

In het kader van de energie-transitie zijn A I vragen gesteld, zoals: “Kunnen houtkachels dusdanig worden verbeterd waardoor ze meer aan warmte bijdragen en minder uitstoot veroorzaken?” En: ”Als een geringere uitstoot vereist wordt, hoe komen de houtkachels er dan straks uit te zien?” Hierop kwamen antwoorden, met een conclusie én een ontwerp: ‘De schoonst brandende houtkachel’.

De oorzaak van de luchtverontreiniging door houtkachels moet deels worden gezocht in de stookgewoontes van mensen en hun handelingen. Mensen stoken hun houtkachel even vaak uit liefhebberij, als voor de warmte en wordt het vuur té groot gemaakt. Dit wordt mede uitgelokt doordat een conventionele houtkachel niet voor de warmtewinning alleen en/of specifiek voor houtstook bedoeld is. Daarop regelen mensen de zuurstoftoevoer en wordt het vuur afgeknepen. Dit leidt tot:

- een lage stooktemperatuur,
- onvolledige verbranding,
- veel rook- en geuroverlast,
- een hoog houtverbruik.

Hierdoor liggen de werkelijke emissies in de praktijk hoger dan hun typegoedkeuring suggereert.

❖ *Hoe kan de efficiëntie van een conventionele houtkachel worden verhoogd?*

Omdat bij een houtverbranding het hout eerst ontgast en voor de verbranding een hoge vlamtemperatuur cruciaal is, wordt een efficiëntere verbranding ondersteund door warmte-isulerend materiaal. Hout brandt dan ook beter op een gesloten vloer - van steen (chamotte/keramisch) - dan op een stalen vloer of op een rooster. Staal is wel functioneel, maar een inferieur materiaal voor houtstook. Het verschil zit in de thermische eigenschappen, want:

- staal geleidt warmte snel en koelt de verbranding af zodra er lucht langs stroomt,
- verbrandingslucht via een rooster koelt het vuur sterk af en drijft de gassen weg van de echte verbranding,
- stoken op een laag as ‘smoort’ de houtverbranding deels,
- op een stalen rooster houtstoken en op een laag as, is controversieel.

De efficiëntie van een houtkachel wordt bepaald door twee factoren: *hoe volledig het hout verbrandt* en *hoe weinig warmte via de schoorsteen verdwijnt*. Met relatief eenvoudige ingrepen kun je beide verbeteren.

1. Stook heet en kort, niet langzaam en met afgeknepen luchttoevoer.

Stook daarom liever in duidelijke fasen:

- bouw een snel heet vuur op de kaarsmethode,
- laat het houtgas actief branden met zichtbare vlammen,

- breng de luchttoevoer terug wanneer het hout grotendeels is ontgast.

2. Gebruik uitsluitend ‘door en door’ droog hout

Brandhout dat:

- minstens 2 jaar heeft gedroogd,
- 24 uren binnen heeft kunnen nadrogen,
- < 15–18 % vocht bevat.

3. Zorg voor een hoge verbrandingstemperatuur

- Dit houdt de ruit schoon: roetaanslag is een teken van te lage temperatuur.
- “Op halve kracht” laten branden door luchttoevoer af te knijpen, is uit den boze.
- Overweeg meer chamottebekleding; dit verhoogt de vuurhaardtemperatuur.

4. Beperk schoorsteenverliezen

- Sluit de schoorsteenklep, zodra het vuur UIT is (maar nooit tijdens de verbranding).
- Gebruik een geïsoleerd rookkanaal.
- Gebruik een rookgasventilator om trek in de schoorsteen te houden.

5. Stook in gepaste hoeveelheden

In plaats van de hele avond kleine blokjes hout erbij te leggen:

- Stook één of twee krachtige ladingen.
- Laat daarna de kachelmassa de ruimte opwarmen.

Dit benadert het nawarmen principe, binnen de beperkingen van een gewone houtkachel.

