzer und Planer wurde ein Leitfaden erstellt, welcher die Nutzer bei der Integralen Planung des Gebäudes unterstützen soll. Der Leitfaden ist im Anhang im Kapitel 9 ersichtlich.

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

7 Literaturverzeichnis

IG Passivhaus: Checkliste Passivhaus. 1999

Dr. Alfred Radstädter: Energieeffiziente Gebäudetechnik im Passivhaus, 2010

Schöberl, Helmut; Hofer R.: Betriebskosten- und Wartungskostenvergleich zwischen Passivhäusern und Niedrigenergiehäusern 2012

Lang, Christoph, et al.: Forschungsbericht Handbuch für Einfamilien-Passivhäuser in Massivbauweise 2009

Schöberl, Helmut (2013): Kostengünstige mehrgeschossige Passivwohnhäuser. Kosten, Technik, Lösungen, Nutzererfahrungen.

Institut, Passivhaus (2014): Nutzerhandbuch für Passivhäuser Teil 1 - Konstruktionshandbuch für Passivhäuser. Passivhaus Institut. Online verfügbar unter http://www.passiv.de/de/05_service/03_fachliteratur/030300_nutzerhandbuch/030300_nutzerhandbuch.htm, zuletzt aktualisiert am 25.08.2014, zuletzt geprüft am 26.08.2014.

Schöberl, Helmut: Kosten und Nutzen energieeffizienter und ökologischer Gebäude, 2010.

Rohracher Harald; Kukowetz Brigitte et al.: Akzeptanzverbesserung bei Niedrigenergiehaus-Komponenten, 2001

Solarlux: Low-Tech statt High Tech. In: *GEB-Info.de*(02/2012), 2012

DI Günter Wehinger (2014): 10 Jahre LOW TECH Passivhaus in Tirol. Online verfügbar unter <http://www.ziegel.at/de/newsdetails/62>, zuletzt aktualisiert am 27.08.2014, zuletzt geprüft am 27.08.2014.

DI Streicher Wolfgang: Das energieeffiziente LOW TECH Haus 2011 (6/11-Nr. 139),2011

Nachhaltige Architektur: Low-Tech-Haus auf 1000 Metern über Meer und ohne Anschluss an das örtliche Stromnetz, 2012

vorarlberger Nachrichten (2014): Hausbau funktioniert auch günstiger. Online verfügbar unter <http://www.vorarlbergernachrichten.at/markt/2014/07/13/hausbau-funktioniert-auch-guenstiger.vn>, zuletzt aktualisiert am 27.08.2014, zuletzt geprüft am 27.08.2014.

Lechner, et al: PH Office - Standard für energieeffiziente Bürobauten 2010 (86/2010).

Haus der Zukunft (2012): Ökoplus_komplex. Untersuchung der technischen, ökonomischen und ökologischen Voraussetzungen zur Errichtung und Nutzung von Plus-Energie-Häusern und Verbänden solcher Gebäude 2012 (52/2012).

Haug, Irmgard (2014): "Low-Tech" und "Low Cost" Plusenergie-Grundschule Hohen Neuendorf | Plusenergieschulen | Demonstrationsobjekte. Online verfügbar unter <http://www.eneff-schule.de/index.php/Demonstrationsobjekte/Plusenergieschulen/low-tech-und-low-cost-plusenergie-grundschule-hohen-neuendor.html>, zuletzt aktualisiert am 27.08.2014

Kirste, Oliver: Gebäude temperieren statt heizen, 2014

Jakob Oberpriller, Oberpriller Architekten: Low Tech Gebäude, 2014

Karin Legat: Lehre, unterschätzte Basis (05/2014), 2014

Wolfgang Streicher (2010): Low Tech Gebäude. Antithese zum übertechnisierten Gebäude. Tirol, 16.09.2010.

Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Nordhause-Janz, Jürgen; Rehfeld, Dieter; Welschhoff, Jessica: High Tech, Low Tech, Construction Tech? Innovationsstrategien der Wertschöpfungskette Bau im europäischen Vergleich, 2011

Waltjen, Tobias; Pokorny, Walter (2009): Passivhaus-Bauteilkatalog. Ökologisch bewertete Konstruktionen. 3., korrigierte Aufl. Wien [u.a.]: Springer.

Christina Ipser Helmut Floegl: Langfristig Leistbares Wohnen in Niederösterreich. Potentiale für Kostenoptimierungen im Planen, Bauen und Sanieren von Wohnhausanlagen bei gleichzeitiger Beachtung sozialer und ökologischer Qualitäten, 2014

Stefan Mittersteiner: LOW TECH Gebäude. Master Thesis, Low-Tech Konzepte für das CREE Holzbausystem nach dem Grundsatz „So wenig Technik wie möglich, soviel wie nötig“. 2013

Gruppe Betonmarkt in Österreich: Innovationspreis 2010 - Energie Speicher Beton 2010.

Wienerberger: Bürohaus 2226 - Objekt.Report. 2013

Rohmberg Bau: Wohnkomfort und Heizwärmeverbrauch im Passivhaus und Niedrigenergiehaus, 2013

Hannes Gstrein: 28.3.2012 FINAL - Cluster Erneuerbare Energie-Passivhauskomponenten- Welche Lösungen braucht der Markt – Präsentation, 2012

W, Paul, blitzblau: Jenseits vom Hof der Weingarten, www.blitzblau.at ,

Schmid Ziegelsysteme: Klimadecke - Wärme, die ankommt. Heizen und Kühlen mit einem System.

Schöberl, Helmut: Passiv-Dachgeschossausbau eines typischen Gründerzeithauses mit aktiver Energiegewinnung, 2012

Mag. Bernd Vogl (2012): Wiener Energieprojekten auf der Spur - Energie Effizienz Stadtplan Wien 2012.

Kaltschmitt, Martin (2013): Erneuerbare Energien. Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte. 5., erw. Aufl. Berlin: Springer.

Feist, Wolfgang (Hg.) (2008): Heizsysteme im Passivhaus. Statistische Auswertung und Systemvergleich. Darmstadt: Passivhaus Inst (Protokollband / Arbeitskreis Kostengünstige Passivhäuser, 38).

Roman Muschiol; Taio Friedman: Nachhaltigkeit und Bestandserhalt in der Immobilienwirtschaft. Green Building. KSD, 2008

A. Gumpinger et al. (2010): Mechanische Fensterlüftungsanlagen für die Althausanierung (84).

Land Vorarlberg: Analyse des kostenoptimalen Anforderungsniveaus für Wohnungsneubauten in Vorarlberg. Endbericht 29-11-2013.

G. Hofer, B. Herzog: Planungsunterstützende Lebenszykluskostenanalyse für nachhaltige Gebäude. 2013

B. Jörg, M. Popp, B. Herzog: Planungsbegleitende Ökobilanzierung für nachhaltige Gebäude. 2013

BMVIT, H. Schöberl, C. Lang, S. Handler: Ermittlung und Evaluierung der baulichen Mehrkosten von Passivhausprojekten, 2011



Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com

Arch. DI Martin Ploß: Kurzbericht k:a Wohngebäude sind kostenoptimal! Kurzbericht, Energieinstitut Vorarlberg GmbH: 2013

Arch. DI Martin Ploß; et al.: Analyse des kostenoptimalen Anforderungsniveaus für Wohnungsneubauten in Vorarlberg, Energieinstitut Vorarlberg GmbH: 2013

Arch. DI Martin Ploß: Energieeffizienz und leistbares Wohnen. Energie Lounge, Energieinstitut Vorarlberg GmbH: 2013

Michael Cerveny, Thomas Sturm, ÖGUT: Lebenszykluskostenvergleich neuer Heizsysteme für alte Einfamilienhäuser. 2012
Energieinstitut Vorarlberg Dornbirn CEPHEUS. kosteneffiziente Passivhäuser. 2003

DI Dr. Volker Ritter: Vorstudie Nachhaltiges LOW TECH Gebäude. 2014

Klima- u. Energiefonds: Ganzheitliche Planung - Weg zu einer Mustersanierung.

