

3D Stadtmodelle in der Energieberatung

Dr.-Ing. Johannes Lange

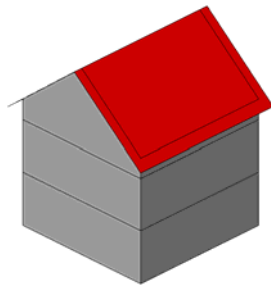


Stadtmodelle \leftrightarrow Software von Hottgenroth / ETU

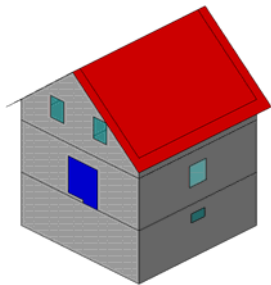
- Level of Details



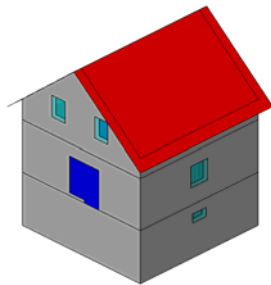
LoD 1



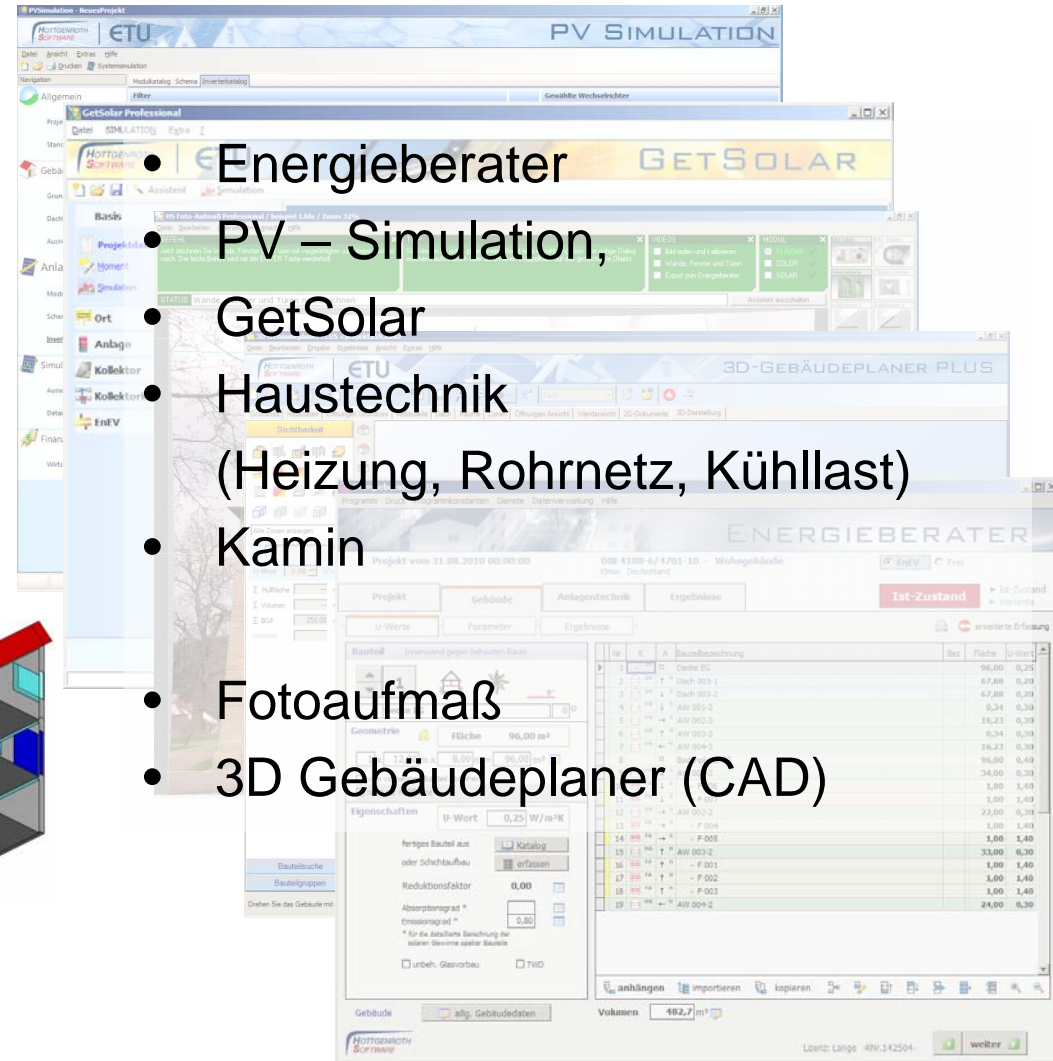
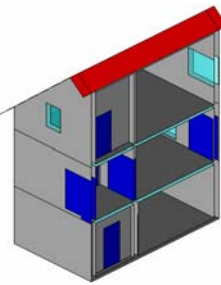
LoD 2



