

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

ENERGIE: BASISPRINCIPES

LENTE 2022

Waar te beginnen?

Definities en ordes van grootte



- ▶ Onderscheid maken tussen behoefte, vermogen en verbruik
- ▶ Overlopen van de verschillende componenten die een rol spelen in de globale energiebalans van een gebouw
- ▶ Uitleggen hoe het rendement van een warmteopwekker wordt uitgedrukt
- ▶ Inzicht geven in de equivalenties tussen de verschillende energievectoren



ENERGIEBEHOEFTE

- ▶ **Voor verwarming**
- ▶ Voor sanitair warm water
- ▶ Voor koeling
- ▶ Een ambitieniveau bepalen
- ▶ Behoeft vs. vermogen

EINDENERGIEVERBRUIK

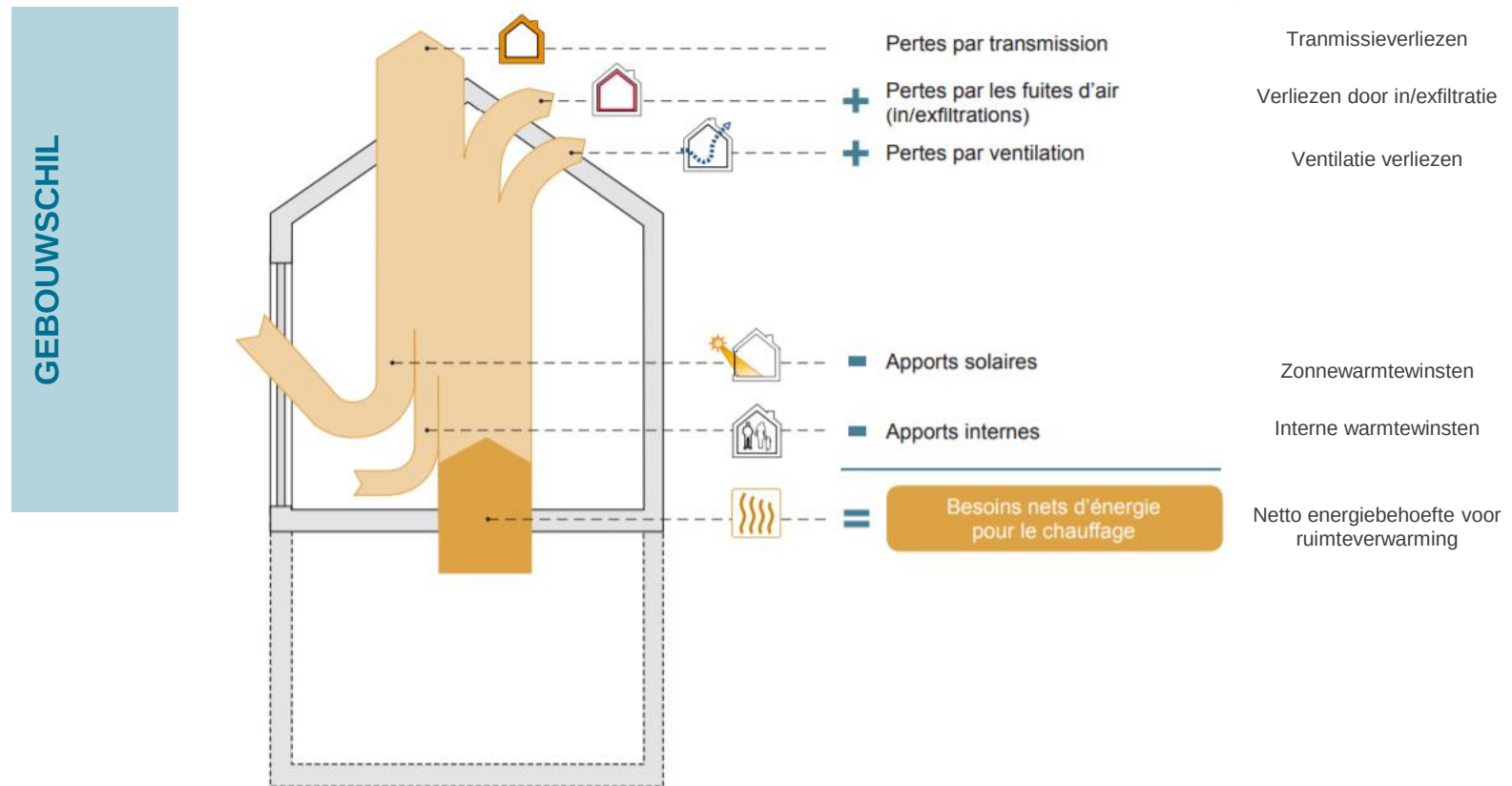
- ▶ Definitie
- ▶ Rendementsbegrippen
- ▶ Van behoefte naar verbruik

PRIMAIRE-ENERGIEVERBRUIK



Definitie

- De energie die moet worden aangevoerd om de verliezen in het beschermde volume te compenseren, na aftrek van de toevoer door zoninstraling en interne warmtetoevoer. Deze behoeften worden gecompenseerd door het verwarmingssysteem

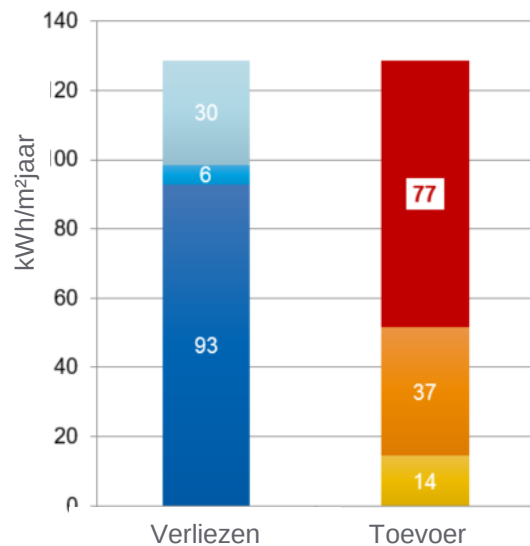


Bron: ULg-CIFFUL



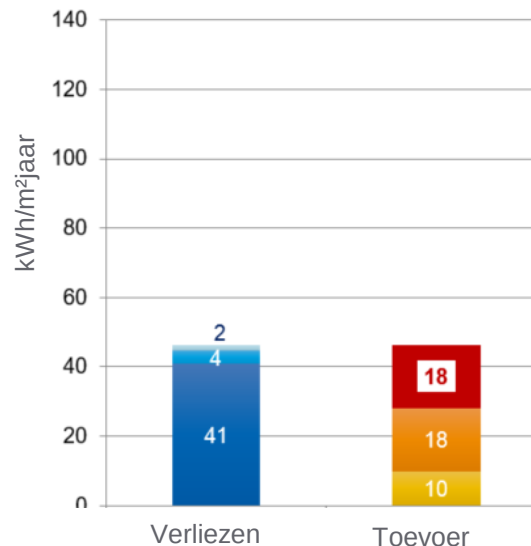
Terug naar het rode-draadvoorbeeld → Vermindering van de verwarmingsbehoefte door:

