



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology



Gebäudeintegration 822185

**Gebäude maximaler Energieeffizienz mit
integrierter erneuerbarer
Energieerschließung**

Karin Stieldorf, Institut für Architektur und Entwerfen, TU Wien

Maßnahmen zur Erreichung Zielstandard Plusenergie

Energieeffizienzsteigerung:

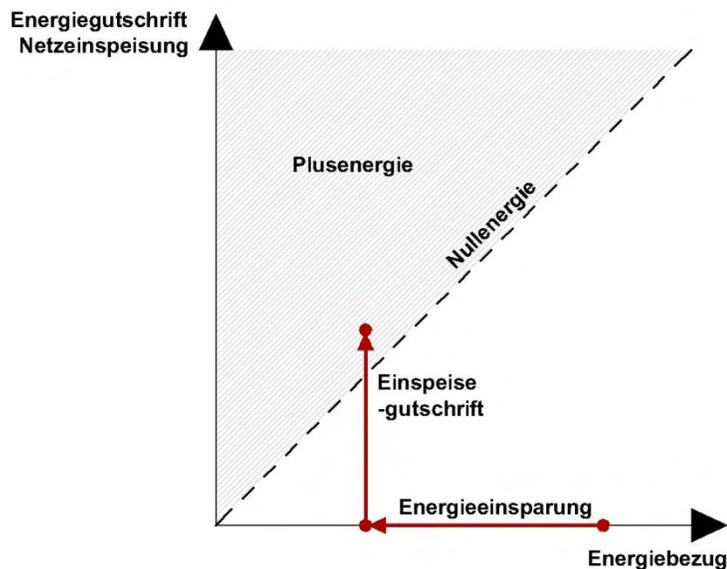
- Reduktion der Wärmeverluste über die Gebäudehülle
- Passive Solarenergienutzung
- Reduktion der Lüftungsverluste
- Wärmerückgewinnung
- Speichermasse / PCM
- Sonnenschutz
- Passive Kühlung
- Effektive Tageslichtnutzung
- Effiziente Beleuchtung
- Effiziente Haushaltsgeräte
- Effiziente Büroausstattung

Wärme-/Stromerzeugung:

- Photovoltaik auf dem Dach
- Fassadenintegrierte Photovoltaik
- Solarthermie zur Warmwasserbereitung
- Solarthermie zur Heizungsunterstützung
- Biomasse-Heizanlagen
- Kraft-Wärme-Kopplung
- Wärmepumpe
- Kleinwindkraft
- Kleinwasserkraft
- ...

Stellenwert Photovoltaik und Solarthermie

- Photovoltaik und Solarthermie derzeit nahezu unvermeidbar für eine positive Energiebilanz
- PV und Solarthermie haben starken Einfluss auf Baukörper und Gestaltung
- Reduktion Energiebedarf →
 - geringerer Flächenbedarf PV und Solarthermie
 - mehr architektonische Gestaltungsfreiheit



Optimierungsmaßnahmen Baukörper

Optimierungsziele:

Reduktion der Wärmeverluste über die Gebäudehülle

Optimierung der passiven solaren Gewinne

Optimierung der Tageslichtnutzung

Optimierung der Erträge aus PV und Solarthermie

Optimierung sommerliches Temperaturverhalten

Unterschiedliche Wechselwirkungen

Parameter:

Kompaktheit

Verglasungsanteil der Südfassade

Integration von PV und Solarthermie in südorientierte Außenbauteile der Gebäudehülle