LoD 3



LoD 4



- Energieberater
- PV – Simulation,
- GetSolar
- Haustechnik (Heizung, Rohrnetz, Kühllast)
- Kamin
- Fotoaufmaß
- 3D Gebäudeplaner (CAD)

Bilder: K.-H. Häfele / Sig3D / 17.09.2010

Energieberatung Überblick

Energieberatung / Energieausweis

Seit 2008/9 Energieausweis

→ Pflicht bei Vermietung und Verkauf von Gebäuden

- EnEV 2009 (Energieeinsparverordnung)
- Basis: Energiebedarf \leftrightarrow Energieverbrauch
- Unterscheidung Nutzung
 - Wohngebäude / Nicht-Wohngebäude
- Für Deutschland

ENERGIEAUSWEIS

gemäß den §§ 16 ff. Energieeinsparverordnung (EnEV)

für Wohngebäude

Berechneter Energiebedarf des Gebäudes

Adresse, Gebäudetitel
Gebäude

2

Energiebedarf

CO₂-Emissionen ¹⁾ 29,0 kg/(m²a)

Endenergiebedarf dieses Gebäudes
122,5 kWh/(m² a)

Primärenergiebedarf dieses Gebäudes
("Gesamteffizienz")
140,3 kWh/(m² a)

Anforderungen gemäß EnEV ²⁾

Endenergiebedarf

NE-Wert 140,3 kWh/(m² a) Anforderungswert 105,7 kWh/(m² a)

Energetische Qualität der Gebäudehülle ³⁾

NE-Wert 0,56 W/(m² K) Anforderungswert 0,56 W/(m² K)

Sonnetlicher Wärmeschutz (des Hauses)

☐ eingehalten

Für Energiebedarfsberechnungen verwendetes Verfahren

☒ Verfahren nach DIN V 4105-4 und DIN V 4701-10

☐ Verfahren nach DIN V 10559

☐ Vereinfachungen nach § 9 Abs. 2 EnEV

Endenergiebedarf

Energieträger	Jährlicher Endenergiebedarf in kWh/(m ² a) für			Gesamt in kWh/(m ² a)
	Heizung	Wärmespeicher	Kühllast ⁴⁾	
Erfrige E	85,4	32,2		118,7
Ström. M			3,8	3,8

Ersatzmaßnahmen ²⁾

Anforderungen nach § 7 Nr. 2 EnEV gemäß

☐ Die um 15% verschärften Anforderungswerte sind eingehalten.

Anforderungen nach § 7 Nr. 2 i. V. m. § 8 EnEV gemäß

Die Anforderungswerte der EnEV sind um % verschärft

Endenergiebedarf

Verschärfter Anforderungswert kWh/(m² a)

Tatsächlicher Endenergiebedarf kWh/(m² a)

Verschärfter Anforderungswert W/(m² K)

Vergleichswerte Endenergiebedarf

Endenergiebedarf dieses Gebäudes
122,5 kWh/(m² a)

Primärenergiebedarf dieses Gebäudes
("Gesamteffizienz")
140,3 kWh/(m² a)

Erläuterungen zum Berechnungsverfahren

Die Energieeinsparverordnung stellt für die Berechnung des Energiebedarfs zwei alternative Berechnungsverfahren zur Verfügung, die in Einzelteil zu unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Insbesondere wegen standardisierter Randbedingungen erhalten die angegebenen Werte keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Energieverbrauch. Die ausgewiesenen Bedarfswerte und spezifische Werte nach der EnEV pro Quadratmeter Gebäudemasse (A_G)