- Isolatie van de wanden → vermindering transmissieverliezen
- Zorg voor luchtdichtheid → vermindering verliezen door ex/infiltratie
- Dubbelstroom GMV met warmteterugwinning → vermindering ventilatieverliezen



Balans gebouw "RODE DRAAD"
Niet-geoptimaliseerde base case

$U_{\text{gem, opake scheidingsconstructies}} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $U_{\text{gem, vensters/deuren}} = 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Type ventilatie: D
 Dichtheid (v_{50}) = $12 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$



Balans gebouw "RODE DRAAD"
Geïsoleerde gebouwschil + dichtheid V2

$U_{\text{gem, opake scheidingsconstructies}} = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $U_{\text{gem, vensters/deuren}} = 1 \text{ W/m}^2\text{K}$
 Type ventilatie: systeem D
 Dichtheid $v_{50} = 0,75 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$
 $n_{50} = 0,6 \text{ vol/h}$

- Energiebehoefte voor verwarming
- Toevoer door zoninstraling
- Interne toevoer
- Verliezen door infiltratie
- Verliezen door ventilatie
- Verliezen door transmissie

Bron: écorce

ENERGIEBEHOEFTE

- ▶ Voor verwarming
- ▶ **Voor sanitair warm water**
- ▶ Voor koeling
- ▶ Een doestelling bepalen
- ▶ Behoeft vs. vermogen

EINDENERGIEVERBRUIK

- ▶ Definitie
- ▶ Verbruik vs. behoefte

PRIMAIRE-ENERGIEVERBRUIK



De energiebehoeften voor sanitair warm water hangen af van:

- ▶ Het aantal gebruikers
- ▶ De bestemming van het gebouw
 - Aantal en soorten aftappunten
 - Gebruiksfrequentie van de sanitaire voorzieningen

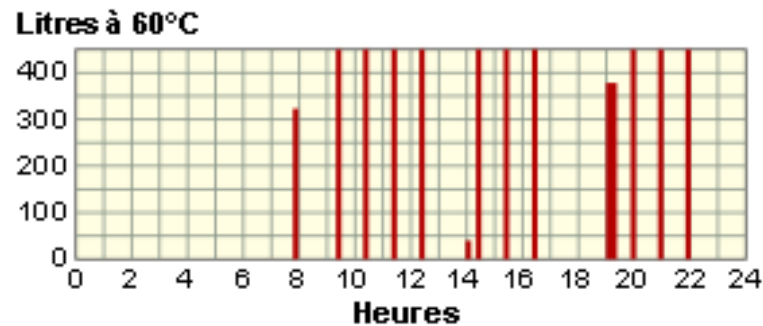
Etablissement	Caractéristiques	Besoins en litres à 60°C	
Villa familiale	standard simple	par personne et par jour	35
Appartement	standard moyen	par personne et par jour	40
Bureaux	en absence de besoins particuliers (douche, restaurant, ...)	par personne et par jour	2 à 6
École	– chambre d'internat	par lit et par jour	30 à 40
	– repas, hors lave-v.	par repas	3 à 5
	– repas, avec lave-v.	par repas	9 à 10

Source / Bron : Energie +, sur base d'une campagne de mesures menée par l'EDF en 1985 + campagne de mesure suisse



De energiebehoeften voor sanitair warm water hangen af van:

- ▶ Het aantal gebruikers
- ▶ De bestemming van het gebouw
 - Aantal en soorten aftappunten
 - Gebruiksfrequentie van de sanitaire voorzieningen
- ▶ De gelijktijdigheid (of niet) van de waterafname



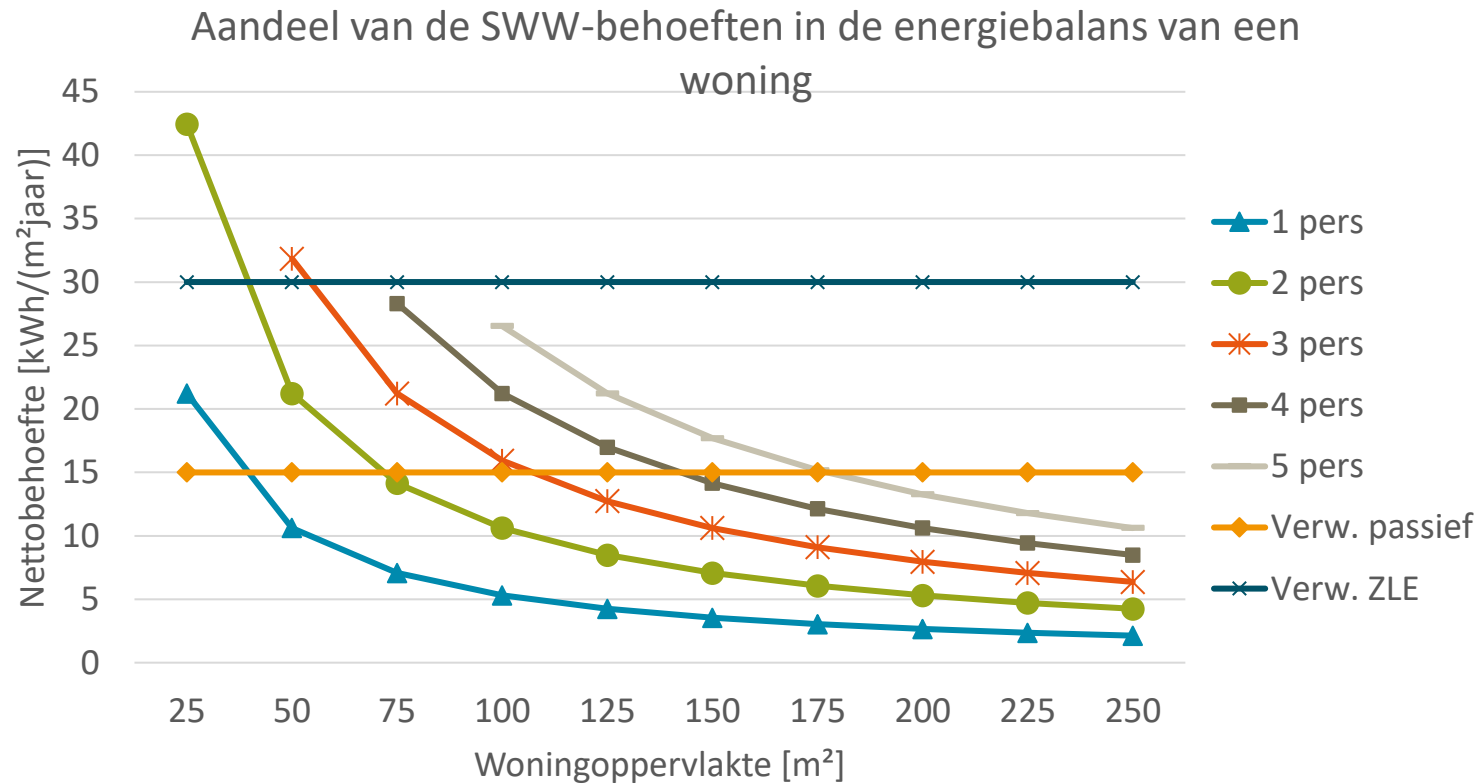
Tapprofiel - school

Bron: Energie +





Hoe kleiner de woningoppervlakte en de verwarmingsbehoeften, hoe zwaarder het SWW doorweegt in de balans