Vorgesehene Parameterstudien zur Optimierung

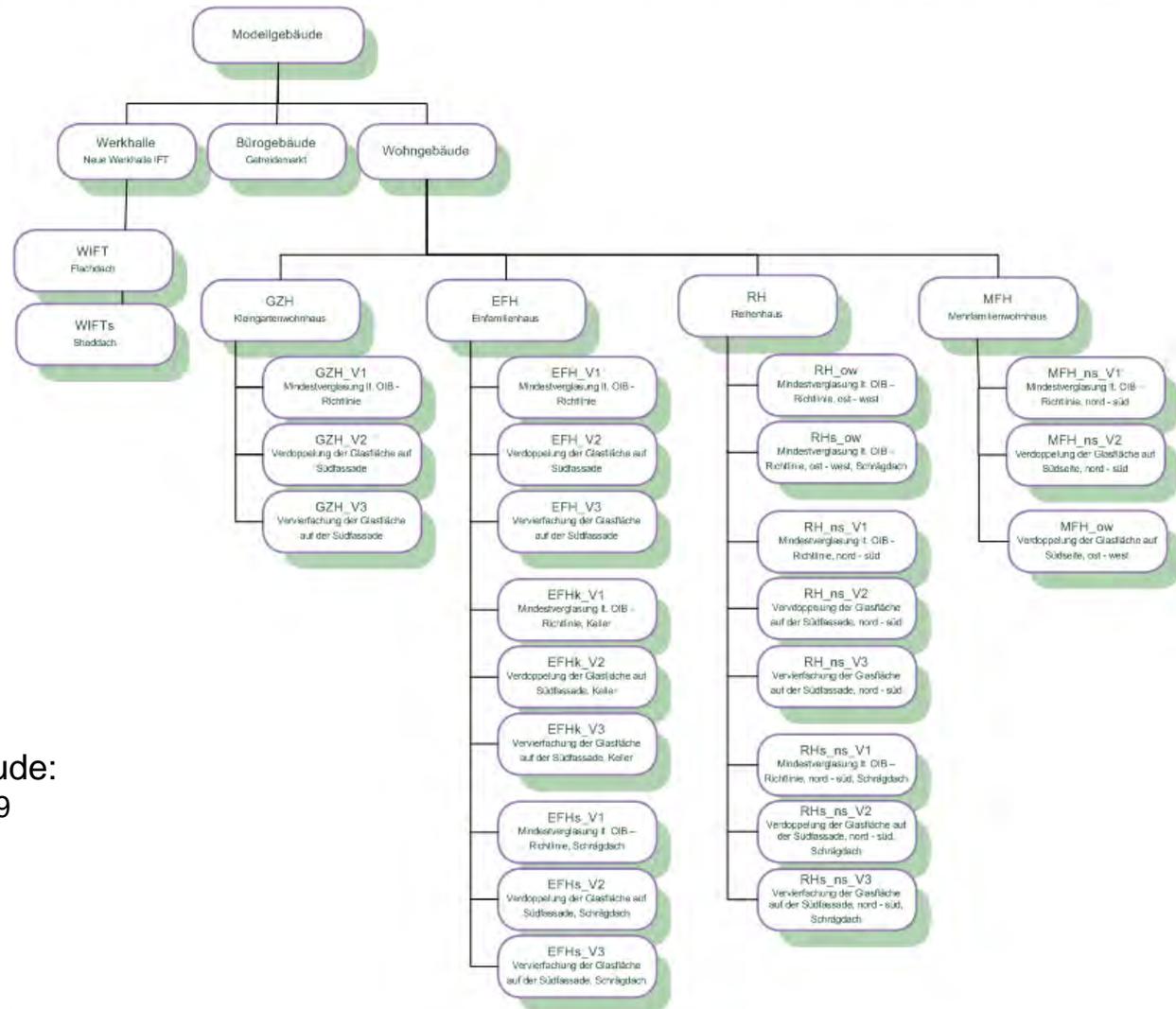
Relevante Fragestellungen:

- Welche architektonischen Veränderungen ergeben sich aus der Weiterentwicklung vom Passivhauses zum Plusenergiehaus?
- Wie und wo können im Gebäude Flächen/Raum für erneuerbare Energien bereitgestellt werden?
- Welche gegenläufigen Interessen treten im Planungsprozess auf?
- ...

Entwicklung allgemeingültiger Planungsempfehlungen:

- ➔ repräsentative Modellgebäude erforderlich
- ➔ Baurecht, Bebauungsbestimmungen, Förderrichtlinien, ... als Basis für Modellgebäudeentwicklung

Übersicht Modellgebäude



Annahmen für Wohngebäude:

$$WNFL = (BGF - A_{\text{Außenwände}}) * 0,9$$

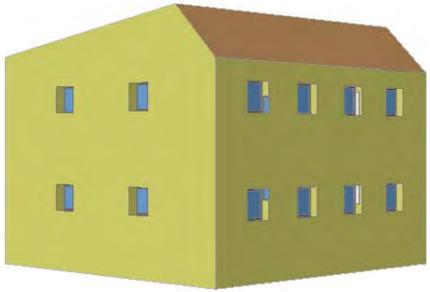
$$A_{\text{Aufenthaltsräume}} = WNFL * 0,75$$

~ 43 m² WNFL/Pers.

