



2-1301 MUKEN

ERFAHRUNGSBERICHT SITUATION MEHRGESCHOSSIGE WOHNBAUTEN IM STÄDTISCHEN UMFELD

EnFK Konferenz Kantonalen Energiefachstellen

24.06.2013

aardeplan

architektur beratung forschung lehre

aardeplan ag Architekten ETH SIA
Mühlegasse 18e 6340 Baar
T +41 41 511 08 00 · F +41 41 511 08 01
www.aardeplan.ch · kontakt@aaardeplan.ch

INHALT

Inhalt	3
Beteiligte	4
1. Einleitung	5
2. Ausgangslage	5
3. Analyse Gebäude	6
3.1 Gebäudehülle	6
3.2 Wirkungsgrad Wärmeerzeuger	8
3.3 Einfluss der Lüftungsanlage	10
3.4 Wirkungsgrad Photovoltaikanlage	12
3.5 Dachfläche	14
3.6 Photovoltaik an der Fassade	16
3.7 Kombination von Massnahmen	17
4. Fazit	19
5. Anhang	20
5.1 Gebäudehülle	21
5.1.1 Gebäudehülle $Q_{H,100\%}$	22
5.1.2 Gebäudehülle $Q_{H,90\%}$	24
5.1.2 Gebäudehülle $Q_{H,60\%}$	26
5.2 Wirkungsgrad Wärmeerzeuger	28
5.2.1 Standard (JAZ Erds. 3.9/2, Luft 3.3/1.8)	28
5.2.2 Gut (JAZ Erds. 4.3/2.7, Luft 3.3/2.8)	30
5.2.2 Zukunft (JAZ Erds. 5/3, Luft 3.8/3.1)	32
5.3 Einfluss der Lüftung	34
5.3.1 Ohne Lüftung	34
5.3.2 Mit Lüftung	36
5.4 Gewichtungsfaktoren	38
5.4.1 Nationale Primärenergiefaktoren (MINERGIE)	38
5.4.2 Primärenergiefaktoren SIA MB 2040	42
5.5 Wirkungsgrad der PV-Anlage	44
5.5.1 Normal (Anlagenwirkungsgrad 14%)	44
5.5.2 Gut (Anlagenwirkungsgrad 16%)	46
5.5.3 Sehr Gut (Anlagenwirkungsgrad 18%)	48
5.6 Dachfläche	50
5.6.1 Mit Attikageschoss (105m ² PV)	50
5.6.2 Ohne Attikageschoss (200m ² PV)	52
5.7 Graue Energie	54
5.8 Kombination von Massnahmen	55
5.8.1 Kombination Gut	55
5.8.2 Kombination Zukunft	57

BETEILIGTE

AUFTRAGGEBER

Konferenz Kantonaler Energiefachstellen EnFK
vertreten durch Arbeitsgruppe MuKE
c/o. EnDK
Haus der Kantone, Speichergasse 6, Postfach
3000 Bern 7

BEAUFTRAGTE

aaardeplan ag Architekten ETH SIA
Ruedi Rüegg, Manfred Huber
Mühlegasse 18e
6340 Baar



1. EINLEITUNG

Die nachfolgende Analyse untersucht den Einfluss der Geschossigkeit auf die Wärmekennzahl nach MINERGIE-A. Diese setzt sich aus der Primärenergie für Raumwärme, Warmwasser und Hilfsbetrieben, abzüglich der Erträge aus Photovoltaik- und Solaranlagen zusammen. Der Standard MINERGIE-A fordert, dass diese Kennzahl kleiner als Null sein soll, und somit das Gebäude als solches mehr Energie für Raumwärme und Warmwasser produziert als es verbraucht. Die Erfahrung zeigt, dass das Erreichen der geforderten Wärmekennzahl mit steigender Geschossanzahl immer schwieriger wird. Diese Vermutung soll in der nachfolgenden Analyse genauer ergründet werden. Verschiedene Faktoren beeinflussen die Wärmekennzahl und haben einen Einfluss auf das Endresultat. Diese Faktoren werden nachfolgend genauer untersucht. Das Ziel dabei ist, die Hauptmechanismen im Zusammenhang mit der Wärmekennzahl zu eruieren.

Die nachfolgenden Untersuchungen basieren auf der detaillierten Berechnung eines Gebäudes, das im Kapitel 2 näher beschrieben wird. Weiterführende Berechnungen haben gezeigt, dass mit anderen Gebäuden sehr ähnliche Resultate erreicht werden. Das vorliegende Gebäude steht also nicht für sich alleine, sondern kann auch für die Bewertung anderer grösserer Gebäude herangezogen werden.

2. AUSGANGSLAGE

Als Untersuchungsobjekt dient ein gewöhnliches Mehrfamilienhaus mit drei Wohn- und einem Attikageschoss, welches den MINERGIE-A-Standard erfüllt (siehe Titelbild). Zur Vereinheitlichung der Resultate wurden allerdings die objektspezifischen Kennwerte (JAZ, Wirkungsgrade etc.) durch die offiziell üblichen Standardwerte ersetzt. Die hier abgebildete Wärmekennzahl ist daher höher. Um ein realitätsnahes Gebäude zu simulieren sind nur auf der Dachfläche über dem Attikageschoss Photovoltaikmodule installiert. Auf die Analyse von Photovoltaik auf der Außenwand wird verzichtet, da diese oftmals aufgrund der Situierung und der Einflüsse von Nachbargebäuden nicht eingesetzt werden kann. Nachfolgend die Grundlagendaten zum untersuchten Gebäude:

Energiebezugsfläche (A_E)	1'306 m ²
Zus. A_E je weiteres Geschoss	355 m ²
Therm. Gebäudehülle (A_{th})	1'333 m ²
Zus. A_{th} je weiteres Geschoss	250 m ²
Fläche PV (monokristallin)	105 m ² (nur Dach Attika)
Anlagenwirkungsgrad PV	16%
Nutzung (Warmwasser, 380-1)	Wohnen MFH
Wirkungsgrade /JAZ	gem. SIA MB 2040
Primärenergiefaktoren	Nationale Faktoren
Lüftung (kein $Q_{H,eff.}$)	keine
Heizwärmebedarf	90% Q_H SIA 380-1

3. ANALYSE GEBÄUDE

In den nachfolgenden Kapiteln 3.1 bis 3.8 werden die Parameter Gebäudehülle, Wirkungsgrad Haustechnik, Einfluss der Lüftungsanlage, Gewichtungsfaktoren, Dachflächen, Wirkungsgrade Photovoltaikanlage, Photovoltaik an der Fassade und Graue Energie abwechselnd variiert. So können die Auswirkungen der einzelnen Einflussgebiete abgeschätzt und beurteilt werden. Die restlichen Parameter bleiben, wie in Kapitel 2 definiert, unverändert.

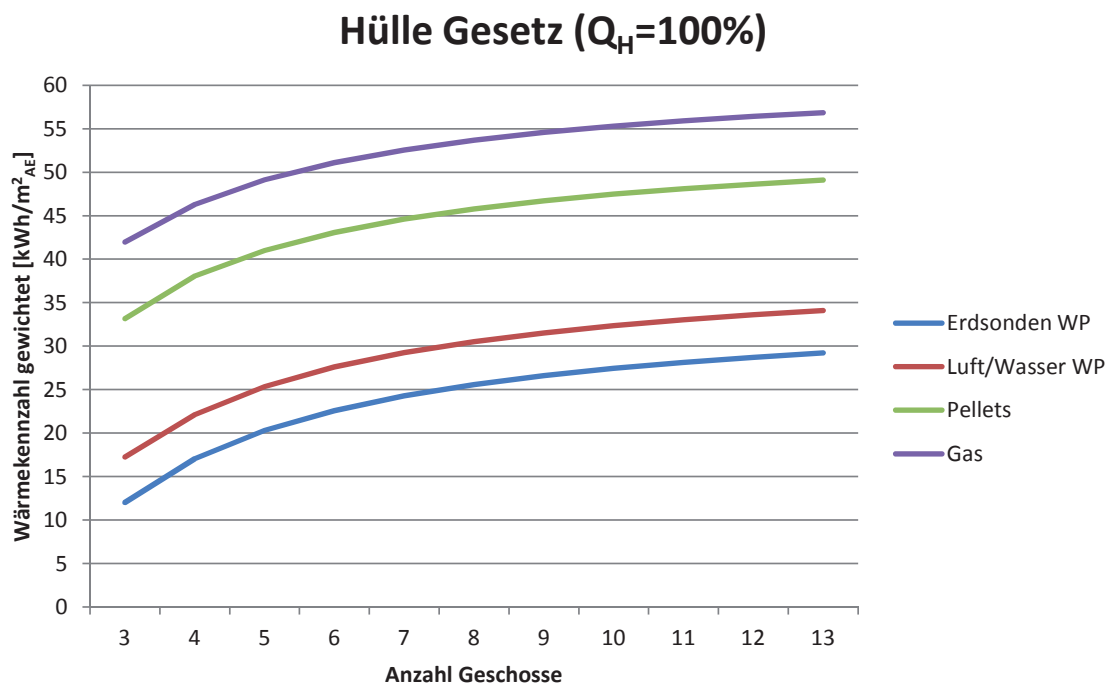
3.1 GEBÄUDEHÜLLE

Die folgenden Grafiken zeigen die gewichtete Wärmekennzahl für drei unterschiedliche Gebäudehüllen in Abhängigkeit vom Wärmeerzeuger. Es handelt sich dabei um folgende Gebäudehüllen:

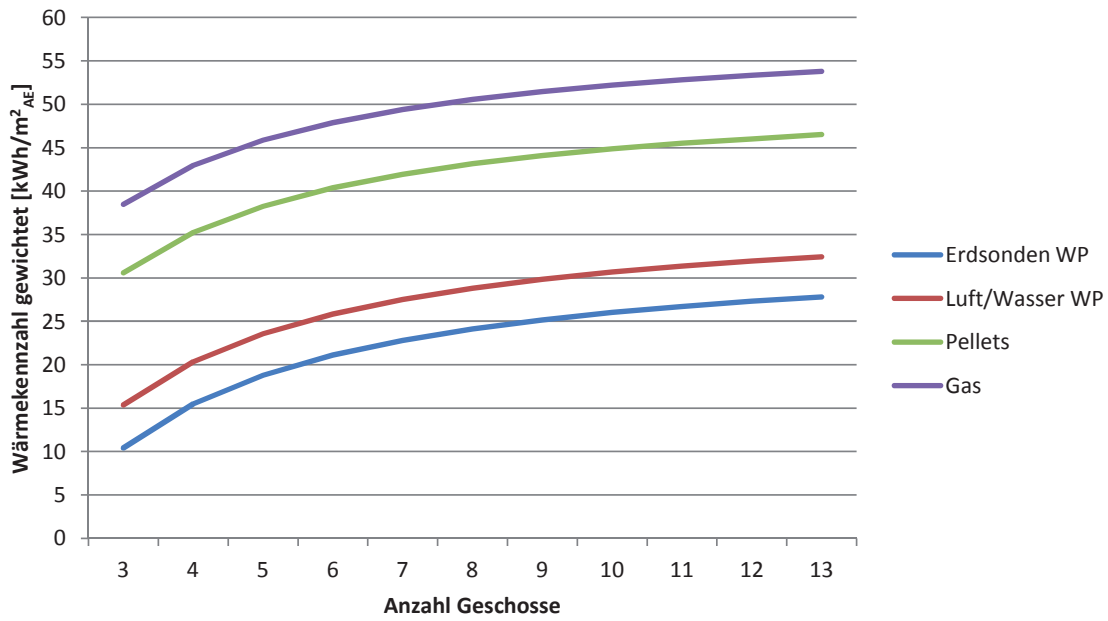
- Gesetz: Eine nach den heutigen gesetzlichen Vorschriften (SIA Norm 380/1, $Q_H=100\%$)
- Standard: Eine häufig vorkommende Hülle (MINERGIE, $Q_H=90\%$)
- Gut: Eine sehr gut gedämmte Hülle (Minergie-P, $Q_H=60\%$)

Es kann festgestellt werden, dass die abgebildeten Kurven in jeder Grafik praktisch parallel verlaufen. Mit zunehmend effizienterer Hülle rücken die Kurven der unterschiedlichen Wärmeerzeuger näher zusammen. Die Unterschiede zwischen den Wärmeerzeugern werden folglich weniger wichtig, da allgemein weniger Energie verbraucht wird. Desweiteren zeigt sich, dass die gewichtete Wärmekennzahl mit verbesserter Gebäudehülle kleiner wird. Die gewichtete Wärmekennzahl sinkt also mit besser werdender Hülle. Die Differenz zwischen $Q_H=100\%$ und $Q_H=60\%$, beträgt aber hier lediglich ca. 5-6 kWh/m².

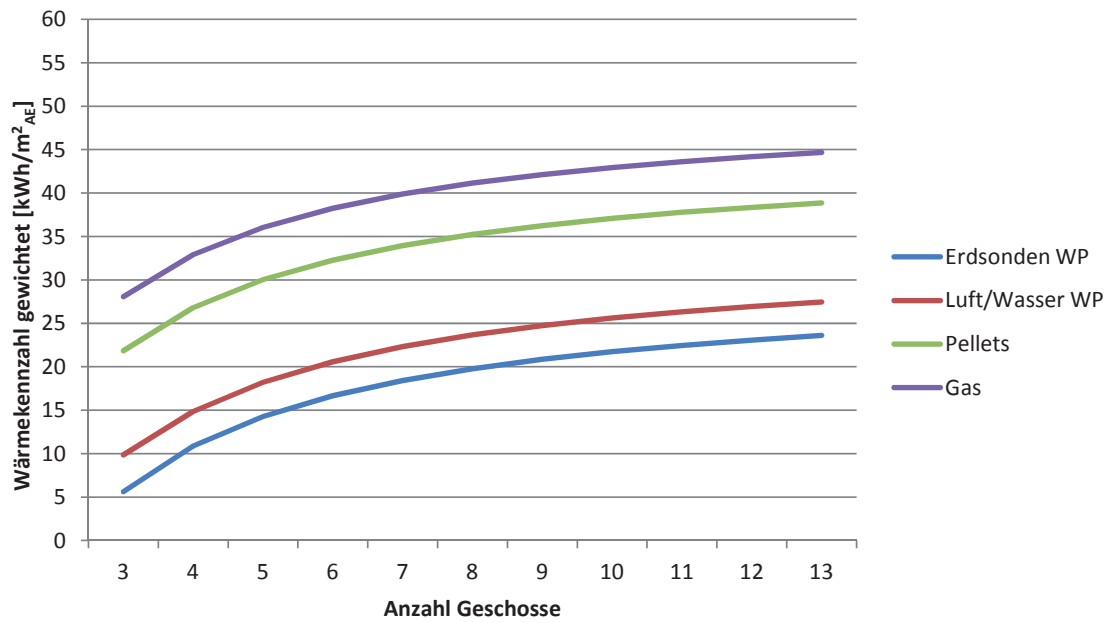
Alleine durch die Verbesserung der Gebäudehülle kann die Wärmekennzahl eines drei- oder mehrgeschossigen Gebäudes nicht auf Null oder tiefer abgesenkt werden.



Hülle standard ($Q_H=90\%$)



Hülle gut ($Q_H=60\%$)

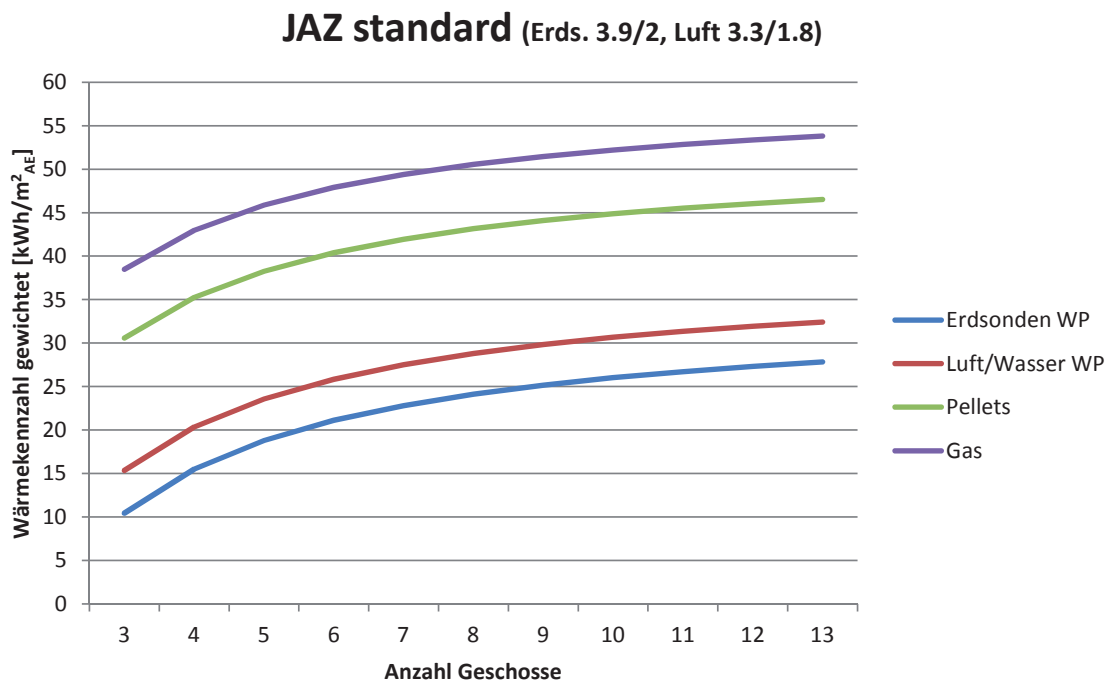


3.2 WIRKUNGSGRAD WÄRMEERZEUGER (JAHRESARBEITSZAHL)

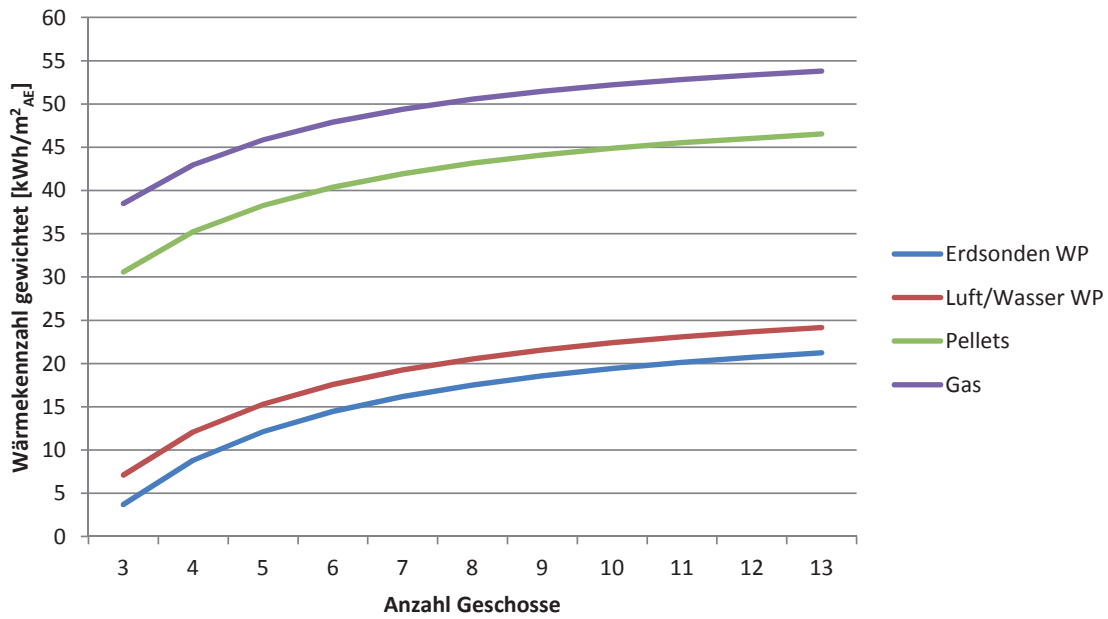
Ein weiterer Faktor, der die gewichtete Wärmekennzahl beeinflusst, sind die Wirkungsgrade bzw. die Jahresarbeitszahlen (JAZ) der Wärmeerzeuger. Vor allem bei den elektrisch betriebenen Anlagen ist hier in den kommenden Jahren, wie schon in der nahen Vergangenheit, mit einer stetigen Verbesserung zu rechnen. Die Jahresarbeitszahlen der Wärmepumpen werden steigen und damit den Primärenergiebedarf merklich senken. Nachfolgend sind drei Situationen dargestellt, in denen die Jahresarbeitszahlen der elektrisch betriebenen Anlagen verändert werden. Bei den konventionellen Anlagen (Gas, Pellets) ist hinsichtlich des Wirkungsgrads in Zukunft kaum mit grossen Verbesserungen zu rechnen, weshalb diese nicht verändert werden.