¹⁾ Freigabe Angabe

²⁾ nur bei Neubau im Falle der Anhebung von § 7 Nr. 2 Erneuerbare-Energien-Förderung

³⁾ ENE: Endenergiekoeffizient, ENE: Gesamteffizienz

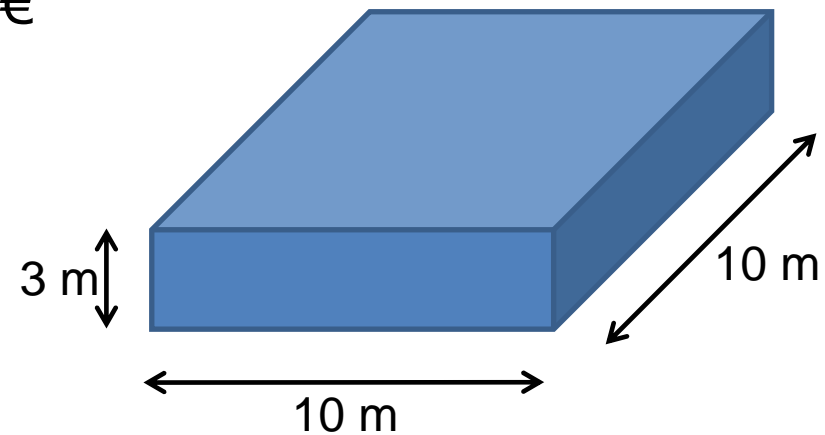
⁴⁾ bei Neubau sowie bei Modernisierung im Falle des § 16 Abs. 1 Satz 2 EnEV

⁵⁾ ggf. einschließlich Kühlung

Hoffmann Verlag, Energieausweis R1.2.12

Energieberatung : Verständnis - Beispiel

- Gebäude Quader: $10\text{ m} * 10\text{ m} * 3\text{ m}$
- Außenmauer: Mauerwerk 36 cm, $U = 1,11\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$
- Temperaturunterschied: 20 K
- Hüllfläche: $2 * 10\text{ m} * 10\text{ m} + 4 * 10\text{ m} * 3\text{ m} = 320\text{ m}^2$
- Akt. Energiebedarf: $320\text{ m}^2 * 20\text{ K} * 1,11\text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) = 7104\text{ W}$
- übers Jahr: $4\text{ Mon} * (30 * 24) * 7104\text{ W} = 20460\text{ kWh}$
- Gasheizung ($\sim 8\text{ ct/kWh}$): 1637 €



Übersicht Energieberatung

Energie- beratung

Geometrie

- Gebäude
- Gelände
 - (Luft/Erde/Nachbar)
- Bauteile
 - U-Werte
 - Schichten
 - Gebäudeart
 - Wärmebrücken
- Nutzfläche (warm, kalt)
 - Dach/ Keller

Klima

- Ort
- Temperatur
- Verschattung

Haustechnik

- Heizung / Warmwasser
- Kessel Typ, Alter, ...
- Brennstoff
- Regelung
- Heizungsart
- Kühlung, Lüftung,
- Beleuchtung
- Ergänzungen
(z.B. Solaranlage)