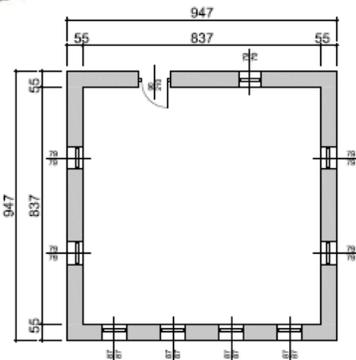
Annahmen Büro:

25 m² NGF/APL

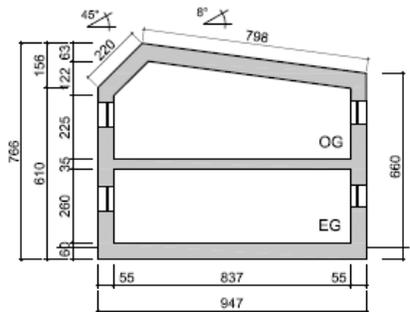
Beispiel Wohngebäude: Einfamilienhaus mit geneigter Dachfläche



EG



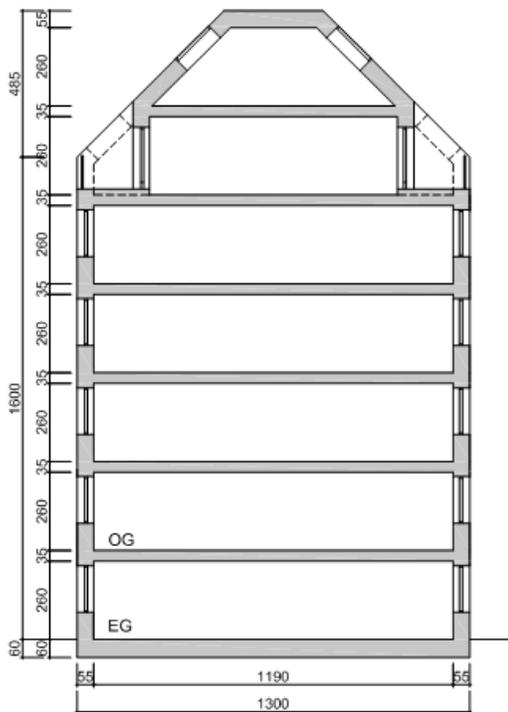
SCHEMASCHNITT



Typ:	Einfamilienhaus
Kürzel:	EFHS
Beschreibung:	"durchschnittliches" Einfamilienhaus in Passivhausbauweise (maximale Fördergröße laut österreichischen Wohnbauförderungsgesetzen 130 m ² - 150 m ² NFL, durchschnittliche NFL bei Wohnungen von Hauseigentümern 2008 laut Mikrozensus Statistik Austria 134,1 m ²) mit einhäufigem Satteldach
Baukörper:	kompakter Baukörper (quadratischer Grundriss), 2 Geschosse (RH = 2,6 m), nicht unterkellert, einhäufiges Satteldach
BGF:	179,36 m ²
WNFL:	126,11 m ²
Volumen:	635,55 m ³
Hüllfläche:	440,62 m ²
AV-Verhältnis:	0,69
Nutzung:	Normnutzung für Einfamilienhäuser lt. ÖNORM B 8110-5
Personenbelegung:	statistisch: 2,96 Personen berücksichtigt: 3 Personen
Varianten:	3 Varianten durch Vergrößerung der Glasfläche in der Südfassade
	EFHs_V1: mindest erforderliche Belichtungsfläche nach OIB RL 3 (davon 10% nach Norden, je 25% nach Osten und Westen, 50% nach Süden)
	EFHs_V2: doppelte Glasfläche in der Südfassade
	EFHs_V3: 4-fache Glasfläche in der Südfassade

Beispiel Wohngebäude: Mehrgeschoßiger Wohnbau

SCHEMASCHNITT



Typ: Mehrfamilienhaus
Kürzel: MFH_ns / MFH_ow
Beschreibung: Nord-Süd-orientiertes Mehrfamilienhaus in „typischer“ Wiener Gründerzeitbaulücke, Bauklasse III, geschlossene Bauweise
Baukörper: länglicher Baukörper (20 m breit, 13 m Trakttiefe, 16 m Gebäudehöhe), beidseitig angebaut, 45° Dachneigung, abgeflachter First mit Nord-Süd-Verlauf/ mit Ost-West-Verlauf, 5 Vollgeschosse und 2 Dachgeschosse (Raumhöhe = 2,6 m), Dachgeschosse teilweise terrassiert, 17 Wohneinheiten (im Schnitt 72,3 m²), Keller außerhalb der Passivhaushülle