Salzburger Institut für Raumordnung & Wohnen – SIR: Optimierte Solarsysteme. Fachtagung Energie u. Architektur 2001.

Günter, Simader: Berechnung von Kostenoptimalen Mindestanforderungen an die Gesamteffizienz von Gebäuden.2012

Hauser, Gerd; Lindauer, Erwin; Nimtsch, Andreas; Sinnesbichler, Herbert (2011): Kühlwirkung einer an die Sohlplatte gekoppelten Fußbodenheizung - demonstriert an einem bewohnten Einfamilienhaus. In: *Bauphysik* 33 (2), S. 94–98. DOI: 10.1002/bapi.201110011.

Treberspurg, Martin; DI Roman Smutny: Nachhaltigkeits-Monitoring ausgewählter Passivhaus- Wohnhausanlagen in Wien (NaMAP). Endbericht 2009.

BMVIT: E. Sibille et al.: Komfort- und kostenoptimierte Lüftungskonzepte für energieeffiziente Wohnbauten " Doppelnutzen".2013

Heimrath R., Mach T.: Hochbauplaner der Zukunft - Scriptum. Energieeffiziente Haustechnik. 2007

Treberspurg, Martin, et al. Sommertauglichkeit im Gebäudebestand: 2011

Ch. Büttner, et al.: Bauteilaktivierung als Grundlastheizung in einem Sonnenhauskonzept. Modellvergleich und Simulation 2014.

DI Klaus Jens: Vorlesung über Gebäudetechnik LUFT - TU Wien 2013.

BMVIT, R. Rosenberger, et al.: Endbericht Entwicklung des ersten rechtsicheren Nachweisverfahrens für Plusenergiegebäude durch komplette Überarbeitung der ÖNORMEN 2013 (6/2013).

BMVIT: P.J. Sölkner et al.: Innovative Gebäudekonzepte im ökologischen und Ökonomischen Vergleich über den Lebenszyklus 2014 (51/2014).

BMVIT: W. Leitzinger, et al.: Komfortlüftung plus+. innovatives Lüftungssystem bedarfsgerechte Lüftung (29/2014), 2014

gbv, Eva Bauer: Energieeffizient und Wirtschaftlichkeit. Gemeinnützige Bauträger, 2013

Walter Hüttler: Innocost - Kostenoptimale Gebäudestandards für MFH. Was ist machbar - was ist leistbar?, e7 Energie Markt Analyse GmbH: 2013

Volker Drusche (Hg.) (2013): Energie Synergie optimiert planen, bauen und sanieren. Unter Mitarbeit von Volker Drusche. München: DIV Deutscher Industrieverlag GmbH.

