buildinggreen
PLANUNGSBÜRO

Bauphysik vs. Anlagentechnik - Was bringt mehr?

05. April 2016 – Bergkamen

ein Vortrag von
Dipl. - Ing. (FH) Architektin Sarah Zietek

ZUR PERSON

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

Dipl. - Ing. (FH) Architektin Sarah Zietek

- Architekturstudium in Münster und Dortmund
- Zertifizierte Gebäudeenergieberaterin HWK / Energieeffizienzhausexpertin
- Inhaberin buildinggreen Planungsbüro in Münster seit 2010
- Architektin und Mitglied der AKNW
- Planungstätigkeit und /-schwerpunkt im Bereich energieeffizientes Bauen und Sanieren
- Lehrtätigkeit an der FH Münster im Fachbereich TGA
- Inhouse - Seminare / Vorträge / Fachartikel

INHALT

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

- Möglichkeiten der Energieeinsparung
- Grenzen der Bauphysik
- Lüftungskonzept nach DIN 1946-6
- EnEV Nachweis nach DIN V 18599 und DIN 4701 im Vergleich
- Vorteile einer detaillierten Softwareeingabe

ENERGIEEFFIZIENZ

buildinggreen
PLANUNGSBÜRO

EINFÜHRUNG

Möglichkeiten der Energieeinsparung in Gebäuden .

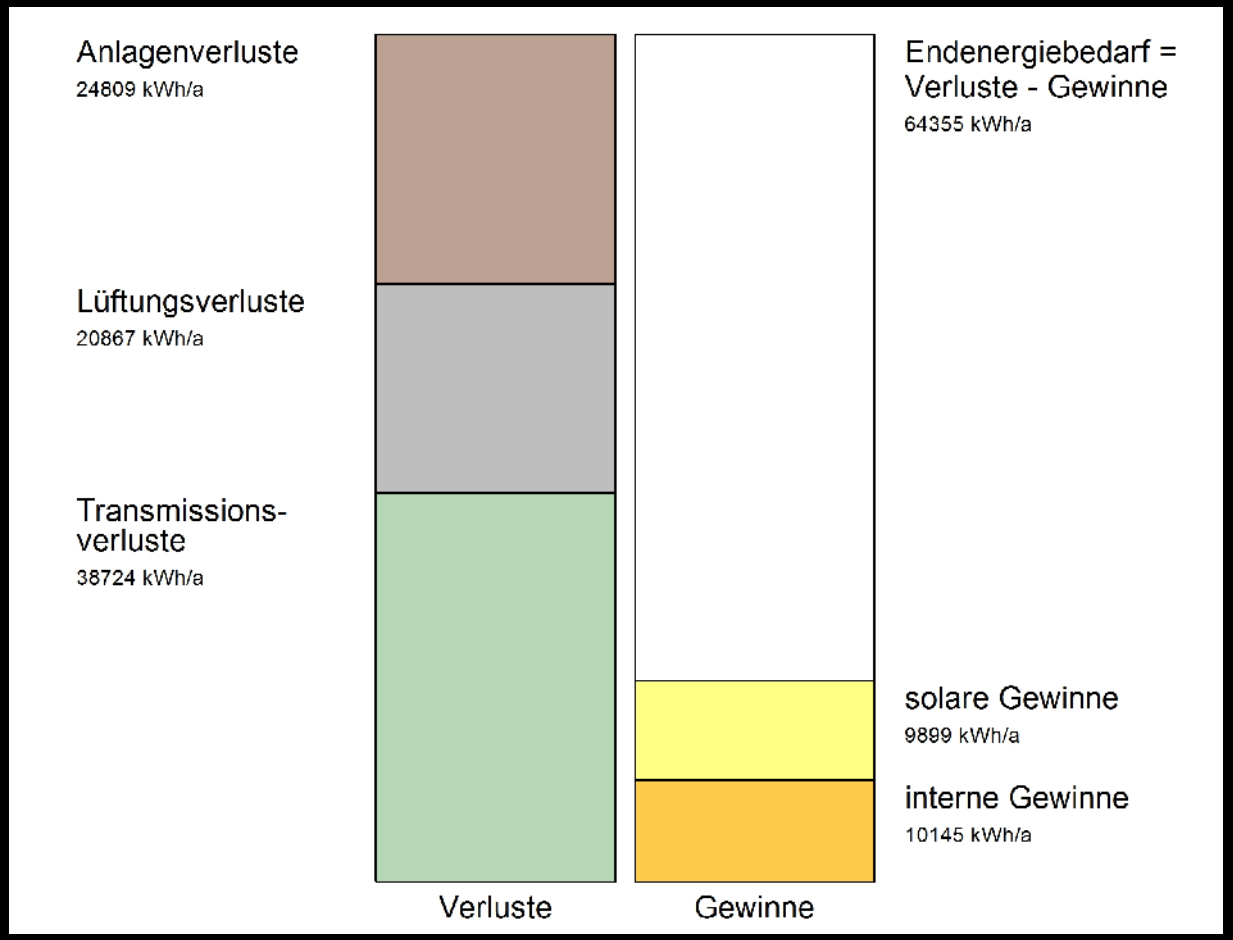
ENERGIEEFFIZIENZ

Messwerte für die Energieeinsparung

- Endenergie
- Primärenergie

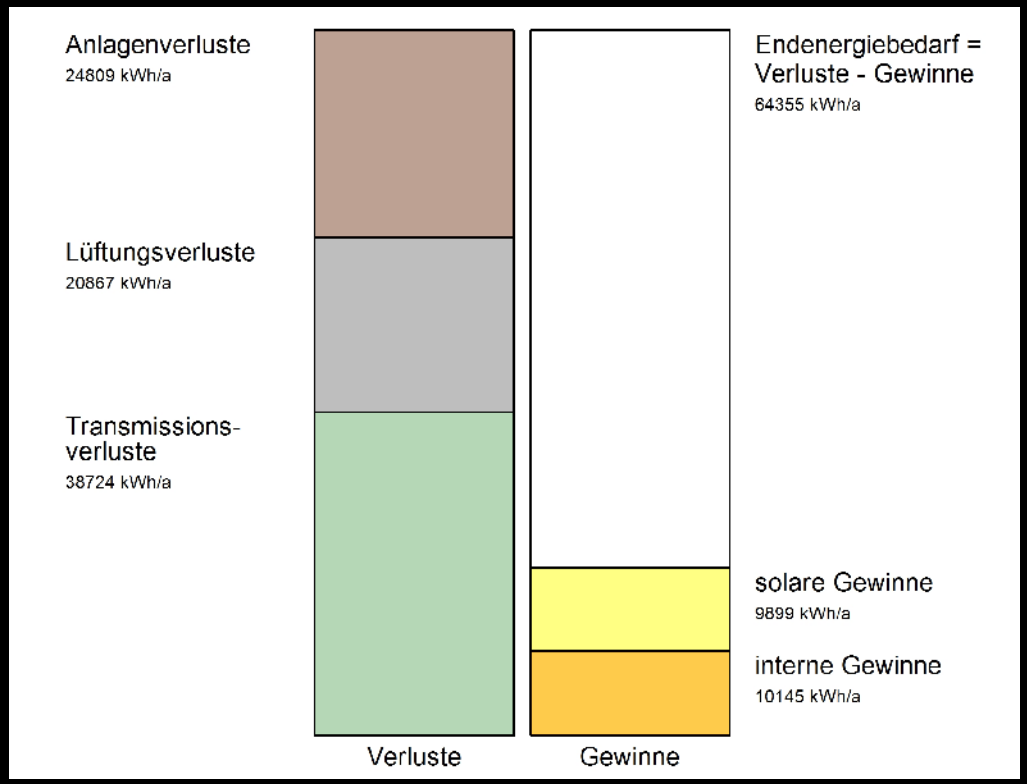
KENNWERTE

WAS IST ENDENERGIE?



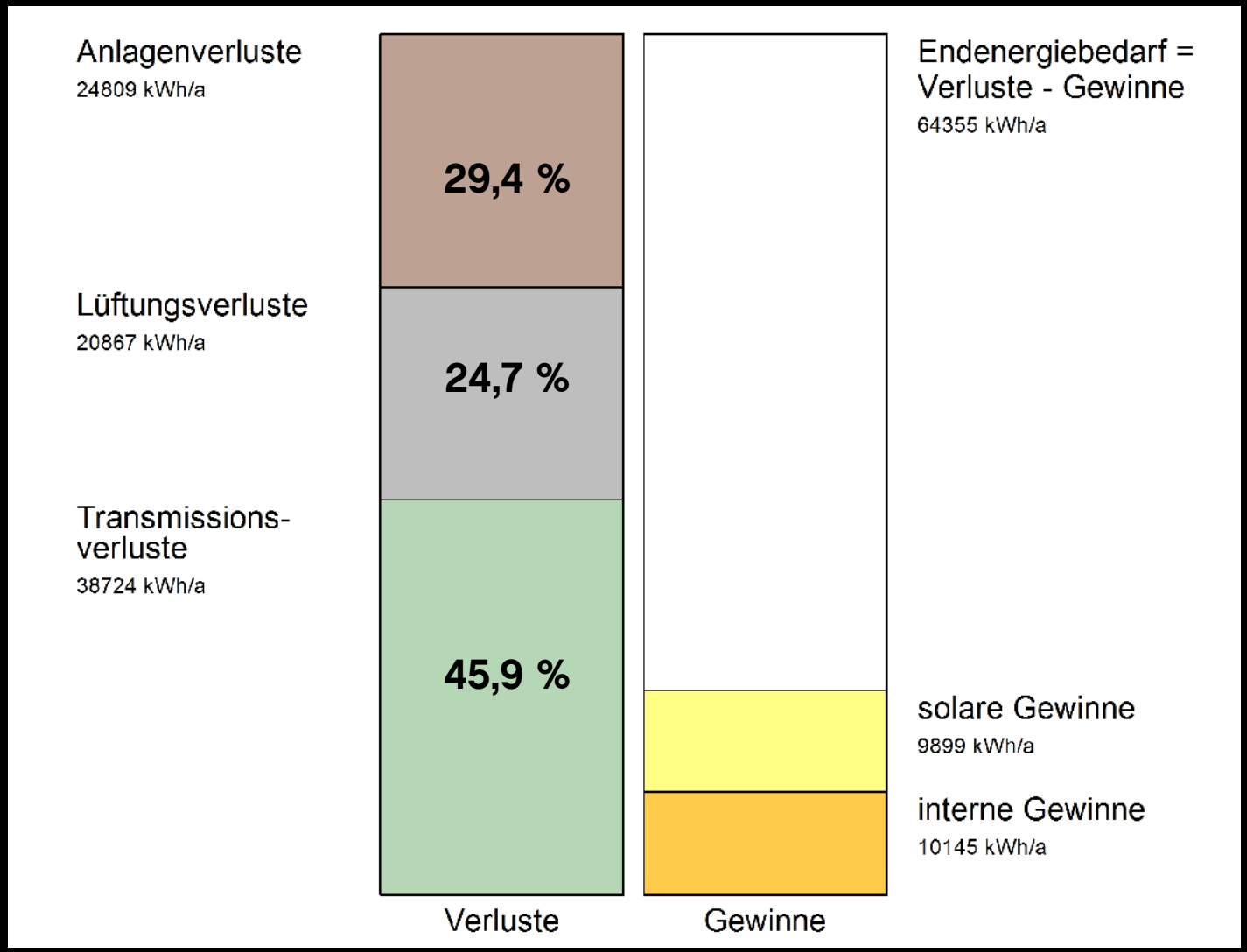
KENNWERTE

WAS STREBT DIE EnEV AN?