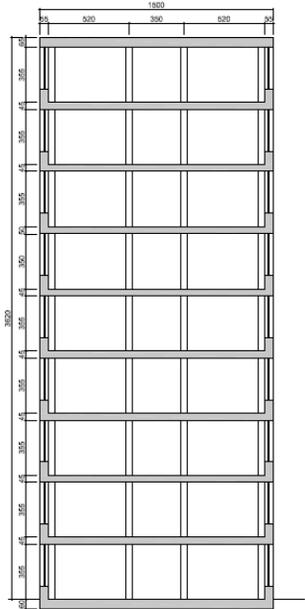
BGF: 1637,82 m²
WNFL: 1229,05 m²
Volumen: 5025,58 m³
Hüllfläche: 1302,89 m²*
AV-Verhältnis: 0,26*

Nutzung: Normnutzung für Mehrfamilienhäuser lt. ÖNORM B 8110-5
Personenbelegung: statistisch: 28,9 Personen
 berücksichtigt: 29 Personen

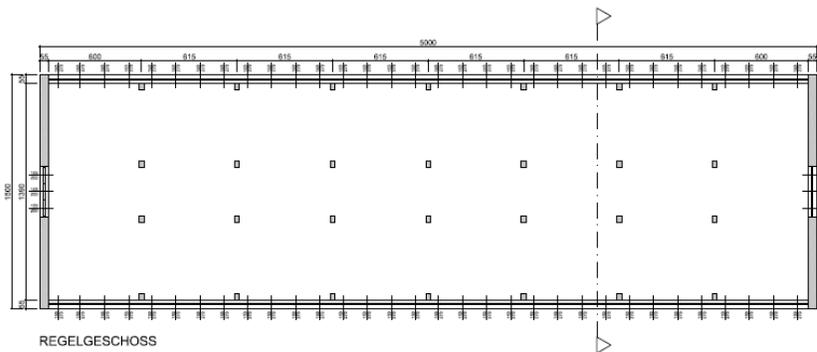
Varianten: 3 Varianten durch Vergrößerung der Glasfläche in der Südfassade
MFH_ns_V1: mindesterforderliche Belichtungsfläche nach OIB RL 3 (50% nach Norden, 50% nach Süden)
MFH_ns_V2: doppelte Glasfläche in der Südfassade
MFH_ow: mindesterforderliche Belichtungsfläche nach OIB RL 3 (50% nach Osten, 50% nach Westen)

* Flächen die an benachbarte Gebäude grenzen sind hier nicht berücksichtigt

Bürogebäude: in Anlehnung an Chemiehochhaus TU-Wien

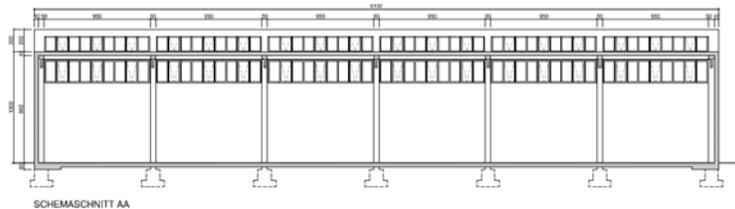


Typ:	Bürogebäude
Kürzel:	BÜRO
Beschreibung:	neugeschoßiges, freistehendes Bürogebäude, in Anlehnung an das Chemiehochhaus Getreidemarkt (ca. 230 APL bei 30 m ² NGF/APL, 9 Geschoße von OG 2 bis OG 10), Flachdach
Baukörper:	länglicher, hoher Baukörper mit Flachdach
BGF:	6750,00 m ²
NGF:	5737,50 m ²
Volumen:	27600,00 m ³
Hüllfläche:	6284,00 m ²
AV-Verhältnis:	0,23
Nutzung:	Büronutzung
Personenbelegung:	ca. 230 Arbeitsplätze (bei 25m ² NGF/APL)