8 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Energieeffizienzklassen für den Energieausweis.....	11
Abbildung 2: Integrale Planung	13
Abbildung 3: Entwicklung der Lebenszykluskosten und deren Beeinflussbarkeit	14
Abbildung 4: Zweifamilienhaus Dämon/ List, Jenbach.....	16
Abbildung 5: Schema Betonkernaktivierung u. Zimmerofen, www.energie-werkstatt.at	17
Abbildung 6: Schema Lüftungskonzept mit Klimaluken, Arch. Rührnschopf	20
Abbildung 7: Durchlauferhitzer www.vaillant.at u. Infrarotpaneele www.hk-tec.at	22
Abbildung 8: Schema Betonkernaktivierung u. Zimmerofen; www.energie-werkstatt.at	24
Abbildung 9: Schema Kompaktlüftungsgerät mit SH-Zimmerofen; www.drexl-weiss.at	27
Abbildung 10: Schema therm. Solaranlage mit Zentralheizungskessel; www.sonnenhaus.co.at	28
Abbildung 11: Schema Kompaktlüftungsgerät mit elektrischer Nachheizung, www.drexl-weiss.at	30
Abbildung 12: Schema Betonkernaktivierung u. Scheitholzofen, www.energie-werkstatt.at	31
Abbildung 13: Schema teilsolare Raumheizung u. Küchenofen zur Nachheizung	33
Abbildung 14: Schema teilsolare Raumheizung u. SH-Zimmerofen, eigene Darstellung	35
Abbildung 15: teilsolare Raumheizung u. Sole-WP	38
Abbildung 16: teilsolare Raumheizung u. Grundwasser WP, www.einfachheizen.at ...	40
Abbildung 17: Schema Sole-Wärmepumpe	42
Abbildung 18: Schema Kompaktlüftungsgerät mit Pelletszimmerofen, www.drexl-weiss.at	43
Abbildung 19: Schema WW-Wärmepumpe, www.wohnet.at	44
Abbildung 20, Kostengruppierung lt. ÖNORM B 1801-1:2009.....	52
Abbildung 21: Investitionskosten der Objekte, geordnet nach HWB.....	53
Abbildung 22: Investitionskosten in [€/m ² BGF], geordnet nach HWB	54
Abbildung 23: Objekte bewertet nach Komplexität	57
Abbildung 24: Objekte geordnet nach Komplexität, jährliche Kosten [€/m ² BGF]	57
Abbildung 25: Objekte geordnet nach Komplexität, Folgekosten in 30 Jahren [€/m ² BGF]	58
Abbildung 26: Objekte geordnet nach Komplexität; Folgekosten in 30 J. u. Investitionskosten [€/m ² BGF]	59
Abbildung 27: Objekte bewertet nach Komfort	61
Abbildung 28: Objekte bewertet nach Komfort, jährliche Kosten	62
Abbildung 29: Objekte bewertet nach Komfort, Folgekosten in 30 Jahren	63
Abbildung 30: Objekte bewertet nach Komfort, Folgekosten in 30 J. u. Investitionskosten	64
Abbildung 31: Komplexität über Komfort	65
Abbildung 32: Komplexität über Komfort, jährliche Kosten	66
Abbildung 33: Komplexität über Komfort, Folgekosten 30 Jahre	67
Abbildung 34: Komplexität über Komfort, Folgekosten in 30 J. u. Investitionskosten .	68
Abbildung 35: Übersicht der Investitions- u. Folgekosten, kumuliert, geordnet nach HWB.....	69
Abbildung 36: Übersicht der Investitions- u. Folgekosten, kumuliert, geordnet nach Komplexität	70



Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

Abbildung 37: Übersicht der Investitions- u. Folgekosten, kumuliert, geordnet nach Komfort	70
Abbildung 38: Übersicht der Investitions- u. Folgekosten, kumuliert, geordnet nach Komfort u. Komplexität	71
Abbildung 39: Übersicht der Investitions- und Folgekosten, separat	72
Abbildung 40: Übersicht der Investitions- u. Folgekosten, kumuliert, geordnet nach Errichtungskosten.....	73
Abbildung 41: Übersicht der Mehrkosten zum Vergleichsobjekt P, geordnet nach Errichtungskosten.....	74
Abbildung 42: Streuung der Baukosten im MFH-Objekten	77
Abbildung 43: Gesamtbaukosten zu spezifischer Heizwärmebedarf für MFH.....	78

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com



Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

9 Anhang

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com



Projektnummer: 14560

Leistbares Wohnen – LOW TECH Buildings = LOW COST Buildings?

9.1 Leitfaden

Ihr Ansprechpartner

DI Josef Wolfbeißer

T. +43 676 352 33 43

E. josef.wolfbeisser@conplusultra.com