Auch hier gehen die Kurven parallel und weisen allesamt eine sehr ähnliche Krümmung auf. Die Wärmekennzahl verkleinert sich mit zunehmender verbesserter Jahresarbeitszahl. Alleine die Veränderung der Arbeitszahlen kann eine Ersparnis von 10 kWh/m² bewirken (immer vorausgesetzt, dass Anlagen mit solch hohen Jahresarbeitszahlen auch umgesetzt werden können).

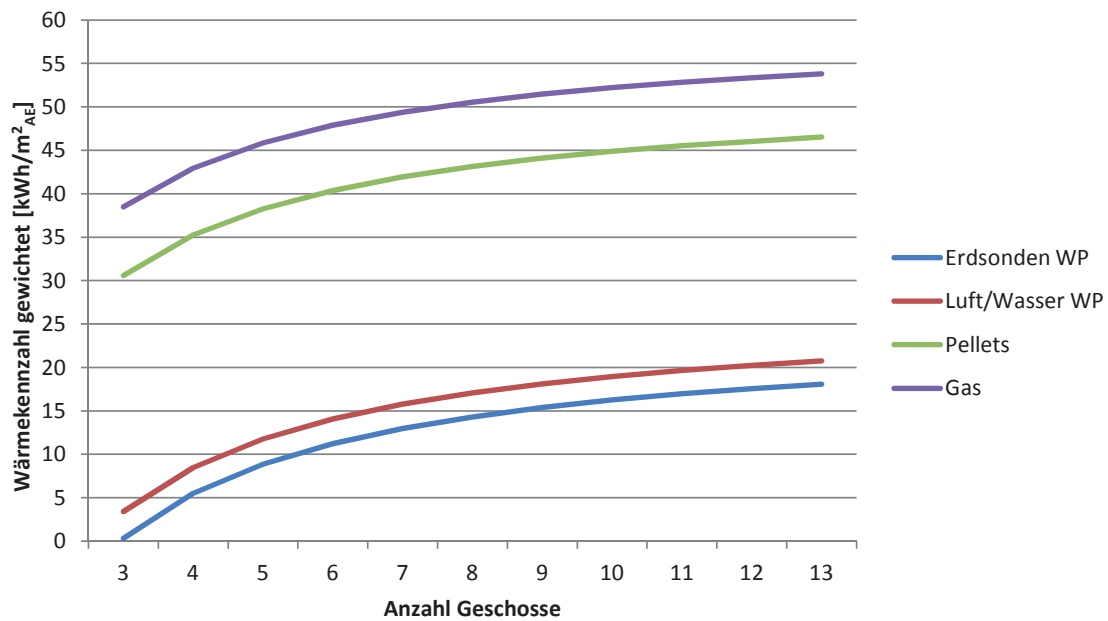
Alleine durch verbessern der Technik können Gebäude ab drei Geschossen eine Wärmekennzahl kleiner oder gleich Null nicht erreichen.



JAZ gut (Erds. 4.3/2.7, Luft 3.5/2.8)



JAZ Zukunft (Erds. 5/3, Luft 3.8/3.1)



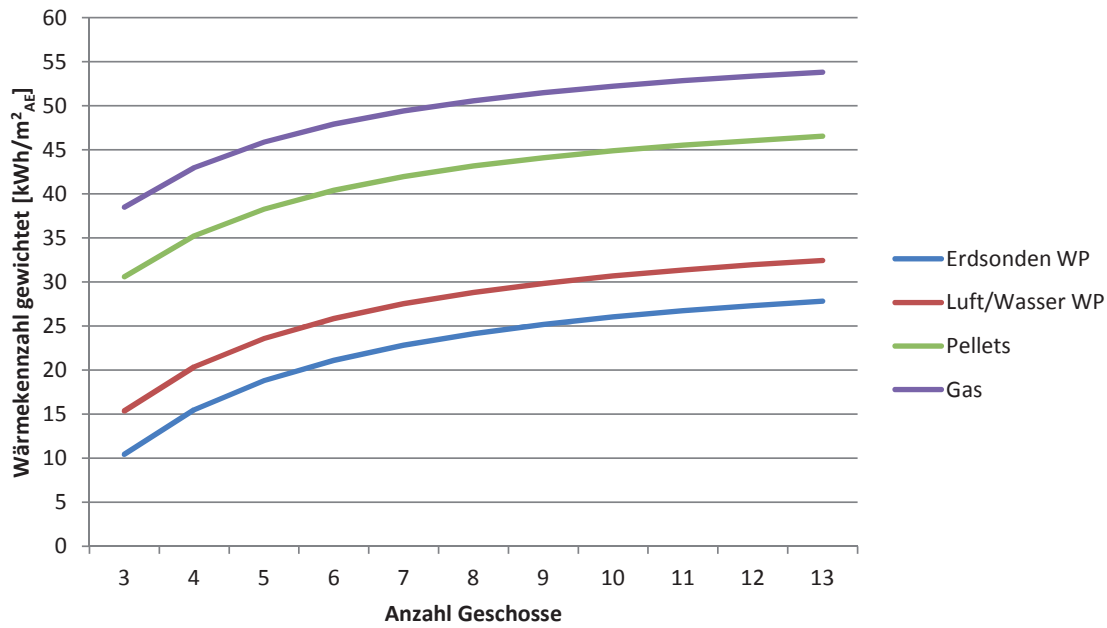
3.3 EINFLUSS DER LÜFTUNGSANLAGE

Während im vorliegenden Gebäude der Heizwärmebedarf $Q_{H,i}$ mit einem Standard Luftvolumenstrom berechnet wurde (in Anlehnung an die Fensterlüftung) kann durch Einsatz einer Lüftungsanlage das $Q_{H,i,eff}$ als Ausgangswert eingesetzt werden. Beim vorliegenden Gebäude ist $Q_{H,i,eff}$ ca 50% von $Q_{H,i}$, also viel tiefer. Wird allerdings mit $Q_{H,i,eff}$ gerechnet, so muss die Betriebsenergie für die Lüftung ebenfalls in der Berechnung der Wärmekennzahl berücksichtigt werden. Während $Q_{H,i}$ durch die Lüftung gesenkt wird, steigt die Betriebsenergie im Gegenzug leicht an. Für Nachweise des Labels MINERGIE wird $Q_{H,i,eff}$ verwendet, da hier ein kontrollierter Luftwechsel vorgeschrieben ist.

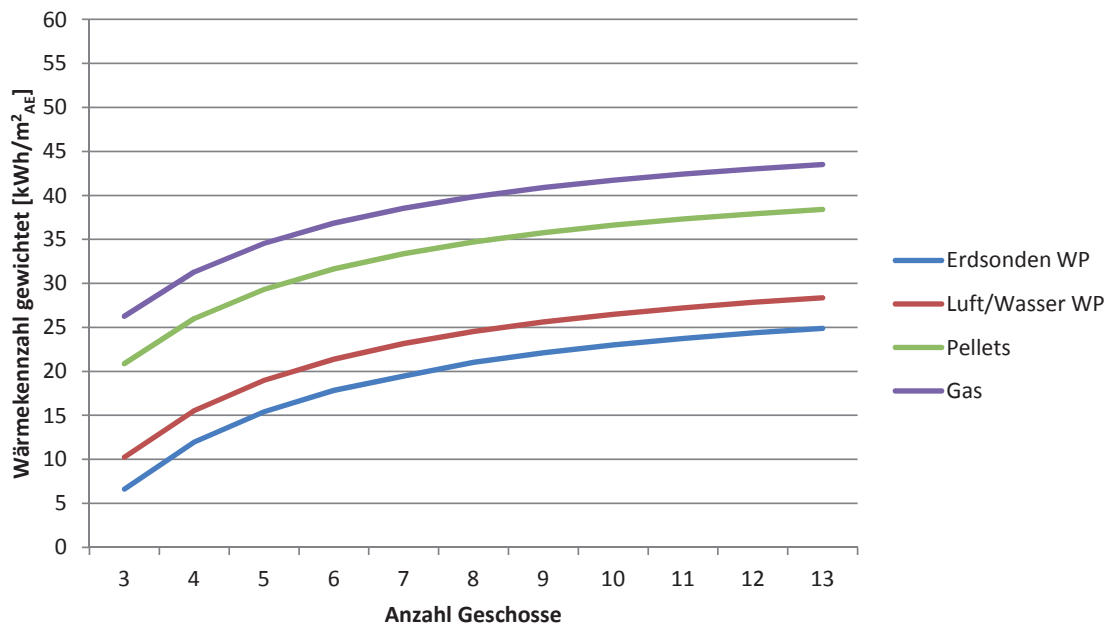
Vergleicht man nun die obere Grafik (ohne Lüftung) mit der unteren (mit Lüftung), so zeigt sich, dass die abgebildeten Kurven in der Betrachtung mit Lüftung näher zusammenrücken. Die Unterschiede zwischen den Heizsystemen verringern sich. Es ist eine Differenz von nur 4 kWh/m² zu erkennen. Der positive Effekt der Lüftung wird durch deren Energieverbrauch wieder geschmälert, bleibt aber erhalten.

Dreigeschossige Gebäude (oder höhere) können auch hier nicht auf die geforderte Wärmekennzahl getrimmt werden.

Ohne Lüftung (90% $Q_{H,normal}$)



Mit Lüftung (90% $Q_{H,eff.}$)

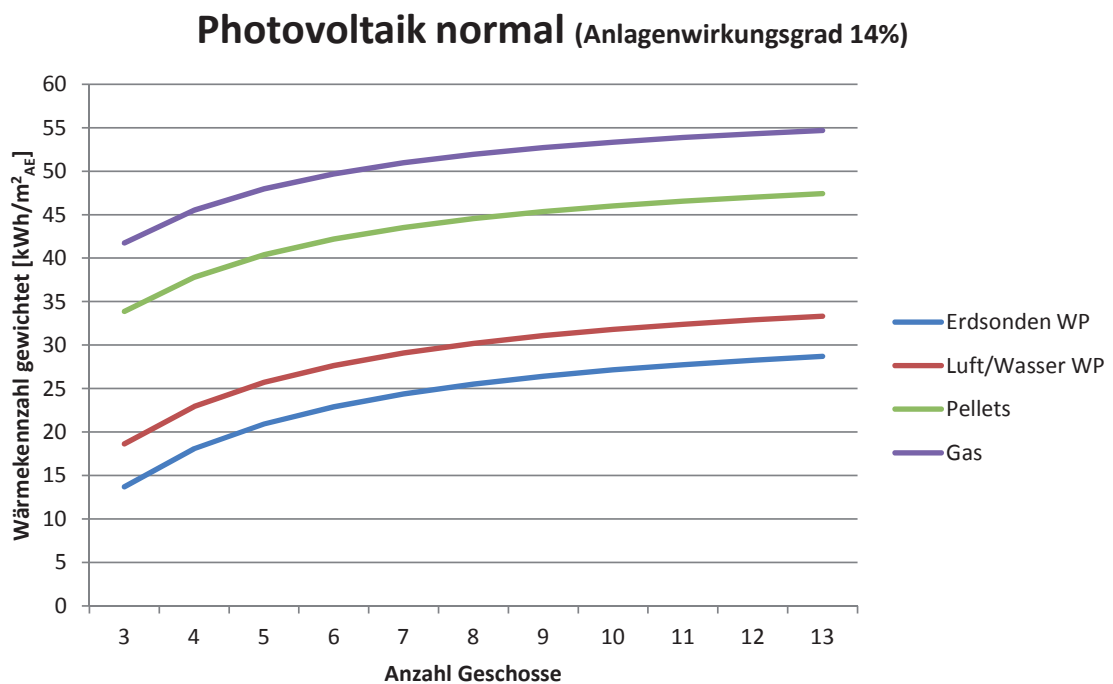


3.4 WIRKUNGSGRAD DER PHOTOVOLTAIKANLAGE

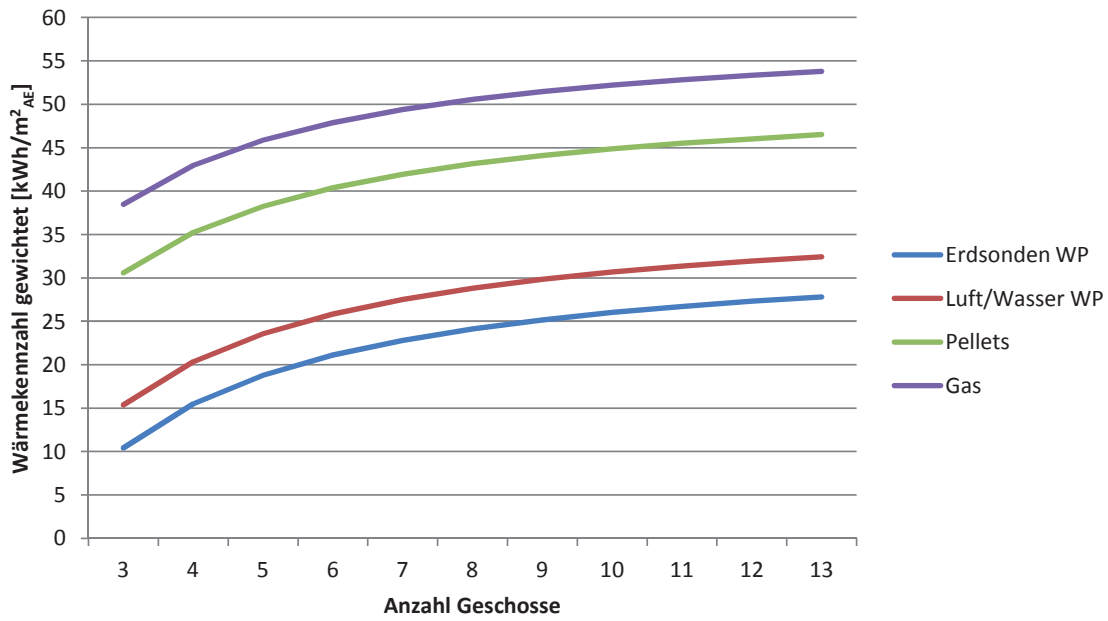
Der Wirkungsgrad einer Photovoltaikanlage (Anlagenwirkungsgrad) setzt sich aus dem Modulwirkungsgrad und dem Verlust der Produktion (durch Wechselrichterverluste, Verschattungen, Verschmutzungen, Ausrichtungsfehler, etc.) zusammen. Diese Verluste betragen laut Swissolar ca. 20%. Daraus ergibt sich folgendes Berechnungsbeispiel: Ein Modul mit Modulwirkungsgrad von 22% kombiniert mit 20% Anlagenverlust ergibt einen Anlagenwirkungsgrad von ca. 18% ($0.8 \cdot 22 = 17.6\%$).

Nachfolgend sind Anlagen mit drei verschiedenen Wirkungsgraden abgebildet. Es handelt sich bei allen um monokristalline Zellen. Je besser nun der Anlagenwirkungsgrad wird, desto steiler werden die Kurven (besonders im Anfangsbereich der Kurven). Gleichzeitig ändern sich die Abstände zwischen den Kurven nur marginal. Hier sind also weniger die Art der Wärmeerzeugung von Belang, als die Geschossanzahl und die Wirkungsgrade der PV-Anlagen.

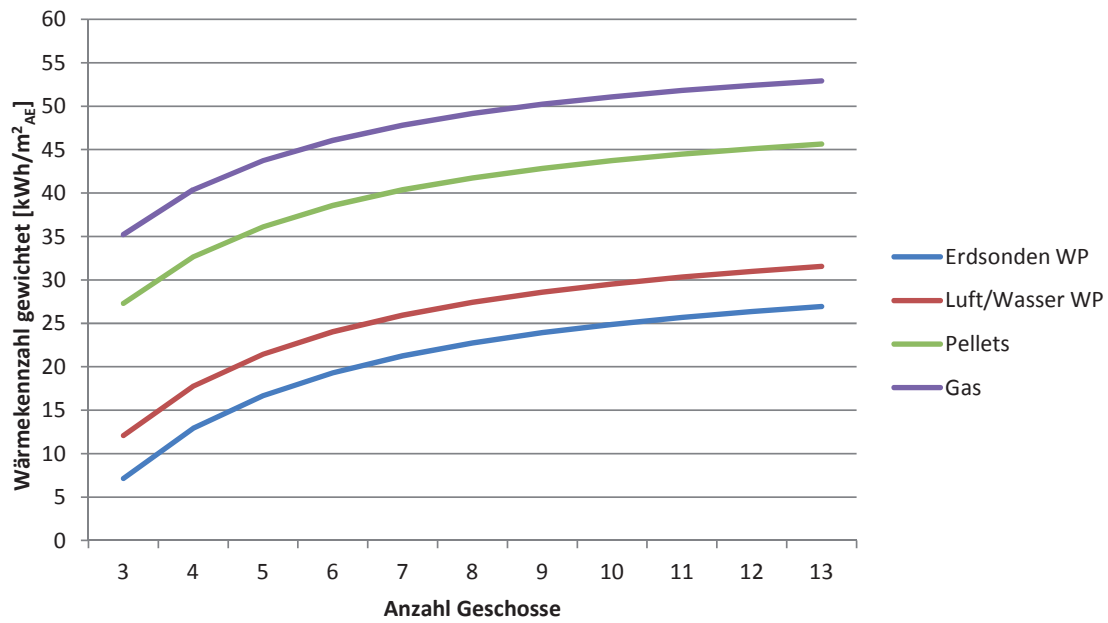
Auch mit sehr effizienten Zellen (Szenario Zukunft) kann bei dreigeschossigen Häusern die Wärmekennzahl Null nicht erreicht werden. Das Einsparpotenzial liegt bei ca. 7 kWh/m², vorausgesetzt, dass Anlagen einen Wirkungsgrad von 18% erreichen können.



Photovoltaik gut (Anlagenwirkungsgrad 16%)



Photovoltaik sehr gut (Anlagenwirkungsgrad 18%)

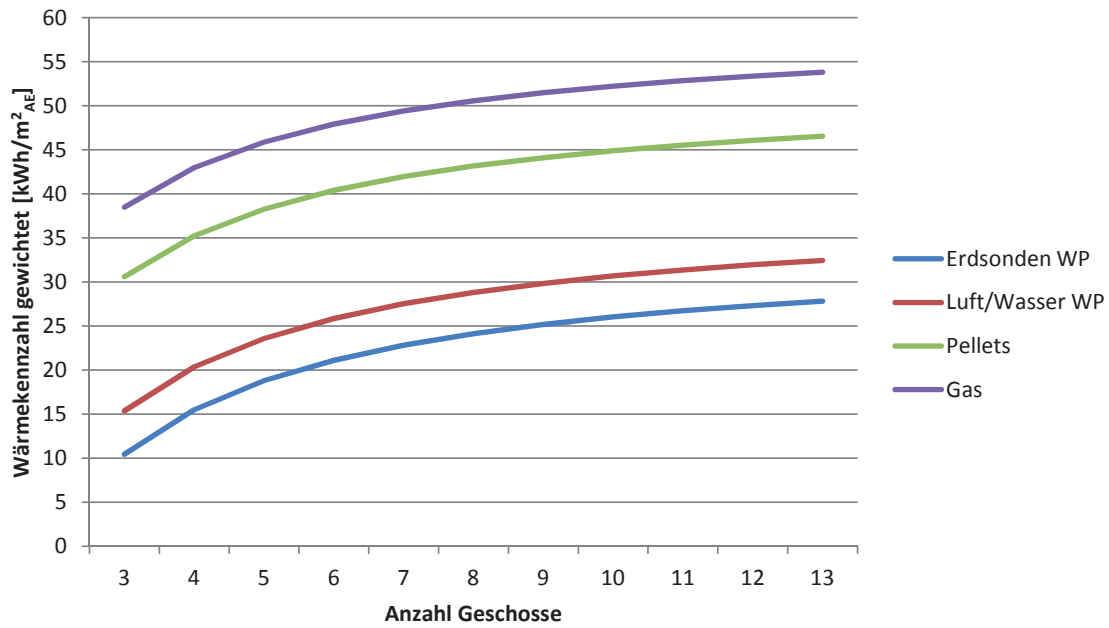


3.5 DACHFLÄCHE

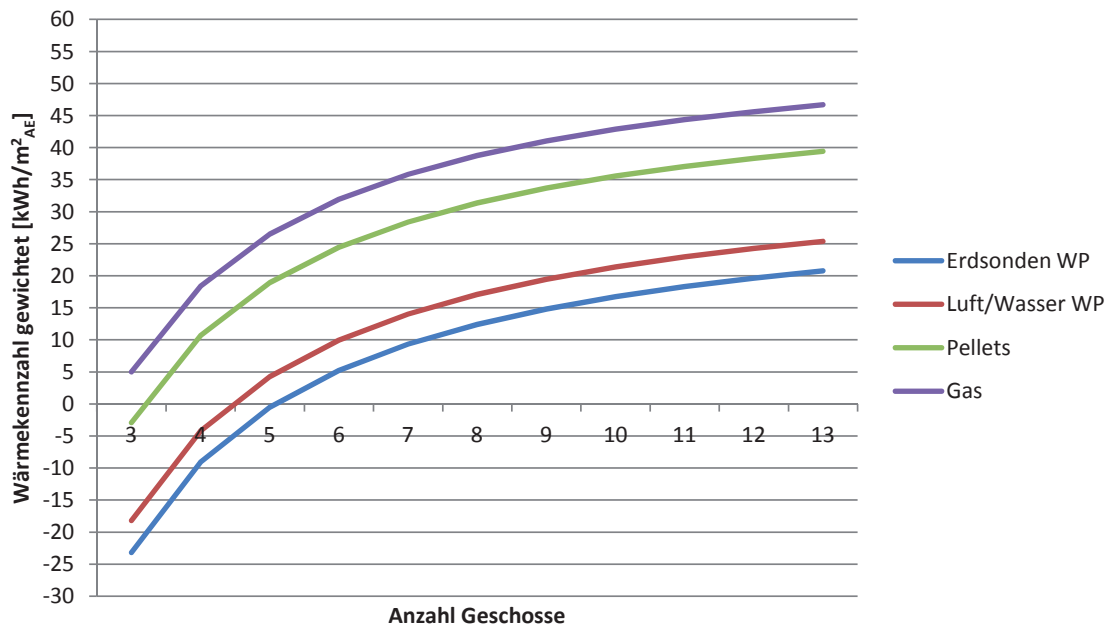
Sowohl in städtischen wie auch in ländlichen Situationen werden viele Attikawohnungen erstellt und es besteht auch eine rege Nachfrage danach. Sie sind also sowohl wirtschaftlich als auch demografisch tief verankert. Sie bringen aber einen wesentlichen Nachteil mit sich: Die mit Solar- und Photovoltaikmodulen belegbare Fläche verringert sich durch die grossen Terrassenflächen massgeblich. Kann nur das Dach oberhalb des Attikageschosses belegt werden, so wird die belegbare Fläche je nach Situation in etwa halbiert. Grundsätzlich ist es allerdings möglich die Flächen auf dem Attikageschoss neben der Nutzung als Terrassenfläche auch für Photovoltaikanlagen vorzusehen.