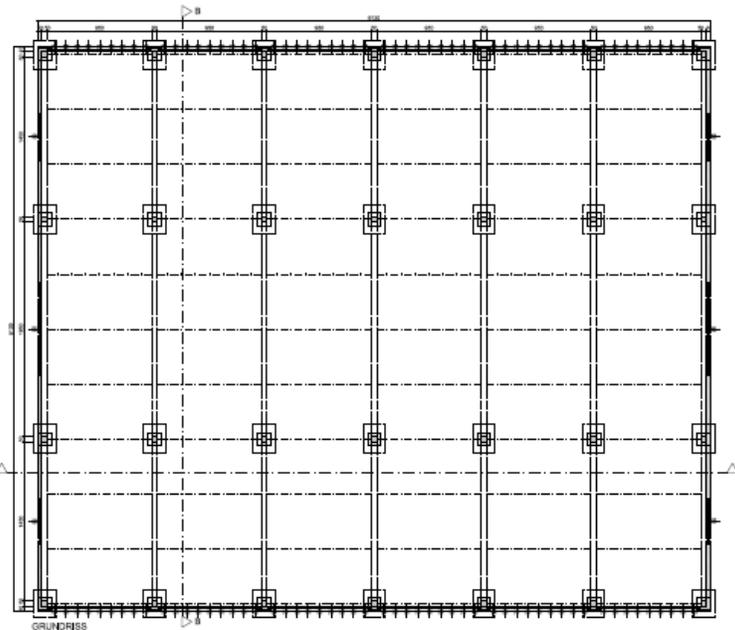


Varianten:	Varianten mit Ganzglasfassade oder Doppelfassade möglich, Baukörpervariationen (Veränderung der Kompaktheit) möglich
BÜRO_ow:	Ost-West orientiert (Längsachse verläuft von Norden nach Süden)
BÜRO_ns:	Nord-Süd orientiert (Längsachse verläuft von Osten nach Westen)

Fabriksgebäude: in Anlehnung an die Werkhalle des IFT



Typ: Werkhalle IFT
Kürzel: WIFT
Beschreibung: dreischiffige, freistehende Werkhalle (ohne angebauten Büro-, Verwaltungstrakt), in Anlehnung an die neue Werkhalle des IFT (Nettogrundfläche ca. 3000 m² ohne Büroflächen), Flach- bzw. Pultdach, überhöhtes Mittelschiff für seitliche Belichtung der Mittelhalle



Baukörper: kompakter Baukörper mit Flach- bzw. Pultdach und überhöhtem Mittelschiff

BGF: 3144,69 m²

NGF: 3048,25 m²

Volumen: 35945,09 m³

Hüllfläche: 9006,90 m²

AV-Verhältnis: 0,25

Nutzung: lt. Raumbuch IFT

Personenbelegung: lt. Raumbuch IFT

Glasfläche: 10% der NGF (in Anlehnung an das Raumbuch)

Varianten: Varianten mit größeren Glasflächen / geänderter Orientierung möglich

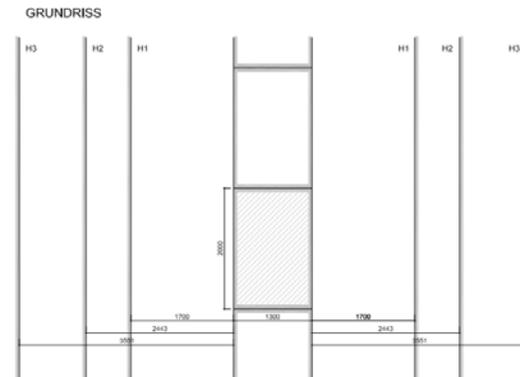
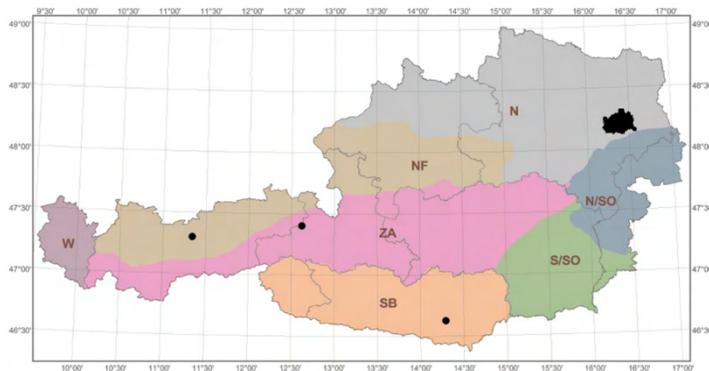
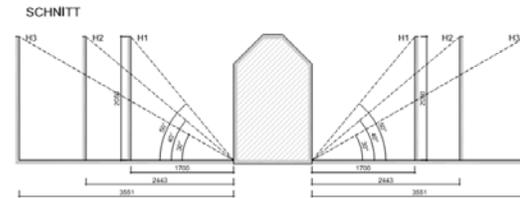
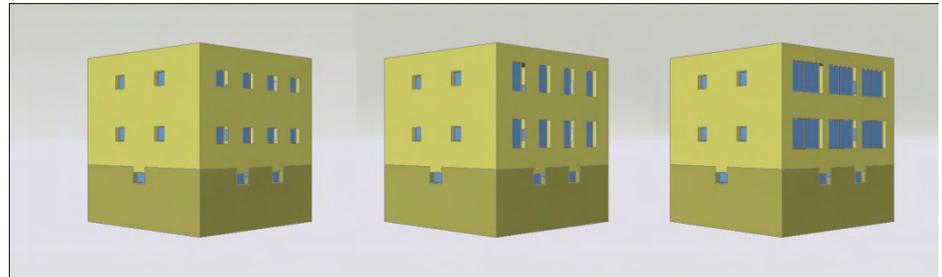
Beispiel: Flächenaufstellung der Außenbauteile

