

DRUKBEHOUD & WATERKWALITEIT

# Handboek Lucht & Vuil



# [ Dankwoord ]

*Dit handboek zou er niet geweest zijn zonder het nauwgezette harde werk van twee collega's: Karoly Vinkler, voor altijd in ons hart, die begon met de basis van het oude "Luft Handbuch" en het hele hoofdstuk over vuilafscheiding integreerde, en Norbert Ramser, die zijn werk erfde, het reviseerde en verrijkte.*

# [ Inhoud ]

Lucht, gassen en vuil in HVAC-systemen .....	5
Gassen in het water .....	6
Lucht en gassen in het systeem.....	8
Grafiek van Henry .....	10
Gasgehalte bij vullen, in bedrijf stellen en exploitatie van het systeem.....	12
Vuil en slib in het water .....	14
Gevolgen, Problemen & Schade .....	17
Waterkwaliteit volgens VDI 2035 .....	20
Ontluchting en afscheiding van vrije gasbellen .....	22
Scheidingsprincipes voor opgeloste gassen .....	27
Atmosferische ontgassing .....	29
Vacuüm ontgassing.....	30
Installatie van luchtafscidders.....	34
Vacuümontgassers installeren .....	38
Vuilafscheiding.....	40
Installatie in de praktijk .....	52
Oplossingen IMI Pneumatex.....	62



# Lucht, gassen en vuil in HVAC-systemen

Door de kwaliteit van het water in uw HVAC-systeem te bewaken en lucht en vuil te elimineren, verlengt u de levensduur van cruciale systeemonderdelen en optimaliseert u de efficiëntie van het systeem. Dit begint al bij het vullen van het systeem en het gebruikte bijvulwater.

Voordelen van een goede beheersing van de waterkwaliteit zijn:

- lager energieverbruik
- verlengde levensduur van het systeem
- Geluidloze werking
- geen uitvaltijd

Het is belangrijk dat er zo min mogelijk lucht in het water zit, niet alleen om corrosieproblemen te voorkomen, maar ook omdat hierdoor de warmteafgifte van de eindunits afneemt. De vorming van luchtbelletjes kan zelfs plaatselijk de circulatie verhinderen. Belangrijker nog, er is een aanzienlijk groter risico op cavitatie en ruis in leidingen, regelafsluiters, enzovoort.

Vrije gassen en opgeloste gassen hebben respectievelijk een directe en indirecte invloed op debietmetingen.

Als de temperatuur stijgt en de druk daalt, lost gas minder goed op in water. Regel- en inregelafsluiters die zich in de bovenste zones van het gebouw bevinden, krijgen daarom het meest te verduren omdat ze te maken hebben met een lage statische druk. De hogere snelheid van het water in de buurt van de klepzittingen leidt tot een verdere daling van het statisch drukverlies, waardoor stikstof en andere opgeloste gassen opnieuw geabsorbeerd kunnen worden. In dit geval zijn de gemeten debieten onjuist. Vooral bij kleine afsluiters is het gemeten debiet groter dan het werkelijke debiet.

# Gassen in het water

Gassen kunnen verschillende problemen veroorzaken in verwarmings- en koelsystemen



- Corrosie
- Aanslag van door corrosie aangetaste materialen
- Geluid
- Circulatieproblemen
- Vermindering van verwarmings- en koelprestaties

## Wat bedoelen we met gassen en waar komen ze vandaan?

Er bevinden zich al gassen in het water voordat het wordt gebruikt om de installatie te vullen. Lucht uit de atmosfeer komt in het water terecht in waterreservoirs (zoals meren en rivieren) vooraleer het water in het waterleidingnet wordt opgenomen.

Het is zowel nuttig als belangrijk om de samenstelling van **lucht** te kennen.

## De hoofdbestanddelen van droge lucht:

**78,08%**

● **Stikstof**

**0,93%**

**Argon**

**20,95%**

● **Zuurstof**

**0,04%**

**andere:** edelgassen, koolstofdioxide, methaan, waterstof, enz.

Als we 'lucht' zeggen, bedoelen we vooral stikstof en zuurstof, die een cruciale impact hebben op de gassamenstelling in het warmtegeleidend medium.

Op basis van verschillende metingen in de praktijk ligt het gehalte aan stikstof en zuurstof in het vulwater bij atmosferische druk dicht bij de verzadigingsgrens. Eén liter water bevat 14,8 ml (18,5 mg) stikstof en 7,8 ml (11,3 mg) zuurstof. Lucht kan het systeem

ook binnendringen door diffusie, bijvoorbeeld door veelgebruikte plastic of rubberen materialen, of door een ongewenst "vacuüm" (onderdruk) dat kan ontstaan in de installatie.

Andere gassen, zoals koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>), methaan (CH<sub>4</sub>) en waterstof (H<sub>2</sub>), zijn het resultaat van elektrochemische corrosie en biochemische processen van het medium in de installatie.

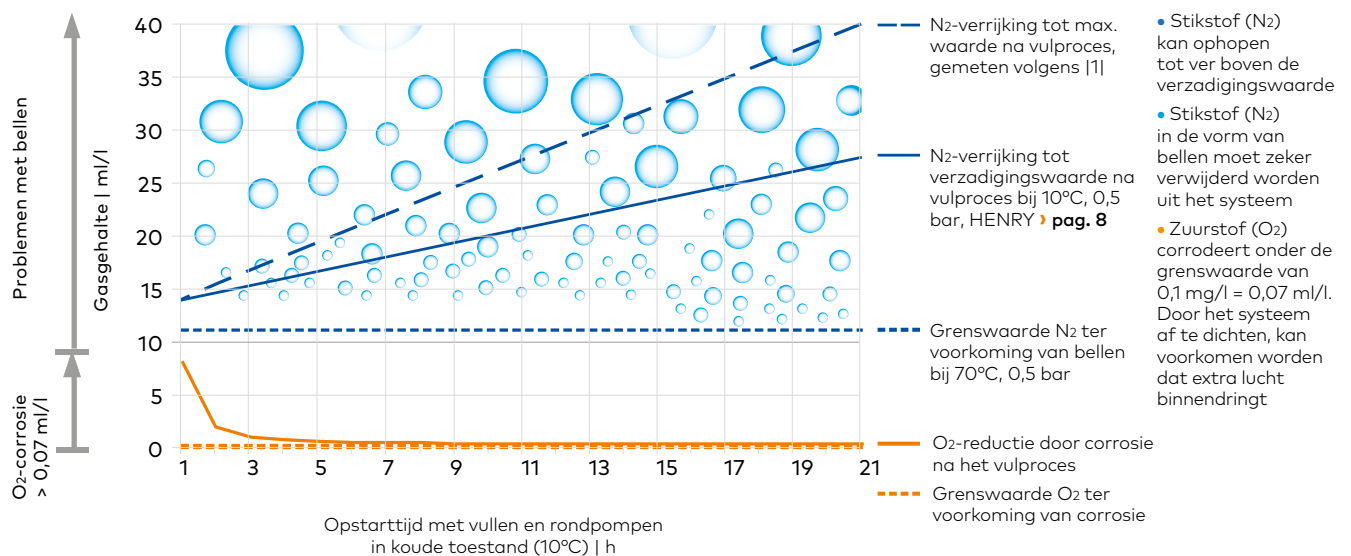
● **Stikstof** is een stabiel gas dat accumuleert als een inert gas nadat het systeem gevuld is en tijdens de werking. Dit wordt vaak veroorzaakt door lucht die achterblijft wanneer het systeem wordt gevuld en die oplost wanneer de druk toeneemt. Hoeveelheden tot 40 ml/l zijn gemeten in systemen. Dit is drie keer hoger dan de natuurlijke concentratie en overschrijdt de oplosbaarheid in water tijdens de opwarmfase. Gevolg zijn vrije stikstofbellen. Het

is bewezen dat deze een van de hoofdoorzaken zijn van klassieke "luchtproblemen" [1].

● **Zuurstof** is actief betrokken bij elektrochemische corrosie. In watervoerende systemen met veel staal en ijzer doet corrosie het zuurstofgehalte van het water dalen van 7,8 ml/l (11,2 mg/l) tot 0,07 ml/l (0,1 mg/l) en dit binnen slechts enkele uren na het vullen van het systeem. Dit komt overeen met de drempelwaarde voor

corrosie van 0,1 mg/l [2]. Dit is een duidelijk teken hoe gevaarlijk zuurstof is en hoe belangrijk het is dat gesloten watervoerende systemen voorkomen dat er lucht binnendringt in het installatiewater.

De problemen met lucht worden geïllustreerd in het onderstaande verzadigingsdiagram. Terwijl **stikstof** problemen veroorzaakt met gasbellen (vrij gas), kan opgeloste **zuurstof** leiden tot corrosieproblemen.

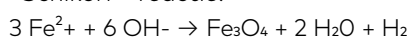


Storingen die hinderlijke stromingsgeluiden of onvoldoende verwarmingscapaciteit bij de bovenste radiatoren veroorzaken - wat weliswaar op korte termijn kan worden verholpen door het systeem te ontluchten - maar die steeds weer terugkeren, kunnen enkel worden aangetroffen in gesloten verwarmingssystemen. Ze zijn het gevolg van gassen die ontstaan door corrosie en microbiologische processen in het systeem.

De hierbij gevormde gassen, methaan (CH<sub>4</sub>) en waterstof (H<sub>2</sub>), kunnen zich ophopen tot er oververzadiging optreedt. Ze vormen, naast lucht, de meest voorkomende oorzaak van problemen en worden steeds vaker gedetecteerd.

**Methaan (CH<sub>4</sub>)** duidt op de aanwezigheid van bacteriën (bijvoorbeeld biofilm).

**Waterstof (H<sub>2</sub>)** kan worden gevormd in installaties met staalmateriaal volgens de zogenaamde "Schikorr"-reactie:



Voor deze reactie, die versnelt naarmate de

temperatuur stijgt, moet er voldoende zuurstof zijn om ijzer te laten reageren, maar niet zoveel dat er magnetiet wordt gevormd zonder dat er zich waterstof ontwikkelt. Bovendien kunnen corrosieprocessen zoals  $2 \text{Al} + 3 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Al}_2\text{O}_3 + 3 \text{H}_2$  (vorming van aluminiumoxide) of  $\text{Al} + 3 \text{H}_2\text{O} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4] + 3/2 \text{H}_2$  (vorming van aluminaat) waterstof vrijmaken. Het pH-bereik, de mate van ontharding of demineralisatie en de stabiliteit van de legering van de aanwezige aluminiumcomponenten zijn van doorslaggevend belang om ervoor te zorgen dat deze processen niet plaatsvinden.

**Koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>)** komt in het water terecht doordat het door de humuslaag in de bodem sijpelt. Hier neemt het de koolstofdioxide op die gevormd wordt door de afbraak van organische stoffen. De hoeveelheid opgeloste koolstofdioxide houdt rechtstreeks verband met de pH-waarde. Deze daalt als de CO<sub>2</sub>-concentratie toeneemt en stijgt als de CO<sub>2</sub>-concentratie afneemt.

CO<sub>2</sub> reageert met water en vormt daarbij H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (koolzuur), waarna de pH-waarde van het water daalt.

# Lucht en gassen in het systeem

Er mogen zo weinig mogelijk gassen in het systeem binnendringen, worden gevormd en zich ophopen, en gassen die de werking verstoren, moeten worden afgevoerd. Met deze strategie moet in de hele levensduur van de installatie rekening worden gehouden, van de ontwerpfase en de inbedrijfstelling tot de uitdienstneming.

Een goed voorbeeld van de verschillende manieren waarop er gassen in het systeemwater kunnen voorkomen, is onvoldoende ontluchting wanneer het systeem voor het eerst gevuld wordt.

Bij het vullen van een systeem wordt de lucht, die lichter is, naar boven gestuwd door het water. Als er niet naar behoren wordt ontluicht, verzamelt de lucht zich op de hoger gelegen punten. Onder druk kan de lucht weer oplossen in het water. Dit leidt tot oververzadiging omdat later, tijdens het opwarmen, de oplosbaarheid in het water afneemt en er vrije bellen ontstaan die mee circuleren met het water. De opgeloste lucht blijft "opgesloten" in het vulwater en vormt bijvoorbeeld luchtkussens.

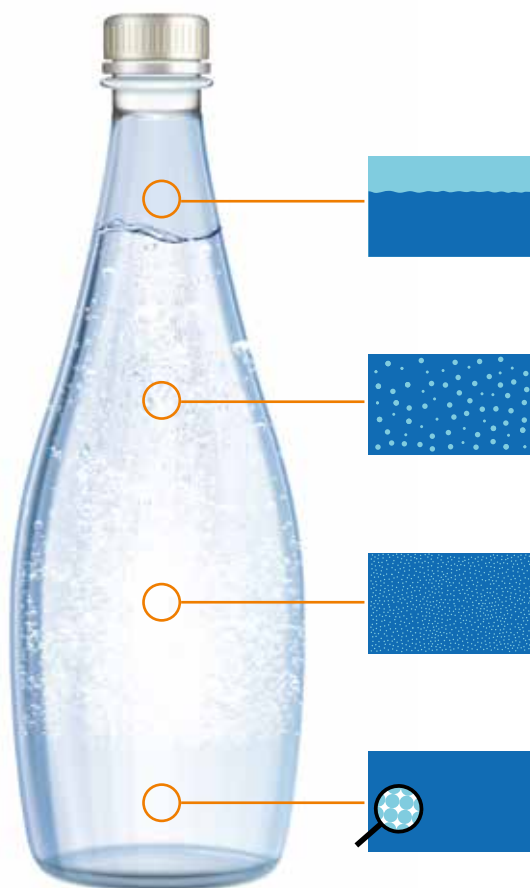
## Oorzaken van lucht en gasvorming in het systeem

- Luchtbellen als gevolg van inadequate of onvoldoende ontluchting tijdens het vullen en opstarten
- Luchtbellen door ontoereikende vulling en ontluchting na ombouw, uitbreiding, herstelling en onderhoud
- Dampdiffusie door niet-diffusiedichte componenten (bijv. pakkingen, kunststofleidingen, elastomeer koppelslangen) evenals continue minieme waterlekage door verouderde, broze of versleten en dus lekkende afdichtingsmaterialen (platte pakkingen, elastomeer O-ringen, pakkingbussen van afsluiters) waardoor bijvulwater nodig is, met als gevolg dat er  $N_2$  en  $O_2$  in het systeem komt.
- Zuurstofdiffusie door niet-diffusiedichte componenten (bijv. in paneelverwarmingssystemen met ongeschikte kunststofleidingen of in gecombineerde installaties met een groot aantal elastomeer koppelslangen). Er is ook een groot risico op zuurstofdiffusie bij systemen voor drukbehoud met compressoren en pompen waar geen butyl wordt gebruikt voor de membranen van de expansievaten. Aangezien de diffusie exponentieel toeneemt naarmate de temperatuur stijgt (een verdubbeling voor ongeveer elke 10K), moeten systemen voor drukbehoud met pompen die hun expansievat gebruiken voor de atmosferische ontgassing van het warme retourwater, als bijzonder kritisch worden beschouwd
- Het aanzuigen van lucht als gevolg van permanente of tijdelijke onderdruk op eender welk punt in de installatie. In een zorgvuldig ontworpen en geïnstalleerd systeem voor drukbehoud dat bestaat uit hoogwaardige componenten en materialen en dat correct wordt bediend, zou op geen enkel moment onderdruk in het systeem mogen optreden. In de meeste gevallen duidt onderdruk op moeilijkheden met het drukbehoud. Dit kan verschillende oorzaken hebben:
  - Te lage of te hoge vooringestelde gasdruk  $p_0$  in statische expansievaten

- Overmatig verlies van voordruk door diffusie in statische expansievaten tussen twee onderhoudsbeurten (de diffusiesnelheid van EPDM is extreem hoog, van NBR zeer hoog en butyl is bijna diffusiedicht)
- Minimale werkdruk (pO) te laag ingesteld of begindruk (pa) onjuist ingesteld bij systemen voor drukbehoud met compressoren en pompen
- Expansievat te klein gedimensioneerd
- Pompen en compressoren voor drukbehoud te klein gedimensioneerd
- Onvoldoende water in het expansievat.
- Veiligheidsventielen die opengaan vanwege een correct ontworpen insteldruk of ontoereikend drukbehoud waardoor bijvulwater nodig is, met als gevolg dat er N<sub>2</sub> en O<sub>2</sub> in het systeem komt.
- N<sub>2</sub> en O<sub>2</sub>-invoer via het bijvulwater: zuurstof veroorzaakt corrosie en stikstof is inert, hoopt zich op in het systeem en kan leiden tot vrije gasbellen
- Gasvorming tijdens corrosie en microbiologische processen in het systeem, waardoor methaan (CH<sub>4</sub>) en waterstof (H<sub>2</sub>) zich kunnen ophopen tot er sprake is van oververzadiging. Samen met N<sub>2</sub> zijn CH<sub>4</sub> en H<sub>2</sub> de meest voorkomende oorzaak van problemen

## Gassen in het water

Gassen kunnen in het water voorkomen als vrije bellen of in een moleculair opgeloste vorm. De wet van HENRY heeft betrekking op de oplosbaarheid. De bovenkant van de Henry-curve geeft de oververzadiging van gassen weer (zie pagina 10-11). Hier komen opgeloste gassen als bellen uit de oplossing. In het geval van onderverzadiging zijn alle gassen opgelost.



- **Ophoping van lucht in stilstaand water op de hoogste punten.**

Bij het vullen van een systeem wordt de lucht, die lichter is, naar boven gestuwd door het water. Als er niet naar behoren wordt ontlucht, verzamelt de lucht zich op de hoger gelegen punten. Onder druk kan de lucht – althans gedeeltelijk - weer oplossen in het water. Dit leidt tot oververzadiging omdat, tijdens het daarop volgende opwarmproces, de oplosbaarheid in het water afneemt en er bellen ontstaan die mee circuleren met het water.

- **Gasbellen in stromend water.**

Gasbellen worden meegevoerd met het water. In de meeste gevallen is de stroming in leidingen groter dan de opwaartse druk van de bellen. Daarom is afscheiding alleen mogelijk met specifieke apparaten die deze bellen kunnen vangen.

- **Microbellen zijn extreem klein en talrijk aanwezig.** Ze zijn nauwelijks zichtbaar met het blote oog. Het water lijkt melkachtig wit. Ze worden dusdanig meegevoerd met het water dat ze alleen kunnen worden gevangen door speciale afscheidingsapparatuur. Grotere bellen "groeien" als er vaste deeltjes in het water zitten. De neiging om aan oppervlakken te kleven maakt de afscheiding moeilijker en verhoogt het risico op schade.

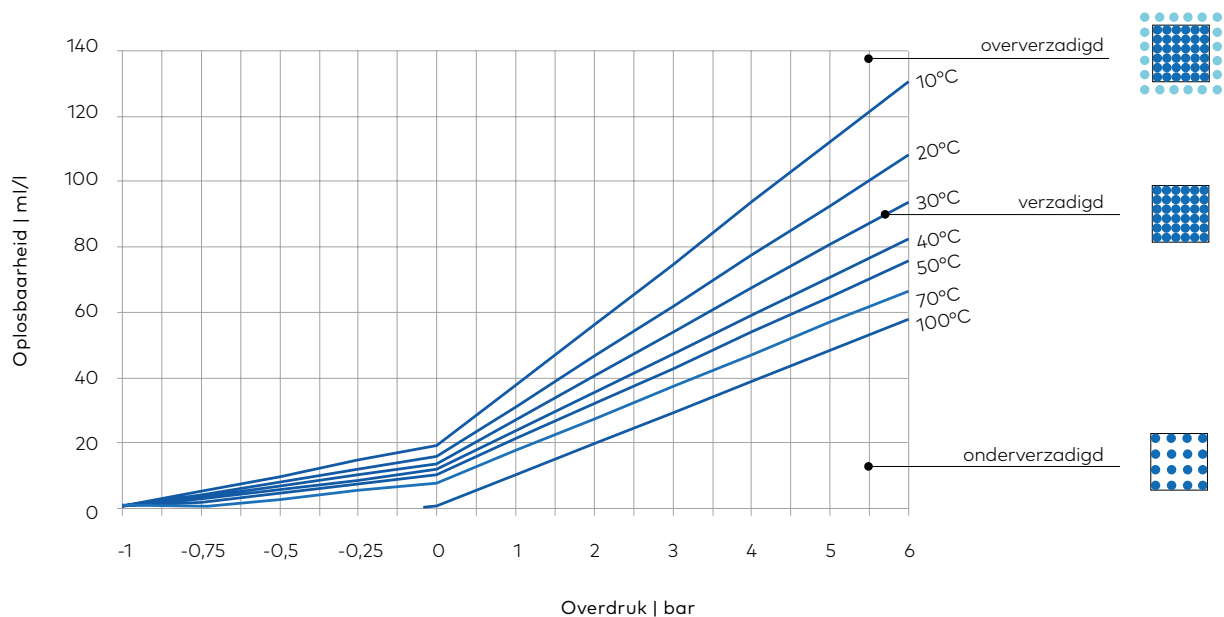
- **Opgeloste gassen zijn onzichtbaar.**

De gasmoleculen zijn zodanig gebonden aan de watermoleculen dat ze alleen verwijderd kunnen worden door drukverlaging of temperatuurverhoging. Door de druk- en temperatuurverschillen in een systeem kunnen opgeloste gassen desorberen in bellen.

# Grafiek van Henry

De Wet van Henry beschrijft hoeveel gas er in het water is opgelost bij verschillende temperaturen en drukken. Hogere temperaturen en lagere drukken betekenen een lagere oplosbaarheid van gassen.

## Oplosbaarheid van stikstof in water volgens de wet van Henry



Er is een specifieke Henry-grafiek voor elk gas.

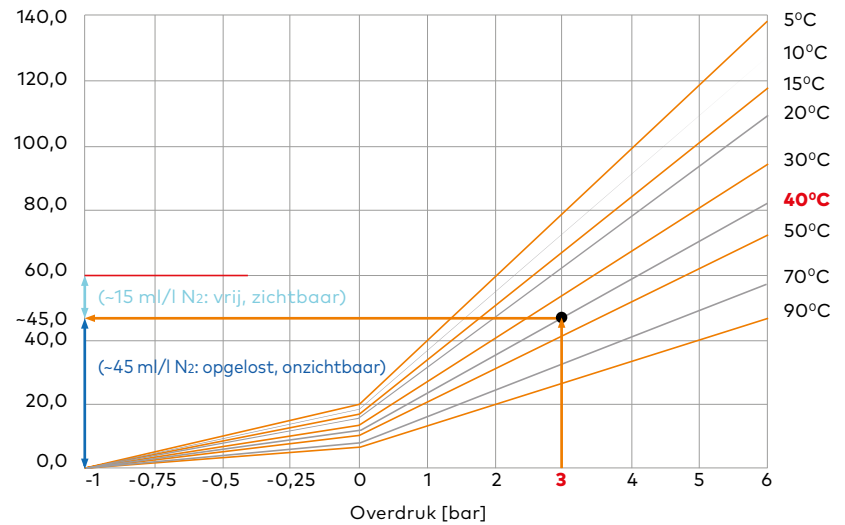
Dit is de grafiek voor 100% stikstof in het water, partiële druk  $N_2 = 1$  bar abs.

Dit is de toestand die meestal aangetroffen wordt in gesloten watercircuits, omdat zuurstof bijna volledig corrodeert en niet meer in gasvorm aanwezig kan zijn.

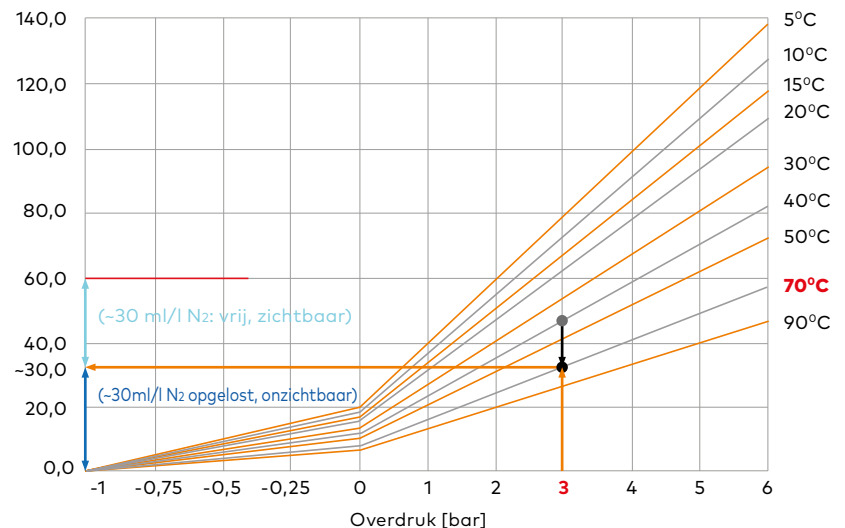
De oplosbaarheid voor de atmosferische verzadiging is 78% van de grafiekwaarden. Dit komt overeen met het gasaandeel stikstof in de lucht, partiële druk  $N_2 = 0,78$  bar abs.

**Voorbeeld 1**

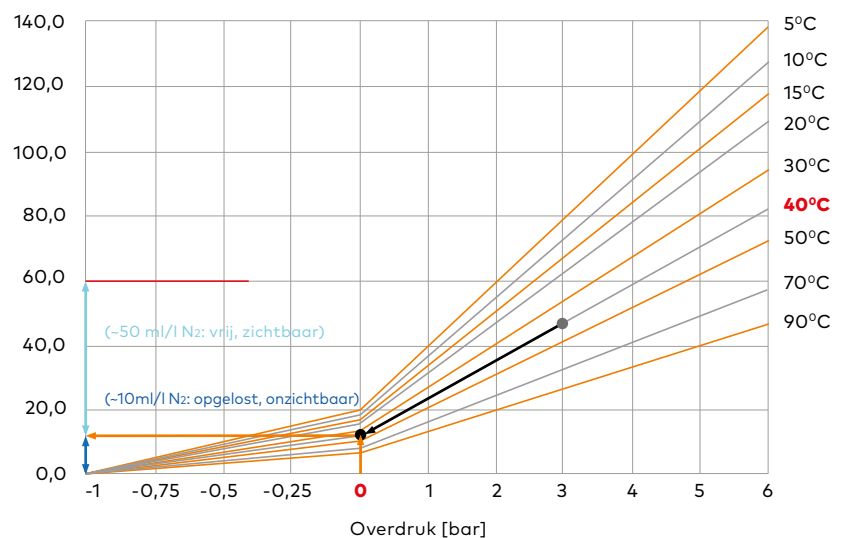
Nemen we een watergedragen HVAC-systeem met een N<sub>2</sub>-gehalte van 60 ml/l bij een lokale druk van 3 bar en een temperatuur van 40°C. De maximale hoeveelheid opgeloste N<sub>2</sub> is hier ~45 ml/l, waarbij de N<sub>2</sub> in een opgeloste en onzichtbare vorm blijft – onderverzadigd. De resterende ~15 ml/l N<sub>2</sub> is in vrije, zichtbare vorm aanwezig – oververzadigd.

**Voorbeeld 2**

Bij een constante druk van 3 bar stijgt de temperatuur van het medium van 40°C naar 70°C en blijft ~30 ml/l N<sub>2</sub> in opgeloste toestand en desorbeert ~15 ml/l N<sub>2</sub> naar gasvorm, zodat uiteindelijk ~30 ml/l N<sub>2</sub> als vrije en zichtbare gasbellen aanwezig zal zijn. Afscheiders voor microbellen kunnen deze hoeveelheid gas van het water scheiden en afvoeren uit het systeem.

**Voorbeeld 3**

Als de systeemdruk daalt tot 0 bar, dan zal de oplosbaarheid van N<sub>2</sub> afnemen overeenkomstig de verzadigingslijnen bij de opgegeven temperaturen. Bij een systeemdruk van 0 bar en 40°C zal slechts ~10 ml/l N<sub>2</sub> in een opgeloste, onzichtbare vorm zijn. De resterende ~50 ml/l gas kan worden afgevoerd met een afscheider voor microbellen.



Vacuümontgassers gebruiken een pomp om de druk te verlagen tot onder de atmosferische druk.

De opgeloste gassen komen uit het water in de vorm van microbellen, die vervolgens in de atmosfeer kunnen worden afgeblazen.

# Gasgehalte bij vullen, in bedrijf stellen en exploitatie van het systeem

Het gasgehalte in een verwarmingssysteem is onderhevig aan sterke schommelingen tijdens het vullen, de opstart en de werking.

Onderstaande tabel toont het gebruikelijke gasgehalte in de praktijk in verwarmingssystemen. Hieruit blijkt dat volledige ontluchting pas mogelijk is nadat het systeem is opgewarmd, wat in de praktijk vaak niet gebeurt. Dit betekent dat de stikstof, die vrijkomt uit de oplossing op de hoger gelegen punten van het verwarmingscircuit, gaskussens vormt en als vrije gasbellen in het verwarmingscircuit circuleert. Hierdoor daalt de energie-efficiëntie van het systeem, worden beschermlagen aangetast door erosie, wordt zuurstofcorrosie in de hand gewerkt en zijn storende stromingsgeluiden mogelijk.

	Gasgehalte vulwater	Gasgehalte na vullen en ontluchten van het systeem [1]	Tijdens de werking bij een standaard aanvoertemperatuur bovenin het systeem (0,5 bar / 70°C)
Stikstof	14,8 ml/l (18,5 mg/l)	~ 40 ml/l (~50 mg/l)	11 ml/l (13,8 mg/l)
Gedesorbeerde stikstof (vrij gas)			~29 ml/l (~36,25 mg/l)
	Gasgehalte vulwater	Gasgehalte na vullen en ontluchten van het systeem tijdens de eerste uren voor er corrosie is opgetreden [1]	Tijdens de werking
Zuurstof	7,8 ml/l (11,3 mg/l)	~14 ml/l (~20 mg/l)	< 0,07 ml/l (< 0,1 mg/l)
Afzettingen van zuurstofcorrosie			~64 mg hematiet of ~71 mg magnetiet





# Vuil en slib in het water

Vuil is onvermijdelijk in hydronische verwarmings- en koelsystemen, of ze nu nieuw of oud zijn



## Oorzaken van vóór de inbedrijfstelling:

- bestaand vuil in leidingen en componenten
- bramen (met name van kunststof leidingen)
- las- en PTFE-resten
- smeermiddelen en afdichtingsproducten
- zand en stof
- resten van additieven en inhibitoren
- vreemde voorwerpen

## Oorzaken van na de inbedrijfstelling:

### Corrosie

De levensduur van verwarmingssystemen op waterbasis wordt aanzienlijk beïnvloed door de levensduur van de metalen en niet-metalen materialen die bij de installatie worden gebruikt. In het geval van metaal ligt het verschil in de samenstelling en het behoud van de dunne beschermende lagen metaaloxiden op het oppervlak, die corrosie tegengaan.

### Wat is corrosie?

Aanvankelijk stagneert het corrosieproces als de beschermende laag goed gevormd is. De optimale weerstand van de beschermende lagen van de verschillende materialen wordt bereikt onder uiteenlopende chemische omstandigheden, wat de reden is waarom bepaalde materialen (bijv. ijzerhoudende materialen) een betere bescherming tegen corrosie bieden. Koperen materialen kunnen gemakkelijk worden geïntegreerd onder "normale" omstandigheden. Aluminium componenten vereisen speciale aandacht met het oog op de waterkwaliteit.

Corrosie op zich is een elektrochemische reactie bij zogenaamde corrosie-elementen en hangt af van lokale verschillen in het materiaal, de beschermende lagen en de chemische condities van het water. Hoe groter de verschillen, hoe sterker het corrosie-element (corrosierisico) en hoe groter de kans op plaatselijke corrosie. Homogene omstandigheden leiden tot oppervlakkige corrosie, die zodanig gering kan zijn dat de gebruikelijke technische levensduur toch wordt bereikt. Dit leidt tot aantasting van het materiaal. In (gesloten) verwarmingssystemen hebben we vooral te maken met natte corrosie.

De mate van corrosie wordt ook beïnvloed door de elektrische geleidbaarheid (LF) van het medium. Een lage LF remt de corrosiestroom terwijl een hoge LF (lage elektrische weerstand) corrosieprocessen bevordert.

Beschermlagen kunnen beschadigd worden door fysische en chemische processen. Bijvoorbeeld, een te lage pH-waarde kan de beschermlagen oplossen en te veel zuurstof kan de gangbare vorming van de bescherm laag "verstoren" (zie VDI 2035 Deel 1, 03/2021, Sectie 6). Als de beschermende eigenschappen wegvallen door mechanische (bijv. trillingen of overmatige stroming) of thermische (wisselende) belasting, is er geen corrosiebescherming meer en corrodeert het materiaal plaatselijk. Onvolkomenheden in beschermlagen kunnen zeer snel corroderen als grote oppervlakken van het materiaal beschermd zijn en er slechts kleine actieve corrosiepunten aanwezig zijn. De corrosiestroom concentreert zich op de beschadigingen wat leidt tot putcorrosie.

Niet-metalen materialen raken meestal defect door een verkeerde behandeling tijdens de installatie (bv. de contactdruk voor afdichtingen is te laag), de verminderde uitrekbaarheid of overrekking van polymeren (die net als metalen door warmte uitrekken), chemische invloeden (bv. een te hoge pH-waarde van systeemwater en inhibitoren) of een slechte materiaalkeuze.

#### **Wat is roest?**

Roest is een chemische verbinding van ijzer en zuurstof. Zuurstof, vocht, uitlaatgassen (zwavel), zuren en alkali kunnen roestvorming in de hand werken. Zo kunnen stalen (ijzeren) verwarmingsbuizen, opgeslagen of tijdens de montage, door de lucht worden aangetast en gaan roesten.

## **Verschillende soorten corrosie en processen die het verwarmingssysteem aantasten**

#### **Zwerfstromen**

Worden opgewekt door gelijkstroombronnen. Installaties en ondergrondse pijpleidingen en reservoirs kunnen in korte tijd beschadigd raken. 1 mA kan bijvoorbeeld circa 10 gram ijzer (Fe) per jaar vernietigen. De deskundige installatie van beschermende geleiders en een potentiaalvereffening kunnen dit oplossen.

#### **Spleetcorrosie**

Door een slechte afdichting van aansluit- en dichtingspunten kan spleetcorrosie ontstaan. Herhaaldelijke toevoer van zuurstof kan aan de oorzaak liggen.

#### **Spanningscorrosie**

Dit soort schade ontstaat wanneer mechanische belasting op systeemcomponenten leidt tot spanningscheuren. Trekspanningen kunnen bijvoorbeeld ontstaan door de constructie (lassen, buigen, machinale bewerking, enz.) of door de werking (druk, temperatuur, bewegingen, enz.). In roestvrijstalen installaties kan onder bepaalde omstandigheden ook spanningscorrosie optreden door trekspanningen en kritische chloridewaarden. Om dit te voorkomen, moeten leidingen, compensatoren en andere uitrustingen tijdens de planning en bouw van de installatie correct worden geïnstalleerd en ruimte laten voor uitzetting.

#### **Erosiecorrosie**

Erosie treedt meestal op daar waar de stroomsnelheid hoog is en waar de leidingen buigen (bijv. bij bochten). Hoe kleiner de leidingdiameter en hoe kleiner de bochtradius, hoe groter het erosie-effect. Bij onvoldoende ontgassing verhogen de vrije gasbellen die meereizen met het water het risico op erosie.

#### **Afzetting van corrosieproducten**

In verwarmingssystemen kunnen vaste deeltjes neerslaan daar waar de stromingssnelheid te laag is om de deeltjes verder te transporteren. Op deze punten zal de aanslag alleen maar vergroten wat de circulatie belemmert.





### **Cavitatie**

Cavitatie is de vorming en daaropvolgende implosie van met damp gevulde bellen in een vloeistof. Dampbellen worden gevormd wanneer de druk onder de verzadigingsdruk van de vloeistof zakt. In watervoerende systemen gebeurt dit wanneer de statische druk onder de verzadigingsdruk zakt op punten met een verhoogde stroomsnelheid (bijv. de aanzuigopening van de pomp, klepzittingen en meetflenzen). Als de statische druk verderop in de stroom weer toeneemt (neerwaartse druktrappen van een pomp, snelheidsvermindering achter de klepzitting), kunnen de dampbellen abrupt imploderen. Materiaal vlak bij de dampbel wordt aangetast door het water dat van alle kanten in de dampbel stroomt met een sterk "knetterend" geluid (hoogfrequente microscopische stoominslagen). Gassen opgelost in het water temperen de cavitatie, omdat de gassen die desorberen in het gebied met dampbellen niet plotseling weer oplossen wanneer de druk later toeneemt en het water dat in de bel schiet buffert.

De meest kritieke component in het systeem ten aanzien van cavitatie is de circulatiepomp. De statische druk aan de zuigzijde van de pomp mag niet onder de pompspecifieke NPSH-waarde vallen, anders zal er onvermijdelijk cavitatie optreden in de pomp. In het geval van permanente cavitatie zal de pomp al na relatief korte tijd defect raken. Maar ook afsluiters kunnen door cavitatie schade oplopen en zelfs stuk gaan. Om cavitatie in afsluiters te voorkomen, geldt de vuistregel dat de druk aan de inlaat van de afsluiter tenminste twee keer zo groot moet zijn als de drukval over de afsluiter.

### **Verwarmingssystemen met verschillende materialen**

Wanneer verschillende materialen worden gebruikt (bv. diverse metalen, kunststof buizen, elastomeren aansluitsslangen), is er slechts een klein risico op zuurstofcorrosie zolang het zuurstofgehalte in het verwarmingswater lager is dan 0,1 mg / l. In het circulatiewater van corrosiebestendige systemen worden meestal zuurstofgehalten van 0,02 mg/l en lager aangetroffen (VDI 2035 03/2021, deel 1).

### **Gegalvaniseerde buizen**

Het gebruik van inwendig verzinkte buizen moet worden vermeden. U kunt wel gegalvaniseerde schroeven en moeren gebruiken, omdat deze niet in contact komen met het systeemwater.

### **Glycol in gesloten circuits**

Het wordt normaal gesproken niet aanbevolen om antivries in verwarmingssystemen te gebruiken vanwege de extra investeringskosten, de verlaging van de specifieke warmtecapaciteit en de hogere pompkosten in vergelijking met zuiver water. Gebruik antivries daarom alleen in systemen waar het medium moet worden beschermd tegen bevriezing, bijv. zonne- of geothermische installaties. Bij gebruik van antivries in gesloten circuits moeten de richtwaarden van de productleveranciers in acht worden genomen. Een lagere glycolconcentratie kan ertoe leiden dat glycol wordt omgezet in oxaalzuur. Dit resulteert vervolgens in een drastische daling van de pH-waarde. Resultaat: corrosie. Bovendien kunnen inwendig gegalvaniseerde stalen buizen en koppelingen niet worden geïnstalleerd in circuits die antivries bevatten.



# Gevolgen, Problemen & Schade

Roest als gevolg van corrosie in ketels, leidingen en eindunits vermindert de specifieke warmteoverdracht en verhoogt de drukverliezen en stromingssnelheid in het hydronische systeem. Merk op dat roest ervoor zorgt dat het volume aan ijzer toeneemt, wat leidt tot kleinere leidingdiameters

## Effecten op het interne leidingoppervlak zijn onder andere:

- Ruwer oppervlak
- kleinere binnendiameter
- directe corrosie
- afzetting van nevenproducten van corrosie en andere onzuiverheden

De verhoogde stromingssnelheid veroorzaakt erosie in leidingen, bochten en afsluiters door de circulatie van kleine luchtbellens en slibdeeltjes.

**Magnetiet** is een magnetisch materiaal dat zich nestelt op staal (ijzer). Het kan essentiële componenten beschadigen of zelfs vernielen, vooral hoogefficiënte circulatiepompen met motor met permanente magneet.

Thermostatische en andere regelafsluiters kunnen storingen geven wanneer het magnetietslib wordt afgezet op de klepzitting waardoor de afsluiter niet meer naar behoren kan werken.

Bij vloerverwarmingssystemen kan roest (bv. magnetiet) een laag vormen op de binnenwand van de leidingen waardoor de warmteoverdracht zal verminderen en de aanvoertemperatuur verhoogd zal moeten worden. In extreme gevallen kunnen verwarmingscircuits volledig verstopt raken en uitvallen.

De filters raken snel verstopt door gecorrodeerde deeltjes waardoor de doorstroming vermindert. Het positieve effect van het filteren van het magnetiet kan dan leiden tot het uitvallen van het systeem. Filters moeten vaker schoongemaakt worden, bijgevolg hogere bedrijfskosten.





#### **Lekkende radiatoren en systeemcomponenten**

Schade aan verwarmingstoestellen, slechte warmteoverdracht ten gevolge van obstructies en afzettingen kan leiden tot scheuren en corrosieschade

#### **Geblokkeerde regelafsluiters**

Schade aan afsluiterspindels en dichtingen

#### **Geblokkeerde pompen**

Verstopping en beschadiging van lagers en pakkingringen van pompen

#### **Verstopte leidingen**

Als leidingen verstopt raken door vuilafzetting en corrosieresten, neemt het drukverlies toe

aangezien hetzelfde debiet door een veel kleinere leidingdoorgang moet, waardoor het energieverbruik van de pompen aanzienlijk toeneemt.

#### **Warmtewisselaars**

Bij warmtebronnen en warmteafgiftepunten ontstaat een isolerende laag met een lagere warmteoverdrachtsinvloed die ketels en warmtewisselaars kan oververhitten en zo schade kan veroorzaken.

#### **Warmtemeters**

Magnetiet hoopt op in warmtemeters. Dit leidt tot steeds minder nauwkeurige metingen, tot het punt waarop het systeem kan blokkeren of uitvallen.





## Gassen

### Circulatiestoringen

Vrije gasbellen kunnen de circulatie aanzienlijk belemmeren. De capaciteit van het warmtegeleidend medium neemt af - waar gasbellen zijn, kan geen water zijn. Bovendien kunnen onstabiele stromingscondities op stromings- en warmtegevoelige punten leiden tot bedrijfsstoringen.

Dit resulteert in een verminderd pomprenement of zelfs uitval, evenals instabiel gedrag van regelafsluiters, vooral bij lage belasting.

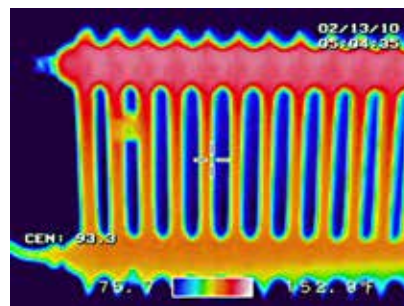
### Geluid

Vrije gasbellen veroorzaken ruis in het systeem. Het betreft hier stromingsgeluiden in leidingen, koppelingen en afsluiters, evenals "borrelende" radiatoren op de bovenste verdiepingen.

### Verminderd verwarmingsvermogen

Gassen kunnen een negatieve impact hebben op de warmteoverdracht. Het isolerend effect van de gasbellen op verwarmingsoppervlakken leidt tot een verminderd verwarmingsvermogen.

Extreme luchtophoping kan de radiatoren op de bovenverdiepingen doen uitvallen waardoor de circulatie stopt.



Volledig ontluchte radiator



# Waterkwaliteit volgens VDI 2035

In overeenstemming met VDI 2035 Deel 1, 03/2021, wordt de maximale hardheid van verwarmings- en bijvulwater bepaald naargelang het vermogen en het specifieke volume van het systeem: de totale hardheid is afhankelijk van het opgegeven systeemvolume  $v_A$  (systeemvolume/kleinste ketelvermogen)

Vulwater, bijvulwater en verwarmingswater in verhouding tot het verwarmingsvermogen			
Totaal verwarmingsvermogen, kW	Totale hoeveelheid aardalkalimetalen, mol/m <sup>3</sup> (totale hardheid)		
	Specifiek systeemvolume, l/kW verwarmingsvermogen a)		
	≤ 20	> 20 tot ≤ 40	> 40
≤ 50 kW specifieke waterinhoud ≥ 0,3 l per kW b)	geen	≤ 3,0 (16,8)	< 0,05 (0,3)
≤ 50 kW specifieke waterinhoud verwarmingsstoestel < 0,3 l per kW b)	≤ 3,0 (16,8)	≤ 1,5 (8,4)	
> 50 kW tot ≤ 200 kW	≤ 2,0 (11,2)	≤ 1,0 (5,6)	
> 200 kW tot ≤ 600 kW	≤ 1,5 (8,4)	< 0,05 (0,3)	
> 600 kW	< 0,05 (0,3)	< 0,05 (0,3)	
Verwarmingswater, onafhankelijk van verwarmingsvermogen			
Werkingsmodus weinig zout c) bevat zout	Elektrische geleidbaarheid, μS/cm		
	> 10 tot ≤ 100		
	> 100 tot ≤ 1500		
	Uiterlijk: helder, vrij van zichtbare afzettingen		
Materialen in het systeem	pH-waarde		
zonder aluminiumlegeringen	8,2 tot 10,0		
met aluminiumlegeringen	8,2 tot 9,0		

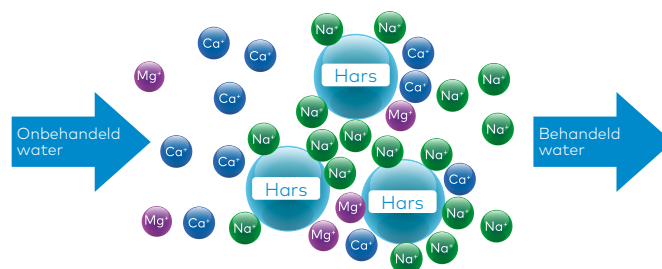
#### Voorwaarden voor vul- en bijvulwater

- a) Bij de berekening van het specifieke systeemvolume moet het kleinste individuele verwarmingsvermogen worden gebruikt in systemen met meerdere warmtebronnen.  
 b) Bij systemen met meerdere warmtebronnen met verschillende specifieke watergehalten geldt de kleinste specifieke waterinhoud.  
 c) Volledige ontharding wordt niet aanbevolen voor systemen met aluminiumlegeringen.



## Ontharding

Tijdens het ontharden passeert het vulwater een ionenwisselaar. De hars daarin absorbeert calcium- en magnesiumionen uit het water en wisselt ze uit voor natriumionen. In tegenstelling tot calcium en magnesium is natrium geen hardmaker. Het resulterende vulwater heeft meestal nog een bepaalde hardheid, maar deze hardheid veroorzaakt geen kalksteen. De geleidbaarheid van het water blijft zo goed als ongewijzigd.



## Demineralisatie

In verwarmingsinstallaties voor warm water moet drinkwater worden gebruikt als vul- en bijvulwater, mits de totale hoeveelheid aardalkalimetalen overeenkomt met de vereisten in de tabel op de voorgaande pagina. Als de waterkwaliteit varieert, moeten de hoogste waarden worden genomen.

Tijdens het demineraliseren, worden alle zouten uit het vulwater gehaald. Dit verlaagt ook de elektrische geleidbaarheid van het water en beschermt effectief tegen corrosie. Om deze opgeloste (gescheiden) ionen te verwijderen, worden speciale kationen- en anionenuitwisselende harsen gebruikt. Deze absorberen de in het water opgeloste ionen en geven gelijke hoeveelheden van andere ionen met dezelfde lading af aan het water.

De in het water opgeloste kationen (bv.  $Mg^{++}$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Na^+$  en  $K^+$ ) worden door de kationenuitwisselende harsen ingewisseld voor  $H^+$  ionen, en de anionen (bv.  $Cl^-$ ,  $NO_3^-$  en  $SO_4^{--}$ ) door de anionenuitwisselende harsen voor  $OH^-$  groepen. Het resultaat is zuiver, volledig ontzilt water.

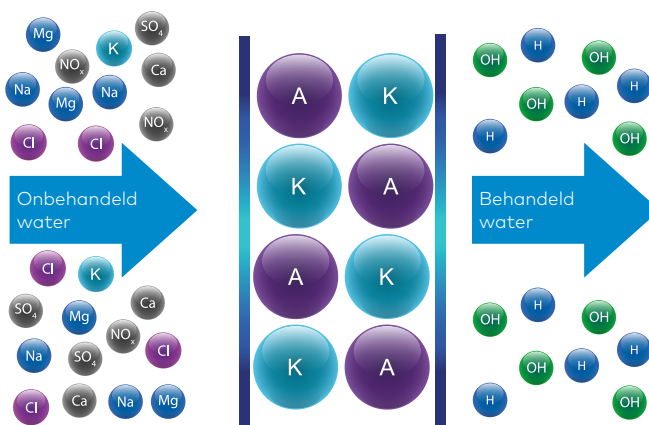
Als de ionenuitwisselende harsen verzadigd (uitgeput) zijn, kunnen ze gereactiveerd worden door het laadproces om te keren met geschikte regenererende middelen van de fabrikant.

Demineralisatie van het vulwater met behulp van patronen met mengbedhars kan de elektrische geleidbaarheid terugbrengen tot minder dan  $10 \mu S/cm$ . In de praktijk neemt het elektrisch geleidingsvermogen snel toe in het systeem en stabiliseert het zich bij een elektrisch geleidingsvermogen van minder dan  $100 \mu S/cm$  (werking met laag zoutgehalte).

De pH-waarde van het vul- en bijvulwater ligt gewoonlijk rond pH 7,0 en dus ruim onder de aanbevelingen voor het verwarmingswater van de installatie. Aangezien de pH-waarde van het verwarmingswater gewoonlijk binnen een paar weken na gebruik stijgt door zelfalkalisatie, is analkalisatie van het vul- en suppletiewater niet nodig als de pH-waarden te laag zijn.

### Vereist pH-bereik voor verschillende materialen

- De pH-waarde moet in het basische bereik van pH 8,2 tot pH 10,0 liggen om corrosie te voorkomen
- De pH-waarde beïnvloedt de natuurlijke beschermende oxidelagen op metaal om corrosie te beperken
- Bij het gebruik van aluminium componenten (warmtewisselaars, ketels, radiatoren) in gesloten watercircuits, moet bijzondere aandacht worden besteed aan de correcte pH-waarden zodat schadeveroorzakende corrosieprocessen vermeden worden. Het corrosiegedrag van aluminium onderdelen hangt sterk af van het type legering. Normaal gesproken moet een pH-waarde van 8,2 tot 9,0 worden aangehouden. De instructies van de fabrikant moeten worden opgevolgd.

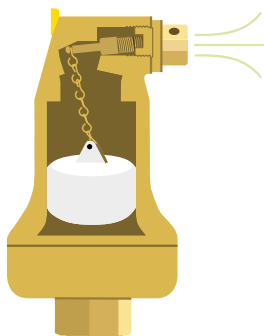


Pleno Refill Demin

# Ontluchting en afscheiding van vrije gasbellen

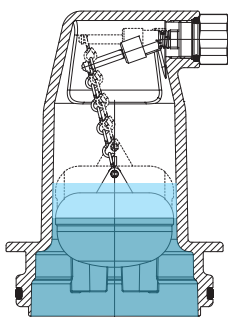
Bij het verwijderen van vrije gasbellen uit een gesloten watercircuit worden de vrije gassen altijd gescheiden van de vloeistof in een stille zone en worden de verzamelde gassen afgevoerd naar de omgevingslucht.

## Principe van snelontluchters



Snelontluchters voeren de opgehoopte gassen automatisch af naar buiten. Het water moet rustig zijn. Anders worden de gassen door de stroming meegevoerd en kunnen ze niet in de ontluchter komen. Bij snelontluchters is er meestal een vlottergestuurd ontluuchtingsventiel. Eerst stijgen vrije gasbellen langs de vlotter naar het bovenste gedeelte van de ontluchter en de vlotter zakt met het waterniveau naar beneden. Bij een bepaalde stand van de vlotter gaat het ontluuchtingsventiel open en ontsnappen de opgehoopte gassen in de omgeving. Als de vlotter stijgt, gaat het ontluuchtingsventiel weer dicht. Toepassingen bij uitstek zijn de eerste ontluchting tijdens het vullen van systemen, decentrale ontluchting van radiatoren en beluchting bij het leeg laten.

## Essentiële kwaliteitsaspecten van snelontluchters



Om de permanente perfecte werking van de snelontluchter te verzekeren, is het essentieel dat vuil en water ook bij hoge druk uit de buurt van het ontluuchtingsventiel blijven. Bij Zeparo is dit gegarandeerd door een voldoende grote afstand tussen het wateroppervlak en de klepuitlaat en door de keerschotten onder de vlotter, die voorkomen dat water te snel in de ontluchter stroomt.

Bovendien is het zeer belangrijk een stabiele vlotterwerking te hebben in een voldoende grote en debietgecompenseerde kamer.