Nebenstehend sind zwei Situationen abgebildet. Oben unter Berücksichtigung eines Attikageschosses (Gemäss der Grunddefinition des vorliegenden Gebäudes), unten ohne Attikageschoss und mit Photovoltaik auf dem gesamten Dach. Die zweite Variante besitzt dabei bei der Ausgangsgrösse mit drei Geschossen nicht nur mehr Photovoltaikfläche, sondern gleichzeitig verringert sich die Energiebezugs- und die Gebäudehüllfläche, da das Attikageschoss weggelassen wird. Die Mehrproduktion an Solarstrom und die verringerte Geschoss- und Hüllfläche tragen dazu bei, dass die Wärme-kennzahlen markant absinken. Die Kurven werden steiler (da PV/EBF) und verschieben sich in Richtung der X-Achse. Je nach Anlagengrösse und -art sind hiermit grosse Einsparpotenziale möglich. Der Anlagenwirkungsgrad der Photovoltaikanlage ist hier mit 16% eingesetzt (Modulwirkungsgrad 20%).

Mit Attikageschoss (105 m² PV)



Ohne Attika (200 m² PV)



3.6 PHOTOVOLTAIK AN DER FASSADE

Die Errichtung von Photovoltaikanlagen ist nicht nur auf Dächern möglich. Auch an der Fassade können Module angebracht werden. Diese Möglichkeit wurde in der vorliegenden Studie allerdings nicht betrachtet. Im Grundsatz hält sich auch diese Art von Anlagen an die in Kapitel 3.6 beschriebenen Mechanismen. Die Photovoltaik an der Fassade kann also mit den dort berechneten Werten angenähert werden.

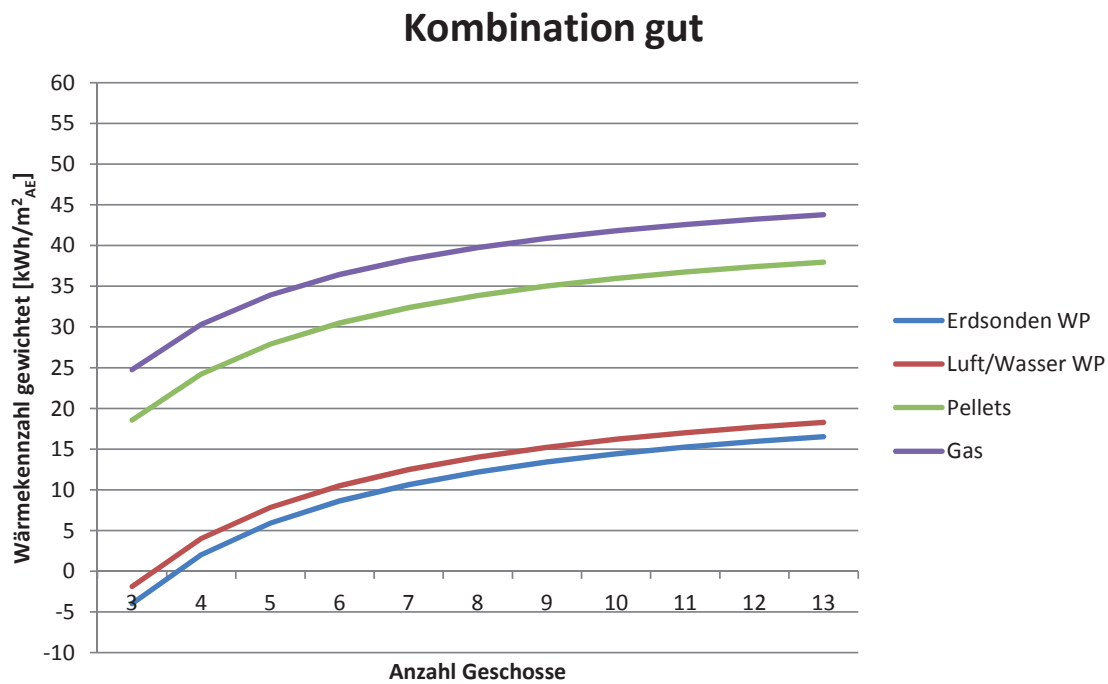
Es ist allerdings zu beachten, dass Photovoltaik an Fassaden nicht so einfach einzusetzen ist wie Photovoltaik auf Dächern. Gerade die Verschattungssituation ist hier oftmals suboptimal. So ist im innerstädtischen Bereich aufgrund der Nachbargebäude eine Fassadenphotovoltaik oftmals wenig sinnvoll. Fassaden von freistehenden Gebäuden, oder Gebäuden die ihre Nachbarn überragen, können hier aber sicherlich zur Stromproduktion genutzt werden.

3.7 KOMBINATION VON MASSNAHMEN

Um zu zeigen, dass das Erreichen von MINERGIE-A durch geschicktes Kombinieren von Massnahmen auch heute schon möglich ist, sind nachfolgend zwei Szenarien abgebildet. Beim ersten Szenario „Kombination gut“ sind einige Grundeinstellungen auf heute mögliche und gute Werte eingestellt. Die Anpassungen sind:

Anlagenwirkungsgrad PV	18%
Gebäudehülle	$Q_H=60\%$
JAZ Luft- Wasser- Wärmepumpe	3.3 Raumwärme / 2.8 Warmwasser
JAZ Erdsonden Wärmepumpe	4.3 Raumwärme / 2.7 Warmwasser

Wie in untenstehender Grafik zu erkennen ist, sind mit dieser Kombination dreistöckige Mehrfamilienhäuser mit einem zusätzlichen Attikageschoss möglich. Die viergeschossige Variante wird ganz knapp verfehlt.

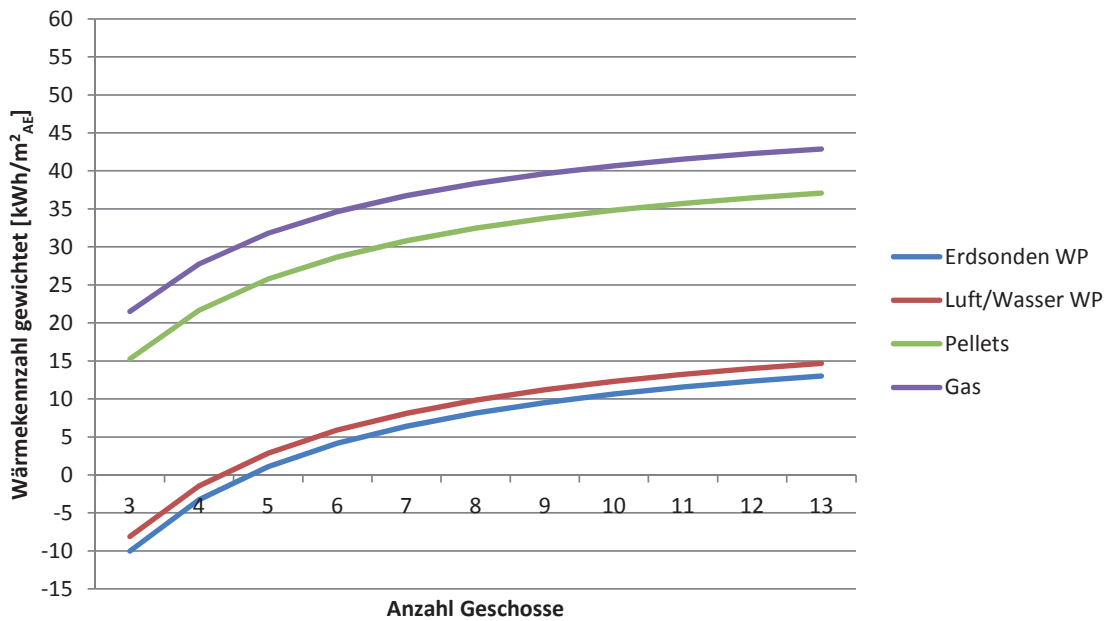


Das zweite Szenario „Kombination Zukunft“ gibt die in naher Zukunft möglichen technischen Verbesserungen wieder. Die Anpassungen gegenüber dem Standardgebäude sind hier:

Anlagenwirkungsgrad PV	20%
Gebäudehülle	$Q_H=60\%$
JAZ Luft- Wasser- Wärmepumpe	3.8 Raumwärme / 3.1 Warmwasser
JAZ Erdsonden - Wärmepumpe	5 Raumwärme / 3 Warmwasser

Nun sind vier bis fünf Geschosse plus ein zusätzliches Attikageschoss möglich. Höhere Gebäude erfüllen die Anforderung einer Energiekennzahl von Null nach wie vor nicht.

Kombination Zukunft



4. FAZIT

Die Energiekennzahl von MINERGIE-A ist mit den für die Berechnungen verwendeten Standardeingaben (Siehe Kapitel 2) für ein Gebäude mit drei oder mehr Geschossen kaum zu erreichen. Werden aber grössere Anstrengungen im Bereich der Reduktion des Heizwärmebedarfs, der Verbesserung der Gebäudetechnik- und Photovoltaik-Anlage, sowie der Maximierung der Photovoltaikflächen vorgenommen, können Gebäude mit bis zu fünf Geschossen mit zusätzlichem Attikageschoss realisiert werden.

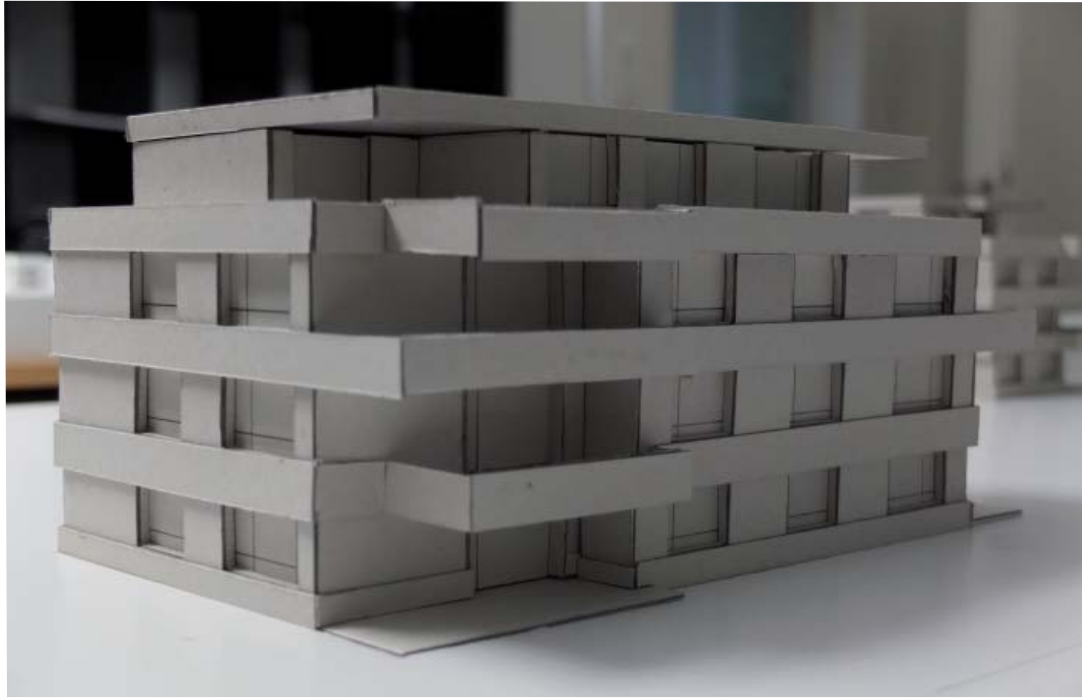
Während bei der Wärmeerzeugung, der Photovoltaik und der Gebäudehülle Möglichkeiten zum optimieren bestehen, ist der Anteil der Energie zur Warmwasserbereitstellung kaum beeinflussbar. Der Energiebedarf für Warmwasser ist aber mindestens gleich gross, meist aber sogar grösser als der Bedarf für die Raumwärme. In der Gesamtbilanz nimmt daher das Warmwasser ein grosses Gewicht ein, das nur geringfügig (indirekt über die Kennzahlen des Wärmeerzeugers) beeinflusst werden kann.

Das Weglassen von Attikageschossen zugunsten von mehr Fläche für die Photovoltaikanlage, oder deren Integration in die Fassade an geeigneten Standorten, können weitere Geschosse ermöglichen. Da Attikageschosse häufig von den Bauherrschaften gefordert und damit oft mehr Rendite erzielt werden kann, ergeben sich in dieser Frage mögliche Konflikte.

ANHANG



5.1 GEBÄUDEHÜLLE



5.1.1 GEBÄUDEHÜLLE Q_H 100%

Berechnungen zu Kap. 3.1

Hinterlegte Werte zur Berechnung

Klimastation	Jahresmitteltemp.	Delta zu 8.5°C	Prozentsatz	Eingeg. Prozentsatz
Zürich SMA	9.4	0.9	0.072	0.072
Luzern	9.7	1.2	0.096	

Grenzwerte Gebäudekategorien nach 380/1 Wohnen MFH	
$Q_{h,li0}$	55 MJ/m ²
Delta $Q_{h,li}$	65 MJ/m ²

Wärmebedarf für Warmwasser	
Wohnen MFH	75 MJ/m ²

Hilfsbetriebe	in MJ/m ²	in kWh/m ²
Erfahrungswert aa	2.5	0.69

Gewichtungsfaktoren		Minergie
Strom	2	2
Pellets	0.7	0.7
Gas	1	1

Wirkungsgrade / JAZ Heizen		2040
Luft Wasser WP	3.3	3.3
Erdsonden WP	3.9	3.9
Gas	0.9	0.9
Pellets	0.75	0.75

Wirkungsgrade / JAZ Warmwasser		2040
Luft Wasser WP	1.8	1.8
Erdsonden WP	2	2
Gas	0.65	0.65
Pellets	0.5	0.5

Prozentuales Q_H	
	100 %
	1

Photovoltaik Anlage		
Netto-Jahresertrag pro kWp	856.6	kWh/kWp
Nennleistung kWp	20	kWp
Produktion	17132	kWh

Berechnungstool Wärmekennzahl gewichtet

Höf Haus B

Gebäude	Höf Haus B	
Geschosse Ausgangslage	3.00	(ohne Attika)
Energiebezugsfläche (A _E)	1306.40 m ²	(mit Attika)
Therm. Gebäudehülle (A _{th})	1332.53 m ²	(mit Attika)
A _{TH} zus Geschoss	250.20 m ²	
A _E zus Geschoss	354.50 m ²	
Leistung Photovoltaik Anlage	17132.00 kWh	

Zum Gebäude		Bedarf/Endenergie/Produktion		Primärenergiebedarf [kWh/m ² A _E]			
Anzahl Geschosse	A _{TH} /A _E			Erdsonden WP	Luft/Wasser WP	Pellets	Gas
3 Geschosse	1.02	Q _H 100 %	31.27 kWh/m ²	16.04	18.95	29.18	34.74
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betriebe	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	13.11 kWh/m ²	26.23	26.23	26.23	26.23
		Wärmekennzahl (gewichtet)		12.03	17.26	33.51	41.96
4 Geschosse	0.95	Q _H 100 %	30.14 kWh/m ²	15.46	18.27	28.14	33.49
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	10.31 kWh/m ²	20.63	20.63	20.63	20.63
		Wärmekennzahl (gewichtet)		17.05	22.18	38.06	46.30
5 Geschosse	0.91	Q _H 100 %	29.42 kWh/m ²	15.09	17.83	27.46	32.68
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	8.50 kWh/m ²	17.00	17.00	17.00	17.00
		Wärmekennzahl (gewichtet)		20.31	25.36	41.01	49.12
6 Geschosse	0.88	Q _H 100 %	28.91 kWh/m ²	14.82	17.52	26.98	32.12
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	7.23 kWh/m ²	14.46	14.46	14.46	14.46
		Wärmekennzahl (gewichtet)		22.59	27.60	43.08	51.10
7 Geschosse	0.86	Q _H 100 %	28.53 kWh/m ²	14.63	17.29	26.63	31.70
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	6.29 kWh/m ²	12.58	12.58	12.58	12.58
		Wärmekennzahl (gewichtet)		24.28	29.25	44.61	52.56
8 Geschosse	0.84	Q _H 100 %	28.24 kWh/m ²	14.48	17.11	26.35	31.37
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	5.56 kWh/m ²	11.13	11.13	11.13	11.13
		Wärmekennzahl (gewichtet)		25.57	30.52	45.78	53.69
9 Geschosse	0.83	Q _H 100 %	28.01 kWh/m ²	14.36	16.97	26.14	31.12
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.99 kWh/m ²	9.98	9.98	9.98	9.98
		Wärmekennzahl (gewichtet)		26.61	31.53	46.72	54.58
10 Geschosse	0.81	Q _H 100 %	27.82 kWh/m ²	14.27	16.86	25.96	30.91
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.52 kWh/m ²	9.05	9.05	9.05	9.05
		Wärmekennzahl (gewichtet)		27.44	32.35	47.47	55.30
11 Geschosse	0.80	Q _H 100 %	27.66 kWh/m ²	14.19	16.77	25.82	30.74
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.14 kWh/m ²	8.27	8.27	8.27	8.27
		Wärmekennzahl (gewichtet)		28.14	33.03	48.10	55.91
12 Geschosse	0.80	Q _H 100 %	27.53 kWh/m ²	14.12	16.69	25.70	30.59
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	3.81 kWh/m ²	7.62	7.62	7.62	7.62
		Wärmekennzahl (gewichtet)		28.72	33.60	48.63	56.41
13 Geschosse	0.79	Q _H 100 %	27.42 kWh/m ²	14.06	16.62	25.59	30.47
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	3.53 kWh/m ²	7.06	7.06	7.06	7.06
		Wärmekennzahl (gewichtet)		29.22	34.09	49.09	56.85

5.1.2 GEBÄUDEHÜLLE Q_H 90%

Berechnungen zu Kap. 3.1

Hinterlegte Werte zur Berechnung

Klimastation	Jahresmitteltemp.	Delta zu 8.5°C	Prozentsatz	Eingeg. Prozentsatz
Zürich SMA	9.4	0.9	0.072	0.072
Luzern	9.7	1.2	0.096	

