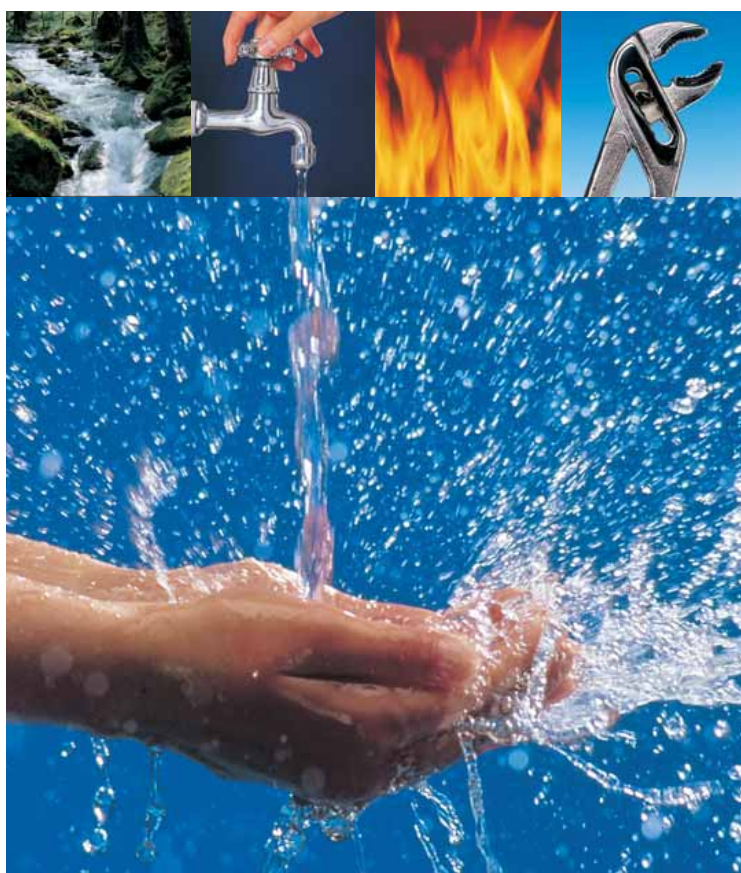


DE SANITAIR INSTALLATEUR

**DE SANITAIR -  
WARMWATERBEREIDING**

D E S A N I T A I R  
I N S T A L L A T E U R

# DE SANITAIR- WARMWATERBEREIDING



**FVB//FFC**

**FONDS VOOR  
VAKOPLEIDING  
IN DE  
BOUWNIJVERHEID**

Koningsstraat 45  
1000 Brussel

Tel.: (02) 210 03 33  
Fax: (02) 210 03 99  
[www.debouw.be](http://www.debouw.be)  
[info@fvbffc.be](mailto:info@fvbffc.be)

© **Fonds voor Vakopleiding in de Bouwnijverheid, Brussel, 2000.**

Alle rechten van reproductie, vertaling en aanpassing onder eender welke vorm, voorbehouden voor alle landen.  
D/ 2000 /1698/12

## VOORWOORD

Toen het werkterrein van het Fonds voor Vakopleiding in de Bouwnijverheid werd uitgebreid tot de Volttooiingssector, werden de verantwoordelijkheden per beroep verdeeld over werkgroepen: de FVB-secties.

Binnen de FVB-sectie «Sanitaire Installaties, Kunststoffen en Gas» werd reeds van bij de aanvang beslist om een leerboek te ontwikkelen. In de loop van de werkzaamheden kreeg het leerboek eerder het karakter van een naslagwerk voor opleiding.

Met dit naslagwerk willen we een zo breed mogelijk publiek bereiken: de leerlingen, de volwassenen in opleiding, de opleiders, en last but not least... de sanitair installateur zelf.

Ten behoeve van de lezer werd het naslagwerk opgedeeld in verschillende modules. Per afgeronde eenheid werd er telkens een boekje van een 40-tal pagina's opgemaakt.

Voor diegenen die zich meerdere boekjes, of de volledige reeks willen aanschaffen, werd een bijbehorende map ontwikkeld, om de boekdelen in op te bergen. De volledige structuur van het naslagwerk vindt u op de keerzijde van de cover.

We hopen met dit werk een bijdrage te leveren tot meer uniformiteit in de opleiding en zijn er van overtuigd dat de leerlingen of cursisten met dit werk op een aangename wijze kunnen kennismaken met het zo veelzijdige beroep van «Sanitair Installateur».

We willen hierbij al de leerkrachten danken die hun bijdrage hebben geleverd om dit omvangrijk werk te realiseren, evenals de firma's die ons hebben geholpen bij de keuze van de illustraties en het corrigeren van sommige teksten.

Speciaal willen we de heren N. De Pue (†) (past-voorzitter L.B.I.S. - Beroepsfederatie Sanitair, Gas en Dakbedekking) en G. Wouters (honorair voorzitter, Verenigde Lood- en Zinkbewerkers, Antwerpen) vermelden, die mee aan de wieg stonden van dit project en de verdere realisatie mogelijk maakten.

Veel leesplezier.

Stefaan Vanthourenhout,  
FVB-Voorzitter.

## WERKGROEP

- Opmaak en eindredactie:
  - De heer Boeynaems
  - De heer Buytaert (Junkers-Servico N.V.)
  - De heer Cornelis (Antwerpse Waterwerken)
  - De heer Ides
  - De heer Uten
  - De heer Verhoeven
- Coördinatie:
  - De heer P. Becquevort



# INHOUDSTAFEL

## MODULE IV: WATER

### HOOFDSTUK V: WARMWATERBEREIDING

<b>V.1. INLEIDING: DOORSTROOM- EN VOORRAADTOESTELLEN</b> .....	9
<b>V.1.1. Inleiding</b> .....	9
<b>V.1.2. Kalkvorming</b> .....	10
<b>V.1.3. De beschermingsanode</b> .....	11
<b>V.1.4. Beveiliging tegen terugvloeiing</b> .....	11
<b>V.2. VERMOGEN EN DEBIET</b> .....	12
<b>V.2.1. Mengregel</b> .....	12
<b>V.2.2. De onafhankelijke doorstroomtoestellen</b> .....	12
<b>V.2.3. De onafhankelijke voorraadtoestellen</b> .....	15
<b>V.2.4. De gecombineerde warmwatertoestellen</b> .....	18
V.2.4.1. Combi-toestel volgens het doorstroomprincipe.....	18
V.2.4.2. Combi-toestel volgens het voorraadprincipe.....	19
<b>V.2.5. Indirect verwarmde toestellen</b> .....	20
V.2.5.1. Doorstroomtoestellen (indirect verwarmd) .....	20
V.2.5.2. Voorraadtoestellen (indirect verwarmd) .....	21
<b>V.2.6. Sanitair warm water (SWW) door alternatieve energie</b> .....	22
V.2.6.1. Warmwaterbereiding met zonne-energie .....	22
V.2.6.2. Warmwaterbereiding door een warmtepomp .....	23
<b>V.2.7. Gegevens over warmwaterverbruik</b> .....	24
<b>V.3. DOORSTROMERS</b> .....	25
<b>V.3.1. Gasdoorstromers</b> .....	25
V.3.1.1. Indeling volgens debiet .....	25
V.3.1.2. Indeling volgens vermogen .....	26
V.3.1.3. Indeling volgens afvoer van de rookgassen (Zie ook V.5.) .....	28
V.3.1.3.1. Doorstroomtoestel type A.....	28
V.3.1.3.2. Doorstroomtoestel type B.....	29
V.3.1.3.3. Doorstroomtoestel type C .....	29
V.3.1.4. Indeling volgens vermogenregeling .....	30
V.3.1.4.1. Toestellen met vast vermogen.....	30
V.3.1.4.2. Toestellen met veranderlijk vermogen.....	32
• In functie van het waterdebiet.....	32
• In functie van de watertemperatuur .....	33
V.3.1.5. Onderdelen en werking van een doorstroomtoestel .....	34
V.3.1.5.1. Het waterhuis .....	34
• Venturi.....	35
• Langzaamontstekingsventiel .....	36
• Temperatuurkeuzeknop .....	37
• Waterdrukregelaar .....	37
• Werking van het watergedeelte .....	37
V.3.1.5.2. Het gasgedeelte.....	38
V.3.1.5.3. Het brandergedeelte .....	39
V.3.1.5.4. Het verwarmingslichaam.....	40

V.3.1.6. Beveiligingen.....	42
V.3.1.6.1. De thermo-elektrische beveiliging .....	42
V.3.1.6.2. Bimetaalbeveiliging .....	42
V.3.1.6.3. Ionisatiebeveiliging.....	43
V.3.1.6.4. Beveiliging tegen terugvloeiing .....	43
V.3.1.7. Doorstroomtoestel zonder permanente waakvlam, met batterij-ontsteking.....	44
V.3.1.8. Inbedrijfstelling en onderhoud.....	48
<b>V.3.2. Elektrische doorstromers .....</b>	<b>49</b>
<b>V.3.3. Warmtewisselaar-doorstromers .....</b>	<b>50</b>
V.3.3.1. Platenwarmtewisselaar .....	50
V.3.3.2. Buizenwarmtewisselaar .....	51
<b>V.3.4. Combi-toestel volgens het doorstroomprincipe (de gaswandketel) - (Zie ook V.5.) .....</b>	<b>53</b>
V.3.4.1. Algemeen.....	53
V.3.4.2. Warmwaterbereiding volgens het doorstroomprincipe met de gaswandketel .....	56
V.3.4.3. De TTB.....	56
V.3.4.4. De oververhittingsbeveiliging .....	56
V.3.4.5. De beveiliging tegen terugvloeiing .....	56
V.3.4.6. Inbedrijfstelling .....	57
V.3.4.7. Onderhoud .....	58
V.3.4.7.1. Vlammenbeeld controleren .....	58
V.3.4.7.2. Bij terugslag van de vlammen aan de brander.....	58
V.3.4.7.3. Bij lawaai van de warmtewisselaar .....	58
V.3.4.7.4. Controle van de veiligheden .....	59
• Bij een waakvlamtoestel .....	59
• Bij toestellen met ionisatiebeveiliging .....	59
• Controle goede werking van de ketelaquastaat .....	60
• Controle van de temperatuurbegrenzers .....	60
• Controle van de sanitaire werking van het toestel .....	60
• De waakvlam wil niet branden .....	60
• Het toestel bereikt het totale vermogen niet .....	61
• De vlammen blazen af .....	61
• De brander start explosief .....	61
• Gele vlammen .....	61
• Brander gaat niet direct uit na warmwaterbereiding .....	61
• Het toestel ontsteekt niet bij warmtevraag CV .....	61
• Het toestel ontsteekt niet bij warmwatervraag .....	61
• De installatie verwarmt niet goed .....	62
• Onvoldoende warmwaterdebiet .....	62
• Te lage warmwatertemperatuur .....	62
• De CV-waterdruk blijft voortdurend afnemen .....	62
• Condensatie in de schouw .....	62
• Condensatie op muur en spiegel .....	63

<b>V.4. VOORRAADTOESTELLEN</b> .....	63
<b>V.4.1. Inleiding</b> .....	63
V.4.1.1. Voordeel.....	63
V.4.1.2. Werkingsprincipe.....	64
V.4.1.3. De temperatuur begrenzen .....	65
V.4.1.4. Verliezen beperken .....	65
V.4.1.5. Hydraulische aansluiting voor waterdruktoestellen .....	66
V.4.1.6. De circulatieleiding.....	66
V.4.1.7. Materiaalsoort van de binnenketel.....	67
V.4.1.8. Stratificatie .....	67
V.4.1.9. Montagemogelijkheden van boilers.....	69
V.4.1.9.1. Serieschakeling.....	69
V.4.1.9.2. Parallelschakeling .....	69
<b>V.4.2. Elektrische voorraadtoestellen</b> .....	71
V.4.2.1. Algemeen.....	71
V.4.2.2. Elektriciteitsstarieven en systemen.....	72
V.4.2.3. Keuze van het toestel .....	72
V.4.2.3.1. Keuze volgens het elektrisch vermogen .....	72
V.4.2.3.2. Keuze volgens materiaalsoort van de binnenketel .....	73
• Rood koper .....	73
• Stalen binnenketels .....	73
• Roestvast staal (Inox) .....	75
• Kunststoffen.....	75
V.4.2.3.3. Bepalen van de boilerinhoud.....	75
V.4.2.4. De elektrische isolatie .....	76
V.4.2.5. De veiligheidszones in badkamers.....	78
V.4.2.5.1. Het volume in het bad (zone 0).....	78
V.4.2.5.2. Het volumeomhulsel (zone 1).....	78
V.4.2.5.3. Het beschermingsvolume (zone 2).....	78
V.4.2.5.4. Het resterende volume (zone 3).....	78
V.4.2.6. De verdeeldruk.....	79
V.4.2.6.1. Lagedruk-aftapprincipe .....	79
V.4.2.6.2. Lagedrukprincipe.....	80
V.4.2.6.3. Waterdrukprincipe .....	82
• De veiligheidsgroep .....	83
• Het sanitaire expansievat .....	84
V.4.2.6.4. De sensor-boiler.....	85
<b>V.4.3. Gasvoorraadtoestellen</b> .....	86
V.4.3.1. Algemeen.....	86
V.4.3.2. Werking.....	87
V.4.3.3. Bepalen van de boilerinhoud.....	87
V.4.3.4. Binnenketel .....	87
V.4.3.5. Plaatsing .....	87
V.4.3.6. Waterdruk.....	87
<b>V.4.4. Indirect gestookte voorraadtoestellen</b> .....	88
V.4.4.1. Inleiding.....	88
V.4.4.2. Voorraadtoestel met dubbele wand.....	88
V.4.4.3. Voorraadtoestel met verwarmingsspiraal .....	89
V.4.4.4. Voorraadtoestel met tapspiraal .....	90
V.4.4.5. Gecombineerde (mixte) voorraadtoestellen .....	90



<b>V.5 INDELING VAN DE GASTOESTELLEN VOLGENS HUN LUCHTTOEVOER EN ROOKGASAFVOER</b> .....	92
<b>V.5.1. Verklaring van de 1ste lettercode</b> .....	92
<b>V.5.2. Verklaring van het 1ste cijfer van de cijfercode</b> .....	92
<b>V.5.3. Verklaring van het 2de cijfer van de cijfercode</b> .....	93
<b>V.5.4. Verklaring van de 2de lettercode</b> .....	93
<b>V.5.5. Samenvattende tabel van de toesteltypen</b> .....	94
<b>V.5.6. Geïllustreerde omschrijving van de toesteltypen</b> .....	96
V.5.6.1. Toestellen type A .....	96
V.5.6.1.1. Type A <sub>AS</sub> .....	96
• Veiligheid .....	96
• Vervanging van een keukengeiser .....	97
• Atmosfeerbeveiliging.....	97
– Met snorkel boven lamellen .....	98
– Met snorkel onder lamellenblok.....	99
– Met thermocontact.....	100
V.5.6.2. Toestellen type B.....	100
V.5.6.2.1. Type B <sub>11</sub> .....	100
V.5.6.2.2. Type B <sub>11AS</sub> .....	101
V.5.6.2.3. Type B <sub>11BS</sub> .....	101
• Thermische terugslagbeveiliging .....	102
• Eisen gesteld aan een goede schoorsteen.....	103
V.5.6.2.4. Type B <sub>11CS</sub> .....	103
• Mechanische afzuiging .....	104
– Individueel systeem.....	104
– Gemeensch. systeem.....	104
V.5.6.3. Toestellen type C.....	105
V.5.6.3.1. Type C <sub>1</sub> .....	105
• Toestel type C <sub>11</sub> .....	105
• Toestel type C <sub>12</sub> .....	105
• Toestel type C <sub>13</sub> .....	106
V.5.6.3.2. Type C <sub>2</sub> .....	106
V.5.6.3.3. Type C <sub>3</sub> .....	106
• Toestel type C <sub>32</sub> .....	106
• Toestel type C <sub>33</sub> .....	107
V.5.6.3.4. Type C <sub>4</sub> .....	107
• Toestel type C <sub>42</sub> .....	107
• Toestel type C <sub>43</sub> .....	107
V.5.6.3.5. Type C <sub>5</sub> .....	108
• Toestel type C <sub>52</sub> .....	108
• Toestel type C <sub>53</sub> .....	108
• Een bijzonder geval .....	109

# HOOFDSTUK V: WARMWATERBEREIDING

## V.1. INLEIDING: DOORSTROOM- EN VOORRAADTOESTELLEN

### V.1.1. INLEIDING



BRON: "MECHELEN VAN TOEN"

Over de pomp op het achtererf en het wassen buiten met ijskoud water lezen we alleen nog maar in boeken van bekende Vlaamse schrijvers.

We zijn eraan gewend geraakt dat we op eender welk ogenblik van de dag een kraan kunnen opendraaien om over warm water te beschikken.

Zoals dat altijd het geval is met bouwen en verbouwen, doen we er goed aan eerst te overleggen alvorens een keuze te maken.

De keuze van het toestel zal afhangen van:

- de hoeveelheid warm water waarover we willen beschikken,
- de gewenste temperatuur van het warme water,
- de aard van het water,
- de beschikbare ruimte,
- de beschikbare energie,
- de geldende voorschriften (normen).

#### Gasdoorstroomtoestel



BRON: VAILLANT (DUITSLAND)

#### Elektroboiler



BRON: DAALDEROP (NEDERLAND)

De systemen voor de warmwaterbereiding zijn talrijk; men kan ze echter onderverdelen in twee grote categorieën:

- de doorstroomtoestellen,
- de voorraadtoestellen (of accumulatioestellen), ook boilers genoemd.

We delen de toestellen verder nog in:

- de onafhankelijke doorstroomtoestellen (op gas of op elektriciteit);
- de onafhankelijke accumulatioestellen (op gas of op elektriciteit): (**direct verwarmde boiler**) bij deze twee toestellen wordt de energie rechtstreeks en onmiddellijk omgezet in sanitair warm water;
- de gecombineerde warmwatertoestellen: wandketels met dubbele functie: verwarming en sww (doorstroom of voorraad) (**SWW = sanitair warm water**);
- CV-ketels gecombineerd met een warmwatervoorraadtank of een doorstroomapparaat (= **indirect gestookte toestellen**);
- de warmwaterproductie door alternatieve energie.

## V.1.2. KALKVORMING

Kalk is een natuurlijke component van het water. In warm of heet water bundelen zich de kalkmoleculen en vormen zich kristallen (poeder, schilfers of een vaste massa).

Het proces begint reeds bij een temperatuur van  $\pm 60$  °C. De neerslag vormt zich op verwarmde oppervlakten, maar ook in de niet verwarmde leidingen waardoor warm water stroomt.

Het is van belang het water tot een matige temperatuur op te warmen (55 à 60 °C) of op de koudwaterleiding een waterverzachter te plaatsen, indien de gewenste temperatuur hoger is dan 60 °C.

Zie in dit verband ook:  
Module IV – II.2: WATER – Waterbehandeling en drukverhoging: Ontharding en anti-kalktoestellen.



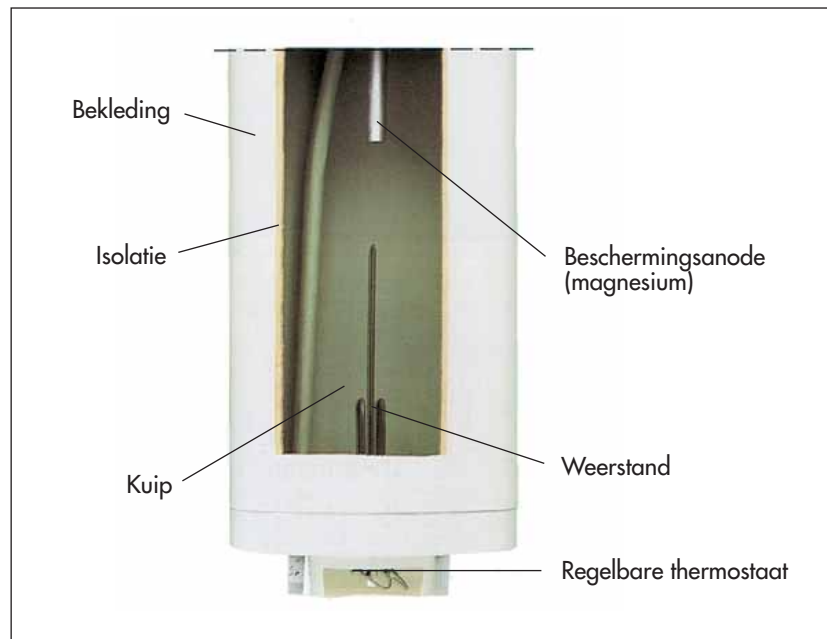
BRON: AQUA (DUITSLAND)

### V.1.3. DE BESCHERMINGSANODE

In een warmwatertoestel wordt een extra beschermingslaag b.v. email aangebracht op het ijzer of staal dat met het water in aanraking komt. Deze laag zorgt voor de bescherming van de ketel. Die laag is echter niet volledig ondoordringbaar. Er blijven meestal nog enkele microporositeiten bestaan of beschadigingen door transport, die aanleiding kunnen geven tot corrosie.

Corrosie van metalen treedt op onder andere als twee verschillende metalen met elkaar in contact komen onder invloed van een geleidende vloeistof zoals water.

Voorbeeld: ijzer en koper onderdompelen in water: het ijzer dat minder edel is dan koper zal corroderen of zich oplossen.



BRON: CHAFFOTEAUX ET MAURY (FRANKRIJK)

Als bescherming voor stalen kuisen gaat de magnesiumanode dienen. Op haar beurt is zij nog minder edel dan het ijzer of staal van het toestel en zal zij oplossen ter bescherming van het staal.

De levensduur van de anode is dan ook niet onbeperkt en ze zal regelmatig moeten gecontroleerd en zelfs vervangen worden.

### V.1.4. BEVEILIGING TEGEN TERUGVLOEIING

Het technisch reglement inzake binneninstallaties voorziet voor warmwaterbereiding bepaalde beveiligingen.

Meestal volstaat de keerklep (type EA), soms zijn zwaardere beveiligingen vereist. Zie module IV – Water: I.4.1, I.4.2., I.4.3.

## V.2. VERMOGEN EN DEBIET

### V.2.1. MENGREGEL

De behoeften aan sanitair warm water variëren volgens de toepassing. Bij een bad is het debiet belangrijk. Bij douches moet de temperatuur constant zijn. Voor een gootsteen of een wastafel heeft men kleine hoeveelheden warm water nodig, maar de temperatuur moet tussen de 50 °C en 60 °C liggen.

Vaak wordt water van een hogere temperatuur gemengd om de ideale temperatuur te bereiken. Er bestaat een “mengregel” die ons een richting aangeeft hoeveel koud en warm je moet mengen om tot de juiste temperatuur te komen.

We willen b.v. 130 liter van 40 °C. Dit verminderen we met de temperatuur van het koude water ( $\pm 10$  °C).

$$40\text{ °C} - 10\text{ °C} = 30\text{ °C}.$$

De temperatuur in de warmwaterketel bedraagt 60 °C. Dit verminderen we ook met de temperatuur van het koude water.

$$60\text{ °C} - 10\text{ °C} = 50\text{ °C}.$$

De deling van beide

$$30 : 50 \text{ levert } 0,6 \text{ op.}$$

Die 0,6 vermenigvuldig je met het aantal liter van 40 °C dat je wilde hebben (130 l).

$$0,6 \times 130 \text{ l} = 78 \text{ l.}$$

Je hebt dus 78 liter water van 60 °C te mengen met 52 liter van 10 °C om 130 liter van 40 °C te bekomen.

De watertemperatuur van leidingwater kan erg schommelen indien het bereid is uit oppervlaktewater: van 1 °C in de winter tot 25 °C in de zomer.

### V.2.2. DE ONAFHANKELIJKE DOORSTROOMTOESTELLEN

Deze toestellen verwarmen het water rechtstreeks en automatisch als de kraan opgedraaid wordt, en dit aangepast aan de hoeveelheid doorstromend water.



BRON: VAILLANT (DUITSLAND)

Voor deze onmiddellijke productie wordt het vereiste vermogen P als volgt bepaald:

$$P = \frac{q_v}{3600} \times \Delta T \times c \text{ waarbij: } P : \text{vermogen uitgedrukt in W (= J/s)}$$

$q_v$  : waterdebiet in l/uur

$\Delta T$  : temperatuurverschil uitgang- ingangswater in K ( $^{\circ}\text{C}$ )

$c$  : soortelijke warmte van water: 4185 J/kg x K

3600 : omzetten van uur naar seconden

Let op:  $\frac{4185}{3600} = 1,163$  m.a.w.: de omzettingfactor van kcal/h naar W

dus ook:

$$P = q_v \times \Delta T \times 1,163$$

$$P \text{ (uitgedrukt in kcal/h )} = q_v \times \Delta T$$

In de praktijk wordt het vermogen uitgedrukt in kcal/min. en het debiet in l/min.

$$\text{Vermogen (kcal/min.)} = \text{Debiet (l/min.)} \times \Delta T$$

Onderstaande tabel laat toe het type doorstroomtoestel te kiezen op basis van de warmwaterbehoeften.

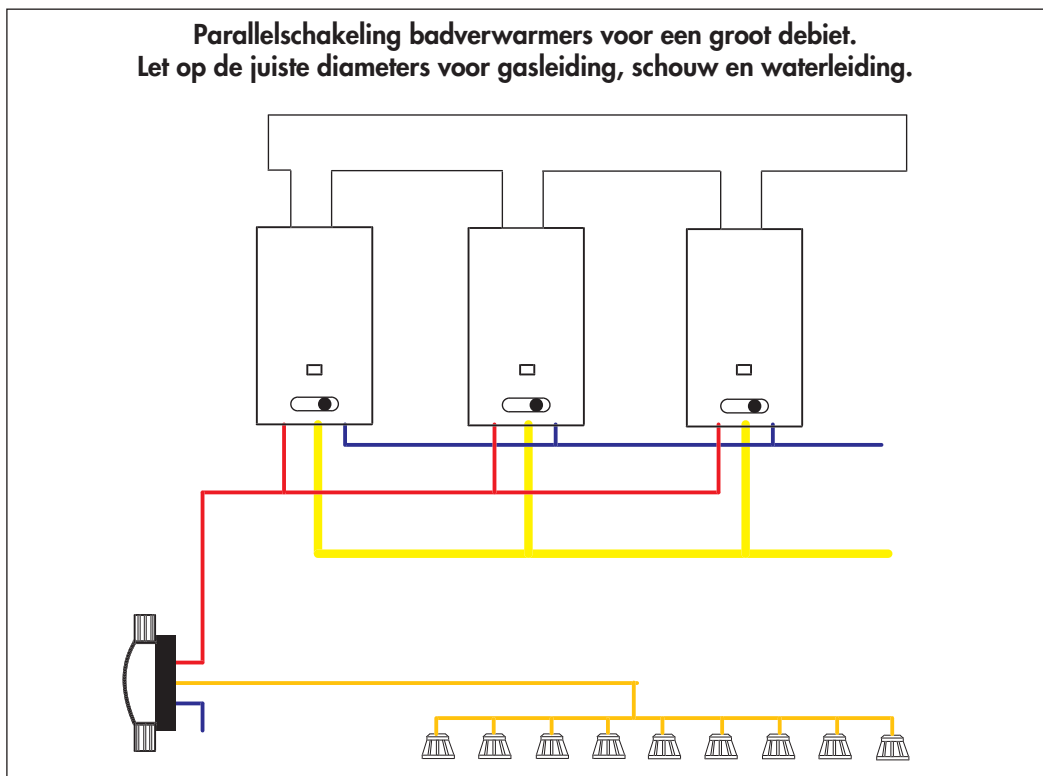
Vermogen	8,7 kW	17,4 kW	22,7 kW	28 kW
Debiet bij $\Delta T = 25$ K	5 l/min.	10 l/min.	13 l/min.	16 l/min.
Gootsteen + wastafel	•	•	•	
Gootsteen + wastafel + douche		•	•	•
Gootsteen + wastafel + bad			•	•
Gootsteen + wastafel + douche + bad			•	•

- **Parallelschakeling**

Deze doorstromers kunnen bij grotere warmtevraag ook parallel geschakeld worden, om zo een groter debiet te kunnen verzorgen.



BRON: JUNKERS-SERVICO - AARTSELAAR



- **Doorstroomtoestellen niet in serie schakelen**



Dit veroorzaakt oncontroleerbare temperatuurverhogingen en te grote drukverliezen.

### V.2.3. DE ONAFHANKELIJKE VOORRAADTOESTELLEN

Om de temperatuur van een massa water ( $m$ ) met enkele graden ( $\Delta T$ ) te verhogen moet een warmte-hoeveelheid ( $Q$ ) geleverd worden volgens de volgende formule:

**$Q = m \times \Delta T \times c$  , waarbij:**

**$Q$  : warmtehoeveelheid in kJ**

**$m$  : massa water in kg**

**$\Delta T$  : temperatuurverschil inkomend en uitgaand water**

**$c$  : soortelijke warmte van water =  
 $4186 \text{ J/kg} \times \text{K} = 4,186 \text{ kJ/kg} \times \text{K}$**



BRON: SENTRY (NEDERLAND)

Wil men de opwarmtijd verminderen, dan zal men een hoger vermogen kiezen.

#### Voorbeeld

Om 200 l water van 10 °C tot 80 °C op te warmen moet:  
200 kg water x (80 °C – 10 °C) x 4,186 kJ/kg x c  
= 58.604 kJ geleverd worden of  
= 58.604 kJ: 3600 sec. = 16,28 kWh.

- Indien men een opwarmtijd van 2 uur verkiest, volstaat het om gemiddeld 16,28 kWh: 2 h = 8,14 kW te produceren.
- Indien men een opwarmtijd van 8 uur verkiest, volstaat het om gemiddeld 16,28 kWh: 8 h = 2,03 kW te produceren.

Vooraf bij elektrische voorraadtoestellen is dit belangrijk, omdat er toestellen met verschillende vermogens kunnen voorkomen, afhankelijk van dag- of nachttarief.



Onderstaande tabellen bevatten gegevens die steunen op ervaring.

<b>Aanbevolen waterinhoud in l van elektrische voorraadtoestellen. (De inhoud wordt uitgedrukt in liter)</b>			
<b>Aftappunten</b>	<b>Aantal personen per gezin</b>	<b>(voor een watertemperatuur van 60 °C)</b>	
		<b>Normaal of tweevoudig tarief</b>	<b>Nachttarief</b>
Spoeltafel (gebruik keuken)	1 - 2	10	
	3 - 4	10 - 15	
	5 - 6	15	
Wastafel	1 - 2	10	
	3 - 4	10 - 15	
	5 - 6	15	
Spoeltafel + wastafel	1 - 2	15	
	3 - 4	50	100
	5 - 6	80	150
Wastafel + douche (10 l/min.)	1 - 2	30	
	3 - 4	50	100
	5 - 6	80	150
Wastafel + zitbad	1 - 2	50	
	3 - 4	75	150
	5 - 6	100	150
Wastafel + ligbad (± 160 l)	1 - 2	120	
	3 - 4	150	200
	5 - 6	200	300
Wastafel + spoeltafel + douche(10l/min.)	1 - 2	50	
	3 - 4	80	150
	5 - 6	150	200
Spoeltafel + wastafel + zitbad	1 - 2	75	
	3 - 4	100	150
	5 - 6	150	200
Spoeltafel + wastafel + ligbad (± 160 l)	1 - 2	75	150
	3 - 4	150	200
	5 - 6	200	300

<b>Aanbevolen waterinhoud in l van voorraadtoestellen op gas  (voor een watertemperatuur van 60 °C)</b>	
Eén tot twee douches (10 l/min.) (met wachttijd van 5 min.) of drie baden (met wachttijd van 30 min.)	80
Vier tot vijf douches (10 l/min.) (met wachttijd van 5 min.) of onbeperkt aantal baden (met wachttijd van 30 min.)	115
Onbeperkt aantal douches (10 l/min.) (met wachttijd van 5 min.) of onbeperkt aantal baden (met wachttijd van 30 min.) of gelijktijdig gebruik van bad en douche in beperkte tijd	150

**Noot**

Om de volledige inhoud van de boiler optimaal te benutten moet het debiet door de boiler begrensd worden overeenkomstig de voorschriften van de fabrikant.

## V.2.4. DE GECOMBINEERDE WARMWATERTOESTELLEN

Deze toestellen werken op de energie van de verwarmingsketel of wandketel.

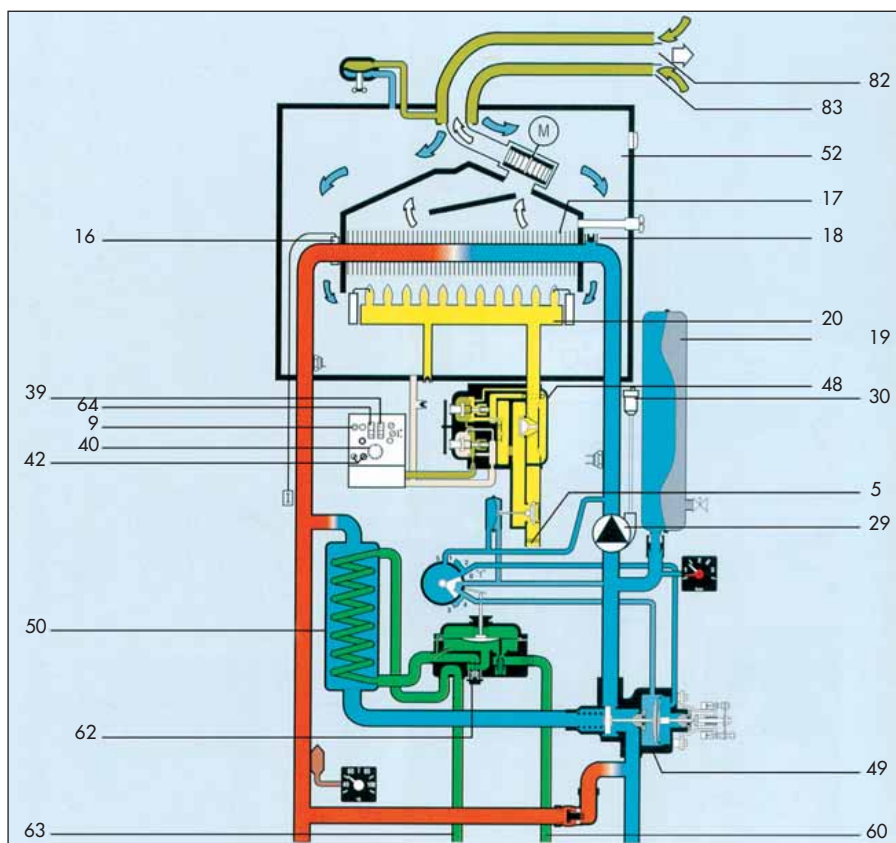
### V.2.4.1. COMBI-TOESTEL VOLGENS HET DOORSTROOMPRINCIPE



BRON: VAILLANT (DUITSLAND)

#### Legende

- 5 Gastoevoer
- 16 Temperatuurbegrenzer
- 17 Primaire warmtewisselaar
- 19 Expansievat
- 20 Atmosferische brander
- 29 Circulatiepomp
- 30 Automatische ontluchter
- 39 Hoofdschakelaar
- 40 Ketelaquastaat
- 42 Hoofdzekeringen 2A
- 48 Gasblok
- 49 Driewegkraan
- 50 Sanitaire warmtewisselaar
- 52 Hermetisch gesloten verbrandingskamer
- 60 Ingang koud water
- 62 Zomer - winter selector
- 63 Warmwatertoevoer
- 64 Centrale verwarmings-schakelaar
- 82 Afvoerkanaal verbrande gassen
- 83 Aanvoerkanaal verse lucht



BRON: VAILLANT (DUITSLAND)

De prestaties van combitoestellen volgens het doorstroomtype zijn in hoofdzaak afhankelijk van het vermogen van de CV-ketel, die meestal indirect de warmwaterbereider verwarmt. Omdat het benodigde vermogen voor verwarming door de goede woningisolatie vaak kleiner is dan het vermogen voor tapwater, kan het vermogen voor de CV-installatie apart ingesteld worden.

Omschrijving gebruik tappunten	Minimum vereiste volumestroom in l/min. aan 60 °C	Minimum vereist vermogen v.h. combi-toestel in kW
Alleen keukenaftappunt	2,5	10
Alleen douchegebruik	3,5	13
Keuken- en douchekraan gelijktijdig in gebruik	6,0	23 *
Alleen bad of bad- en keukenkraan gelijktijdig in gebruik	6,5	25
Bad- en douchekraan gelijktijdig in gebruik	10,0	38
Bad-, douche- en keukenkraan gelijktijdig in gebruik	12,5	48 (*)

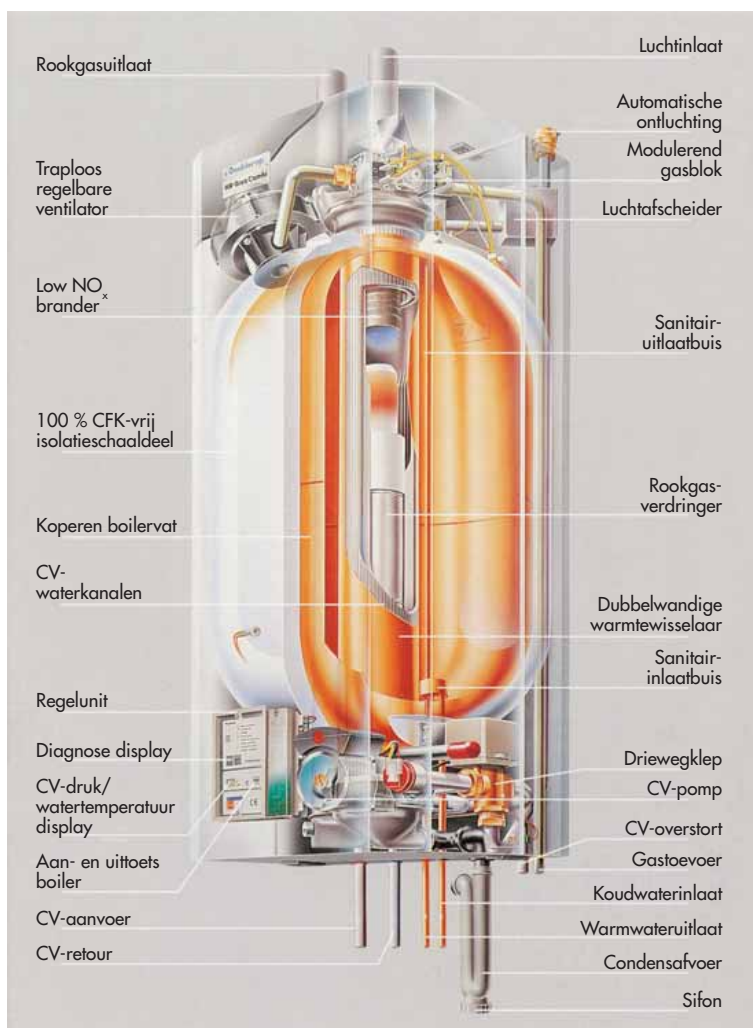
(\*) Om te voorkomen dat het douchetappunt bij het openen van de keukenkraan onvoldoende water krijgt, dient in het keukenpunt een debietbegrenzer te worden geplaatst.

**Onmogelijk met  
1 doorstroomtoestel.  
Alleen te realiseren door  
parallelschakeling van  
meerdere toestellen.**

#### V.2.4.2. COMBI-TOESTEL VOLGENS HET VOORRAADPRINCIPE

De prestaties van de combitoestellen volgens het voorraadprincipe (indirect gestookte boilers) zijn sterk afhankelijk van het vermogen van de CV-ketel en van de grootte van de voorraad tapwater.

Deze toestellen bevatten meestal een kleine watervoorraad: van 5 liter tot 80 liter.



BRON: DAALDEROP (NEDERLAND)

## V.2.5. INDIRECT VERWARMDE TOESTELLEN

Deze toestellen worden ingebouwd in de verwarmingsketel of naast de verwarmingsketel geplaatst.

### V.2.5.1. DOORSTROOMTOESTELLEN (INDIRECT VERWARMD)

Tijdens het doorstromen van koud sanitair water wordt dit opgewarmd door het warme verwarmingswater.

Om een vermogen te berekenen zullen we als volgt te werk gaan:

- we berekenen de warmtebehoefte volgens NBN D20-001 voor woningen en volgens ARAB voor bedrijven.
- voor eengezinswoningen kunnen we tabel (zie V.2.4.1. Combi-toestellen) aanwenden als richtlijn.



BRON: THERMO (NEDERLAND)

Als we dan het gevraagde debiet kennen, kunnen we het vermogen P bepalen:

$$P = \frac{q_v}{3600} \times \Delta T \times c \text{ waarbij: } P : \text{vermogen uitgedrukt in W (= J/s)}$$

$q_v$  : waterdebiet in l/uur

$\Delta T$  : temperatuurverschil uitgang- ingangswater in K ( $^{\circ}\text{C}$ )

$c$  : soortelijke warmte van water: 4185 J/kg x K

3600 : omzetten van uur naar seconden

Let op:  $\frac{4185}{3600} = 1,163$  m.a.w.: de omzefactor van kcal/h naar W

dus ook:

$$P = q_v \times \Delta T \times 1,163$$

$$P \text{ (uitgedrukt in kcal/h) } = q_v \times \Delta T$$

In de praktijk wordt het vermogen uitgedrukt in kcal/min. en het debiet in l/min.

$$\text{Vermogen (kcal/min.)} = \text{Debiet (l/min.)} \times \Delta T$$

Voor selectie van een toestel verwijzen we naar de documentatie van de fabrikant. Controleer ook de verwarmingskring; deze doorstromers eisen een groot ketelvermogen.