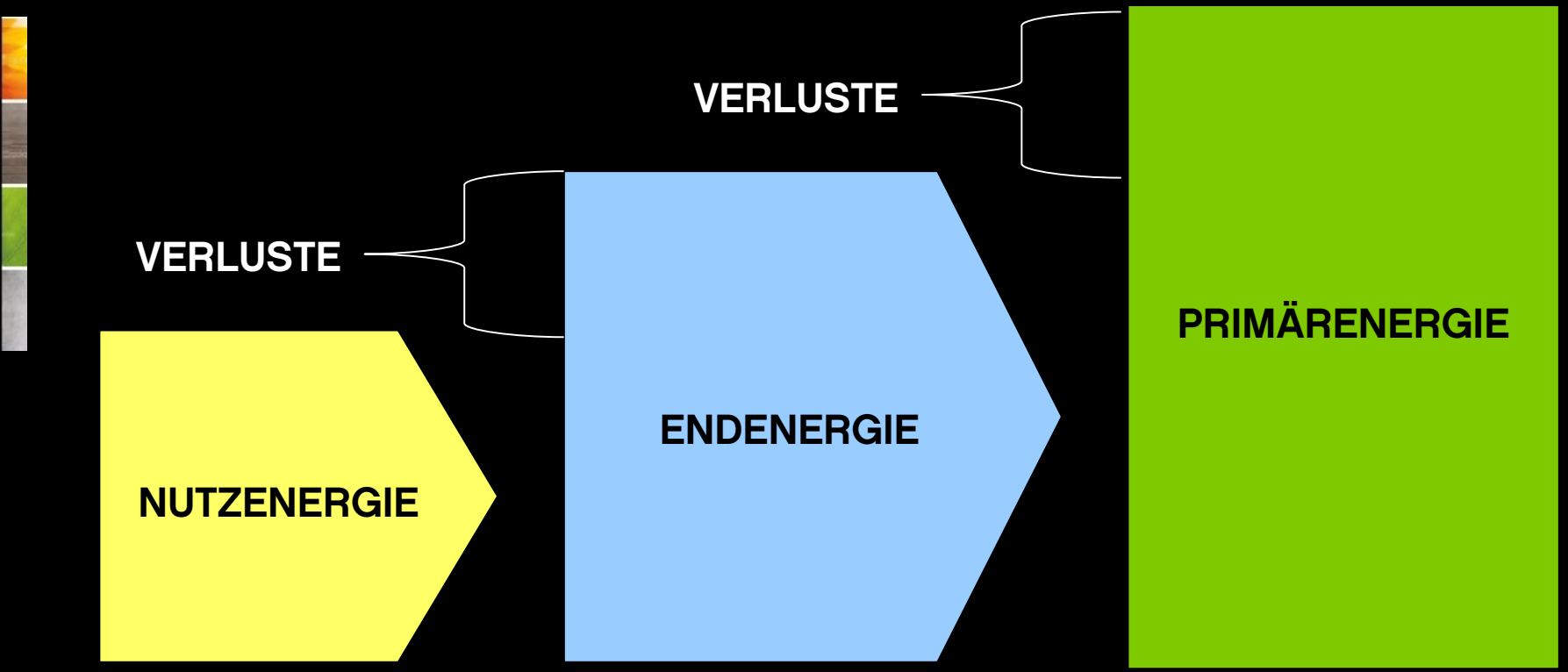
- Passivhausniveau d.h. Verluste – Gewinne = Endenergiebedarf annähernd 0
- Senkung der Lüftungswärmeverluste
- Senkung der Transmissionswärmeverluste
- Ausbau von regenerativen Energieerzeugern

KENNWERTE


Anlagenverluste
24809 kWh/a
Lüftungsverluste
20867 kWh/a
Transmissions-
verluste
38724 kWh/a
29,4 %
24,7 %
45,9 %
Endenergiebedarf =
Verluste - Gewinne
64355 kWh/a
solare Gewinne
9899 kWh/a
interne Gewinne
10145 kWh/a
Verluste
Gewinne

KENNWERTE

WAS IST PRIMÄRENERGIE?



KENNWERTE

Aktuelle Änderungen in der EnEV: Primärenergie

- Senkung des Primärenergiefaktors für Strom von 2,6 [-] auf 1,8 [-]

ABER! Für den mit KWK erzeugten Strom, der nach Abzug des Eigenbedarfs ins öffentliche Netz eingespeist wird, gilt immer noch der Faktor 2,8 [-]. Nichtwohngebäude > 19°C beheizt, Neubau

- Reduzierung um 25% beim Primärenergiebedarf im Neubau ab 01.01.2016 – dabei ist der **Gesamt – Primärenergiebedarf** maßgeblich! Werte des Referenzgebäudes können unterschritten werden, sofern andere Bauteile dafür entsprechend besser als das Referenzgebäude sind. **ACHTUNG AUSNAHME!** Hallengebäude, die mit einer Gebläse-/oder Strahlungsheizung beheizt werden und eine Raumhöhe von 4 m aufweisen. (z.B. Turnhallen)

KENNWERTE

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

Primärenergiefaktor für Strom in der DIN V 18599

Energieträger		Primärenergiefaktoren f_p	
		insgesamt	nicht erneuerbarer Anteil
		A	B
Fossile Brennstoffe	Heizöl EL	1,1	1,1
	Erdgas H	1,1	1,1
	Flüssiggas	1,1	1,1
	Steinkohle	1,1	1,1
	Braunkohle	1,2	1,2
Biogene Brennstoffe	Biogas	1,5	0,5
	Bioöl	1,5	0,5
	Holz	1,2	0,2
Nah-/Fernwärme aus KWK[b]	fossiler Brennstoff	0,7	0,7
	erneuerbarer Brennstoff	0,7	0,0
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	fossiler Brennstoff	1,3	1,3
	erneuerbarer Brennstoff	1,3	0,1
Strom	allgemeiner Strommix	2,8	2,4
	Verdrängungsstrommix	2,8	2,8
Umweltenergie	Solarenergie	1,0	0,0
	Erdwärme, Geothermie	1,0	0,0
	Umgebungswärme	1,0	0,0
	Umgebungskälte	1,0	0,0
Abwärme innerhalb des Gebäudes	aus Prozessen, siehe 3.1.32	1,0	0,0

[a] Bezugsgröße Endenergie: Heizwert H_i

b Angaben sind typisch für durchschnittliche Nah-/Fernwärme mit einem Anteil der KWK von 70 %

Quelle: DIN V 18599-1: 2011-12

KENNWERTE

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

Primärenergiefaktor für Strom in der DIN V 18599

Tabelle A.1 — Primärenergiefaktoren[a]

Energieträger[a]		Primärenergiefaktoren f_p	
		insgesamt	nicht erneuerbarer Anteil
		A	B
Fossile Brennstoffe	Heizöl EL	1,1	1,1
	Erdgas H	1,1	1,1
	Flüssiggas	1,1	1,1
	Steinkohle	1,1	1,1
	Braunkohle	1,2	1,2
Biogene Brennstoffe	Biogas	1,5	0,5
	Bioöl	1,5	0,5
	Holz	1,2	0,2
Nah-/Fernwärme aus KWK[b]	fossiler Brennstoff	0,7	0,7
	erneuerbarer Brennstoff	0,7	0,0
Nah-/Fernwärme aus Heizwerken	fossiler Brennstoff	1,3	1,3
	erneuerbarer Brennstoff	1,3	0,1
Strom	allgemeiner Strommix	**2,5**	2,0
	Verdrängungsstrommix	**2,5**	2,5
Umweltenergie[c]	Solarenergie	1,0	0,0
	Erdwärme, Geothermie	1,0	0,0
	Umgebungswärme	1,0	0,0
	Umgebungskälte	1,0	0,0
	Windenergie	**1,0**	**0,0**
Abwärme innerhalb des Gebäudes	aus Prozessen, siehe 3.1.32	1,0	0,0

Quelle: DIN V 18599-1 Ber 1:2013-05

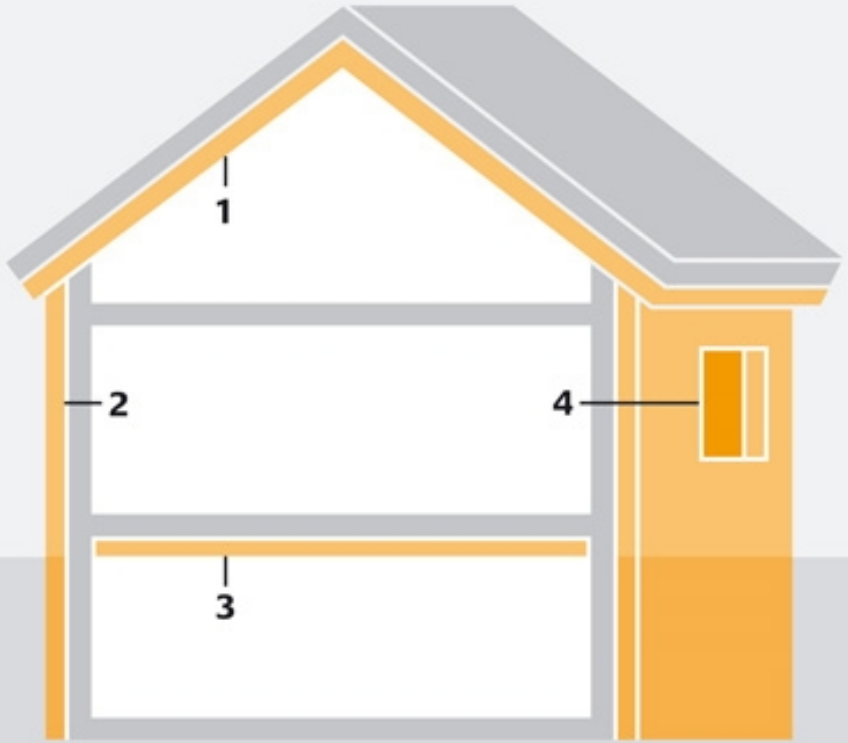
KENNWERTE

KENNGRÖSSEN DER EnEV

- Primärenergie
- H_T - Wert

KENNWERTE

TRANSMISSIONSWÄRMEVERLUSTE (H_T - WERT)



1 Dämmung des Daches (>16 cm)
2 Dämmung der Außenwände (>14 cm)
3 Dämmung der Kellerdecke (11 cm)
4 Austausch der Fenster gegen Wärmeschutzverglasung

Quelle: dena

GRENZEN DER BAUPHYSIK

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

BAUPHYSIK

Grenzen der Bauphysik .

GRENZEN DER BAUPHYSIK

TRANSMISSIONSWÄRMEVERLUSTE (H_T - WERT)

- Außenbauteile der thermischen Hülle
- Bauteilanschlüsse
- Wärmebrücken

GRENZEN DER BAUPHYSIK

VORTEILE EINER LUFTDICHTEN GEBÄUDEHÜLLE

- Verringerte Transmissions- und Lüftungswärmeverluste
- weniger Endenergiebedarf
- geringere Energiekosten
- reduzierte Zugerscheinungen

=> entspricht in etwa den Zielen der EnEV.

GRENZEN DER BAUPHYSIK

GESETZLICHE VORGABEN

Nach § 6 EnEV sind zu errichtende Gebäude so auszuführen, dass
1. „die wärmeübertragende Umfassungsfläche einschließlich der Fugen **dauerhaft luftundurchlässig** entsprechend den **anerkannten Regeln der Technik** abgedichtet ist [...]“
2. „der zum Zwecke der Gesundheit und Beheizung erforderliche **Mindestluftwechsel sichergestellt** ist.“

GRENZEN DER BAUPHYSIK

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

GESETZLICHE VORGABEN

In der DIN 4108 - 2 heißt es:

„Bei Fugen in der wärmeübertragenden Umfassungsfläche des Gebäudes [...] ist dafür Sorge zu tragen, dass diese **Fugen** nach dem Stand der Technik **dauerhaft und luftundurchlässig** abgedichtet sind. [...] Sie tragen in **keinem Fall** zum **erforderlichen Luftaustausch** des Gebäudes bei."
„Auf **ausreichenden Luftwechsel** ist aus Gründen der **Hygiene, der Begrenzung der Raumluftfeuchte** [...] zu achten. Dies ist in der Regel der Fall, wenn während der Heizperiode ein auf das Luftvolumen innerhalb der Systemgrenze bezogener **durchschnittlicher Luftwechsel von 0,5 h^{-1}** [...] sichergestellt wird."

GRENZEN DER BAUPHYSIK

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

B E I S P I E L

Fensteraustausch einer Einfachverglasung gegen ein Fenster nach EnEV 2009 – Anforderungen ohne zusätzliche Dämmmaßnahmen an der Aussenwand

U – Wert Fenster 5,8 W/m²K

U – Wert Wand 1,47 W/m²K

5,8 W/m²K > 1,47 W/m²K erfüllt!

Holzfenster mit Einscheibenverglasung

Ablaufrinne

Lüftung über Fugen

GRENZEN DER BAUPHYSIK

SYSTEM ALTBAUFENSTER

- Geregelter Luftaustausch durch Ritzen und Fugen
- Fensterscheibe als kälteste Stelle der Hüllfläche

- Kondensation an der Fensterscheibe – Eisblumen
- Ablauf des Tauwassers über eine Kondensatrinne nach draußen

GRENZEN DER BAUPHYSIK

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

B E I S P I E L

Fensteraustausch einer Einfachverglasung gegen ein Fenster nach EnEV – Anforderungen ohne zusätzliche Dämmmaßnahmen an der Aussenwand

U – Wert Fenster EnEV 1,3 W/m²K

U – Wert Wand 1,47 W/m²K

1,3 W/m²K > 1,47 W/m²K nicht erfüllt!