Samengevat:

Je verhoogt het rendement niet door het vuur te temperen, maar door het **heter, schoner en doelgericht** te laten branden, met zo weinig mogelijk warmteverlies via de schoorsteen. Een houtkachel is het efficiëntst wanneer het hout duidelijk *brandt* – niet wanneer het smeult en bijna uit is.

Op naar het ontwerp voor de houtkachel:

1. het hout moet snel op verbrandingstemperatuur kunnen komen,
2. het vuur moet eenvoudig gemengd kunnen worden met zuurstof,
3. het vuur moet een katalysator passeren,
4. hoe meer steenmassa, hoe meer warmteopvang,
5. de kachel moet constante schoorsteentrek kunnen houden (mechanisch aansturen?),
6. en moet een afsluitklep naar de schoorsteen hebben om het nawarmen te kunnen benutten.

Een brandkamer met een stenen (chamotte/keramische) bekleding:

- reflecteert en buffert de warmte,
- creëert een ontbrandingspunt voor de herhaalstook,
- voert de verbrandingslucht bovenlangs aan,
- bevordert de volledigheid van het verbranden,
- reduceert rookvorming en teerafzetting.

In een conventionele stalen houtkachel moeten regelmatig houtblokken op het vuur worden gelegd. In het nieuwe kachelontwerp ligt de nadruk op het verbranden van dunne blokken hout en gelijkmatiger. Het ontwerp voorkomt het ontsnappen van onverbrande houtgassen. Deze worden met de verbrandingslucht samen naar het heetste ontbrandingspunt, het nagloeïende houtskool bed geleid. Dit bed fungeert als *katalysator* waardoor de houtgassen volledig verbranden. De vuurvaste stenen ondersteunen de hoge ontbrandingstemperatuur.

Het vuur wordt gevoed met het voorste houtblokje, terwijl de daarop volgende 'in de rij staan'. De houtblokken worden op volgorde verbrandt. Hierdoor blijft het vuur gelijkmatig branden en ondanks een hogere verbrandingstemperatuur blijft het vuur in verhouding klein. Het aantal keren hout erbij leggen wordt erdoor gehalveerd.

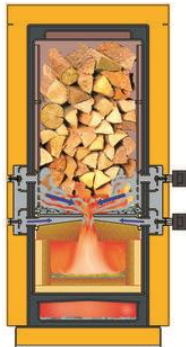
Waar een conventionele metalen houtkachel feitelijk nog een deel van het hout gewoon verdampt en laat ontsnappen, zet dit nieuwe ontwerp het houtgas (nagenoeg) volledig om in CO₂ en warmte, met een minimum aan bijproducten. Dit heeft voordelen:

- de houtgassen verbranden vrijwel volledig,
- teerachtige bestanddelen worden afgebroken,
- er blijft weinig tot geen zichtbare rook over,
- minder asresten.

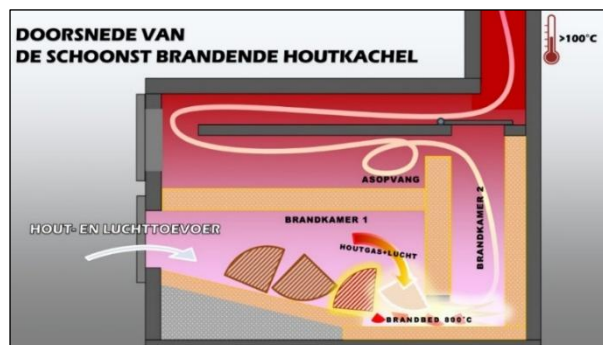
In de praktijk betekent dit:

- tijdens het aanmaken: kort zichtbaar een rookpluimpje,
- na enkele minuten: vrijwel kleurloze uitlaatgassen (in hoofdzaak waterdamp),
- navullen kan: geen verstoring van de verbranding,
- onderhoud: als regelmatig verwijderen.