### V.2.5.2. VOORRAADTOESTELLEN (INDIRECT VERWARMD)

Bij deze toestellen wordt er een voorraad sanitair water op temperatuur gebracht door het verwarmingswater.

De inhoud van deze voorraadtoestellen en het gewenste vermogen zijn sterk afhankelijk van de comfort-eis van de gebruiker, maar onderstaande tabel geeft een richtlijn weer.

Voor meerdere woningen of grotere verbruikers zullen we de NBN D20-001 raadplegen.



BRON: JUNKERS-SERVICO - AARTSELAAR

Omschrijving gebruik tappunten	Gewenste inhoud in liter van de boiler bij afstelling op 60 °C	Min. gewenst vermogen van de CV-ketel en boiler in kW
Alleen douchegebruik (10 l/min.)	50	13
Keuken- en douchekraan (10 l/min.) gelijktijdig in gebruik	80	13
Alleen bad (160 l) of bad- en keukenkraan gelijktijdig in gebruik	100	18
Bad- (160 l) en douchekraan (10 l/min.) gelijktijdig in gebruik	100	25
Bad- (160 l), douche- (10 l/min.) en keukenkraan gelijktijdig in gebruik	150	25

## V.2.6. SANITAIR WARM WATER (SWW) DOOR ALTERNATIEVE ENERGIE

(Zie ook module VIII: Aanverwante technologieën)

### V.2.6.1. WARMWATERBEREIDING MET ZONNE-ENERGIE

Water, waaraan eventueel een antivriesmiddel werd toegevoegd, circuleert door zonnecollectoren.

Deze zonnecollectoren zijn buitenshuis aangebracht en vangen de zonnewarmte op.

Het verwarmde water circuleert door een voorraadtoestel met een warmtewisselaar die het sanitair water verwarmt.



BRON: LUIGJES (NEDERLAND)

Voor een installatie hebben we nodig:

- een zonnecollector,
- een opslagtank I,
- eventueel een naverwarmer, om bij tekort aan zonne-energie toch warm water te kunnen leveren (b.v. gasdoorstroomtoestel, thermostatisch gestuurd).

De vulling van de verwarmingskring en de kring van het sanitair warm water moeten worden beveiligd tegen terugvloeiing.

Indien de warmtewisseling enkelwandig is en er geen additieven aan de verwarmingskring zijn toegevoegd zijn beveiligingen type EA (keerklep) te voorzien.

Bij additieven is een beveiliging type CA (onderbreker met niet-controleerbare verschildrukzone) noodzakelijk. (Zie ook Module IV : I.4.1, I.4.2, I.4.3.).

Bij andere concepten zijn steeds aangepaste beveiligingen noodzakelijk. Raadpleeg hiervoor het plaatselijk waterleidingbedrijf.

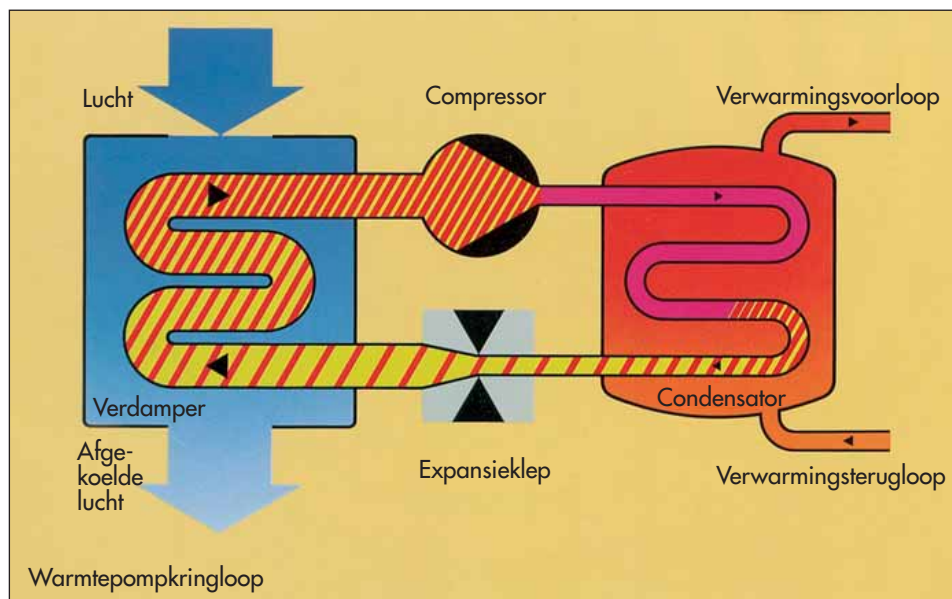
### V.2.6.2. WARMWATERBEREIDING DOOR EEN WARMTEPOMP

De warmtepomp onttrekt de thermische energie, uit een milieu (b.v. water, lucht), om ze over te brengen in een ander milieu op een hogere temperatuur.

Een zeer oude toepassing van dat principe is de koelkast die de warmte uit het toestel onttrekt om ze af te voeren in het lokaal waar de koelkast staat.

Het toepassen van dit systeem op de waterverwarming bleek direct renderend en maakt het mogelijk tot driemaal zoveel energie in nuttige energie om te zetten als er elektrische energie is verbruikt.

Voor een doorsnee huishouden is een voorraad van 200 tot 300 liter voldoende.



BRON: VIESSMANN (DUITSLAND)



BRON: VIESSMANN (DUITSLAND)



## V.2.7. GEGEVENS OVER WARMWATERVERBRUIK

Ter informatie wijzen wij erop dat de ervaring toont dat een huishouden bestaande uit 3 tot 4 personen gemiddeld 150 tot 200 l warm water aan 60 °C per dag verbruikt.

Huishouden	Verbruik in liter	Watertemperatuur
Handen wassen	6	40 °C
Shampooën: Dames	20-45	37 °C
Heren	10-45	37 °C
Stortbad	45-60	37 °C
Bad	150-250	40 °C
Kinderbad	40	40 °C
Voetbad	40	60 °C
Keuken: per persoon/dag	20-25	60 °C

(Wasmachine) } Bepaalde typen zijn aansluitbaar voor sanitair warm water.  
 (Vaatwasmachine) }

Hotels & restaurants	Warmwaterverbruik per kamer & dag (liter)	Watertemperatuur (°C)
Wastafels	25	40 °C
Schoonmaken van de kamers	10	40 °C
Reinigen van de badkuipen	20	40 °C
Badkuip	150-250	40 °C
Reinigen van de stortbaden	10	40 °C
Stortbaden	60	37 °C
Keuken met inbegrip van handvaatwas	15	55 °C
Keuken met vaatwasmachine	8	85 °C

Bejaardentehuizen Kinderdagverblijven	Warmwaterverbruik per persoon & dag (liter)	Watertemperatuur (°C)
Kinderdagverblijven	35-40	60 °C
Bejaardentehuizen	30-60	60 °C

## V.3. DOORSTROMERS

### V.3.1. GASDOORSTROMERS



BRON: JUNKERS-SERVICO - AARTSELAAR

Een doorstroomtoestel is een onafhankelijke waterverwarmer die het warm water produceert bij het openen van de warmwaterkraan.

Het produceert onmiddellijk warm water zonder het water in voorraad te houden.

De hierna beschreven toestellen zijn allemaal CE-gekeurd, en behoren tot de categorie I<sub>2E+</sub> (aardgas) of I<sub>3+</sub> (propan, butaan).

Zij voldoen bijgevolg aan de Europese en Belgische norm.

**Vanaf 1 januari 1996 mogen enkel toestellen verkocht worden met het CE-merk en ook de vermelding CAT. I<sub>2E+</sub> of CAT. I<sub>3+</sub>**

#### V.3.1.1. INDELING VOLGENS DEBIET

De toestellen zijn verkrijgbaar in volgende debieten:

- 5 liter/minuut,
- 10 liter/minuut,
- 13 liter/minuut,
- 16 liter/minuut.

Dit debiet is de hoeveelheid water die het toestel kan leveren per minuut met een standaard-temperatuurverhoging van 25 K (of 25 °C).

#### Tapdrempeldebiet

Om een goede werking te waarborgen moet er een minimum-waterleidingdruk aanwezig zijn. Deze gegevens worden vermeld in de technische brochures van de fabrikant.

Om een toestel te laten functioneren is er ook een minimale waterafname nodig. Dit noemt men het tapdrempeldebiet van het toestel.

Zo kan men bij een 5 liter/min. toestel reeds warm water tappen met een debiet van 2 liter/min.

Bij niet-modulerende doorstromers ligt deze tapdrempel tamelijk hoog (4 à 6 l/min.) afhankelijk van het type toestel.

Bij modulerende toestellen ligt deze tapdrempel veel lager (2 à 3 l/min.).

### V.3.1.2. INDELING VOLGENS VERMOGEN

Indien het debiet en de temperatuurverhoging gekend zijn, kan het vermogen berekend worden.

$$\text{Formule: } P = \frac{q_v \times \Delta T \times c}{60 \text{ sec.}}$$

**Waarbij:**

- $P$  = vermogen in kW
- $q_v$  = debiet in liter per minuut
- $\Delta T$  = temperatuurverschil tussen koud en warm water
- $c$  = soortelijke warmte van water = 4,185 kJ/kg x K

**Voorbeeld voor een 5 liter toestel**

$$P = \frac{5 \text{ l}}{\text{min.}} \times 25 \text{ K} \times \frac{4,185 \text{ kJ}}{\text{l} \times \text{K}} \quad (1 \text{ l water} = 1 \text{ kg})$$

$$P = \frac{5 \text{ l}}{\text{min.}} \times 25 \text{ K} \times \frac{4,185 \text{ kJ}}{\text{l} \times \text{K}}$$

$$P = \frac{525 \text{ kJ}}{\text{min.}}$$

$$P = \frac{525 \text{ kJ/sec.}}{60}$$

$$P = 8,7 \text{ kJ/sec.} \quad (1 \text{ Joule/sec.} = 1 \text{ Watt} = 1 \text{ W})$$

$$P = 8,7 \text{ kW}$$

**Ter herinnering**

**Soortelijke warmte van water is het vermogen dat men nodig heeft om 1 liter water (1 kg) met 1 K in temperatuur te doen stijgen.**

Zo kunnen de toestellen onderverdeeld worden volgens het vermogen in kW

- 5 l/min. = 8,7 kW bij een temperatuurverhoging van 25 K.
- 10 l/min. = 17,4 kW bij een temperatuurverhoging van 25 K.
- 13 l/min. = 22,7 kW bij een temperatuurverhoging van 25 K.
- 16 l/min. = 28 kW bij een temperatuurverhoging van 25 K.

In de praktijk worden nog vaak oude eenheden gebruikt: nl. kcal/min.

- 5 l/min. = 125 kcal/min.
- 10 l/min. = 250 kcal/min.
- 13 l/min. = 325 kcal/min.
- 16 l/min. = 400 kcal/min.

Uit voorgaande blijkt duidelijk dat wanneer men een hogere uitstroomtemperatuur (grotere  $\Delta T$ ) wenst te bekomen, dit enkel kan door het uitstroomdebiet te verkleinen.

### Voorbeeld

Temperatuur van het koude water 10 °C

Gewenste uitstroomtemperatuur 60 °C

Het betreft een 5 liter toestel met een vermogen van 8,7 kW.

Gevraagd: hoeveel bedraagt het uitstroomdebiet?

$$q_v = \frac{P \times 60 \text{ s}}{\Delta T \times c}$$

$$q_v = \frac{8,7 \text{ kJ/s} \times 60 \text{ s}}{50 \text{ K} \times 4,185 \text{ kJ/l} \times \text{K}}$$

$$q_v = 2,5 \text{ liter/min.}$$

Omdat doorstroomtoestellen het water pas opwarmen tijdens het aftappen van warm water moet het volle vermogen van het toestel steeds ter beschikking staan.

Daarom moet bijzonder veel aandacht besteed worden aan de gasvoedingsdruk.

Een juiste diameterbepaling van de gasleiding is hierbij zeer belangrijk.

### V.3.1.3. INDELING VOLGENS AFVOER VAN DE ROOKGASSEN

(Dit onderwerp wordt uitgebreid behandeld in hoofdstuk V.5.)

Deze type-indeling  
geldt voor alle  
gastoestellen!

De manier waarop de rookgassen het toestel verlaten kan verschillend zijn.

Zo onderscheiden we:

1. Toestellen type A (zonder schouwaansluiting)
2. Toestellen type B (met schouwaansluiting)
3. Toestellen type C (gesloten toestel)

#### V.3.1.3.1. Doorstroomtoestel type A



BRON: JUNKERS-SERVICO - AARTSELAAR

Een toestel type A is een toestel dat niet wordt aangesloten op een schoorsteen.  
De rookgassen komen terecht in de ruimte waar het toestel is opgesteld.

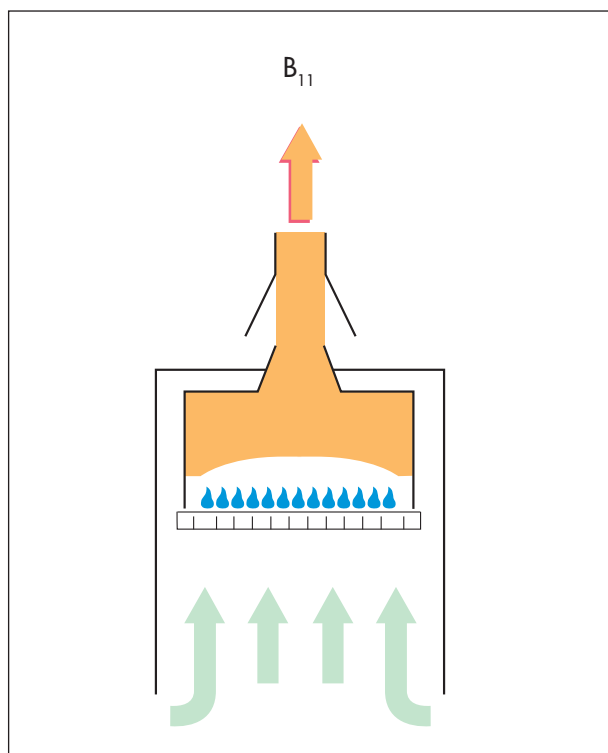
Het is een toestel met een open verbrandingsruimte en neemt de nodige luchttoevoer uit de kamer waar het is opgesteld.

### V.3.1.3.2. Doorstroomtoestel type B

Een doorstroomtoestel type B is een toestel dat wordt aangesloten op een rookgasafvoerkanaal. Het onttrekt de lucht uit het lokaal waar het is opgesteld.



BRON:  
NEFIT-FASTO  
(NEDERLAND)



### V.3.1.3.3. Doorstroomtoestel type C

Dit is een toestel met gesloten verbrandingsruimte. Het betreft de nodige luchttoevoer rechtstreeks van buiten en voert de rookgassen eveneens naar buiten.

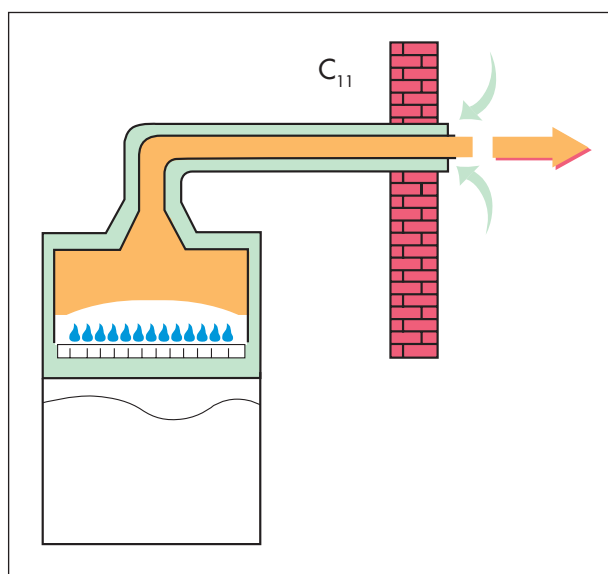
Het voordeel van dit toestel bestaat erin dat het overal kan opgesteld worden zonder speciale maatregelen te moeten treffen in verband met onder- en bovenverluchting.

Doorstroomtoestellen van het type C, met ventilator, kunnen niet ontsteken wanneer de ventilator slecht functioneert.

Deze controle van de ventilator gebeurt d.m.v. een pressostaat.



BRON: JUNKERS-SERVICO - AARTSELAAR



### V.3.1.4. INDELING VOLGENS VERMOGENREGELING

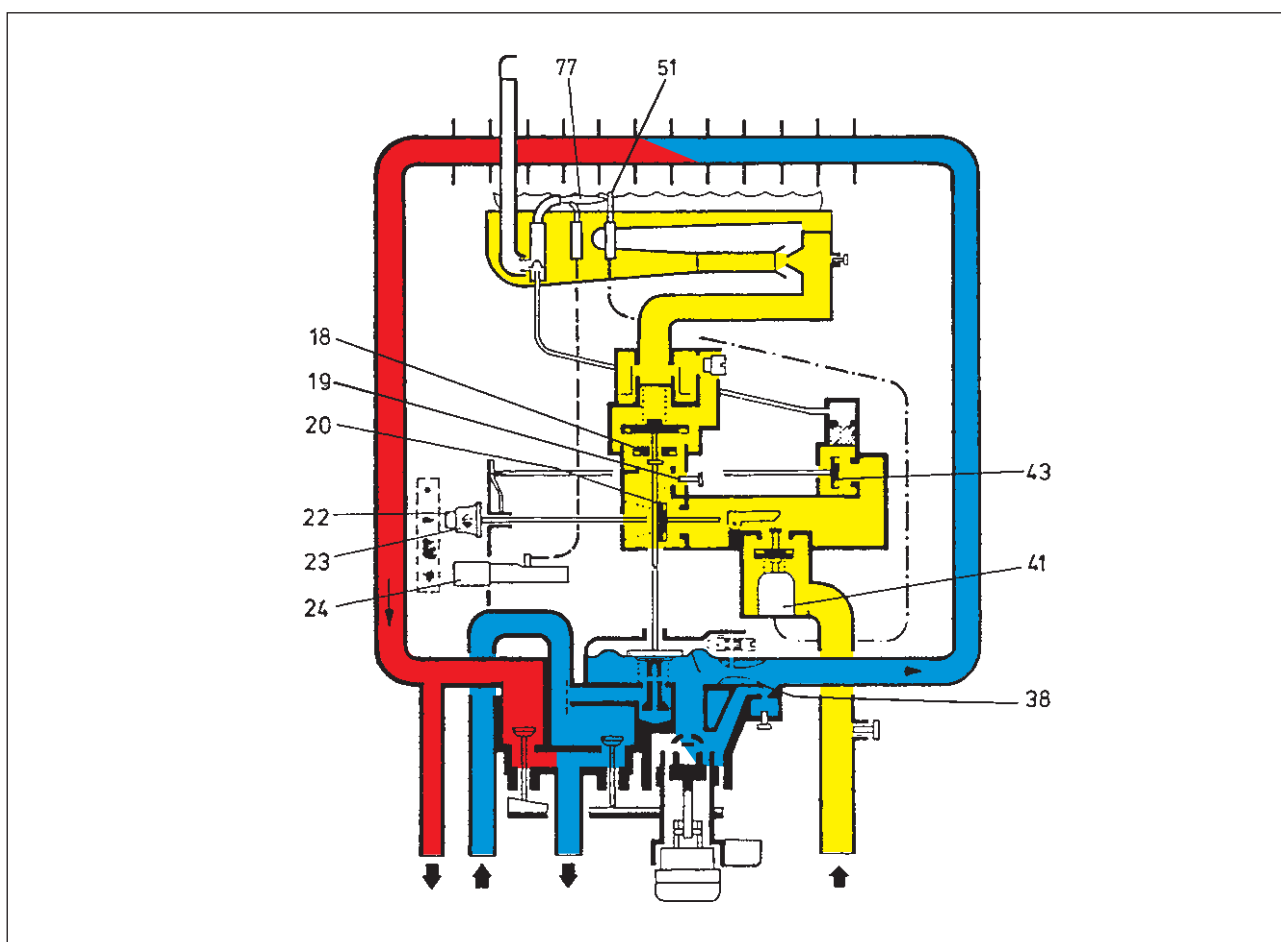
We onderscheiden:

- Toestellen met vast vermogen
- Toestellen met veranderlijk vermogen

#### V.3.1.4.1. Toestellen met vast vermogen

Deze toestellen werken steeds op volle vermogen waardoor bij een te klein waterdebiet de temperatuur te hoog zou oplopen. Om oververhitting tegen te gaan hebben deze toestellen een hoog tapdrempeldebiet. Thermostatische mengkranen en ééngreepsmengkranen zijn niet te gebruiken met een doorstromer met vast vermogen vanwege de veranderlijke uitstroomtemperatuur.

Voornamelijk de 5 liter/min. keukengeiser werkt volgens dit principe.



BRON: JUNKERS-SERVICO - AARTSELAAR

## WERKING

### • In bedrijf stellen

Openen gaskraan.

Bedieningsknop (22/23) indrukken of verdraaien (in functie van model).  
Hierdoor wordt de hoofdgasklep (20) gesloten en het waakvlamventiel (43) geopend.

Het magneetventiel wordt tegen het elektromagneet (41) gedrukt.  
Het gas stroomt naar de waakvlambrander en wordt ontstoken door middel van de piëzo-ontsteker (24).

De waakvlam verwarmt het thermokoppel (51), het elektromagneet krijgt spanning en het anker wordt magnetisch.

Het magneetventiel, dat manueel werd ingedrukt, blijft nu geopend.

Als de ontstekingsknop wordt losgelaten en/of wordt verdraaid opent de hoofdgasklep.  
Het gas krijgt toegang tot aan het gasventiel (18 en 19) dat bediend wordt door het watergedeelte.  
Het toestel is nu klaar voor gebruik.

Bij waterafname wordt het water boven het membraan weggezogen en wordt het gasventiel naar de brander geopend.

Het gas stroomt uit de brander en wordt onmiddellijk ontstoken door de waakvlambrander (77).

Na waterafname daalt het membraan (38) in het waterhuis waardoor het gasventiel sluit en de brander dooft.  
De waakvlam blijft branden.

### • Buiten bedrijf stellen

Om het toestel buiten bedrijf te stellen volstaat het de bedieningsknop te verschuiven of te verdraaien waardoor het waakvlamventiel gesloten wordt.

Indien om één of andere reden de waakvlam dooft, daalt langzaam de spanning van het thermokoppel en zo het magnetisme. Het gasventiel sluit.

De sluitingstijd bedraagt ongeveer 20 seconden met een maximum van 60 seconden.  
De gastoevoer naar zowel de hoofdbrander als de waakvlambrander wordt afgesloten.

Het toestel kan enkel manueel terug in bedrijf gesteld worden.



### V.3.1.4.2. Toestellen met veranderlijk vermogen

Het veranderlijk vermogen van het toestel wordt geregeld volgens – óf het waterdebiet,  
– óf de watertemperatuur.

Door deze vermogensregeling verkrijgt men een constante uitlooptemperatuur.

Deze toestellen hebben een klein tapdrempeldebiet (2 à 3 liter/min.).

Zij zullen bijgevolg bij een minimumwaterdebiet reeds opspringen.

Het toestel is hierdoor geschikt om alle thermostatische mengkranen en ééngreepsmengkranen te voeden.

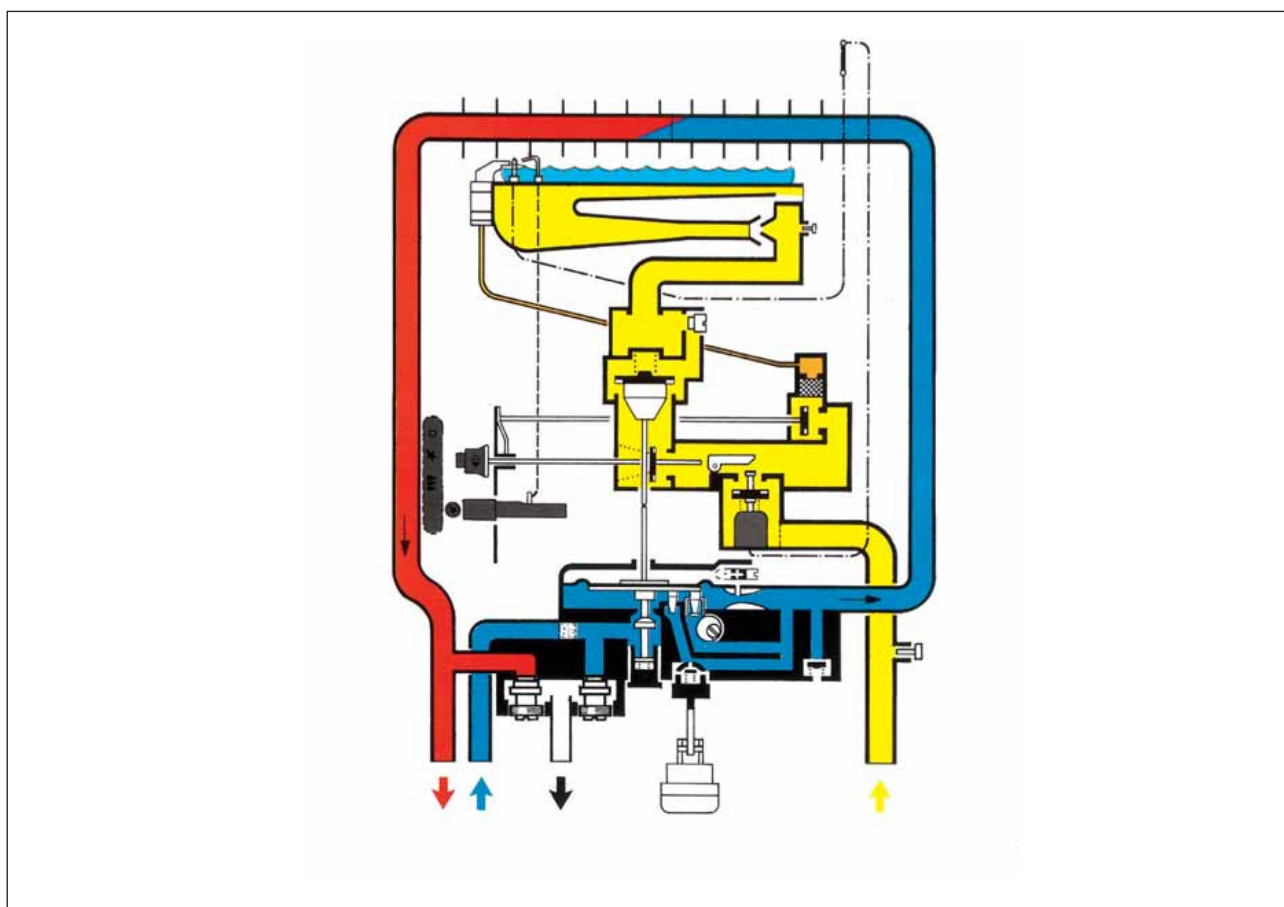
- **Veranderlijk vermogen in functie van het waterdebiet**

Bij deze toestellen is het gasdebiet gekoppeld aan het waterdebiet.

Hoe groter het debiet hoe meer water er boven het membraan wordt weggezogen. Hierdoor stuurt het watergedeelte de conische gasklep.

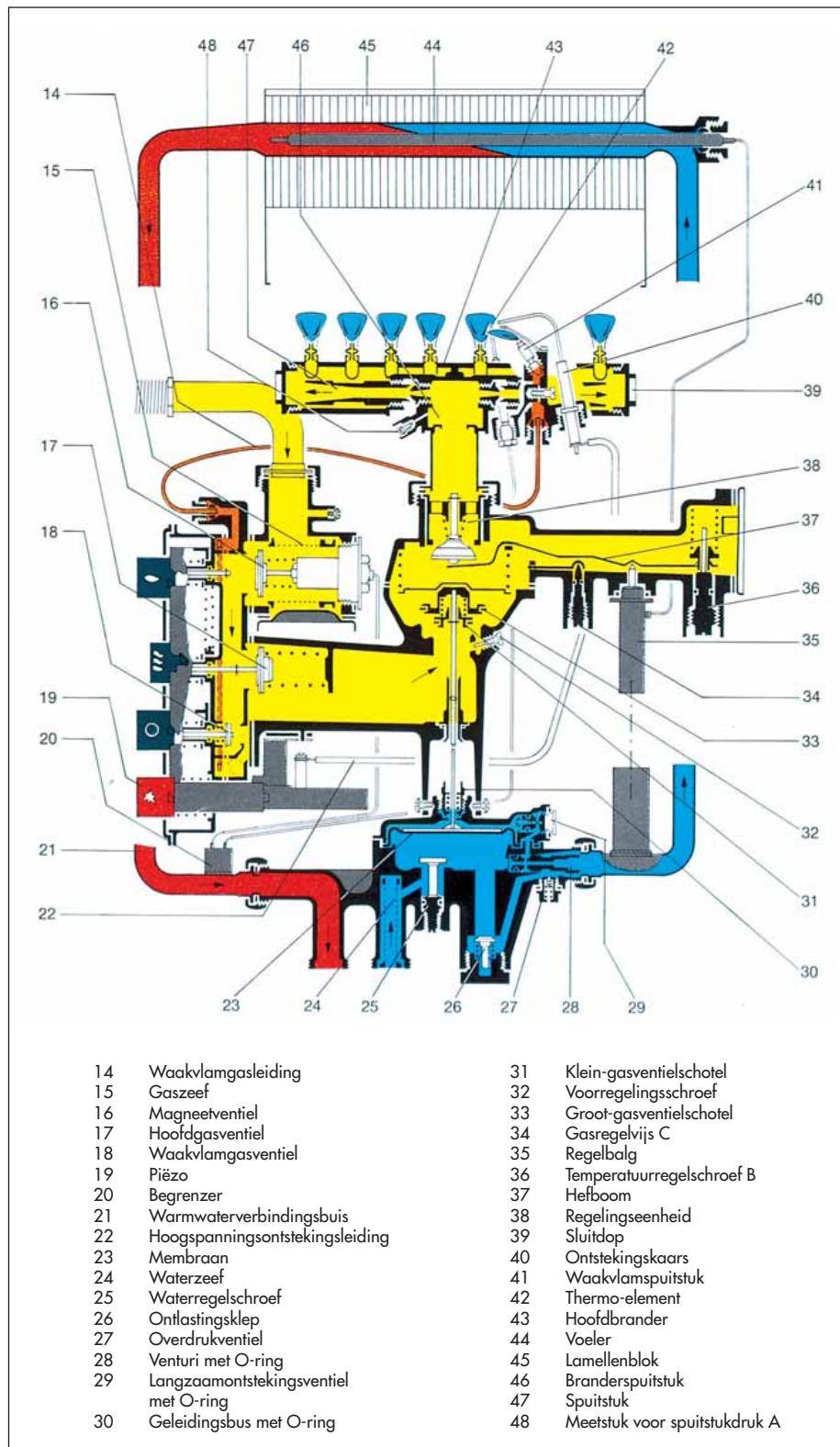
Bij grote waterafname wordt de gasklep helemaal geopend terwijl bij kleiner waterdebiet eveneens de gastoevoer vermindert. Hierdoor blijft de watertemperatuur constant.

Deze toestellen kunnen uitgerust worden met een extra oververhittingsbeveiliging. Bij oververhitting onderbreekt deze het thermokoppelcircuit.



BRON: JUNKERS-SERVICO - AARTSELAAR

- **Veranderlijk vermogen in functie van de watertemperatuur**



Bij deze toestellen controleert een voeler in de warmtewisselaar de temperatuur van het opgewarmde water.

De voeler is gevuld met een minerale olie en via een capillair verbonden met een bulb die een gasklep bedient.

Bij een vermindering van het waterdebiet zal de temperatuur in de warmtewisselaar stijgen.

Hierdoor zal de olie uitzetten en de bulb bedient de gasklep tot opnieuw het evenwicht met de ingestelde temperatuur bereikt wordt.

Bij grotere waterafname daalt de temperatuur in de warmtewisselaar waardoor de gasklep verder wordt geopend.

Als extra beveiliging worden deze toestellen voorzien van een oververhittingsbeveiliging die in serie tussen het thermokoppelcircuit wordt aangesloten.

Bij oververhitting wordt de gastoevoer gesloten en moet het toestel terug manueel worden aangestoken.

BRON: JUNKERS-SERVICO - AARTSELAAR

### V.3.1.5. ONDERDELEN EN WERKING VAN EEN DOORSTROOMTOESTEL

#### Onderdelen

Het doorstroomtoestel is eigenlijk helemaal demonteerbaar in verschillende onderdelen.

De belangrijkste zijn:

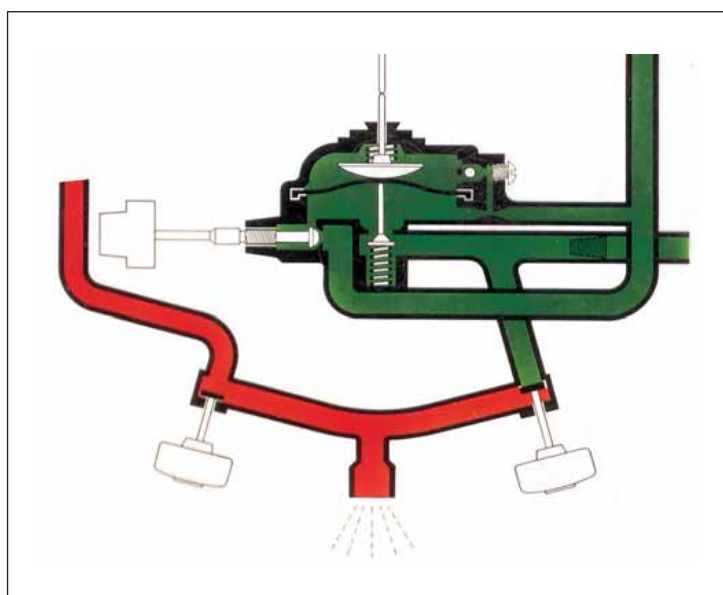
- het waterhuis,
- het gasgedeelte,
- het brandergedeelte,
- het verwarmingslichaam.

#### V.3.1.5.1. Het waterhuis

Het koude water wordt aangesloten aan het koudwateraansluitpunt dat in verbinding staat met het waterhuis.



BRON: VAILLANT (DUITSLAND)



BRON: VAILLANT (DUITSLAND)

Dit waterhuis bestaat uit twee delen die tegen elkaar geschroefd zijn door middel van enkele bouten. Beide delen worden van elkaar gescheiden door een rubberen schijf of **membraan** dat door de waterdruk kan buigen of vervormen.

Het membraan verdeelt het waterhuis dus eigenlijk in twee afzonderlijke delen namelijk de boven- en onderkamer.

Tijdens de werking van het toestel zal de bovenkamer leeggezogen worden door de venturi zodat er een lage druk heerst. Men noemt deze kamer dan ook de lagedrukkamer.

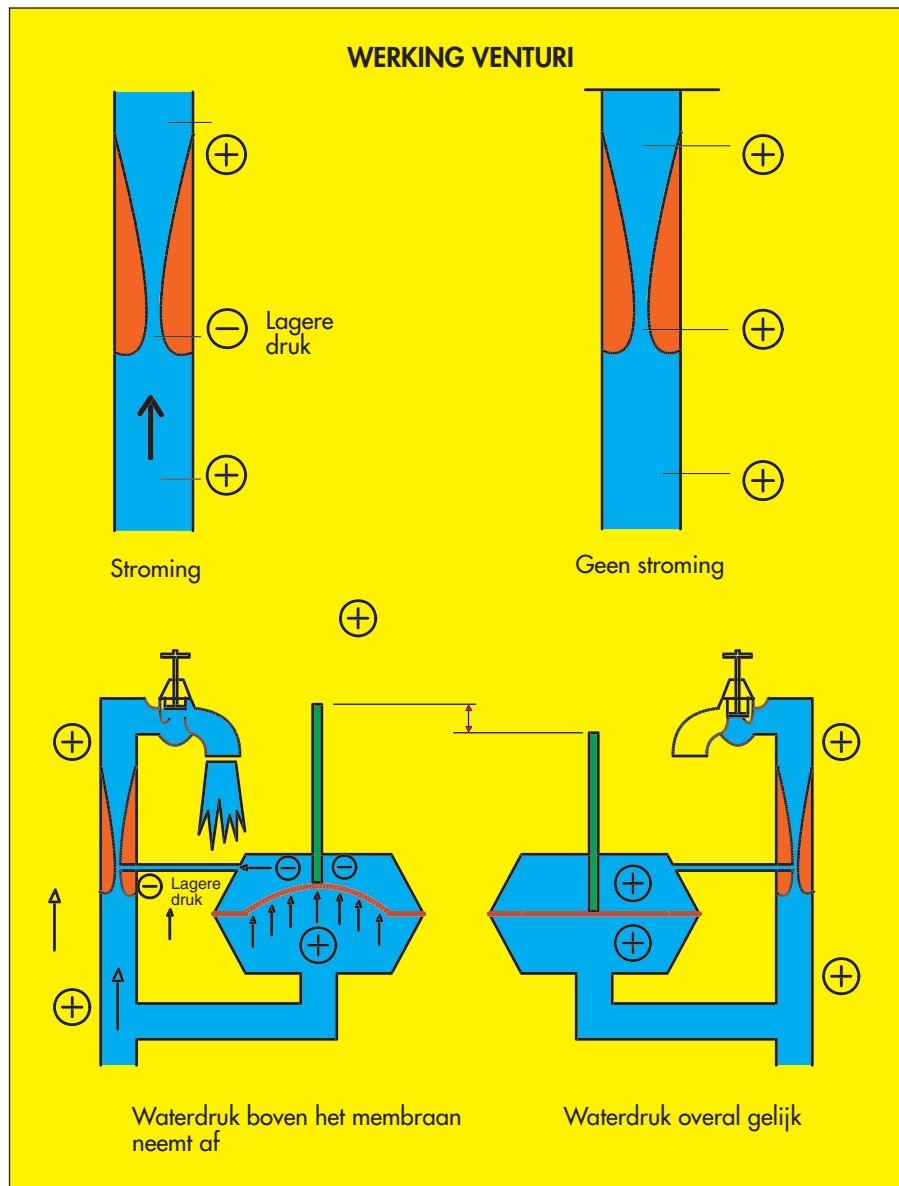
In het onderste deel is steeds de volle waterdruk aanwezig zodat deze ook wel de hogedrukkamer wordt genoemd.

Het is het drukverschil tussen beide kamers die het membraan doet vervormen.

Bovenop het membraan rust een membraanschotel die verbonden is met een stalen stift die op zijn beurt een gasklep in het gasgedeelte bedient. Met andere woorden, door het creëren van een drukverschil in het waterhuis zal het gasgedeelte in werking treden.

- Venturi

Het creëren van het drukverschil tussen onder- en bovenkamer wordt bewerkstelligd door de venturi.



De venturi is een pijpje dat aan de ingang plots vernauwt.

Wanneer er water door een buis stroomt, zal bij een vernauwing de snelheid groot zijn, en de druk laag.

Is de doorlaat groot, dan zal de snelheid kleiner zijn en de daarbij horende druk hoog.

De doorlaat van de venturi verloopt trechtervormig van breed naar smal en terug naar breed.

In het nauwe gedeelte van de venturi is de snelheid groot en de druk laag.

In dit punt is de venturi verbonden met de bovenkamer of lagedrukkamer.

Er wordt een onderdruk gecreëerd zodat het bovendeele leegzuigt en het membraan naar boven beweegt zodat de gasklep opgeduwd wordt.

- **Langzaamontstekingsventiel**

Dit onderdeel zorgt ervoor dat de brander langzaam ontsteekt. Dit langzaam ontsteken is noodzakelijk daar er anders een explosieve ontsteking plaatsvindt met grote roetvorming en vervuiling als gevolg.

Dit alles is een gevolg van een tekort aan luchttoevoer en een ophoping van de rookgassen omdat er nog geen trek is ontstaan in de schoorsteen.

De schoorsteen moet eerst opgewarmd worden. Door deze ophoping van de verbrandingsgassen zal de vlam buiten het toestel treden en wordt de mantel oververhit.

We moeten er bijgevolg voor zorgen dat de brander langzaam ontsteekt of met andere woorden dat de gastoevoer langzaam open.

Deze gastoevoer wordt bekomen via de gasklep die door het membraan bediend wordt. Om deze gastoevoer langzaam te laten verlopen tijdens het starten moet de stijgsnelheid van de gasklep in de hand gehouden worden.

Dit wil dus eigenlijk zeggen dat de werking van het membraan moet vertraagd worden.