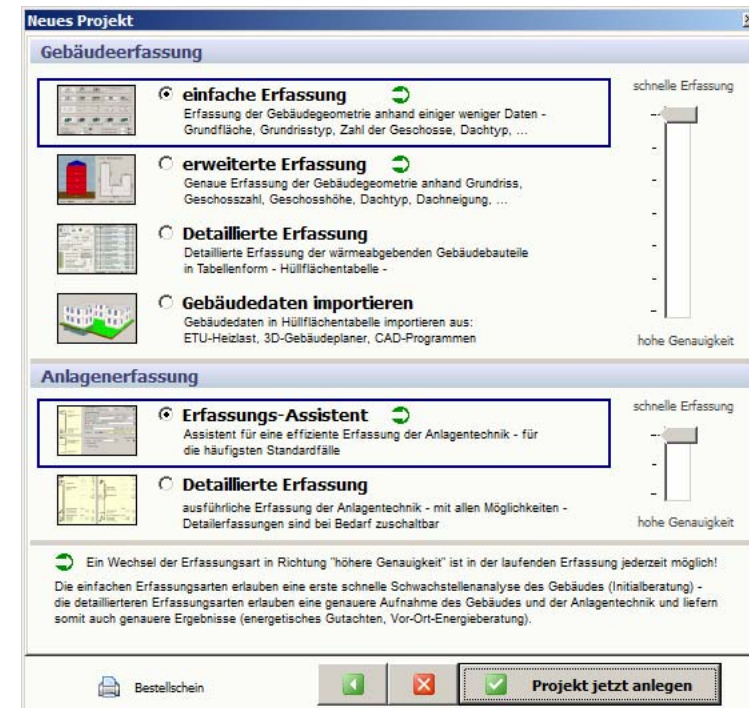
Allgemeines

- Wohneinheiten
- Nutzungstyp
- Heizverhalten
- Baujahr
- Lüftung

Energieberater Erfassungstypen

Erfassung in der Software „Energieberater“

- Bestand
- Wohngebäude/Nichtwohngebäude (LoD 2-4 usage, function)
- Erfassung (Einfache Erfassung → LoD 2)



Geometrie und Typen - Eingaben

Gebäude-Typologie

Typologie Nordrhein-Westfalen

Einfamilienhaus | Einfamilien-Reihenhaus | Mehrfamilienhaus / Nichtwohngebäude | großes Mehrfamilienhaus | sonstige Gebäude

E18 freistehendes Ein-/Zweifamilienhaus Baualter: **bis 1918**

U-Wert W/m²K Geschoße: 1,5-2,5

Dach

1,83 - 2,95 Sparschalung mit Putz auf Schilfrohrträger

oberste Gesch.

1,35 Holzbalkendecke mit Blindboden und Lehmschlag, unterseitig Putz auf Schilfrohrträger

0,95 dito, oberseitig Dielung

Außenwand

1,64 - 2,11 25 oder 38 cm Vollziegelmauerwerk, außen Ziegelornamentik oder Stuck

Kellerdecke

1,07 Holzbalkendecke mit Blindboden und Lehmschlag, oberseitig Dielung

1,07 preußische Kappendecke, gemauert, mit Sandschüttung, oberseitig Dielung auf Lagerhölzern

1,07 scheitrechte Kappendecke aus Ortbeton mit Sandschüttung, oberseitig Dielung auf Lagerhölzern

Fenster ☒ Fenster nicht aus Typologie

bis 1918 E18

1919-1948 E48

1949-1968 E68

1969-1977 E77

U-Werte übernehmen

2-4)

IEBERATER

EnEV ☒ Frei

Ist-Zustand ▶ Ist-Zustand
▶ Variante

beheizbare Wohnfläche **179 m²**

Nutzfläche A_n nach EnEV 0.32 x V **215 m²**

Volumen V_n **670 m³**

erweiterte Erfassung

weiter

Berechnungsschritte im Energieberater

- Geometrie der Bauteile \leftrightarrow U-Werte der Typen
- Allgemeine Parameter: Klima, Lüftung
- Ergebnisse über den Jahresverlauf

The image displays three sequential screenshots of the 'Energieberater PLUS' software interface, illustrating the calculation steps for a building's energy performance.

Screenshot 1: U-Werte (U-values)

Bauteil	Fläche	U-Werte
Dach	169,28 m²	0,24 W/m²K
Oberste Geschossdecke	119,70 m²	0,24 W/m²K
Außenwand	211,52 m²	0,24 W/m²K
Kellerdecke/Bodenplatte	119,70 m²	0,30 W/m²K
Fenster	0,00 m²	5,00 W/m²K
	0,00 m²	2,70 W/m²K
	36,00 m²	1,30 W/m²K

Heizwärmebedarf: 13310 kWh/a
Heizleistung: 8,1 kW

Screenshot 2: Allgemeine Gebäudedaten (General Building Data)

Klimareferenzort: Essen
Gebäudenutzung: Wohngebäude
Gebäudebauart: schwere Bauweise
Raumtemperatur: 19,0 °C

Screenshot 3: Ergebnisse (Results)

Berechnung nach DIN 4108-6 (regional, MB)