Grenzwerte Gebäudekategorien nach 380/1 Wohnen MFH	
$Q_{h,li0}$	55 MJ/m ²
Delta $Q_{h,li}$	65 MJ/m ²

Wärmebedarf für Warmwasser	
Wohnen MFH	75 MJ/m ²

Hilfsbetriebe	in MJ/m ²	in kWh/m ²
Erfahrungswert aa	2.5	0.69

Gewichtungsfaktoren		Minergie
Strom	2	2
Pellets	0.7	0.7
Gas	1	1

Wirkungsgrade / JAZ Heizen		2040
Luft Wasser WP	3.3	3.3
Erdsonden WP	3.9	3.9
Gas	0.9	0.9
Pellets	0.75	0.75

Wirkungsgrade / JAZ Warmwasser		2040
Luft Wasser WP	1.8	1.8
Erdsonden WP	2	2
Gas	0.65	0.65
Pellets	0.5	0.5

Prozentuales Q_H	
	90 %
	0.9

Photovoltaik Anlage		
Netto-Jahresertrag pro kWp	856.6	kWh/kWp
Nennleistung kWp	20	kWp
Produktion	17132	kWh

Berechnungstool Wärmekennzahl gewichtet

Höf Haus B

Gebäude	Höf Haus B	
Geschosse Ausgangslage	3.00	(ohne Attika)
Energiebezugsfläche (Ae)	1306.40 m ²	(mit Attika)
Therm. Gebäudehülle (Ath)	1332.53 m ²	(mit Attika)
A _{TH} zus Geschoss	250.20 m ²	
A _E zus Geschoss	354.50 m ²	
Leistung Photovoltaik Anlage	17132.00 kWh	

Zum Gebäude		Bedarf/Endenergie/Produktion		Primärenergiebedarf [kWh/m ² A _E]			
Anzahl Geschosse	A _{TH} /A _E			Erdsonden WP	Luft/Wasser WP	Pellets	Gas
3 Geschosse	1.02	Q _H 90 %	28.14 kWh/m ²	14.43	17.06	26.27	31.27
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betriebe	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	13.11 kWh/m ²	26.23	26.23	26.23	26.23
		Wärmekennzahl (gewichtet)		10.43	15.36	30.59	38.48
4 Geschosse	0.95	Q _H 90 %	27.13 kWh/m ²	13.91	16.44	25.32	30.14
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	10.31 kWh/m ²	20.63	20.63	20.63	20.63
		Wärmekennzahl (gewichtet)		15.51	20.35	35.25	42.96
5 Geschosse	0.91	Q _H 90 %	26.47 kWh/m ²	13.58	16.05	24.71	29.42
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	8.50 kWh/m ²	17.00	17.00	17.00	17.00
		Wärmekennzahl (gewichtet)		18.80	23.58	38.26	45.86
6 Geschosse	0.88	Q _H 90 %	26.02 kWh/m ²	13.34	15.77	24.28	28.91
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	7.23 kWh/m ²	14.46	14.46	14.46	14.46
		Wärmekennzahl (gewichtet)		21.11	25.85	40.38	47.89
7 Geschosse	0.86	Q _H 90 %	25.68 kWh/m ²	13.17	15.56	23.96	28.53
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	6.29 kWh/m ²	12.58	12.58	12.58	12.58
		Wärmekennzahl (gewichtet)		22.81	27.52	41.94	49.39
8 Geschosse	0.84	Q _H 90 %	25.41 kWh/m ²	13.03	15.40	23.72	28.24
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	5.56 kWh/m ²	11.13	11.13	11.13	11.13
		Wärmekennzahl (gewichtet)		24.13	28.81	43.15	50.55
9 Geschosse	0.83	Q _H 90 %	25.21 kWh/m ²	12.93	15.28	23.53	28.01
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.99 kWh/m ²	9.98	9.98	9.98	9.98
		Wärmekennzahl (gewichtet)		25.17	29.83	44.10	51.47
10 Geschosse	0.81	Q _H 90 %	25.04 kWh/m ²	12.84	15.17	23.37	27.82
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.52 kWh/m ²	9.05	9.05	9.05	9.05
		Wärmekennzahl (gewichtet)		26.02	30.67	44.88	52.21
11 Geschosse	0.80	Q _H 90 %	24.90 kWh/m ²	12.77	15.09	23.24	27.66
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.14 kWh/m ²	8.27	8.27	8.27	8.27
		Wärmekennzahl (gewichtet)		26.72	31.35	45.52	52.83
12 Geschosse	0.80	Q _H 90 %	24.78 kWh/m ²	12.71	15.02	23.13	27.53
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	3.81 kWh/m ²	7.62	7.62	7.62	7.62
		Wärmekennzahl (gewichtet)		27.31	31.94	46.06	53.35
13 Geschosse	0.79	Q _H 90 %	24.68 kWh/m ²	12.66	14.96	23.03	27.42
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	3.53 kWh/m ²	7.06	7.06	7.06	7.06
		Wärmekennzahl (gewichtet)		27.82	32.43	46.53	53.80

5.1.3 GEBÄUDEHÜLLE Q_H 60%

Berechnungen zu Kap. 3.1

Hinterlegte Werte zur Berechnung

Klimastation	Jahresmitteltemp.	Delta zu 8.5°C	Prozentsatz	Eingeg. Prozentsatz
Zürich SMA	9.4	0.9	0.072	0.072
Luzern	9.7	1.2	0.096	

Grenzwerte Gebäudekategorien nach 380/1 Wohnen MFH	
$Q_{h,li0}$	55 MJ/m ²
Delta $Q_{h,li}$	65 MJ/m ²

Wärmebedarf für Warmwasser	
Wohnen MFH	75 MJ/m ²

Hilfsbetriebe	in MJ/m ²	in kWh/m ²
Erfahrungswert aa	2.5	0.69

Gewichtungsfaktoren		Minergie
Strom	2	2
Pellets	0.7	0.7
Gas	1	1

Wirkungsgrade / JAZ Heizen		2040
Luft Wasser WP	3.3	3.3
Erdsonden WP	3.9	3.9
Gas	0.9	0.9
Pellets	0.75	0.75

Wirkungsgrade / JAZ Warmwasser		2040
Luft Wasser WP	1.8	1.8
Erdsonden WP	2	2
Gas	0.65	0.65
Pellets	0.5	0.5

Prozentuales Q_H	
	90 %
	0.9

Photovoltaik Anlage	
Netto-Jahresertrag pro kWp	856.6 kWh/kWp
Nennleistung kWp	20 kWp
Produktion	17132 kWh

Berechnungstool Wärmekennzahl gewichtet

Höf Haus B

Gebäude	Höf Haus B	
Geschosse Ausgangslage	3.00	(ohne Attika)
Energiebezugsfläche (A _E)	1306.40 m ²	(mit Attika)
Therm. Gebäudehülle (A _{Th})	1332.53 m ²	(mit Attika)
A _{Th} zus. Geschoss	250.20 m ²	
A _E zus. Geschoss	354.50 m ²	
Leistung Photovoltaik Anlage	17132.00 kWh	

Zum Gebäude		Bedarf/Endenergie/Produktion		Primärenergiebedarf [kWh/m ² A _E]			
Anzahl Geschosse	A _{Th} /A _E			Erdsonden WP	Luft/Wasser WP	Pellets	Gas
3 Geschosse	1.02	Q _H 90 %	28.14 kWh/m ²	14.43	17.06	26.27	31.27
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betriebe	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	13.11 kWh/m ²	26.23	26.23	26.23	26.23
		Wärmekennzahl (gewichtet)		10.43	15.36	30.59	38.48
4 Geschoss	0.95	Q _H 90 %	27.13 kWh/m ²	13.91	16.44	25.32	30.14
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	10.31 kWh/m ²	20.63	20.63	20.63	20.63
		Wärmekennzahl (gewichtet)		15.51	20.35	35.25	42.96
5 Geschoss	0.91	Q _H 90 %	26.47 kWh/m ²	13.58	16.05	24.71	29.42
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	8.50 kWh/m ²	17.00	17.00	17.00	17.00
		Wärmekennzahl (gewichtet)		18.80	23.58	38.26	45.86
6 Geschoss	0.88	Q _H 90 %	26.02 kWh/m ²	13.34	15.77	24.28	28.91
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	7.23 kWh/m ²	14.46	14.46	14.46	14.46
		Wärmekennzahl (gewichtet)		21.11	25.85	40.38	47.89
7 Geschoss	0.86	Q _H 90 %	25.68 kWh/m ²	13.17	15.56	23.96	28.53
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	6.29 kWh/m ²	12.58	12.58	12.58	12.58
		Wärmekennzahl (gewichtet)		22.81	27.52	41.94	49.39
8 Geschoss	0.84	Q _H 90 %	25.41 kWh/m ²	13.03	15.40	23.72	28.24
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	5.56 kWh/m ²	11.13	11.13	11.13	11.13
		Wärmekennzahl (gewichtet)		24.13	28.81	43.15	50.55
9 Geschoss	0.83	Q _H 90 %	25.21 kWh/m ²	12.93	15.28	23.53	28.01
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.99 kWh/m ²	9.98	9.98	9.98	9.98
		Wärmekennzahl (gewichtet)		25.17	29.83	44.10	51.47
10 Geschoss	0.81	Q _H 90 %	25.04 kWh/m ²	12.84	15.17	23.37	27.82
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.52 kWh/m ²	9.05	9.05	9.05	9.05
		Wärmekennzahl (gewichtet)		26.02	30.67	44.88	52.21
11 Geschoss	0.80	Q _H 90 %	24.90 kWh/m ²	12.77	15.09	23.24	27.66
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.14 kWh/m ²	8.27	8.27	8.27	8.27
		Wärmekennzahl (gewichtet)		26.72	31.35	45.52	52.83
12 Geschoss	0.80	Q _H 90 %	24.78 kWh/m ²	12.71	15.02	23.13	27.53
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	3.81 kWh/m ²	7.62	7.62	7.62	7.62
		Wärmekennzahl (gewichtet)		27.31	31.94	46.06	53.35
13 Geschoss	0.79	Q _H 90 %	24.68 kWh/m ²	12.66	14.96	23.03	27.42
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	3.53 kWh/m ²	7.06	7.06	7.06	7.06
		Wärmekennzahl (gewichtet)		27.82	32.43	46.53	53.80

5.2 WIRKUNGSGRAD WÄRMEERZEUGER

5.2.1 STANDARD (JAZ ERDS. 3.9/2, LUFT 3.3/1.8)

Berechnungen zu Kap. 3.2

Hinterlegte Werte zur Berechnung

Klimastation	Jahresmitteltemp.	Delta zu 8.5°C	Prozentsatz	Eingeg. Prozentsatz
Zürich SMA	9.4	0.9	0.072	0.072
Luzern	9.7	1.2	0.096	

Grenzwerte Gebäudekategorien nach 380/1 Wohnen MFH	
Q _{h,li0}	55 MJ/m ²
Delta Q _{h,li}	65 MJ/m ²

Wärmebedarf für Warmwasser	
Wohnen MFH	75 MJ/m ²

Hilfsbetriebe	in MJ/m ²	in kWh/m ²
Erfahrungswert aa	2.5	0.69

Gewichtungsfaktoren		Minergie
Strom	2	2
Pellets	0.7	0.7
Gas	1	1

Wirkungsgrade /JAZ Heizen		2040
Luft Wasser WP	3.3	3.3
Erdsonden WP	3.9	3.9
Gas	0.9	0.9
Pellets	0.75	0.75

Wirkungsgrade / JAZ Warmwasser		2040
Luft Wasser WP	1.8	1.8
Erdsonden WP	2	2
Gas	0.65	0.65
Pellets	0.5	0.5

Prozentuales Q _H	
	90 %
	0.9

Photovoltaik Anlage		
Netto-Jahresertrag pro kWp	856.6	kWh/kWp
Nennleistung kWp	20	kWp
Produktion	17132	kWh

Berechnungstool Wärmekennzahl gewichtet

Höf Haus B

Gebäude	Höf Haus B	
Geschosse Ausgangslage	3.00	(ohne Attika)
Energiebezugsfläche (A _E)	1306.40 m ²	(mit Attika)
Therm. Gebäudehülle (A _{Th})	1332.53 m ²	(mit Attika)
A _{Th} zus Geschoss	250.20 m ²	
A _E zus Geschoss	354.50 m ²	
Leistung Photovoltaik Anlage	17132.00 kWh	

Zum Gebäude		Bedarf/Endenergie/Produktion		Primärenergiebedarf [kWh/m ² A _E]			
Anzahl Geschosse	A _{Th} /A _E			Erdsonden WP	Luft/Wasser WP	Pellets	Gas
3 Geschosse	1.02	Q _H 90 %	28.14 kWh/m ²	14.43	17.06	26.27	31.27
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betriebe	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	13.11 kWh/m ²	26.23	26.23	26.23	26.23
		Wärmekennzahl (gewichtet)		10.43	15.36	30.59	38.48
4 Geschoss	0.95	Q _H 90 %	27.13 kWh/m ²	13.91	16.44	25.32	30.14
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	10.31 kWh/m ²	20.63	20.63	20.63	20.63
		Wärmekennzahl (gewichtet)		15.51	20.35	35.25	42.96
5 Geschoss	0.91	Q _H 90 %	26.47 kWh/m ²	13.58	16.05	24.71	29.42
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	8.50 kWh/m ²	17.00	17.00	17.00	17.00
		Wärmekennzahl (gewichtet)		18.80	23.58	38.26	45.86
6 Geschoss	0.88	Q _H 90 %	26.02 kWh/m ²	13.34	15.77	24.28	28.91
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	7.23 kWh/m ²	14.46	14.46	14.46	14.46
		Wärmekennzahl (gewichtet)		21.11	25.85	40.38	47.89
7 Geschoss	0.86	Q _H 90 %	25.68 kWh/m ²	13.17	15.56	23.96	28.53
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	6.29 kWh/m ²	12.58	12.58	12.58	12.58
		Wärmekennzahl (gewichtet)		22.81	27.52	41.94	49.39
8 Geschoss	0.84	Q _H 90 %	25.41 kWh/m ²	13.03	15.40	23.72	28.24
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	5.56 kWh/m ²	11.13	11.13	11.13	11.13
		Wärmekennzahl (gewichtet)		24.13	28.81	43.15	50.55
9 Geschoss	0.83	Q _H 90 %	25.21 kWh/m ²	12.93	15.28	23.53	28.01
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.99 kWh/m ²	9.98	9.98	9.98	9.98
		Wärmekennzahl (gewichtet)		25.17	29.83	44.10	51.47
10 Geschoss	0.81	Q _H 90 %	25.04 kWh/m ²	12.84	15.17	23.37	27.82
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.52 kWh/m ²	9.05	9.05	9.05	9.05
		Wärmekennzahl (gewichtet)		26.02	30.67	44.88	52.21
11 Geschoss	0.80	Q _H 90 %	24.90 kWh/m ²	12.77	15.09	23.24	27.66
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.14 kWh/m ²	8.27	8.27	8.27	8.27
		Wärmekennzahl (gewichtet)		26.72	31.35	45.52	52.83
12 Geschoss	0.80	Q _H 90 %	24.78 kWh/m ²	12.71	15.02	23.13	27.53
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	3.81 kWh/m ²	7.62	7.62	7.62	7.62
		Wärmekennzahl (gewichtet)		27.31	31.94	46.06	53.35
13 Geschoss	0.79	Q _H 90 %	24.68 kWh/m ²	12.66	14.96	23.03	27.42
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	3.53 kWh/m ²	7.06	7.06	7.06	7.06
		Wärmekennzahl (gewichtet)		27.82	32.43	46.53	53.80

5.2.2 GUT (JAZ ERDS. 4.3/2.7, LUFT 3.3/2.8)

Berechnungen zu Kap. 3.2

Hinterlegte Werte zur Berechnung

Klimastation	Jahresmitteltemp.	Delta zu 8.5°C	Prozentsatz	Eingeg. Prozentsatz
Zürich SMA	9.4	0.9	0.072	0.072
Luzern	9.7	1.2	0.096	

Grenzwerte Gebäudekategorien nach 380/1 Wohnen MFH	
Q _{h,li0}	55 MJ/m ²
Delta Q _{h,li}	65 MJ/m ²

Wärmebedarf für Warmwasser	
Wohnen MFH	75 MJ/m ²

Hilfsbetriebe	in MJ/m ²	in kWh/m ²
Erfahrungswet aa	2.5	0.69

Gewichtungsfaktoren		Minergie
Strom	2	2
Pellets	0.7	0.7
Gas	1	1

Wirkungsgrade / JAZ Heizen		2040
Luft Wasser WP	3.3	3.5
Erdsonden WP	4.3	3.9
Gas	0.9	0.9
Pellets	0.75	0.75

Wirkungsgrade / JAZ Warmwasser		2040
Luft Wasser WP	2.8	1.8
Erdsonden WP	2.7	2
Gas	0.65	0.65
Pellets	0.5	0.5

Prozentuales Q _H	
	90 %
	0.9

Photovoltaik Anlage	
Netto-Jahresertrag pro kWp	856.6 kWh/kWp
Nennleistung kWp	20 kWp
Produktion	17132 kWh

Berechnungstool Wärmekennzahl gewichtet

Höf Haus B

Gebäude	Höf Haus B	
Geschosse Ausgangslage	3.00	(ohne Attika)
Energiebezugsfläche (A _E)	1306.40 m ²	(mit Attika)
Therm. Gebäudehülle (A _{Th})	1332.53 m ²	(mit Attika)
A _{Th} zus Geschoss	250.20 m ²	
A _E zus Geschoss	354.50 m ²	
Leistung Photovoltaik Anlage	17132.00 kWh	

Zum Gebäude		Bedarf/Endenergie/Produktion		Primärenergiebedarf [kWh/m ² A _E]			
Anzahl Geschosse	A _{Th} /A _E			Erdsonden WP	Luft/Wasser WP	Pellets	Gas
3 Geschosse	1.02	Q _H 90 %	28.14 kWh/m ²	13.09	17.06	26.27	31.27
		WW	20.83 kWh/m ²	15.43	14.88	29.17	32.05
		Hilfs Betriebe	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	13.11 kWh/m ²	26.23	26.23	26.23	26.23
		Wärmekennzahl (gewichtet)		3.68	7.10	30.59	38.48
4 Geschoss	0.95	Q _H 90 %	27.13 kWh/m ²	12.62	16.44	25.32	30.14
		WW	20.83 kWh/m ²	15.43	14.88	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	10.31 kWh/m ²	20.63	20.63	20.63	20.63
		Wärmekennzahl (gewichtet)		8.81	12.08	35.25	42.96
5 Geschoss	0.91	Q _H 90 %	26.47 kWh/m ²	12.31	16.05	24.71	29.42
		WW	20.83 kWh/m ²	15.43	14.88	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	8.50 kWh/m ²	17.00	17.00	17.00	17.00
		Wärmekennzahl (gewichtet)		12.13	15.31	38.26	45.86
6 Geschoss	0.88	Q _H 90 %	26.02 kWh/m ²	12.10	15.77	24.28	28.91
		WW	20.83 kWh/m ²	15.43	14.88	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	7.23 kWh/m ²	14.46	14.46	14.46	14.46
		Wärmekennzahl (gewichtet)		14.46	17.58	40.38	47.89
7 Geschoss	0.86	Q _H 90 %	25.68 kWh/m ²	11.94	15.56	23.96	28.53
		WW	20.83 kWh/m ²	15.43	14.88	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	6.29 kWh/m ²	12.58	12.58	12.58	12.58
		Wärmekennzahl (gewichtet)		16.19	19.25	41.94	49.39
8 Geschoss	0.84	Q _H 90 %	25.41 kWh/m ²	11.82	15.40	23.72	28.24
		WW	20.83 kWh/m ²	15.43	14.88	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	5.56 kWh/m ²	11.13	11.13	11.13	11.13
		Wärmekennzahl (gewichtet)		17.51	20.54	43.15	50.55
9 Geschoss	0.83	Q _H 90 %	25.21 kWh/m ²	11.72	15.28	23.53	28.01
		WW	20.83 kWh/m ²	15.43	14.88	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.99 kWh/m ²	9.98	9.98	9.98	9.98
		Wärmekennzahl (gewichtet)		18.57	21.57	44.10	51.47
10 Geschoss	0.81	Q _H 90 %	25.04 kWh/m ²	11.65	15.17	23.37	27.82
		WW	20.83 kWh/m ²	15.43	14.88	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.52 kWh/m ²	9.05	9.05	9.05	9.05
		Wärmekennzahl (gewichtet)		19.42	22.40	44.88	52.21
11 Geschoss	0.80	Q _H 90 %	24.90 kWh/m ²	11.58	15.09	23.24	27.66
		WW	20.83 kWh/m ²	15.43	14.88	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.14 kWh/m ²	8.27	8.27	8.27	8.27
		Wärmekennzahl (gewichtet)		20.13	23.09	45.52	52.83
12 Geschoss	0.80	Q _H 90 %	24.78 kWh/m ²	11.53	15.02	23.13	27.53
		WW	20.83 kWh/m ²	15.43	14.88	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	3.81 kWh/m ²	7.62	7.62	7.62	7.62
		Wärmekennzahl (gewichtet)		20.73	23.67	46.06	53.35
13 Geschoss	0.79	Q _H 90 %	24.68 kWh/m ²	11.48	14.96	23.03	27.42
		WW	20.83 kWh/m ²	15.43	14.88	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	3.53 kWh/m ²	7.06	7.06	7.06	7.06
		Wärmekennzahl (gewichtet)		21.24	24.16	46.53	53.80