Holzfenster mit 2-fach Wärmeschutzverglasung nach EnEV

Luftdicht eingebaut

GRENZEN DER BAUPHYSIK

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

B E I S P I E L

Fensteraustausch einer Einfachverglasung gegen ein Fenster nach EnEV – Anforderungen ohne zusätzliche Dämmmaßnahmen an der Aussenwand

Kondensatverschiebung →

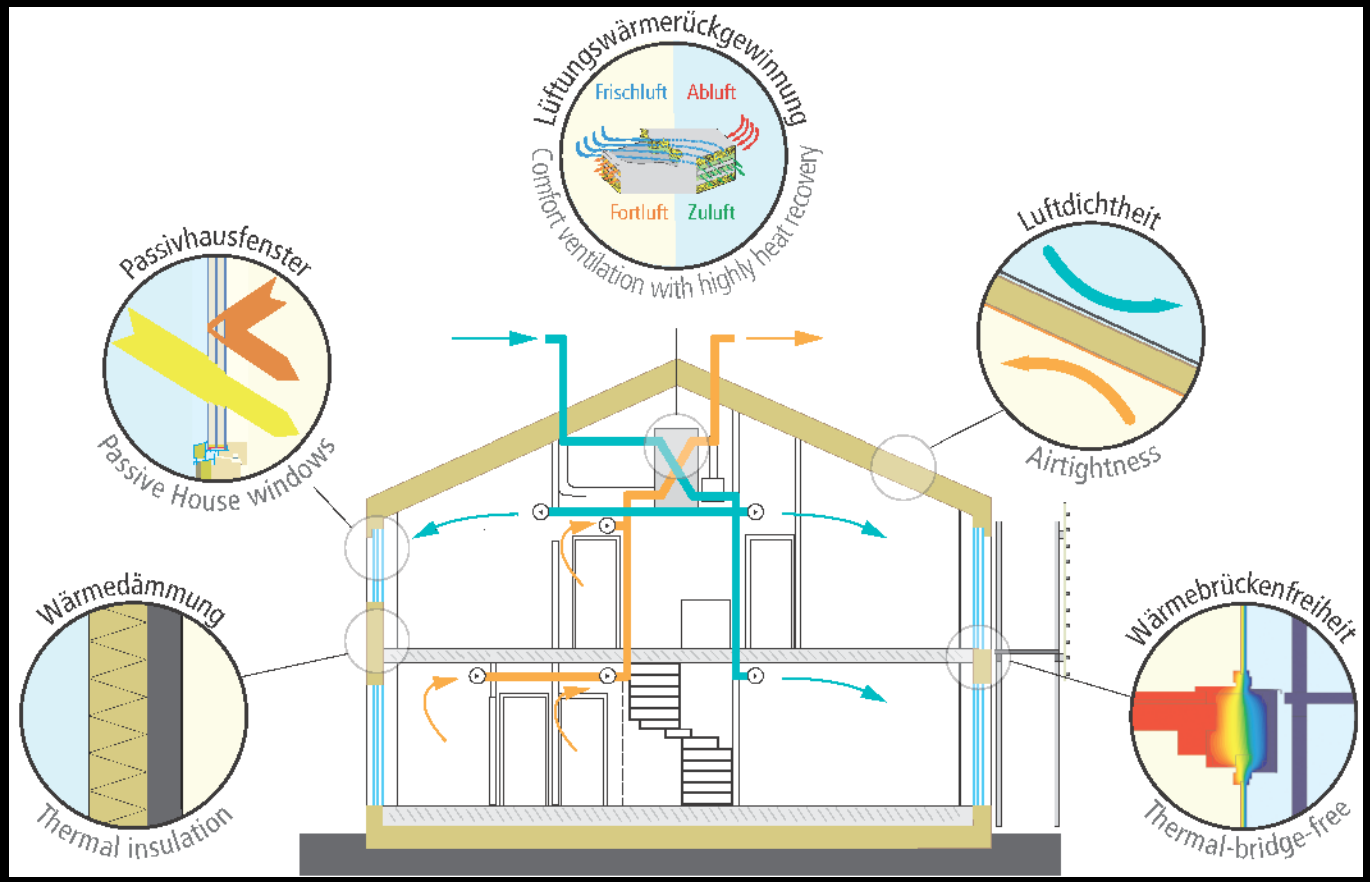
Keine ausreichende Belüftung →

Schimmel

GRENZEN DER BAUPHYSIK

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

SYSTEM PASSIVHAUS

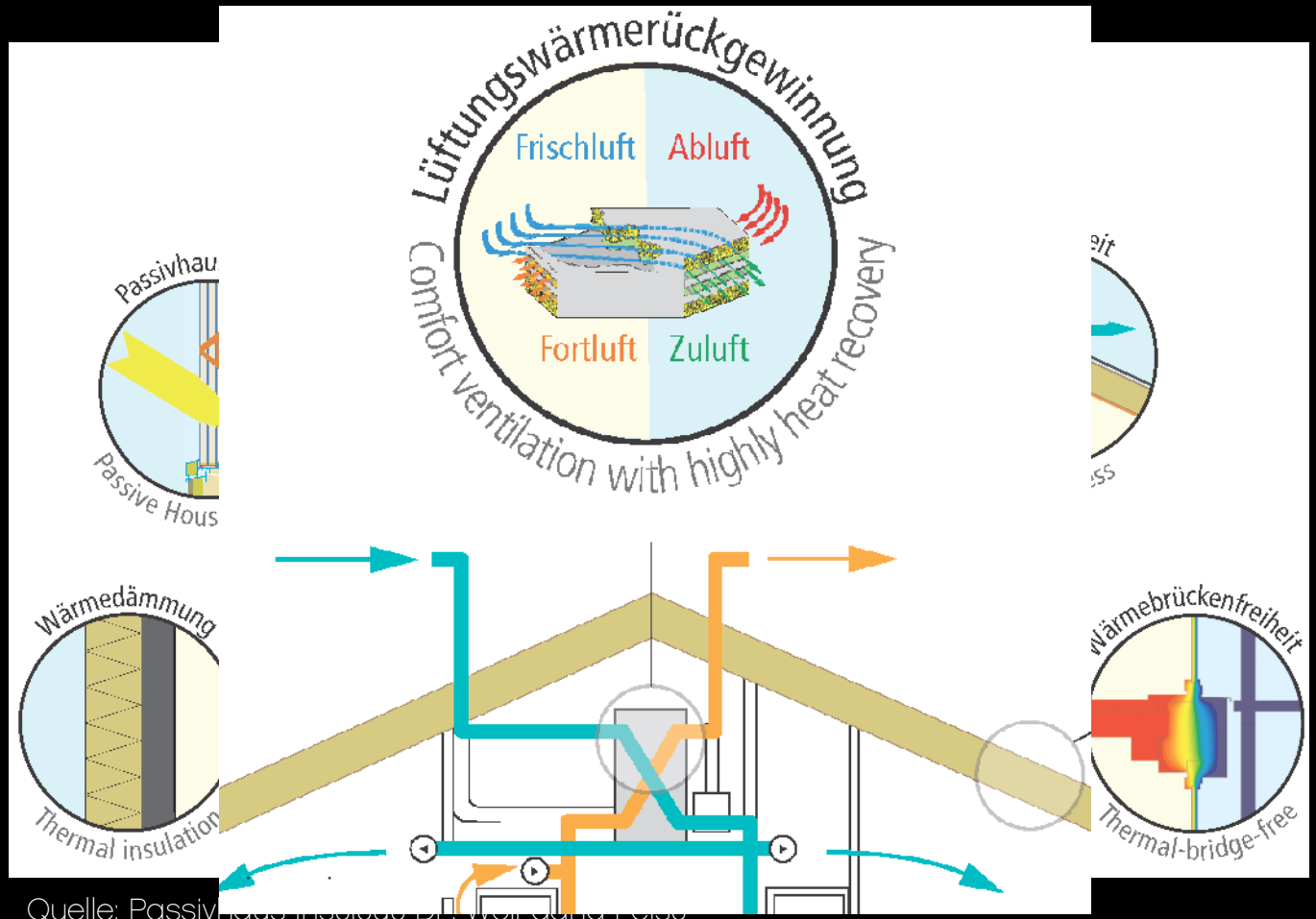


Quelle: Passivhaus Institut Dr. Wolfgang Feist

GRENZEN DER BAUPHYSIK

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

SYSTEM PASSIVHAUS



Quelle: Passivhaus Institut Dr. Wolfgang Feist

LÜFTUNGSKONZEPT

DIN 1946 - 6

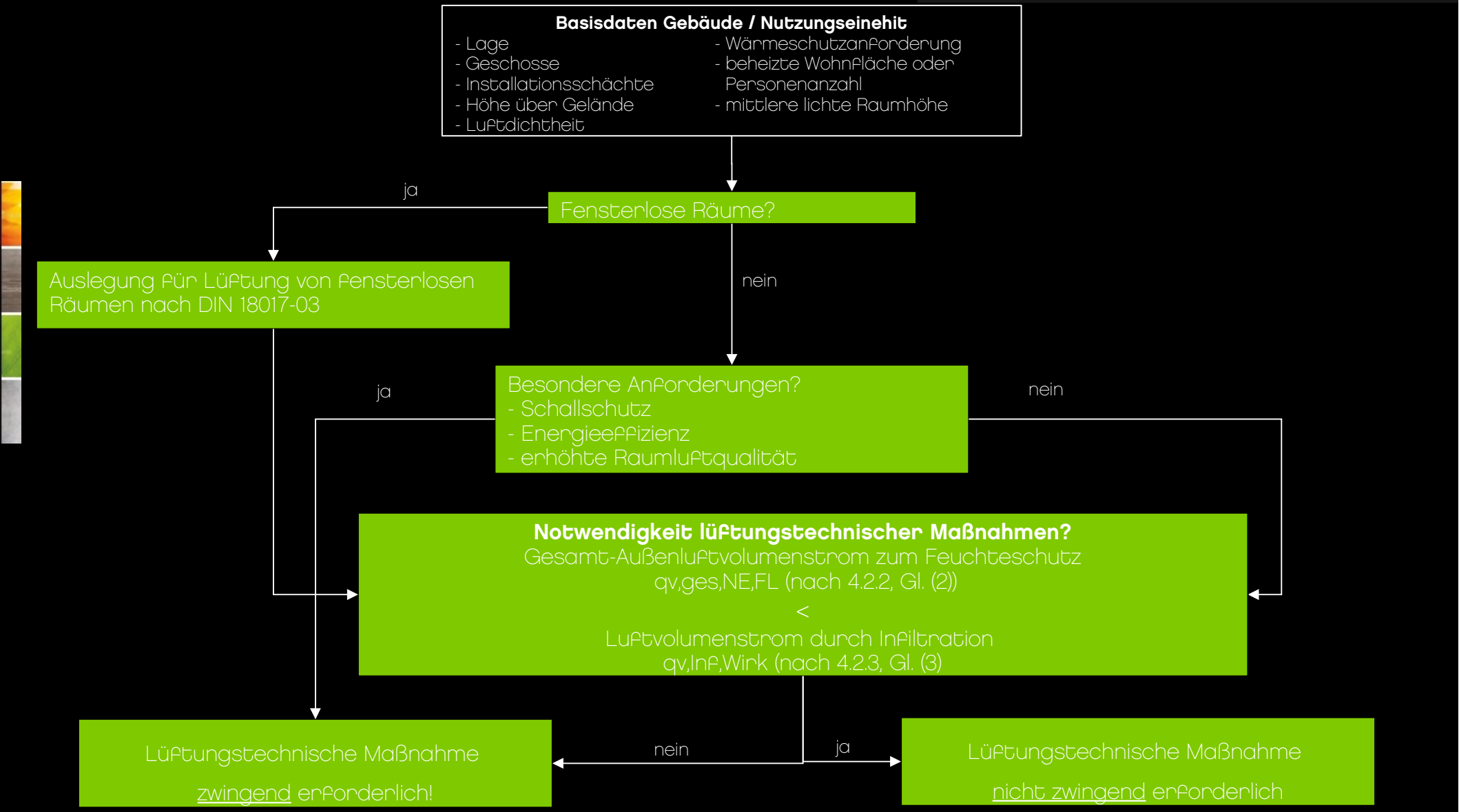
Mysterium Lüftungskonzept .

LÜFTUNGSKONZEPT

BESTANDTEILE

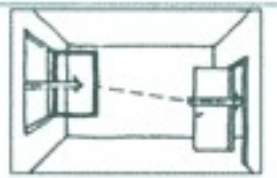
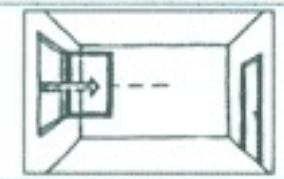
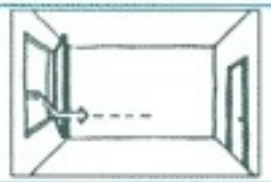
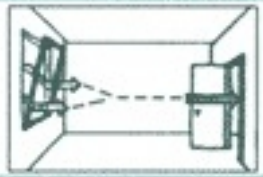
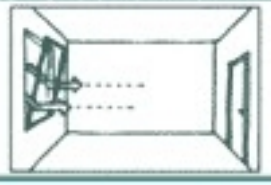
- Überprüfung des Mindestluftwechsels zum Feuchteschutz
- Maßnahmen für die Sicherstellung des Mindestluftwechsels

LÜFTUNGSKONZEPT



LÜFTUNGSKONZEPT

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

Wirkung der natürlichen Lüftung	Lüftungsart Fensterstellung	Ungefähre Dauer der Lüftung, um einen Luftwechsel zu erzielen
	Fenster und gegenüberliegende Tür/ Fenster ganz offen – Querlüftung –	1 bis 5 Minuten
	Fenster ganz offen – Stoßlüftung –	5 bis 10 Minuten
	Fenster halb offen	10 bis 15 Minuten
	Fenster gekippt und gegenüberliegende Tür ganz offen – Querlüftung –	15 bis 30 Minuten
	Fenster gekippt	30 bis 60 Minuten

Quelle: dena

LÜFTUNGSKONZEPT

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

JE KÄLTER ES DRAUSSEN IST, DESTO KÜRZER KANN GELÜFTET WERDEN!