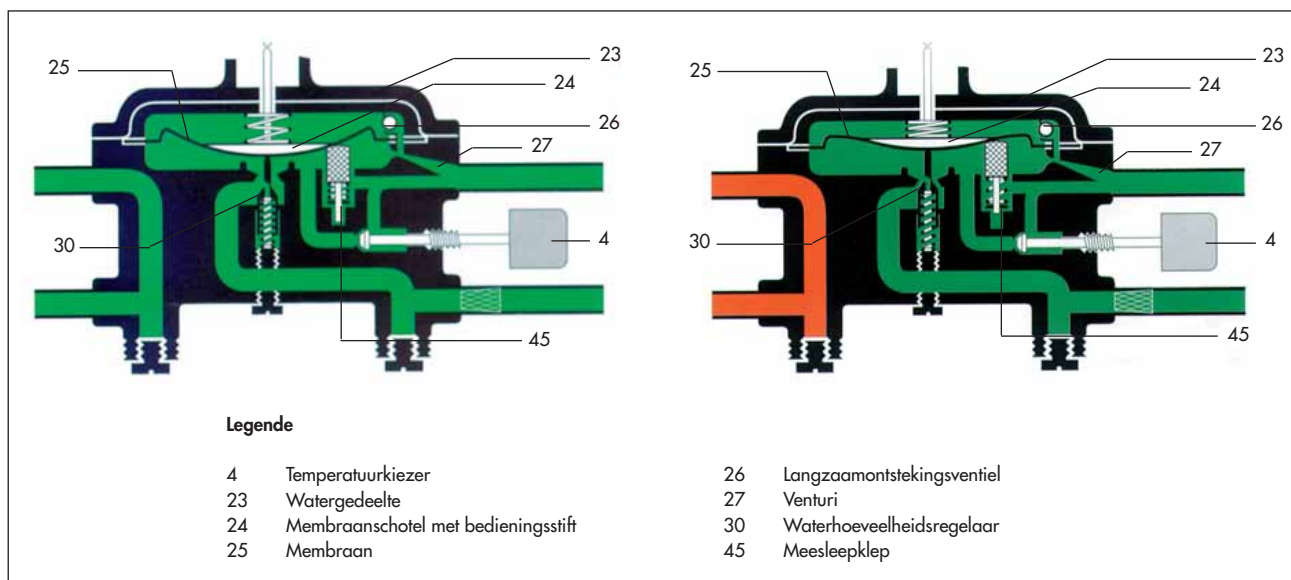
Dit gebeurt met het langzaamontstekingsventiel dat bestaat uit een ventielhuis met enkele boringen. In het ventiel zit een verplaatsbaar kogeltje. Bij het openen van de warmwaterkraan rolt het kogeltje voor een centrale (grotere) boring zodat het water langzaam uit de bovenkamer wordt gezogen.

Bij sluiting van het warm water wordt het water teruggedrukt.

Het kogeltje verplaatst zich en de centrale opening komt vrij zodat men met een snelle vulling van de bovenkamer dus ook een snelle sluiting van de gasklep bekomt.

Hierdoor blijft de brander niet "nabranden".

Het ventiel heeft dus een dubbele functie namelijk: langzaam openen bij het opspringen en vlug sluiten van de gastoevoer bij het dichtdraaien van de warmwaterkraan.



BRON: VAILLANT (DUITSLAND)

- **Temperatuurkeuzeknop**

Op het waterhuis is een met de hand bediende knop aangebracht die het mogelijk maakt de temperatuur van het uitstromende water te regelen. Door deze “kraan” te openen wordt er via een “by-pass” meer koud water tot het toestel toegelaten zodat we een groter debiet verkrijgen. Een groter debiet wil dan ook zeggen een lagere uitstroomtemperatuur.

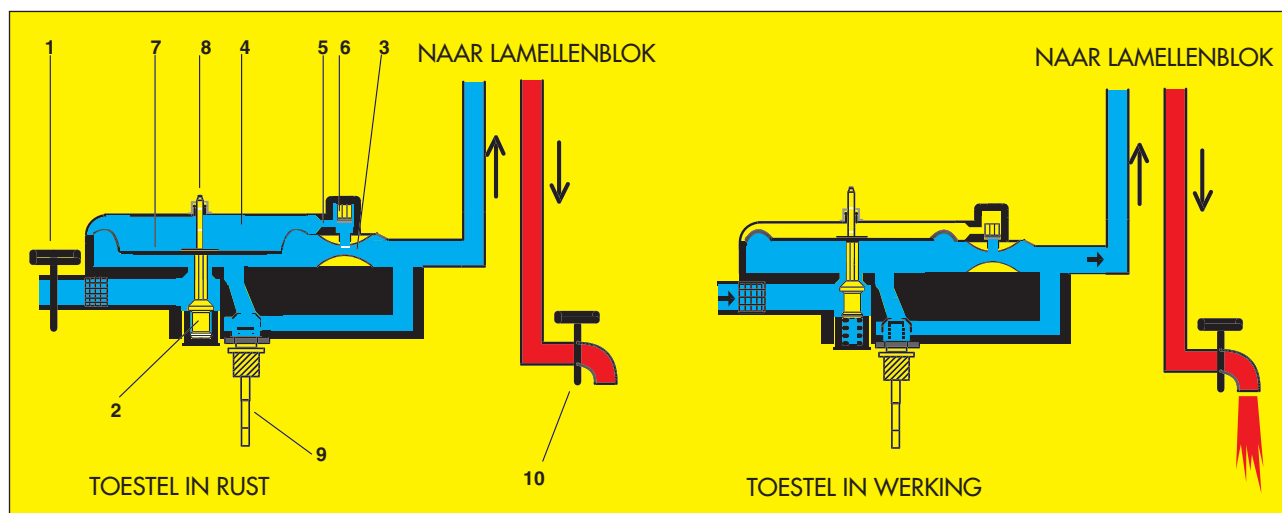
Als de knop terug wordt ingedraaid vermindert het debiet van het uitstromende water. Hierdoor bekomt men een langere verblijftijd van het water in de warmtewisselaar met een temperatuursverhoging tot gevolg.

- **Waterdrukregelaar**

Een doorstroomtoestel geeft altijd de juiste hoeveelheid water, ongeacht de waterdruk van het net. Het debiet wordt in stand gehouden door de waterdrukregelaar, ook waterhoeveelheidsregelaar genoemd.

Bij stijgende waterdruk stijgt het membraan met daaraan gekoppeld een kegelvormige klep die de doorlaat van het water verkleint. Indien de waterdruk daalt wordt de doorlaat verder geopend. Op deze wijze stroomt steeds de juiste hoeveelheid water door het toestel.

- **Werking van het watergedeelte**



Het water stroomt via een stopkraan (1) in het toestel.

Bij het openen van de warmwaterkraan (10) stroomt het water via de waterdrukregelaar (2) in de onderste kamer van het waterhuis door de venturi (3).

Er ontstaat een onderdruk zodat de bovenste kamer van het waterhuis (4) langs het kleine kanaaltje (5) leeggezogen wordt.

In dit kanaaltje zorgt een langzaamontstekingsventiel (6) ervoor dat dit leegzuigen langzaam gebeurt.

Het membraan (7) vervormt en de membraanschotel met opdrukstift (8) stijgt en zal een gasklep openen.

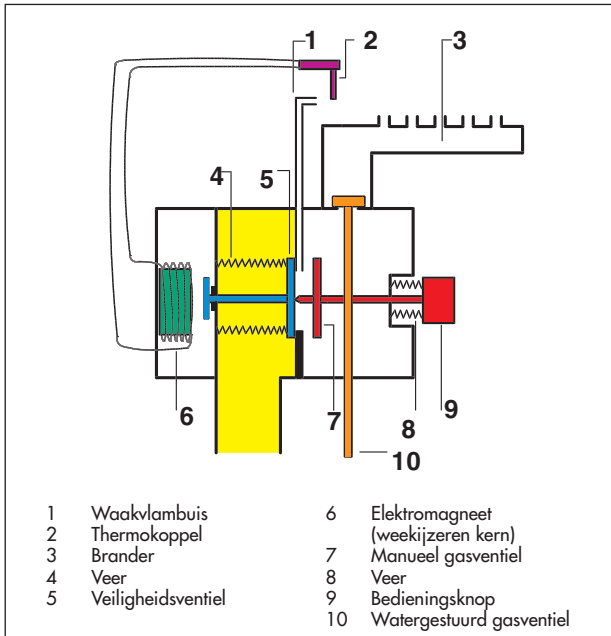
Met de temperatuurkiezer (9) kan het debiet en de daaraan gekoppelde uitstroomtemperatuur geregeld worden.

Wanneer de warmwaterkraan (10) wordt gesloten, wordt de bovenste kamer van het waterhuis onmiddellijk terug gevuld met water via kanaaltje (5), zodat de brander vlug dooft.

### V.3.1.5.2. Het gasgedeelte

Het gasgedeelte bestaat uit 3 belangrijke gasventielen:

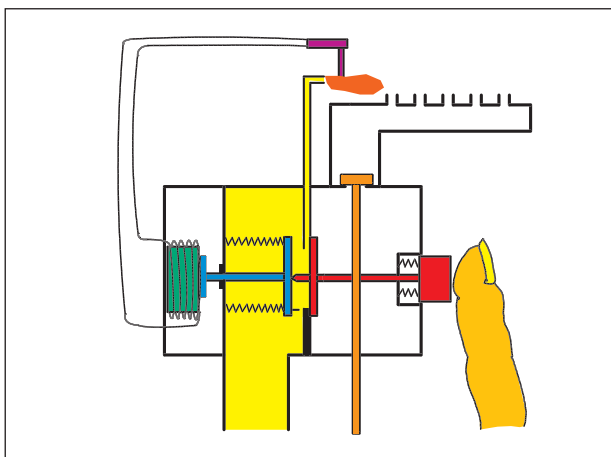
- veiligheidsventiel (elektromagnetisch ventiel),
- gasventiel (manueel bediend),
- watergestuurd gasventiel.



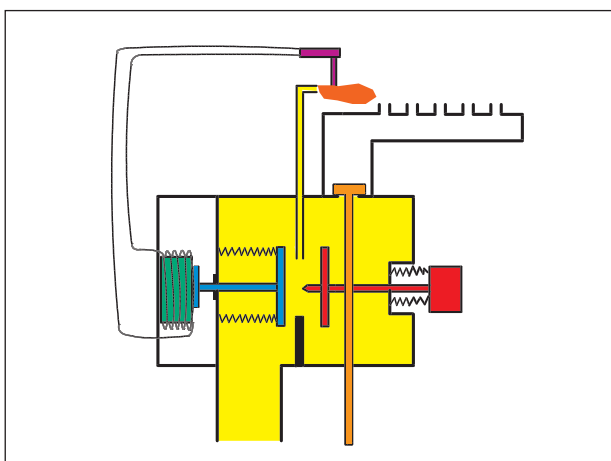
Het veiligheidsventiel (5) zorgt samen met het watergestuurd gasventiel (10) voor de gasafsluiting van het toestel.

Het veiligheidsventiel (5) wordt manueel ingedrukt. Tegelijkertijd wordt het manueel gasventiel (7) dichtgedrukt zodat de hoofdbrander zeker geen gas krijgt.

Het gas stroomt naar de waakvlambrander en wordt ontstoken. Het thermokoppel wordt verwarmd en deze warmte wordt omgezet in enkele millivolts spanning die een magneetventiel (6) bekrachtigt.

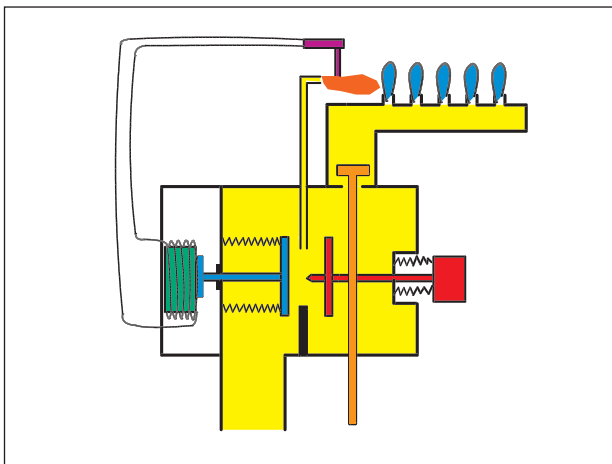


Het veiligheidsventiel blijft geopend zolang de waakvlam brandt.



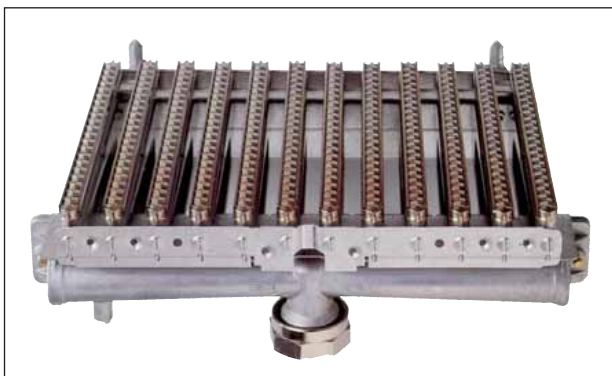
Het manueel gasventiel (7) wordt geopend door de knop los te laten of verder te draaien (afhankelijk van het model).

Het toestel is nu klaar voor bedrijf.



Bij waterafname opent het watergestuurd gasventiel (10) en stroomt het gas naar de brander waar het ontstoken wordt door de waakvlam.

### V.3.1.5.3. Het brandergedeelte



BRON: VAILLANT (DUITSLAND)

De hoofdbrander van een doorstroomtoestel kan samengesteld zijn uit enkele branderelementen die samen het branderbed vormen.

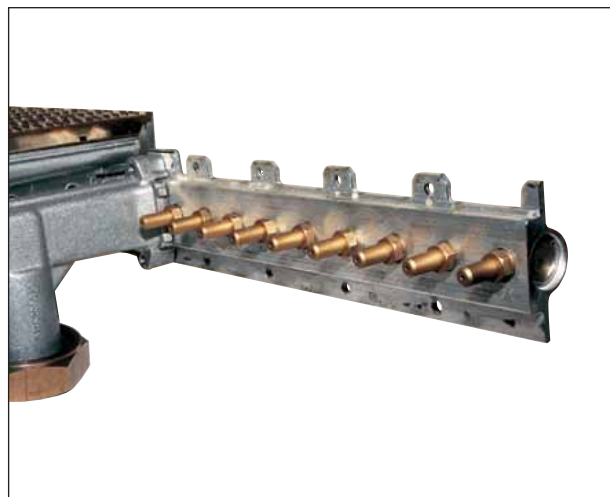
Via de gascollector en sproeier wordt het gas met grote snelheid in de venturi gestuwd.

Hierdoor wordt door het venturi-effect lucht aanzogen.

In de mengbuis worden lucht en gas met elkaar gemengd zodat er een brandbaar mengsel uit het branderbed stroomt.

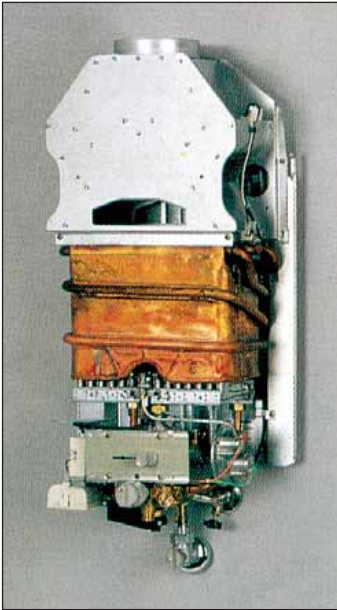


BRON: JUNKERS-SERVICO - AARTSELAAR





#### V.3.1.5.4. Het verwarmingslichaam



BRON: JUNKERS-SERVICO - AARTSELAAR

Het binnenwerk van een doorstroomtoestel bestaat uit een verbrandingskamer en een warmtewisselaar of lamellenblok.

Het geheel is vervaardigd uit koper.

In de verbrandingskamer wordt het gas/luchtmengsel volledig verbrand. De verbrandingsgassen stromen via de warmtewisselaar uit het toestel.

In de warmtewisselaar wordt de warmte van de verbrandingsgassen overgedragen aan het water.

De koudwater-aanvoerleiding wordt enkele malen rond de verbrandingskamer gebogen (serpentine).

Hierdoor ontstaat er een extra koeling zodat bij het dichtdraaien van de warmwaterkraan oplopende temperaturen en kalkvorming vermeden worden.



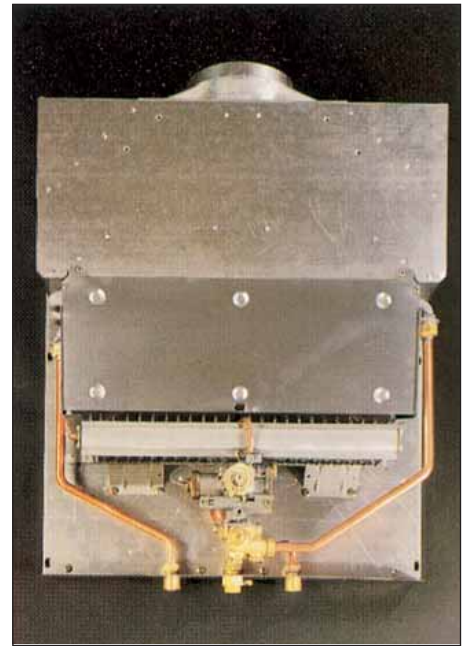
BRON: JUNKERS-SERVICO - AARTSELAAR

Er bestaat ook een doorstroomtoestel met een zogenaamde droge verbrandingskamer.

Het koude water wordt rechtstreeks aangesloten bovenaan het lamellenblok.

De koelende werking van de "serpentine" ontbreekt.

Om bij het sluiten van de kraan te hoog oplopende temperaturen tegen te gaan wordt er een buffervaatje ingebouwd.



BRON: CHAFFOTEUX ET MAURY (FRANKRIJK)

Het buffervaatje wordt door middel van een membraan in 2 delen opgedeeld.

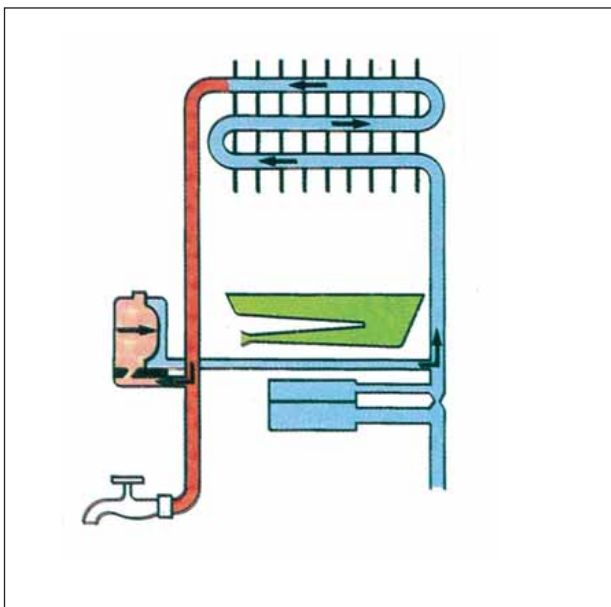
Langs één zijde is het aangesloten op de koudwaterzijde en langs de andere zijde aan de warmwaterzijde van de doorstromer.

Tijdens het tappen van warm water wordt het buffervaatje gevuld met koud water.

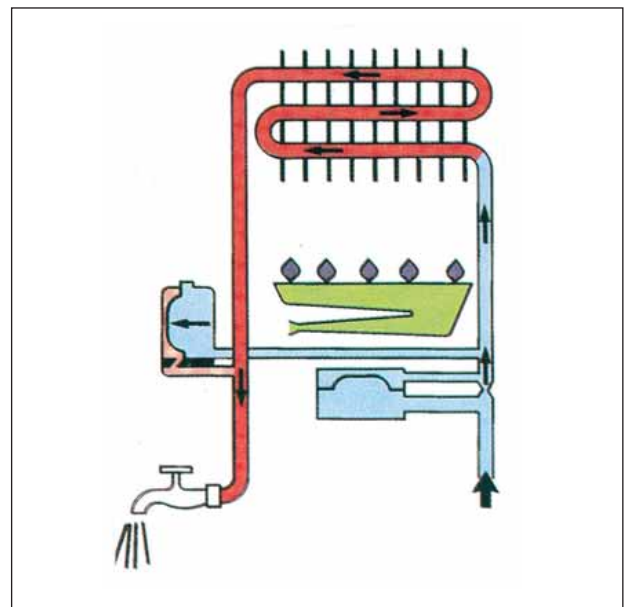
Bij het stoppen van de aftapping stroomt het gestockeerde koude water uit het buffervaatje in de warmtewisselaar. Hierdoor wordt de warmtewisselaar gekoeld waardoor kalkvorming beperkt wordt.

Het warme water uit de warmtewisselaar dat moet plaats maken voor het koude water wordt langs de andere zijde in het buffervaatje opgeslagen.

Tijdens de eerstvolgende tapbeurt stroomt dit water terug uit het buffervat.



BRON: CHAFFOTEUX ET MAURY (FRANKRIJK)



BRON: CHAFFOTEUX ET MAURY (FRANKRIJK)

### V.3.1.6. BEVEILIGINGEN

Zie ook "Module VI – Hoofdstuk IV.4.2. Branderbeveiliging".

#### V.3.1.6.1. De thermo-elektrische beveiliging

Om te voorkomen dat het gas vrij kan uitstromen zonder dat het gas verbrandt (bij doven van de waakvlam) wordt het toestel beveiligd tegen uitdoven.

Eén van deze beveiligingen is de thermo-elektrische beveiliging.

Deze beveiliging bestaat in hoofdzaak uit twee elementen namelijk een **thermokoppel** en een **elektromagneet**.

Het thermokoppel bestaat uit twee verschillende metalen die in één punt gesoldeerd zijn.

Als men het thermo-element verwarmt ontstaat er een potentiaalverschil tussen deze metalen.

De verkregen elektrische spanning is zeer laag (10 tot 60 millivolt gelijkspanning (DC)

(direct current).

Er loopt bijgevolg een elektrische stroom door de spoel van het elektromagneet waardoor de weekijzeren kern gemagnetiseerd wordt.

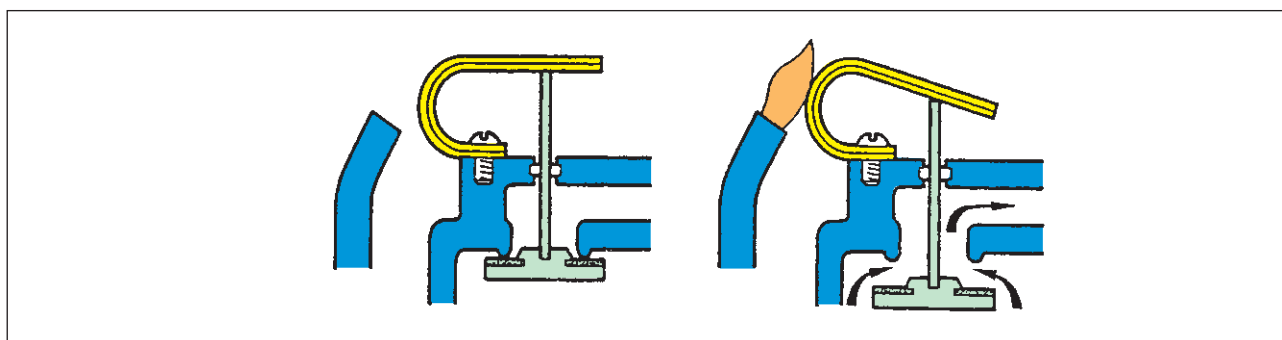
Deze magneet houdt het gastoevoermechanisme open dat men met de hand in werking heeft gezet. (Eerst ongeveer een 30 seconden ingedrukt houden.)

Indien de waakvlam dooft wordt er door het thermokoppel geen spanning meer opgewekt zodat het magnetisme dan ook verdwijnt.

De gasklep wordt met behulp van een veer terug op de zitting gedrukt en de gastoevoer wordt afgesloten.

#### V.3.1.6.2. Bimetaalbeveiliging

Deze beveiliging is niet meer toegestaan voor nieuwe toestellen. Op oudere toestellen vindt men nog een bimetaalbeveiliging.



BRON: RENOVA BULEX - BRUSSEL

Het bimetaal bestaat uit twee verschillende metalen met een verschillende uitzettingscoëfficiënt. Indien men het bimetaal verwarmt (door de waakvlam) zal het kromtrekken (uitzetting in een gekende richting).

Als men er nu voor zorgt dat door de vervorming van het bimetaal er een stift beweegt die verbonden is met een gasklep, is het bimetaal in staat een gasklep te openen, of bij doven van de waakvlam, terug te sluiten.

## Vergelijking bimetaal- en elektro-thermische beveiliging

De bimetaalbeveiliging heeft als nadeel dat enkel de hoofdbrander wordt beveiligd. Het waakvlamventiel blijft geopend en is dus niet beveiligd. Met een thermokoppel daarentegen wordt zowel de waakvlambrander als de hoofdbrander beveiligd.

Een ander voordeel is de vluigere werking van het thermo-element tegenover het bimetaal.

Oudere toestellen met bimetaalbeveiliging moeten vervangen worden door een nieuw toestel. Herstellingen uitvoeren aan zulke toestellen is niet meer verantwoord.

### V.3.1.6.3. Ionisatiebeveiliging

Deze beveiliging berust op de elektrische geleidbaarheid van een gasvlam.

Indien er een vlam wordt gevormd ontstaat er een gelijkgerichte stroom (d.m.v. de ionen van de vlam) van de ionisatie-elektrode naar de branderautomaat welke de gasklep openhoudt.

Indien de vlam dooft stopt de ionisatiestroom naar de branderautomaat en worden de gaskleppen gesloten.

Hierdoor kan er geen onverbrand gas meer naar de brander stromen.

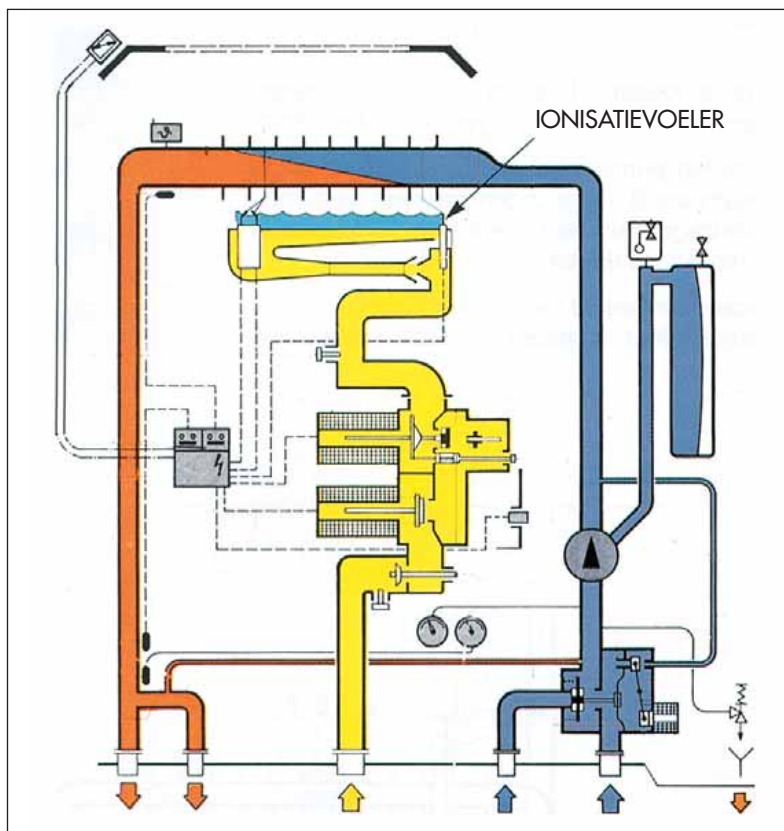
Een eerste voordeel van deze beveiliging is de reactietijd (max. 7 seconden).

De ionisatiebeveiliging werkt onmiddellijk terwijl een thermokoppel nog een 30 à 45 seconden nodig heeft vooraleer het toestel in veiligheid gaat.

Een tweede voordeel is de controle van de verbranding door de ionisatiestroom.

Slechte verbranding, omwille van vervuiling van het toestel of gebrek aan luchttoevoer, beïnvloedt de ionisatiestroom, waardoor het toestel in storing zal gaan.

Deze beveiliging vindt men terug bij toestellen met elektronische ontsteking zonder permanente waakvlam.



### V.3.1.6.4. Beveiliging tegen terugvloeiing

- Doorstroomtoestellen tot en met 20 l inhoud mogen rechtstreeks worden aangesloten aan het leidingwatercircuit.
- Voor combitoestellen is een afsluitkraan, keerklep, controlekraantje en overdrukbeveiliging op het SWW te voorzien.

BRON: JUNKERS-SERVICO - AARTSELAAR

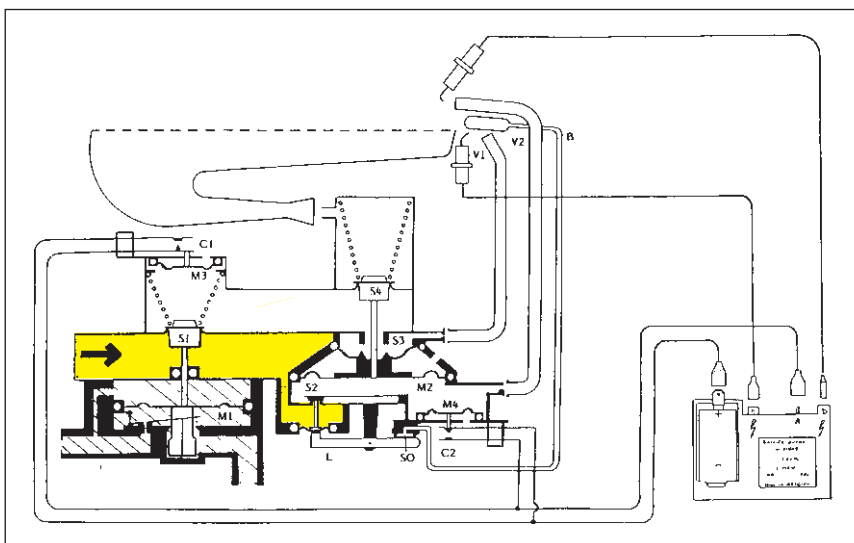
### V.3.1.7. DOORSTROOMTOESTEL ZONDER PERMANENTE WAAKVLAM, MET BATTERIJ-ONTSTEKING

Bij deze toestellen wordt de waakvlam ontstoken bij waterafname. Indien er geen water wordt afgenomen dooft de waakvlam. Dit systeem levert een besparing op vermits het gasverbruik van de waakvlam wegvalt bij stilstand van het toestel. De elektronische ontsteking wordt gevoed met een batterij.

Het toestel wordt beveiligd door middel van ionisatie.

Diverse systemen zijn op de markt , afhankelijk van de fabrikant:

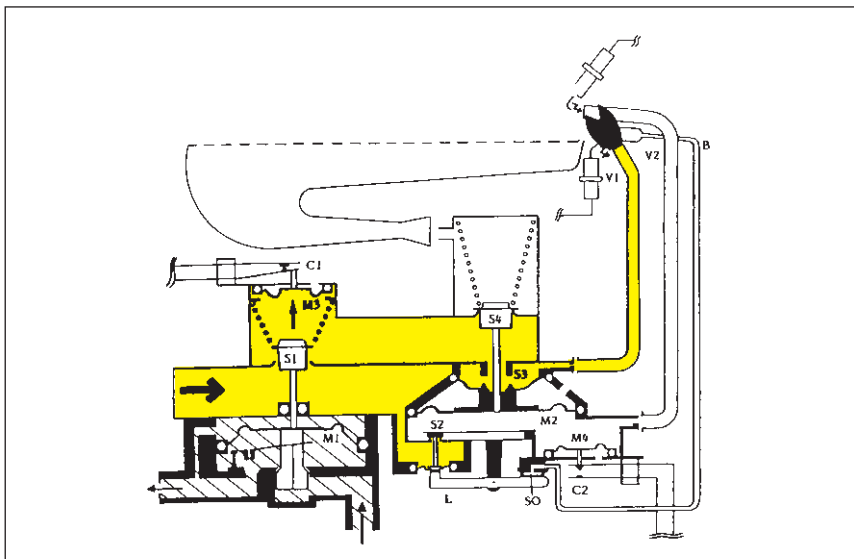
#### System 1: (Werking doorstroomtoestel met batterij)



BRON: RENOVA BULEX - BRUSSEL

#### Schema 1

Er wordt geen water afgetapt.  
Het toestel is niet in bedrijf.



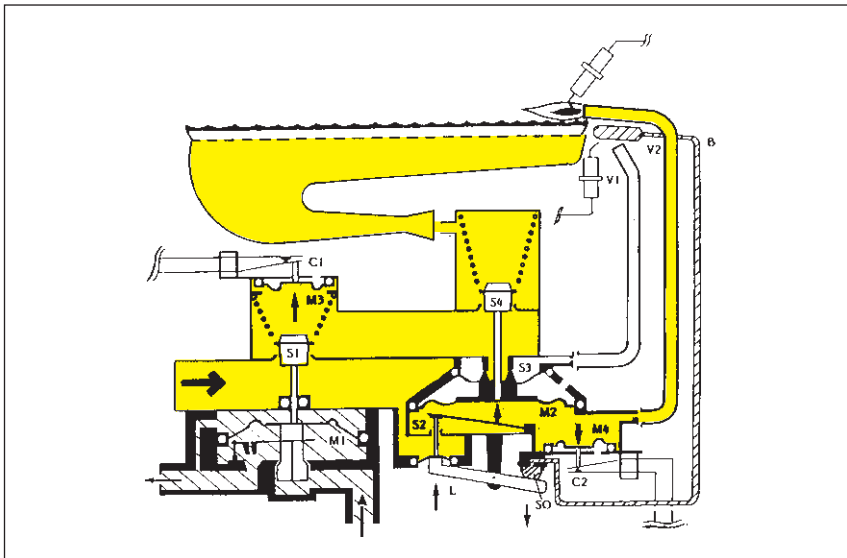
BRON: RENOVA BULEX - BRUSSEL

#### Schema 2

Bij een aftapping groter dan het drempeldebiet ontstaat een drukverschil op membraan M1 en opent gasklep S1.

Het gas onder membraan M3 sluit het contact C1 waardoor vonkvorming ontstaat welke de waakvlam V1 ontsteekt.

De waakvlam V1 warmt de voeler B op.



BRON: RENOVA BULEX - BRUSSEL

### Schema 3

Bij verdere waterafname: de lucht in voeler B zet uit en het membraan SO bedient de hefboom L.

Deze hefboom opent klep S2 zodat het gas toegang krijgt tot het membraan M2 en waakvlam V2.

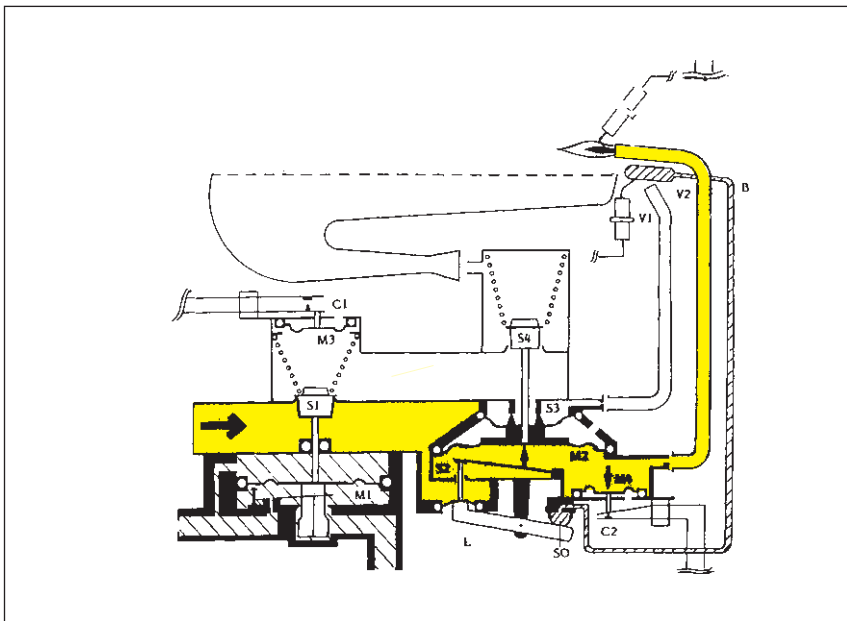
Waakvlam V2 wordt door waakvlam V1 ontstoken.

Membraan M2 opent eveneens de branderklap S4 waardoor het gas naar de brander stroomt.

Het gas wordt ontstoken door waakvlam V2.

Waakvlam V1 dooft doordat S3 sluit.

Het membraan M4 sluit het contact C2. De stralingswarmte houdt voeler B op temperatuur.



BRON: RENOVA BULEX - BRUSSEL

### Schema 4

Bij het sluiten van de warmwaterkraan daalt M1 waardoor S1 sluit en het contact C1 opent.

De hoofdbrander dooft maar waakvlam V2 blijft branden zolang de lucht in voeler B niet is afgekoeld en de hefboom L wordt bediend.

Het contact C2 houdt zolang de beveiliging in stand.

Bij afkoeling van de voeler B (na ongeveer 30 sec.) komen we terug in de stand van schema 1 en de waakvlam V2 dooft uit.

## **Systeem 2: (Werking doorstroomtoestel met batterij)**

Het toestel wordt ontstoken via een branderautomaat.

Het toestel heeft een speciale membraan-servo-klep op het gasblok. Bij de ontsteking wordt niet de hoofdbrander maar wel de waakvlam ontstoken.

Bij het openen van de warmwaterkraan geeft de micro-switch, onderaan de watervalue, contact.

Hierdoor krijgt de branderautomaat spanning.

Deze automaat geeft spanning aan de normaal gesloten (NC = normal closed) waakvlamklep in de servoklep. Deze klep laat gas door naar de waakvlam waar gelijktijdig een hoogspanningsontsteking ontstaat.

De ionisatie-elektrode geeft signaal (A stroom) door naar de branderautomaat.

Bij deze melding wordt de stuurklep, die in spanningsloze toestand open staat (NO = normal open), gesloten.

Het gas voorbij de stuurklep wordt langzaam opgebruikt via de waakvlam. Hierdoor valt de druk achter de membraan langzaam weg zodat onder en boven deze membraan een drukverschil ontstaat en deze membraan beweegt.

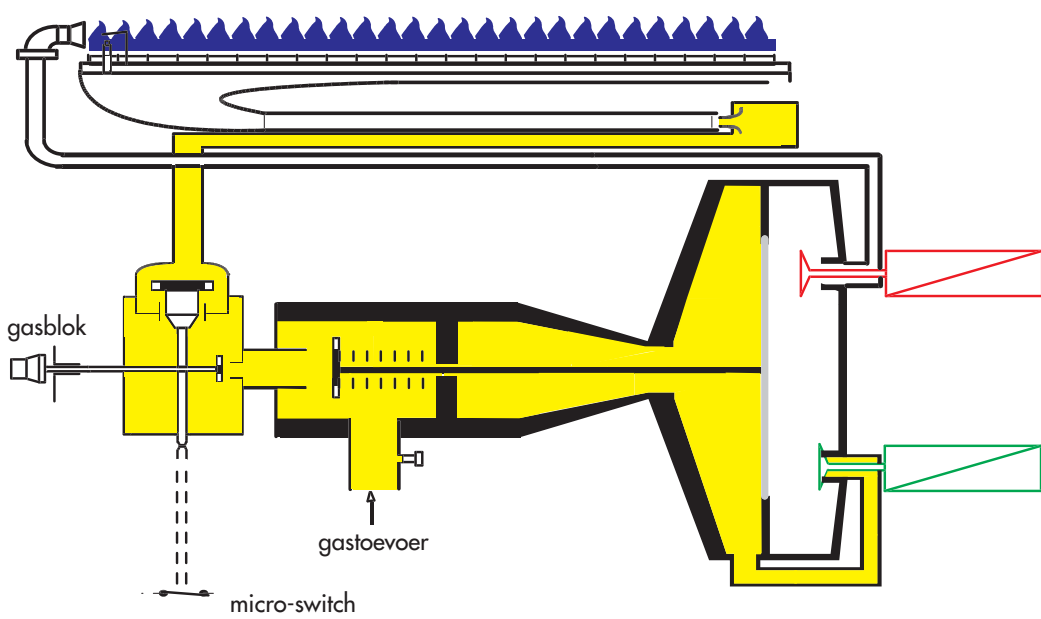
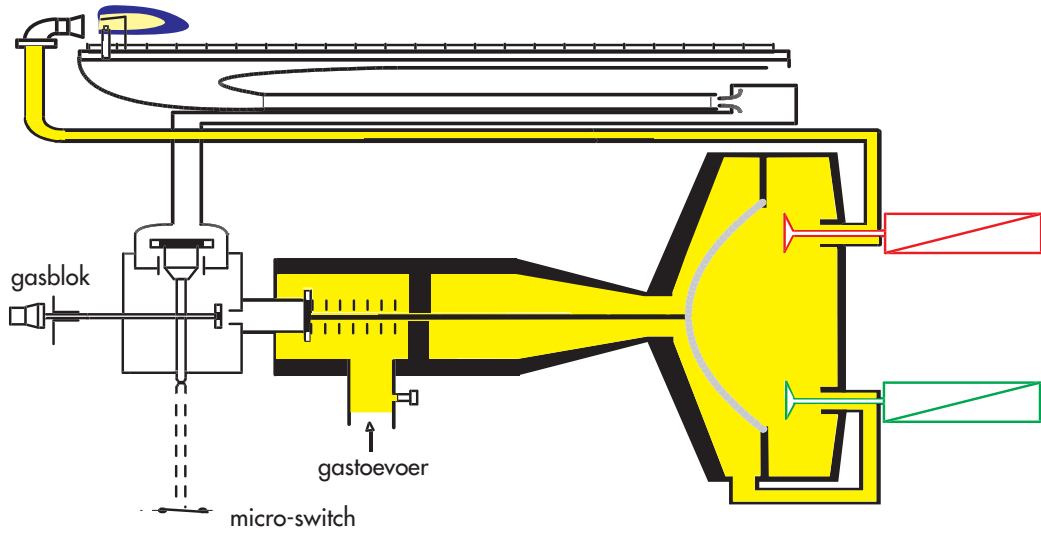
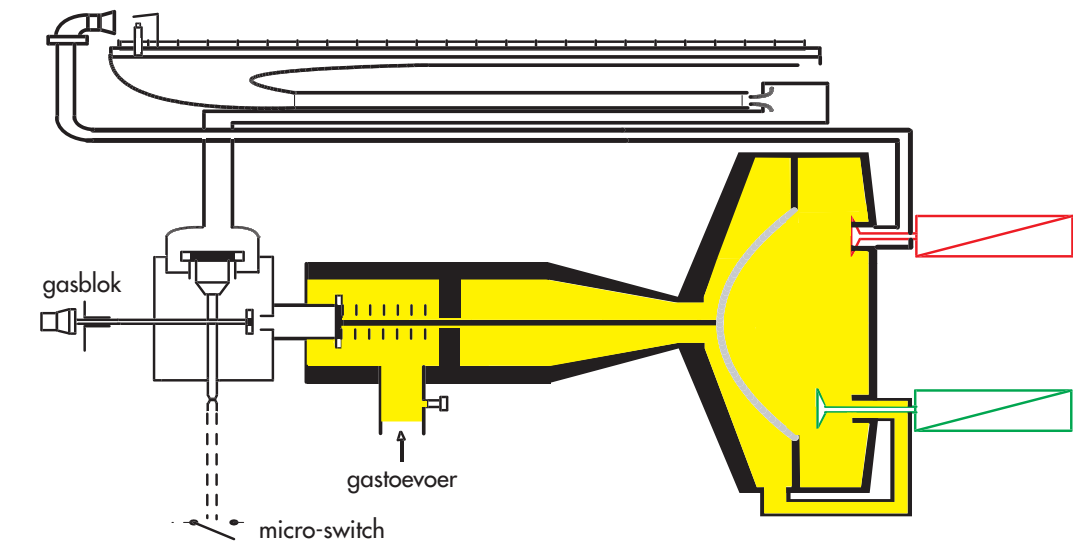
Door deze beweging wordt gelijktijdig de grote gasklep geopend zodat gas naar de brander kan stromen.

Na het aftappen wordt de micro-switch van de watervalue terug geopend zodat de spanning naar de branderautomaat wegvalt. Gelijktijdig valt de spanning op de stuurklep weg, zodat deze, in spanningsloze toestand terug opent. Hierdoor stroomt terug gas achter de membraan waardoor de druk voor en achter de membraan terug gelijk wordt.

De grote gasklep sluit terug en de gastoevoer naar de brander wordt onderbroken.

Het toestel staat klaar om op te springen bij de volgende tapbeurt.

Eénmaal ontstoken, werkt het toestel als een normaal modulerend toestel.





### V.3.1.8. INBEDRIJFSTELLING EN ONDERHOUD

#### Controle tapdrempeldebiet

Bij het in bedrijf stellen wordt het minimumdebiet waarbij het toestel in werking treedt gecontroleerd overeenkomstig het door de fabrikant opgegeven tapdrempeldebiet.

#### Controle nabranden

Er wordt nagegaan of het toestel niet blijft nabranden nadat de warmwaterkraan is gesloten.

Dit nabranden kan veroorzaakt worden door een slecht uitgevoerde installatie of door een fout in het toestel.

Een lange leiding waarin zich een luchtzak bevindt kan het toestel laten nabranden.

Andere oorzaken zijn:

- het langzaamontstekingsventiel dat slecht functioneert,
- de venturi die verkalkt is,
- de stift van de membraanschotel die heeft gelect en blijft hangen,
- de drukregelaar die niet goed functioneert.

#### Controle TTB

Bij een goede schouw zal de TTB het toestel niet uitschakelen. Daarom moet bij elk onderhoud de werking gecontroleerd worden. Hiervoor moet de schouwbuis gedemonteerd worden, en de uitgang van het toestel volledig afgedekt worden met een hittebestendige plaat.

Het toestel opstarten en laten branden op zijn volle vermogen.

Binnen de 2 minuten moet de TTB het toestel uitschakelen.

Indien niet, de TTB vervangen.

Na deze test de schouwbuis terug correct monteren.

#### Controle van het vermogen

De relatie tussen het vermogen, het debiet en de temperatuurverhoging wordt gecontroleerd aan de hand van de formule

$$P = \frac{q_v \times \Delta T \times c}{60 \text{ sec.}}$$

waarbij: P = vermogen in kW

$q_v$  = debiet in liter per minuut

$\Delta T$  = temperatuurverschil tussen koud en warm water

c = soortelijke warmte van water = 4,185 kJ/kg x K

Bij volgende afwijkingen de overeenkomstige maatregelen treffen:

*Te groot debiet:*

- drukregelaar, membraan en temperatuurkiezer controleren.

*Te lage temperatuurverhoging:*

- voedingsgasdruk controleren, eventueel gasleiding aanpassen of gasmaatschappij verwittigen;
- toestel ontkalken.

**Algemene opmerking:** bij te hoog debiet en/of te lage temperatuur, nagaan of er geen koud water ongewild wordt bijgevoegd in de installatie.

Beste controle: afsluitkraan van het toestel dichtdraaien en nagaan of er nog water uit de warmwaterkraan komt. Dit euvel komt veel voor waar elders in de installatie thermostatische of ééngreepsmengkranen gebruikt worden. Deze kranen kunnen bij defect koud water bijmengen in de warmwaterleidingen.

### V.3.2. ELEKTRISCHE DOORSTROMERS

Deze toestellen schakelen automatisch aan bij het opendraaien van de warmwaterkraan en schakelen weer uit bij het dichtdraaien ervan.



BRON: AEG

Er bestaan toestellen met een klein vermogen (3,7 kW) die worden aangesloten op een éénfasig stroomnet 230 V (AC - Alternating current).

Deze toestellen worden geleverd met een speciale kraan en leveren warm water enkel voor de wasbak.

De toestellen worden rechtstreeks onder of boven een wastafel gemonteerd.

Het toestel heeft via de speciale kraan een open verbinding met de buitenlucht. Deze verbinding mag nooit afgesloten worden.



BRON: RENOVA BULEX - BRUSSEL

Grotere elektrische doorstroomtoestellen hebben een vermogen van 12 kW tot 24 kW en leveren een waterdebiet tot 8 liter bij een  $\Delta T$  van 40 K.

Deze toestellen worden aangesloten op een driefasig stroomnet (3 x 230 V/AC of 3 x 400 V/AC). (Niet overal beschikbaar. Raadpleeg de elektriciteitsmaatschappij.)

De elektrische doorstroomtoestellen worden beveiligd door een ingebouwde drukschakelaar en veiligheidsthermostaat. Sommige modellen zijn uitgerust met een elektronische microprocessor die het vermogen aanpast in functie van druk en debietschommelingen en de gevraagde uitgangstemperatuur.

## V.3.3. WARMTEWISSELAAR-DOORSTROMERS

### V.3.3.1. PLATENWARMTEWISSELAAR



BRON: ALFA LAVAL (NEDERLAND)

#### Omschrijving

Een toestel geschikt voor de directe productie van sanitair warm water door middel van een snelle platenwarmtewisselaar.

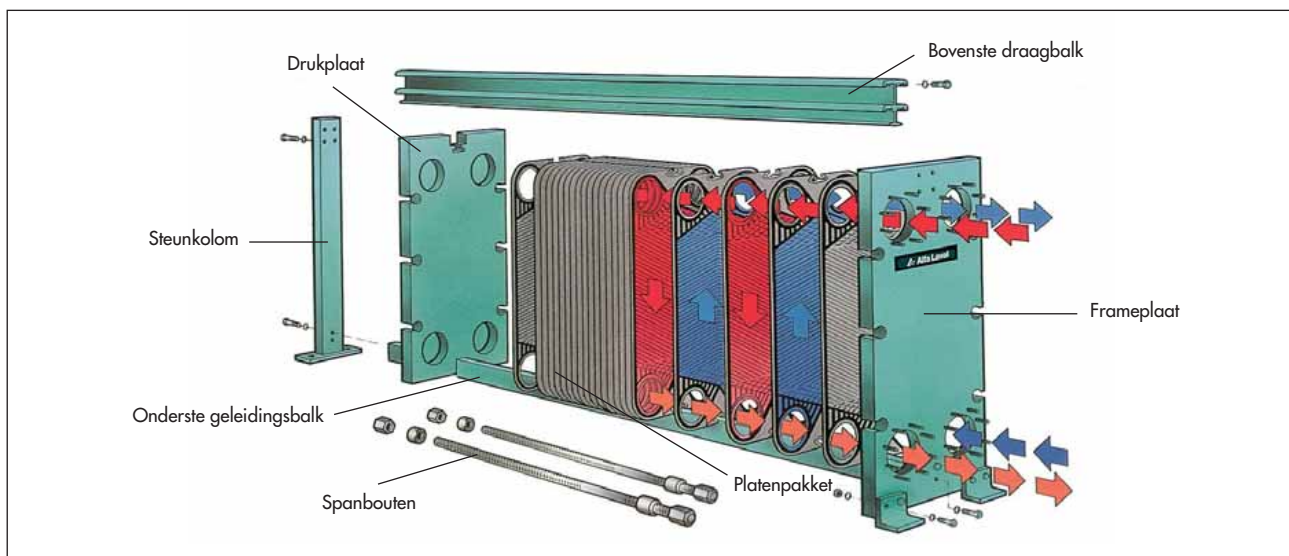
#### Toepassing

Geschikt voor alle sanitair-warmwaterbereidingen zoals in:

- standaardwoningen,
- luxeappartementen,
- hotels,
- sportcomplexen,
- hospitalen of rusthuizen.

#### Werking

De warmtewisselaar is opgebouwd uit een pakket geprofileerde roestvaststalen platen die gezamenlijk kanalen vormen, waardoor het verwarmingswater (primair) en het sanitair tapwater (secundair) stromen. De platen zijn zodanig van pakkingen voorzien dat de beide vloeistoffen tussen de platen worden geleid zonder met elkaar in contact te komen. Het platenpakket wordt met trekbouten samengeperst tussen twee drukplaten. Door de rangschikking van platen en pakkingen worden de twee vloeistofstromen in tegenstroom afwisselend tussen de warmteplaten geleid. Er zijn zoveel doorstromingen als er platen zijn. Er zijn ook pakkingloze platenwarmtewisselaars, waarbij de platen onder vacuüm aan elkaar zijn gesoldeerd, geschikt voor hoge temperaturen en hoge drukken.



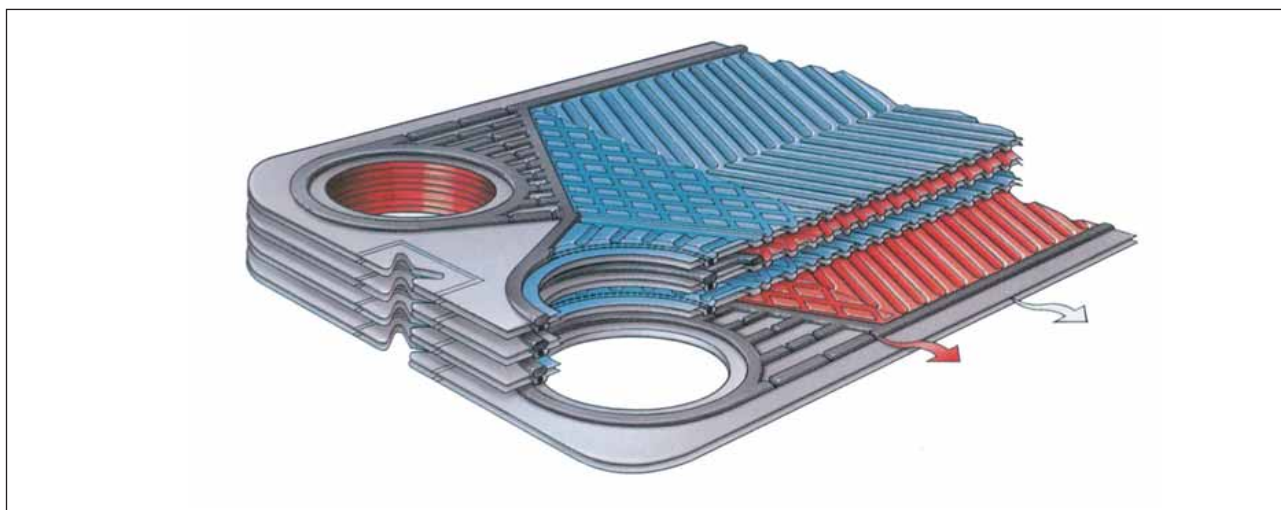
BRON: ALFA LAVAL (NEDERLAND)

De inhoud (voorraad) van de platenwarmtewisselaar is klein. Het warm-tapwatersysteem dient met een sanitair-watercirculatiepomp te worden uitgevoerd. De pomp zorgt voor een minimum water-volume-circulatie (volgens opgave fabrikant) over de zogenaamde secundaire waterzijde (sanitair warmtapwater) van het doorstroomtoestel. Indien nodig, kan tussen de warm-tapwaterleiding en de tapwatercirculatieleiding een kortsluitleiding (by-pass) worden aangesloten, zodat de circulatievolumestroom over het warm-tapwatersysteem kan beperkt worden om onnodig energieverbruik te beperken.

Naargelang de aard van het verwarmingswater moeten aangepaste beveiligingen tegen terugvloeiing op het SWW worden voorzien. (Zie module IV. 1.4.2).

- **Platenwisselaar met dubbele wand**

Voor situaties waarin hoge eisen worden gesteld aan de beveiliging van het tapwater tegen verontreiniging door vreemde stoffen zijn platenwarmtewisselaars ontwikkeld met dubbele scheiding. Tussen beide vloeistoffen (primair en secundair) bevinden zich altijd twee platen. Indien een plaat lekt, dan treedt de vloeistof tussen de dubbele wand naar buiten. Een lek kan zo direct zichtbaar waargenomen worden.



BRON: ALFA LAVAL (NEDERLAND)

### V.3.3.2. BUIZENWARMTEWISSELAAR

#### Omschrijving

Een toestel geschikt voor de directe opwarming van verwarmingswater en sanitair tapwater met gebruikmaking van afvalwarmte uit de industrie, bedrijven of huishoudens.

#### Toepassing

Geschikt voor bereiding van verwarmingswater en sanitair warm water voor:

- standaardwoningen,
- luxeappartementen,
- hotels,
- sportcomplexen,
- zwembaden,
- hospitalen of rusthuizen,
- collectieve warmwaterinstallaties.

Het vermogen en het warmwaterdebiet is afhankelijk van de primaire watertemperatuur (b.v. afvalwarmte van een elektriciteitscentrale), het aantal buizen in de wisselaar en de secundaire (gevraagde) watertemperatuur.

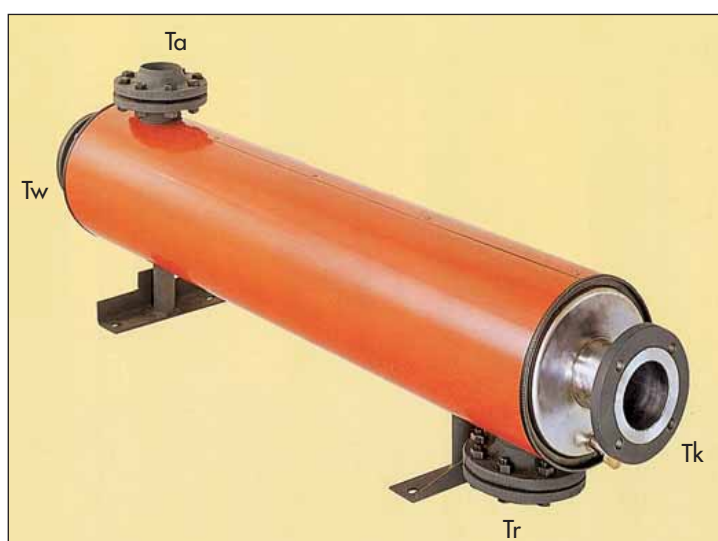
### Vermogens bij verschillende temperatuurspreidingen

Temperaturen in °C		Vermogen in kW	Doorstromingshoeveelheid in m <sup>3</sup> /h	
Primair	Secundair		Primair	Secundair
90/70	10/80	34	1,46	0,42
		100	4,30	1,23
90/70	60/80	10	0,43	0,43
		32	1,38	1,38
90/60	45/65	11	0,32	0,47
		50	1,43	2,15
		110	3,15	4,73
90/50	10/60	15	0,32	0,26
		60	1,29	1,03

### Werking

Het te verwarmen water (b.v. sanitair tapwater) met een begintemperatuur inlaat (Tk) en een eindtemperatuur uitlaat (Tw) en het verwarmende medium (b.v. CV-water) met een temperatuur tussen Ta en Tr kruisen elkaar in tegenovergestelde richting, vandaar de benaming tegenstroom.

Voordelen bij toepassing van een tegenstroomapparaat zijn een relatief grote warmte-overdracht (grote capaciteit), geringe afmetingen ten opzichte van boilers en een lagere stromingsweerstand ten opzichte van gaswandketels.



BRON:  
VIESSMANN (DUITSLAND)

### V.3.4. COMBI-TOESTEL VOLGENS HET DOORSTROOMPRINCIPE (DE GASWANDKETEL) – Zie ook V.5.

#### V.3.4.1. ALGEMEEN

De gaswandketel is ontstaan begin 1960 uit het principe van de badverwarmer (doorstroomtoestellen voor sanitair-warmwaterbereiding).

Het was de bedoeling een zeer klein toestel te maken voor zowel centrale verwarming als sanitair-warmwaterbereiding.

Door het toestel aan de wand te hangen werd de oppervlakte op de grond vrijgemaakt voor andere doeleinden. Deze eerste gaswandketels waren uitgerust met dezelfde onderdelen als de warmwater-doorstroomtoestellen.

Het expansievat, de circulatiepomp en het overdrukventiel werden steeds ingebouwd om plaats te besparen. Het was de membraan van de waterkraan welke door de pomp werd omhooggeduwd om op die manier de gaskleppen te openen.

Hierbij werd steeds gebruik gemaakt van toestellen met waakvlamontsteking en thermokoppelbeveiliging.

Het grote nadeel van deze toestellen was het minimaal vereiste waterdebiet in de installatie om het toestel te laten ontsteken, het moeilijk ontluchten omwille van de hydraulische sturing en het gevaar van condensatievorming in de warmtewisselaar.

De toestellen bestonden in vermogens van 18 kW (15000 kcal/h) tot 28 kW (24000 kcal/h), zowel met schoorsteenaansluiting als gevelafvoer (gesloten toestellen met natuurlijke afvoer van rookgassen en aanzuiging van verse lucht via een koker door de muur) (type C<sub>11</sub>).

Deze rookgasafvoer zonder ventilator wordt ook toegepast bij gaskachels en warmwatertoestellen.

Vanaf 1977 ontstaat de volgende generatie van de gaswandketels.

Hierbij wordt gebruik gemaakt van een direct elektrisch gestuurd gasblok (zoals bij vloerketels), een droge verbrandingskamer en een warmtewisselaar met nog kleinere waterinhoud.

De waterinhoud van de warmtewisselaar bedraagt maximaal 1 à 2 liter, waardoor de temperatuur van de ketel vlug oploopt. Dit kan leiden tot oververhitting en vervroegde slijtage.

Daarom worden van zowel de fabrikant als van de installateur bijzondere maatregelen verwacht.



BRON: VISSMANN (DUITSLAND)

Om de temperatuur te beheersen laat de fabrikant zijn toestel modulerend werken (veranderlijk vermogen) via de ketelaquastaat en soms ook via de regelapparatuur (kamerthermostaat, weersafhankelijke regeling, enz.)

Dit is mogelijk dankzij de ingrijpende evolutie van de elektronica in de verwarmingsketels.

Aan de hand van NTC of PTC voelers, via een ingebouwde microprocessor, kan de temperatuur in de ketel beter in de hand gehouden worden.

De pomp wordt elektronisch gestuurd zodat deze kan blijven nadraaien wanneer de ketel uitschakelt. Dit kan zowel tijdsgebonden (b.v. 3 min.) of temperatuursafhankelijk zijn.

Bij sommige toestellen wordt een automatische bypass ingebouwd om steeds een minimumdebiet te verzekeren ofwel wordt gevraagd minstens 1 radiator open te laten.

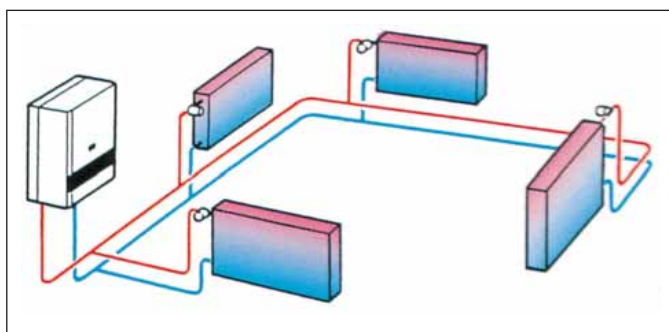
De installateur moet, meer dan bij vloerketels, er voor zorgen dat de gaswandketel goed zijn warmte kan afgeven.

### Hiervoor moet gelet worden op volgende punten

Er moet steeds voldoende debiet zijn in de installatie. Daarom moeten de leidingen groot genoeg zijn, de kringloop niet te lang (zo weinig mogelijk radiatoren op één kring) en zo weinig mogelijk thermostatische kranen op de radiatoren.

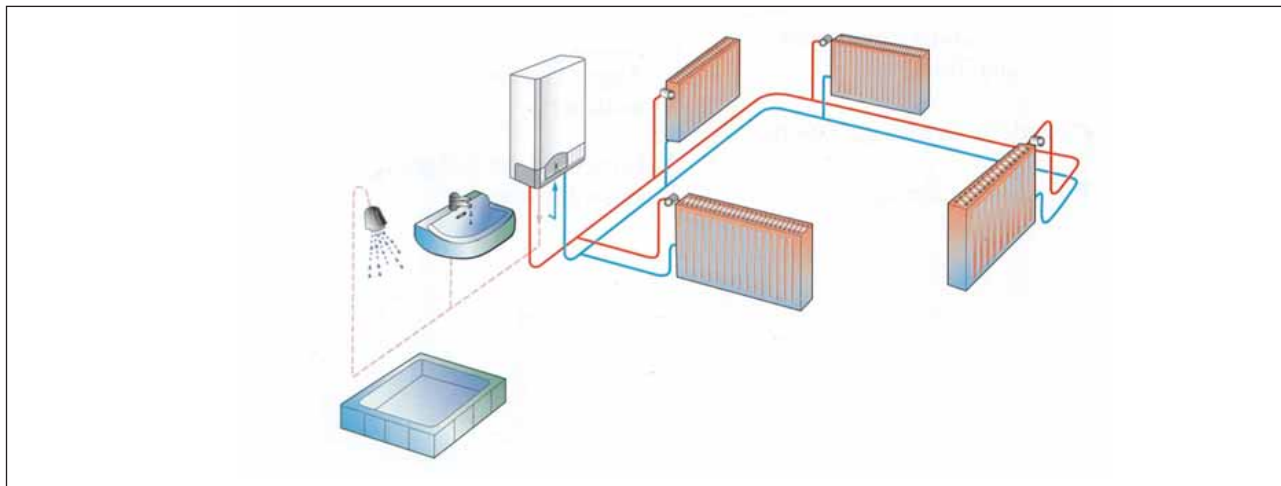
Het is ook belangrijk de gaswandketel juist te dimensioneren. Een te groot vermogen leidt onvermijdelijk tot overtemperatuur en vervroegde slijtage.

Het is ook aan te raden om bij gaswandketels minimum 1 radiator open te laten, liefst in de ruimte waar de kamerthermostaat is geplaatst.



BRON: JUNKERS-SERVICO - AARTSELAAR

Sinds 1977 is het gamma van de gaswandketels ook sterk uitgebreid:

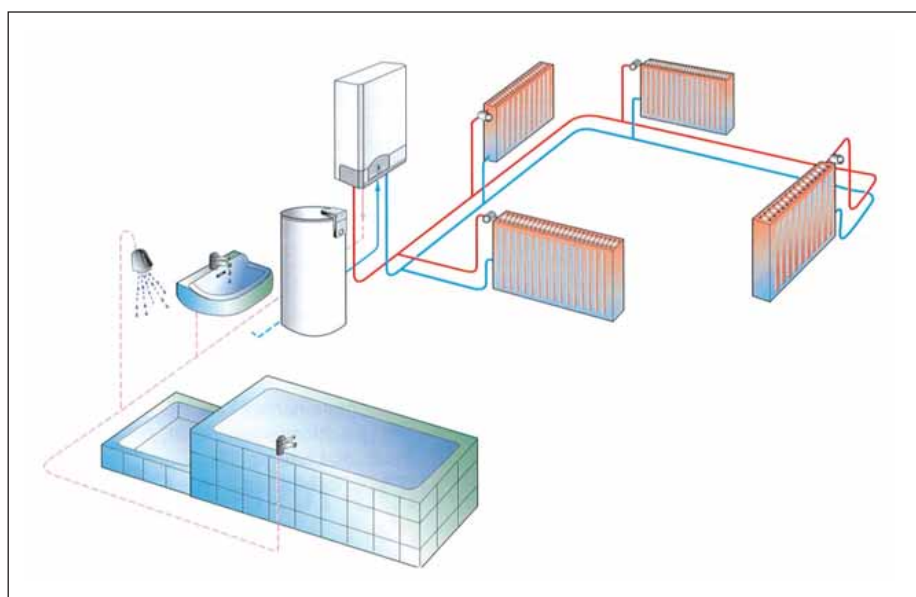
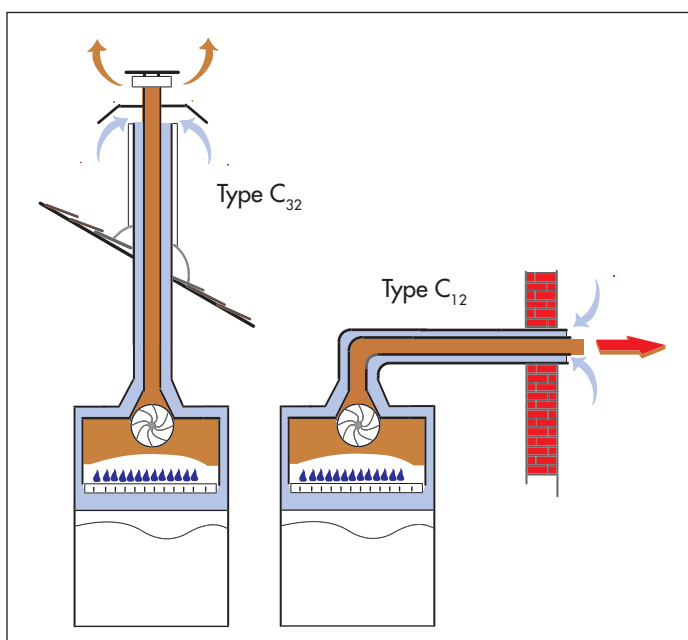


BRON: JUNKERS-SERVICO - AARTSELAAR

Gaswandketels met inox warmtewisselaar kunnen rechtstreeks op lage temperatuur gestookt worden (b.v. 20 à 25 °C bij vloerverwarming).

De gesloten toestellen zijn nu uitgerust met een ventilator zodat de afvoer van de rookgassen en de toevoer van verse lucht via een buis met kleine diameter kan gebeuren, zowel door de gevel als via het dak. Deze toestellen maken de mogelijkheden nog groter omdat de ketel in elke ruimte, zelfs ingebouwd in een kast, kan geplaatst worden.

Er is zelfs geen luchttoevoer vereist vanuit de ruimte waar het toestel staat opgesteld. Het warmwatercomfort van de gewone gaswandketel is beperkt. Daarom worden nu ook gaswandketels gecombineerd met boilers met ingebouwde warmtewisselaar.



BRON:  
JUNKERS-SERVICO - AARTSELAAR



### V.3.4.2. WARMWATERBEREIDING VOLGENS HET DOORSTROOMPRINCIPE MET DE GASWANDKETEL

Zoals de warmwater-doorstroomtoestellen is de gaswandketel uitgerust met een sanitaire waterkraan.

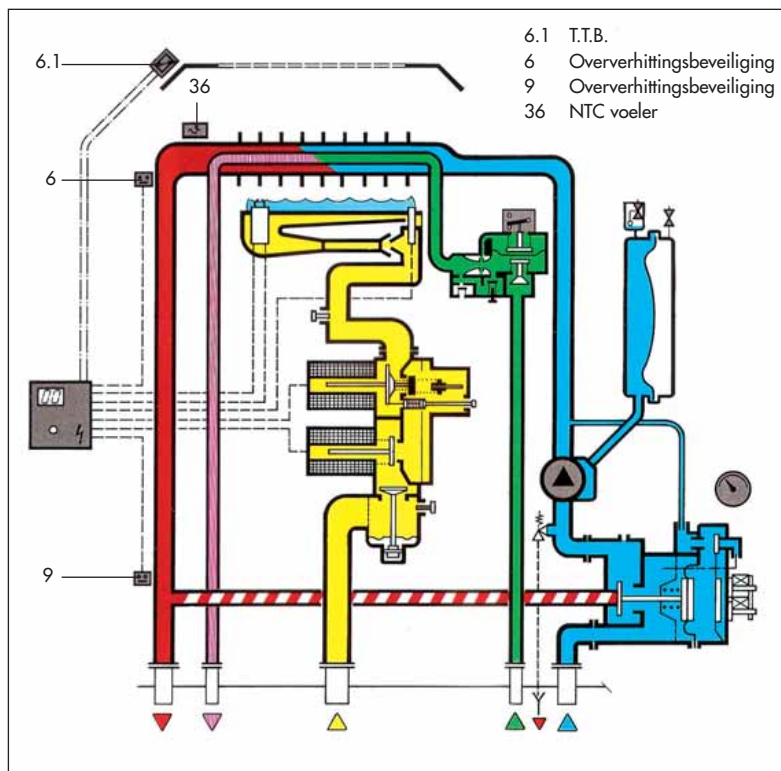
Deze waterkraan bedient via zijn membraan, een micro-switch, die via de elektronische schakelkast de ketel doet opspringen. Hierbij is wel een minimum afnamedebiet van 2,5 l/min. vereist.

Anderzijds is ook het maximumdebiet beperkt in verhouding met het vermogen van het toestel.

Dit laatste is belangrijk om zowel in de zomer als in de winter voldoende hoge temperaturen te bereiken.

Een NTC of PTC voeler (nr. 36 in de tekening) meet de temperatuur en door de modulerende werking (aanpasbaar vermogen met een minimum van 45 % van het maximumvermogen) wordt de temperatuur begrensd op 60 °C.

Deze techniek laat toe om bij alle mogelijke debieten (van zeer klein tot groot) het toestel te laten functioneren. Daarom kunnen zonder problemen ééngreeps-mengkranen en thermostatische kranen gebruikt worden.



### V.3.4.3. DE TTB (thermische terugslagbeveiliging) (Nr. 6.1 in de tekening)

Zoals bij de warmwater-doorstroomtoestellen zijn vanaf 1 januari 1996 ook de gaswandketels verplicht uitgerust met een rookgasbeveiliging of TTB.

De beveiliging schakelt de toestellen uit wanneer de schoorsteen onvoldoende trekt (waardoor de rookgassen terugslaan).

Omdat het hier gaat om een verwarmingstoestel, springt het toestel automatisch terug op na minimum 10 minuten onderbreking.

### V.3.4.4. DE OVERVERHITTINGSBEVEILIGING (Nr. 6 en 9 in de tekening)

De toestellen zijn ook uitgerust met een oververhittingsbeveiliging die bij een te hoge watertemperatuur in de warmtewisselaar (lamellenblok) de thermokoppelkring onderbreekt.

Bij toestellen met een ionisatiebeveiliging wordt een storing gemeld.

### V.3.4.5. DE BEVEILIGING TEGEN TERUGVLOEIING

Zie module IV. I.4.1.

### V.3.4.6. INBEDRIJFSTELLING

#### Basiscontrole

- De gasaansluitingen van het toestel op gasdichtheid controleren door middel van afzeppen bij een normale gasbedrijfsdruk.  
De aansluitingen zijn gasdicht indien er geen zeepbellen op de aansluitingen voorkomen.
  - Nazicht van de inbedrijfstelling
1. Is de waterdruk goed: is het toestel ontluicht; de elektrische voeding 230V/AC (Alternating current = wisselspanning)?
  2. Is de schoorsteen in orde volgens de normen?
  3. Is er voldoende verluchting van de ruimte waar het toestel staat opgesteld?
  4. Is de schoorsteentrek zoals het hoort?
  5. Heeft u uw installatie gespoeld (CV-, sanitair- en gaszijdig)?
  6. Atmosferische toestellen (waarbij de plaatselijke omgevingslucht benut wordt) mogen niet in lokalen geplaatst worden waar zich voor de verbranding schadelijke producten bevinden (kapsalons, laboratoria).
  7. Is de gasdruk correct aan de ingang van het "toestel in werking" ?

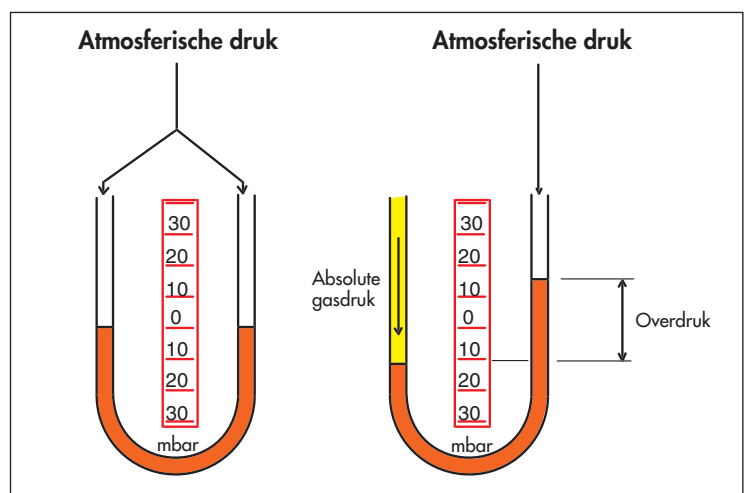
Statisch (toestel niet in werking)

- aardgas L G25 : 25 mbar (2500 Pa)
- aardgas H G20 : 20 mbar (2000 Pa)
- butaangas : 28 mbar (2800 Pa)
- propaangas : 37 mbar (3700 Pa)

De installateur moet hier zelf instaan voor de correcte gasdruk:

met een vaste ontspanner van 28 mbar butaan of 37 mbar propaan, of aan de hand van een regelbare ontspanner, waarbij de correcte gasdruk met behulp van een gasdrukmeter moet ingesteld worden. Let ook op het debiet van de ontspanners!

8. Dynamisch, op vol vermogen, mag de gasdruk slechts 1 mbar dalen (als de gasdruk meer dan 1 mbar daalt, moet de diameter van de gasleiding opnieuw berekend worden).



9. Terugslagbeveiliging TTB controleren: het toestel in werking stellen zonder de schoorsteen-aansluiting.  
Vervolgens de rookgasuitgang van het toestel afsluiten door middel van een niet-brandbare plaat. Omdat er nu een rookgasterugslag van 100 % is moet het toestel binnen de 2 minuten werking in veiligheid vallen.

### V.3.4.7. ONDERHOUD

Een jaarlijks onderhoud is niet wettelijk verplicht, maar het is wel aan te raden om jaarlijks het toestel op veiligheid en kleine verborgen gebreken te controleren.

#### V.3.4.7.1. Vlammenbeeld controleren

- Stabiliteit
- Kleur: is de vlam mooi blauw?  
Indien niet, de brander demonteren en reinigen van de primaire luchttoevoeropeningen, spuitstukken en branderbed.

Als er enkel stof op de gedemonteerde onderdelen zit, dit gewoon uitblazen met perslucht.

Indien het toestel geplaatst is in een badkamer of keuken, de brander ontvetten door middel van water gemengd met soda of met een voorgeschreven reinigingsproduct.

Voor hermontage moeten alle branderonderdelen grondig droog zijn.

#### V.3.4.7.2. Bij terugslag van de vlammen aan de brander

De warmtewisselaar controleren op vervuiling tussen de lamellen.

De warmtewisselaar demonteren en reinigen door middel van water gemengd met soda of een voorgeschreven reinigingsproduct.

Bij roetvorming moet men bijzonder opletten of er voldoende verse lucht wordt toegevoerd (minimum onderaan in het lokaal, 5 cm<sup>2</sup> per kW geïnstalleerd vermogen met een minimum van 150 cm<sup>2</sup>).

**Let op: GEVAAR VOOR CO-VERGIFTIGING**

#### V.3.4.7.3. Bij lawaai van de warmtewisselaar en/of vermindering van debiet en temperatuur van zowel de kringloop CV als de sanitaire kringloop

Controleren op vervuiling en/of aankalking

De warmtewisselaar demonteren en enkel deze ontkalken door middel van een ontkalkingspomp en het geschikte ontkalkingsproduct op basis van een licht zuur.

De maximum-ontkalkingstijd bedraagt 30 minuten. Indien langer kan er beschadiging van de warmtewisselaar optreden door aantasting van het zuur.

De vervuilde CV-kringloop van de warmtewisselaar reinigen d.m.v. een ontkalkingspomp en het geschikte ontkalkingsproduct, op basis van een licht zuur.

Indien nodig de CV-kringloop van de installatie reinigen d.m.v. een reinigingsproduct, in samenspraak met de ketelfabrikant.

#### V.3.4.7.4. Controle van de veiligheden

- **Bij een waakvlamtoestel**

De sluittijd van de thermokoppelkring en het sluiten van de magneetklep controleren door de waakvlam uit te blazen.

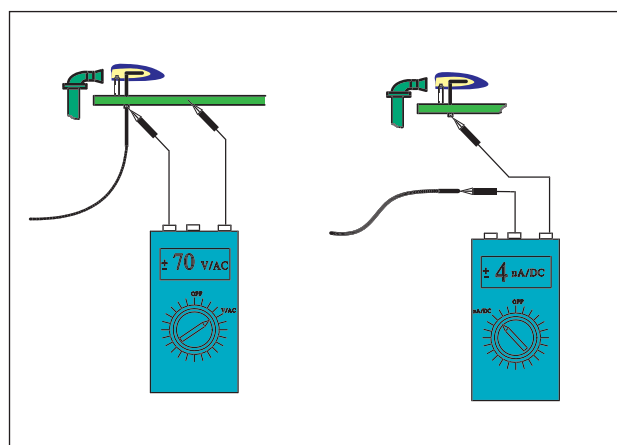
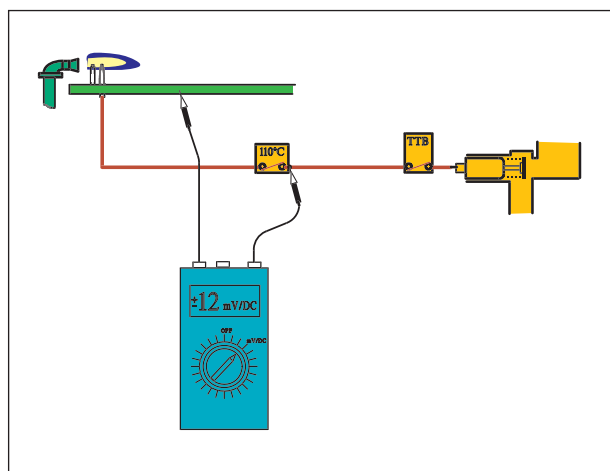
De minimum-sluittijd bedraagt 20 seconden met een maximum van 60 seconden.

Indien korter dan 20 sec. of langer dan 60 sec. de thermokoppelspanning aan de kant van de elektromagneet controleren.

De spanning moet minimum 12 mV/DC (Direct current = gelijkspanning) bedragen.

Indien kleiner dan 12mV/DC TTB en/of oververhittingsbeveiliging controleren op spanningsval.

Na het dichtklikken van de elektromagneetklep moet men controleren door middel van een vlam of er nog gas vrijkomt aan de waakvlamkop. Indien er nog gas vrijkomt dient men de elektromagneet te vervangen.



- **Bij toestellen met ionisatiebeveiliging**

De gaskraan dichtdraaien en het toestel opstarten.

Het toestel moet in storing gaan tussen de 4 en 7 seconden.

Indien korter dan 4 sec., spanning tussen de ionisatie-elektrode en de massa van het toestel meten. Zij moet minimum 70 volt/AC zijn. Indien te klein, de voedingsspanning (230V/AC) meten. Fase en nulleider-aansluiting controleren. Als er 2 fasen zijn, een scheidingstransformator plaatsen.

Vervolgens wordt de ionisatiestroom gemeten. Om dit te doen moet men de bedrading aan de ionisatie-elektrode losmaken, de micro-ampèremeter instellen op meetbereik "micro-ampère DC" en in serie koppelen met de elektrode en haar aansluitdraden.

Bij het opstarten (kleine vlam) moet de stroom min. 2  $\mu$ A/DC, bij max. vermogen 4 à 5  $\mu$ A/DC bedragen.

Indien de ionisatiestroom te laag is, brander en vlammenbeeld controleren en elektrode reinigen of vervangen. Eventueel ook de warmtewisselaar op vervuiling controleren.

- **Controle goede werking van de ketelaquastaat**

De kamerthermostaat of andere regelapparatuur op max. instellen en controleren of de aquastaat de ketel op de ingestelde ketelwatertemperatuur uitschakelt.

- **Controle van de temperatuurbegrenzers**

De circulatiepomp stilleggen (stekker uittrekken) en het toestel laten opwarmen op max. vermogen. Bij 110 °C moet het toestel in veiligheid gaan.

**Opgelet !** De temperatuur mag niet hoger oplopen dan 110 °C. Dus tijdig toestel uitschakelen met de hoofschakelaar van het toestel.

Indien de temperatuur hoger oploopt dan 110 °C, alle temperatuurbegrenzers vervangen, terug controleren en indien in orde de circulatiepomp terug inschakelen.

- **Controle van de sanitaire werking van het toestel**

Controle van de max. uitlooptemperatuur en het waterdebiet aan de kraan door middel van de formule

$$P = \frac{q_v \times \Delta T \times c}{60 \text{ sec.}}$$

Voor het max. debiet zie de technische gegevens van het toestel. Indien het waterdebiet te groot is, drukregelaar en membraan van de watervale controleren.

Indien het debiet te klein is, drukregelaar controleren en eventueel de warmtewisselaar ontkalken.

Indien het debiet goed is maar de uitlooptemperatuur te laag, de voedingsgasdruk controleren (zie tabel inbedrijfstelling) of de warmtewisselaar ontkalken.

### **Opmerking**

Indien het debiet te groot en de temperatuur te laag is, nagaan of er geen koud water wordt bijgemengd met het warm water. (Dit komt vooral voor bij thermostatische en eengreepsmengkranen).

Om dit te controleren moet men de koudwaterafsluitkraan onder het warmwaterbereidingstoestel dichtdraaien en nagaan of er geen water uitstroomt uit de geopende warmwaterkraan.

Als er effectief water uitstroomt dan wijst dit op een geblokkeerde terugslagklep in de thermostatische mengkraan of op een waterkortsluiting door versleten dichtingen binnen in de eengreepsmengkraan.

- **De waakvlam wil niet branden**

- Onvoldoende gasdruk (filter vervuild?)
- Inspuiter waakvlam vervuild
- Thermokoppel defect of slecht contact met magneetventiel
- Geen vonk (elektrische ontsteking?)
- Vonk ontstaat op de verkeerde plaats (positie van de elektrode?)
- Slecht gemonteerd of verstopt rookgas/luchttoevoerkanaal gesloten toestel (type C)
- De vlammen blazen af door een te hoge gasdruk
- De gasaanvoer werd niet ontlucht
- Verkeerde elektrische aansluiting
- Zekering defect
- Oververhittingsbeveiliging is in werking getreden

- **Het toestel bereikt het totale vermogen niet**
  - Onvoldoende gasdruk
  - Kalkaanslag op de warmtewisselaar
  - Vervuiling van de warmtewisselaar CV-kring
  - Waterdruk CV- of sanitairzijdig te laag
  
- **De vlammen blazen af**
  - Te hoge gasdruk
  - Gasaanvoer werd niet ontlucht
  - Verkeerde gassoort
  
- **De brander start explosief**
  - Te hoge of te lage gasdruk (stat. of dyn.)
  - De brander is vervuild
  - Waakvlam is te klein
  - Waterdruk te groot
  - Onvolledige of te trage ontsteking van de brander bij ionisatiebeveiliging
  
- **Gele vlammen**
  - Brander vervuild
  - Warmtewisselaar verstopt
  - Schouw verstopt
  - Gasdebiet te groot omwille van verkeerde branderspuitstukken
  
- **Brander gaat niet direct uit na warmwaterbereiding**
  - Er bevindt zich een luchtzak in de warmwaterleiding.
  - Om zeker te zijn dat er een luchtzak in de leidingen aanwezig is, controleer of de brander nog even opspringt wanneer er aan een koudwaterkraan getapt wordt.
  - Een luchtzak kan voorkomen in een doodlopend of niet meer gebruikt leidinggedeelte.
  - De brander moet 1 à 1.5 sec. na het sluiten van een kraan doven.
  
- **Het toestel ontsteekt niet bij warmtevraag CV**
  - Geen kamerthermostaat verbonden of elektrische brug vergeten
  - Defecte kamerthermostaat
  - Ketelaquastaat + voeler
  
- **Het toestel ontsteekt niet bij sanitaire warmwatervraag**
  - Het waterdebiet is te gering (b.v. straalonderbreker verstopt)
  - De stopkraan is onvoldoende geopend
  - Minimumtapdrempel niet bereikt
  - Micro-switch schakelt niet
  - Temperatuurvoeler geeft niet of onvoldoende door (NTC, PTC of aquastaat)

- **De installatie verwarmt niet goed**

- Te hoge hydraulische weerstand van de installatie
- De installatie is niet ontlucht
- Onvoldoende circulatie, thermostatische radiatorcransen, regel T-stuk of automatische by-pass slecht ingesteld
- De kamerthermostaat wordt beïnvloed door externe warmtebronnen (b.v. door TV, radiator, lamp, enz.)

- **Onvoldoende warmwaterdebiet**

- Toevoerkraan sanitair koud water onvoldoende open
- Temperatuurinstelknop gesloten
- Waterdebietregelaar vuil
- Waterdruk te laag
- Kalkaanslag op warmtewisselaar
- Onreinigheden ter hoogte van de kraan of de debietregelaar

- **Te lage warmwatertemperatuur**

- Gasdruk is te laag
- Warmtewisselaar aangekalkt
- De koudwatertemperatuur is te laag (in de winter)
- Bijmenging van koud water via mengkraan

- **De CV-waterdruk blijft voortdurend afnemen**

- Er is een lek in het toestel of in de installatie
- De veiligheidsklep lekt (overdrukventiel)
  - Het expansievat is te klein ten opzichte van de totale installatiewaterinhoud of is defect.
  - Tegendruk van het expansievat controleren met de waterdruk van de CV-kring op 0 bar. De tegendruk verhogen of verlagen afhankelijk van de statische hoogte tussen de ketel en het hoogst geplaatste verwarmingselement.
  - De veiligheidsklep is defect.

- **Condensatie in de schouw**

- Condensatiewater sijpelt in het toestel (afgekoelde rookgassen)
- Rookgasafvoer isoleren

- **Condensatie op muur en spiegel**

- Onvoldoende ventilatie van de ruimte waarin een open toestel staat opgesteld
- Is er een luchttoevoeropening van minimum 150 cm<sup>2</sup> die niet afgesloten kan worden?
- Indien toestel uitgerust is met TTB moet deze het toestel in veiligheid sturen.  
Werking TTB (verplicht vanaf 1 januari 1996) controleren.
- Controle van omgevingstemperatuur ter hoogte van de trekonderbreker met toestel in werking
- Nazicht van de schoorsteen.

**GEVAAR VOOR CO-VERGIFTIGING**



## **V.4. VOORRAADTOESTELLEN**

### **V.4.1. INLEIDING**

#### **V.4.1.1. VOORDEEL**

Het element comfort pleit het meest voor de keuze van een voorraadtoestel. De meesten kennen deze toestellen onder de naam boiler, rechtstreeks afkomstig van zijn Angelsaksische voorvader: de waterketel waarin een voorraad water werd opgewarmd om later gebruikt te worden. We spreken van opgeslagen warmte, van accumuleren. Een voorraadketel wordt dan ook altijd gekozen in functie van het te verwachten warmwaterverbruik. De constante watertemperatuur van het voorraadstelsel biedt de mogelijkheid de voordelen van ééngreeps- en thermostatische mengkranen volledig te benutten. Het debiet van het warm water is bijna gelijk aan dat van de koudwatertappunten en meerdere kranen gelijktijdig bedienen is geen probleem. Een douche met een aantal zijspoeiers of een groot ligbad (groter dan 160 l) bijvoorbeeld veronderstelt wel een flinke voorraad warm water.



### V.4.1.2. WERKINGSPRINCIPE

In een vat of een ketel wordt een voorraad water opgewarmd en bewaard. Dit vat wordt geïsoleerd om warmteverlies zoveel mogelijk te beperken. Een boiler lijkt op een grote thermosfles. Als warm water wordt afgetapt vult het toestel zich automatisch bij onder invloed van de waterdruk in de koudwaterleiding. Dit vullen gebeurt zodanig dat het koude water langzaam onder in het toestel vloeit, zodat menging van koud en warm water wordt voorkomen. Een natuurlijke scheiding van koud en warm water ontstaat door hun verschil in soortelijke dichtheid. Hierdoor blijft het warme water steeds bovenaan en het koude water drukt het warme water voor zich uit. Belangrijk te weten is dat bij een liggende boiler deze mengzone aanzienlijk groter is dan bij een staande boiler.

**Stande elektrische boiler**



BRON: ARISTON - SCHOTEN

**Horizontale elektrische boiler**



BRON: ARISTON - SCHOTEN

**Gasboiler**



BRON: SENTRY (NEDERLAND)

### V.4.1.3. DE TEMPERATUUR BEGRENZEN

De meeste toestellen kunnen zonder moeite water leveren van meer dan 85 °C. Het verdient echter aanbeveling om de thermostaat een stuk lager in te stellen. Ideaal is op 65 °C. Lagere temperaturen bieden weliswaar een economisch voordeel maar ervaringen hebben geleerd dat in warme, donkere, vochtige ruimten bacteriologisch leven tot ontwikkeling komt. Boven 60 °C gebeurt dit niet. Daarom is het aan te bevelen de boiler regelmatig tot 65 °C op te warmen.

Eens de 65 °C overschreden, wordt ketelsteenvorming een ander probleem.

### V.4.1.4. DE VERLIEZEN BEPERKEN

Men moet steeds zoeken naar een toestel met een groot gebruiksrendement. Welke zijn de grootste verliezen?

- **Leidingverliezen**

Als warm (= verwarmd) water in de leiding stil staat, koelt het af. Bij de volgende tapbeurt zal de klant het ondertussen koud geworden (ooit opgewarmde) water laten wegvloeden en na gebruik weer een hoeveelheid warm water laten afkoelen. Hou de lengte van een warmwaterleiding dus zo kort mogelijk. Als de afstand van het warmwatertoestel tot aan het tappunt meer dan 8 m bedraagt, overweeg dan om een bijkomend toestel te plaatsen = **decentraliseren**.

Totaal verlies per meter leiding			
Afmetingen in mm	In duim	Inhoud in l/m	Verlies in Watt/h per m
<b>Stalen buizen</b>			
12 x 17	3/8 "	0,12	17
16 x 21	1/2 "	0,18	27
22 x 27	3/4 "	0,35	44
27 x 33	4/4 "	0,53	70
<b>Koperen buizen</b>			
12 x 10	3/8 "	0,18	8,5
15 x 13	1/2 "	0,13	12
22 x 19,8	3/4 "	0,32	50

- **Stralings- en geleidingsverliezen**

Deze zijn hoger bij voorraadketels dan bij doorstromers.

- **Uitzettingsverliezen tijdens het opwarmen**

Omdat water niet samendrukbaar is neemt het watervolume tijdens de opwarming toe en moet dit extra volume kunnen wegvloeien. Bij het opwarmen van 10 tot 60 °C wordt ongeveer 3 % van de ketelinhoud aan een temperatuur van 35 °C geloosd.

- **Stilstandsverliezen**

Het opgewarmde water in de ketel zal langzaam afkoelen. Isolatie kan dit verlies beperken.

- **Algemeen**

Vorraadketels kunnen pas echt voordeel opleveren als de inhoud ervan goed is afgestemd op de dagelijkse behoefte aan warm water.

- **Isolatie**

Om een te sterke afkoeling van het water tegen te gaan zal men een isolatielaag aanbrengen rond het reservoir. Deze isolatie kan bestaan uit minerale wol (b.v. glaswol) of een geschuimde kunststof (b.v. PU-schuim).

### V.4.1.5. HYDRAULISCHE AANSLUITING VOOR WATERDRUKTOESTELLEN

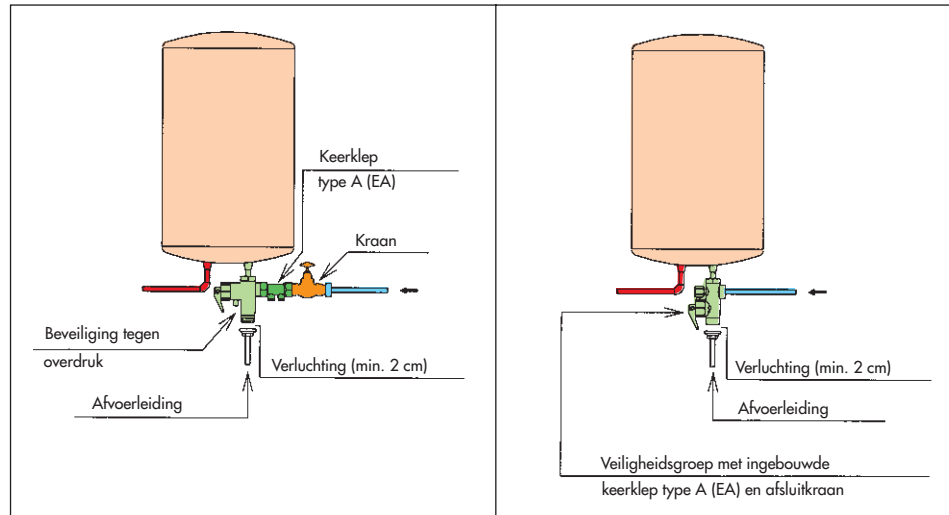
We herhalen hier dat er steeds:

- een afsluitkraan,
- een controlekraantje,
- een keerklep,
- een overdrukventiel

moet geplaatst worden in de aanvoerleiding van het koud water.

(Zie ook module IV. 1.4.)

#### VOORRAADTOESTEL direct of indirect gestookt gas of elektrisch



BRON: A.W.W. - ANTWERPEN

### V.4.1.6. DE CIRCULATIELEIDING

Het doel van de circulatieleiding, ook wel omloopleiding genoemd, is bij elk tappunt zo vlug mogelijk warm water beschikbaar te hebben.

Het circulerende water zal vanuit het warmwatertoestel door het tapleidingnet en de circulatieleiding stromen en weer in het toestel terugkeren.

De hoeveelheid circulerend water moet zodanig zijn dat de afkoeling van het water in het tapnet binnen de gewenste grenzen wordt gehouden.

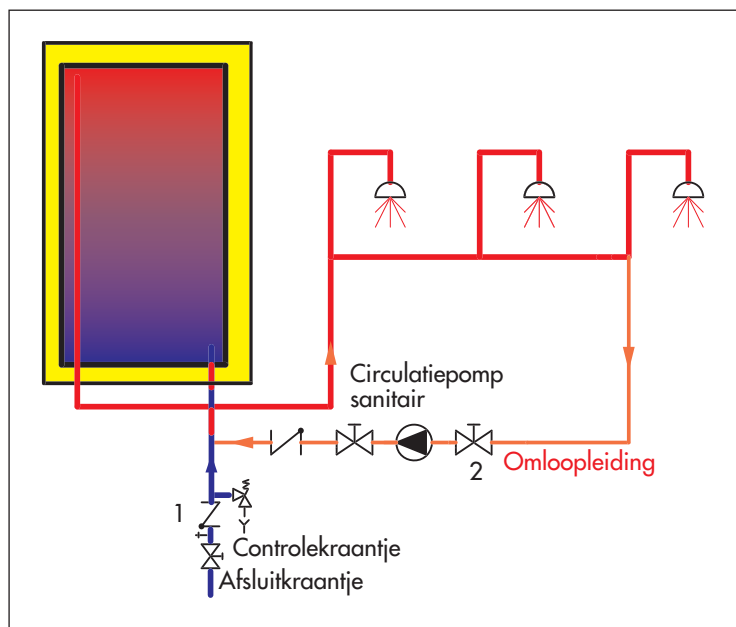
Een temperatuursval van 5 °C is aanvaardbaar.

#### Werking

Als men warm water tapt, stroomt het koude water in het toestel.

Terugslagklep 1 opent en 2 sluit door de voedingsdruk van het koude water.

Indien er geen warm water wordt verbruikt duwt de circulator terugslagklep 2 open en 1 dicht, zodat het water circuleert via de omloopleiding terug naar het warmwatertoestel.



#### V.4.1.7. MATERIAALSOORT VAN DE BINNENKETEL

We onderscheiden verschillende soorten:

- stalen reservoirs met een bekleding van:
  - glas-email,
  - kunststof (b.v. epoxy),
  - koper,
- koperen reservoirs,
- roestvast-stalen reservoirs (inox).

#### V.4.1.8. STRATIFICATIE (lagenopvolging van koud en warm water)

Wanneer water opgewarmd wordt zet het uit, waardoor zijn densiteit daalt. Hieruit volgt dat het warmste water zich steeds bovenaan bevindt in een voorraadtoestel, gevolgd door de andere lagen, in afnemende temperatuur. Hieruit volgen drie regels:

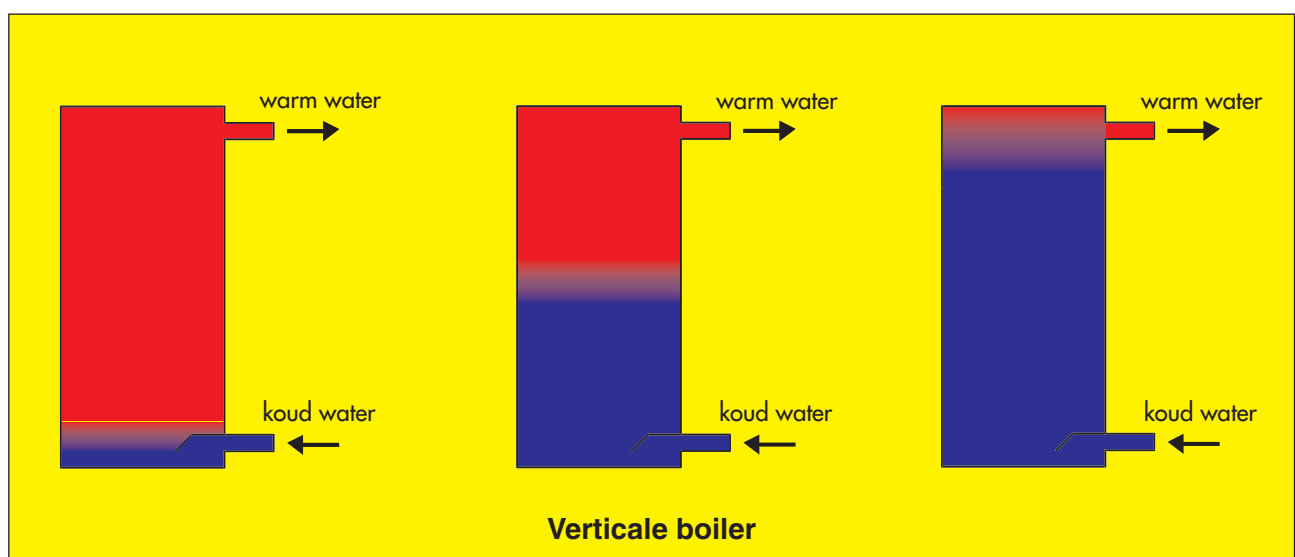
- het verwarmingselement moet zich onderaan het reservoir bevinden;
- het warmwateraftappunt moet zich bovenaan het reservoir bevinden;
- de koudwateringang moet zich onderaan bevinden, en moet uitgevoerd zijn met een waterstraalbreker om de verschillende waterlagen niet te mengen.

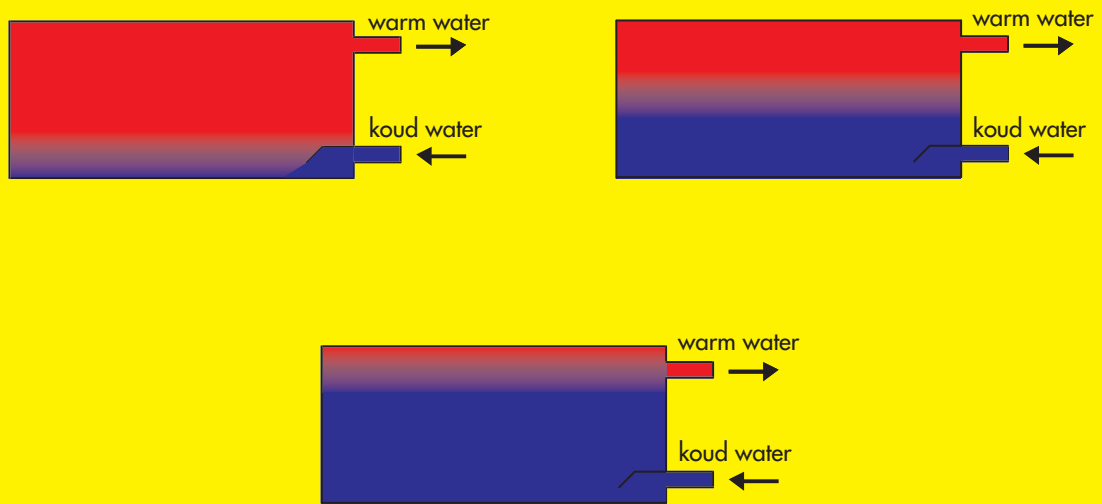
In de koudste lagen kunnen zich bacteriën ontwikkelen (legionella-bacterie). De legionella-(veteranen-) ziekte ontleent haar naam aan een jaarlijkse bijeenkomst van Amerikaanse legerveteranen in 1976 te Philadelphia, waar een fatale epidemie van longontsteking losbarstte (legionella pneumophila). De groei van de bacteriën kan worden tegengegaan door de watertemperatuur minstens op 60 °C te houden.

Hoe hoger en smaller het voorraadtoestel is, hoe meer water aan de ingestelde temperatuur kan afgetapt worden (meer dan 90 % van de waterinhoud) t.o.v. een horizontaal toestel (50 %).

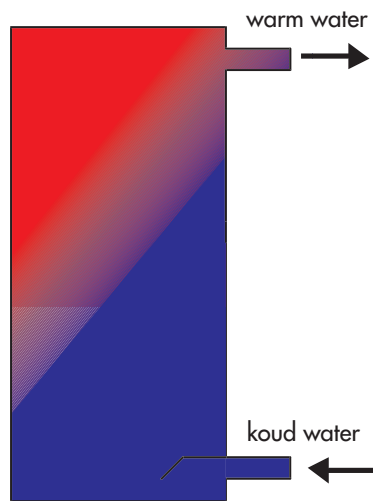
Wanneer het aftappen van warm water een bepaald debiet overschrijdt (afhankelijk van het toestel), is de scheidingslijn tussen warm en koud water niet langer horizontaal; het koude water doorstroomt onmiddellijk het reservoir.

Daarom heeft iedere boiler een bepaald max. debiet om de voorraad optimaal te benutten. (Zie technische voorschriften fabrikant.)





**Horizontale boiler**



**Te groot debiet voor het toestel**

#### V.4.1.9. MONTAGEMOGELIJKHEDEN VAN BOILERS

In functie van de warmwaterbehoefte is eveneens het opstellen van twee of meer toestellen mogelijk.

##### V.4.1.9.1. Serieschakeling

###### **Doel: grotere warmwatervoorraad**

De uitgang van het eerste toestel wordt verbonden met de ingang van het tweede toestel (en eventueel zo verder), tot de uitgang van het laatste toestel de warmwaterleiding zal bedienen.

Bij toestellen met een ongelijke inhoud is enkel serie-montage mogelijk!

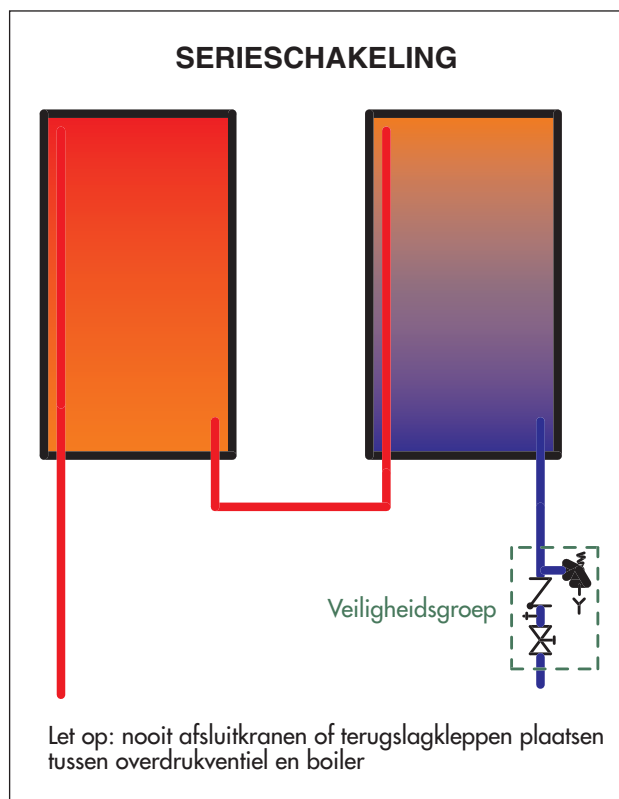
Het warm water van deze toestellen wordt één na één verbruikt, zodat we de totale (samengestelde boiler-) voorraad op een zelfde temperatuur kunnen aftappen.

Het aftapdebiet is echter nooit groter dan het debiet van het toestel met de kleinste aansluitdiameter.

###### **Let op!**

Voor ieder toestel zal men een beveiliging plaatsen op de wateraanvoer.

Tussen veiligheidsgroep of keerklep en de boiler mogen geen afsluitkranen of terugslagkleppen geplaatst worden.



###### **Toepassing**

Voornamelijk in huishoudelijk gebruik, b.v. als we een toestel moeten bijplaatsen omdat de bestaande voorraad niet langer voldoet.

Doorstroomtoestellen kunnen we nooit in serie schakelen (mogen niet gevoed worden met warm water).

Gebruik van de goedkope nachtopwarming is geen enkel probleem.

##### V.4.1.9.2. Parallelschakeling

###### **Doel: groter warmwaterdebiet**

Alle koudwateringangen worden hier met elkaar verbonden. Zij worden gezamenlijk gevoed door de koudwaterleiding. Tevens worden alle warmwateruitgangen samen verbonden. Zij voeden de warmwaterleiding.

###### **Toepassing**

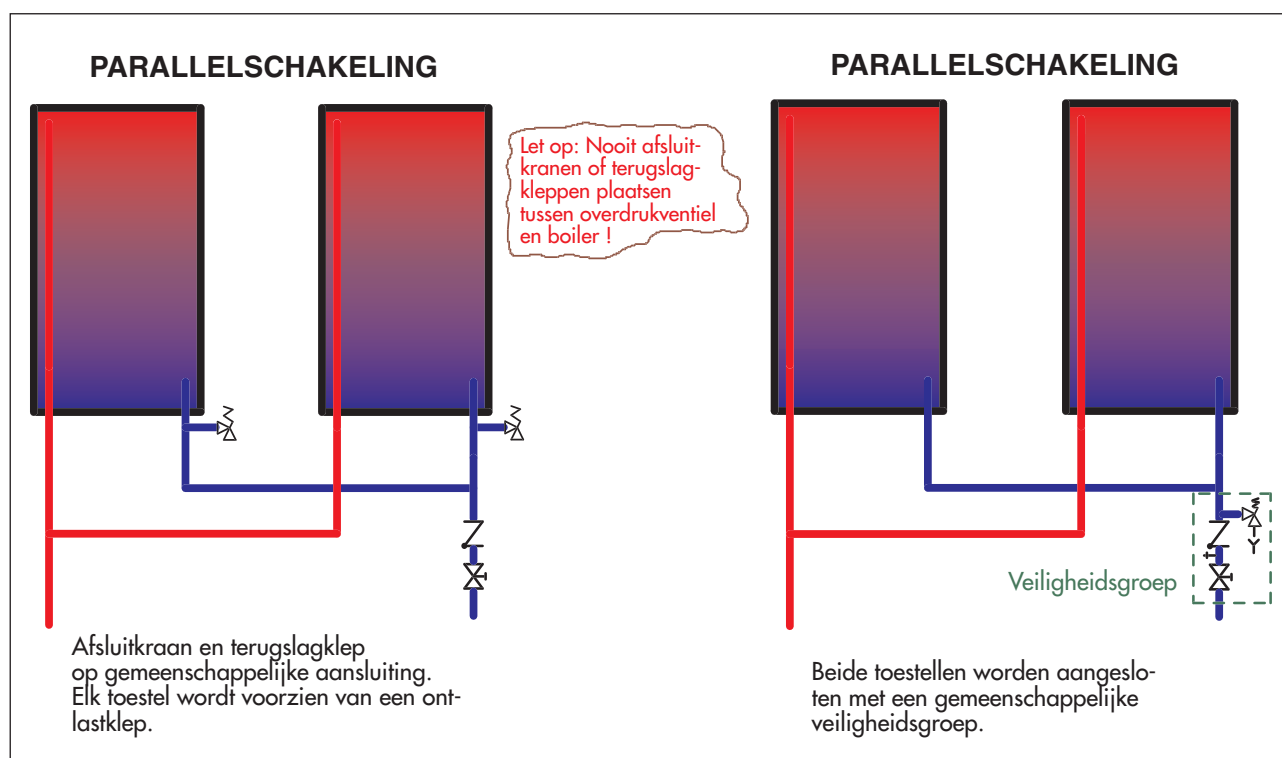
- Bij grote en intensieve warmwaterafname, waarbij het vermogen en of het totale aftapdebiet bepalend is en niet zozeer de basisinhoud, kiest men voor de parallel-schakeling. De inhoud van de twee of meerdere toestellen dient dan identiek te zijn.
- Om reden van een nooit identiek aftapdebiet bij de toestellen, zullen de boilers nooit op hetzelfde moment leeg zijn, gevolg: op een bepaald ogenblik levert het reeds afgetapte toestel, koud water, dat gemengd wordt met het nog warme water van de overige toestellen.

Resultaat: de warmwatertemperatuur zakt. Om voornoemde reden is het belangrijk dat men er bij de installatie zorg voor draagt dat er zo weinig mogelijk verschillen kunnen optreden in het aftappen, m.a.w. de leidingweerstand in de gaten houden (hydraulisch evenwicht).

- Toepassing van het “Tichelmann-principe”: de som van koud- en warmwaterleidinglengte moet voor beide boilers gelijk zijn.

*Het grote voordeel van de parallelschakeling: zodra een bepaalde hoeveelheid warm water is afgapt zullen in principe alle toestellen opnieuw beginnen bij te verwarmen (totaal vermogen komt dus altijd ter beschikking).*

- **Toepassing:**
  - meer industriële of professionele doeleinden,
  - grote warmwaterverbruiken op een korte tijd,
  - moeilijk in te schatten warmwaterbehoeften.
- Om voornoemde reden heeft de louter nachtopwarming dan ook geen enkele zin en dient er gekozen te worden voor een permanente stroomvoorziening.



## V.4.2. ELEKTRISCHE VOORRAADTOESTELLEN

### V.4.2.1. ALGEMEEN

Kiezen voor een elektrische voorraadketel is kiezen voor een installatie die weinig bijkomende problemen zoals b.v. schoorstenen stelt. Daarbij komt nog dat deze toestellen geen luchttoevoer behoeven en dat ze daardoor eenvoudig een plaatsje kunnen vinden in een kast, onder de trap of op een zolder: geen verbranding, geen zuurstofverbruik en geen verbrande gassen.

(Het verdient aanbeveling bij opstelling in weinig gebruikte ruimten, een opvangbak met afloop te voorzien.)

Het toestel bestaat uit een geïsoleerde ketel met koudwaterinlaat onderaan via een straalpijpje dat naar onder gericht is om vermenging te voorkomen.

De uitlaat van het opgewarmde water bevindt zich zo hoog mogelijk in de ketel omdat warm water stijgt (lagere soortelijke dichtheid).

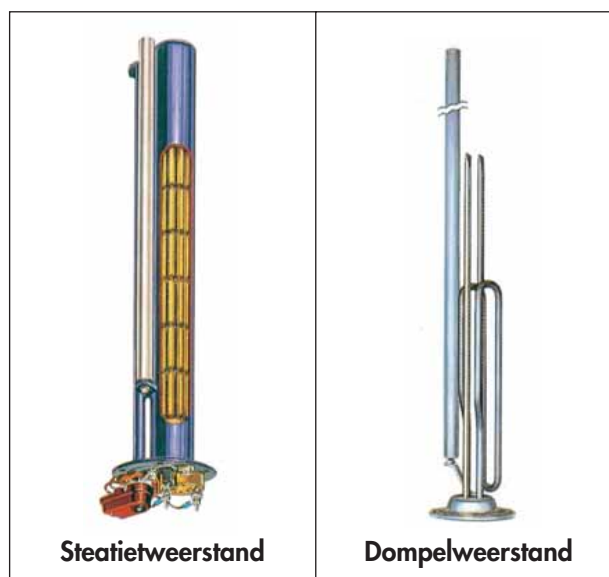
#### Werking

De opwarming geschiedt door een elektrische weerstand van het droge type (steatietweerstand) of door een natte of dompelweerstand.

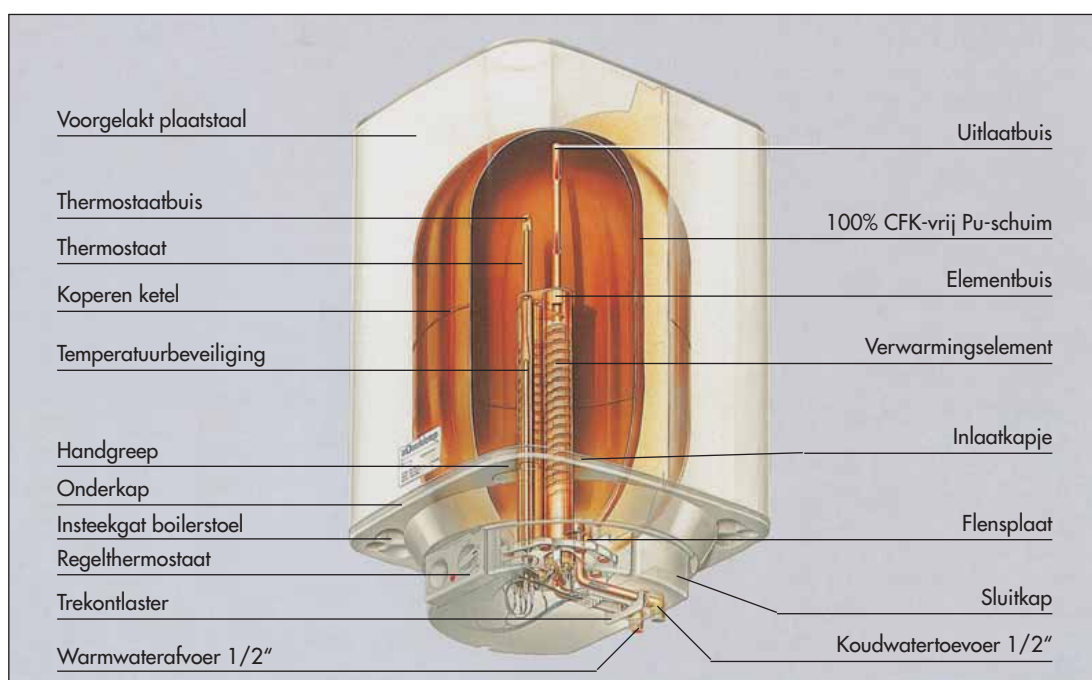
Steatiet is duurder, maar aan te raden in kalkhoudende streken.

Natte weerstand is goedkoper maar af te raden in kalkhoudende streken omdat de hoge temperatuur, rechtstreeks in het kalkhoudende water, tot extra kalkvorming leidt.

In beide gevallen wordt de stroomvoorziening geregeld door een thermostaat. Een temperatuurbeveiliging onderbreekt de totale stroomtoevoer bij overtemperatuur. Deze beveiliging wordt apart aangebracht of werd reeds in de thermostaat ingebouwd.



BRON: ARISTON - SCHOTEN



BRON: DAALDEROP  
(NEDERLAND)



## V.4.2.2. ELEKTRICITEITSTARIEVEN EN SYSTEMEN

Drie mogelijkheden (residentiële verbruiker)

### A. Normaal tarief (dagtarief):

- duurste tarief, 24 uur tegen dezelfde prijs,
- minder geschikt voor de productie van grote hoeveelheden sanitair warm water,
- toepassing: kleine boilertjes 5-15 liter voor keuken of lavabo.

### B. Tweevoudig uurtarief:

- gedurende de dag: idem als A,
- gedurende de nacht: alle verbruik tegen 50 % van A (het omschakelen van de tarieven gebeurt automatisch);
- uitstekend geschikt voor de productie van sanitair warm water, vooral met het speciaal boilerprogramma in combinatie met een voorkeurschakelaar voor bijverwarming;
- **toepassing:** het interessante en verlaagd tarief voor de boiler, tijdens de nacht. Eveneens kan de klant door middel van een voorkeurschakelaar over de mogelijkheid beschikken om “op vraag” het toestel overdag te laten bijverwarmen. 's Nachts zal het opnieuw automatisch voor het goedkopere tarief kiezen.

### C. Uitsluitend nachttarief:

- het goedkoopste tarief (40 % van A),
- uitsluitend gereserveerd voor toestellen die enkel 's nachts opwarmen,
- toepassing: minder geschikt voor boilers (bijverwarmen niet mogelijk).

## V.4.2.3. KEUZE VAN HET TOESTEL

### V.4.2.3.1. Keuze volgens het elektrisch vermogen

We onderscheiden, naargelang van de aansluitingsmogelijkheden:

- laag vermogen:
  - lange opwarmtijd,
  - opwarming tijdens de nacht;
- hoog vermogen:
  - zeer korte opwarmtijd,
  - de zogenaamde snelverwarmers,
  - permanente opwarming;
- dubbel vermogen:

een normaal vermogen zorgt voor de voorraad, een groot tot zeer groot extra vermogen laat toe deze voorraad snel terug aan te vullen. Of combinatie nachtopwarming (normaal vermogen) en dagopwarming (extra vermogen).

#### V.4.2.3.2. Keuze volgens materiaalsoort van de binnenketel

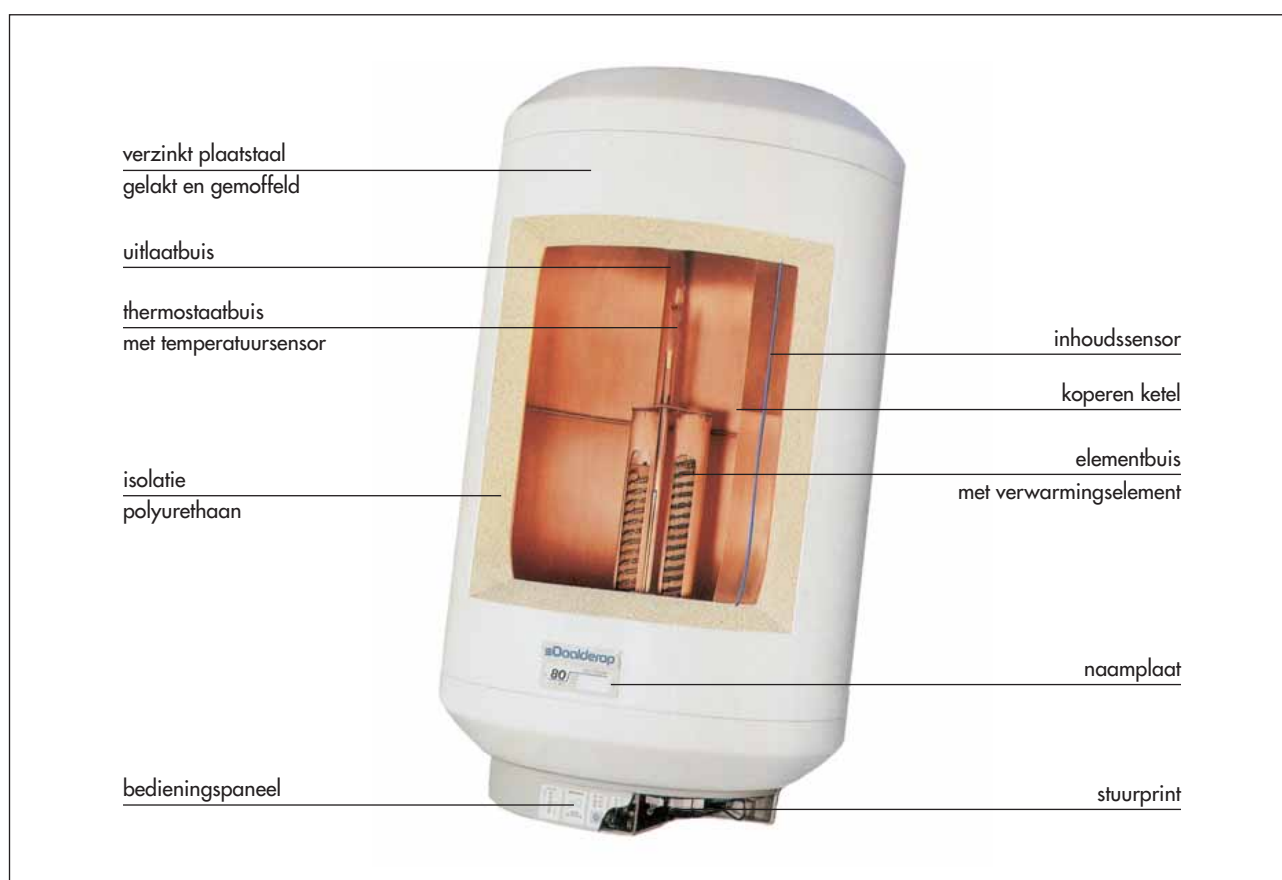
Deze kan vervaardigd worden uit diverse materialen die bepalend zijn voor de kostprijs en de kwaliteit van het toestel.

- **Rood koper**

heeft een goede corrosiebestendigheid, warmtegeleiding en soepelheid om voortdurend uitzetten en krimpen gemakkelijk te kunnen verdragen.

Het materiaal is licht in gewicht, stelt minder problemen met kalkafzetting en geniet de reputatie van een lange levensduur. Deze toestellen zijn uitgerust met een droge weerstand in een roodkoperen huls.

Het is af te raden om een koperen boiler aan te sluiten met gegalvaniseerde leidingen.



BRON: DAALDEROP (NEDERLAND)

- **Stalen binnenketels**

worden meestal bekleed met email. Een toestel met geëmailleerde stalen ketel is een goed alternatief voor een koperen ketel als er rekening wordt gehouden met een intensievere controle en onderhoud. Wegens het voortdurend vervormen van de ketel door uitzetten en krimpen bestaat de kans dat haarscheurtjes ontstaan in de emailaag. Op deze plaatsen waar het staal zou kunnen corroderen zal nu de offeranode, een magnesiumstaaf van ongeveer 50 cm lang, zich opofferen en kleine deeltjes magnesium afstaan om de onvolmaaktheden van de emailaag te verzegelen. De levensduur van de anode is echter niet onbeperkt. Periodieke controle is noodzakelijk. Bij dit type ketel komen we meestal natte of dompelweerstand tegen.

Let op! Bij aansluiting met koperen buis is het geraadzaam diëlektrische koppelingen of elektrolyse-moffen te plaatsen op de koudwatertoevoer en de warmwateruitlaat.



BRON: ARISTON - SCHOTEN

### ***Diëlektrische koppeling***

Deze koppeling heeft een driedubbele functie:

- verbindingskoppeling,
- isolerende dichting tegen elektrische zwerfstromen,
- voorkomt elektrolyse tussen twee verschillende materialen. Deze koppeling wordt gemonteerd op de koudwatertoevoer en op de warmwaterafvoer van de waterverwarmer MF 3/4".

- **Roestvast staal (Inox)**

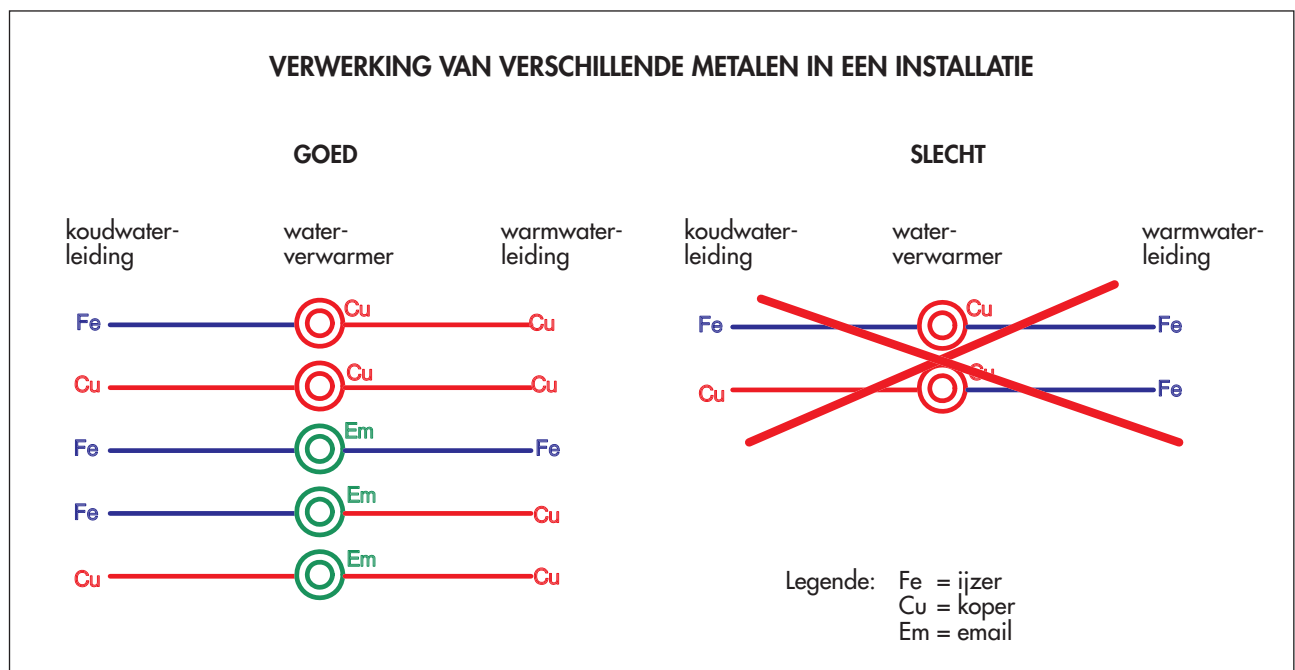
is, als het uit een voldoende hoog chroom/nikkelpercentage bestaat, een prima basismateriaal. Het is echter duur, moeilijker verwerkbaar en zwaarder. Wellicht daardoor kent het niet zo'n grote toepassing.

- **Kunststoffen**

binnenketels komen we wel tegen. Ze lenen zich door deze constructie enkel voor lagedruk-toepassingen. We vinden ze voornamelijk in de kleine 5- en 10 liter- toestelletjes.

**Opmerking**

De keuze van de binnenketel is meer dan kiezen voor een bepaald materiaal. Vaak is men in die keuze beperkt door het gekozen materiaal van de binnenleiding. Bij de aanleg van de binneninstallatie moet het meest edele metaal volgen op het minder edele in de stroomrichting van het water. Zoniet treedt elektrolyse op met inwendige corrosie en beschadiging als gevolg.



**V.4.2.3.3. Bepalen van de boilerinhoud**

(Zie tabellen uit hoofdstuk **V.2.3. De onafhankelijke voorraadtoestellen**)

#### V.4.2.4. DE ELEKTRISCHE ISOLATIE

Een stuk van de kostprijs vertaalt zich in de elektrische veiligheid van de voorraadketels. Meer bepaald in de elektrische isolatie van de mantel en de uitwendige delen ten opzichte van het indringen van water.

Deze beschermingsgraad drukt men uit in de IPX-waarde.

#### BESCHERMINGSGRADEN VAN TOESTELLEN

Elektrische toestellen van dezelfde aard kunnen verschillen naargelang:

- indringen van stof,
- indringen van vocht,
- mechanische stevigheid.

De waarden die men aan een toestel toekent met betrekking tot de weerstand tegen indringen van stof/vocht en de mechanische weerstand worden uitgedrukt in de beschermingsgraad(waarde) of "IP-waarde".

Op de toestellen is dit aangeduid met de letters "IP" gevolgd door één, twee of drie cijfers. Deze drie cijfers bepalen de X1, X2 en X3-waarde.

X1 = Bescherming tegen aanraking van onder spanning staande delen





Bescherming tegen indringen van vaste voorwerpen

X2 = Bescherming tegen indringen van vloeistoffen









X2bis = Bescherming tegen aanraking van onder spanning staande delen (facultatief)

X3 = Mechanische bescherming slagvastheid (schokweerstand)

Soms is een cijfer niet belangrijk (mag om het even welke waarde hebben) en wordt aangeduid door de waarde "X" (b.v. IP22).

Bijkomende letter	Voor gebruik met X1	Proef	Bescherming tegen aanraking van onder spanning staande delen
<b>A</b>	0		Bescherming tegen aanraking met de rug van de hand
<b>B</b>	0,1		Bescherming tegen aanraking met een vinger
<b>C</b>	1,2		Bescherming tegen aanraking met gereedschap
<b>D</b>	1, 2, 3		Bescherming tegen aanraking met een draad

#### IPX1-WAARDEN

X1	Bescherming tegen aanraking van onder spanning staande delen. Bescherming tegen indringen van vaste voorwerpen		
	CEE	Proef	
<b>0</b>			Geen bescherming
<b>1</b>			Bescherming tegen het indringen van voorwerpen groter dan 50 mm
<b>2</b>			Bescherming tegen aanraking met de vingers en tegen het indringen van voorwerpen groter dan 12 mm
<b>3</b>			Bescherming tegen aanraking met gereedschap en tegen het indringen van voorwerpen groter dan 2,5 mm
<b>4</b>			Bescherming tegen aanraking met fijn gereedschap en tegen het indringen van voorwerpen groter dan 1 mm
<b>5</b>			Volledige bescherming tegen aanraking en tegen schadelijke neerslag van stof
<b>6</b>			Volledige bescherming tegen aanraking en tegen het indringen van stof

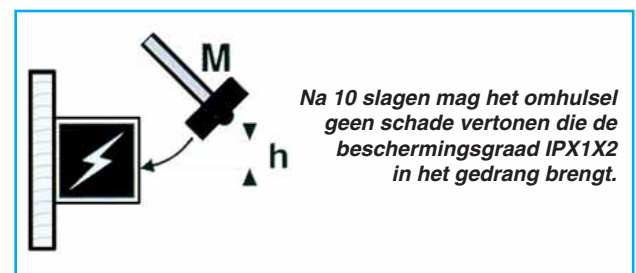
BRON: VINCKIER - GENT

## IPX2-WAARDEN

X2	Bescherming tegen indringen van vloeistoffen		
	CEE	Proef	
0			Geen bescherming
1			Verticaal vallende waterdruppels
2			Vallende waterdruppels (tot 15° van de verticale)
3			Regen (tot 60° van de verticale)
4			Waterprojecties uit willekeurige richting (360°)
5			Waterstralen uit willekeurige richting (360°)
6			Omstandigheden zoals op de brug van een schip
7			Onderdompeling
8			Langdurige onderdompeling

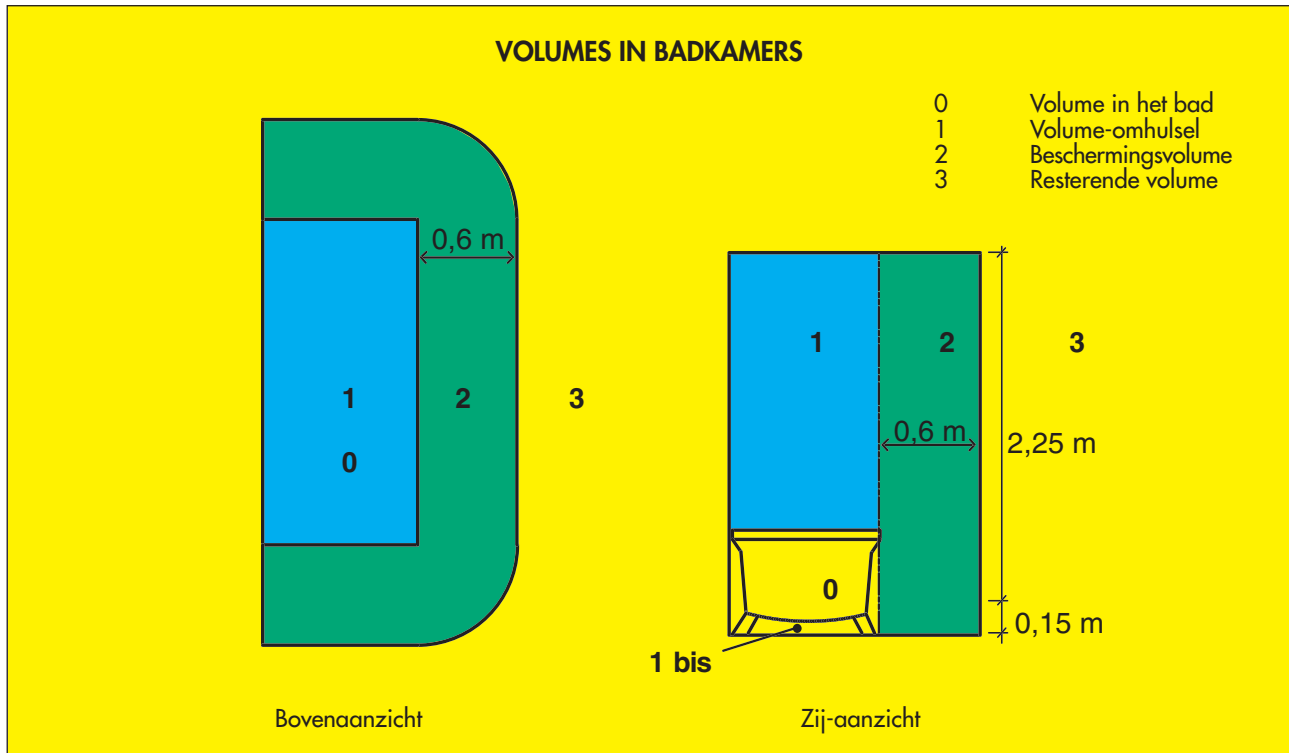
## IPX3-WAARDEN

X3	Mechanische bescherming: schokweerstand				
	Proef	Slag-energie (J)		Proef	Slag-energie (J)
0,5	M = 0,15 kg h = 0,1 m	0,2	6	M = 1,5 kg h = 0,27 m	4
1	M = 0,15 kg h = 0,15 m	0,3	7	M = 1,5 kg h = 0,4 m	6
1,5	M = 0,15 kg h = 0,2 m	0,4	8	M = 5 kg h = 0,2 m	10
2	M = 0,15 kg h = 0,25 m	0,5	9	M = 5 kg h = 0,4 m	20
3	M = 0,25 kg h = 0,2 m	0,6	10	M = 15 kg h = 0,235 m	35
4	M = 0,5 kg h = 0,2 m	1	11	M = 15 kg h = 0,4 m	60
5	M = 0,5 kg h = 0,4 m	2			



BRON: VINCKIER - GENT

#### V.4.2.5. DE VEILIGHEIDSZONES IN BADKAMERS



Volume-omhulsel en beschermingsvolume van de badkamer: de ruimte van een badkamer of doucheruimte waarin een elektrische waterverwarmer moet geplaatst worden, wordt verdeeld in vijf volumes. Drie daarvan hebben betrekking op warmwatertoestellen.

##### V.4.2.5.1. Het volume in het bad (zone 0) - Zie figuur

In het volume “in het bad” is geen enkel elektrisch materiaal toegelaten.

##### V.4.2.5.2. Het volume omhulsel (zone 1) - Zie figuur

Zijn enkel toegelaten in het “volume-omhulsel” (zone 1):

- leidingen en toestellen op max. 12 V wisselspanning (zonder verdere bepaling van de beschermingsgraad),
- waterverwarmer op netspanning met beschermingsgraad IP5.

##### V.4.2.5.3. Het beschermingsvolume (zone 2) - Zie figuur

Zijn enkel toegelaten in het “beschermingsvolume” (zone 2):

- leidingen en toestellen op max. 25 V (zonder verdere bepaling van de beschermingsgraad),
- waterverwarmer op netspanning met beschermingsgraad IP4.

##### V.4.2.5.4. Het resterende volume (zone 3) - Zie figuur

Zijn enkel toegelaten in het resterende volume (zone 3):

- schakelaars, wandcontactdozen en toestellen met beschermingsgraad IP21 indien opbouw materiaal,
- alle inbouwtoestellen (op netspanning).

#### V.4.2.6. DE VERDEELDRIJK

De keuze van de verdeeldruk is voor elektrische voorraadketels misschien de belangrijkste keuze, omdat hiermee de werking, de wijze van aansluiten, de keuze van het kraanwerk en de afvoerwijze van het uitzettingswater worden bepaald.

We onderscheiden:

##### V.4.2.6.1. Lagedruk-aftappincipe (LDA)

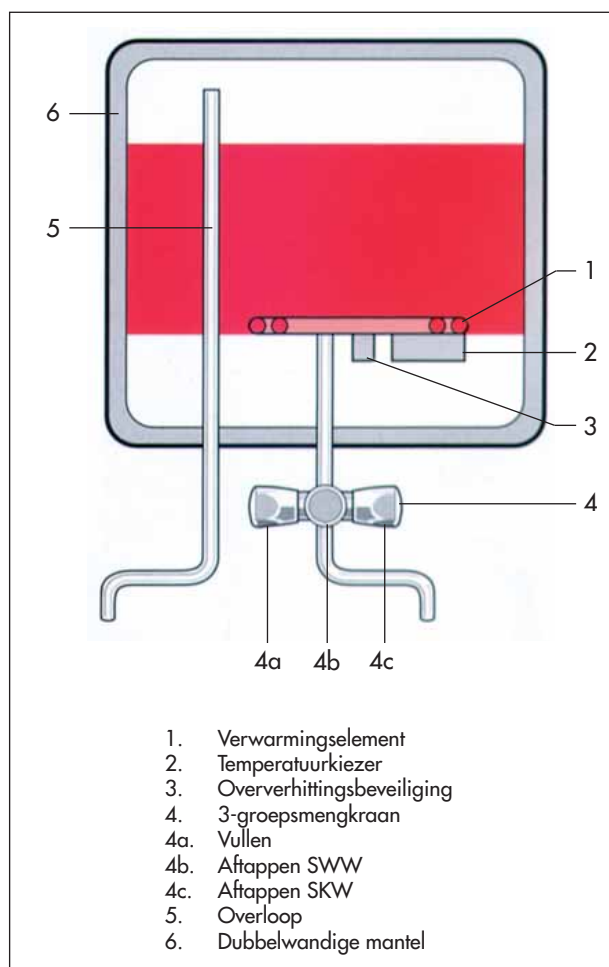
Een LDA-toestel kunnen we beschouwen als een gewone kookketel. De ketel wordt gevuld met de gewenste hoeveelheid koud water. Dan wordt de verwarming ingeschakeld. Na de opwarming laat men het warm water uit het toestel lopen. Dit toestel staat in een open verbinding met de buitenlucht, zodat het expansiewater (en ook de damp of stoom) hierdoor verdwijnt.

Toepassing: kokendwatertoestellen.

<b>LDA</b>	<b>slechts één tappunt</b>	<b>– keerklep</b>	<b>– vulkraan</b> <b>– koudwaterkraan</b> <b>– warmwaterkraan</b>
------------	----------------------------	-------------------	---



BRON: JUNKERS-SERVICO - AARTSELAAR



BRON: SIEMENS (DUITSLAND)



#### V.4.2.6.2. Lagedrukprincipe (LD)

Voor zover men dezelfde binnenketel zou gebruiken, bestaat er nauwelijks een verschil tussen voorraadtoestellen van het Lagedruk-principe en toestellen van het Waterdruk-principe.

Tegenwoordig worden de binnenketels van drukloze toestellen vaak in corrosievrije kunststof uitgevoerd. Het verschil zit hem louter in de manier van aansluiten en de prijs.

Met een drukloos watervoorraadtoestel kan slechts 1 tappunt worden bediend. Deze manier van aansluiten is enkel toegestaan als de speciale mengkraan voor drukloze toestellen wordt gebruikt.

Deze kraan sluit alleen de voeding van de boiler af, de uitloop blijft steeds open.

De voorraadketel is steeds met water gevuld, maar staat niet onder leidingdruk.

Door de vrije uitloop van de gebruikte mengkraan staat de ketel steeds in verbinding met de omgeving (14). Het expansiewater loopt weg via de uitloopbek. Daarom lekt deze bek bij opwarming.

De bedrijfsdruk is 0 bar.

De gewenste uitlooptemperatuur van het sanitair warm water wordt geregeld met de temperatuurkiezer (10), die er op het eerste zicht als een gewone kraankop uitziet.

Kiest men voor warm water, dan zal bij het openen van de kraankop (11) koud water naar de voorraadketel worden gestuurd (12), dat op zijn beurt het warm water verdringt en langs de vrije uitloop (14) uit de kraan zal stromen.

Zet men de temperatuurkiezer op de stand "koud", dan zal bij het openen van de debietregelaar (11) koud leidingwater (13) uit de mengkraan lopen.

Er mag slechts zoveel koud water naar de voorraadketel stromen, als er langs de open verbinding uit de mengkraan kan lopen.

Daarom zal men, om overdruk in de ketel te vermijden, op de koudwatertoevoer een doorstroombegrenzer plaatsen.

In de praktijk is dit een kunststofbuisje van geringe diameter dat in de koudwateraansluiting van een inbouwtoestel wordt geplaatst.

Aftappen zelf gebeurt met debietregelaar nr. (11).

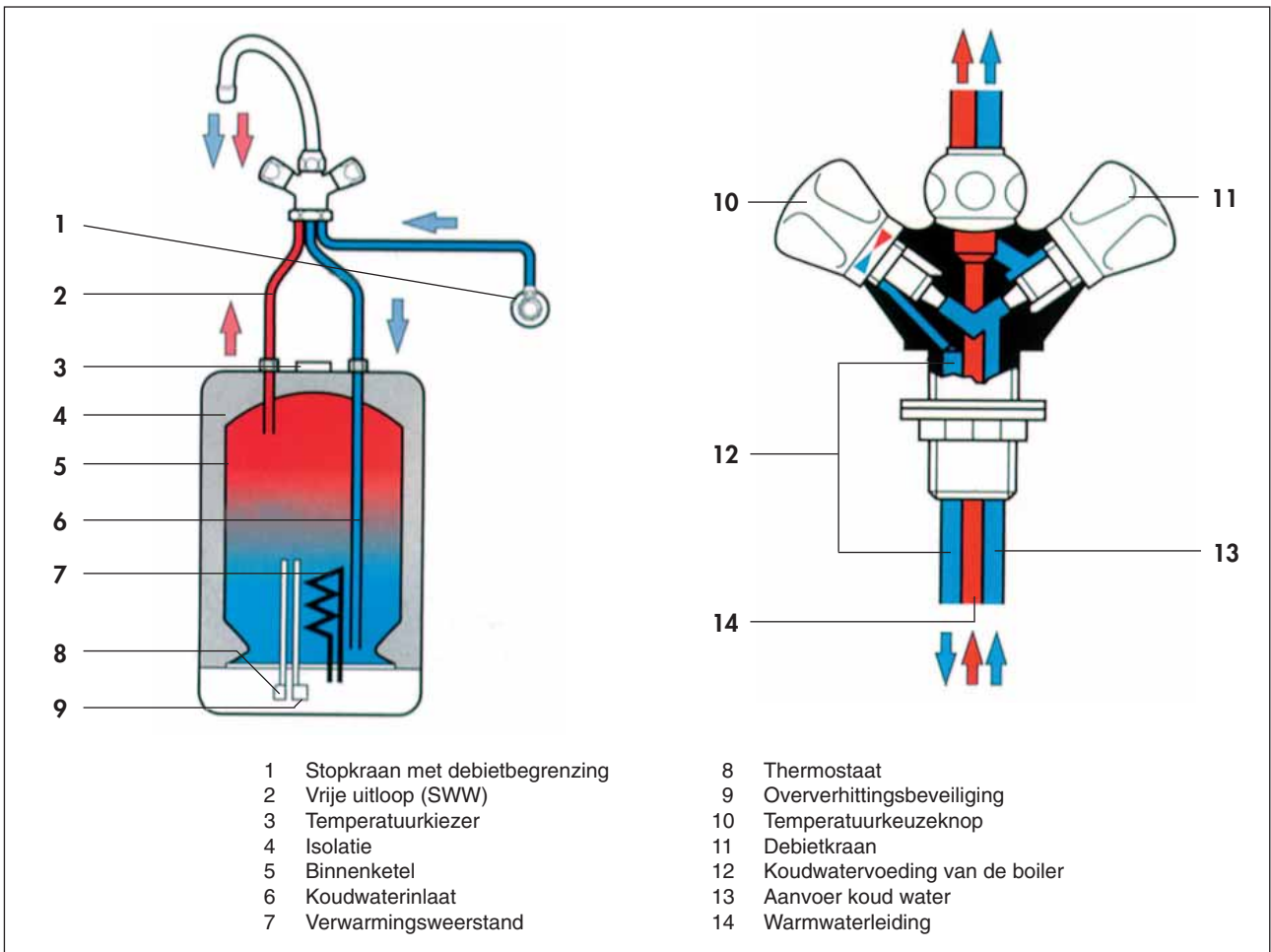
#### *Toepassing:*

Kleine boilers van 5 l tot 15 l in de keuken (boven of onder de gootsteen) of onder de wastafel in toiletten of slaapkamer.

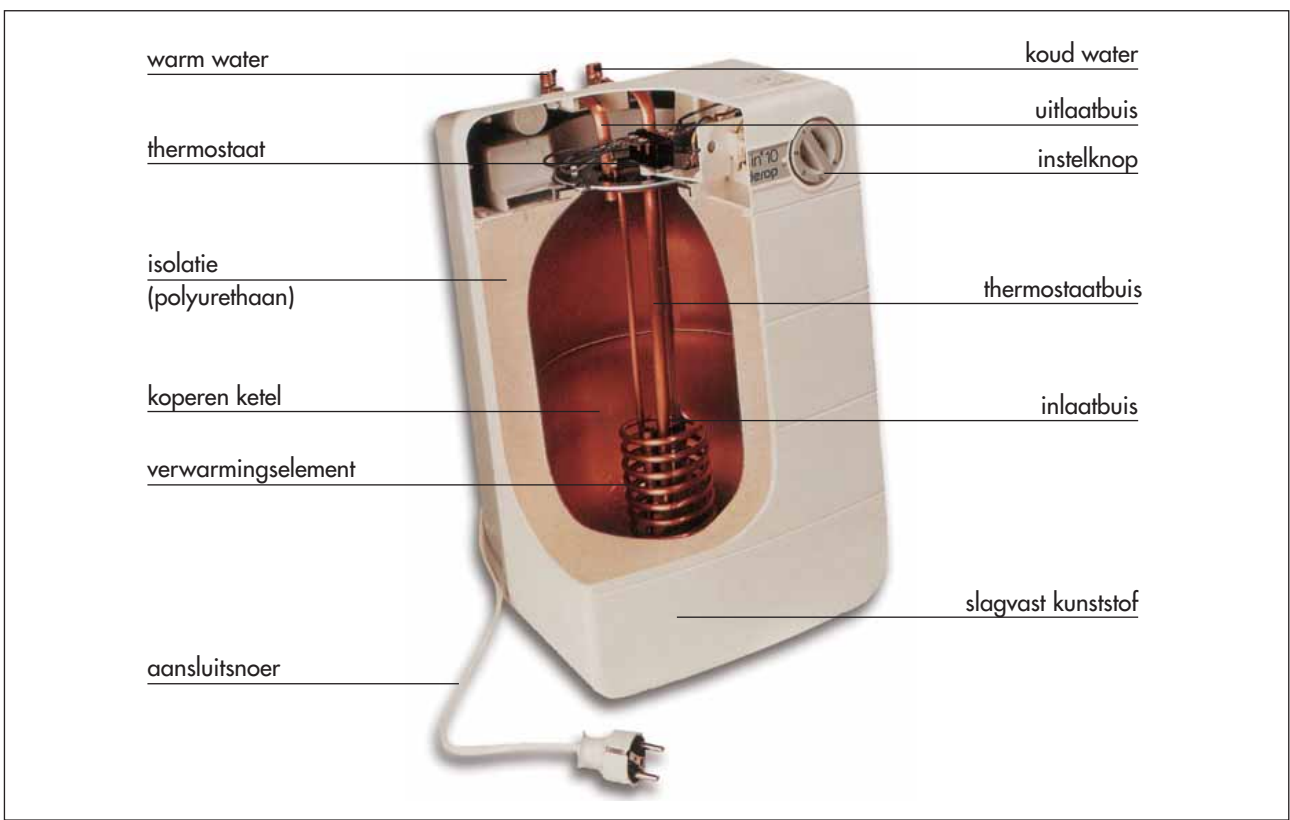
Soms een oplossing voor wie aan decentraliseren denkt.

Het grote voordeel van deze toestellen is dat bij lekken enkel de waterinhoud kan wegvloeien (beperkte waterschade bij afwezigheid).

<b>LD</b>	<b>slechts één tappunt</b>	<b>– keerklep</b>	<b>– speciale LD-mengkraan</b>
-----------	----------------------------	-------------------	--------------------------------



BRON: SIEMENS (DUITSLAND)



BRON: DAALDEROP (NEDERLAND)

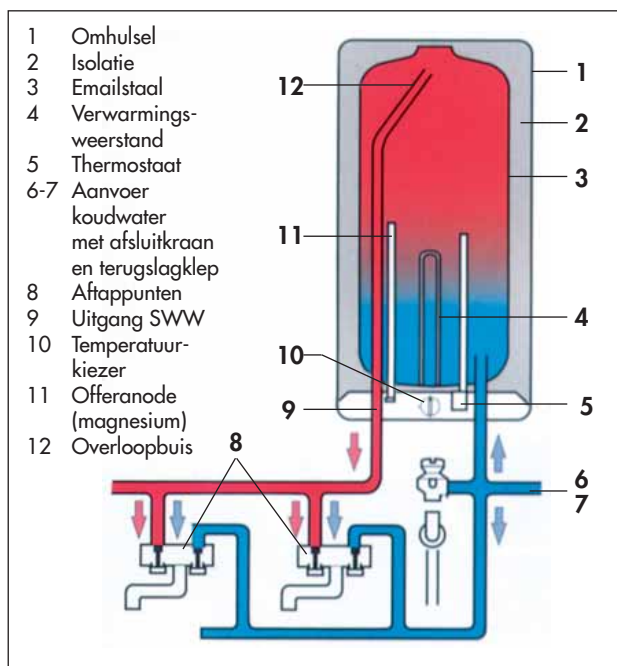
### V.4.2.6.3. Waterdrukprincipe (WD)

Hierbij staat de boiler steeds onder de volle waterdruk. Deze heeft dus geen open verbinding naar buiten.

Het warm water wordt afgetapt door het openen van de warmwateruitlaat van het toestel.



BRON: DAALDEROP (NEDERLAND)



BRON: SIEMENS (DUITSLAND)

Vermits het om een gesloten vat gaat zou de druk tijdens het opwarmen gevaarlijk hoog oplopen. Hiertoe plaatst men op de koudwateraansluiting van de boiler een veiligheidsgroep, die drupt tijdens de opwarming.

Deze veiligheidsgroep bestaat uit:

- afsluitkraan,
- keerklep,
- overdrukklep geregeld op 7 bar,
- leegloopkraan,
- controlekraantje.

Deze opstelling laat het gebruik van meerdere tappunten toe. De werkdruk van de veiligheidsgroep dient in overeenstemming te zijn met de voorschriften van de fabrikant. De uitlaat voor het expansiewater dient via een trechtertje of in ieder geval een zichtbare onderbreking van 2 cm via een sifon op de afvoerleiding aangesloten te worden.

Een keerklep in de groep moet beletten dat het expansiewater terugvloeit in de koudwaterleiding.

Toepassing:

- warmwatervoorziening van volledige woning met vrije keuze uit allerhande kraanwerk,
- bij decentraliseren: kleine WD(waterdruk)-boiler in de keuken biedt meer keuze voor kraanwerk en geeft geen “druppende” kraan zoals bij de LD-toestellen.

<b>WD</b>	<b>meerdere tappunten</b>	<b>veiligheidsgroep is verplicht:</b> – afsluitkraan – keerklep – overdrukklep – leegloopkraan – controlekraantje	<b>mengkraan naar keuze</b>
-----------	---------------------------	--	-----------------------------

- **De veiligheidsgroep**

De veiligheidsgroep heeft als taak overdruk te vermijden in het warmwatertoestel.

De werking is als volgt.

In een waterhuis wordt een afsluiter in gesloten stand gehouden door een membraan, onder een bepaalde afgestelde veerspanning. Wanneer de druk in de ketel, en dus ook in het daarmee in verbinding staand waterhuis, oploopt tot boven de afgestelde waarde, zal het membraan naar boven worden gedrukt, waardoor de afsluiter meegaat en het teveel aan druk, onder de vorm van water (expansiewater) wegloopt.

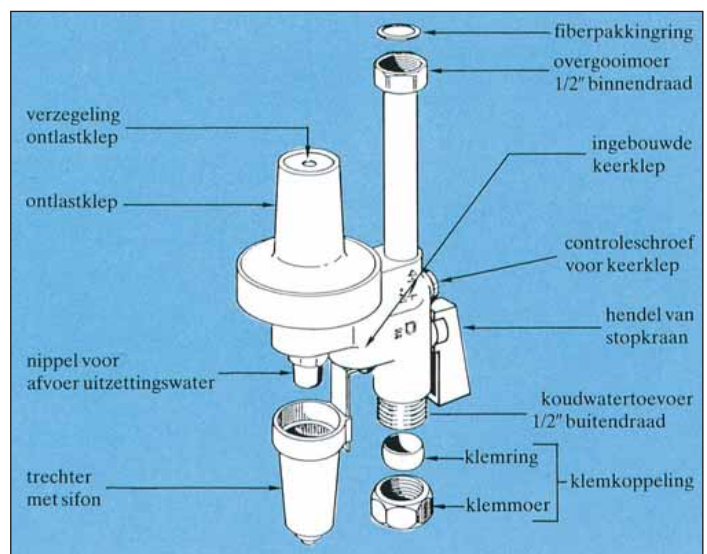
De afgestelde druk ligt meestal tussen de 7 en 8 bar. Deze druk kunnen de meeste warmwatertoestellen gemakkelijk verwerken en tevens ligt deze waarde hoger dan de normale nominale waterleidingsdrukken.

De veiligheidsgroep moet maandelijks gecontroleerd worden op zijn lozing (SPUIEN).

In de regel bestaat de veiligheidsgroep tevens uit:

- een afsluitkraan om de watertoevoer naar het toestel te kunnen afsluiten;
- een keerklep om te vermijden dat water terugloopt naar de koudwaterleiding;
- een controlekraantje om de werking van de keerklep te kunnen nagaan;
- een aftapinrichting om het toestel leeg te kunnen maken.

### Veiligheidsgroep



BRON: DAALDEROP (NEDERLAND)



BRON: RENOVA BULEX - BRUSSEL



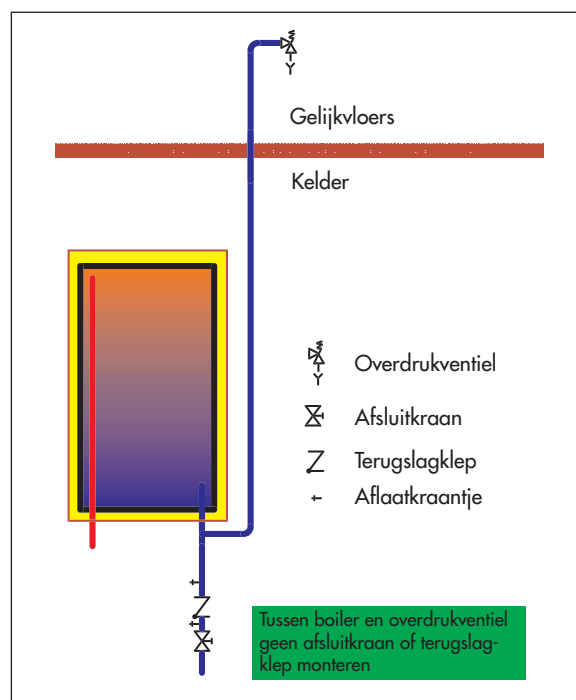
- **Het sanitaire expansievat**

Zowel voor de elektrische, als voor alle andere voorraadketels onder waterdruk, geldt dat op de toevoerleiding van het koud water steeds een overdrukklep moet geplaatst worden.

Deze beveiliging heeft het nadeel dat ze tijdens de opwarming ongeveer 4 % van de ketelinhoud loost. Bijkomend nadeel is dat wanneer dit toestel in een kelder wordt geplaatst, dus onder het niveau van de huisriolering, men het uitzetwater wel kan opvangen, maar niet kan laten weglopen.

Hier biedt het **sanitaire expansievat** een oplossing die de uitzetting wel toelaat, maar geen uitzetwater loost.

Men kan dit ook oplossen door een veiligheidsklep te plaatsen boven het niveau van de riolering.



Het sanitaire expansievat wordt eveneens op de koudwateraansluiting van de voorraadketel geplaatst, tussen de overdrukklep en de ketel zelf.

De inlaatcombinatie die we hier gebruiken is vast afgesteld en treedt dus uitsluitend in werking als het expansievat faalt. De uitzetting wordt opgenomen door een gas dat zich rond de waterbalg bevindt. Belangrijk is dat het drinkwater wordt opgevangen in een butylrubberen balg en dus nooit in aanraking komt met de wand van het vat of met het omgevende gas.

Voor grote installaties bestaan sanitaire expansievaten met twee aansluitingen. Deze hebben het voordeel dat bij iedere tapbeurt water door de balg stroomt en er dus nooit stagnerend water of opeenhoping van zwevende deeltjes zoals bramen, resten van dichtingsmateriaal en dergelijke kan ontstaan.

Het vat zelf moet ook aan een aantal eisen voldoen. Het expansievat moet geschikt zijn voor gebruik van drinkbaar water.

Voor de keuze van het sanitaire expansievat raadpleegt men de technische documentatie van de fabrikant. De heersende druk op de waterleiding en de inhoud van de voorraadketel bepalen samen de inhoud van het vat.

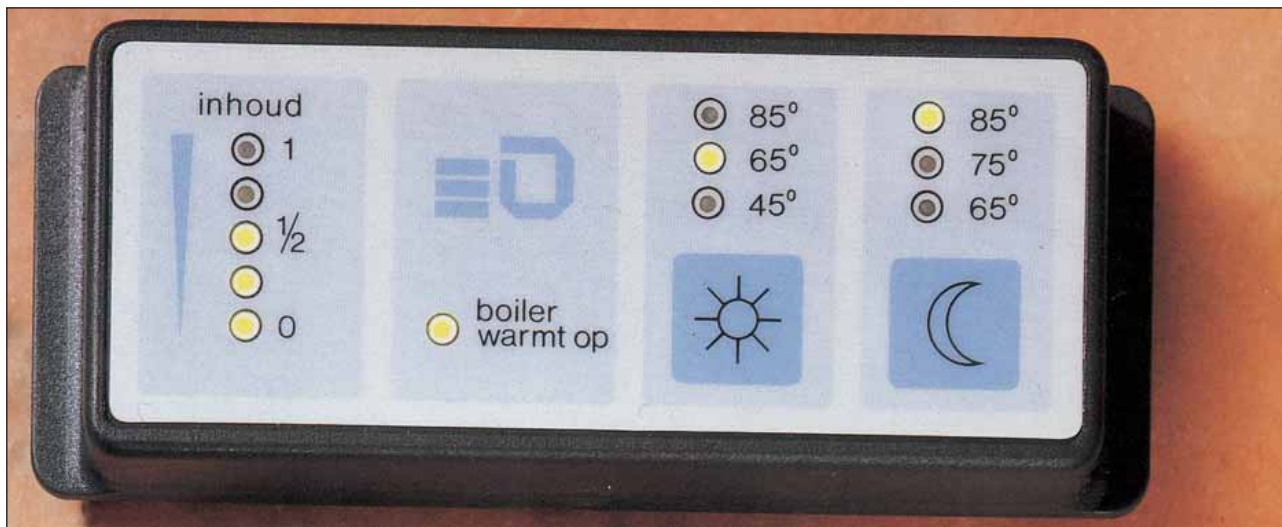
**Let op**

- Een expansievat voor CV is niet geschikt voor sanitaire toepassingen,
- Bij gebruik van expansievaten moet de veiligheidsgroep zeker maandelijks gecontroleerd worden.



BRON: VAREM (ITALIE)

#### V.4.2.6.4. De sensor-boiler

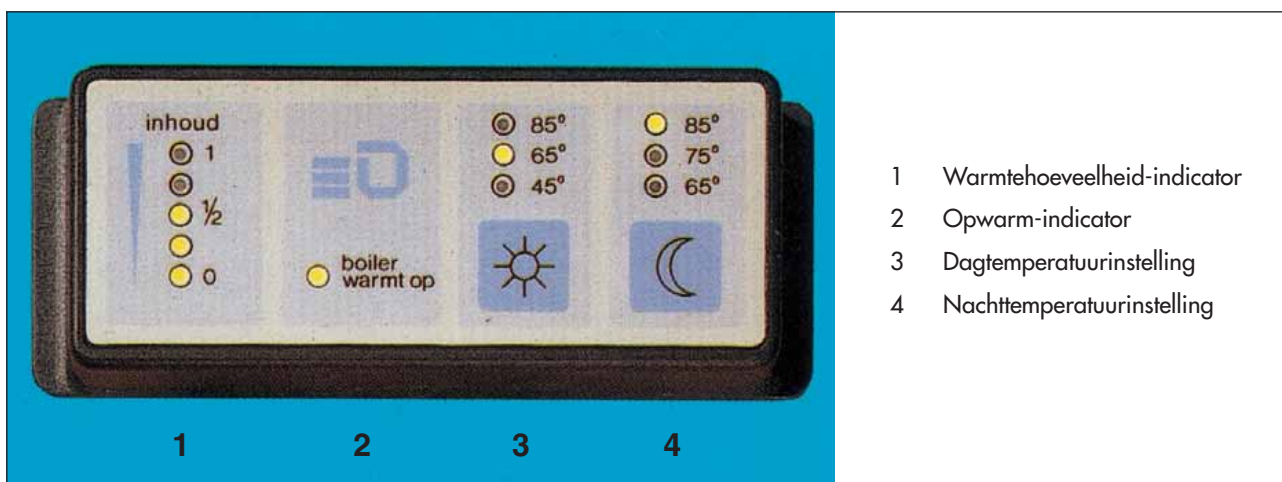


BRON: DAALDEROP (NEDERLAND)

Een variante of verdere evolutie is de SENSOR-boiler. Deze werd ontworpen voor gebruik van het elektrisch spaartarief, type: tweevoudig uurtarief, waarbij de voorkeurschakelaar overbodig is.

De mogelijkheden van dit goedkoop tarief worden optimaal benut.

- De hoofdopwarming gebeurt 's nachts tijdens het lage tarief. De min. instelbare temperatuur is 60 °C; dit voorkomt vorming van legionella-bacteriën.
- Indien nodig kan er op dagtarief bijverwarmd worden naar keuze (45 °C, 65 °C, 85 °C).
- De warmwaterinhoud van de ketel wordt zichtbaar gemaakt door oplichtende diodes.
- Een ingebouwde rekeneenheid stelt het tijdstip van de opwarming uit, zo wordt enerzijds het net gespaard van piekbelasting omstreeks 22.00 uur en anderzijds zal het later opgewarmde water langer warm blijven.

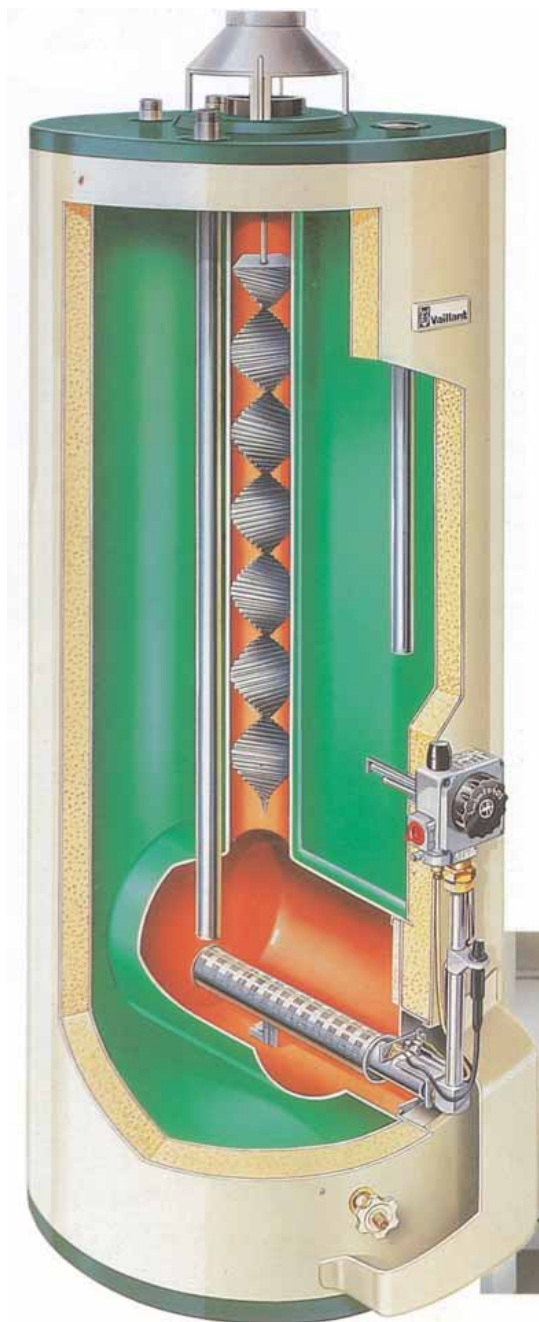


- 1 Warmtehoeveelheid-indicator
- 2 Opwarm-indicator
- 3 Dagtemperatuurinstelling
- 4 Nachttemperatuurinstelling

BRON: DAALDEROP (NEDERLAND)

## V.4.3. GASVOORRAADTOESTELLEN

### V.4.3.1. ALGEMEEN



Gasboilers zijn comforttoestellen bij uitstek. Ook hier wordt een voorraad warm water opgeslagen in een goed geïsoleerde kuip.

Geen probleem dus om over een relatief grote hoeveelheid water te beschikken met een constante temperatuur, wat meteen de keuze voor het kraanwerk vereenvoudigt.

Het voeden van zijsproeiers is evenmin een probleem, bij juiste dimensionering.

Belangrijk ook is het feit dat bijna alle toestellen reeds voorzien zijn van een retouraansluiting om het sanitair warm water te laten circuleren.

Ook dit wordt als een sterke comfortfactor ervaren.

De meest recente toestellen zijn vooraf ingesteld op 60 °C om overdreven ketelsteenvorming enerzijds en de ontwikkeling van bacteriën anderzijds, te verhinderen.

Deze boilers hebben wel een groot stilstandverlies omwille van de rookgasbuis in het midden van de boiler. Gezien hun structuur zijn deze boilers gevoelig voor kalkvorming.



BRON: VAILLANT (DUITSLAND)

#### **V.4.3.2. WERKING**

Een geëmailleerde binnenketel staat altijd onder waterleidingdruk. Een atmosferische gasbrander, geregeld door een thermostaat, zorgt voor de opwarming. De warmte-overdracht gebeurt door het rookgaskanaal in het midden van de ketel aan te brengen. Een wervelstrip (turbulator), in het rookgaskanaal aangebracht, vergroot de oppervlakte van de warmtewisseling en remt de stijgkracht van de verbrande gassen af, zodat ze langer hun warmte kunnen afgeven wat uiteindelijk het rendement ten goede komt.

#### **V.4.3.3. BEPALEN VAN DE BOILERINHOUD**

**(Zie tabellen Hoofdstuk V.2.3. - De onafhankelijke voorraadtoestellen)**

Het vermogen 6 à 9 kW geeft ook een snellere opwarming dan een elektrische boiler (2 à 3 kW). Hierdoor kan zijn inhoud in verhouding kleiner gekozen worden. De warmwaterbehoefte hangt namelijk niet af van de gekozen energievorm maar van de wensen van de klant. Een belangrijk voordeel van een gasboiler is dat de brandstof dag en nacht hetzelfde kost, waardoor extra opwarmen of bijwarmen geen probleem is wat brandstofprijs betreft.

#### **V.4.3.4. BINNENKETEL**

Zoals gezegd zijn gasboilers uitgerust met een geëmailleerde plaatstalen ketel.

Deze toestellen zijn eveneens voorzien van een offer-anode in magnesium. Deze magnesiumanode moet jaarlijks gecontroleerd worden. Het vervangen en de controle ervan zijn een stuk makkelijker dan bij elektroboilers daar de offeranode van boven bereikbaar is. In tegenstelling tot de elektrische toestellen moet de ketelinhoud dus niet worden afgelaten om de offeranode te vervangen.

#### **V.4.3.5. PLAATSING**

Voor deze warmwaterbereiders gelden dezelfde regels als bij elk ander huishoudelijk gastoestel. Dit betekent: een rooster voor de verbrandingslucht met een oppervlakte van minstens 150 cm<sup>2</sup> onderaan in het lokaal, een degelijke schoorsteen voor de afvoer van de verbrande gassen. Gastoevoer voorzien van een afsluitkraan van een goedgekeurd type gevolgd door een koppeling. Ook deze toestellen zijn beveiligd met een thermokoppel voor de gasaanvoer en een thermische terugslagbeveiliging voor de rookgassen.

#### **V.4.3.6. WATERDRUK**

Gelet op de ruime inhoud zijn deze toestellen bedoeld om grote hoeveelheden warm water te produceren. Het spreekt dus vanzelf dat men te maken heeft met druktoestellen die de toepassing van meerdere tappunten mogelijk maken. Op de koudwaterleiding wordt dus altijd een inlaatcombinatie (veiligheidsgroep) voorzien die bestaat uit:

- afsluitkraan,
- overdrukklep ingesteld op 6 bar,
- terugslagklep,
- controlekraan,
- leegloopkraantje als luchtsnuiver.

Aangezien de vulleiding steeds bovenaan zit heeft de aanwezigheid van een leegloopkraantje weinig nut. De fabrikanten voorzien dan ook op het laagste punt van de ketel een aflaatmogelijkheid om eventueel gevormd ketelsteen te verwijderen. Het leegloopkraantje in de inlaatcombinatie vervult dan de rol van luchtsnuiver.



## V.4.4. INDIRECT GESTOOKTE VOORRAADTOESTELLEN

### V.4.4.1. INLEIDING

Deze boiler is voorzien van een warmtewisselaar en wordt opgewarmd door de verwarmingsketel.

Men onderscheidt hierin verticale (staande) en horizontale (liggende) toestellen.

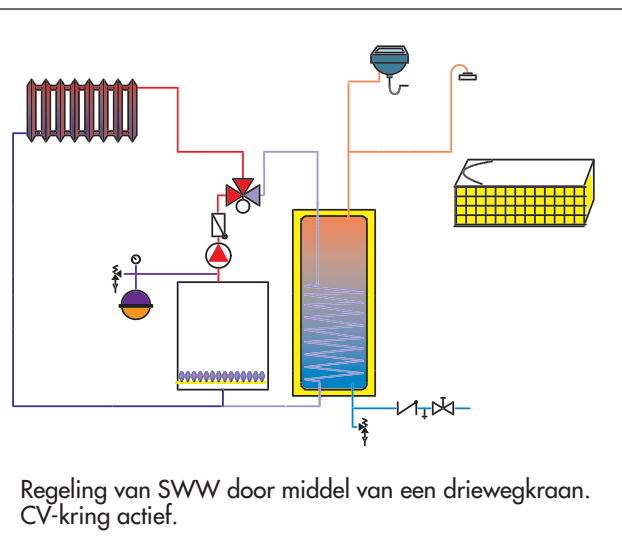
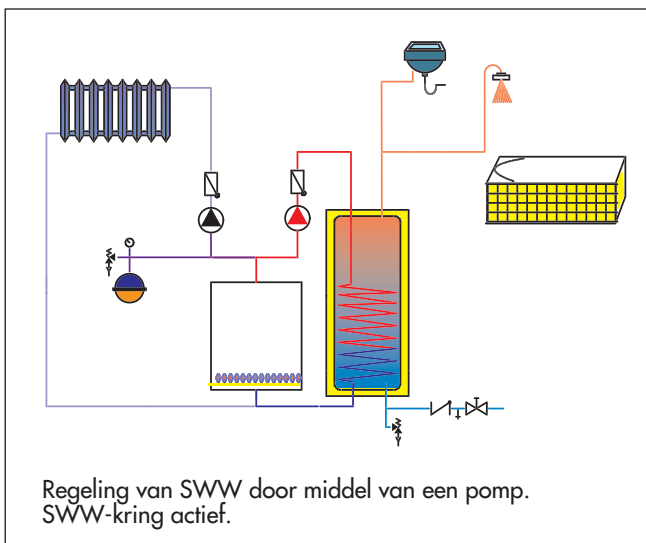


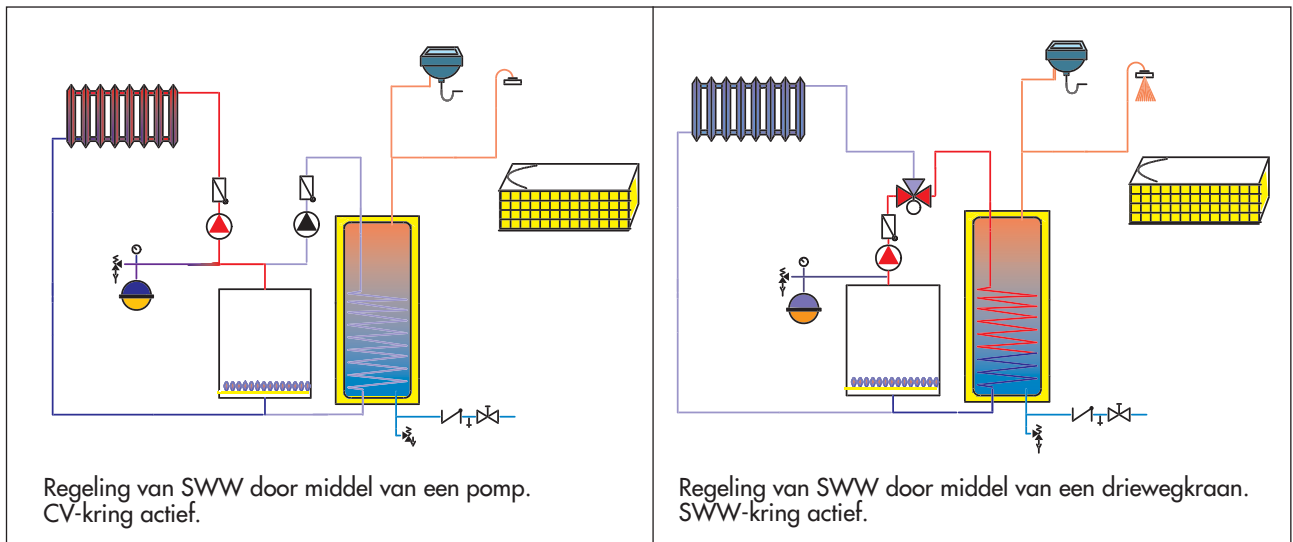
BRON: VISSMANN (DUITSLAND)



BRON: VISSMANN (DUITSLAND)

- De watertemperatuur van de verwarmingsketel moet altijd hoger zijn dan de gevraagde sanitair warmwatertemperatuur.
- De aanvoer van verwarmingswater en dus de regeling van de sanitair warmwatertemperatuur kan gebeuren d.m.v. een driewegkraan in combinatie met de pomp van de ketel of een extra pomp in de verwarmingskring; deze worden dan gestuurd door een elektronische regeling.



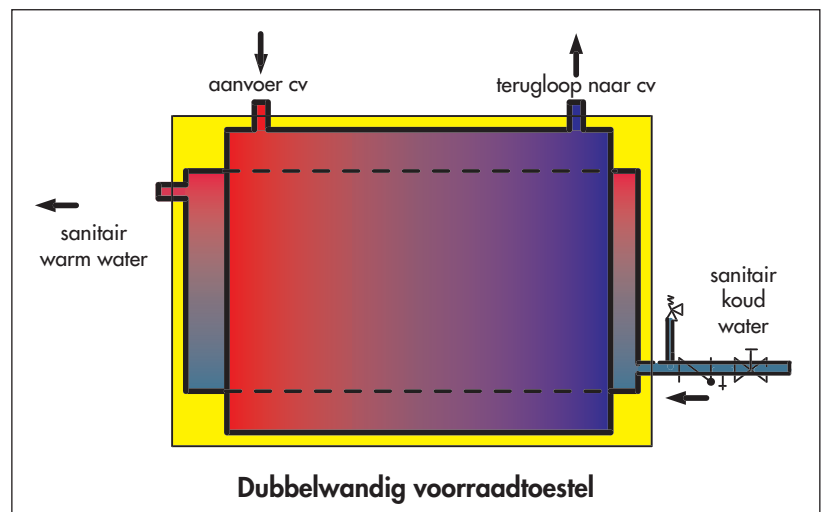


- Voor sommige toepassingen is het mogelijk om stoom of heet water te gebruiken i.p.v. verwarmingswater.
- Zie ook de opmerking over beveiliging onder hoofdstuk V.2.6.1.

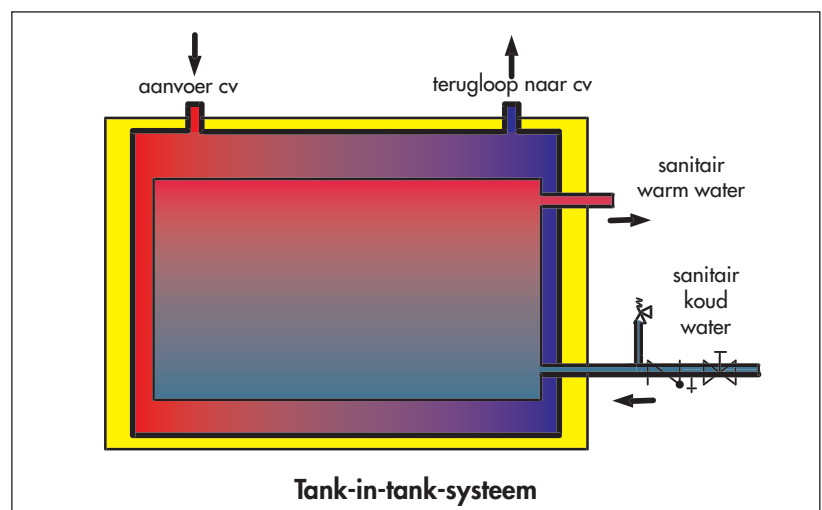
#### V.4.4.2. VOORRAADTOESTEL MET DUBBELE WAND

Dit toestel bestaat in hoofdzaak uit:

- een vat dat het SWW (sanitair warm water) bevat, voorzien van de nodige aansluitpunten en soms een inspectieluik;
- een stalen mantel waardoor het verwarmingswater stroomt is bevestigd rond de sanitaire boiler;
- een isolatielaag, beschermd door een metalen of kunststof-mantel.



Een variante hierop is het tank-in-tank-systeem waarbij de sanitaire boiler volledig omhuld wordt door CV-water.

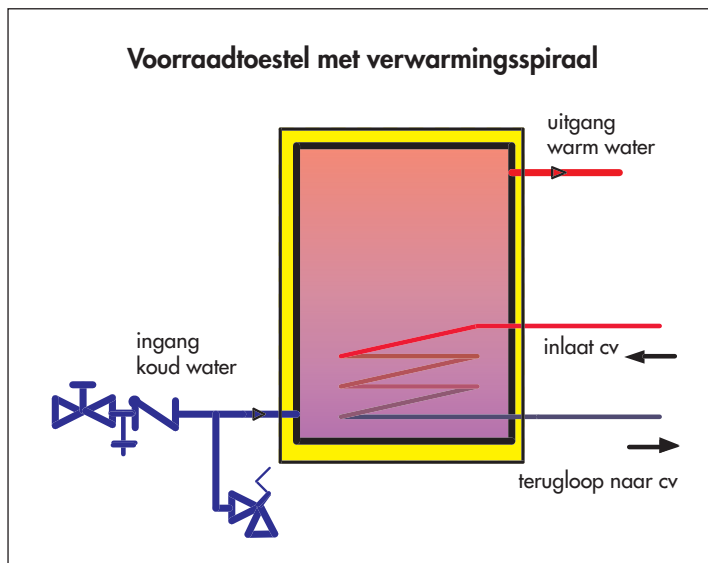


#### V.4.4.3. VOORRAADTOESTEL MET VERWARMINGSSPIRAAL

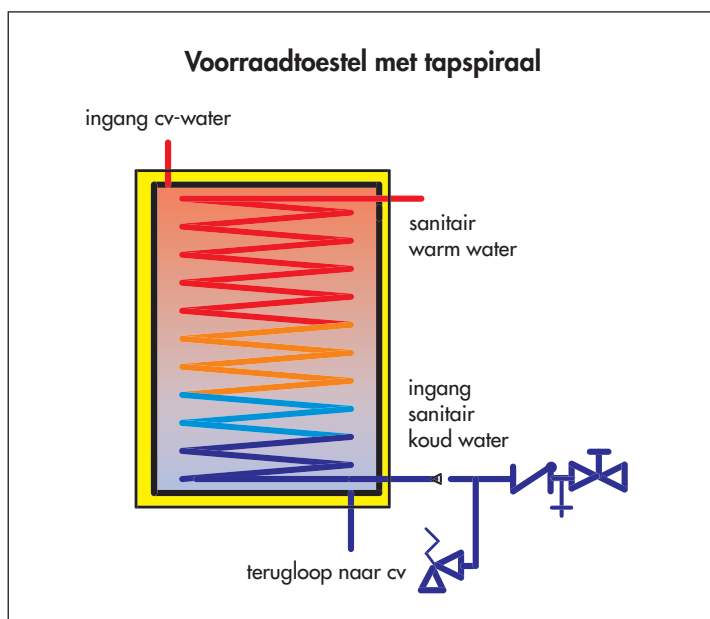
Dit toestel bestaat uit:

- een vat dat het SWW (sanitair warm water) bevat, met eveneens de nodige aansluitpunten en soms een inspectieluik;
- een CV-verwarmingsspiraal, ingebracht in het vat;
- een isolatieomhulling, afgewerkt met een metalen of kunststofmantel.

Het verwarmingselement wordt laag in het voorraadtoestel aangebracht om een optimale opwarming te verkrijgen.



#### V.4.4.4. VOORRAADTOESTEL MET TAPSPIRAAL



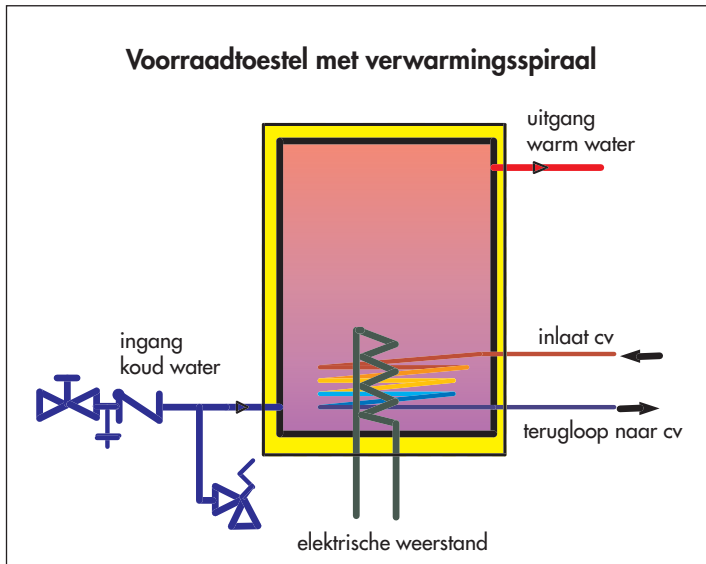
Dit toestel bestaat uit:

- een vat dat het CV-water bevat;
- een sanitair tapspiraal, ingebracht in het CV-vat;
- een isolatieomhulling.

#### V.4.4.5. GECOMBINEERDE (MIXTE) VOORRAADTOESTELLEN

Dit toestel kan warm water produceren op twee manieren:

- via een warmtewisselaar (dubbele wand of spiraal),
- via de ingebouwde elektrische weerstand.



Als de centrale verwarming buiten dienst is in de zomermaanden, zal het sanitair water elektrisch verwarmd worden, eventueel op het tweevoudig uurtarief.

## V.5. INDELING VAN DE GASTOESTELLEN VOLGENS HUN LUCHTTOEVOER EN ROOKGASAFVOER

Voor de indeling van de gastoestellen heeft de CEN (Comité Européen de Normalisation) in dat verband een nieuwe Europese classificatie opgenomen.

De classificatie wordt aangeduid door middel van: b.v. **B** 1 1 BS

- Een 1ste lettercode A, B of C.
- De letter wordt gevolgd door 1 of 2 cijfercodes.
- Op de cijfercode volgt eventueel een 2de lettercode, bestaande uit 2 letters.

### V.5.1. VERKLARING VAN DE 1ste LETTERCODE b.v. **B** 1 1 BS

Toestellen aangeduid met de letter :

- A: zijn niet aangesloten op een rookgas-afvoerkanaal naar de buitenlucht.  
Ze nemen hun luchttoevoer uit het lokaal waar ze zijn opgesteld en geven hun rookgassen in dezelfde ruimte af.
- B: zijn wel aangesloten op een rookgas-afvoerkanaal via de schoorsteen naar de buitenlucht.  
Ze nemen hun luchttoevoer op uit het lokaal waar ze staan.
- C: zijn gesloten toestellen met rookgas-afvoerkanaal horizontaal of verticaal naar buiten.  
Ze nemen hun luchttoevoer op buiten het lokaal van opstelling (ofwel buitenlucht ofwel aanpalend lokaal).

### V.5.2. VERKLARING VAN HET 1ste CIJFER VAN DE CIJFERCODE b.v. **B** ① 1 BS

(Hoe is de luchttoevoer en rookgasafvoer uitgevoerd?)

- Voor toestellen type “B” : 1 : er is een trekonderbreker aanwezig in de kring van de rookgassen;  
2 : er is geen trekonderbreker aanwezig in de kring van de rookgassen.
- Voor toestellen type “C” : 1 : aan- en afvoer horizontaal; toestel met gevelafvoer;  
2 : aan- en afvoer op een gemeenschappelijk doorlopend kanaal;  
3 : aan- en afvoer verticaal, door het dak;  
4 : aan- en afvoer op een afzonderlijk gemeenschappelijk kanaal:  
(CLV: Combinatie Luchttoevoer en Verbrandingsgassen),  
(LAS: Luftabgassystem),  
(3CE );  
5 : aan- en afvoer staan in verbinding met verschillende drukzones van het gebouw;  
6 en 7: zie tabel (verboden in België).

### V.5.3. VERKLARING VAN HET 2de CIJFER VAN DE CIJFERCODE b.v. B 11BS

(Is het toestel al dan niet voorzien van een ventilator in de kring van de rookgas-afvoer en/of de luchttoevoer?)

- 1: er is geen ventilator aanwezig;
- 2: er is een ventilator aanwezig voorbij de verbrandingskamer (in onderdruk);
- 3: er is een ventilator aanwezig vóór de verbrandingskamer (in overdruk);
- 4: er is een ventilator aanwezig vóór en voorbij de verbrandingskamer.

### V.5.4. VERKLARING VAN DE 2de LETTERCODE b.v. B 11BS

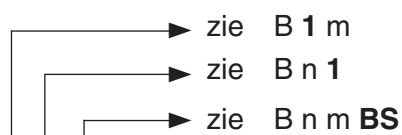
(Deze lettercode (2 letters) geeft aan dat het toestel is voorzien van bijkomende beveiligingsinrichtingen).

Momenteel zijn er 3 mogelijkheden:

- AS: er is een atmosfeercontrole aanwezig op het toestel;
- BS: er is een rookgas-afvoercontrole aanwezig op het toestel (TTB);
- CS: idem als BS, maar voor toestellen aangesloten op een VMC-gaz-installatie (Ventilation mécanique contrôlée-gaz).

## V.5.5. SAMENVATTENDE TABEL VAN DE TOESTELTYPEN (Uittreksel uit de norm NBN-D51-003)

De typen van de toestellen worden aangeduid door een letter (A, B, C), gevolgd door 2 cijfers.  
In onderstaande tabel wordt het 1ste cijfer voorgesteld door de letter "n",  
2de cijfer voorgesteld door de letter "m".



Voorbeeld: **B 1 1 BS**

	Typen	Verbrandingskamer t.o.v. het lokaal	Luchttoevoer	Buizen voor luchttoevoer en rookgasafvoer	Afvoer van rookgassen
<b>A</b>	<b>A</b>	in verbinding	in het lokaal		in het lokaal
	<b>A<sub>AS</sub></b>	– in verbinding – met atmosfeerbeveiliging			
<b>B</b>	<b>B<sub>1m</sub></b>		in het lokaal	met trekonderbreker-valwindafleider	naar buiten toe met afvoerkanaal
	<b>B<sub>2m</sub></b>			zonder trekonderbreker-valwindafleider opgelet: plaatsing van toestellen type B21 is verboden	
	<b>B<sub>n1</sub></b>	in verbinding	in het lokaal	met natuurlijke trek	naar buiten toe met afvoerkanaal
	<b>B<sub>n2</sub></b>			met ventilator na de verbrandingskamer (verbrandingskamer in onderdruk)	
	<b>B<sub>n3</sub></b>			met ventilator vóór de verbrandingskamer (verbrandingskamer in overdruk)	
	<b>B<sub>n4</sub></b>			met ventilator vóór en na de verbrandingskamer, opgelet: plaatsing van toestellen B14 en B24 is verboden	
	<b>B<sub>nmAS</sub></b>	met atmosfeerbeveiliging	in het lokaal		naar buiten toe met afvoerkanaal
	<b>B<sub>nmBS</sub></b>	met rookgasafvoerbeveiliging (TTB)			
	<b>B<sub>nmCS</sub></b>	met rookgasafvoerbeveiligingsinrichting (TTB en ventilatorcontrole) voor aansluiting op VMC-gaz.			

Typen	Verbrandingskamer t.o.v. het lokaal	Luchttoevoer in open lucht	Buizen voor luchttoevoer en rookgasafvoer	Afvoer van rookgassen in open lucht		
C	gesloten	op verticale wand	C <sub>1m</sub>	met horizontale buizen waarvan het eindstuk buiten het gebouw geplaatst is op een verticale wand	op verticale wand	
			C <sub>2m</sub>	met horizontale buizen aangesloten op een gemeenschappelijk doorlopend kanaal (niet van toepassing in België)		
		C <sub>3m</sub>	boven het dak	met verticale buizen waarvan het eindstuk uitmondt boven het dak	boven het dak	
		C <sub>4m</sub>		toestel bestemd om te worden aangesloten op afzonderlijke verticale kanalen <b>Opmerking:</b> de plaatsing van toestellen C41 (= zonder ventilator) is verboden. – onder bepaalde omstandigheden mag een toestel type C42 (of C43) gebruikt worden zoals een toestel type B22 (of B23): aangesloten op een schoorsteen.		
		C <sub>5m</sub>	op verticale wand	met gescheiden aan- en afvoerleidingen die op verschillende buitenmuren (drukzones) kunnen aangebracht worden. <b>Opmerking:</b> de plaatsing van toestellen C51 (= zonder ventilator) is verboden.	op verticale wand	
		C <sub>6m</sub>		toestel geleverd zonder buizen <b>Opmerking:</b> de plaatsing van toestellen C6 is verboden.		
		C <sub>7m</sub>	op zolder	met verticale buizen <b>Opmerking:</b> de plaatsing van toestellen C7 is verboden.	boven het dak	
		C <sub>n1</sub>			toestel met natuurlijke trek	
		C <sub>n2</sub>			toestel met ventilator na de verbrandingskamer	
		C <sub>n3</sub>			toestel met ventilator vóór de verbrandingskamer	

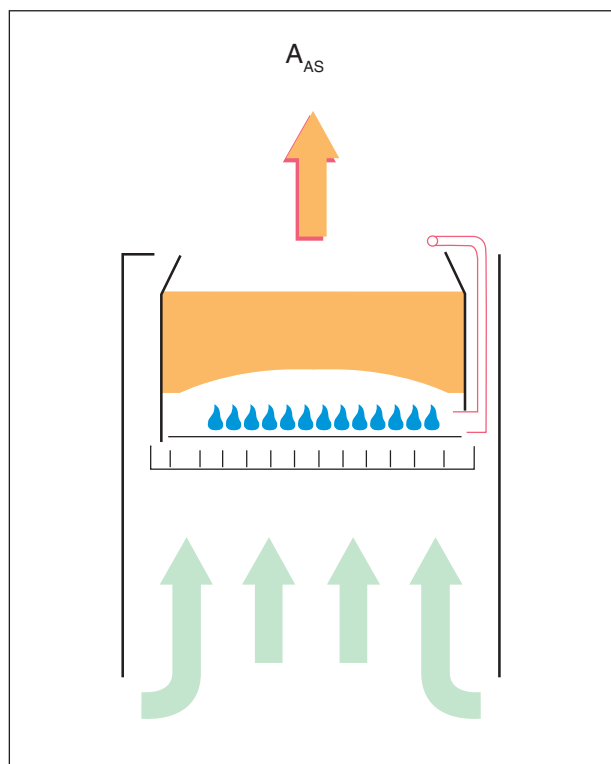


## V.5.6. GEILLUSTREERDE OMSCHRIJVING VAN DE TOESTELTYPEN

### V.5.6.1. TOESTELLEN TYPE A

#### Type A<sub>AS</sub>

Toestel dat niet is aangesloten op een afvoerkanaal, en voorzien van een atmosfeerbeveiliging.



Het betreft hier de zogenaamde 5 liter/min. keukengeiser.

Doorstroomtoestellen type A zonder atmosfeerbeveiliging zijn niet meer verkrijgbaar.

De keukengeiser is vervaardigd om kleine hoeveelheden warm water te produceren. Hij leent zich enkel tot een onderbroken gebruik van maximum 10 minuten per half uur.

#### • Veiligheid !

Vermits deze toestellen een groot gevaar betekenen indien ze onvakkundig worden geplaatst, gelden er enkele speciale regels voor de plaatsing.

1. Een 5 l/min. toestel type A<sub>AS</sub> mag nooit gebruikt worden om een ligbad, zitbad of douche te voorzien van warm water.
2. Er moet steeds een luchttoevoeropening van minstens 150 cm<sup>2</sup> voorzien worden.
3. Indien de keukengeiser in een lokaal wordt opgesteld met een volume kleiner dan 8 m<sup>3</sup> wordt er een luchttoevoeropening voorzien van 150 cm<sup>2</sup> en een bovenverluchtingsopening in verbinding met de buitenlucht van 150 cm<sup>2</sup>.
4. Indien de keukengeiser wordt opgesteld in een bad-stortbad- of opschikkamer moet het volume van de kamer groter zijn dan 12 m<sup>3</sup> en voorzien zijn van een luchttoevoeropening van 150 cm<sup>2</sup> en een bovenverluchting van min. 150 cm<sup>2</sup> in verbinding met de buitenlucht.

- **Vervanging van een keukengeiser**

Een oude keukengeiser die een douche bedient mag enkel door een keukengeiser type A<sub>AS</sub> vervangen worden indien:

- er geen schouwaansluiting mogelijk is;
- het volume van het lokaal groter is dan 12 m<sup>3</sup>;
- er een onderverluchting en een bovenverluchting is aangebracht van elk minstens 150 cm<sup>2</sup>.

De bovenverluchting moet rechtstreeks in verbinding staan met de buitenlucht.

Dit geldt enkel voor een douche, nooit voor de bediening van een lig- of zitbad.

**Deze uitzondering is slechts toepasbaar indien aan alle voorwaarden voldaan wordt.**

**Indien aan bovenvermelde voorwaarden niet voldaan wordt moet men een ander toestel-type plaatsen (type B of type C).**

- **Atmosfeerbeveiliging**

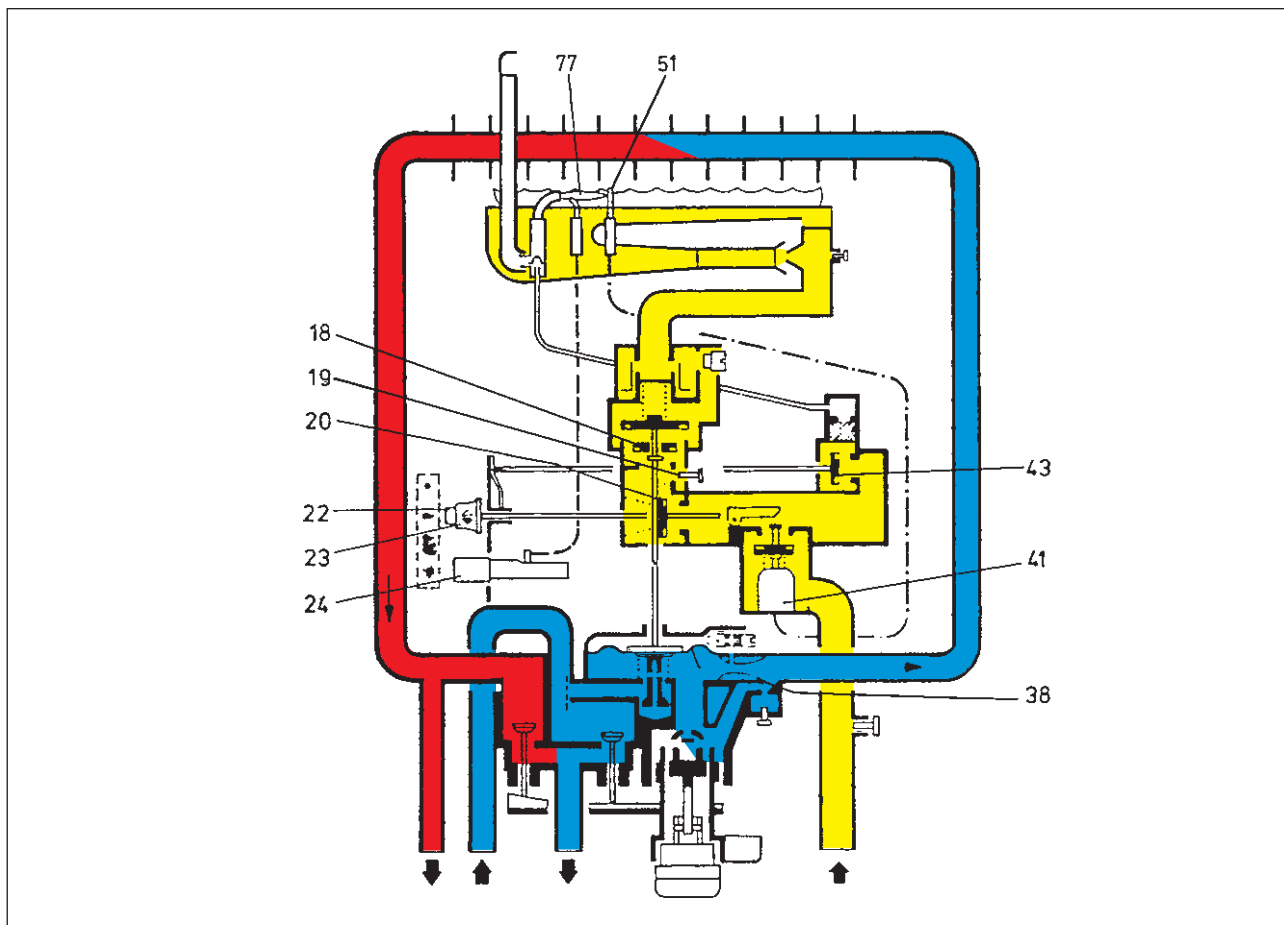
Wanneer de veiligheidsomstandigheden toch niet helemaal optimaal zijn, en vorming van het gevaarlijke CO-gas dreigt, wordt dit door de fabrikant voorkomen door de toestellen te voorzien van een atmosfeerbeveiliging.

Deze beveiliging verschilt van merk tot merk maar heeft telkens als doel het toestel onmiddellijk uit te schakelen indien er gevaar van CO-vorming ontstaat.

Het toestel moet altijd manueel terug worden opgestart.

– Atmosfeerbeveiliging met snorkel **boven** het lamellenblok

De atmosfeerbeveiliging kan bestaan uit een snorkel die uitmondt boven de verbrandingskamer en verbonden is met de luchtinlaat van de waakvlambrander.



BRON: JUNKERS-SERVICO - AARTSELAAR

Indien de brander of het lamellenblok te sterk vervuild zijn, of bij gebrek aan zuurstof in de ruimte, zal de waakvlam doven.



BRON: JUNKERS-SERVICO - AARTSELAAR



BRON: JUNKERS-SERVICO - AARTSELAAR

– Atmosfeercontrole met snorkel **onder** het lamellenblok

Deze beveiliging wordt gecombineerd met een speciale waakvlambrander. Indien er zich tussen de ribben van het lamellenblok vuil opstapelt, wordt de doorgang van de rookgassen belemmerd. Hierdoor ontstaat er een overdruk in de verbrandingskamer zodat de gassen via de onderzijde van het toestel ontsnappen.

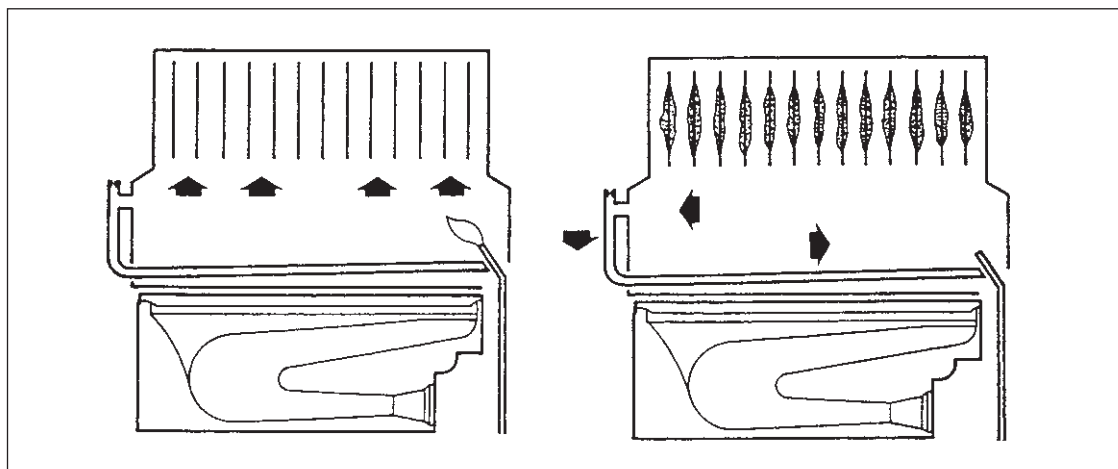
De temperatuur in de verbrandingskamer stijgt en de verbranding wordt onvolledig met CO-vorming tot gevolg.

De beveiliging met snorkel **onder** het lamellenblok detecteert de vervuiling.

De snorkel is gemonteerd in de zijwand van het verwarmingslichaam op een plaats waar bij normale werking de druk gelijk is aan de luchtdruk. Hierdoor is er geen luchtcirculatie doorheen het buisje. Bij vervuiling van het lamellenblok ontstaat er een overdruk waardoor verbrande gassen doorheen het buisje wegvloeien.

Het buisje mondt uit ter hoogte van de waakvlambrander.

De waakvlam krijgt op deze manier te weinig zuurstof en dooft.

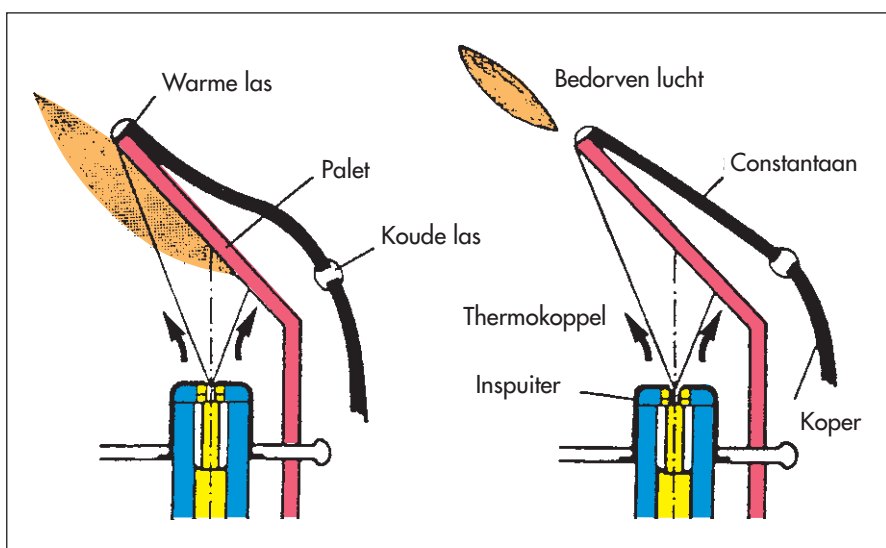


De voortplantingsnelheid van een vlam is afhankelijk van de luchtsamenstelling nodig voor de verbranding.

Indien de omgevingslucht vervuild is neemt de snelheid van de vlam af waardoor de waakvlam afhaakt. Het thermokoppel wordt niet meer verwarmd en het toestel gaat in veiligheid.

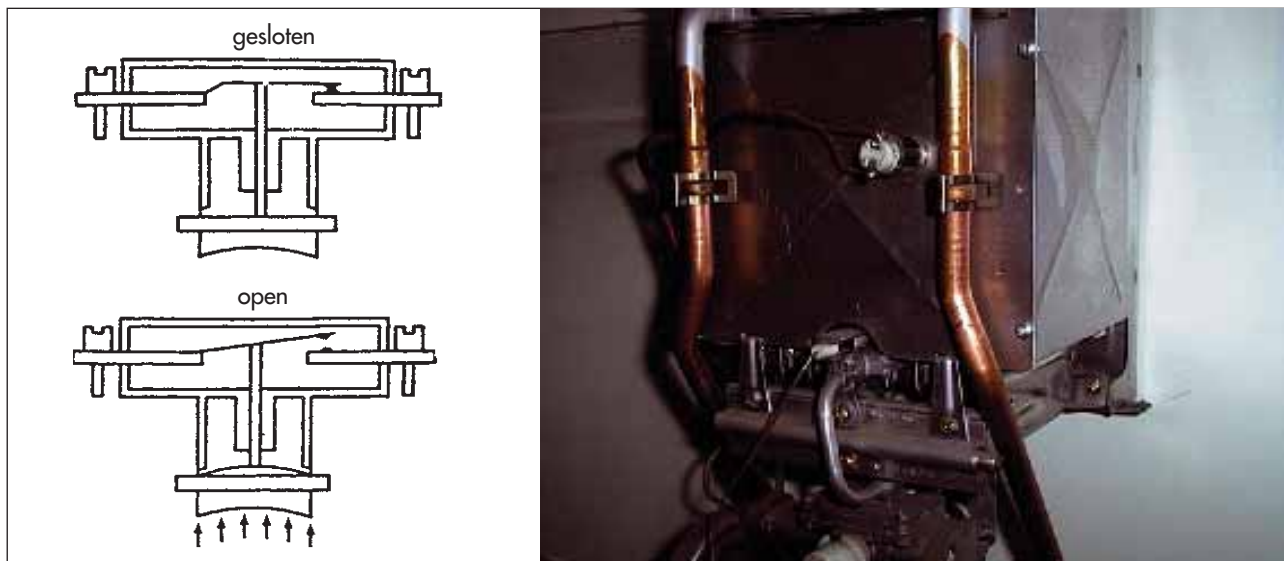
Merk hierbij op dat de constructie van het thermokoppel verschilt van het klassieke thermokoppel. Het thermokoppel wordt gevormd door een palet van de waakvlambrander dat door middel van een warme las verbonden is met constantaan, een koude las en koper.

In normale gevallen strijkt de vlam tegen de palet. Bij vervuiling haakt ze af en gaat het toestel in veiligheid.



– Atmosfeercontrole met thermo-contact

Sommige toestellen worden voorzien van een thermo-contact de zogenaamde “Klixon” die op de verbrandingskamer gemonteerd wordt. Deze meet de temperatuur tijdens de verbranding.



BRON: RENOVA BULEX - BRUSSEL

Bij een slechte verbranding ontstaan er schadelijke rookgassen die zwaarder zijn dan lucht. De rookgassen kunnen moeilijk uit het toestel opstijgen waardoor de temperatuur in de verbrandingskamer te hoog oploopt (ongeveer 153 °C).

Het thermo-contact is een beveiligingssysteem dat een elektrische schakeling onderbreekt als de temperatuur te hoog oploopt.

In dit geval zal het thermo-contact het thermokoppelcircuit onderbreken waardoor het elektromagnetisch ventiel sluit.

Het thermo-contact zal bij afkoeling terug sluiten maar het toestel moet manueel terug in bedrijf gesteld worden.

### V.5.6.2. TOESTELLEN TYPE B

Een doorstroomtoestel type B is een toestel dat wordt aangesloten op een rookgas-afvoerkanaal.

Het onttrekt de lucht uit het lokaal waar het is opgesteld.

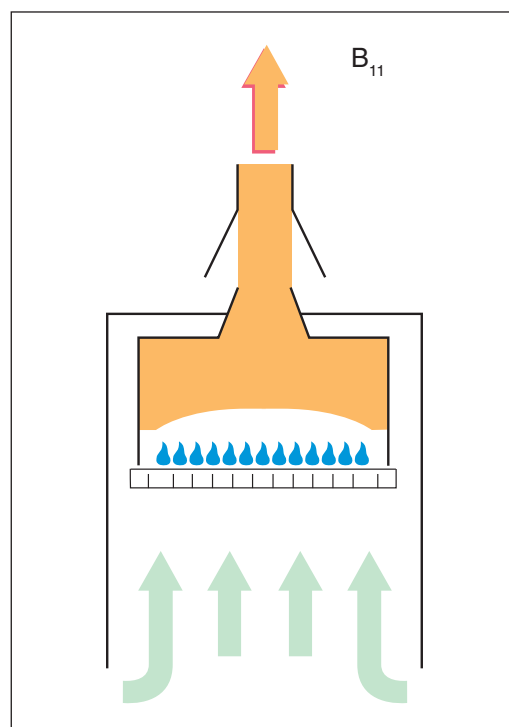
De type B-toestellen worden verder nog onderverdeeld.

De belangrijkste zijn:

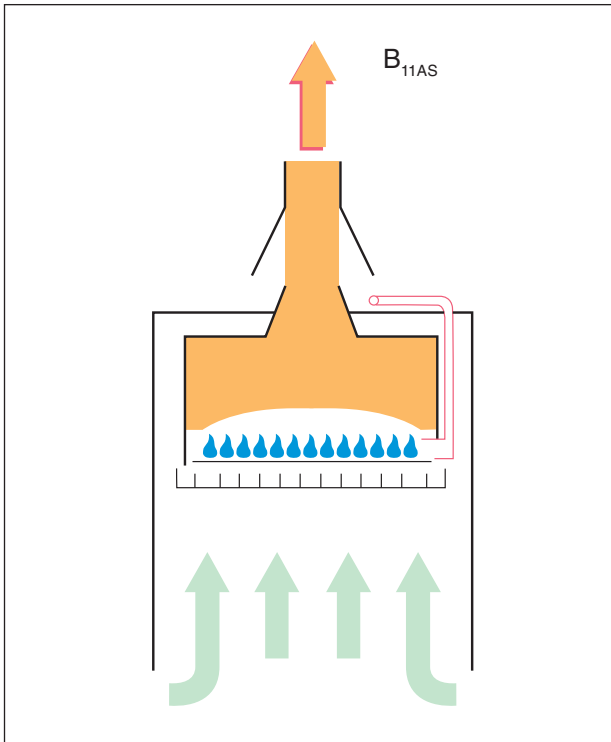
#### V.5.6.2.1. Type B<sub>11</sub>

Dit is een toestel zonder ventilator en uitgerust met een trekonderbreker-valwindafleider, zonder rookgasbeveiliging.

Doorstroomtoestellen van het type B<sub>11</sub> mogen niet langer geplaatst worden ! (vanaf januari 1996).



### V.5.6.2.2. Type B<sub>11AS</sub>



De 5 liter/min. keukengeiser is eveneens verkrijgbaar met schouwaansluiting (type B toestel).

De atmosfeercontrole blijft verplicht zodat het toestel eveneens de bijkomende index "AS" krijgt. We verkrijgen bijgevolg een toestel type B<sub>11AS</sub>.

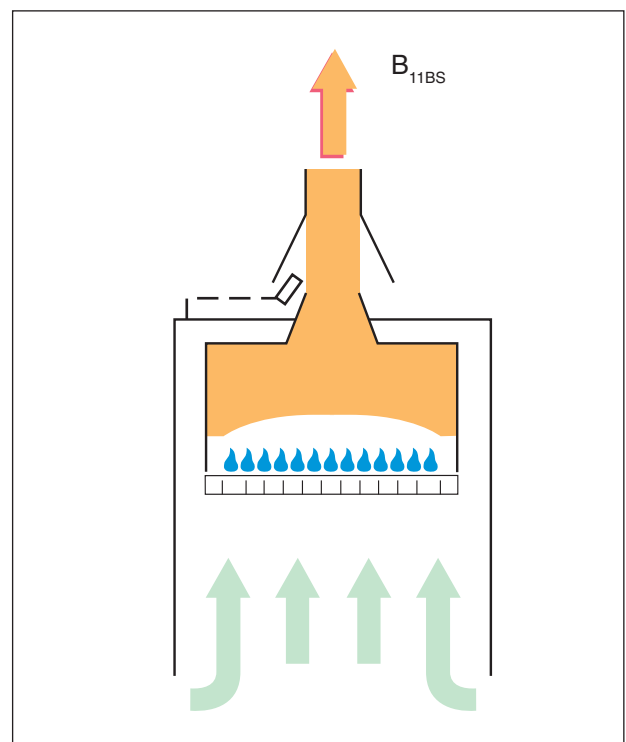
5 l/min. toestel met schouwaansluiting en atmosfeerbeveiliging type B<sub>11AS</sub>.

### V.5.6.2.3. Type B<sub>11BS</sub>

De toestellen met een groter debiet (10, 13 en 16 l/min.) worden voorzien van een inrichting voor de controle van de afvoer van de rookgassen (thermische terugslagbeveiliging of TTB).

Deze toestellen krijgen de bijkomende index BS.

We verkrijgen bijgevolg een toestel type B<sub>11BS</sub>.



- **Thermische terugslagbeveiliging**

Vanaf januari 1996 is deze beveiliging algemeen verplicht.



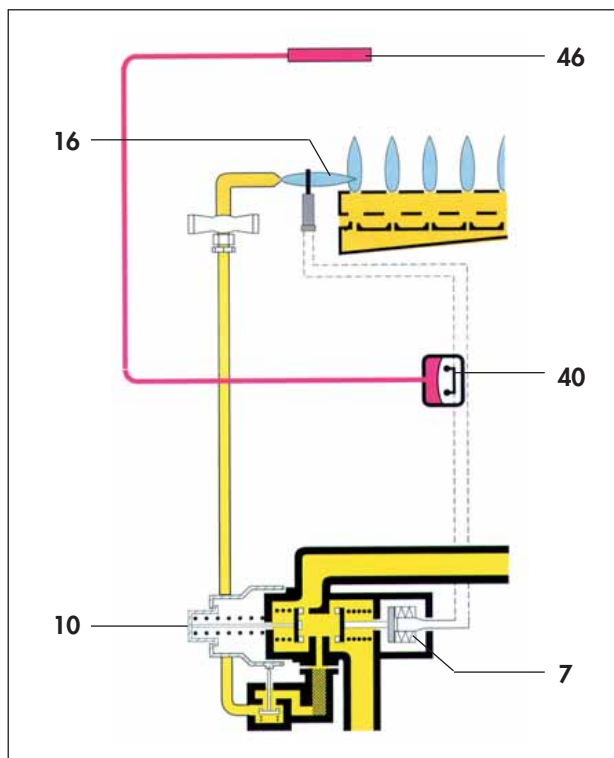
Deze beveiliging controleert aan de uitgang van het toestel (aan de trekonderbreker-valwindaf-leider) of de rookgassen goed worden afgevoerd en zorgt ervoor dat bij terugslag van rookgassen het toestel wordt uitgeschakeld.

De werking van een TTB kan verschillen van merk tot merk maar berust steeds op het principe dat de temperatuur ter hoogte van de trekonderbreker wordt gemeten.

Indien deze temperatuur te hoog oploopt wordt het toestel uitgeschakeld en moet het manueel terug in werking worden gesteld.

### **Werking van de B<sub>s</sub>-thermische terugslagbeveiliging (TTB)**

Het in de trekonderbreker gebouwde voeler-element (46) van de B<sub>s</sub>-terugslagbeveiliging (TTB) onderbreekt met behulp van zijn elektrisch contact (40) bij schouw- of terugslagproblemen de thermo-elektrische stroom van de waakvlam (16). Na het afsluiten van de gastoevoer, door de veiligheidsklep (7), valt het toestel in veiligheid. Na een korte tijd sluit het elektrisch contact (40) zich automatisch en kan het toestel terug in bedrijf genomen worden door de waakvlam (16) met behulp van de bedieningsknop (10) aan te steken.



De meeste problemen hebben te maken met een slecht werkende schoorsteen. Daarom steeds de schoorsteentrek controleren en indien nodig de schoorsteen verbeteren.

Meestal kan een bestaande slechte schoorsteen verbeterd worden door er een flexibele buis in aan te brengen. Deze flexibels bestaan uit één stuk, zijn glad aan de binnenkant en zijn speciaal hiervoor ontworpen.

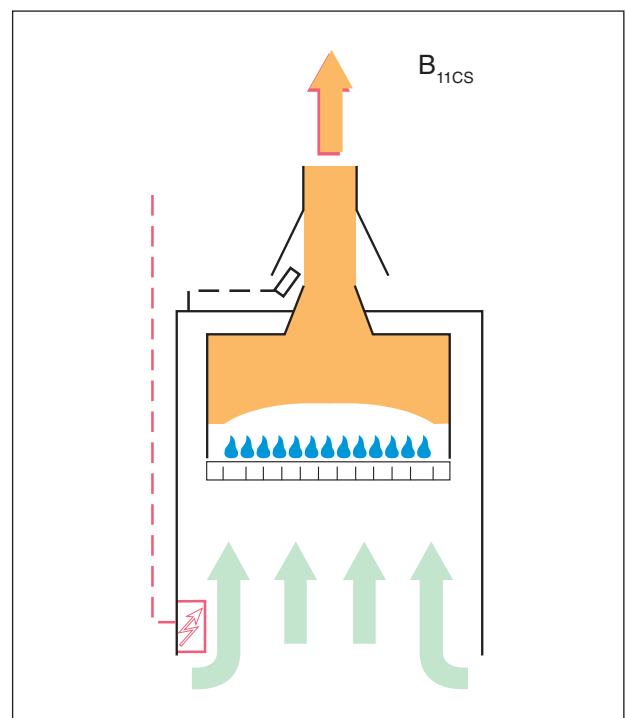
De ruimte tussen de bestaande schoorsteen en de ronde buis kan dan opgevuld worden met speciale isolatie.

- **Eisen gesteld aan een goede schoorsteen:**

- Ronde, inwendig gladde kanalen krijgen de voorkeur.
- De diameter van de schoorsteen mag zeker nooit kleiner zijn dan de diameter van de afvoeropening van het toestel.
- Indien de schoorsteen het gemeenschappelijk kanaal is waarop verschillende toestellen worden aangesloten moet de diameter berekend worden in functie van het totaal aangesloten vermogen.
- De sectie mag niet te groot worden gekozen vermits deze dan te traag zal opwarmen waardoor de trek niet voldoende zal zijn om een goede evacuatie van de rookgassen te waarborgen. De schoorsteen moet zo verticaal mogelijk worden opgetrokken zonder bochten of horizontale delen (max. 2 bochten van 90°). (Horizontaal gedeelte = 1/4 van de schouwhoogte met max. van 1,5 m).
- De schoorsteen moet thermisch goed geïsoleerd zijn zodat hij vlug op temperatuur komt en de rookgassen niet te sterk afkoelen.
- De schoorsteen mag niet voorzien zijn van een afsluit- of regelklep.
- De schoorsteen moet voldoende hoog boven het dak uitsteken (buiten de drukzones).
- De plaats waar een schoorsteen moet uitmonden wordt beschreven in de norm NBN B61-001.
- Op het toestel steeds eerst een verticale schouwbuis monteren van min. 50 cm.
- De buizen die buiten lopen:
  - van 1,5 m tot 3 m : moeten dubbelwandig zijn;
  - vanaf 3 m : moeten geïsoleerd zijn.
- De schouwhoogte vanaf het toestel tot de schouwmond = min. 2 m.

#### V.5.6.2.4. Type B<sub>1cs</sub>

Toestel van het type B<sub>1</sub> zonder ventilator, met rookgasafvoerbeveiliging en ventilatorcontrole voor aansluiting op VMC-gaz.





- **Mechanische afzuiging**

- **Individueel systeem**

In sommige gevallen is het onmogelijk een correcte schoorsteen te bouwen of is er geen goede schoorsteen voorhanden in de plaats van de opstelling.

De afvoer van de rookgassen kan dan op mechanische wijze gebeuren.

Om veiligheidsredenen mag het toestel enkel kunnen functioneren als voldoende trek aanwezig is. Types  $B_{11BS}$  en  $B_{11CS}$  voldoen aan deze eis als slechts 1 toestel aangesloten wordt op deze schoorsteen.

- **Gemeenschappelijke systemen**

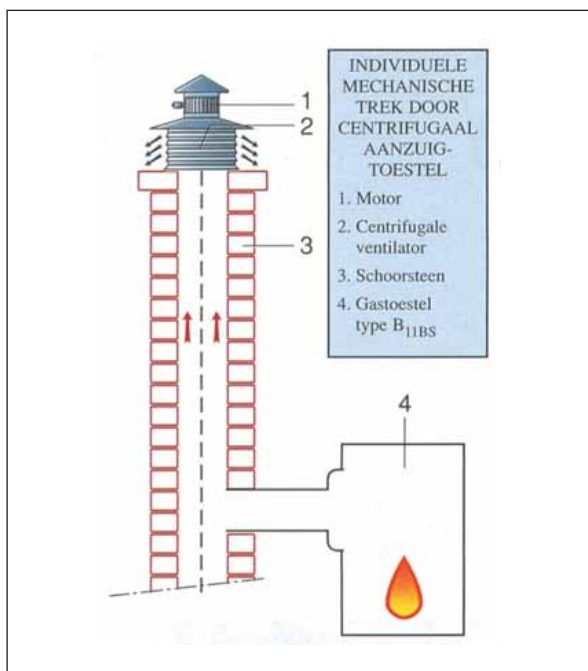
→ VMC - gaz (Ventilation Mécanique contrôlée)

Het gebouw is uitgerust met een gestuurde mechanische ventilatie, die zowel de rookgassen als de verbruikte lucht afvoert via hetzelfde gemeenschappelijk kanaal.

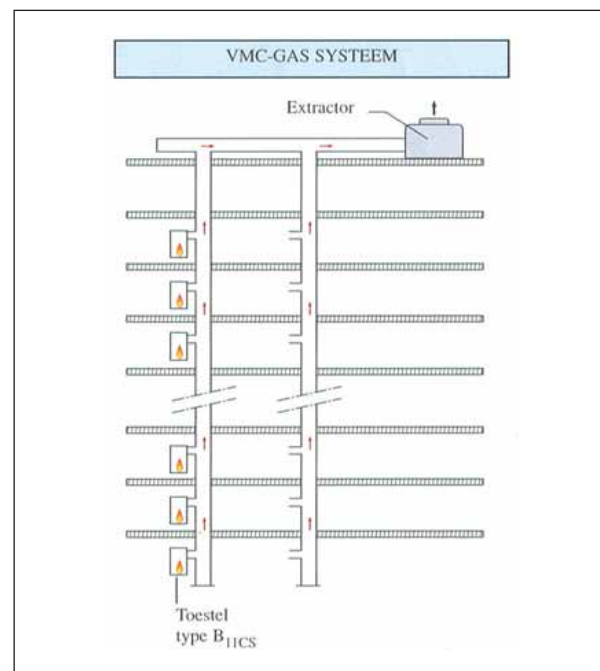
Het systeem moet op een specifieke manier berekend worden.

Een voornaam veiligheidsvoorschrift: de toestellen moeten fabrieksmatig voorzien zijn van de nodige toebehoren; de toestellen mogen niet ontsteken indien de gemeenschappelijke ventilator niet functioneert. Deze controle gebeurt d.m.v. een pressostaat op de gemeenschappelijke ventilator.

Toestellen van het type  $B_{11CS}$  voldoen aan deze eis, maar de toestellen van het type  $B_{11BS}$  voldoen niet omdat de TTB van deze laatste trager reageert.



BRON: KVBG - LINKEBEEK



BRON: KVBG - LINKEBEEK

→ Mechanische afvoer

Indien het gemeenschappelijk rookgasafvoerkanal van het gebouw uitgerust is met een extractor, mogen dezelfde toestellen aangesloten worden als bij de VMC-gaz installatie.

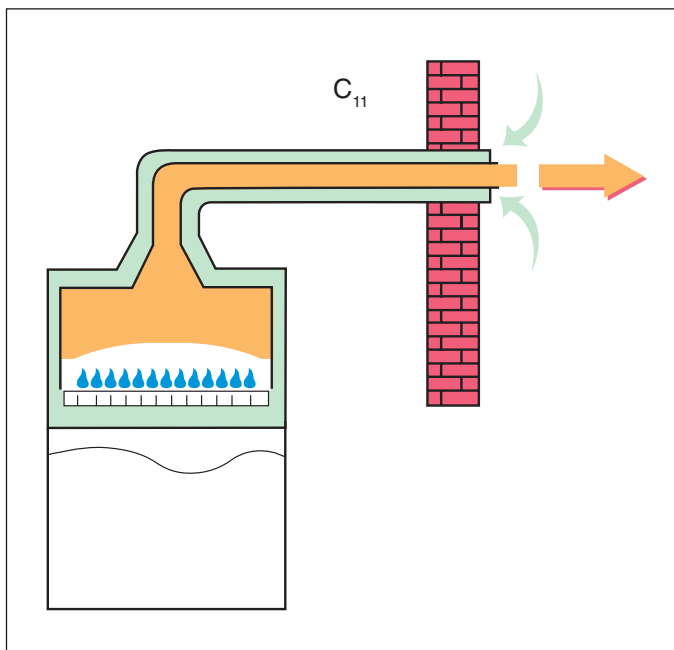
- **Toestellen type  $B_2$  ( $B_{21}$ ,  $B_{22}$  en  $B_{23}$ ) zijn verboden in België.**

### V.5.6.3. TOESTELLEN TYPE C

#### V.5.6.3.1. Type C<sub>1</sub>

Toestel van het type C met een leiding voor luchttoevoer en een andere voor de rookgasafvoer, die beide horizontaal zijn en waarvan het eindstuk buiten het gebouw eindigt op een zelfde verticale wand (toestel met gevelafvoer).

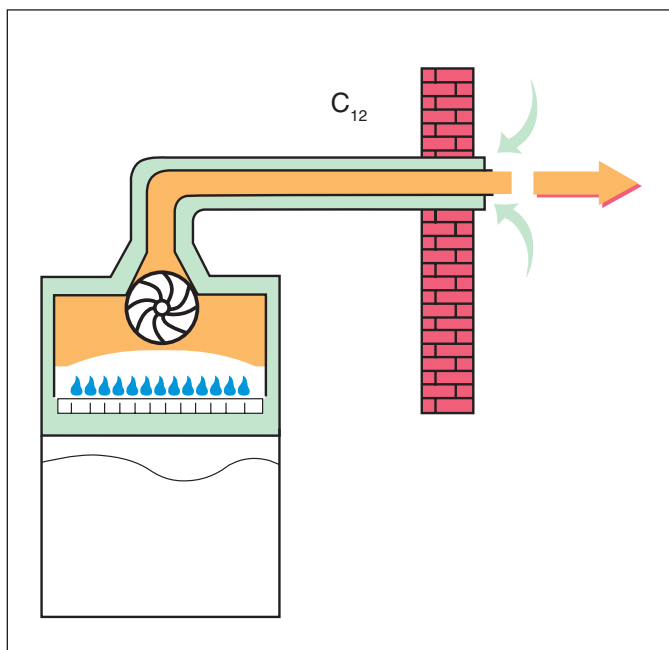
- Toestel type C<sub>11</sub>



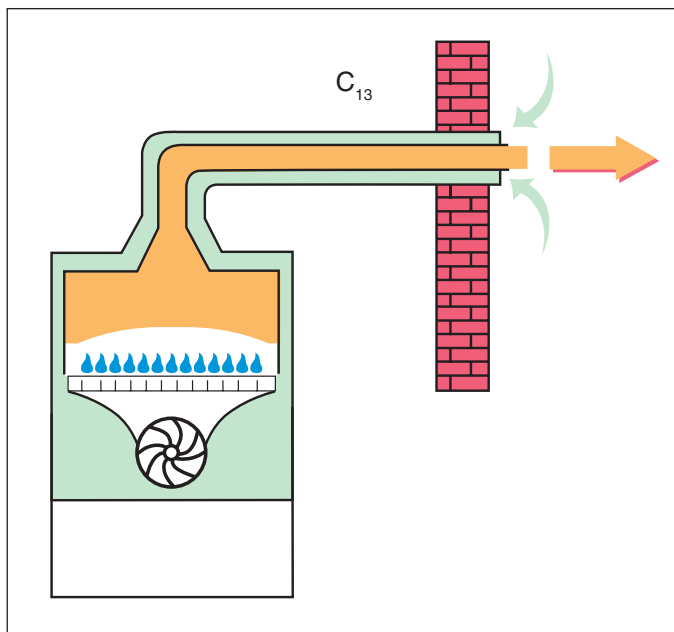
Dit is het zogenaamde toestel met gevelafvoer. Het toestel met gesloten verbrandingskamer is voorzien van een speciale inrichting die enerzijds de aanvoer van buitenlucht naar de brander toelaat en anderzijds de afvoer van de rookgassen naar buiten toelaat op een natuurlijke wijze zonder ventilator.

- Toestel type C<sub>12</sub>

De werking van dit toestel is identiek als C<sub>11</sub>, maar **met** een ventilator **na** de verbrandingskamer.



- Toestel type  $C_{13}$



De werking van dit toestel is identiek als  $C_{11}$ , maar **met een ventilator vóór** de verbrandingskamer.

### V.5.6.3.2. Type $C_2$

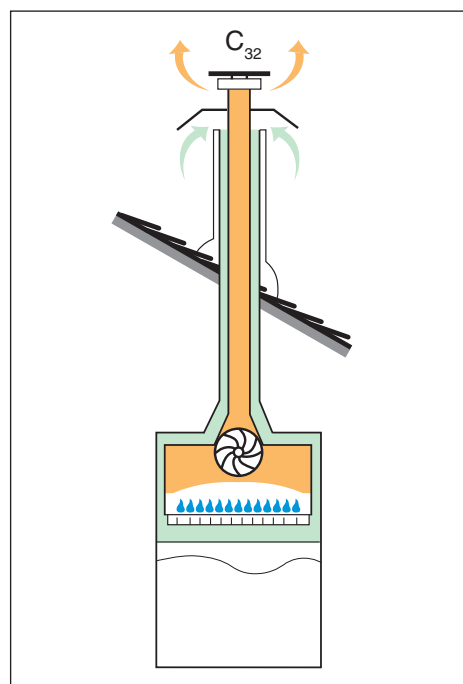
Toestellen met gesloten verbrandingsruimte, aangesloten op een gemeenschappelijk doorlopend kanaal voor de luchttoevoer en de afvoer van de rookgassen (Se-duct of U-duct). Deze toestellen zijn niet te verkrijgen op de Belgische markt.

### V.5.6.3.3. Type $C_3$

Dit is een toestel met gesloten verbrandingsruimte waarbij de luchttoevoer en de afvoer van de rookgassen gebeurt via een kanaal naar boven.

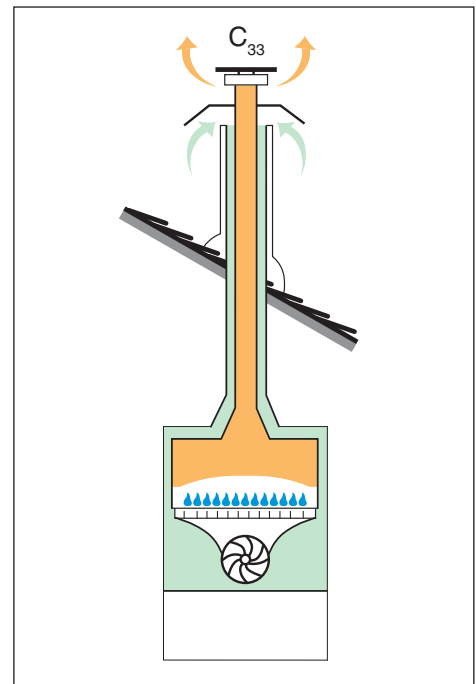
- \* Toestel type  $C_{32}$

Deze aanvoer en afvoer gebeurt mechanisch via een ventilator, ingebouwd **na** de verbrandingsruimte.



- **Toestel type C<sub>33</sub>**

Dit toestel werkt net zoals toestel C<sub>32</sub>, maar de ventilator is ingebouwd **vóór** de verbrandingsruimte.



#### V.5.6.3.4. Type C<sub>4</sub>

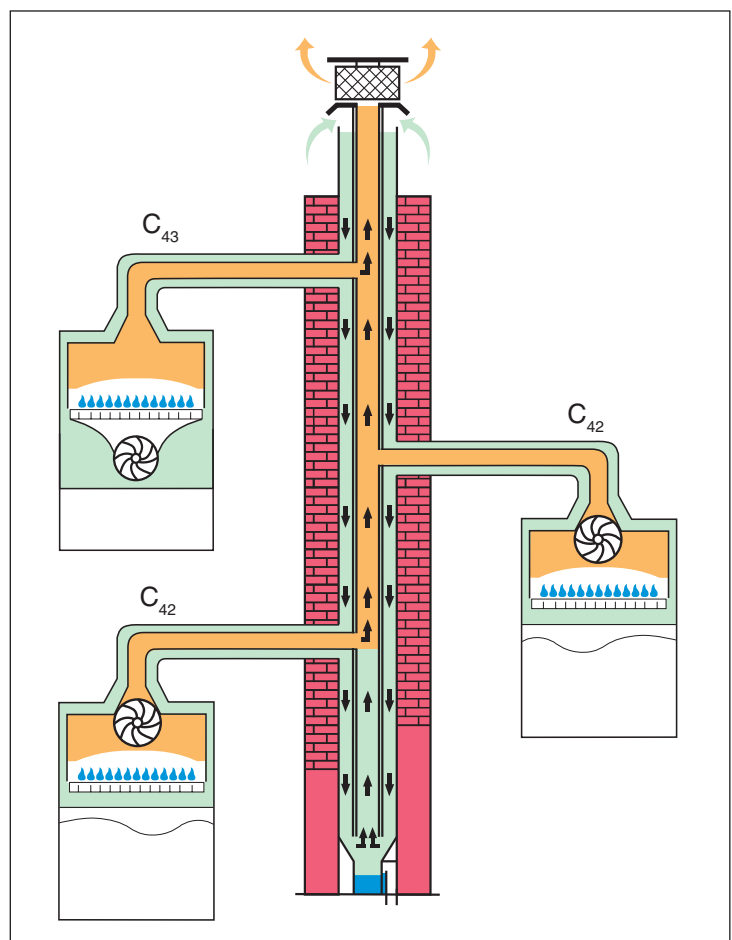
Toestellen met gesloten verbrandingsruimte waarvan zowel de rookgasafvoer als de luchttoevoer aangesloten worden op een **gemeenschappelijk gescheiden** verticaal kanaal (CLV-systeem: afkorting van “Combinatie Luchttoevoer en Verbrandingsafvoer”).

- **Toestel type C<sub>42</sub>**

Toestel van het type C<sub>4</sub>, met ventilator **na** de verbrandingskamer.

- **Toestel type C<sub>43</sub>**

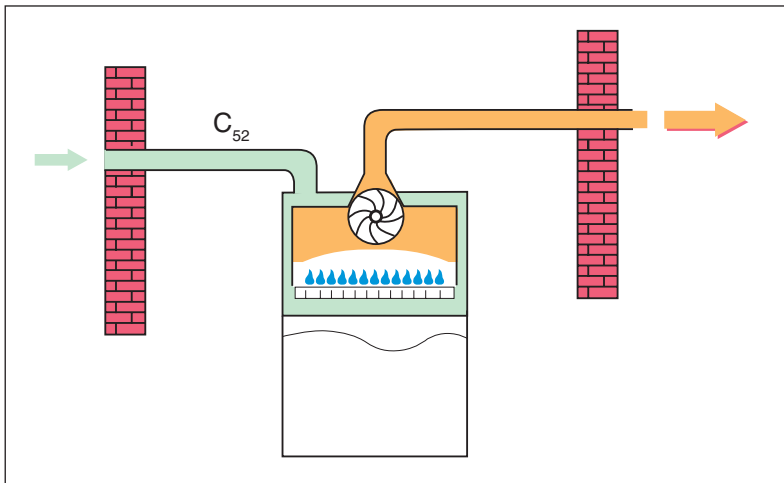
Toestel van het type C<sub>4</sub>, met ventilator **vóór** de verbrandingskamer.



### V.5.6.3.5. Type C<sub>5</sub>

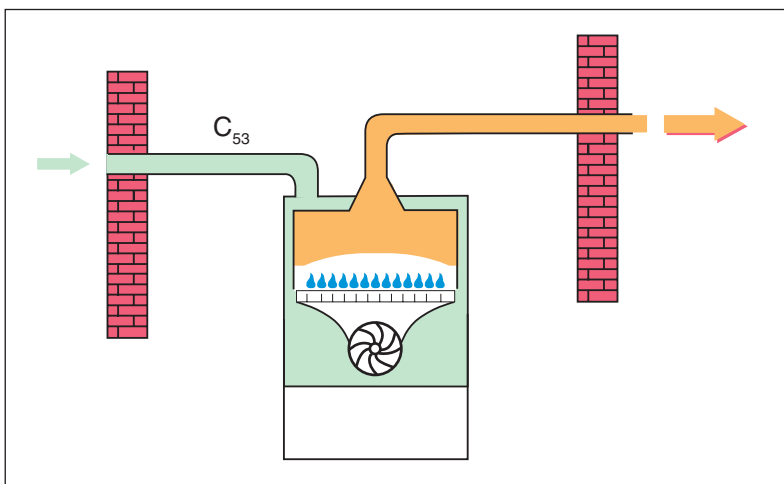
Toestellen waarvan de afvoer van de rookgassen op een andere verticale wand uitmondt dan de aanzuiging van de luchttoevoer.

- Toestel type C<sub>52</sub>



Toestel van het type C<sub>5</sub>, met ventilator **na** de verbrandingskamer.

- Toestel type C<sub>53</sub>



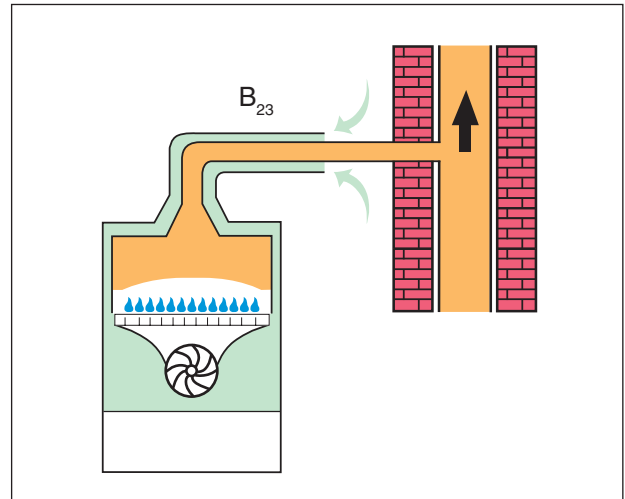
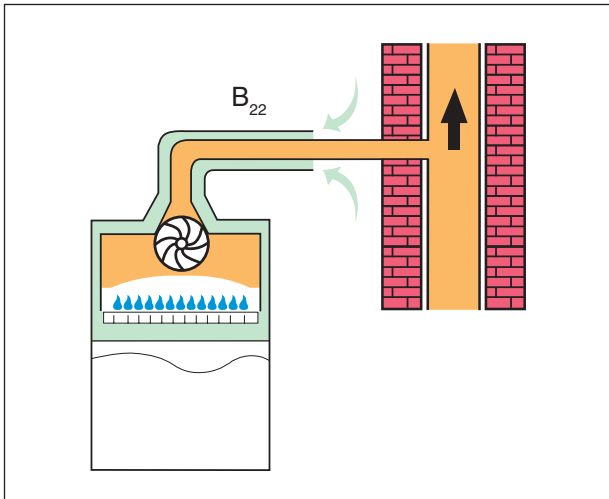
Toestel van het type C<sub>5</sub>, met ventilator **vóór** de verbrandingskamer.

- Een bijzonder geval

Bij een individuele installatie kan het interessant zijn een gesloten toestel  $C_{42}$  te plaatsen, daar waar gewoonlijk een toestel  $B_{11BS}$  zou geïnstalleerd zijn (toestel aangesloten op een schouw).

Door deze opstelling wordt het een toestel type  $B_{22} + B_{23}$ .

- Voor een correcte werking moet er wel luchttoevoer voorzien worden (min.  $150 \text{ cm}^2$ ) zoals bij het toestel  $B_{11BS}$ .
- Er mag slechts 1 toestel op aangesloten worden.











# HANDBOEKEN

## DE SANITAIR INSTALLATEUR

### • Overzicht beschikbare handboeken

- Tekenen: conventies, normen, symbolen en definities
- Tekenen: planlezen voor de sanitair installateur
- Leidingen in lood
- Leidingen in koper
- Leidingen in gietijzer
- Leidingen in staal
- Kunststoffen: algemeen
- Leidingen in PVC-U, PVC-C
- Leidingen in PE, VPE, sandwichbuis
- Leidingen in PPR, sandwichbuis
- Leidingen in ABS, PB
- Leidingen in gresbuis
- Het bereiden van drinkwater - Waterbehandeling en drukverhoging
- Aanleg van waterleidingen
- Sanitair kraanwerk
- De sanitair warmwaterbereiding
- Brandweerleidingen en sprinklers
- Waterafvoer
- Gas : Van oorsprong tot distributie - De binneninstallatie
- De verbranding van gas
- Gas : De huishoudelijke toestellen - Ventilatie en schoorstenen
- De sanitaire toestellen
- Aanverwante technologieën
- Elektriciteit voor de sanitair installateur
- Scheikunde en fysica voor de sanitair installateur
- De sanitair installateur - Lege klasseermap