ENERGIEBEHOEFTE

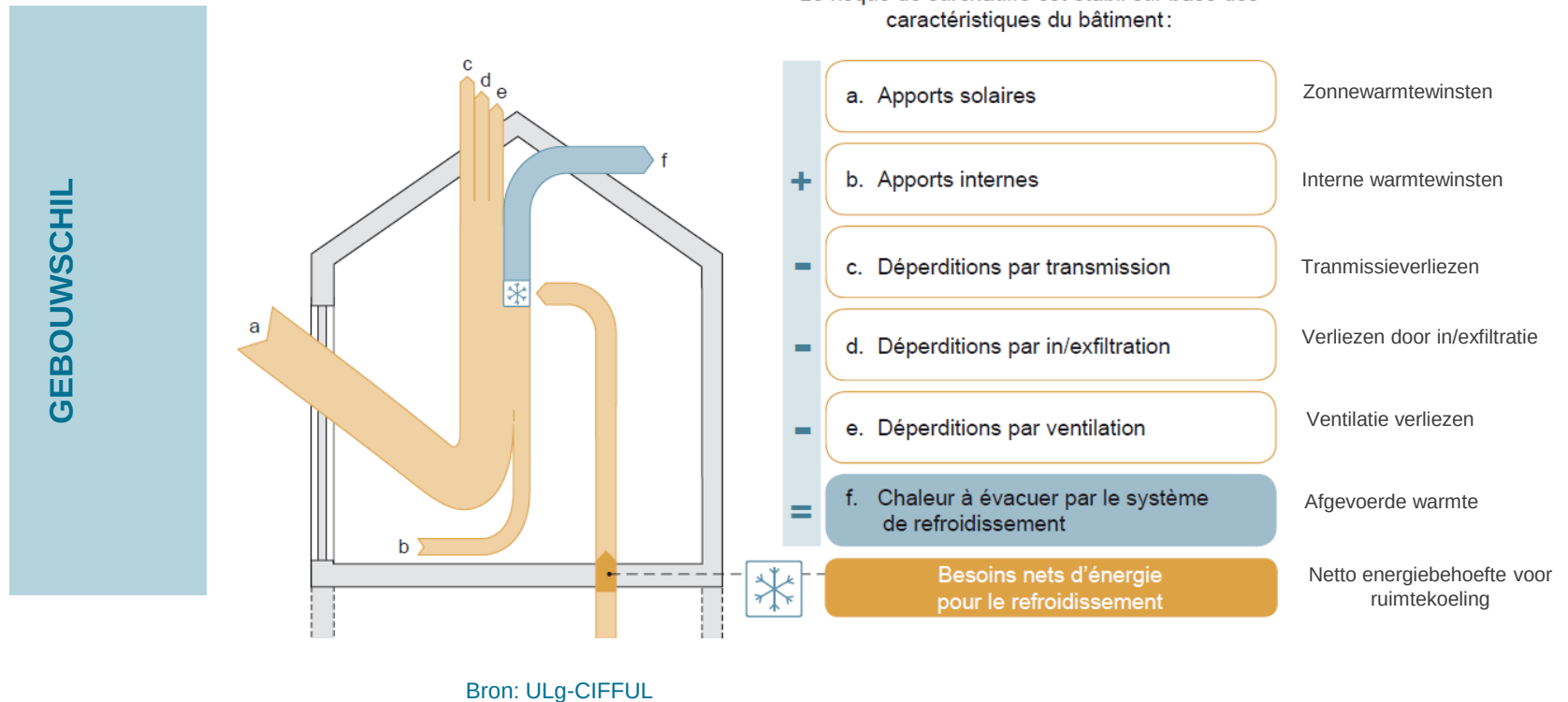
- ▶ Voor verwarming
- ▶ Voor sanitair warm water
- ▶ **Voor koeling**
- ▶ Een ambitieniveau bepalen
- ▶ Behoeft vs. vermogen

EINDENERGIEVERBRUIK

- ▶ Definitie
- ▶ Verbruik vs. behoefte

PRIMAIRE-ENERGIEVERBRUIK





Terug naar het rode-draadvoorbeeld → Vermindering van de koelingsbehoefte door:

- ▶ *Isolatie van de wanden → vermindering transmissieverliezen*
- ▶ *Zorg voor luchtdichtheid → vermindering verliezen door ex/infiltratie*
- ▶ *Dubbelstroom GMV met warmteterugwinning → vermindering ventilatieverliezen*



ENERGIEBEHOEFTE

- ▶ Voor verwarming
- ▶ Voor sanitair warm water
- ▶ Voor koeling
- ▶ **Een ambitieniveau bepalen**
- ▶ Behoeft vs. vermogen

EINDENERGIEVERBRUIK

- ▶ Definitie
- ▶ Verbruik vs. behoefte

PRIMAIRE-ENERGIEVERBRUIK



Lage-energiegebouw

Criteria	Eenheid	Type gebouw	
		Woning	Tertiair
Netto-energiebehoefte voor verwarming	kWh/m ² .jaar	60	45
Netto-energiebehoefte voor koeling	kWh/m ² .jaar	-	-
Luchtdichtheidtest (n50)	[vol/h]	-	-
Waarschijnlijkheid van oververhittingsrisico (> 25 °C)	%	-	-
Criterium 'primaire energie' (PE)	kWh/m ² .jaar	150	-

Bron: Fragment uit VADEMECUM 2013



Zeer-lage-energiegebouw

Criteria	Eenheid	Type gebouw	
		Woning	Tertiair
Netto-energiebehoefte voor verwarming	kWh/m ² .jaar	30	30
Netto-energiebehoefte voor koeling	kWh/m ² .jaar	-	-
Luchtdichtheidtest (n50)	[vol/h]	-	-
Waarschijnlijkheid van oververhittingsrisico (> 25 °C)	%	-	-
Criterium 'primaire energie' (PE)	kWh/m ² .jaar	95	-

Bron: Fragment uit VADEMECUM 2013



Passiefgebouw (certificering PMP)

LABELS	BNE [kWh/ m ² .an]	Étanchéité [vol/h]	Surchauffe [%]	Consommation d'EPR ¹ [kWh/m ² _{SRE} .an]	Production d'EPR ² [kWh/m ² _{sol} .an]
				≤ 60	-
	≤ 15	≤ 0,6	≤ 5	≤ 45	≥ 60
				≤ 30	≥ 120
	≤ 25	≤ 1	≤ 5	≤ 80	-

1. Énergie domestique incluse

2. Le critère de la consommation d'EPR par m² se réfère à la surface de référence énergétique du projet concerné, tandis que le critère de production d'EPR par m² s'exprime par rapport à son emprise au sol.