ONTWERP 1



ONTWERP 2



❖ *Met hoeveel procent daalt hierdoor de uitstoot?*

Dat hangt sterk af van waarmee je het vergelijkt. In de praktijk zijn de verschillen groot.

Bij een conventionele metalen houtkachel die *correct* wordt gestookt (heet en met voldoende lucht) zijn de emissies al redelijk beperkt. In dat geval ligt de winst grofweg op:

- **Fijnstof (PM2.5 / PM10):** 40-60% lager,
- **Koolmonoxide (CO):** 50-70% lager,
- **Onverbrande koolwaterstoffen (PAK'S):** 50-80% lager.

Vergelijk je het echter met een houtkachel die **gesmoord** wordt gestookt – wat in de praktijk veel voorkomt – dan wordt het verschil groter:

- **Fijnstof (PM2.5 / PM10):** 70-90% lager.
- **Koolmonoxide (CO):** 90-99% lager,
- **Onverbrande koolwaterstoffen (PAK'S):** 80-95% lager.

Mits correct gestookt, produceert dit ontwerp aanzienlijk minder uitstoot. Het wordt zelfs de schoonste in zijn soort, zowel qua warmte, fijnstof als qua geur en zichtbare rook. Een rookgasventilator draagt daaraan bij.

Een filter kan nog worden toegepast om het laatste restje rook af te vangen.

❖ *Met hoeveel procent stijgt hierdoor de warmtebijdrage van een houtkachel?*

Met dit ontwerp wordt de effectiviteit van houtstoken verdubbeld. De gebruikswaarde hout als energiedrager stijgt evenredig.

- ❖ *Dan ook de vraag: Wat is de totale CO₂ uitstoot over 20 jaar van een massakachel vs. een warmtepomp?*

Gezamenlijke aannames:

- **Warmtevraag woning:** 12.000 kWh/jaarruimteverwarming
- **Periode:** 20 jaar
- **Referentie NL-stroommix (gemiddeld 20 jaar):** $\approx 0,25$ kg CO₂/kWh (start hoger; daalt door verduurzaming; grove gemiddelde van NL-cijfers)

Warmtepomp:

- **COP (seizoensgemiddeld):** 3,5
- **Stroomverbruik:**

$$\frac{12.000}{3,5} \approx 3.430 \text{ kWh/jaar}$$

Massakachel (op lokaal resthout):

- **Warmte-rendement kachel:** 80 %
- **Benodigde houtenergie:**

$$\frac{12.000}{0,8} = 15.000 \text{ kWh/jaar}$$

- **CO₂-factor hout (beleid):** 0 kg CO₂/kWh (biogeen, telt als neutraal)
- **CO₂-factor hout (fysiek, incl. keten):** ca. 0,02 kg CO₂/kWh (zagen, drogen, transport; grove schatting)

Resultaten over 20 jaar

Systeem	Jaarlijkse CO ₂	CO ₂ over 20 jaar
Warmtepomp (COP 3,5)	$3.430 \times 0,25 \approx 860$ kg/jaar	$\approx 17,2$ ton CO ₂
Massakachel – beleid (hout = 0)	0 kg/jaar	0 ton CO ₂
Massakachel – fysiek (0,02 kg/kWh)	$15.000 \times 0,02 = 300$ kg/jaar	≈ 6 ton CO ₂

Korte verduidelijking

- Volgens officiële CO₂-boekhouding (biogeen = 0) is de massakachel over 20 jaar praktisch 0 ton, de warmtepomp rond 17 ton.
- Als je de fysieke keten meeneemt, blijft de massakachel nog steeds duidelijk lager: ongeveer **6 ton vs. 17 ton**.

Hoe lokaler en “restachtiger” het hout is, hoe dichterbij de 0 komt. Hoe meer de stroommix groener wordt en de COP hoger, hoe dichterbij de warmtepomp richting 0 schuift.