5.2.3 ZUKUNFT (JAZ ERDS. 5/3, LUFT 3.8/3.1)

Berechnungen zu Kap. 3.2

Hinterlegte Werte zur Berechnung

Klimastation	Jahresmitteltemp.	Delta zu 8.5°C	Prozentsatz	Eingeg. Prozentsatz
Zürich SMA	9.4	0.9	0.072	0.072
Luzern	9.7	1.2	0.096	

Grenzwerte Gebäudekategorien nach 380/1 Wohnen MFH	
Q _{h,li0}	55 MJ/m ²
Delta Q _{h,li}	65 MJ/m ²

Wärmebedarf für Warmwasser	
Wohnen MFH	75 MJ/m ²

Hilfsbetriebe	in MJ/m ²	in kWh/m ²
Erfahrungswert aa	2.5	0.69

Gewichtungsfaktoren		Minergie
Strom	2	2
Pellets	0.7	0.7
Gas	1	1

Wirkungsgrade /JAZ Heizen		2040
Luft Wasser WP	3.8	3.3
Erdsonden WP	5	3.9
Gas	0.9	0.9
Pellets	0.75	0.75

Wirkungsgrade / JAZ Warmwasser		2040
Luft Wasser WP	3.1	1.8
Erdsonden WP	3	2
Gas	0.65	0.65
Pellets	0.5	0.5

Prozentuales Q _H	
	90 %
	0.9

Photovoltaik Anlage	
Netto-Jahresertrag pro kWp	856.6 kWh/kWp
Nennleistung kWp	20 kWp
Produktion	17132 kWh

Berechnungstool Wärmekennzahl gewichtet

Höf Haus B

Gebäude	Höf Haus B	
Geschosse Ausgangslage	3.00	(ohne Attika)
Energiebezugsfläche (Ae)	1306.40 m ²	(mit Attika)
Therm. Gebäudehülle (Ath)	1332.53 m ²	(mit Attika)
A _{TH} zus Geschoss	250.20 m ²	
A _E zus Geschoss	354.50 m ²	
Leistung Photovoltaik Anlage	17132.00 kWh	

Zum Gebäude		Bedarf/Endenergie/Produktion		Primärenergiebedarf [kWh/m ² A _E]			
Anzahl Geschosse	A _{TH} /A _E			Erdsonden WP	Luft/Wasser WP	Pellets	Gas
3 Geschosse	1.02	Q _H 90 %	28.14 kWh/m ²	11.26	14.81	26.27	31.27
		WW	20.83 kWh/m ²	13.89	13.44	29.17	32.05
		Hilfs Betriebe	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	13.11 kWh/m ²	26.23	26.23	26.23	26.23
		Wärmekennzahl (gewichtet)		0.31	3.41	30.59	38.48
4 Geschosse	0.95	Q _H 90 %	27.13 kWh/m ²	10.85	14.28	25.32	30.14
		WW	20.83 kWh/m ²	13.89	13.44	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	10.31 kWh/m ²	20.63	20.63	20.63	20.63
		Wärmekennzahl (gewichtet)		5.50	8.48	35.25	42.96
5 Geschosse	0.91	Q _H 90 %	26.47 kWh/m ²	10.59	13.93	24.71	29.42
		WW	20.83 kWh/m ²	13.89	13.44	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	8.50 kWh/m ²	17.00	17.00	17.00	17.00
		Wärmekennzahl (gewichtet)		8.87	11.76	38.26	45.86
6 Geschosse	0.88	Q _H 90 %	26.02 kWh/m ²	10.41	13.69	24.28	28.91
		WW	20.83 kWh/m ²	13.89	13.44	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	7.23 kWh/m ²	14.46	14.46	14.46	14.46
		Wärmekennzahl (gewichtet)		11.23	14.06	40.38	47.89
7 Geschosse	0.86	Q _H 90 %	25.68 kWh/m ²	10.27	13.51	23.96	28.53
		WW	20.83 kWh/m ²	13.89	13.44	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	6.29 kWh/m ²	12.58	12.58	12.58	12.58
		Wärmekennzahl (gewichtet)		12.97	15.77	41.94	49.39
8 Geschosse	0.84	Q _H 90 %	25.41 kWh/m ²	10.17	13.38	23.72	28.24
		WW	20.83 kWh/m ²	13.89	13.44	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	5.56 kWh/m ²	11.13	11.13	11.13	11.13
		Wärmekennzahl (gewichtet)		14.31	17.08	43.15	50.55
9 Geschosse	0.83	Q _H 90 %	25.21 kWh/m ²	10.08	13.27	23.53	28.01
		WW	20.83 kWh/m ²	13.89	13.44	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.99 kWh/m ²	9.98	9.98	9.98	9.98
		Wärmekennzahl (gewichtet)		15.38	18.12	44.10	51.47
10 Geschosse	0.81	Q _H 90 %	25.04 kWh/m ²	10.01	13.18	23.37	27.82
		WW	20.83 kWh/m ²	13.89	13.44	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.52 kWh/m ²	9.05	9.05	9.05	9.05
		Wärmekennzahl (gewichtet)		16.25	18.96	44.88	52.21
11 Geschosse	0.80	Q _H 90 %	24.90 kWh/m ²	9.96	13.10	23.24	27.66
		WW	20.83 kWh/m ²	13.89	13.44	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.14 kWh/m ²	8.27	8.27	8.27	8.27
		Wärmekennzahl (gewichtet)		16.97	19.66	45.52	52.83
12 Geschosse	0.80	Q _H 90 %	24.78 kWh/m ²	9.91	13.04	23.13	27.53
		WW	20.83 kWh/m ²	13.89	13.44	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	3.81 kWh/m ²	7.62	7.62	7.62	7.62
		Wärmekennzahl (gewichtet)		17.57	20.25	46.06	53.35
13 Geschosse	0.79	Q _H 90 %	24.68 kWh/m ²	9.87	12.99	23.03	27.42
		WW	20.83 kWh/m ²	13.89	13.44	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	3.53 kWh/m ²	7.06	7.06	7.06	7.06
		Wärmekennzahl (gewichtet)		18.09	20.76	46.53	53.80

5.3 EINFLUSS DER LÜFTUNG

5.3.1 OHNE LÜFTUNG

Berechnungen zu Kap. 3.3

Hinterlegte Werte zur Berechnung

Klimastation	Jahresmitteltemp.	Delta zu 8.5°C	Prozentsatz	Eingeg. Prozentsatz
Zürich SMA	9.4	0.9	0.072	0.072
Luzern	9.7	1.2	0.096	

Grenzwerte Gebäudekategorien nach 380/1 Wohnen MFH	
Q _{h,li0}	55 MJ/m ²
Delta Q _{h,li}	65 MJ/m ²

Wärmebedarf für Warmwasser	
Wohnen MFH	75 MJ/m ²

Hilfsbetriebe	in MJ/m ²	in kWh/m ²
Erfahrungswet aa	2.5	0.69

Gewichtungsfaktoren		Minergie
Strom	2	2
Pellets	0.7	0.7
Gas	1	1

Wirkungsgrade / JAZ Heizen		2040
Luft Wasser WP	3.3	3.3
Erdsonden WP	3.9	3.9
Gas	0.9	0.9
Pellets	0.75	0.75

Wirkungsgrade / JAZ Warmwasser		2040
Luft Wasser WP	1.8	1.8
Erdsonden WP	2	2
Gas	0.65	0.65
Pellets	0.5	0.5

Prozentuales Q _H	
	90 %
	0.9

Photovoltaik Anlage	
Netto-Jahresertrag pro kWp	856.6 kWh/kWp
Nennleistung kWp	20 kWp
Produktion	17132 kWh

Berechnungstool Wärmekennzahl gewichtet

Höf Haus B

Gebäude	Höf Haus B	
Geschosse Ausgangslage	3.00	(ohne Attika)
Energiebezugsfläche (A _E)	1306.40 m ²	(mit Attika)
Therm. Gebäudehülle (A _{Th})	1332.53 m ²	(mit Attika)
A _{Th} zus. Geschoss	250.20 m ²	
A _E zus. Geschoss	354.50 m ²	
Leistung Photovoltaik Anlage	17132.00 kWh	

Zum Gebäude		Bedarf/Endenergie/Produktion		Primärenergiebedarf [kWh/m ² A _E]			
Anzahl Geschosse	A _{Th} /A _E			Erdsonden WP	Luft/Wasser WP	Pellets	Gas
3 Geschosse	1.02	Q _H 90 %	28.14 kWh/m ²	14.43	17.06	26.27	31.27
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betriebe	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	13.11 kWh/m ²	26.23	26.23	26.23	26.23
		Wärmekennzahl (gewichtet)		10.43	15.36	30.59	38.48
4 Geschoss	0.95	Q _H 90 %	27.13 kWh/m ²	13.91	16.44	25.32	30.14
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	10.31 kWh/m ²	20.63	20.63	20.63	20.63
		Wärmekennzahl (gewichtet)		15.51	20.35	35.25	42.96
5 Geschoss	0.91	Q _H 90 %	26.47 kWh/m ²	13.58	16.05	24.71	29.42
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	8.50 kWh/m ²	17.00	17.00	17.00	17.00
		Wärmekennzahl (gewichtet)		18.80	23.58	38.26	45.86
6 Geschoss	0.88	Q _H 90 %	26.02 kWh/m ²	13.34	15.77	24.28	28.91
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	7.23 kWh/m ²	14.46	14.46	14.46	14.46
		Wärmekennzahl (gewichtet)		21.11	25.85	40.38	47.89
7 Geschoss	0.86	Q _H 90 %	25.68 kWh/m ²	13.17	15.56	23.96	28.53
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	6.29 kWh/m ²	12.58	12.58	12.58	12.58
		Wärmekennzahl (gewichtet)		22.81	27.52	41.94	49.39
8 Geschoss	0.84	Q _H 90 %	25.41 kWh/m ²	13.03	15.40	23.72	28.24
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	5.56 kWh/m ²	11.13	11.13	11.13	11.13
		Wärmekennzahl (gewichtet)		24.13	28.81	43.15	50.55
9 Geschoss	0.83	Q _H 90 %	25.21 kWh/m ²	12.93	15.28	23.53	28.01
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.99 kWh/m ²	9.98	9.98	9.98	9.98
		Wärmekennzahl (gewichtet)		25.17	29.83	44.10	51.47
10 Geschoss	0.81	Q _H 90 %	25.04 kWh/m ²	12.84	15.17	23.37	27.82
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.52 kWh/m ²	9.05	9.05	9.05	9.05
		Wärmekennzahl (gewichtet)		26.02	30.67	44.88	52.21
11 Geschoss	0.80	Q _H 90 %	24.90 kWh/m ²	12.77	15.09	23.24	27.66
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.14 kWh/m ²	8.27	8.27	8.27	8.27
		Wärmekennzahl (gewichtet)		26.72	31.35	45.52	52.83
12 Geschoss	0.80	Q _H 90 %	24.78 kWh/m ²	12.71	15.02	23.13	27.53
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	3.81 kWh/m ²	7.62	7.62	7.62	7.62
		Wärmekennzahl (gewichtet)		27.31	31.94	46.06	53.35
13 Geschoss	0.79	Q _H 90 %	24.68 kWh/m ²	12.66	14.96	23.03	27.42
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	3.53 kWh/m ²	7.06	7.06	7.06	7.06
		Wärmekennzahl (gewichtet)		27.82	32.43	46.53	53.80

5.3.2 MIT LÜFTUNG

Berechnungen zu Kap. 3.3

Hinterlegte Werte zur Berechnung

Klimastation	Jahresmitteltemp.	Delta zu 8.5°C	Prozentsatz	Eingeg. Prozentsatz
Zürich SMA	9.4	0.9	0.072	0.072
Luzern	9.7	1.2	0.096	

Grenzwerte Gebäudekategorien nach 380/1 Wohnen MFH	
Q _{h,li0}	55 MJ/m ²
Delta Q _{h,li}	65 MJ/m ²

Wärmebedarf für Warmwasser	
Wohnen MFH	75 MJ/m ²

Hilfsbetriebe	in MJ/m ²	in kWh/m ²
Erfahrungswet aa	1.62	0.45

Gewichtungsfaktoren		Minergie
Strom	2	2
Pellets	0.7	0.7
Gas	1	1

Wirkungsgrade / JAZ Heizen		SIA MB 2040
Luft Wasser WP	3.3	3.3
Erdsonden WP	3.9	3.9
Gas	0.9	0.9
Pellets	0.75	0.75

Wirkungsgrade / JAZ Warmwasser		SIA MB 2040
Luft Wasser WP	1.8	1.8
Erdsonden WP	2	2
Gas	0.65	0.65
Pellets	0.5	0.5

Prozentuales Q _H	
	90 %
	0.9

Photovoltaik Anlage	
Netto-Jahresertrag pro kWp	856.6 kWh/kWp
Nennleistung kWp	20 kWp
Produktion	17132 kWh

Energie Lüftung	in MJ/m ²	in kWh/m ²
Erfahrungswet aa	7.02	1.95

Berechnungstool Wärmekennzahl gewichtet

Höf Haus B

Gebäude	Höf Haus B	
Regelgeschosse Ausgangsl.	3.00	(ohne Attika)
Energiebezugsfläche (A _E)	1306.40 m ²	(mit Attika)
Therm. Gebäudehülle (A _{TH})	1332.53 m ²	(mit Attika)
A _{TH} zus Geschoss	250.20 m ²	
A _E zus Geschoss	354.50 m ²	
Leistung Photovoltaik Anlage	17132.00 kWh	

Zum Gebäude		Bedarf/Endenergie/Produktion		Primärenergiebedarf [kWh/m ² A _E]			
Anzahl Geschosse	A _{TH} /A _E			Erdsonden WP	Luft/Wasser WP	Pellets	Gas
3 Geschosse	1.02	Q _{H,eff.} 90 %	14.07 kWh/m ²	7.22	8.53	13.13	15.63
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Lüftung	1.95 kWh/m ²	3.90	3.90	3.90	3.90
		Hilfs Betriebe	0.45 kWh/m ²	0.90	0.90	0.90	0.90
		PV	13.11 kWh/m ²	26.23	26.23	26.23	26.23
		Wärmekennzahl (gewichtet)		6.62	10.25	20.87	26.26
4 Geschoss	0.95	Q _H 90 %	13.57 kWh/m ²	6.96	8.22	12.66	15.07
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Lüftung	1.95 kWh/m ²	3.90	3.90	3.90	3.90
		Hilfs Betr.	0.45 kWh/m ²	0.90	0.90	0.90	0.90
		PV	10.31 kWh/m ²	20.63	20.63	20.63	20.63
		Wärmekennzahl (gewichtet)		11.96	15.54	26.00	31.29
5 Geschoss	0.91	Q _{H,eff.} 90 %	13.24 kWh/m ²	6.79	8.02	12.35	14.71
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Lüftung	1.95 kWh/m ²	3.90	3.90	3.90	3.90
		Hilfs Betr.	0.45 kWh/m ²	0.90	0.90	0.90	0.90
		PV	8.50 kWh/m ²	17.00	17.00	17.00	17.00
		Wärmekennzahl (gewichtet)		15.42	18.97	29.32	34.56
6 Geschoss	0.88	Q _{H,eff.} 90 %	13.01 kWh/m ²	6.67	7.88	12.14	14.45
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Lüftung	1.95 kWh/m ²	3.90	3.90	3.90	3.90
		Hilfs Betr.	0.45 kWh/m ²	0.90	0.90	0.90	0.90
		PV	7.23 kWh/m ²	14.46	14.46	14.46	14.46
		Wärmekennzahl (gewichtet)		17.85	21.37	31.65	36.85
7 Geschoss	0.86	Q _{H,eff.} 90 %	12.84 kWh/m ²	6.58	7.78	11.98	14.26
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Lüftung	1.95 kWh/m ²	3.90	3.90	3.90	3.90
		Hilfs Betr.	0.45 kWh/m ²	0.90	0.90	0.90	0.90
		PV	6.29 kWh/m ²	12.58	12.58	12.58	12.58
		Wärmekennzahl (gewichtet)		19.64	23.15	33.37	38.54
8 Geschoss	0.84	Q _{H,eff.} 90 %	12.71 kWh/m ²	6.52	7.70	11.86	14.12
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Lüftung	1.95 kWh/m ²	3.90	3.90	3.90	3.90
		Hilfs Betr.	0.45 kWh/m ²	0.90	0.90	0.90	0.90
		PV	5.56 kWh/m ²	11.13	11.13	11.13	11.13
		Wärmekennzahl (gewichtet)		21.02	24.52	34.70	39.84
9 Geschoss	0.83	Q _{H,eff.} 90 %	12.60 kWh/m ²	6.46	7.64	11.76	14.00
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Lüftung	1.95 kWh/m ²	3.90	3.90	3.90	3.90
		Hilfs Betr.	0.45 kWh/m ²	0.90	0.90	0.90	0.90
		PV	4.99 kWh/m ²	9.98	9.98	9.98	9.98
		Wärmekennzahl (gewichtet)		22.12	25.61	35.75	40.88
10 Geschoss	0.81	Q _{H,eff.} 90 %	12.52 kWh/m ²	6.42	7.59	11.68	13.91
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Lüftung	1.95 kWh/m ²	3.90	3.90	3.90	3.90
		Hilfs Betr.	0.45 kWh/m ²	0.90	0.90	0.90	0.90
		PV	4.52 kWh/m ²	9.05	9.05	9.05	9.05
		Wärmekennzahl (gewichtet)		23.01	26.49	36.61	41.72
11 Geschoss	0.80	Q _{H,eff.} 90 %	12.45 kWh/m ²	6.38	7.54	11.62	13.83
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Lüftung	1.95 kWh/m ²	3.90	3.90	3.90	3.90
		Hilfs Betr.	0.45 kWh/m ²	0.90	0.90	0.90	0.90
		PV	4.14 kWh/m ²	8.27	8.27	8.27	8.27
		Wärmekennzahl (gewichtet)		23.75	27.22	37.31	42.41
12 Geschoss	0.80	Q _{H,eff.} 90 %	12.39 kWh/m ²	6.35	7.51	11.56	13.77
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Lüftung	1.95 kWh/m ²	3.90	3.90	3.90	3.90
		Hilfs Betr.	0.45 kWh/m ²	0.90	0.90	0.90	0.90
		PV	3.81 kWh/m ²	7.62	7.62	7.62	7.62
		Wärmekennzahl (gewichtet)		24.37	27.84	37.91	43.00
13 Geschoss	0.79	Q _{H,eff.} 90 %	12.34 kWh/m ²	6.33	7.48	11.52	13.71
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Lüftung	1.95 kWh/m ²	3.90	3.90	3.90	3.90
		Hilfs Betr.	0.45 kWh/m ²	0.90	0.90	0.90	0.90
		PV	3.53 kWh/m ²	7.06	7.06	7.06	7.06
		Wärmekennzahl (gewichtet)		24.90	28.36	38.42	43.50