Essen
Normaußentemp.: -10,0 °C
Heiztage: 240,5 d
mittl. Außentemp.: 6,3 °C

Volumen: 670,32 m³
Luftvolumen: 509,44 m³
Energiebezugsfläche: 214,50 m²
Hüllfläche: 486,92 m²
A/V-Verhältnis: 0,73 1/m
Raumtemperatur: 19,0 °C

mit Heizunterbrechung: 13306 kWh/a
Nachtabstaltung (tu = 7,0 h, tmin = 0,0 °C), Abschaltbetrieb, zeitgeregelte Aufheizung

Q'h = 19,85 kWh/(m³a)
Q" = 62,03 kWh/(m²a)

Heizwärmebedarf
Lüftungswärmeverluste
Transmissionswärmeverluste
Reduzierung der Wärmeverluste (Heizungsunterbrechung, etc.)
nutzbare interne Wärmegewinne
nutzbare solare Wärmegewinne
nicht nutzbare Wärmegewinne

Lizenz: Lange -KNr.142504-

Hausverluste / Anlagentechnik im Energieberater

Endenergiebedarf

Energieberater PLUS

Programm Druck Programmkonstanten Dienste Datenverwaltung Hilfe

ENERGIEBERATER

unbenannt **DIN 4108-6/4701-10 - Wohngebäude** ☐ EnEV ☒ Frei
Klima: Essen

Projekt Geometrie Gebäude Anlagentechnik Ergebnisse **Ist-Zustand** ▶ Ist-Zustand
▶ Variante

Übersicht / Ausgabe Diagramme Wirtschaftlichkeit


Ergebnisse ☒ Ist ☐ Variante


Verluste


Dach/OGD	2.688 kWh	<div></div>
Außenwand	5.531 kWh	<div></div>
Fenster	3.876 kWh	<div></div>
Keller	2.716 kWh	<div></div>
Lüftung	9.966 kWh	<div></div>
Heizung (inkl. Warmwasser)	-608 kWh	<div></div>

Übersicht Verluste Brennstoff Emission Bilanz Bewertung Klasse

Ausgabe: Beratungsbericht (mit Variantenvergleich)


 auswählen

 anpassen



 Drucken

Ausführlicher Beratungsbericht mit Variantenvergleich und Wirtschaftlichkeit (soweit vorhanden) - kann z.B. als Grundlage für den Vor-Ort-Beratungsbericht verwendet werden (individuelle Anpassungen durch Word-Export).

Neue Variante:
Neue Sanierungs-Variante auf Basis der Daten des aktuellen Projekts anlegen

 Variante anlegen

HOTTGENROTH SOFTWARE

Lizenz: Lange -KNr.142504-  weiter 

Level of Details

LoD 1

Klötzchenmodell

→ Große Unterschiede in der Geometrie

LoD 2

+ Geometrie (äußere Begrenzungsflächen)
(Wall, Roof, Ground)

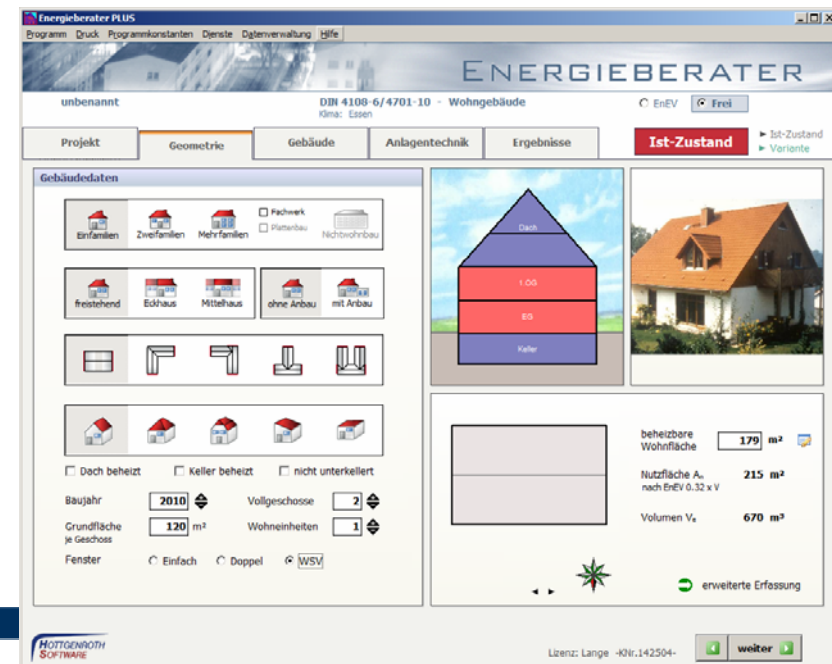
+ Geländeschnittlinie

+ Class, Function, Usage

+ Baujahr

→ Einfache Erfassung

- Existenz Keller
- Keller-, Dachnutzung
- Individuelles Haus
(Bauteile nicht Typ – entspr.)
- Haustechnik