Pour plus de détails sur les méthodes d'évaluation de ces critères: rendez-vous sur www.maisonpassive.be

Bron: PMP

- ▶ Tertiair: Minimum label « Passif Plus » + Netto-energiebehoefte voor koeling
- ▶ ≤ 15 kWh/m².jaar



ENERGIEBEHOEFTE

- ▶ Voor verwarming
- ▶ Voor sanitair warm water
- ▶ Voor koeling
- ▶ Een ambitieniveau bepalen
- ▶ **Behoeft vs. vermogen**

EINDENERGIEVERBRUIK

- ▶ Definities
- ▶ Van behoefte naar verbruik

PRIMAIRE-ENERGIEVERBRUIK



Definities

- Geleverde energie om aan de behoeften te voldoen [kWh]
= vermogen [kW] x tijd [h]



A diagram illustrating the calculation of energy consumption. It features a light bulb icon labeled '60W' and a clock icon labeled '1h'. These are multiplied together, with a horizontal line underneath the '60W' and a '1 000' below it. The result is '0,06 kWh'.

$$\frac{60 \text{ W} \times 1 \text{ h}}{1\,000} = 0,06 \text{ kWh}$$



A diagram illustrating the calculation of monthly energy consumption. It features a light bulb icon labeled '0,06 kWh', a clock icon labeled '8h par jour', and a calendar icon labeled '30 j par mois'. These are multiplied together. The result is '14,4 kWh par mois'.

$$0,06 \text{ kWh} \times 8 \text{ h par jour} \times 30 \text{ j par mois} = 14,4 \text{ kWh par mois}$$

Source / Bron: HydroQuébec



Vereiste vermogen voor verwarming van een gebouw

- ▮ **NBN**
B 62-003
 - ▶ Bepaald op basis van genormaliseerde berekening van de verliezen:
NBN B62-003 & NBN EN 12831
- ▮ **NBN**
EN-12831
 - ▶ Op de koudste dag
 - ▶ Afhankelijk van verschillende factoren
 - Warmteverliezen van het gebouw: verliezen door transmissie / infiltratie / ventilatie
 - Opwarmvermogen na onderbreking
 - Ligging van het project
→ genormaliseerde klimaatvoorwaarden
 - ▶ Interne toevoer en toevoer door zoninstraling niet in aanmerking genomen



Grootteordes

- ▶ Oud gebouw (niet geïsoleerd, niet luchtdicht...): 100 tot 150 W/m²
- ▶ ZLE-gebouw: 20 tot 40 W/m²
- ▶ Passiefgebouw: 10 tot 30 W/m²



ENERGIEBEHOEFTE

- ▶ Voor verwarming
- ▶ Voor sanitair warm water
- ▶ Voor koeling
- ▶ Een ambitieniveau bepalen
- ▶ Behoeft vs. vermogen

EINDEENERGIEVERBRUIK

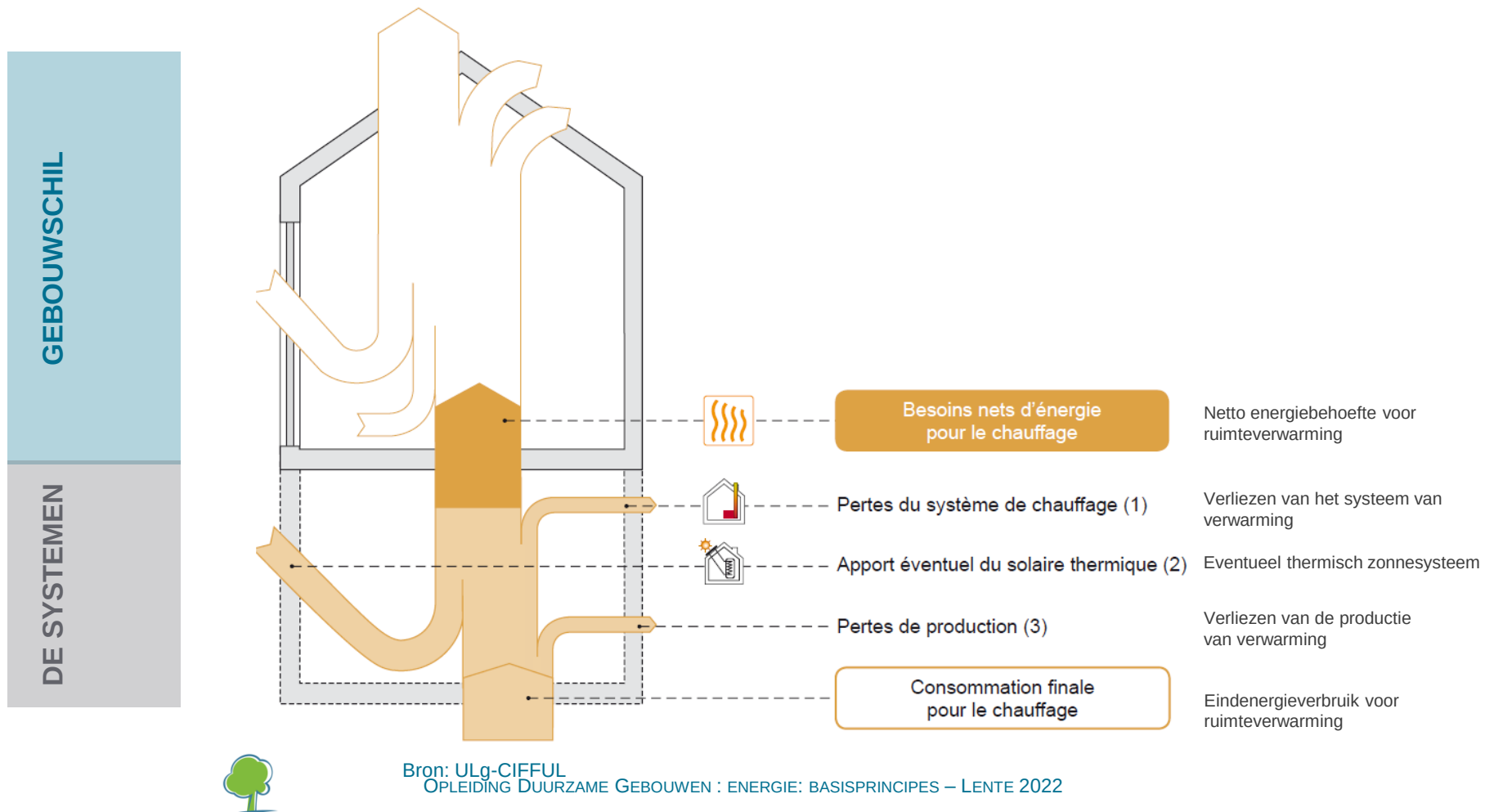
- ▶ **Definities**
- ▶ Van behoefte naar verbruik

PRIMAIRE-ENERGIEVERBRUIK



Verbruik

- De hoeveelheid energie die de verwarmingsinstallatie nodig heeft om de netto-energiebehoefte van de energiesector te dekken



Verbruik [kWh]

- ▶ $= (\text{Vermogen [kW]} \times \text{tijd [h]}) / \text{rendement}$

Rendement [%]

- ▶ Verhouding van de energie of andere grootte die door een machine wordt geleverd tot de energie of overeenkomstige grootte die door die machine wordt verbruikt.