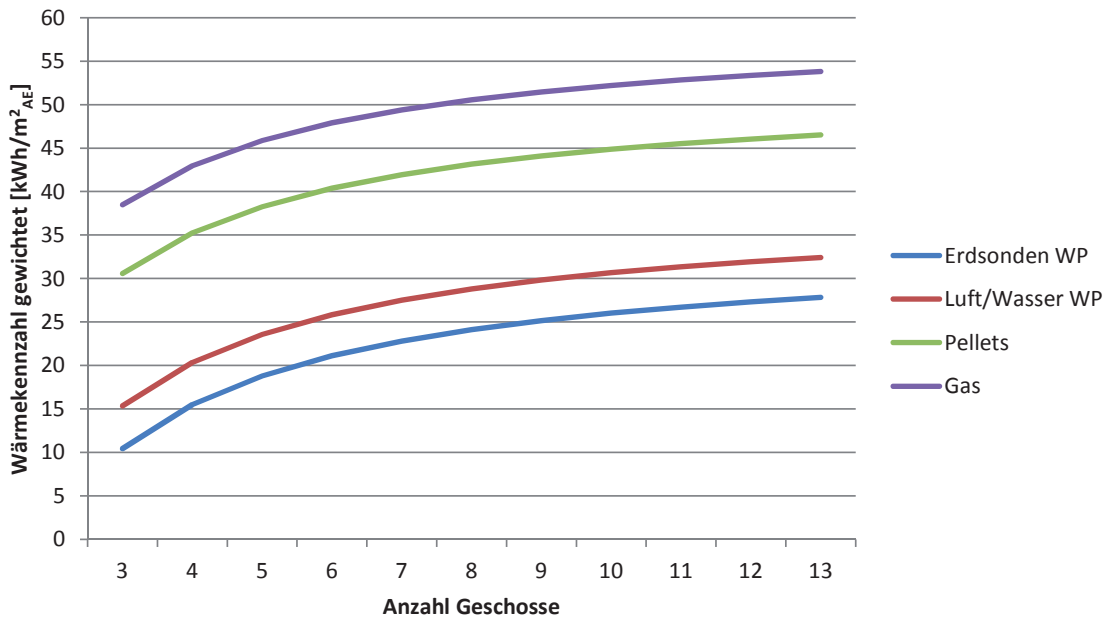
5.4 GEWICHTUNGSFAKTOREN

5.4.1 NATIONALE PRIMÄRENERGIEFAKTOREN (MINERGIE)

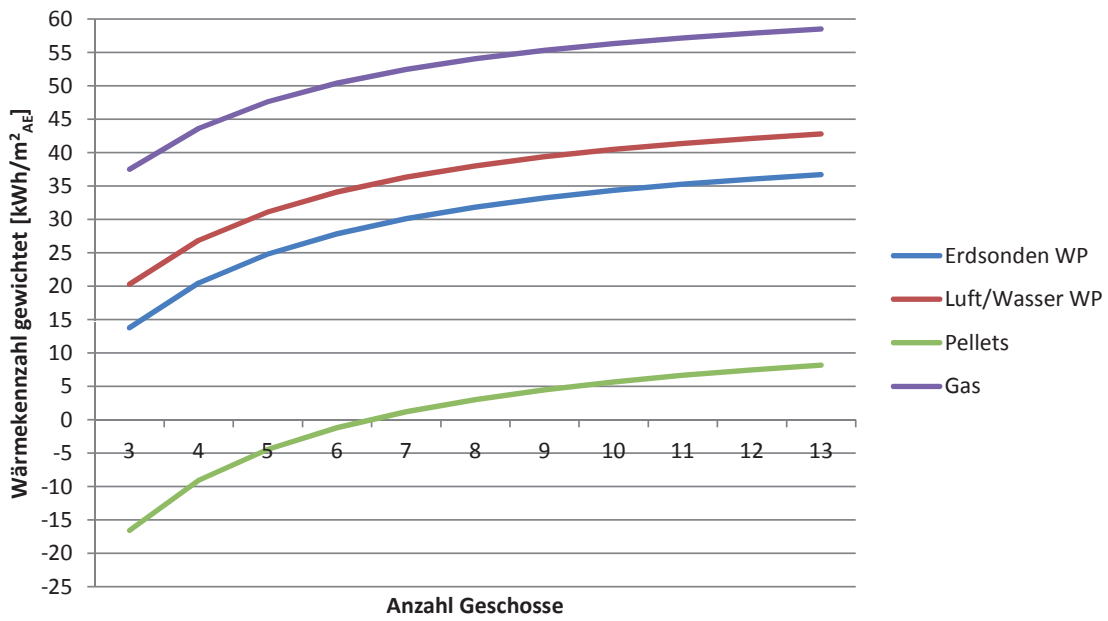
Neben den Wirkungsgraden fließen auch die Primärenergiefaktoren in die Berechnung der gewichteten Wärmekennzahl mit ein. Hier sind momentan vor allem zwei Datengrundlagen in Gebrauch. Einerseits die nationalen Faktoren nach MINERGIE und andererseits die Primärenergiefaktoren nach dem SIA Merkblatt 2040 Effizienzpfad Energie. Auf der gegenüberliegenden Seite sind die Grafiken mit den Standardwerten (oben, nach MINERGIE) und mit den Werten nach SIA MB 2040 (unten) dargestellt. Es ist klar erkennbar, dass sich in der unteren Abbildung das Kurvenbild massgebend ändert. Die grüne Kurve (Pellets) sinkt weit unter die anderen Kurven ab. Es sind im Beispiel nach SIA MB 2040 also alleine durch die Wahl von Pellets als Wärmeerzeuger gut sechs Wohngeschosse möglich, wobei bei Verwendung der MINERGIE- Kennwerte kaum ein Geschoss möglich ist.

Die Wärmekennzahl ist folglich weitgehend von den Wirkungsgraden und der Primärenergiefaktoren abhängig. Durch sie wird das Endresultat der Kennzahlenberechnung bereits stark vorbestimmt.

Nationale Primärenergiefaktoren



Primärenergiefaktoren SIA MB 2040



Berechnungen zu Kap. 5.4

Hinterlegte Werte zur Berechnung

Klimastation	Jahresmitteltemp.	Delta zu 8.5°C	Prozentsatz	Eingeg. Prozentsatz
Zürich SMA	9.4	0.9	0.072	0.072
Luzern	9.7	1.2	0.096	

Grenzwerte Gebäudekategorien nach 380/1 Wohnen MFH	
Q _{h,li0}	55 MJ/m ²
Delta Q _{h,li}	65 MJ/m ²

Wärmebedarf für Warmwasser	
Wohnen MFH	75 MJ/m ²

Hilfsbetriebe	in MJ/m ²	in kWh/m ²
Erfahrungswert aa	2.5	0.69

Gewichtungsfaktoren	Minergie	
Strom	2	2
Pellets	0.7	0.7
Gas	1	1

Wirkungsgrade / JAZ Heizen		2040	
Luft Wasser WP	3.3	3.3	
Erdsonden WP	3.9	3.9	
Gas	0.9	0.9	
Pellets	0.75	0.75	

Wirkungsgrade / JAZ Warmwasser		2040	
Luft Wasser WP	1.8	1.8	
Erdsonden WP	2	2	
Gas	0.65	0.65	
Pellets	0.5	0.5	

Prozentuales Q _H	
	90 %
	0.9

Photovoltaik Anlage	
Netto-Jahresertrag pro kWp	856.6 kWh/kWp
Nennleistung kWp	20 kWp
Produktion	17132 kWh

Berechnungstool Wärmekennzahl gewichtet

Höf Haus B

Gebäude	Höf Haus B	
Geschosse Ausgangslage	3.00	(ohne Attika)
Energiebezugsfläche (A _E)	1306.40 m ²	(mit Attika)
Therm. Gebäudehülle (A _{Th})	1332.53 m ²	(mit Attika)
A _{Th} zus Geschoss	250.20 m ²	
A _E zus Geschoss	354.50 m ²	
Leistung Photovoltaik Anlage	17132.00 kWh	

Zum Gebäude		Bedarf/Endenergie/Produktion		Primärenergiebedarf [kWh/m ² A _E]			
Anzahl Geschosse	A _{Th} /A _E			Erdsonden WP	Luft/Wasser WP	Pellets	Gas
3 Geschosse	1.02	Q _H 90 %	28.14 kWh/m ²	14.43	17.06	26.27	31.27
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betriebe	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	13.11 kWh/m ²	26.23	26.23	26.23	26.23
		Wärmekennzahl (gewichtet)		10.43	15.36	30.59	38.48
4 Geschoss	0.95	Q _H 90 %	27.13 kWh/m ²	13.91	16.44	25.32	30.14
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	10.31 kWh/m ²	20.63	20.63	20.63	20.63
		Wärmekennzahl (gewichtet)		15.51	20.35	35.25	42.96
5 Geschoss	0.91	Q _H 90 %	26.47 kWh/m ²	13.58	16.05	24.71	29.42
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	8.50 kWh/m ²	17.00	17.00	17.00	17.00
		Wärmekennzahl (gewichtet)		18.80	23.58	38.26	45.86
6 Geschoss	0.88	Q _H 90 %	26.02 kWh/m ²	13.34	15.77	24.28	28.91
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	7.23 kWh/m ²	14.46	14.46	14.46	14.46
		Wärmekennzahl (gewichtet)		21.11	25.85	40.38	47.89
7 Geschoss	0.86	Q _H 90 %	25.68 kWh/m ²	13.17	15.56	23.96	28.53
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	6.29 kWh/m ²	12.58	12.58	12.58	12.58
		Wärmekennzahl (gewichtet)		22.81	27.52	41.94	49.39
8 Geschoss	0.84	Q _H 90 %	25.41 kWh/m ²	13.03	15.40	23.72	28.24
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	5.56 kWh/m ²	11.13	11.13	11.13	11.13
		Wärmekennzahl (gewichtet)		24.13	28.81	43.15	50.55
9 Geschoss	0.83	Q _H 90 %	25.21 kWh/m ²	12.93	15.28	23.53	28.01
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.99 kWh/m ²	9.98	9.98	9.98	9.98
		Wärmekennzahl (gewichtet)		25.17	29.83	44.10	51.47
10 Geschoss	0.81	Q _H 90 %	25.04 kWh/m ²	12.84	15.17	23.37	27.82
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.52 kWh/m ²	9.05	9.05	9.05	9.05
		Wärmekennzahl (gewichtet)		26.02	30.67	44.88	52.21
11 Geschoss	0.80	Q _H 90 %	24.90 kWh/m ²	12.77	15.09	23.24	27.66
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.14 kWh/m ²	8.27	8.27	8.27	8.27
		Wärmekennzahl (gewichtet)		26.72	31.35	45.52	52.83
12 Geschoss	0.80	Q _H 90 %	24.78 kWh/m ²	12.71	15.02	23.13	27.53
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	3.81 kWh/m ²	7.62	7.62	7.62	7.62
		Wärmekennzahl (gewichtet)		27.31	31.94	46.06	53.35
13 Geschoss	0.79	Q _H 90 %	24.68 kWh/m ²	12.66	14.96	23.03	27.42
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	3.53 kWh/m ²	7.06	7.06	7.06	7.06
		Wärmekennzahl (gewichtet)		27.82	32.43	46.53	53.80

5.4.2 PRIMÄRENERGIEFAKTOREN SIA MB 2040

Berechnungen zu Kap. 5.4

Hinterlegte Werte zur Berechnung

Klimastation	Jahresmitteltemp.	Delta zu 8.5°C	Prozentsatz	Eingeg. Prozentsatz
Zürich SMA	9.4	0.9	0.072	0.072
Luzern	9.7	1.2	0.096	

Grenzwerte Gebäudekategorien nach 380/1 Wohnen MFH	
Q _{h,li0}	55 MJ/m ²
Delta Q _{h,li}	65 MJ/m ²

Wärmebedarf für Warmwasser	
Wohnen MFH	75 MJ/m ²

Hilfsbetriebe	in MJ/m ²	in kWh/m ²
Erfahrungswert aa	2.5	0.69

Gewichtungsfaktoren		Minergie
Strom	2.64	2
Pellets	0.21	0.7
Gas	1.11	1

Wirkungsgrade / JAZ Heizen		2040
Luft Wasser WP	3.3	3.3
Erdsonden WP	3.9	3.9
Gas	0.9	0.9
Pellets	0.75	0.75

Wirkungsgrade / JAZ Warmwasser		2040
Luft Wasser WP	1.8	1.8
Erdsonden WP	2	2
Gas	0.65	0.65
Pellets	0.5	0.5

Prozentuales Q _H	
	90 %
	0.9

Photovoltaik Anlage	
Netto-Jahresertrag pro kWp	856.6 kWh/kWp
Nennleistung kWp	20 kWp
Produktion	17132 kWh

Berechnungstool Wärmekennzahl gewichtet

Höf Haus B

Gebäude	Höf Haus B	
Geschosse Ausgangslage	3.00	(ohne Attika)
Energiebezugsfläche (A _E)	1306.40 m ²	(mit Attika)
Therm. Gebäudehülle (A _{Th})	1332.53 m ²	(mit Attika)
A _{Th} zus. Geschoss	250.20 m ²	
A _E zus. Geschoss	354.50 m ²	
Leistung Photovoltaik Anlage	17132.00 kWh	

Zum Gebäude		Bedarf/Endenergie/Produktion		Primärenergiebedarf [kWh/m ² A _E]			
Anzahl Geschosse	A _{Th} /A _E			Erdsonden WP	Luft/Wasser WP	Pellets	Gas
3 Geschosse	1.02	Q _H 90 %	28.14 kWh/m ²	19.05	22.51	7.88	34.71
		WW	20.83 kWh/m ²	27.50	30.56	8.75	35.58
		Hilfs Betriebe	0.69 kWh/m ²	1.83	1.83	1.83	1.83
		PV	13.11 kWh/m ²	34.62	34.62	34.62	34.62
		Wärmekennzahl (gewichtet)		13.76	20.28	-16.16	37.50
4 Geschoss	0.95	Q _H 90 %	27.13 kWh/m ²	18.37	21.70	7.60	33.46
		WW	20.83 kWh/m ²	27.50	30.56	8.75	35.58
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.83	1.83	1.83	1.83
		PV	10.31 kWh/m ²	27.23	27.23	27.23	27.23
		Wärmekennzahl (gewichtet)		20.47	26.86	-9.05	43.64
5 Geschoss	0.91	Q _H 90 %	26.47 kWh/m ²	17.92	21.18	7.41	32.65
		WW	20.83 kWh/m ²	27.50	30.56	8.75	35.58
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.83	1.83	1.83	1.83
		PV	8.50 kWh/m ²	22.44	22.44	22.44	22.44
		Wärmekennzahl (gewichtet)		24.81	31.13	-4.45	47.62
6 Geschoss	0.88	Q _H 90 %	26.02 kWh/m ²	17.61	20.81	7.28	32.09
		WW	20.83 kWh/m ²	27.50	30.56	8.75	35.58
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.83	1.83	1.83	1.83
		PV	7.23 kWh/m ²	19.08	19.08	19.08	19.08
		Wärmekennzahl (gewichtet)		27.86	34.12	-1.22	50.41
7 Geschoss	0.86	Q _H 90 %	25.68 kWh/m ²	17.38	20.54	7.19	31.67
		WW	20.83 kWh/m ²	27.50	30.56	8.75	35.58
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.83	1.83	1.83	1.83
		PV	6.29 kWh/m ²	16.60	16.60	16.60	16.60
		Wärmekennzahl (gewichtet)		30.11	36.33	1.17	52.48
8 Geschoss	0.84	Q _H 90 %	25.41 kWh/m ²	17.20	20.33	7.12	31.34
		WW	20.83 kWh/m ²	27.50	30.56	8.75	35.58
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.83	1.83	1.83	1.83
		PV	5.56 kWh/m ²	14.69	14.69	14.69	14.69
		Wärmekennzahl (gewichtet)		31.85	38.03	3.01	54.06
9 Geschoss	0.83	Q _H 90 %	25.21 kWh/m ²	17.06	20.16	7.06	31.09
		WW	20.83 kWh/m ²	27.50	30.56	8.75	35.58
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.83	1.83	1.83	1.83
		PV	4.99 kWh/m ²	13.17	13.17	13.17	13.17
		Wärmekennzahl (gewichtet)		33.22	39.38	4.47	55.32
10 Geschoss	0.81	Q _H 90 %	25.04 kWh/m ²	16.95	20.03	7.01	30.88
		WW	20.83 kWh/m ²	27.50	30.56	8.75	35.58
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.83	1.83	1.83	1.83
		PV	4.52 kWh/m ²	11.94	11.94	11.94	11.94
		Wärmekennzahl (gewichtet)		34.34	40.48	5.65	56.35
11 Geschoss	0.80	Q _H 90 %	24.90 kWh/m ²	16.85	19.92	6.97	30.71
		WW	20.83 kWh/m ²	27.50	30.56	8.75	35.58
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.83	1.83	1.83	1.83
		PV	4.14 kWh/m ²	10.92	10.92	10.92	10.92
		Wärmekennzahl (gewichtet)		35.27	41.39	6.64	57.20
12 Geschoss	0.80	Q _H 90 %	24.78 kWh/m ²	16.77	19.82	6.94	30.56
		WW	20.83 kWh/m ²	27.50	30.56	8.75	35.58
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.83	1.83	1.83	1.83
		PV	3.81 kWh/m ²	10.06	10.06	10.06	10.06
		Wärmekennzahl (gewichtet)		36.05	42.15	7.46	57.91
13 Geschoss	0.79	Q _H 90 %	24.68 kWh/m ²	16.71	19.74	6.91	30.44
		WW	20.83 kWh/m ²	27.50	30.56	8.75	35.58
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.83	1.83	1.83	1.83
		PV	3.53 kWh/m ²	9.32	9.32	9.32	9.32
		Wärmekennzahl (gewichtet)		36.72	42.81	8.17	58.53

5.5 WIRKUNGSGRAD DER PV-ANLAGE

5.5.1 NORMAL (ANLAGENWIRKUNGSGRAD 14%)

Berechnungen zu Kap. 3.4

Hinterlegte Werte zur Berechnung

Klimastation	Jahresmitteltemp.	Delta zu 8.5°C	Prozentsatz	Eingeg. Prozentsatz
Zürich SMA	9.4	0.90	0.072	0.072
Luzern	9.7	1.20	0.096	

Grenzwerte Gebäudekategorien nach 380/1 Wohnen MFH	
Q _{h,li0}	55 MJ/m ²
Delta Q _{h,li}	65 MJ/m ²

Wärmebedarf für Warmwasser	
Wohnen MFH	75 MJ/m ²

Hilfsbetriebe	in MJ/m ²	in kWh/m ²
Erfahrungswert aa	2.5	0.69

Gewichtungsfaktoren	Minergie	
Strom	2	2.00
Pellets	0.7	0.70
Gas	1	1.00

Wirkungsgrade /JAZ Heizen		2040.00	
Luft Wasser WP	3.3	3.30	
Erdsonden WP	3.9	3.90	
Gas	0.9	0.90	
Pellets	0.75	0.75	

Wirkungsgrade / JAZ Warmwasser		2040.00	
Luft Wasser WP	1.8	1.80	
Erdsonden WP	2	2.00	
Gas	0.65	0.65	
Pellets	0.5	0.50	

Prozentuales Q _H	
	90 %
	0.9

Photovoltaik Anlage		
Netto-Jahresertrag pro kWp	nicht relevant.	kWh/kWp
Nennleistung kWp	18.74	kWp
Produktion	14994.00	kWh

Photovoltaik berechnung Jahresertrag		
Jahresertrag Strahlungsmenge Standort	1020.00	kWh/m ² a
Nutzbare Dachfläche	150.00	m ²
Belegungsgrad Dachfläche	70 %	
Fläche PV Module	105.00	m ²
Anlagen Wirkungsgrad	14 %	
Max. Anlagen-Leistung (1kWp= 800kWh)	18.74	kWp
Jahresertrag ungewichtet	14994.00	kWh

Berechnungstool Wärmekennzahl gewichtet

Höf Haus B

Gebäude	Höf Haus B	
Geschosse Ausgangslage	3.00	(ohne Attika)
Energiebezugsfläche (Ae)	1306.40 m ²	(mit Attika)
Therm. Gebäudehülle (Ath)	1332.53 m ²	(mit Attika)
A _{TH} zus Geschoss	250.20 m ²	
A _E zus Geschoss	354.50 m ²	
Leistung Photovoltaik Anlage	14994.00 kWh	