Level of Details

LoD 3

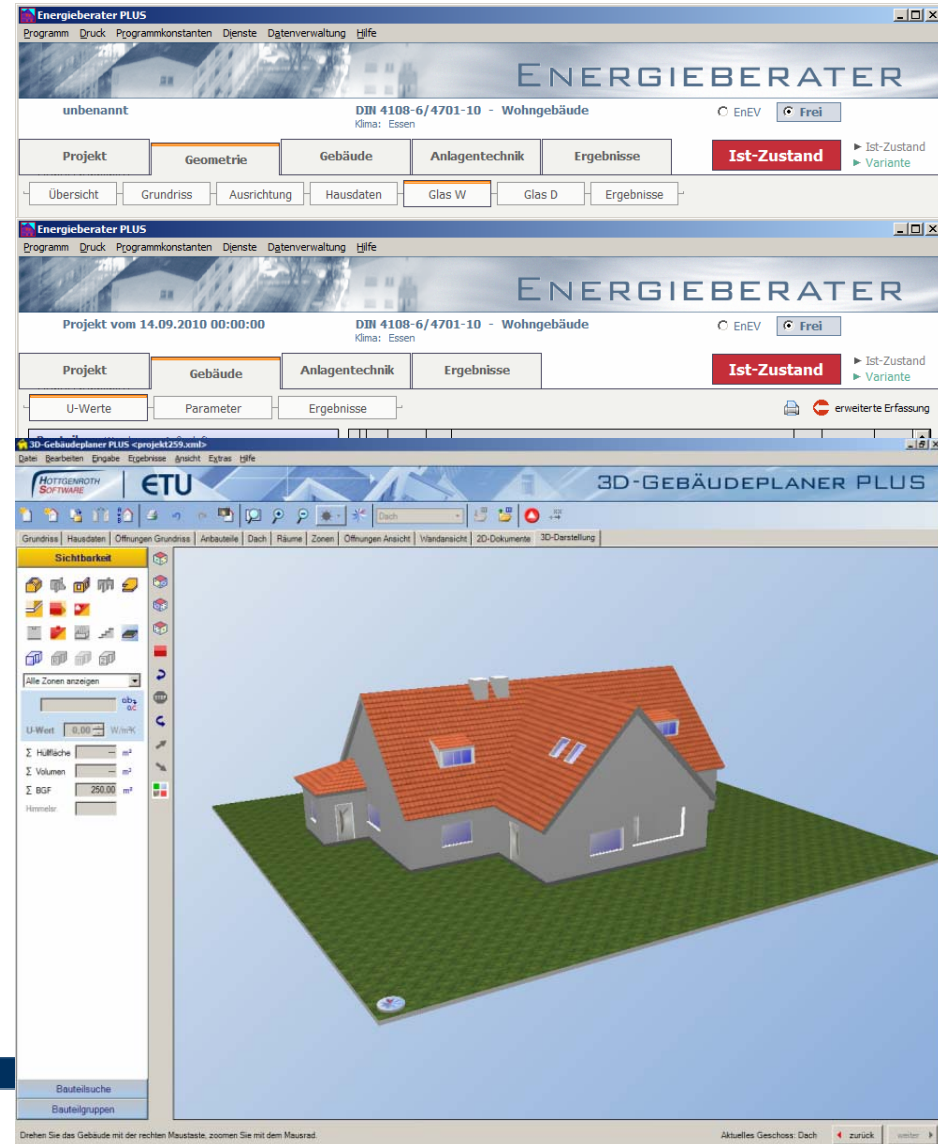
+ Fenster, Türen

- Erweiterte / Detaillierte Erfassung
- Fenster- / Türflächen exakt übernehmen
- Zerlegung in Außenbauteile
- CAD – Grundlage

LoD 4

+ Innenräume + Wandstärken

- Wie LoD 3
- Höhere geometrische Genauigkeit
- Wandstärke → Wandaufbau
- Existenz Keller
- Keller-, Dachnutzung
- Individuelles Haus (Bauteile nicht Baujahr – entspr.)
- Haustechnik



Genauigkeit

Wie genau lässt sich die Hüllfläche und Volumen berechnen?