Bauteil	Kürzel	Fläche	Transparenz	U-Wert	Orientierung	O2	O3	O4	W2	W3	W4	Neigung	g-Wert	z-Wert	Horizont
Außenwand	AW1	58,83 m ²	0	0,12	0	345	330	315	15	30	45	0			
Außenwand	AW2	64,62 m ²	0	0,12	90	75	60	45	105	120	135	0			
Außenwand	AW3	51,71 m ²	0	0,12	180	165	150	135	195	210	225	0			
Außenwand	AW4	64,62 m ²	0	0,12	270	255	240	225	285	300	315	0			
Geneigtes Dach	D5	75,61 m ²	0	0,1	0	345	330	315	15	30	45	8			
Geneigtes Dach	D6	20,83 m ²	0	0,1	180	165	150	135	195	210	225	45			
Bodenplatte	BTK1	17,94 m ²	0	0,15	TK1	TK1	TK1	TK1	TK1	TK1	TK1	-90			
Bodenplatte	BTK2	15,94 m ²	0	0,15	TK2	TK2	TK2	TK2	TK2	TK2	TK2	-90			
Bodenplatte	BTK3	43,76 m ²	0	0,15	TK3	TK3	TK3	TK3	TK3	TK3	TK3	-90			
Bodenplatte	BTK4	12,04 m ²	0	0,15	TK4	TK4	TK4	TK4	TK4	TK4	TK4	-90			
Eingangstüre	T1	2,42 m ²	0	0,75	0	345	330	315	15	30	45	0			
Fensterrahmen	FR1	0,30 m ²	0	0,7	0	345	330	315	15	30	45	0			
Fensterrahmen	FR2	0,59 m ²	0	0,7	90	75	60	45	105	120	135	0			
Fensterrahmen	FR3	1,31 m ²	0	0,7	180	165	150	135	195	210	225	0			
Fensterrahmen	FR4	0,59 m ²	0	0,7	270	255	240	225	285	300	315	0			
Verglasung	G1	0,47 m ²	1	0,7	0	345	330	315	15	30	45	0	0,55	0,27	EG
Verglasung	G1	0,47 m ²	1	0,7	0	345	330	315	15	30	45	0	0,55	0,27	OG1
Verglasung	G2	0,95 m ²	1	0,7	90	75	60	45	105	120	135	0	0,55	0,27	EG
Verglasung	G2	0,95 m ²	1	0,7	90	75	60	45	105	120	135	0	0,55	0,27	OG1
Verglasung	G3	2,36 m ²	1	0,7	180	165	150	135	195	210	225	0	0,55	0,27	EG
Verglasung	G3	2,36 m ²	1	0,7	180	165	150	135	195	210	225	0	0,55	0,27	OG1
Verglasung	G4	0,95 m ²	1	0,7	270	255	240	225	285	300	315	0	0,55	0,27	EG
Verglasung	G4	0,95 m ²	1	0,7	270	255	240	225	285	300	315	0	0,55	0,27	OG1
Summe		440,57 m²													

Wärmebrücke	Kürzel	Länge	ψ-Wert
Glasrandverbund	GLV1	5,52 m	0,034
Glasrandverbund	GLV2	11,04 m	0,034
Glasrandverbund	GLV3	24,64 m	0,034
Glasrandverbund	GLV4	11,04 m	0,034
Summe		52,24 m	

Parameter für Simulationsreihen

- Standort
- Orientierung
- Bauweise
- Baukörper
- Verglasungsanteil in der Südfassade
- Verschattungssituation