Quelle: Energieagentur NRW

GRENZEN DER BAUPHYSIK

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

Leitsatz

WÄRMESCHUTZ

+

ANLAGENTECHNIK

+

ÖKONOMIE

+

ÖKOLOGIE

ENERGETISCH RICHTIG

DIN V 18599 vs. DIN V 4108

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

EnEV - NACHWEIS

Berechnung nach DIN V 18599 und DIN V 4108-6 im Vergleich .

DIN V 18599 vs. DIN V 4108

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

BEISPIELGEBÄUDE

- MFH mit 6 WE
- 3-geschossig
- Massivbau mit Satteldach
- L x B = 11 m x 15 m
- Keller + Spitzb. unbeheizt

DIN V 18599 vs. DIN V 4108

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

BEISPIELGEBÄUDE

- Fenster U_W = 1,3 W/m²K
- Dach / OGD U = 0,19 W/m²K
- Außenwand U = 0,20 W/m²K
- Kellerdecke U = 0,23 W/m²K

DIN V 18599 vs. DIN V 4108

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

BEISPIELGEBÄUDE

- Brennwertkessel
- Aufstellort: Keller
- Solaranlage f. WW
- Abluftanlage
- Warmwasser zentral
  über Heizungsanlage

DIN V 18599 vs. DIN V 4108

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

EnEV – NACHWEIS NACH DIN V 4108 / DIN V 4701

- Bilanzierungsverfahren zum Jahresheizwärmebedarf DIN V 4108-6
  1. Periodenbilanzverfahren
  2. Monatsbilanzverfahren
- Anlagenberechnung nach DIN V 4701-10

DIN V 18599 vs. DIN V 4108

EnEV – NACHWEIS NACH DIN V 4108 / DIN V 4701

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 65 kWh/m²a

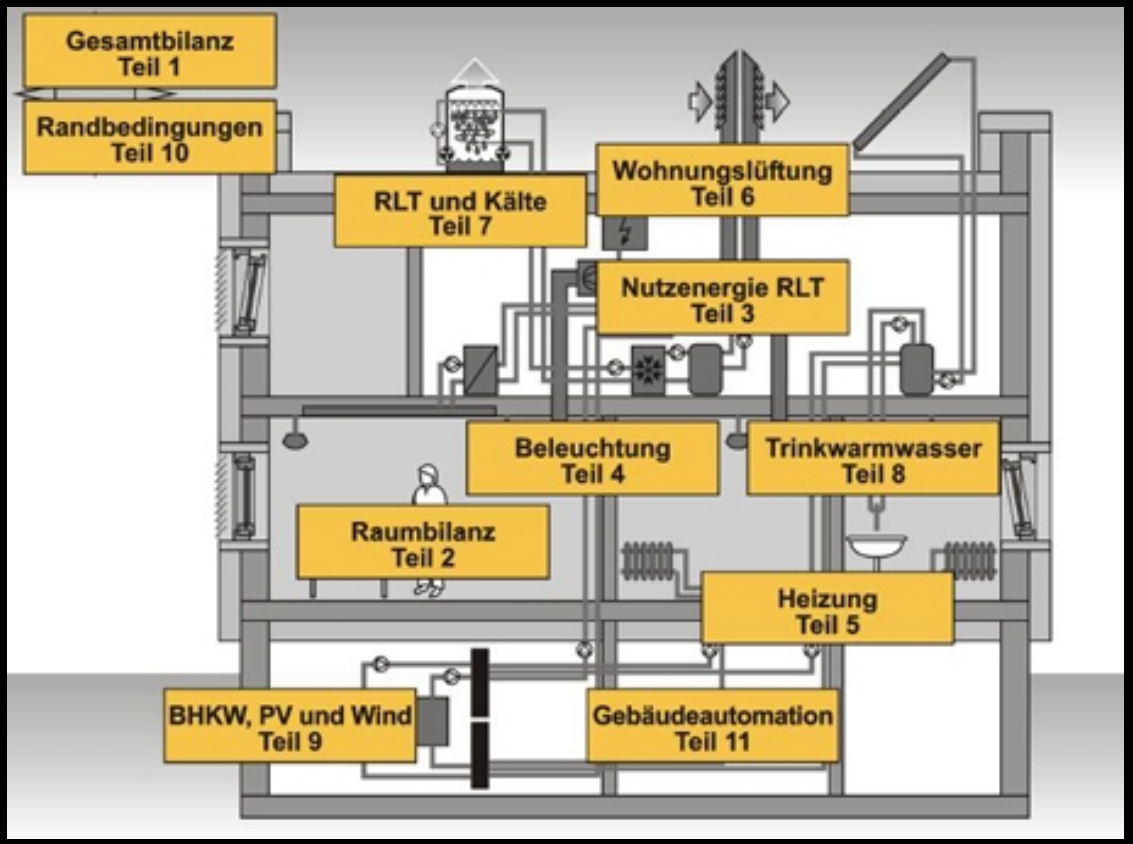
	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	64,55	86,70	61,93	52,64	43,35	30,96	+4%
Transmissionswärmeverlust H'_T [W/(m²K)]	0,373	0,630	0,450	0,383	0,315	0,225	-17%

Berechnung nach DIN V 4108-6 und DIN V 4701-10 / EnEV 2014

DIN V 18599 vs. DIN V 4108

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

EnEV – NACHWEIS NACH DIN V 18599



Quelle: DIN V 18599

DIN V 18599 vs. DIN V 4108

EnEV – NACHWEIS NACH DIN V 18599

Primärenergiebedarf

Ist-Zustand: 71 kWh/m²a

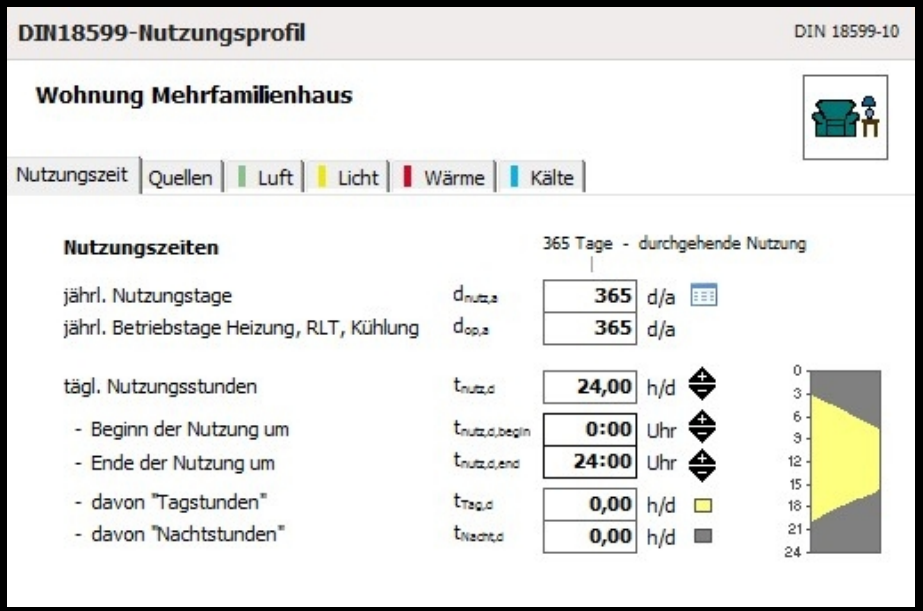
	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	-15%	-30%	-50%	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	70,64	100,80	**72,00**	61,20	50,40	36,00	-2%
Transmissionswärmeverlust H'_T [W/(m²K)]	0,373	0,630	**0,450**	0,383	0,315	0,225	-17%

Berechnung nach DIN V 18599 / EnEV 2014

DIN V 18599 vs. DIN V 4108

EIN GEBÄUDE – ZWEI ERGEBNISSE?!

- Feste Heizperiode von 185 Tagen nach DIN V 4108-6
- Detailliertes Nutzungsrandprofil nach DIN V 18599 - 10



DIN V 18599 vs. DIN V 4108

EIN GEBÄUDE – ZWEI ERGEBNISSE?!

- Detailliertes Nutzungsrandprofil nach DIN V 18599 - 10

DIN V 18599 vs. DIN V 4108

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

KESSELDATEN

Berechnungsparameter:

Kessel-Typ	Brennwert-Kessel
Brennstoff	Erdgas E
Aufstellort	außerhalb der therm. Hülle, Keller

Bereitschaftszeit-Faktor (Heizperiode = 100%) 100,0 %

Abgeschätzte Heizlast für den Bereich ca.	13,3	kW
Kessel-Nenn-Wärmeleistung	33,7	kW
30% Teillast-Wirkungsgrad	104,5	%
Bereitschafts-Wärmeverlust bei 70°C Kesseltemp.	1,04	%
mittl. elektr. Leistungsaufnahme bei 30%-Teillast	81,2	W
Anzahl paralleler, gleichartiger Kessel	1	

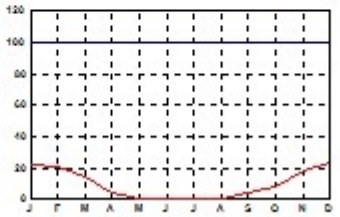
verbesserte Standardwerte (4701-10, Aug.2003) ☑

Daten aus Katalog ☐ Auswahl aus Katalog

Typ	Brennwert-Kessel		
Brennstoff	Erdgas E		
Name	Erzeuger 1		
Hersteller			
Bezeichnung			
Baujahr	2016	Auswahl aus Katalog	
Nennleistung	Q_N	33,70	kW
Betriebsbereitschaftsverlust bei 70°C	$q_{B,70}$	0,98	%
Wirkungsgrad - Teillast	$\eta_{k,pl}$	104,53	%
Wirkungsgrad - Nennleistung	$\eta_{k,100}$	95,53	%
verbesserte Standardwerte (ab Baujahr 1999)	☑		
el. Leistungsaufnahme - Schlummerbetrieb	$P_{aux,SB}$	0,00	W
el. Leistungsaufnahme - Teillast	$P_{aux,pl}$	81,16	W
el. Leistungsaufnahme - Nennleistung	$P_{aux,100}$	243,49	W
elektrische Kesselregelung vorhanden	☐		
Pumpenmanagement	Pumpenmanagement - Außentemperatur		

Belastungsgrad:

max. 23 %



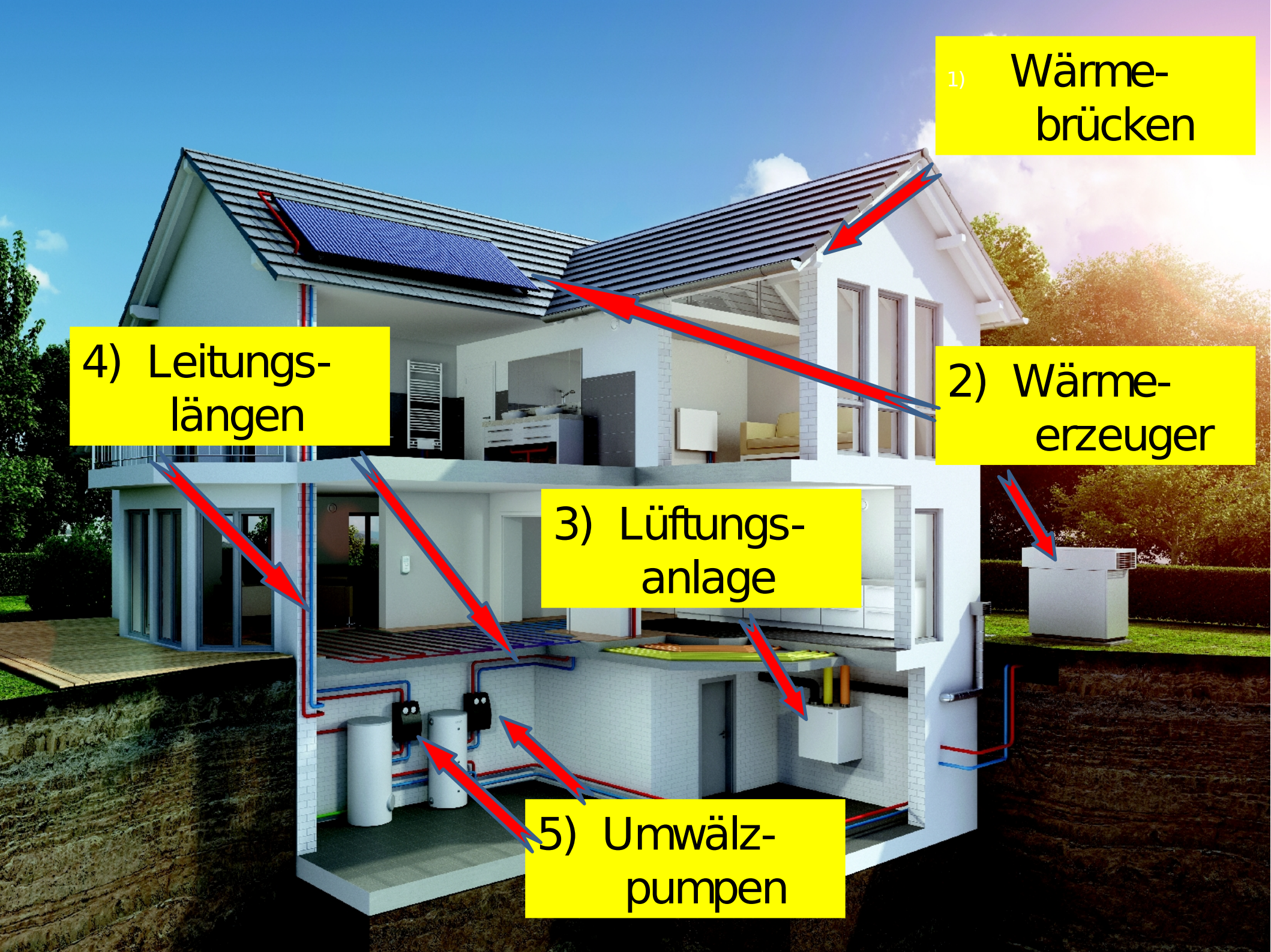
zusätzlich Warmwasser **für Warmwasser-Erzeugung 1**

PRAXISTIPPS

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

PRAXISTIPPS

Vorteile einer detaillierten Softwareeingabe !