- Varianzfortpflanzung...

Wie beeinflussen Hüllfläche und Volumen das Endergebnis?

- Relative Genauigkeit (Abmessungen d. Gebäudes, Höhe über Erdreich)

Beispiel Seite 0,5 m kürzer

- Hüllfläche: 307 m² (320 m²)
- Akt. Energiebedarf: 6815 W (7104 W)
- übers Jahr: 19628 kWh (20460 kWh)
- Gasheizung (~ 8 ct/kWh): 1570 € (1637 €) ~4% Abweichung

Genauigkeiten der LoDs

LoD 0	LoD 1	LoD 2	LoD 3	LoD 4
< LoD 1	5m / 5m	2m / 1m	0,5m / 0,5 m	0,2 m / 0,2 m

Energieberatung Einzelgebäude

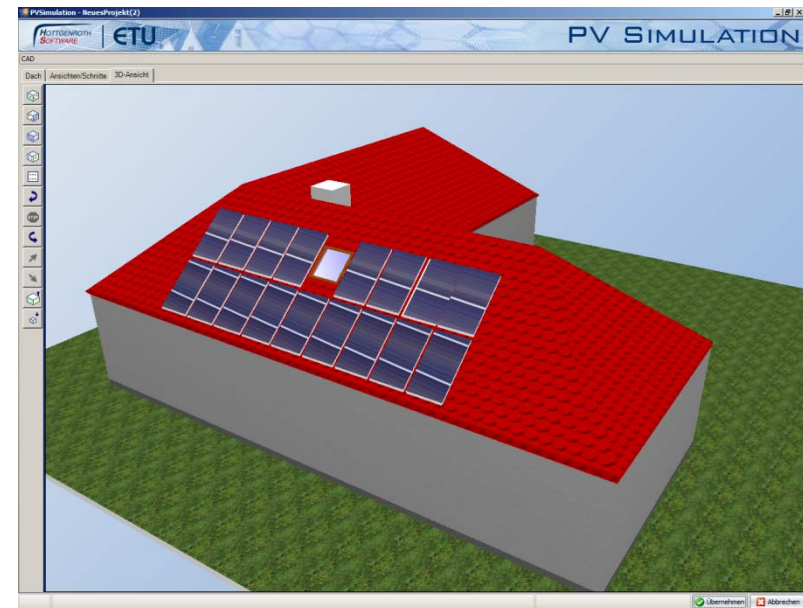
- Statistische (vereinfachte) Auswertungen möglich
→ kein Energieausweis ohne individuelle Betrachtung
- Übernahme der Geometrie
 - Komplexe Geometrieaufnahme entfällt – nur individuelle Gegebenheiten übernehmen
- Fehlt die individuelle Gebäudebeurteilung
 - Individuelle Bauteile
 - Nachträgliche Dämmung oder Verglasung
 - Baujahr der eingebauten Heizung \leftrightarrow Baujahr des Hauses
 - Keller existent
 - Keller beheizt / Dach ausgebaut / beheizt

Energiebetrachtung Stadtteil

- Statistische Aussagen (nicht für das individuelle Haus) www.eumayors.eu/
- Mit der Wärmebildkamera durch die Städte
- IFC, gbXML, CityGML für geometrische Betrachtung der Energiebedarfsrechnung nutzbar

Fotovoltaik (PV) – PV-Simulation

- Fernverschattung
 - Nachbargebäude
 - Gelände
 - Vegetation
 - LoD 2 Qualität ausreichend
 - Aufmaß Horizont und Orientierung
- Nahverschattung
 - Dach, Dachaufbauten
(Gauben, Antennen, Blitzableiter)
 - Qualität nicht ausreichend
- Dachflächenanalyse zur Ermittlung nutzbarer Flächen bekannt



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit