



**TOPSECTOR ENERGIE**  
Innovatie voor een duurzame toekomst



**bba** building  
health &  
comfort  
binnenmilieu

# Renovatie is meer dan (alleen) LT-warmte

dr. ir. Atze Boerstra

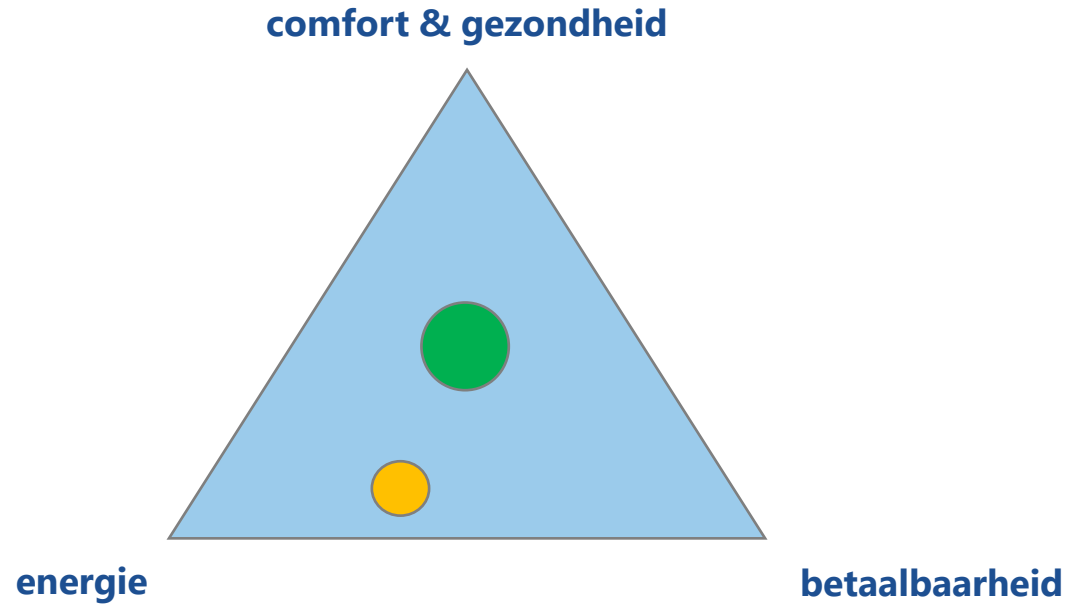


## First things first...



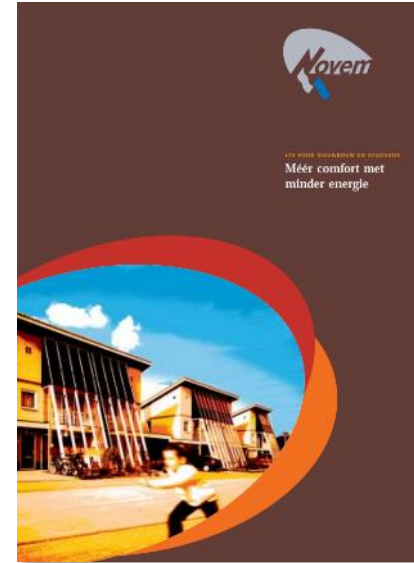
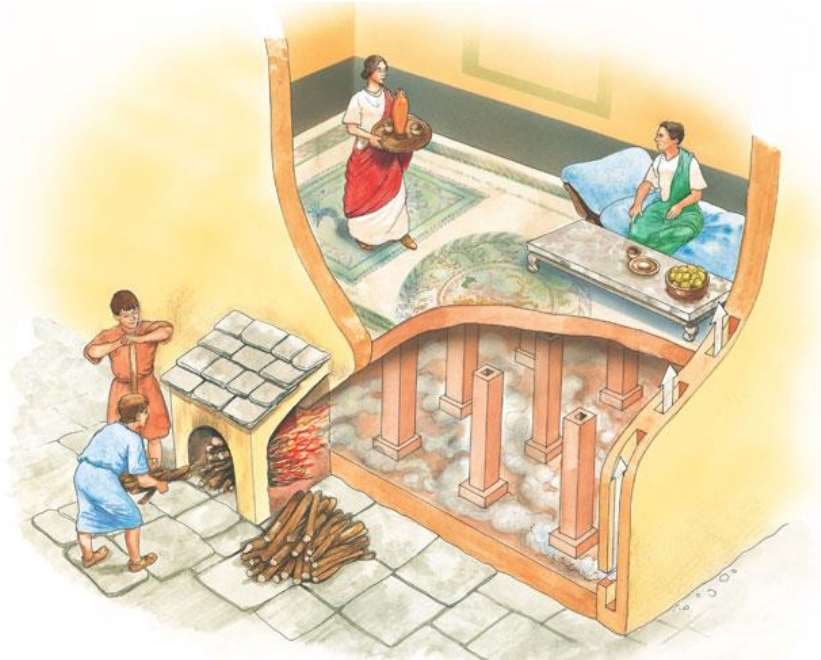


## Het speelveld





## Lage temperatuur verwarming, het 'Romeinse argument'





## Novem brochure quotes t.a.v. LTV & THERMISCH COMFORT

'Kiezen voor LTV is kiezen voor **behaaglijkheid**.'

'LTV werkt met een relatief **groot aandeel stralingswarmte** (m.n. wand- en vloerverwarming); stralingswarmte wordt als bovengemiddeld aangenaam ervaren.'

'De **temperatuurverdeling** in de woning is bij LTV gelijkmatiger dan bij reguliere systemen.'

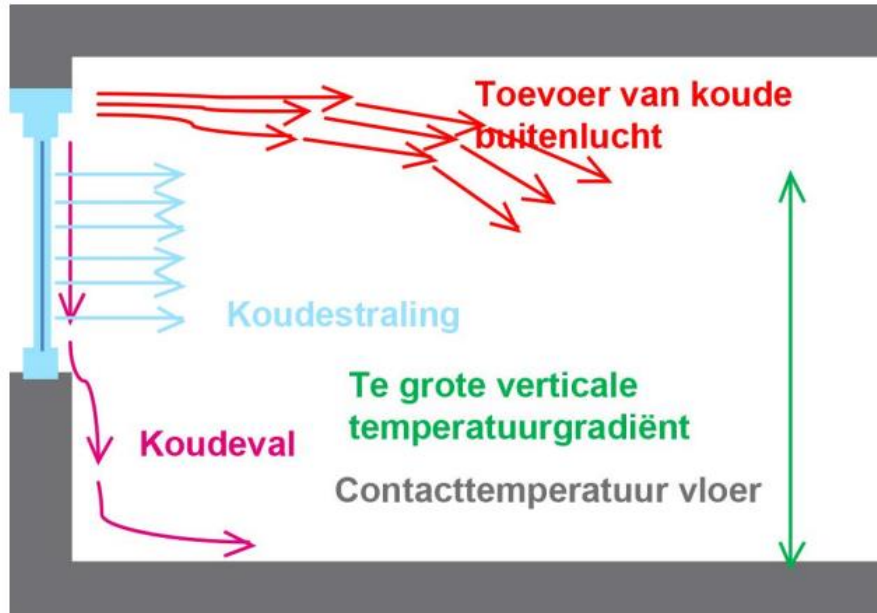
'Bij vloerverwarming heeft de **vloer** 's winters een temperatuur die het comfort-optimum benadert (die ligt tussen de 23 en 25°C indien men schoeisel draagt, en anders hoger).'

'Wand- en vloerverwarming is ook te gebruiken voor **koeling**; mits warmteopwekking plaats vindt m.b.v. warmtepomp.'

*Bron: Meer comfort met minder energie, 2022 (opdrachtgever: NOVEM)*



## Intermezzo: factoren die tot thermisch discomfort leiden



en ook:  
**ONVOLDOENDE  
REGELMOGELIJKHEDEN!**  
(bv alleen thermostaatknop in woonkamer)

Bron figuur: *Comfortbeleving in goed geïsoleerde woningen met ventilatiesysteem C en LT verwarming, 2016 (Uneto-VNI)*



## Novem brochure quotes t.a.v. LTV & LUCHTKWALITEIT

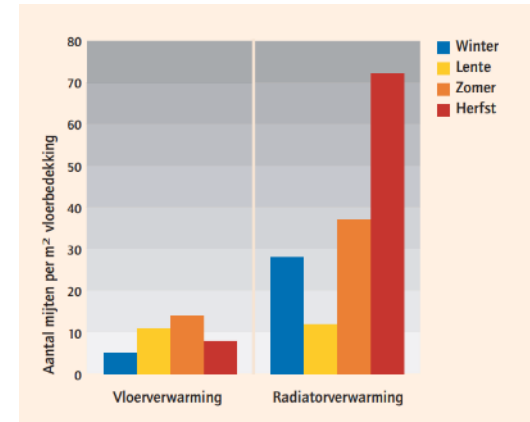
'Toepassing van LTV is ook gunstig voor de **kwaliteit van de binnenlucht**.'

'LTV werkt met een verwarmingslichaam met een relatief lage oppervlaktetemperatuur. Dit geeft minder **stofschroei**' met als gevolg dat bewoners minder luchtwegirritaties hebben.'

'Toepassing van systemen met een hoog aandeel stralingswarmte leidt tot een **relatief lage luchttemperatuur**. Geurhinder en luchtwegirritaties treden minder snel op naarmate de luchttemperatuur lager is.'

'Toepassing van vloerverwarming leidt tot een lagere relatieve vochtigheid in de vloerafwerking. Dit belemmert de **groei van huisstofmijten** (met name bij textiele vloerbedekking). Dit is gunstig voor mensen met een luchtwegallergie.'

Bron: Meer comfort met minder energie, 2022 (opdrachtgever: NOVEM)





## Novem brochure quotes t.a.v. LTV & VEILIGHEID

'LTV is **veilig** in vergelijking met traditionele systemen als hoge temperatuur radiator-verwarming.'

'Doordat de **oppervlaktetemperatuur** van het verwarmingslichaam relatief laag is, is er veel minder kans op verbranding bij aanraking (al bij oppervlaktetemperaturen boven 40-45°C bestaat er, bij aanraking, kans op verbranding).'

'Doordat, bij wand- en vloerverwarming, het verwarmingslichaam in bouwdelen is geïntegreerd, zijn blessures ten gevolge van tegen de verwarming **vallen en stoten** uitgesloten.'

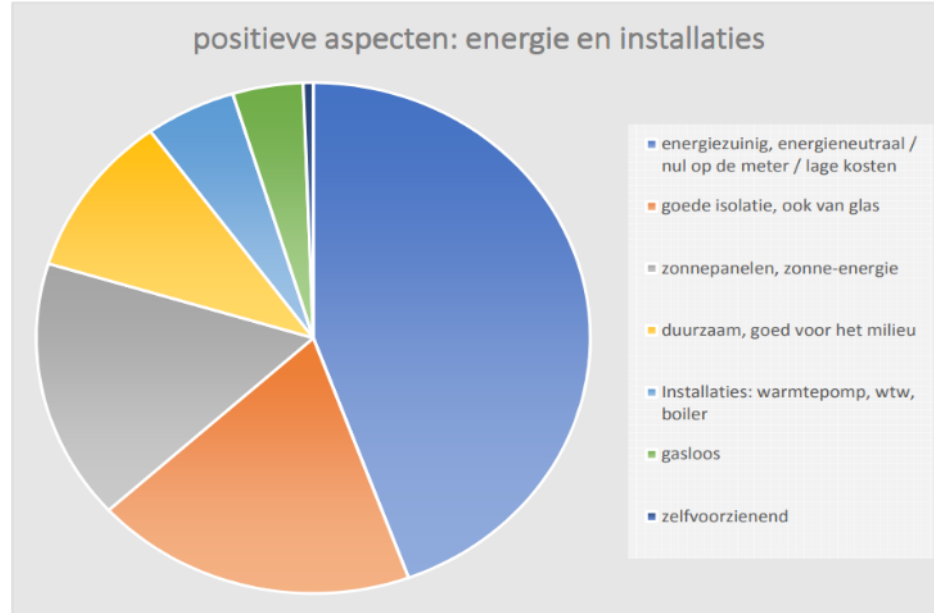
*Foto: [www.sentimo.nl](http://www.sentimo.nl)*