1) Wärme-brücken
2) Wärme-erzeuger
3) Lüftungs-anlage
4) Leitungs-längen
5) Umwälz-pumpen

PRAXISTIPPS

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

BEISPIELGEBÄUDE

- MFH mit 6 WE
- 3-geschossig
- Massivbau mit Satteldach
- L x B = 11 m x 15 m
- Keller + Spitzb. unbeheizt

1)
Wärme-
brücken

PRAXISTIPPS

WÄRMEBRÜCKEN

- Eingabe Wärmebrückenzuschlag über Pauschalwerte:
  1. ΔU_{WB} = 0,15 W/m²K – bei offensichtlichen Undichtigkeiten (Altbau)
  2. ΔU_{WB} = 0,10 W/m²K – bei Nachweis Luftdichtigkeit (Neubau)
  3. ΔU_{WB} = 0,05 W/m²K – Ausführungsdetails nach DIN 4108 Bl. 2
- Detaillierte Wärmebrückennachweis mit ψ-Werten

PRAXISTIPPS

B E I S P I E L

Standardwert Wärmebrückenzuschlag 0,10 W/m²K

Heizwärmebedarf	38,0 kWh/m²	
Wasserwärmebedarf	6.026 kWh	
Anlagenverluste	7.272 kWh	
Endenergie (bezogen auf Brennwert)	68,3 kWh/m²	
Primärenergie	30.959 kWh	
CO2-Emission	6.960 kg	