Zum Gebäude		Bedarf/Endenergie/Produktion		Primärenergiebedarf [kWh/m ² A _E]			
Anzahl Geschosse	A _{TH} /A _E			Erdsonden WP	Luft/Wasser WP	Pellets	Gas
3 Geschosse	1.02	Q _H 90 %	28.14 kWh/m ²	14.43	17.06	26.27	31.27
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betriebe	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	11.48 kWh/m ²	22.95	22.95	22.95	22.95
		Wärmekennzahl (gewichtet)		13.70	18.64	33.87	41.75
4 Geschoss	0.95	Q _H 90 %	27.13 kWh/m ²	13.91	16.44	25.32	30.14
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	9.03 kWh/m ²	18.06	18.06	18.06	18.06
		Wärmekennzahl (gewichtet)		18.08	22.92	37.82	45.53
5 Geschoss	0.91	Q _H 90 %	26.47 kWh/m ²	13.58	16.05	24.71	29.42
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	7.44 kWh/m ²	14.88	14.88	14.88	14.88
		Wärmekennzahl (gewichtet)		20.92	25.70	40.39	47.98
6 Geschoss	0.88	Q _H 90 %	26.02 kWh/m ²	13.34	15.77	24.28	28.91
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	6.33 kWh/m ²	12.65	12.65	12.65	12.65
		Wärmekennzahl (gewichtet)		22.91	27.65	42.18	49.69
7 Geschoss	0.86	Q _H 90 %	25.68 kWh/m ²	13.17	15.56	23.96	28.53
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	5.50 kWh/m ²	11.01	11.01	11.01	11.01
		Wärmekennzahl (gewichtet)		24.38	29.09	43.51	50.96
8 Geschoss	0.84	Q _H 90 %	25.41 kWh/m ²	13.03	15.40	23.72	28.24
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.87 kWh/m ²	9.74	9.74	9.74	9.74
		Wärmekennzahl (gewichtet)		25.52	30.20	44.54	51.94
9 Geschoss	0.83	Q _H 90 %	25.21 kWh/m ²	12.93	15.28	23.53	28.01
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.37 kWh/m ²	8.73	8.73	8.73	8.73
		Wärmekennzahl (gewichtet)		26.41	31.08	45.35	52.71
10 Geschoss	0.81	Q _H 90 %	25.04 kWh/m ²	12.84	15.17	23.37	27.82
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	3.96 kWh/m ²	7.92	7.92	7.92	7.92
		Wärmekennzahl (gewichtet)		27.15	31.79	46.01	53.34
11 Geschoss	0.80	Q _H 90 %	24.90 kWh/m ²	12.77	15.09	23.24	27.66
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	3.62 kWh/m ²	7.24	7.24	7.24	7.24
		Wärmekennzahl (gewichtet)		27.75	32.39	46.55	53.86
12 Geschoss	0.80	Q _H 90 %	24.78 kWh/m ²	12.71	15.02	23.13	27.53
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	3.33 kWh/m ²	6.67	6.67	6.67	6.67
		Wärmekennzahl (gewichtet)		28.26	32.89	47.01	54.30
13 Geschoss	0.79	Q _H 90 %	24.68 kWh/m ²	12.66	14.96	23.03	27.42
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	3.09 kWh/m ²	6.18	6.18	6.18	6.18
		Wärmekennzahl (gewichtet)		28.70	33.31	47.41	54.68

5.5.2 GUT (ANLAGENWIRKUNGSGRAD 16%)

Berechnungen zu Kap. 3.4

Hinterlegte Werte zur Berechnung

Klimastation	Jahresmitteltemp.	Delta zu 8.5°C	Prozentsatz	Eingeg. Prozentsatz
Zürich SMA	9.4	0.90	0.072	0.072
Luzern	9.7	1.20	0.096	

Grenzwerte Gebäudekategorien nach 380/1 Wohnen MFH	
Qh,li0	55 MJ/m2
Delta Qh,li	65 MJ/m2

Wärmebedarf für Warmwasser	
Wohnen MFH	75 MJ/m2

Hilfsbetriebe	in MJ/m2	in kWh/m2
Erfahrungswet aa	2.5	0.69

Gewichtungsfaktoren	Minergie	
Strom	2	2.00
Pellets	0.7	0.70
Gas	1	1.00

Wirkungsgrade /JAZ Heizen		2040.00	
Luft Wasser WP	3.3	3.30	
Erdsonden WP	3.9	3.90	
Gas	0.9	0.90	
Pellets	0.75	0.75	

Wirkungsgrade / JAZ Warmwasser		2040.00	
Luft Wasser WP	1.8	1.80	
Erdsonden WP	2	2.00	
Gas	0.65	0.65	
Pellets	0.5	0.50	

Prozentuales Q _H	
	90 %
	0.9

Photovoltaik Anlage		
Netto-Jahresertrag pro kWp	nicht relevant.	kWh/kWp
Nennleistung kWp	21.42	kWp
Produktion	17136.00	kwh

Photovoltaik berechnung Jahresertrag		
Jahresertrag Strahlungsmenge Standort	1020.00	kWh/m ² a
Nutzbare Dachfläche	150.00	m ²
Belegungsgrad Dachfläche	70 %	
Fläche PV Module	105.00	m ²
Anlagen Wirkungsgrad	16 %	
Max. Anlagen-Leistung (1kWp= 800kWh)	21.42	kWp
Jahresertrag ungewichtet	17136.00	kWh

Berechnungstool Wärmekennzahl gewichtet

Höf Haus B

Gebäude	Höf Haus B	
Geschosse Ausgangslage	3.00	(ohne Attika)
Energiebezugsfläche (A _E)	1306.40 m ²	(mit Attika)
Therm. Gebäudehülle (A _{Th})	1332.53 m ²	(mit Attika)
A _{Th} zus. Geschoss	250.20 m ²	
A _E zus. Geschoss	354.50 m ²	
Leistung Photovoltaik Anlage	17136.00 kWh	

Zum Gebäude		Bedarf/Endenergie/Produktion		Primärenergiebedarf [kWh/m ² A _E]			
Anzahl Geschosse	A _{Th} /A _E			Erdsonden WP	Luft/Wasser WP	Pellets	Gas
3 Geschosse	1.02	Q _H 90 %	28.14 kWh/m ²	14.43	17.06	26.27	31.27
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betriebe	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	13.12 kWh/m ²	26.23	26.23	26.23	26.23
		Wärmekennzahl (gewichtet)		10.42	15.36	30.59	38.47
4 Geschoss	0.95	Q _H 90 %	27.13 kWh/m ²	13.91	16.44	25.32	30.14
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	10.32 kWh/m ²	20.63	20.63	20.63	20.63
		Wärmekennzahl (gewichtet)		15.50	20.35	35.24	42.95
5 Geschoss	0.91	Q _H 90 %	26.47 kWh/m ²	13.58	16.05	24.71	29.42
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	8.50 kWh/m ²	17.01	17.01	17.01	17.01
		Wärmekennzahl (gewichtet)		18.79	23.58	38.26	45.85
6 Geschoss	0.88	Q _H 90 %	26.02 kWh/m ²	13.34	15.77	24.28	28.91
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	7.23 kWh/m ²	14.46	14.46	14.46	14.46
		Wärmekennzahl (gewichtet)		21.10	25.84	40.38	47.88
7 Geschoss	0.86	Q _H 90 %	25.68 kWh/m ²	13.17	15.56	23.96	28.53
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	6.29 kWh/m ²	12.58	12.58	12.58	12.58
		Wärmekennzahl (gewichtet)		22.81	27.52	41.94	49.39
8 Geschoss	0.84	Q _H 90 %	25.41 kWh/m ²	13.03	15.40	23.72	28.24
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	5.57 kWh/m ²	11.13	11.13	11.13	11.13
		Wärmekennzahl (gewichtet)		24.12	28.81	43.14	50.55
9 Geschoss	0.83	Q _H 90 %	25.21 kWh/m ²	12.93	15.28	23.53	28.01
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.99 kWh/m ²	9.98	9.98	9.98	9.98
		Wärmekennzahl (gewichtet)		25.17	29.83	44.10	51.47
10 Geschoss	0.81	Q _H 90 %	25.04 kWh/m ²	12.84	15.17	23.37	27.82
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.52 kWh/m ²	9.05	9.05	9.05	9.05
		Wärmekennzahl (gewichtet)		26.01	30.66	44.88	52.21
11 Geschoss	0.80	Q _H 90 %	24.90 kWh/m ²	12.77	15.09	23.24	27.66
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.14 kWh/m ²	8.27	8.27	8.27	8.27
		Wärmekennzahl (gewichtet)		26.72	31.35	45.52	52.83
12 Geschoss	0.80	Q _H 90 %	24.78 kWh/m ²	12.71	15.02	23.13	27.53
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	3.81 kWh/m ²	7.62	7.62	7.62	7.62
		Wärmekennzahl (gewichtet)		27.31	31.93	46.06	53.35
13 Geschoss	0.79	Q _H 90 %	24.68 kWh/m ²	12.66	14.96	23.03	27.42
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	3.53 kWh/m ²	7.06	7.06	7.06	7.06
		Wärmekennzahl (gewichtet)		27.81	32.43	46.53	53.80

5.5.3 SEHR GUT (ANLAGENWIRKUNGSGRAD 18%)

Berechnungen zu Kap. 3.4

Hinterlegte Werte zur Berechnung

Klimastation	Jahresmitteltemp.	Delta zu 8.5°C	Prozentsatz	Eingeg. Prozentsatz
Zürich SMA	9.4	0.90	0.072	0.072
Luzern	9.7	1.20	0.096	

Grenzwerte Gebäudekategorien nach 380/1 Wohnen MFH	
Qh,li0	55 MJ/m2
Delta Qh,li	65 MJ/m2

Wärmebedarf für Warmwasser	
Wohnen MFH	75 MJ/m2

Hilfsbetriebe	in MJ/m2	in kWh/m2
Erfahrungswet aa	2.5	0.69

Gewichtungsfaktoren		Minergie
Strom	2	2.00
Pellets	0.7	0.70
Gas	1	1.00

Wirkungsgrade /JAZ Heizen		2040.00
Luft Wasser WP	3.3	3.30
Erdsonden WP	3.9	3.90
Gas	0.9	0.90
Pellets	0.75	0.75

Wirkungsgrade / JAZ Warmwasser		2040.00
Luft Wasser WP	1.8	1.80
Erdsonden WP	2	2.00
Gas	0.65	0.65
Pellets	0.5	0.50

Prozentuales Q _H	
	90%
	0.9

Photovoltaik Anlage	
Netto-Jahresertrag pro kWp	nicht relevant. kWh/kWp
Nennleistung kWp	24.10 kWp
Produktion	19278.00 kWh

Photovoltaik berechnung Jahresertrag	
Jahresertrag Strahlungsmenge Standort	1020.00 kWh/m ² a
Nutzbare Dachfläche	150.00 m ²
Belegungsgrad Dachfläche	70%
Fläche PV Module	105.00 m ²
Anlagen Wirkungsgrad	18%
Max. Anlagen-Leistung (1kWp= 800kWh)	24.10 kWp
Jahresertrag ungewichtet	19278.00 kWh

Berechnungstool Wärmekennzahl gewichtet

Höf Haus B

Gebäude	Höf Haus B	
Geschosse Ausgangslage	3.00	(ohne Attika)
Energiebezugsfläche (Ae)	1306.40 m ²	(mit Attika)
Therm. Gebäudehülle (Ath)	1332.53 m ²	(mit Attika)
A _{TH} zus Geschoss	250.20 m ²	
A _E zus Geschoss	354.50 m ²	
Leistung Photovoltaik Anlage	19278.00 kWh	

Zum Gebäude		Bedarf/Endenergie/Produktion		Primärenergiebedarf [kWh/m ² A _E]			
Anzahl Geschosse	A _{TH} /A _E			Erdsonden WP	Luft/Wasser WP	Pellets	Gas
3 Geschosse	1.02	Q _H 90 %	28.14 kWh/m ²	14.43	17.06	26.27	31.27
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betriebe	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	14.76 kWh/m ²	29.51	29.51	29.51	29.51
		Wärmekennzahl (gewichtet)		7.14	12.08	27.31	35.20
4 Geschosse	0.95	Q _H 90 %	27.13 kWh/m ²	13.91	16.44	25.32	30.14
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	11.61 kWh/m ²	23.21	23.21	23.21	23.21
		Wärmekennzahl (gewichtet)		12.92	17.77	32.66	40.37
5 Geschosse	0.91	Q _H 90 %	26.47 kWh/m ²	13.58	16.05	24.71	29.42
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	9.57 kWh/m ²	19.13	19.13	19.13	19.13
		Wärmekennzahl (gewichtet)		16.67	21.45	36.13	43.73
6 Geschosse	0.88	Q _H 90 %	26.02 kWh/m ²	13.34	15.77	24.28	28.91
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	8.13 kWh/m ²	16.27	16.27	16.27	16.27
		Wärmekennzahl (gewichtet)		19.29	24.03	38.57	46.08
7 Geschosse	0.86	Q _H 90 %	25.68 kWh/m ²	13.17	15.56	23.96	28.53
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	7.08 kWh/m ²	14.15	14.15	14.15	14.15
		Wärmekennzahl (gewichtet)		21.24	25.95	40.37	47.82
8 Geschosse	0.84	Q _H 90 %	25.41 kWh/m ²	13.03	15.40	23.72	28.24
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	6.26 kWh/m ²	12.52	12.52	12.52	12.52
		Wärmekennzahl (gewichtet)		22.73	27.42	41.75	49.16
9 Geschosse	0.83	Q _H 90 %	25.21 kWh/m ²	12.93	15.28	23.53	28.01
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	5.61 kWh/m ²	11.23	11.23	11.23	11.23
		Wärmekennzahl (gewichtet)		23.92	28.58	42.85	50.22
10 Geschosse	0.81	Q _H 90 %	25.04 kWh/m ²	12.84	15.17	23.37	27.82
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	5.09 kWh/m ²	10.18	10.18	10.18	10.18
		Wärmekennzahl (gewichtet)		24.88	29.53	43.75	51.08
11 Geschosse	0.80	Q _H 90 %	24.90 kWh/m ²	12.77	15.09	23.24	27.66
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.65 kWh/m ²	9.31	9.31	9.31	9.31
		Wärmekennzahl (gewichtet)		25.68	30.32	44.49	51.80
12 Geschosse	0.80	Q _H 90 %	24.78 kWh/m ²	12.71	15.02	23.13	27.53
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.29 kWh/m ²	8.57	8.57	8.57	8.57
		Wärmekennzahl (gewichtet)		26.36	30.98	45.11	52.40
13 Geschosse	0.79	Q _H 90 %	24.68 kWh/m ²	12.66	14.96	23.03	27.42
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	3.97 kWh/m ²	7.95	7.95	7.95	7.95
		Wärmekennzahl (gewichtet)		26.93	31.55	45.64	52.91

5.6 DACHFLÄCHE

6.1 MIT ATTIKAGESCHOSS (105m² PV)

Berechnungen zu Kap. 3.5

Hinterlegte Werte zur Berechnung

Klimastation	Jahresmitteltemp.	Delta zu 8.5°C	Prozentsatz	Eingeg. Prozentsatz
Zürich SMA	9.4	0.90	0.072	0.072
Luzern	9.7	1.20	0.096	

Grenzwerte Gebäudekategorien nach 380/1 Wohnen MFH	
Q _{h,li0}	55 MJ/m ²
Delta Q _{h,li}	65 MJ/m ²

Wärmebedarf für Warmwasser	
Wohnen MFH	75 MJ/m ²

Hilfsbetriebe	in MJ/m ²	in kWh/m ²
Erfahrungswet aa	2.5	0.69

Gewichtungsfaktoren	Minergie	
Strom	2	2.00
Pellets	0.7	0.70
Gas	1	1.00

Wirkungsgrade / JAZ Heizen		2040.00	
Luft Wasser WP	3.3	3.30	
Erdsonden WP	3.9	3.90	
Gas	0.9	0.90	
Pellets	0.75	0.75	

Wirkungsgrade / JAZ Warmwasser		2040.00	
Luft Wasser WP	1.8	1.80	
Erdsonden WP	2	2.00	
Gas	0.65	0.65	
Pellets	0.5	0.50	

Prozentuales Q _H	
	90 %
	0.9

Photovoltaik Anlage		
Netto-Jahresertrag pro kWp	nicht relevant.	kWh/kWp
Nennleistung kWp	21.42	kWp
Produktion	17136.00	kwh

Photovoltaik berechnung Jahresertrag		
Jahresertrag Strahlungsmenge Standort	1020.00	kWh/m ² a
Nutzbare Dachfläche	150.00	m ²
Belegungsgrad Dachfläche	70	%
Fläche PV Module	105.00	m ²
Anlagen - Wirkungsgrad	16	%
Max. Anlagen-Leistung (1kWp= 800kWh)	21.42	kWp
Jahresertrag ungewichtet	17136.00	kWh

Berechnungstool Wärmekennzahl gewichtet

Höf Haus B

Gebäude	Höf Haus B	
Geschosse Ausgangslage	3.00	(ohne Attika)
Energiebezugsfläche (Ae)	1306.40 m ²	(mit Attika)
Therm. Gebäudehülle (Ath)	1332.53 m ²	(mit Attika)
A _{TH} zus Geschoss	250.20 m ²	
A _E zus Geschoss	354.50 m ²	
Leistung Photovoltaik Anlage	17132.00 kWh	

Zum Gebäude		Bedarf/Endenergie/Produktion		Primärenergiebedarf [kWh/m ² A _E]			
Anzahl Geschosse	A _{TH} /A _E			Erdsonden WP	Luft/Wasser WP	Pellets	Gas
3 Geschosse	1.02	Q _H 90 %	28.14 kWh/m ²	14.43	17.06	26.27	31.27
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betriebe	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	13.11 kWh/m ²	26.23	26.23	26.23	26.23
		Wärmekennzahl (gewichtet)		10.43	15.36	30.59	38.48
4 Geschoss	0.95	Q _H 90 %	27.13 kWh/m ²	13.91	16.44	25.32	30.14
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	10.31 kWh/m ²	20.63	20.63	20.63	20.63
		Wärmekennzahl (gewichtet)		15.51	20.35	35.25	42.96
5 Geschoss	0.91	Q _H 90 %	26.47 kWh/m ²	13.58	16.05	24.71	29.42
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	8.50 kWh/m ²	17.00	17.00	17.00	17.00
		Wärmekennzahl (gewichtet)		18.80	23.58	38.26	45.86
6 Geschoss	0.88	Q _H 90 %	26.02 kWh/m ²	13.34	15.77	24.28	28.91
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	7.23 kWh/m ²	14.46	14.46	14.46	14.46
		Wärmekennzahl (gewichtet)		21.11	25.85	40.38	47.89
7 Geschoss	0.86	Q _H 90 %	25.68 kWh/m ²	13.17	15.56	23.96	28.53
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	6.29 kWh/m ²	12.58	12.58	12.58	12.58
		Wärmekennzahl (gewichtet)		22.81	27.52	41.94	49.39
8 Geschoss	0.84	Q _H 90 %	25.41 kWh/m ²	13.03	15.40	23.72	28.24
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	5.56 kWh/m ²	11.13	11.13	11.13	11.13
		Wärmekennzahl (gewichtet)		24.13	28.81	43.15	50.55
9 Geschoss	0.83	Q _H 90 %	25.21 kWh/m ²	12.93	15.28	23.53	28.01
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.99 kWh/m ²	9.98	9.98	9.98	9.98
		Wärmekennzahl (gewichtet)		25.17	29.83	44.10	51.47
10 Geschoss	0.81	Q _H 90 %	25.04 kWh/m ²	12.84	15.17	23.37	27.82
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.52 kWh/m ²	9.05	9.05	9.05	9.05
		Wärmekennzahl (gewichtet)		26.02	30.67	44.88	52.21
11 Geschoss	0.80	Q _H 90 %	24.90 kWh/m ²	12.77	15.09	23.24	27.66
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.14 kWh/m ²	8.27	8.27	8.27	8.27
		Wärmekennzahl (gewichtet)		26.72	31.35	45.52	52.83
12 Geschoss	0.80	Q _H 90 %	24.78 kWh/m ²	12.71	15.02	23.13	27.53
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	3.81 kWh/m ²	7.62	7.62	7.62	7.62
		Wärmekennzahl (gewichtet)		27.31	31.94	46.06	53.35
13 Geschoss	0.79	Q _H 90 %	24.68 kWh/m ²	12.66	14.96	23.03	27.42
		WW	20.83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	3.53 kWh/m ²	7.06	7.06	7.06	7.06
		Wärmekennzahl (gewichtet)		27.82	32.43	46.53	53.80

5.6.2 OHNE ATTIKAGESCHOSS (200m² PV)

Berechnungen zu Kap. 3.5

Hinterlegte Werte zur Berechnung

Klimastation	Jahresmitteltemp.	Delta zu 8.5°C	Prozentsatz	Eingeg. Prozentsatz
Zürich SMA	9.4	0.90	0.072	0.072
Luzern	9.7	1.20	0.096	

Grenzwerte Gebäudekategorien nach 380/1 Wohnen MFH	
Q _{h,li0}	55 MJ/m ²
Delta Q _{h,li}	65 MJ/m ²

Wärmebedarf für Warmwasser	
Wohnen MFH	75 MJ/m ²

Hilfsbetriebe	in MJ/m ²	in kWh/m ²
Erfahrungswet aa	2.5	0.69

Gewichtungsfaktoren	Minergie	
Strom	2	2.00
Pellets	0.7	0.70
Gas	1	1.00

Wirkungsgrade /JAZ Heizen		2040.00	
Luft Wasser WP	3.3	3.30	
Erdsonden WP	3.9	3.90	
Gas	0.9	0.90	
Pellets	0.75	0.75	