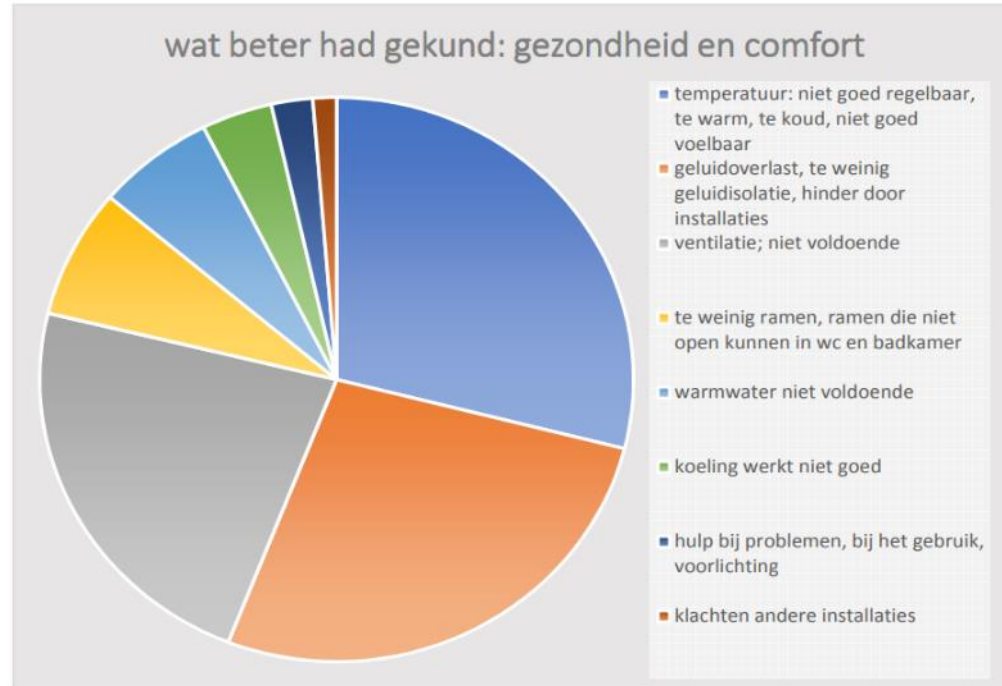
## LT verwarming & beleving bewoners: vb. ZEN woning onderzoek



Bron: ZEN Woonbelevingsonderzoek, 2019 (in opdracht van Lente-akkoord) (31 nieuwbouwwooncomplexen, 302 respondenten);



## LT verwarming & beleving bewoners: vb. ZEN woning onderzoek





## ZEN woonbelevingsonderzoek, effect opwekkingsysteem

ik woon in een bovengemiddeld comfortabele woning	bodemwarmte- pomp		warmtepomp met buitenunit		HR-ketel				stadsverwarming			
	balans- ventilatie met wtw		balans- ventilatie met wtw		balans- ventilatie met wtw		mechanische ventilatie met roosters		balans- ventilatie met wtw		mechanische ventilatie met roosters	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
eens	122	<b>80%</b>	27	73%	14	78%	11	<b>46%</b>	19	<b>91%</b>	26	84%
neutraal, oneens of weet niet	30	20%	10	27%	4	22%	13	54%	2	9%	5	16%
Totaal	152	100%	37	100%	18	100%	24	100%	21	100%	31	100%



## ZEN onderzoek, relatie opwekkingsysteem - geluidhinder

hinder door geluid verwarmingssysteem	verwarmingssysteem							
	bodemwarmte- pomp		warmtepomp met buitenunit		HR-ketel		stadsverwarming	
	n	%	n	%	n	%	n	%
aangekruist	13	54%	4	33%	1	50%	0	0%
totaal ontevreden met geluid in de woning	24	100%	12	100%	2	100%	12	100%
aangekruist	13	9%	4	11%	1	2%	0	0%
totaal aantal respondenten	152	100%	37	100%	42	100%	52	100%



## Aandachtspunten bij renovaties

- isolatie!
- robuustheid installaties!
- wisselwerking verwarmings- en ventilatie-systeem (tocht!)
- installatiegeluid!
- onderhoud!
- instructies!



## En vooral ook:

- bedienbaarheid en ergonomie bedieningsknoppen / interfaces



**Personal Control over  
Indoor Climate in Offices**  
Impact on Comfort, Health & Productivity

Atze Christiaan Boerstra

Department of the Built Environment

**bouwstenen 222**



## Take home message

- Verlies bewonersperspectief niet uit het oog...
- Gebruik (ook) het comfort/gezondheidsargument...
- Kijk verder dan alleen thermisch comfort winter...

**Atze Boerstra, bba binnenmilieu, tel. 088-2229494, email [ab-bba@binnenmilieu.nl](mailto:ab-bba@binnenmilieu.nl)**



**Vragen?**