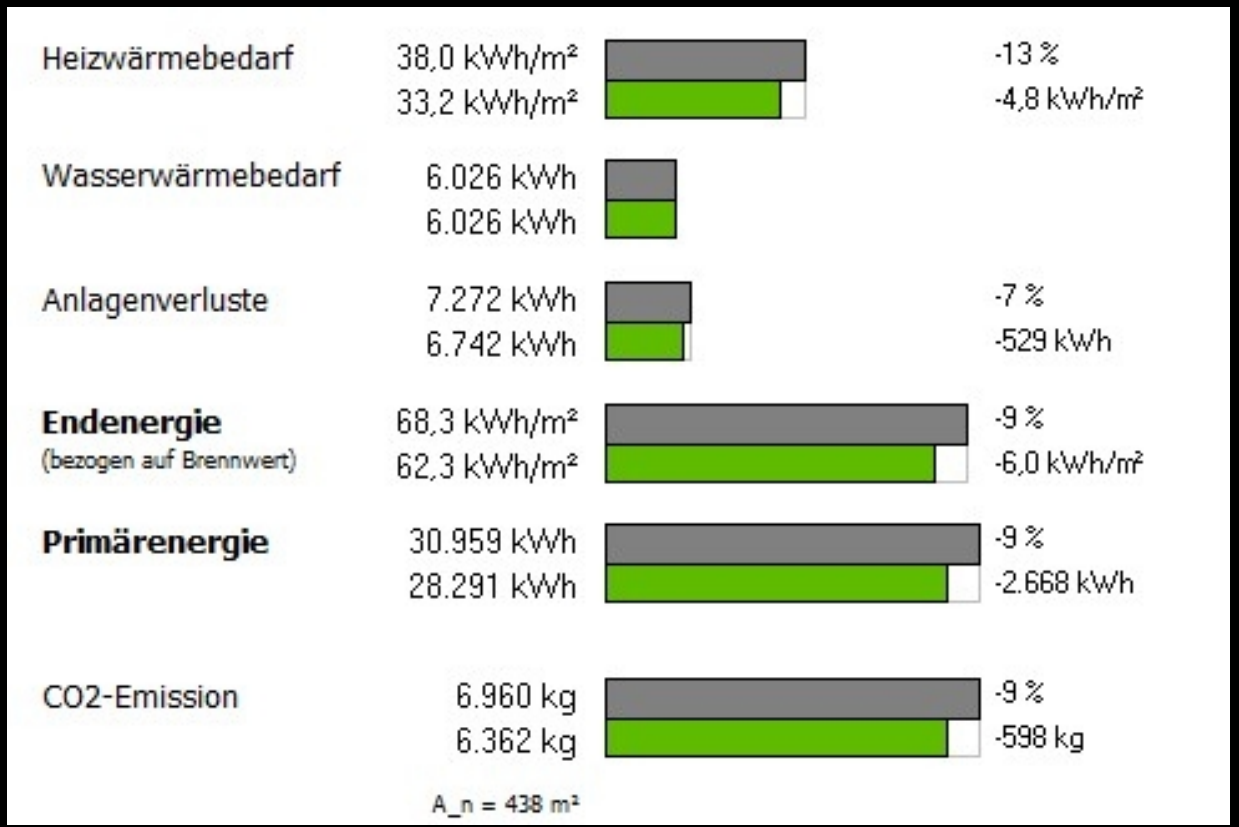
A_n = 438 m²

PRAXISTIPPS

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

B E I S P I E L

Wärmebrückenzuschlag 0,05 W/m²K nach DIN 4108 Beiblatt 2

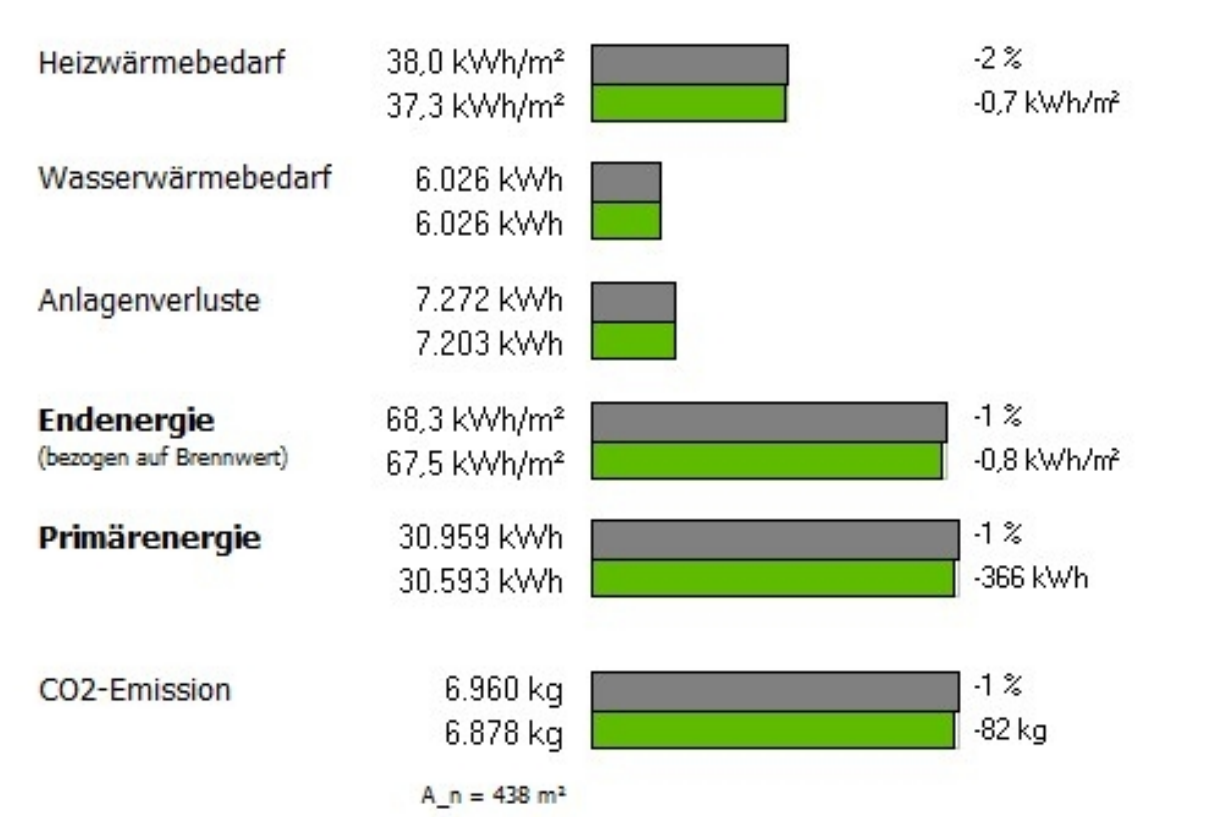


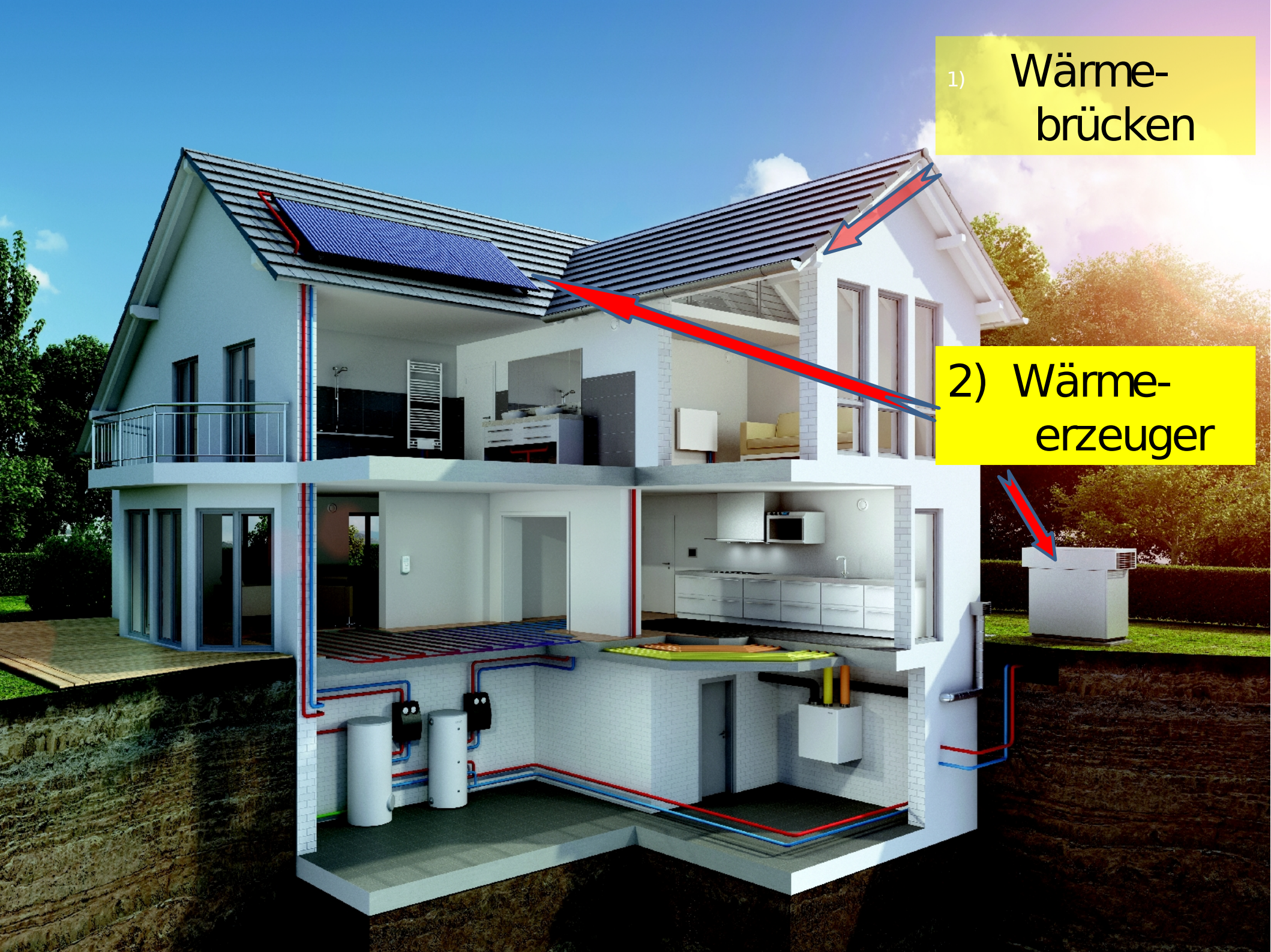
PRAXISTIPPS

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

B E I S P I E L

Detaillierter Wärmebrückennachweis 32,4 W/K = 0,09 W/m²K




1) Wärme-
brücken
2) Wärme-
erzeuger

PRAXISTIPPS

WÄRMEERZEUGER

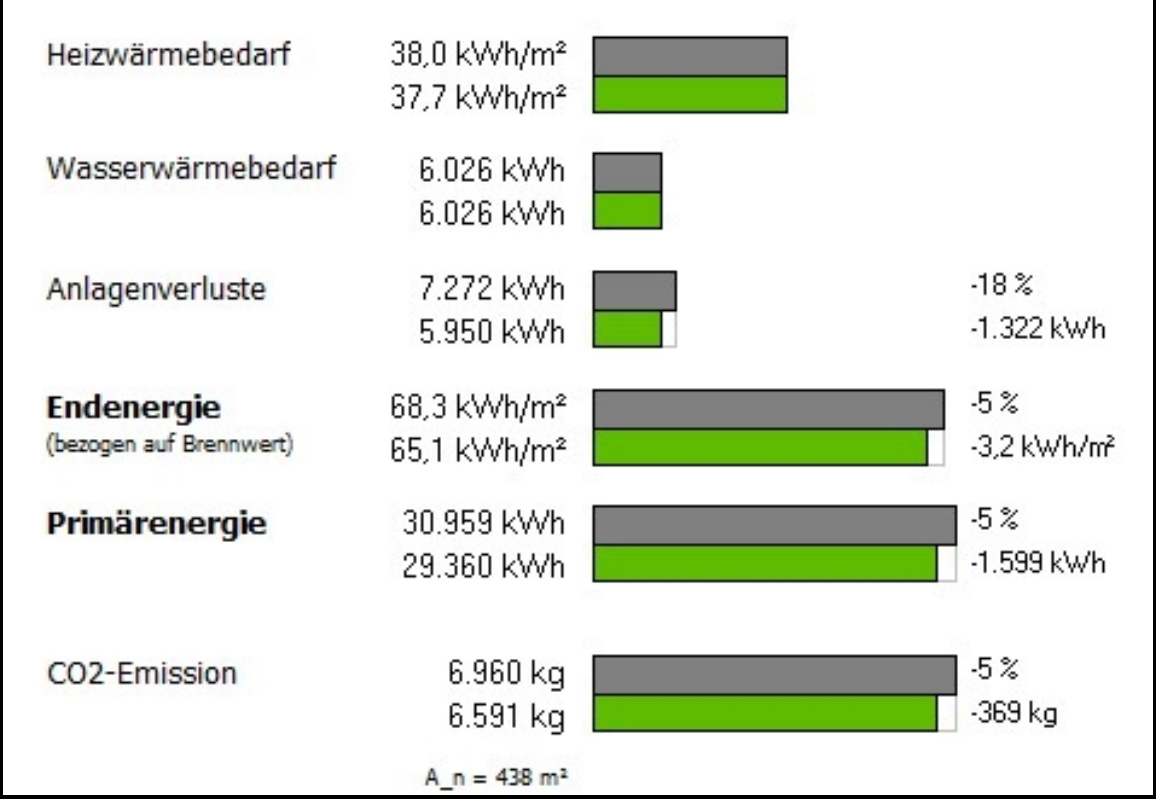
- Eingabe Wärmeerzeuger über Pauschalwerte
- Detaillierte Eingabe mit Herstellerangaben

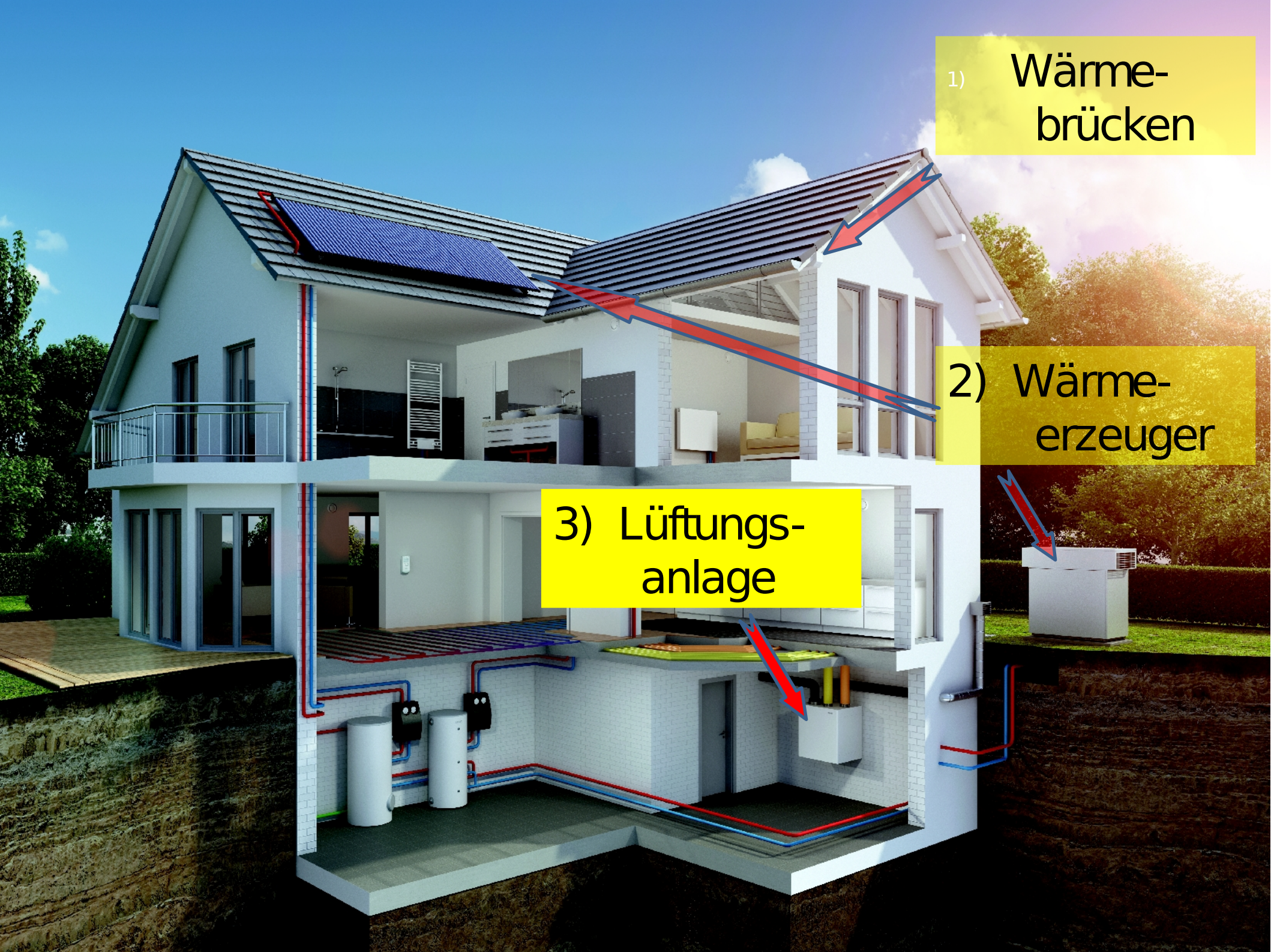
PRAXISTIPPS

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

B E I S P I E L

Detaillierte Angabe: Brennwertk. Brötje EcoTherm Plus WGB 38 E




1) Wärme-
brücken
2) Wärme-
erzeuger
3) Lüftungs-
anlage

PRAXISTIPPS

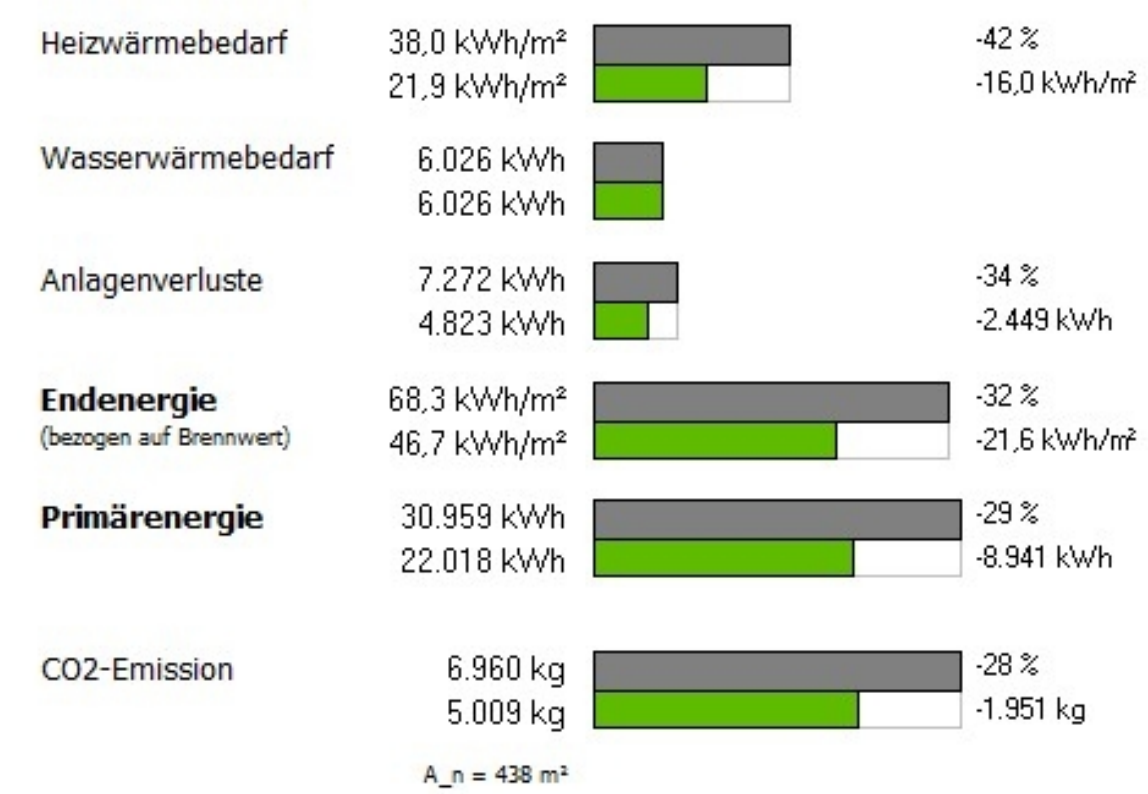
KONTROLLIERTE WOHNRAUMLÜFTUNG (KWL)

- Eingabe Lüftungsanlage über Pauschalwerte
- Detaillierte Eingabe mit Herstellerangaben

PRAXISTIPPS

B E I S P I E L

Standardwert Lüftungsanlage: WRG, Ventilatoren

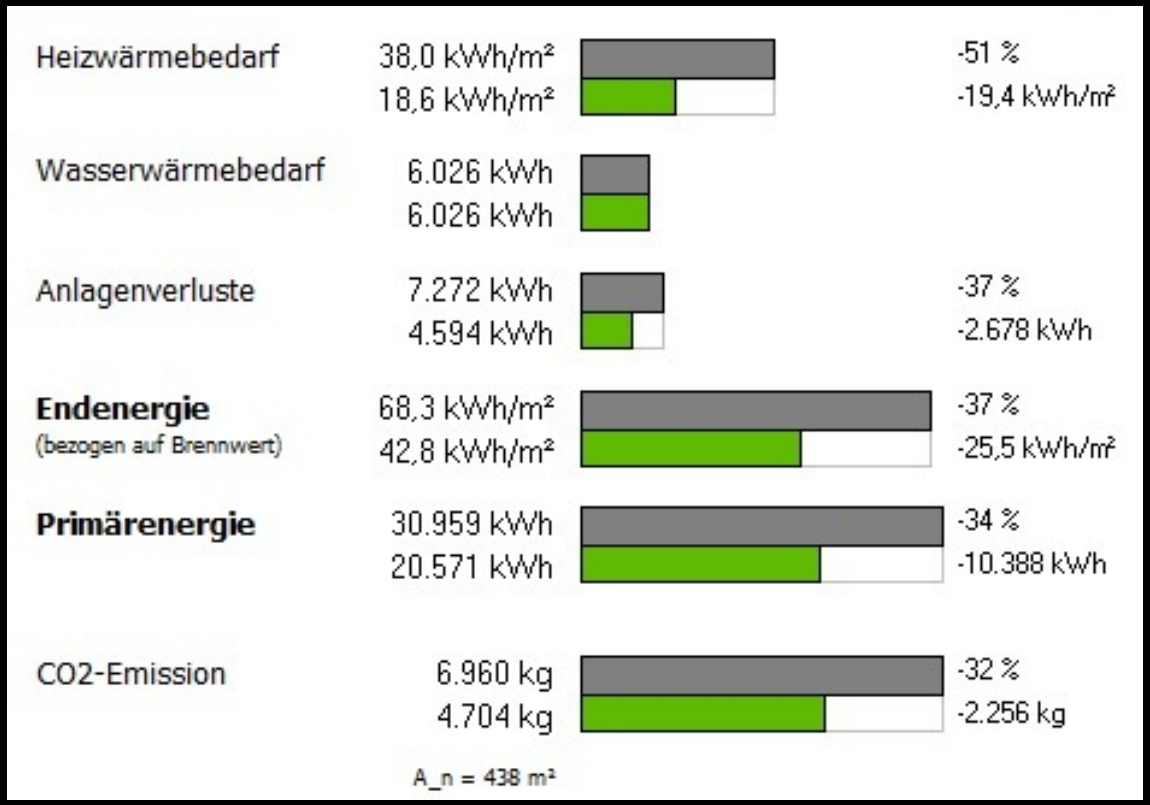


PRAXISTIPPS

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

B E I S P I E L

Detaillierte Angabe: Lüftungsanlage Brötje Modell



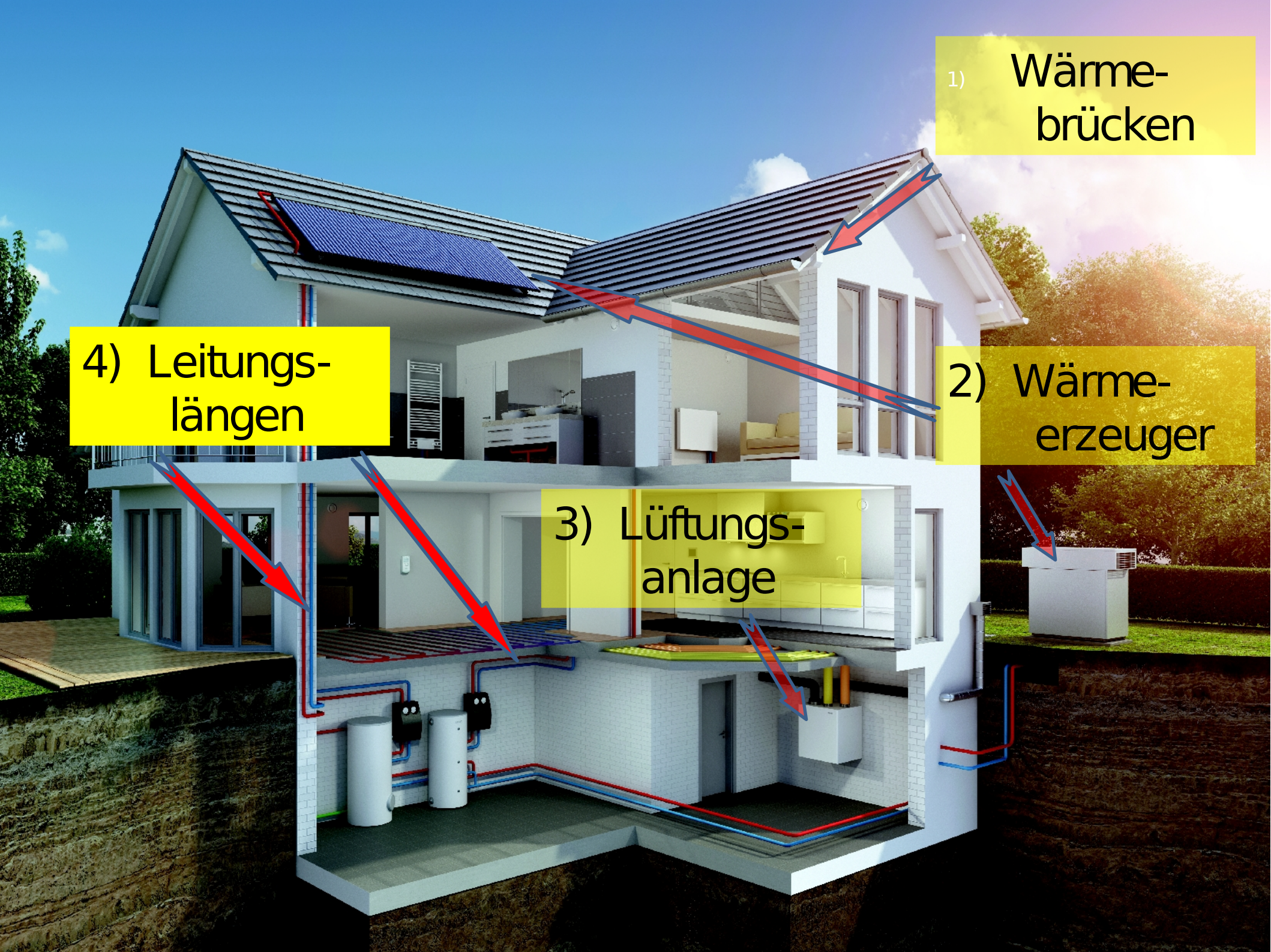
- 9 %

- 4 %

- 5 %

- 5 %

- 4 %


1) Wärme-brücken
2) Wärme-erzeuger
3) Lüftungs-anlage
4) Leitungs-längen

PRAXISTIPPS

B E I S P I E L

Leitungslängen gem. DIN V 18599-5 aus Gebäudegeometrie

PRAXISTIPPS

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

B E I S P I E L

Leitungslängen detailliert

Heizungs-Rohrnetz

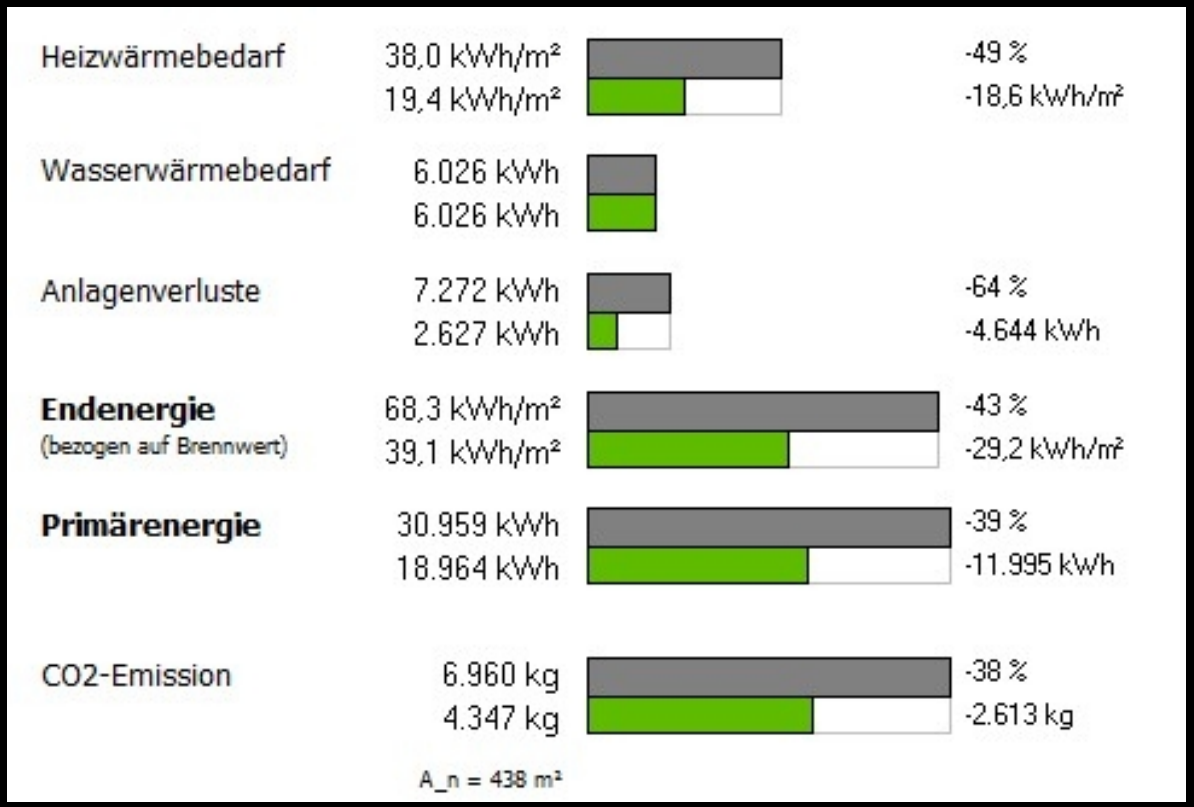
Verteilung	Temp	Typ	Leitung		Lage	U [W/mK]	Länge [m] aus
Verteilung 1	55/45°C	V	Leitung 1		in keiner Zone - im Unbel	0,255	10,0
Verteilung 1	55/45°C	S	Leitung 2		Wohnen	0,255	9,0
Verteilung 1	55/45°C	A	Wohnung 1		Wohnen	0,255	10,0
Verteilung 1	55/45°C	A	Wohnung 2		Wohnen	0,255	10,0
Verteilung 1	55/45°C	A	Wohnung 3		Wohnen	0,255	13,0
Verteilung 1	55/45°C	A	Wohnung 4		Wohnen	0,255	13,0
Verteilung 1	55/45°C	A	Wohnung 5		Wohnen	0,255	16,0
Verteilung 1	55/45°C	A	Wohnung 6		Wohnen	0,255	16,0