Wirkungsgrade / JAZ Warmwasser		2040.00	
Luft Wasser WP	1.8	1.80	
Erdsonden WP	2	2.00	
Gas	0.65	0.65	
Pellets	0.5	0.50	

Prozentuales Q _H	
	90 %
	0.9

Photovoltaik Anlage		
Netto-Jahresertrag pro kWp	nicht relevant.	kWh/kWp
Nennleistung kWp	40.70	kWp
Produktion	32558.40	kwh

Photovoltaik berechnung Jahresertrag		
Jahresertrag Strahlungsmenge Standort	1020.00	kWh/m ² a
Nutzbare Dachfläche	285.00	m ²
Belegungsgrad Dachfläche	70 %	
Fläche PV Module	199.50	m ²
Anlagen - Wirkungsgrad	16 %	
Max. Anlagen-Leistung (1kWp= 800kWh)	40.70	kWp
Jahresertrag ungewichtet	32558.40	kWh

Berechnungstool Wärmekennzahl gewichtet

Höf Haus B

Gebäude	Höf Haus B	
Geschosse Ausgangslage	3.00	(ohne Attika)
Energiebezugsfläche (A _E)	1086.40 m ²	(mit Attika)
Therm. Gebäudehülle (A _{Th})	1122.53 m ²	(mit Attika)
A _{Th} zus. Geschoss	250.20 m ²	
A _E zus. Geschoss	354.50 m ²	
Leistung Photovoltaik Anlage	32558.40 kWh	

Zum Gebäude		Bedarf/Endenergie/Produktion		Primärenergiebedarf [kWh/m ² A _E]			
Anzahl Geschosse	A _{Th} /A _E			Erdsonden WP	Luft/Wasser WP	Pellets	Gas
3 Geschosse	1.03	Q _H 90 %	28,34 kWh/m ²	14.53	17.18	26.45	31.49
		WW	20,83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betriebe	0,69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	29,97 kWh/m ²	59.94	59.94	59.94	59.94
		Wärmekennzahl (gewichtet)		-23.18	-18.22	-2.93	4.99
4 Geschoss	0.95	Q _H 90 %	27,13 kWh/m ²	13.91	16.44	25.32	30.14
		WW	20,83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0,69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	22,60 kWh/m ²	45.19	45.19	45.19	45.19
		Wärmekennzahl (gewichtet)		-9.06	-4.21	10.68	18.39
5 Geschoss	0.90	Q _H 90 %	26,39 kWh/m ²	13.53	15.99	24.63	29.32
		WW	20,83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0,69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	18,13 kWh/m ²	36.27	36.27	36.27	36.27
		Wärmekennzahl (gewichtet)		-0.51	4.26	18.92	26.50
6 Geschoss	0.87	Q _H 90 %	25,90 kWh/m ²	13.28	15.70	24.17	28.78
		WW	20,83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0,69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	15,14 kWh/m ²	30.29	30.29	30.29	30.29
		Wärmekennzahl (gewichtet)		5.22	9.94	24.44	31.93
7 Geschoss	0.85	Q _H 90 %	25,55 kWh/m ²	13.10	15.48	23.84	28.38
		WW	20,83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0,69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	13,00 kWh/m ²	26.00	26.00	26.00	26.00
		Wärmekennzahl (gewichtet)		9.32	14.02	28.40	35.82
8 Geschoss	0.83	Q _H 90 %	25,28 kWh/m ²	12.96	15.32	23.59	28.09
		WW	20,83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0,69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	11,39 kWh/m ²	22.78	22.78	22.78	22.78
		Wärmekennzahl (gewichtet)		12.41	17.08	31.37	38.75
9 Geschoss	0.82	Q _H 90 %	25,07 kWh/m ²	12.86	15.20	23.40	27.86
		WW	20,83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0,69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	10,13 kWh/m ²	20.26	20.26	20.26	20.26
		Wärmekennzahl (gewichtet)		14.82	19.47	33.69	41.03
10 Geschoss	0.81	Q _H 90 %	24,91 kWh/m ²	12.77	15.10	23.25	27.67
		WW	20,83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0,69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	9,13 kWh/m ²	18.25	18.25	18.25	18.25
		Wärmekennzahl (gewichtet)		16.74	21.38	35.55	42.86
11 Geschoss	0.80	Q _H 90 %	24,77 kWh/m ²	12.70	15.01	23.12	27.52
		WW	20,83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0,69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	8,30 kWh/m ²	16.60	16.60	16.60	16.60
		Wärmekennzahl (gewichtet)		18.32	22.95	37.07	44.36
12 Geschoss	0.79	Q _H 90 %	24,66 kWh/m ²	12.64	14.94	23.01	27.40
		WW	20,83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0,69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	7,61 kWh/m ²	15.23	15.23	15.23	15.23
		Wärmekennzahl (gewichtet)		19.64	24.26	38.34	45.61
13 Geschoss	0.78	Q _H 90 %	24,56 kWh/m ²	12.60	14.89	22.92	27.29
		WW	20,83 kWh/m ²	20.83	23.15	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0,69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	7,03 kWh/m ²	14.06	14.06	14.06	14.06
		Wärmekennzahl (gewichtet)		20.76	25.36	39.42	46.67

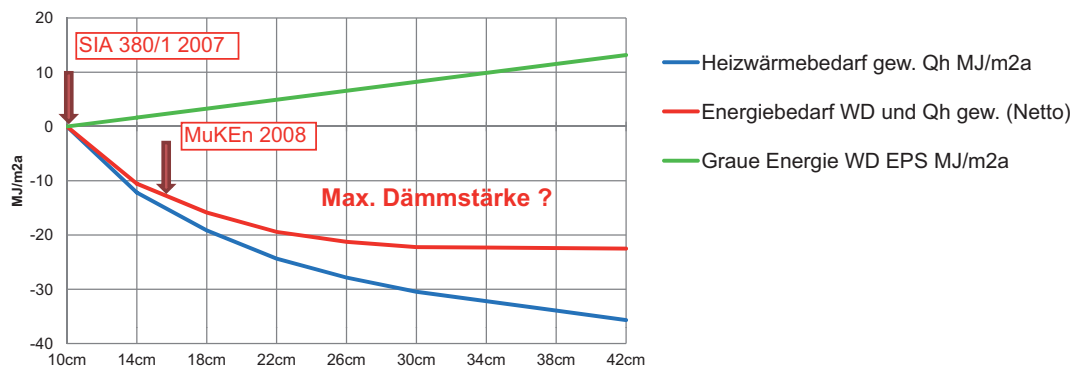
5.7 GRAUE ENERGIE

Obwohl in den „Ergänzungen zum Auftrag an aardeplan AG“ explizit ausgeklammert möchten wir an dieser Stelle nochmals darauf hinweisen, dass insbesondere Dämmmassnahmen die Graue Energie eines Gebäudes massgebend beeinflussen. Jeder zusätzliche cm Dämmung senkt zwar den Energieverlust (degressiv), steigert aber auch die Graue Energie (linear). So wird irgendwann ein Mass erreicht an dem der Input an Grauer Energie die Heizwärmeeinsparung übersteigt und dadurch nicht mehr sinnvoll ist. Dieser Punkt der Trendwende liegt je nach Dämmstoff an einem anderen Ort. So wird er beispielsweise bei PUR-Alu schneller erreicht, als bei Steinwolle.

Auch die Photovoltaikanlage bringt mit jedem Quadratmeter weitere Graue Energie in die Gebäudebilanz ein. Diese wird aber durch die nachfolgende Stromproduktion kompensiert.

Primärenergiebedarf für Heizung versus Einsatz Grauer Energie

Primärenergiebedarf für Heizung (Q_H gew. Wärmepumpe) und Wärmedämmung (EPS)



5.8 KOMBINATION VON MASSNAHMEN

5.8.1 KOMBINATION GUT

Berechnungen zu Kap. 3.7

Hinterlegte Werte zur Berechnung

Klimastation	Jahresmitteltemp.	Delta zu 8.5°C	Prozentsatz	Eingeg. Prozentsatz
Zürich SMA	9.4	0.90	0.072	0.072
Luzern	9.7	1.20	0.096	

Grenzwerte Gebäudekategorien nach 380/1 Wohnen MFH	
Q _{h,li0}	55 MJ/m ²
Delta Q _{h,li}	65 MJ/m ²

Wärmebedarf für Warmwasser	
Wohnen MFH	75 MJ/m ²

Hilfsbetriebe	in MJ/m ²	in kWh/m ²
Erfahrungswert aa	2.5	0.69

Gewichtungsfaktoren	Minergie	
Strom	2	2.00
Pellets	0.7	0.70
Gas	1	1.00

Wirkungsgrade /JAZ Heizen		2040.00	
Luft Wasser WP	3.3	3.30	
Erdsonden WP	4.3	3.90	
Gas	0.9	0.90	
Pellets	0.75	0.75	

Wirkungsgrade / JAZ Warmwasser		2040.00	
Luft Wasser WP	2.8	1.80	
Erdsonden WP	2.7	2.00	
Gas	0.65	0.65	
Pellets	0.5	0.50	

Prozentuales Q _H	
	60 %
	0.6

Photovoltaik Anlage		
Netto-Jahresertrag pro kWp	nicht relevant.	kWh/kWp
Nennleistung kWp	24.10	kWp
Produktion	19278.00	kWh

Photovoltaik berechnung Jahresertrag		
Jahresertrag Strahlungsmenge Standort	1020.00	kWh/m ² a
Nutzbare Dachfläche	150.00	m ²
Belegungsgrad Dachfläche	70 %	
Fläche PV Module	105.00	m ²
Anlagen - Wirkungsgrad	18 %	
Max. Anlagen-Leistung (1kWp= 800kWh)	24.10	kWp
Jahresertrag ungewichtet	19278.00	kWh

Berechnungstool Wärmekennzahl gewichtet

Höf Haus B

Gebäude	Höf Haus B	
Geschosse Ausgangslage	3.00	(ohne Attika)
Energiebezugsfläche (A _E)	1306.40 m ²	(mit Attika)
Therm. Gebäudehülle (A _{Th})	1332.53 m ²	(mit Attika)
A _{Th} zus. Geschoss	250.20 m ²	
A _E zus. Geschoss	354.50 m ²	
Leistung Photovoltaik Anlage	19278.00 kWh	

Zum Gebäude		Bedarf/Endenergie/Produktion		Primärenergiebedarf [kWh/m ² A _E]			
Anzahl Geschosse	A _{Th} /A _E			Erdsonden WP	Luft/Wasser WP	Pellets	Gas
3 Geschosse	1.02	Q _H 60 %	18.76 kWh/m ²	8.73	11.37	17.51	20.85
		WW	20.83 kWh/m ²	15.43	14.88	29.17	32.05
		Hilfs Betriebe	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	14.76 kWh/m ²	29.51	29.51	29.51	29.51
		Wärmekennzahl (gewichtet)		-3.97	-1.87	18.55	24.77
4 Geschoss	0.95	Q _H 60 %	18.09 kWh/m ²	8.41	10.96	16.88	20.10
		WW	20.83 kWh/m ²	15.43	14.88	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	11.61 kWh/m ²	23.21	23.21	23.21	23.21
		Wärmekennzahl (gewichtet)		2.02	4.02	24.22	30.32
5 Geschoss	0.91	Q _H 60 %	17.65 kWh/m ²	8.21	10.70	16.47	19.61
		WW	20.83 kWh/m ²	15.43	14.88	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	9.57 kWh/m ²	19.13	19.13	19.13	19.13
		Wärmekennzahl (gewichtet)		5.90	7.84	27.90	33.92
6 Geschoss	0.88	Q _H 60 %	17.34 kWh/m ²	8.07	10.51	16.19	19.27
		WW	20.83 kWh/m ²	15.43	14.88	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	8.13 kWh/m ²	16.27	16.27	16.27	16.27
		Wärmekennzahl (gewichtet)		8.62	10.51	30.47	36.44
7 Geschoss	0.86	Q _H 60 %	17.12 kWh/m ²	7.96	10.37	15.98	19.02
		WW	20.83 kWh/m ²	15.43	14.88	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	7.08 kWh/m ²	14.15	14.15	14.15	14.15
		Wärmekennzahl (gewichtet)		10.63	12.49	32.38	38.31
8 Geschoss	0.84	Q _H 60 %	16.94 kWh/m ²	7.88	10.27	15.81	18.82
		WW	20.83 kWh/m ²	15.43	14.88	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	6.26 kWh/m ²	12.52	12.52	12.52	12.52
		Wärmekennzahl (gewichtet)		12.18	14.02	33.85	39.74
9 Geschoss	0.83	Q _H 60 %	16.80 kWh/m ²	7.82	10.18	15.68	18.67
		WW	20.83 kWh/m ²	15.43	14.88	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	5.61 kWh/m ²	11.23	11.23	11.23	11.23
		Wärmekennzahl (gewichtet)		13.41	15.22	35.01	40.88
10 Geschoss	0.81	Q _H 60 %	16.69 kWh/m ²	7.76	10.12	15.58	18.55
		WW	20.83 kWh/m ²	15.43	14.88	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	5.09 kWh/m ²	10.18	10.18	10.18	10.18
		Wärmekennzahl (gewichtet)		14.41	16.21	35.96	41.81
11 Geschoss	0.80	Q _H 60 %	16.60 kWh/m ²	7.72	10.06	15.49	18.44
		WW	20.83 kWh/m ²	15.43	14.88	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.65 kWh/m ²	9.31	9.31	9.31	9.31
		Wärmekennzahl (gewichtet)		15.23	17.02	36.74	42.58
12 Geschoss	0.80	Q _H 60 %	16.52 kWh/m ²	7.68	10.01	15.42	18.36
		WW	20.83 kWh/m ²	15.43	14.88	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.29 kWh/m ²	8.57	8.57	8.57	8.57
		Wärmekennzahl (gewichtet)		15.93	17.71	37.40	43.22
13 Geschoss	0.79	Q _H 60 %	16.45 kWh/m ²	7.65	9.97	15.36	18.28
		WW	20.83 kWh/m ²	15.43	14.88	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	3.97 kWh/m ²	7.95	7.95	7.95	7.95
		Wärmekennzahl (gewichtet)		16.53	18.29	37.96	43.77

5.8.2 KOMBINATION ZUKUNFT

Berechnungen zu Kap. 3.7

Hinterlegte Werte zur Berechnung

Klimastation	Jahresmitteltemp.	Delta zu 8.5°C	Prozentsatz	Eingeg. Prozentsatz
Zürich SMA	9.4	0.90	0.072	0.072
Luzern	9.7	1.20	0.096	

Grenzwerte Gebäudekategorien nach 380/1 Wohnen MFH	
Qh,li0	55 MJ/m2
Delta Qh,li	65 MJ/m2

Wärmebedarf für Warmwasser	
Wohnen MFH	75 MJ/m2

Hilfsbetriebe	in MJ/m2	in kWh/m2
Erfahrungswet aa	2.5	0.69

Gewichtungsfaktoren		Minergie
Strom	2	2.00
Pellets	0.7	0.70
Gas	1	1.00

Wirkungsgrade /JAZ Heizen		2040.00
Luft Wasser WP	3.8	3.30
Erdsonden WP	5	3.90
Gas	0.9	0.90
Pellets	0.75	0.75

Wirkungsgrade / JAZ Warmwasser		2040.00
Luft Wasser WP	3.1	1.80
Erdsonden WP	3	2.00
Gas	0.65	0.65
Pellets	0.5	0.50

Prozentuales Q _H	
	60 %
	0.6

Photovoltaik Anlage		
Netto-Jahresertrag pro kWp	nicht relevant.	kWh/kWp
Nennleistung kWp	26.78	kWp
Produktion	21420.00	kwh

Photovoltaik berechnung Jahresertrag		
Jahresertrag Strahlungsmenge Standort	1020.00	kWh/m ² a
Nutzbare Dachfläche	150.00	m ²
Belegungsgrad Dachfläche	70	%
Fläche PV Module	105.00	m ²
Anlagen - Wirkungsgrad	20	%
Max. Anlagen-Leistung (1kWp= 800kWh)	26.78	kWp
Jahresertrag ungewichtet	21420.00	kWh

Berechnungstool Wärmekennzahl gewichtet

Höf Haus B

Gebäude	Höf Haus B		
Geschosse Ausgangslage	3.00		(ohne Attika)
Energiebezugsfläche (A _E)	1306.40 m ²		(mit Attika)
Therm. Gebäudehülle (A _{Th})	1332.53 m ²		(mit Attika)
A _{Th} zus Geschoss	250.20 m ²		
A _E zus Geschoss	354.50 m ²		
Leistung Photovoltaik Anlage	21420.00 kWh		

Zum Gebäude		Bedarf/Endenergie/Produktion		Primärenergiebedarf [kWh/m ² A _E]			
Anzahl Geschosse	A _{Th} /A _E			Erdsonden WP	Luft/Wasser WP	Pellets	Gas
3 Geschosse	1.02	Q _H 60 %	18.76 kWh/m ²	7.50	9.87	17.51	20.85
		WW	20.83 kWh/m ²	13.89	13.44	29.17	32.05
		Hilfs Betriebe	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	16.40 kWh/m ²	32.79	32.79	32.79	32.79
		Wärmekennzahl (gewichtet)		-10.01	-8.09	15.27	21.49
4 Geschosse	0.95	Q _H 60 %	18.09 kWh/m ²	7.23	9.52	16.88	20.10
		WW	20.83 kWh/m ²	13.89	13.44	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	12.90 kWh/m ²	25.79	25.79	25.79	25.79
		Wärmekennzahl (gewichtet)		-3.28	-1.44	21.64	27.74
5 Geschosse	0.91	Q _H 60 %	17.65 kWh/m ²	7.06	9.29	16.47	19.61
		WW	20.83 kWh/m ²	13.89	13.44	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	10.63 kWh/m ²	21.26	21.26	21.26	21.26
		Wärmekennzahl (gewichtet)		1.08	2.86	25.77	31.79
6 Geschosse	0.88	Q _H 60 %	17.34 kWh/m ²	6.94	9.13	16.19	19.27
		WW	20.83 kWh/m ²	13.89	13.44	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	9.04 kWh/m ²	18.08	18.08	18.08	18.08
		Wärmekennzahl (gewichtet)		4.14	5.88	28.67	34.63
7 Geschosse	0.86	Q _H 60 %	17.12 kWh/m ²	6.85	9.01	15.98	19.02
		WW	20.83 kWh/m ²	13.89	13.44	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	7.86 kWh/m ²	15.72	15.72	15.72	15.72
		Wärmekennzahl (gewichtet)		6.40	8.11	30.81	36.73
8 Geschosse	0.84	Q _H 60 %	16.94 kWh/m ²	6.78	8.92	15.81	18.82
		WW	20.83 kWh/m ²	13.89	13.44	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	6.96 kWh/m ²	13.91	13.91	13.91	13.91
		Wärmekennzahl (gewichtet)		8.14	9.83	32.45	38.35
9 Geschosse	0.83	Q _H 60 %	16.80 kWh/m ²	6.72	8.84	15.68	18.67
		WW	20.83 kWh/m ²	13.89	13.44	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	6.24 kWh/m ²	12.48	12.48	12.48	12.48
		Wärmekennzahl (gewichtet)		9.52	11.20	33.76	39.63
10 Geschosse	0.81	Q _H 60 %	16.69 kWh/m ²	6.68	8.79	15.58	18.55
		WW	20.83 kWh/m ²	13.89	13.44	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	5.65 kWh/m ²	11.31	11.31	11.31	11.31
		Wärmekennzahl (gewichtet)		10.64	12.31	34.82	40.68
11 Geschosse	0.80	Q _H 60 %	16.60 kWh/m ²	6.64	8.74	15.49	18.44
		WW	20.83 kWh/m ²	13.89	13.44	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	5.17 kWh/m ²	10.34	10.34	10.34	10.34
		Wärmekennzahl (gewichtet)		11.58	13.22	35.71	41.54
12 Geschosse	0.80	Q _H 60 %	16.52 kWh/m ²	6.61	8.69	15.42	18.36
		WW	20.83 kWh/m ²	13.89	13.44	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.76 kWh/m ²	9.53	9.53	9.53	9.53
		Wärmekennzahl (gewichtet)		12.36	14.00	36.45	42.27
13 Geschosse	0.79	Q _H 60 %	16.45 kWh/m ²	6.58	8.66	15.36	18.28
		WW	20.83 kWh/m ²	13.89	13.44	29.17	32.05
		Hilfs Betr.	0.69 kWh/m ²	1.39	1.39	1.39	1.39
		PV	4.42 kWh/m ²	8.83	8.83	8.83	8.83
		Wärmekennzahl (gewichtet)		13.03	14.66	37.08	42.89