Voorbeeld:
systeem met rendement van 80 %

Als input
geleverde energie
10.000 kWh
(1000 l)



Output warmte
8000 kWh
(800l)

Verliezen
2000 kWh
(200l)



ENERGIEBEHOEFTE

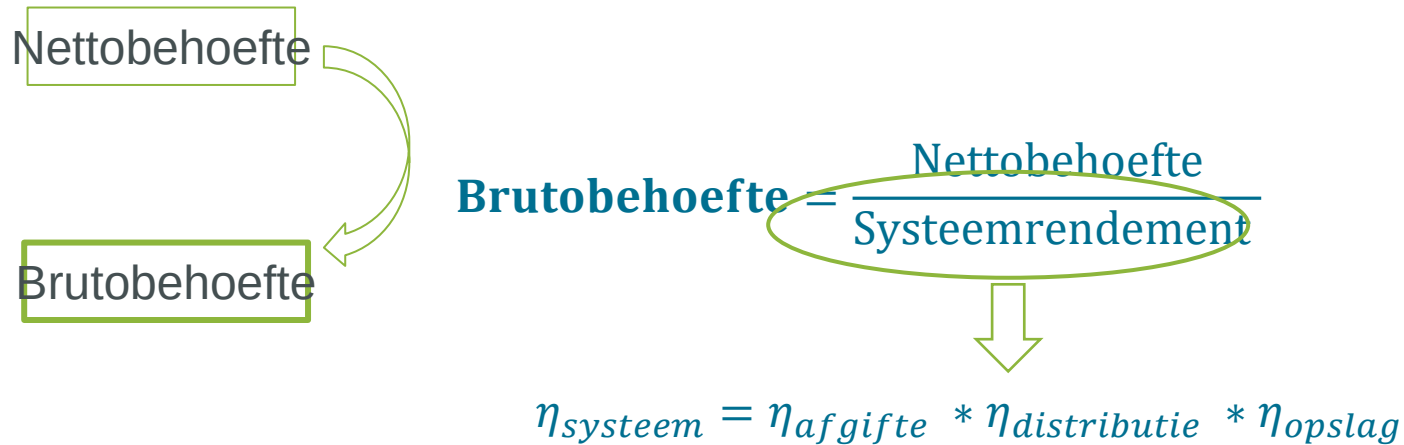
- ▶ Voor verwarming
- ▶ Voor sanitair warm water
- ▶ Voor koeling
- ▶ Een ambitieniveau bepalen
- ▶ Behoeft vs. vermogen

EINDEENERGIEVERBRUIK

- ▶ Definities
- ▶ **Van behoefte naar verbruik**

PRIMAIRE-ENERGIEVERBRUIK



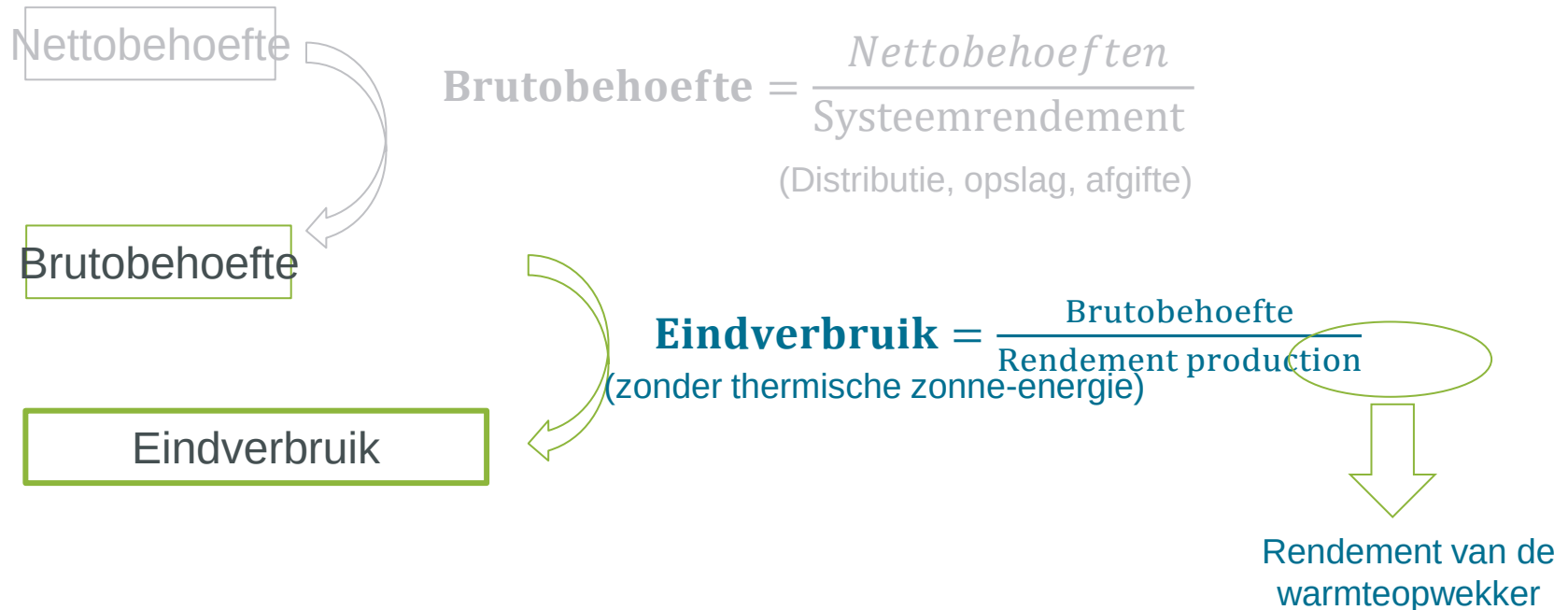


Rendement van het verwarmingssysteem - invloedsfactoren

- ▶ Type regeling
- ▶ Type verwarmingslichamen en hun locatie (voor geïsoleerde muur >< beglazing)
- ▶ Lengte en ligging van de leidingen (BV / AOR / buiten BV)
- ▶ Verwarmingswatertemperatuur
- ▶ Kwaliteit van de leidingisolatie
- ▶ Opslag (aanwezig/afwezig, locatie, kwaliteit van de isolatie, water t°)



VAN BEHOEFTE NAAR VERBRUIK

**Productierendement**

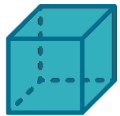
- ▶ Houdt verband met verliezen als gevolg van de omzetting van de brandstof in warmte (verliezen via verbrandingsrook ...)
- ▶ Afhankelijk van type toestel
 - Verwarmingsketel: rendement bij deellast van 30% = realistisch beeld van het totaal jaarlijks rendement
 - Warmtepomp: COP





Equivalenties tussen energievectoren (OVW)

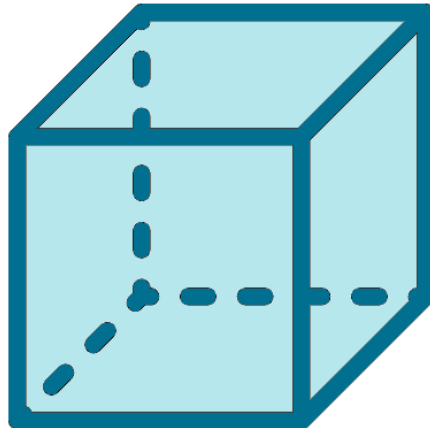
Stookolie



1 l

≈

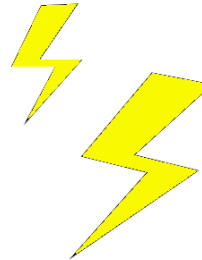
Gas



1 m³

≈

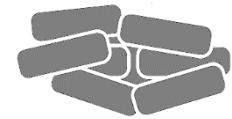
Elektriciteit



10 kWh

≈

Pellets



2 kg



OVW/BVW

- ▶ **Onderste** verbrandingswaarde (OVW of PCI) 
 - Door de verbranding gerecupereerde warmte = hoeveelheid warmte die vrijkomt bij complete verbranding
 - Het water wordt in dampvorm met de rookgassen in de atmosfeer afgevoerd