anhängen kopieren

PRAXISTIPPS

B E I S P I E L

Detaillierte Angabe: Leitungslängen

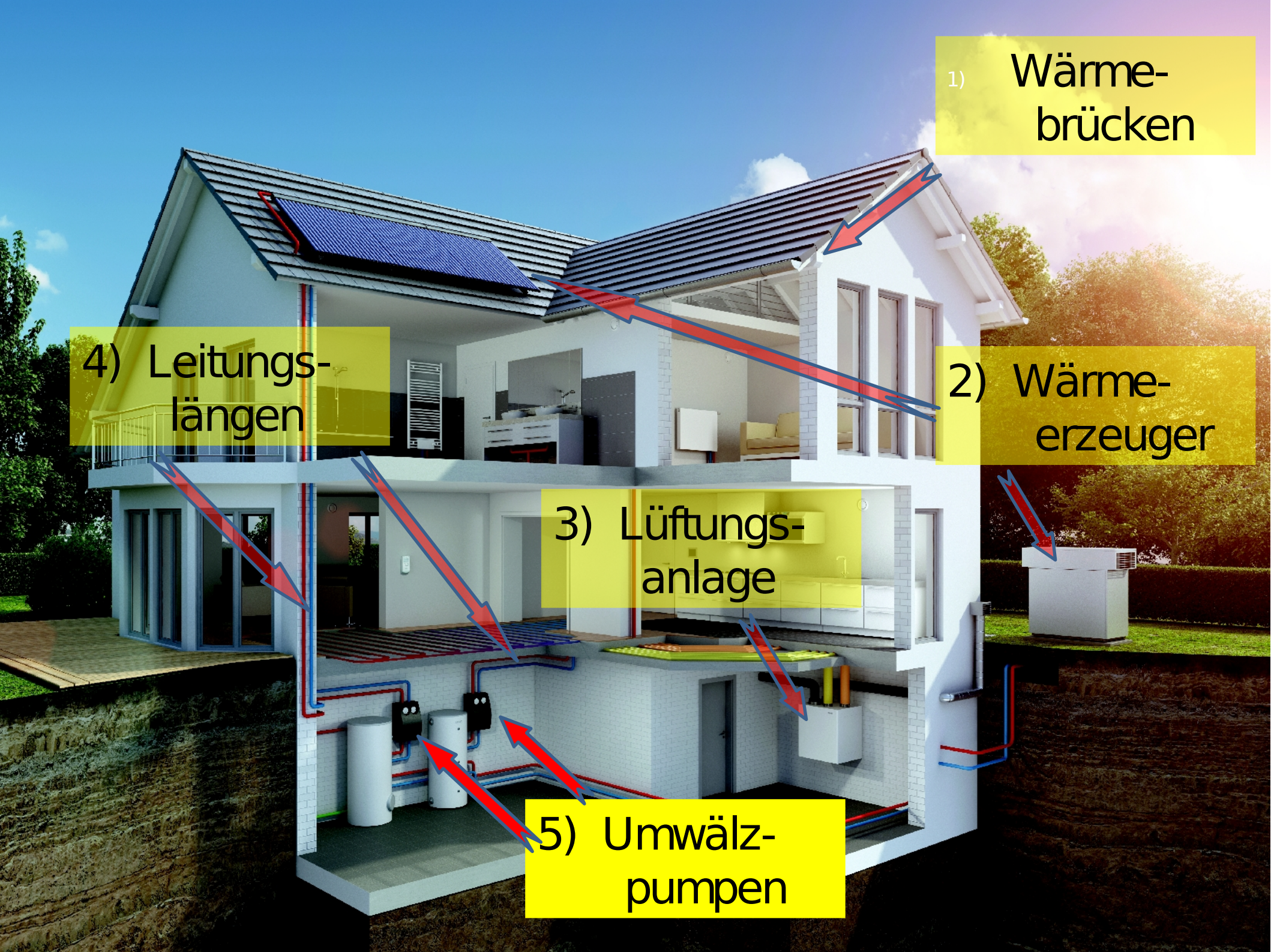


- 27 %

- 6 %

- 2 %

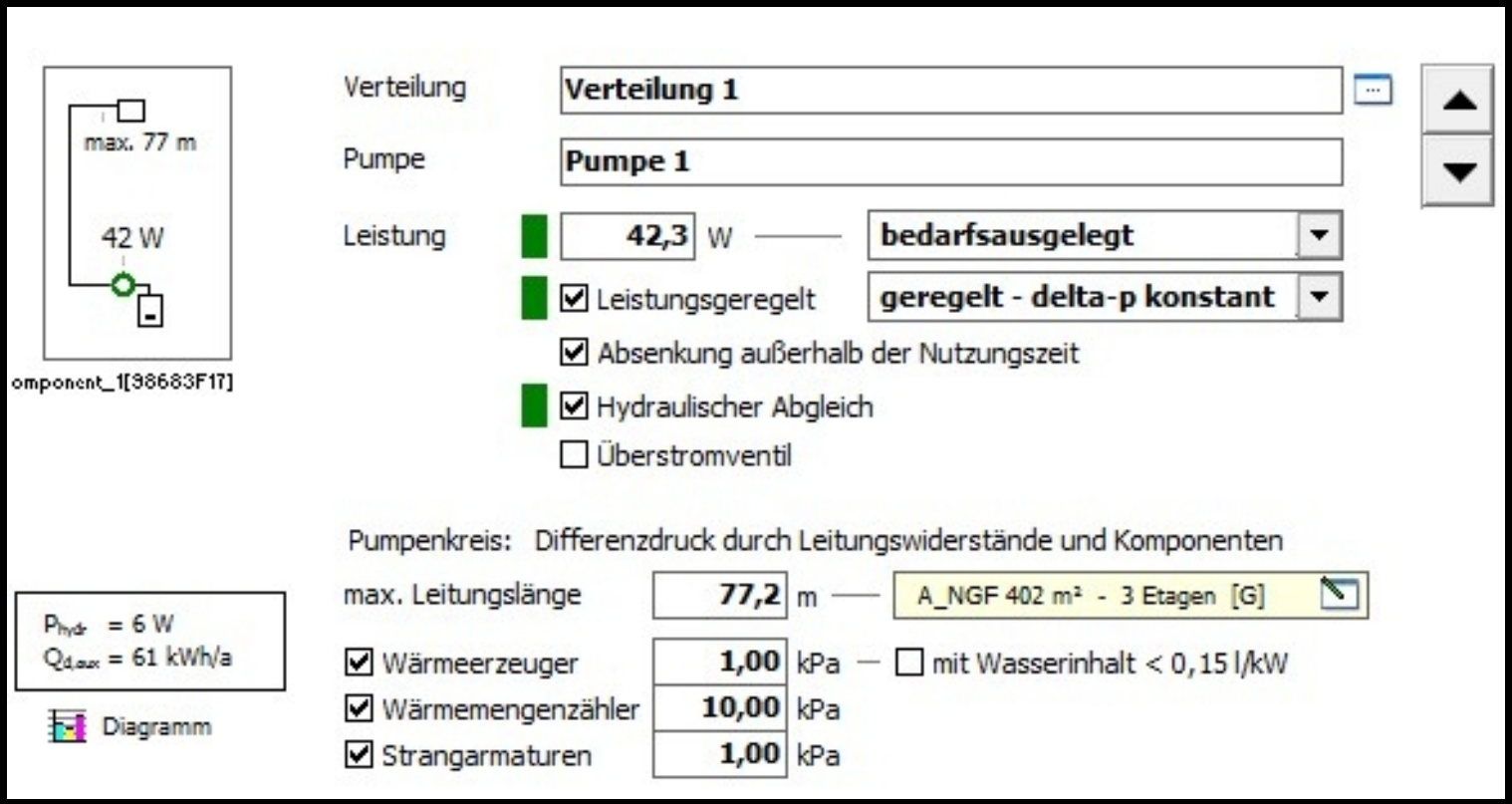
- 6 %


1) Wärme-brücken
2) Wärme-erzeuger
3) Lüftungs-anlage
4) Leitungs-längen
5) Umwälz-pumpen

PRAXISTIPPS

B E I S P I E L

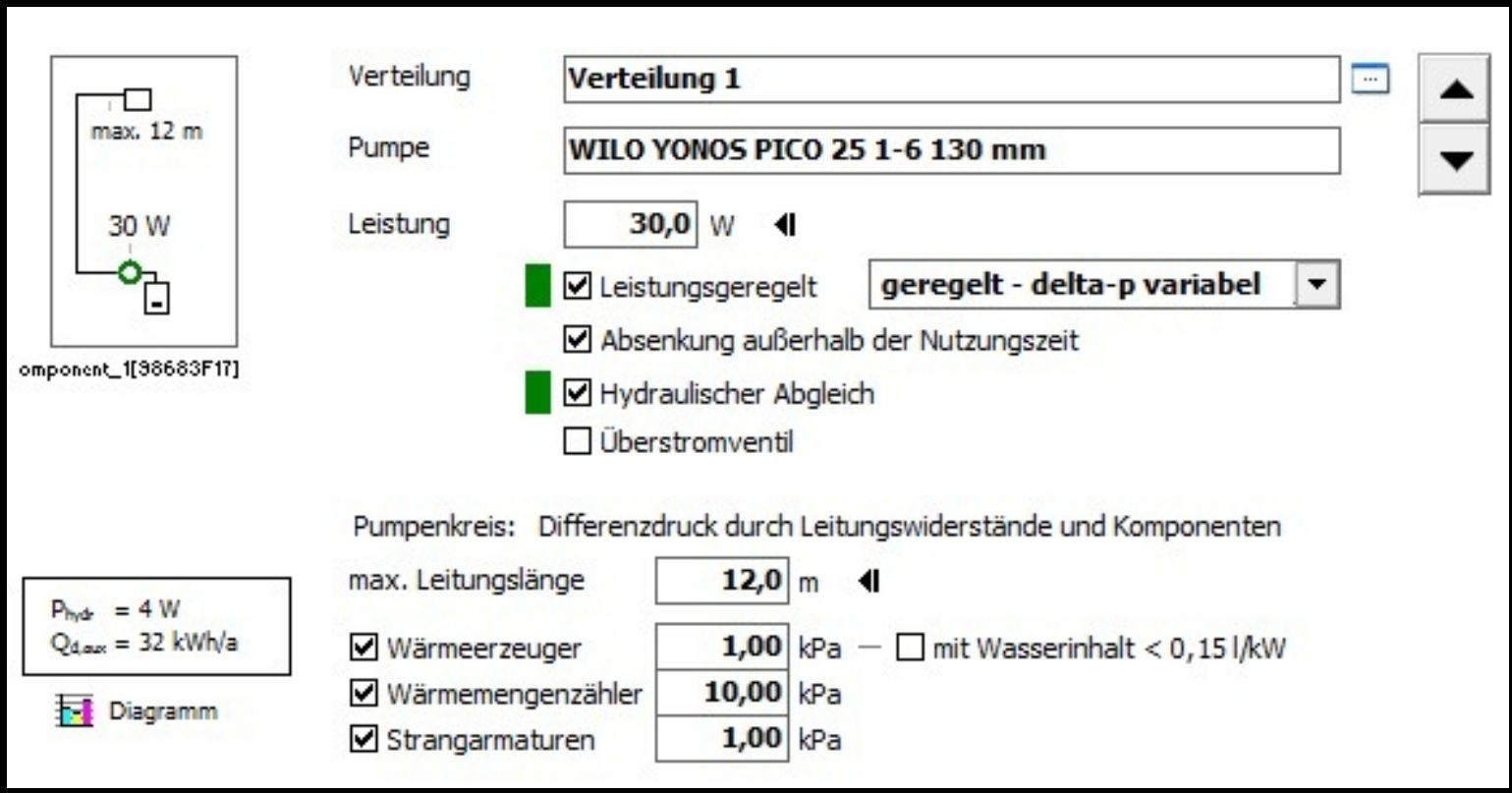
Standardangabe Heizungspumpe



PRAXISTIPPS

B E I S P I E L

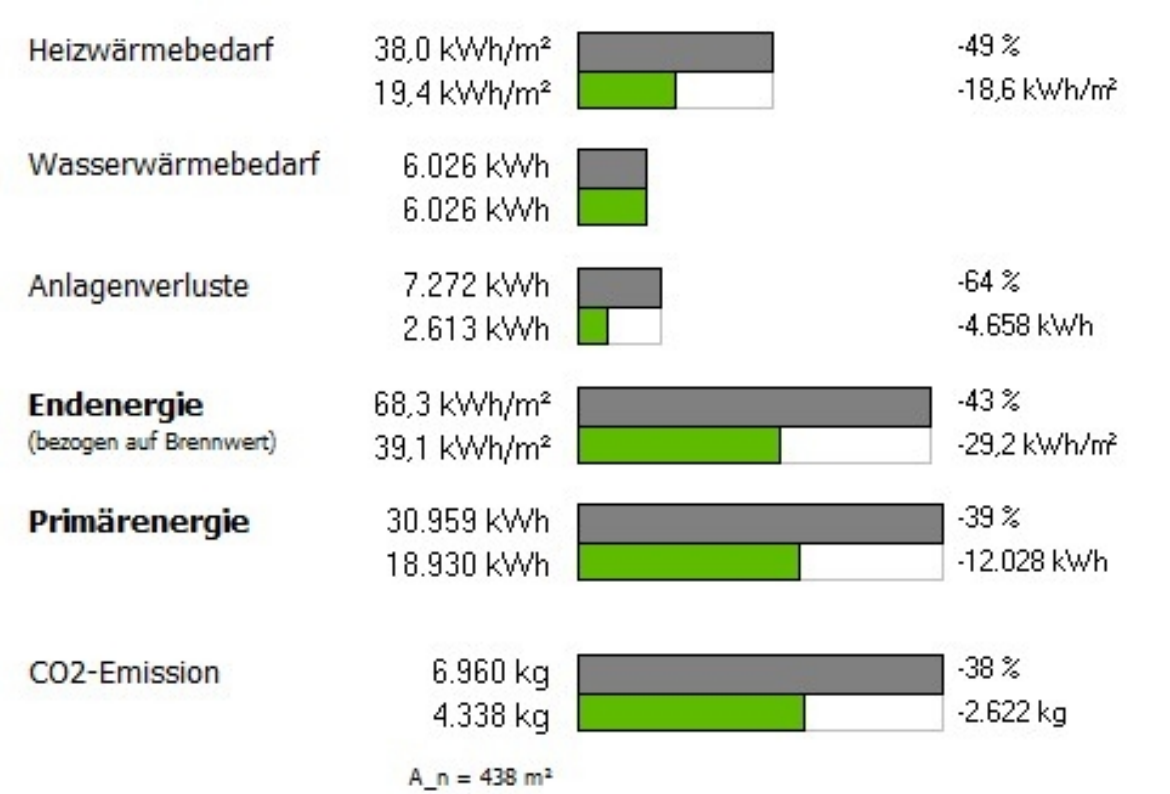
Detaillierte Angabe: Hocheffizienzpumpe



PRAXISTIPPS

B E I S P I E L

Detaillierte Angabe: Hocheffizienzpumpe



PRAXISTIPPS

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

B E I S P I E L

Vorteil der detaillierten Eingabe

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	70,64	100,80	72,00	61,20	50,40	36,00	-2%
Transmissionswärmeverlust H'_T [W/(m²K)]	0,373	0,630	0,450	0,383	0,315	0,225	-17%

Berechnung nach DIN V 18599 / EnEV 2014

vorher

	Ist-Wert	mod. Altbau	EnEV-Neubau	- 15 %	- 30 %	- 50 %	Neubau %
Jahres-Primärenergiebedarf q_p [kWh/(m²a)]	43,20	100,80	72,00	61,20	50,40	36,00	-40%
Transmissionswärmeverlust H'_T [W/(m²K)]	0,366	0,630	0,450	0,383	0,315	0,225	-19%

Berechnung nach DIN V 18599 / EnEV 2014

nachher

PRAXISTIPPS

buildinggreen PLANUNGSBÜRO

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

BEI RÜCKFRAGEN UND / ODER WEITEREM GESPRÄCHSBEDARF

SETZEN SIE SICH GERNE MIT MIR IN VERBINDUNG!

PRAXISTIPPS

Büro Wolbeck

Lackmannweg 12

48 167 Münster

0 25 06 / 53 09 005

Büro Münster

Kesslerweg 20

48 155 Münster

0 251 / 67 44 87 30

www.buildinggreen.de

vortraege@buildinggreen.de