→ Leitfaden Entwurf und Vorentwurf Plusenergiehaus

- Grundvoraussetzungen zur Zielerreichung Plusenergie
- Städtebauliche und raumplanerische Aspekte
- Architektonische Rahmenbedingungen
- Gebäudeintegrierte erneuerbare Energieträger
- Planungsempfehlungen zur Baukörperoptimierung
- Design- und Gestaltungsmöglichkeiten (Materialien, Farben, Einsatzmöglichkeiten)
- Daumenregeln für Planung und Entwurf (Orientierung, Dimensionierung, ...)
- Erneuerbare Energieträger in der Bestandserneuerung
- Unterlegung mit Best-Practice -Beispielen

Aufbauten

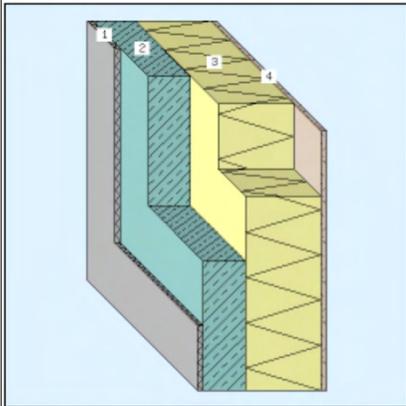
Bauphysikalische Kriterien:

- kleine U-Werte
 - optimale Auslegung
 - geringer Energieverbrauch
- Luftdichtheit
 - Anschlüsse beachten
- Winddichtheit
 - Anschlüsse beachten
- Vermeidung von Wärmebrücken
 - vor allem auch bei Befestigungen von Photovoltaik- und Solarthermiemodulen
- Dauerhaftigkeit
 - wie funktionieren die Bauteile mit gebäudeintegrierten Modulen
 - bauphysikalische und konstruktive Beständigkeit

Konventionelle Passivhausaufbauten

AWm 01 a Stahlbeton-Außenwand, WDVS

Wand: gegen Außenluft - nicht hinterlüftet



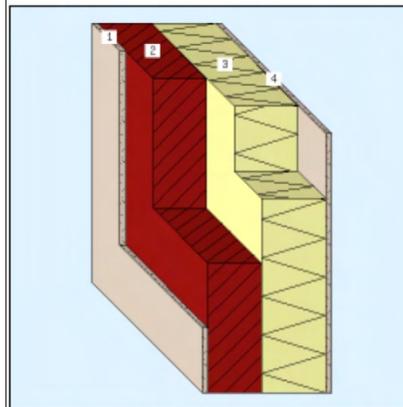
Nr.	Typ	Schicht (von innen nach aussen)	d cm	λ W/mK	R m ² K/W	$\Delta OI3$ Pkt/m ²
1		Spachtel - Gipsputz (alt)	0,300	0,800	0,004	1
2		Stahlbeton	18,000	2,500	0,072	58
3		Polystyrol (EPS f. Wärmedämmverbundsysteme WDVS)	32,000	0,040	8,000	40
4		Silikatputz armiert	0,190	0,800	0,002	2
					$R_s / R_{se} =$	0,130 / 0,0
					R' / R'' (max. relativer Fehler: 0,0%) =	8,248 / 8,248
Bauteil			50,490		8,248	



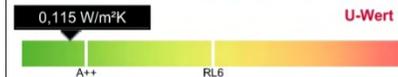
Masse	446,0 kg/m ²
$OI3_{KON}$	64 Pkt/m ²
PEI n. e.	1.130,44 MJ/m ²
GWP100	87.6190 kg CO ₂ /m ²
AP	0,362941 kg SO ₂ /m ²

AWm 05 a Hochlochziegel-Außenwand, WDVS

Wand: gegen Außenluft - nicht hinterlüftet



Nr.	Typ	Schicht (von innen nach aussen)	d cm	λ W/mK	R m ² K/W	$\Delta OI3$ Pkt/m ²
1		Kalk-Zementputz	1,500	1,000	0,015	4
2		Ziegel - Hochlochziegel porosiert <=800kg/m ³	25,000	0,250	1,000	37
3		Polystyrol (EPS f. Wärmedämmverbundsysteme WDVS)	30,000	0,040	7,500	38
4		Silikatputz armiert	0,190	0,800	0,002	2
					$R_s / R_{se} =$	0,130 / 0,0
					R' / R'' (max. relativer Fehler: 0,0%) =	8,687 / 8,687
Bauteil			56,690		8,687	