- ▶ **Bovenste** verbrandingswaarde (BVW of PCS) +  
 - Door verbranding gerecupereerde energie + terugwinning van condensatiewarmte van de waterdamp in de rookgassen (= latente warmte)

⇒ **Principe van een condensatieketel**



Productierendement

- ▶ Verhouding tussen effectief aan het verwarmingswater overgebrachte hoeveelheid warmte en in het productiesysteem geïnjecteerde energie
- ▶ Verbrandingstoestellen: [%]

⇒ **Condensatieketels** $\eta_{ovw} > 100 \%$

Quantité de condensats maxi. selon DIN 251	l/h	2,3	2,5	3,5	4,6
Diamètre intérieur de la conduite allant à la soupape de sécurité	DN	15	15	15	15
Evacuation des condensats (manchon flexi- ble)	Ø mm	20-24	20-24	20-24	20-24
Raccordement d'évacuation des fumées	Ø mm	60	60	60	60
Arrivée d'air	Ø mm	100	100	100	100
Rendement global annuel pour $T_D/T_R = 40/30$ °C	%	jusqu'à 98 ($H_g/109$ (H_i))			
Classe d'efficacité énergétique		A	A	A	A

Technische fiche van een condenserende ketel op gas

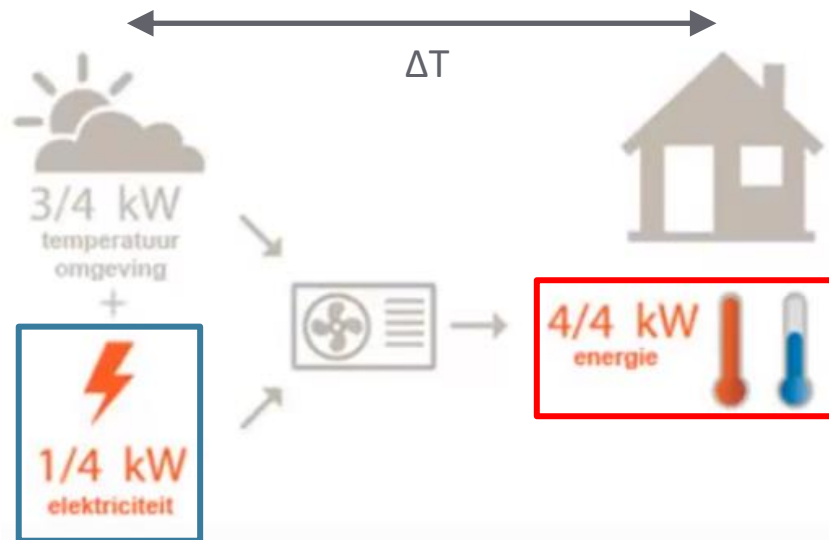
Source / Bron: Viessmann



Productierendement

- Warmtepomp: COP

$$\text{COP} = \frac{\text{Warmte geproduceerd door WP}}{\text{Elektriciteit verbruikt voor de werking van de WP}}$$



Bron: Daikin



- Als $\Delta T \searrow$ COP $\nearrow$





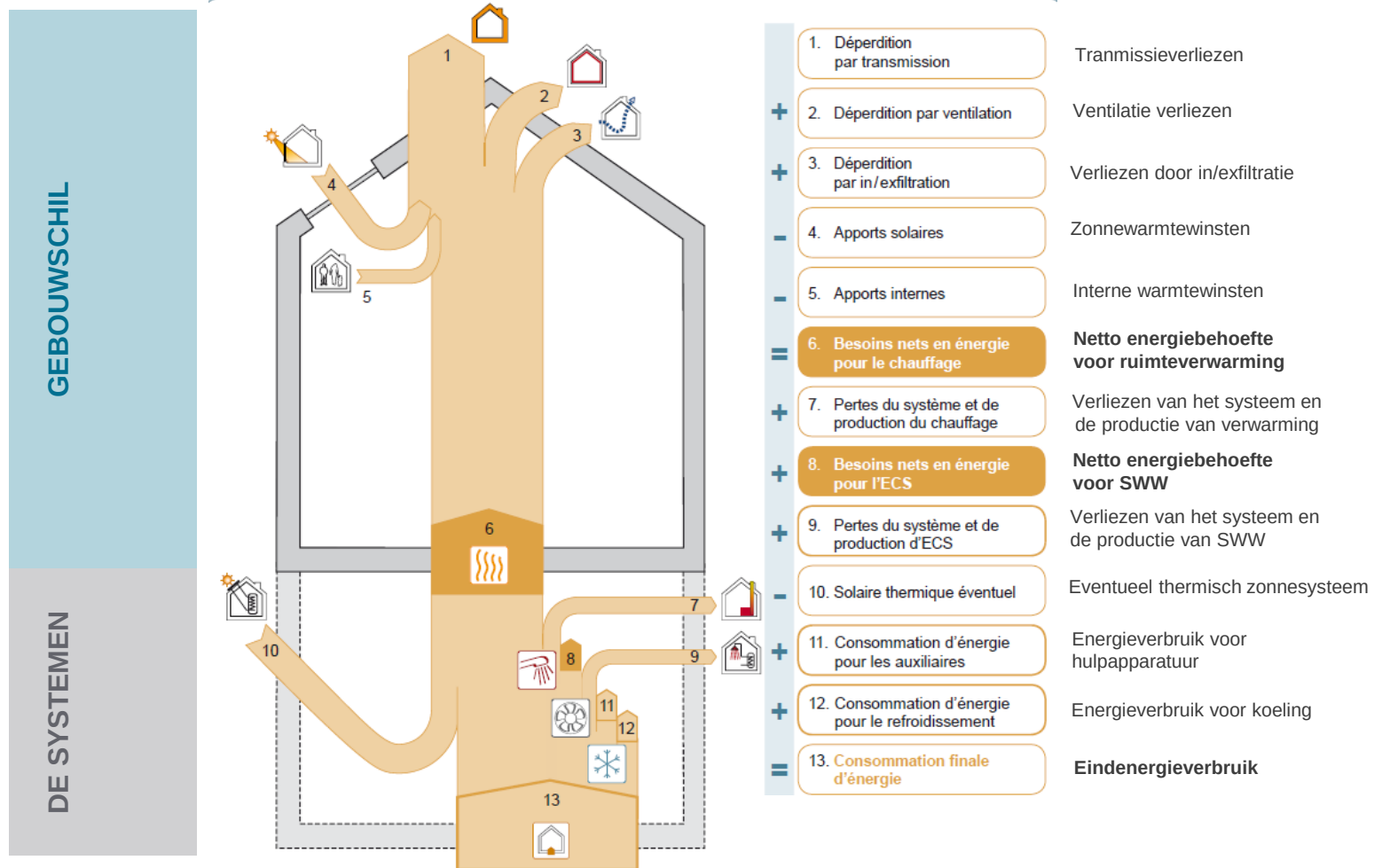
Globaal rendement verwarmingsinstallatie

- Grootteordes (gecentraliseerde productie)

Type van installatie	Rendement in % $\eta_{\text{totaal}} = \eta_{\text{productie}} \times \eta_{\text{distributie}} \times \eta_{\text{afgifte}} \times \eta_{\text{regeling}}$
Overgedimensioneerde oude ketel, lange distributielus	46 .. 58 %
Goed gedimensioneerde oude ketel, korte distributielus	62 .. 69 %
Hoogrendementketel, korte distributielus, aan achterkant geïsoleerde radiatoren, regeling met buitenvoeler, thermostatische kranen, ...	77 .. 85 %



VAN BEHOEFTE NAAR VERBRUIK



Bron: ULg-CIFFUL



ENERGIEBEHOEFTE

- ▶ Voor verwarming
- ▶ Voor sanitair warm water
- ▶ Voor koeling
- ▶ Een ambitieniveau bepalen
- ▶ Behoeft vs. vermogen

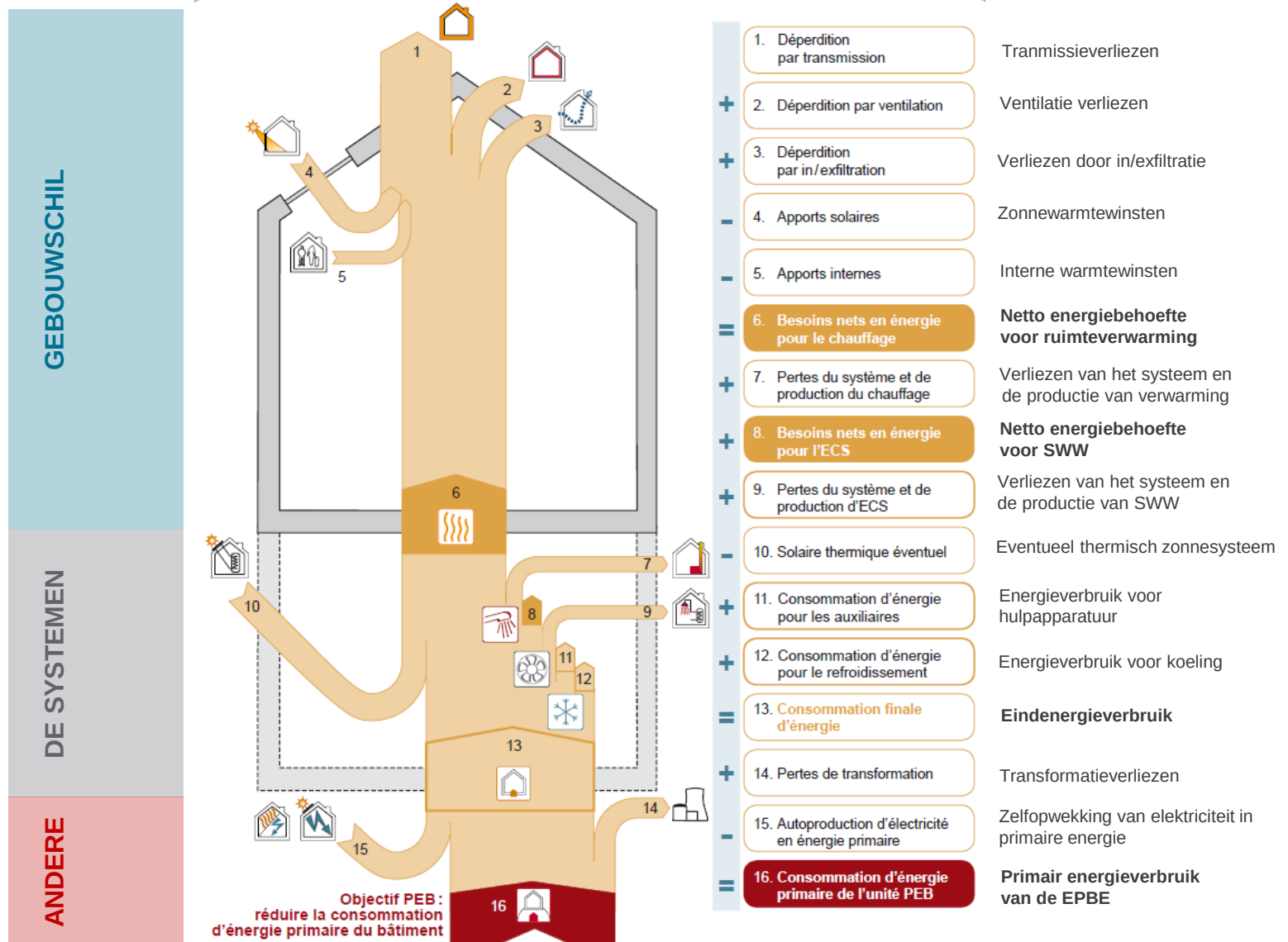
EINDENERGIEVERBRUIK

- ▶ Definities
- ▶ Van behoefte naar verbruik

PRIMAIRE-ENERGIEVERBRUIK



PRIMAIRE-ENERGIEVERBRUIK



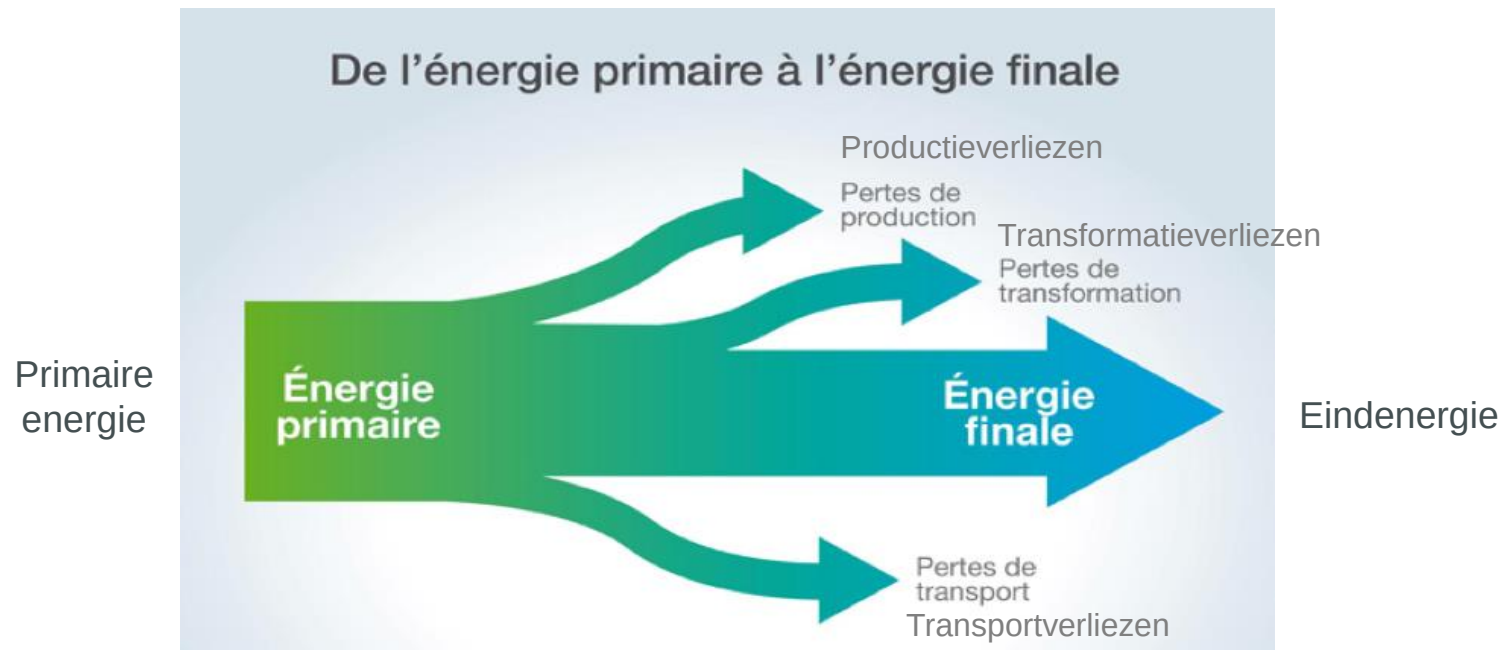
PEB doel: vermindering van het primaire energieverbruik van het gebouw