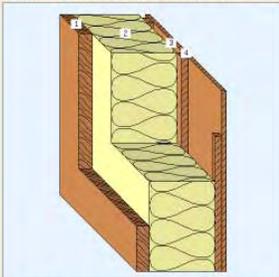


Masse	235,8 kg/m ²
$OI3_{KON}$	44 Pkt/m ²
PEI n. e.	1.112,33 MJ/m ²
GWP100	59,0576 kg CO ₂ /m ²
AP	0,252279 kg SO ₂ /m ²

Ökologische Passivhausaufbauten

S-HOUSE

Wand: gegen Außenluft - hinterlüftet



Grafik ändern: 2D 3D

0,090 W/m²K U-Wert



Masse 112,5 kg/m²
 O13_KON -16 Pkt/m²
 PEI n. e. 446,48 MJ/m²
 GWP100 -147,1531 kg CO₂/m²
 AP 0,224028 kg SO₂/m²

Nr. Typ Schicht (von innen nach aussen)

Nr.	Typ	Schicht (von innen nach aussen)	d cm	λ W/mK	R m²K/W	ΔO13 Pkt/m²
1		KLH Wand (Holz - Brettschichtholz)	10,000	0,120	0,833	23
2		Waldland Baustrohballen	50,000	0,050	10,000	-3
3		Inhomogen (Elemente horizontal) 54,5 cm (87%) Luftsicht stehend, Wärmefluss nach oben 46 < d ≤ 50 mm 8 cm (13%) Holz - Schnittholz Nadel, gehobelt, technisch getrocknet	5,000 5,000 5,000	± ± ±	± ± ±	0 1 1
4		Holzfassade (Holz - Schnittholz Nadel, rau, lufttrocken)	2,340	±	±	0

$$R_{s1} / R_{se} = 0,130 / 0,130$$

$$R' / R'' \text{ (max. relativer Fehler: 0,0\%)} = 11,093 / 11,093$$

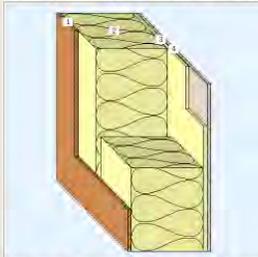
Bauteil

67,340

11,093

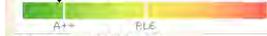
Stegträger Strohwand

Wand: gegen Außenluft - nicht hinterlüftet



Grafik ändern: 2D 3D

0,122 W/m²K U-Wert



Masse 70,8 kg/m²
 O13_KON -14 Pkt/m²
 PEI n. e. 350,26 MJ/m²
 GWP100 -79,1282 kg CO₂/m²
 AP 0,181209 kg SO₂/m²

Nr. Typ Schicht (von innen nach aussen)

Nr.	Typ	Schicht (von innen nach aussen)	d cm	λ W/mK	R m²K/W	ΔO13 Pkt/m²
1		OSB-Platte (OSB-Platte)	2,000	0,130	0,154	11
2		Inhomogen (Elemente horizontal) 56,5 cm (90%) Waldland Baustrohballen 6 cm (10%) STEICOjoist S360, B60xH240, gedämmt m. Steico Flex	40,000 40,000 40,000	0,050 0,086	8,000 4,651	-2 3
3		AGEPAN UDP	2,200	0,060	0,367	8
4		Silikonharzputz	0,200	0,700	0,003	3

$$R_{s1} / R_{se} = 0,130 / 0,040$$

$$R' / R'' \text{ (max. relativer Fehler: 0,1\%)} = 8,200 / 8,176$$

Bauteil

44,400

8,188

Vergleich

Type	PEI [MJ/m ²]	GWP [kg CO ₂ /m ²]	AP [kg SO ₂ /m ³]	OI3	U Wert [W/m ² K]	Wand- stärke [cm]
Stahlbeton Außenwand, WDVS	1.130,44	87,61	0,36	64	0,116	50,49
Hochlochziegel Außenwand, WDVS	1.112,33	59,05	0,25	44	0,115	56,69
Holzständer- Außenwand, hinterlüftet	701,75	-29,29	0,26	17	0,116	50,30
S-HOUSE Wandaufbau	446,48	-147,15	0,22	-16	0,090	67,34
Stegträger Strohwand	350,26	-79,12	0,18	-14	0,122	49,40

Gebäudeintegration 822185

Technische Universität Wien und GRAT

Danke für die Aufmerksamkeit!