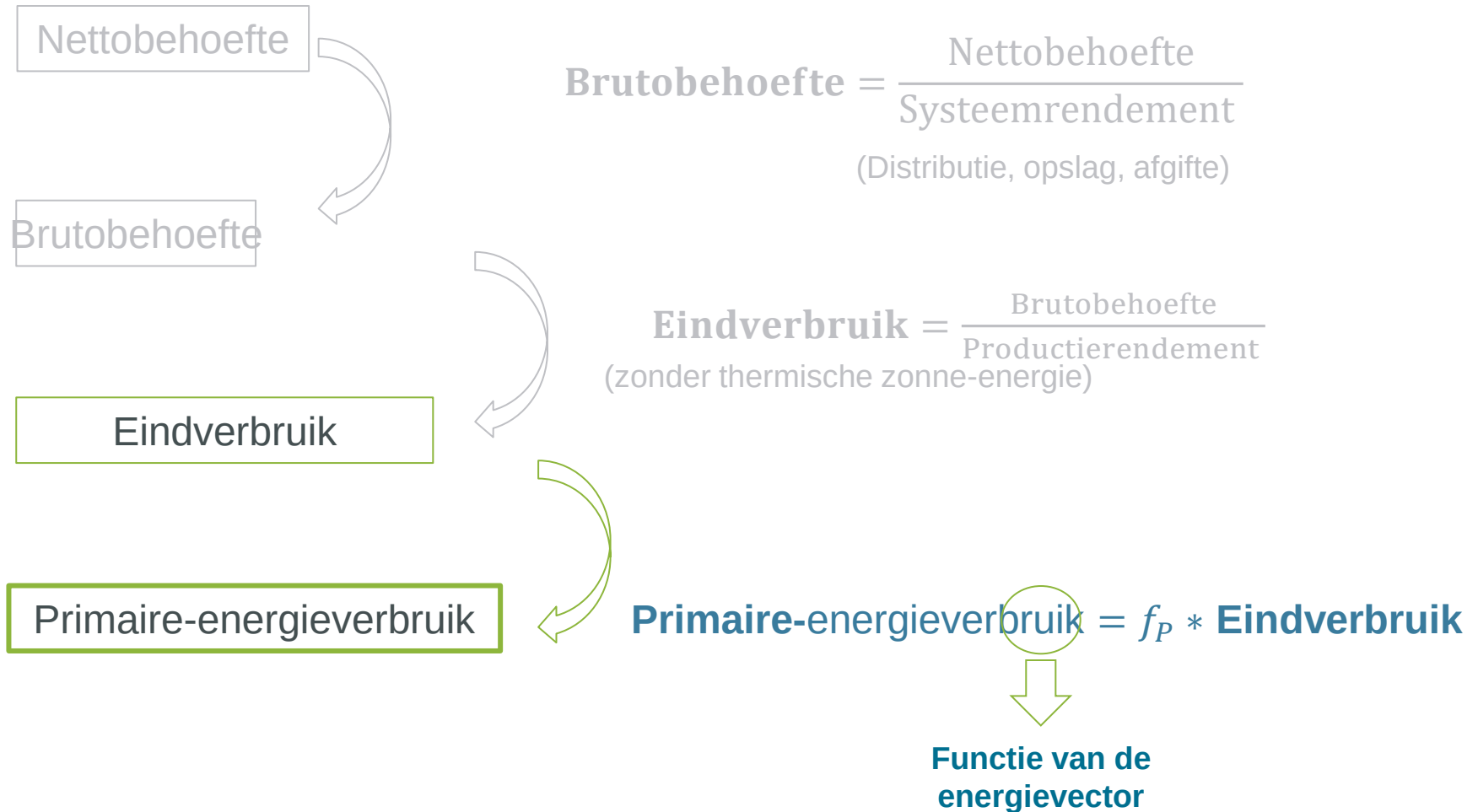
Bron: ULg-CIFFUL



Definitie

- De primaire energie is de energie die rechtstreeks aan de planeet wordt onttrokken (aardolie, gas, uranium ...) en na transformatie een in de gebouwen bruikbare energie oplevert (stookolie, gas, elektriciteit ...)





PE-factor – f_p ($\text{kWh}_{\text{PE}}/\text{kWh}_{\text{finPCS}}$)

- Functie van het type energievector
- Op basis van de bovenste verbrandingswaarde (BVW of PCS)



Energievector	PE-factor
	f_p $[\text{kWh}_{\text{PE}}/\text{kWh}_{\text{finPCS}}]$
Aardgas	1
Stookolie	1
Elektriciteit	2,5
Biomassa	1

Bron: conversiefactoren EPB-regelgeving Brussel

- Factoren verbonden aan het rendement van de productiewijze in de betreffende regio / het betreffende land → De conversiewaarde veranderen verandert alles!





- ▶ Samengevat:
 - Behoeft: energievraag om het comfort te handhaven
 - Eindenergieverbruik: aan de systemen geleverde energie = wat men betaalt
 - Primaire-energieverbruik: rechtstreeks aan de planeet onttrokken energie.
- ▶ Vermogen [kW] $\neq$ Energie [kWh]





Gids duurzame gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

- ▶ [Dossier | Verwarming en sanitair warm water: efficiënte installaties garanderen \(distributie en afgifte\)](#)
- ▶ [Dossier | De optimale productie- en opslagwijze voor verwarming en sanitair warm water kiezen](#)



Websites

- ▶ [Energie+ | Besoin net en énergie](#)
- ▶ [Energie+ | Consommation en énergie primaire](#)



Julie RENAUX

Projectingenieur

écorce nv

 + 32 4 226 91 60 info@ecorce.be

DANK U VOOR UW AANDACHT