Er is een voldoende grote aansluiting op de installatie nodig, zodat zelfs grote gasbellen in de ontluchter kunnen opstijgen zonder bij de inlaat vast te komen zitten als gevolg van capillaire effecten. Zelfs bij compacte ontluchters mag de minimale afmeting niet kleiner zijn dan een halve inch.

## Problemen met ontluchters bij het niet respecteren van de essentiële kwaliteitsaspecten

De oorzaak van lekkages bij luchtafscheiders is een te korte afstand tussen het ontluichtingsventiel en het waterniveau, waardoor waternevel van luchtbellen op het ontluichtingsventiel neerslaat wanneer de bellen door het wateroppervlak breken. Omdat deze nevel ook opgeloste zouten bevat, vormt zich aanslag en raakt het ontluichtingsventiel lek.



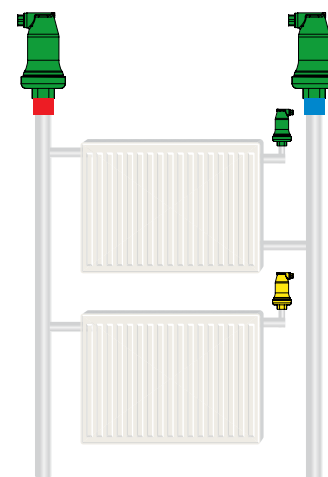
Voorbeeld van ontluchters van slechte kwaliteit, die snel zullen gaan lekken door hun gebrekkige constructie

## Plaatsing ontluchters

Automatische ontluchters worden het best gemonteerd op het hoogste punt van elke stijgleiding in het systeem en op elk punt waar lucht kan ophopen. Ze worden verticaal gemonteerd, met de aansluiting onderaan, voor een adequate werking en een doeltreffende eerste ontluchting.

Na de eerste vulling en ontluchting moet het systeem worden opgewarmd zodat meer opgeloste gassen kunnen desorberen en, wanneer de circulatiepomp vervolgens stopt, als vrije gasbellen kunnen opstijgen naar de ontluchters en in de omgevingslucht kunnen worden afgeblazen.

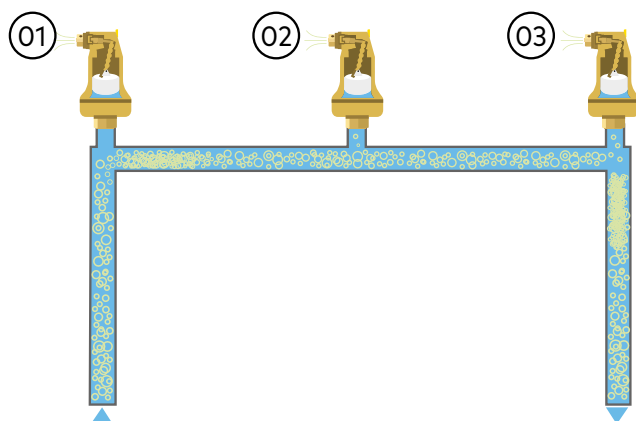
Ontluchters kunnen ook op de radiatoren worden gemonteerd. Ze worden gemonteerd op het hoogste niveau om ze te ontluichten.



■ ideale positie

■ aanvaardbare positie

### Ontluchter voor ontluchting tijdens bedrijf



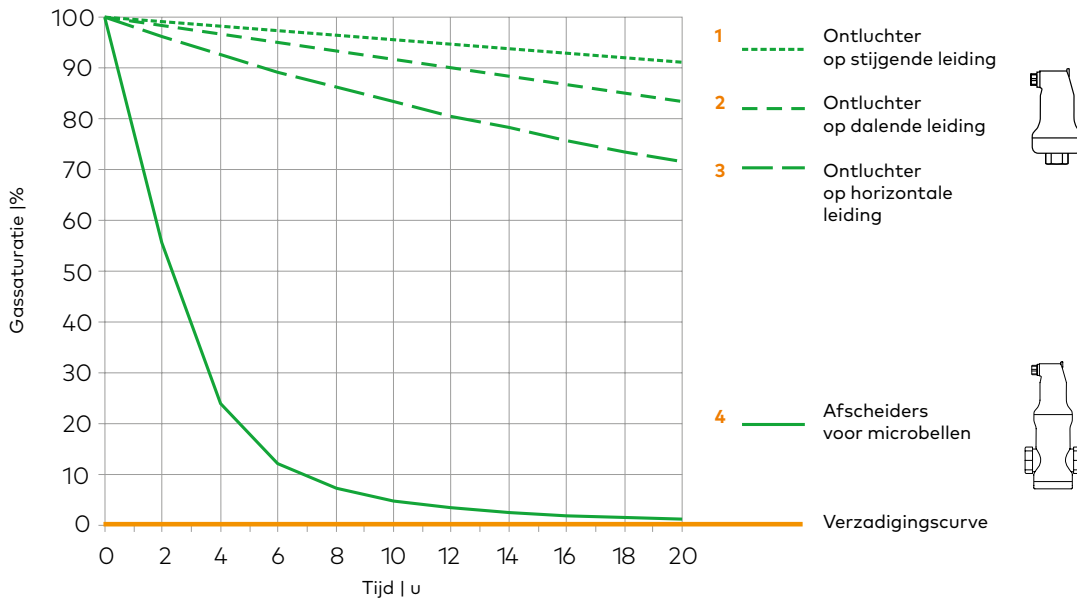
01 Dit is het slechtste geval: de bellen worden bijna allemaal meegevoerd met de stroming.

02 Slechts enkele bellen vinden hun weg naar de ontluchter. De scheidingsefficiëntie is laag en enkel relevant bij  $d/D=1$  en debietsnelheden van  $w \leq 0,5$  m/s.

03 Door de turbulentie in de bocht bereiken slechts enkele bellen de ontluchter.

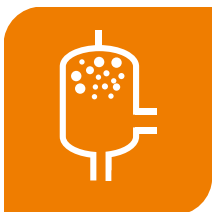
Ontluchters zijn zeer inefficiënt in het verwijderen van lucht en zijn niet aangewezen voor ontgassing. Afscheiders van microbellen zijn een veel betere optie.

# Haalbare gasverzadiging van snelontluchters in vergelijking met afscheiders



Vergelijking: Gassaturatie haalbaar met ontgassers en afscheiders

Onderstaande scheidingsprincipes zijn terug te vinden in de verschillende oplossingen op de markt:



### Verlaging van de stromingssnelheid

Klassieke luchtafscheiders verlagen de stromingssnelheid. In rustiger water kunnen bestaande bellen naar de top stijgen en dan afgescheiden worden. Dan kunnen ze uitgestoten worden door een snelontluchter. De scheidingsefficiëntie van deze apparaten is laag omdat ze enkel zeer grote gasbellen kunnen vangen. Microbellen worden met de stroom meegevoerd.



### Regelapparatuur

Keerschotten in een klassieke luchtafscheider moeten de luchtbelletjes naar het bovenste deel van de afscheider leiden. Het adhesie-effect van de kleinste luchtbelletjes is laag omdat het oppervlak klein is.

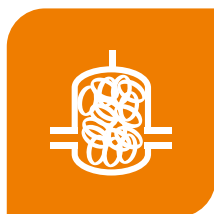


### Centrifugaal effect

Het water kan in rotatie worden gebracht door tangentiële instroom en uitstroom. Door de rotatie van de stroming hebben de lichtere bellen de neiging om zich in het midden te concentreren en te stijgen. Om verschillende redenen is dit principe moeilijk te realiseren bij de scheiding van microbellen.

### Coalescentie-effect

Dit is de hechting van de kleinste belen aan andere materie. De belletjes hopen zich op, verzamelen zich en kunnen dan opstijgen. Dit fenomeen doet zich voor op specifieke ringen (bijv. porselein of keramiek) of op draadgaas.



Draadgaas kent een combinatie van turbulente en kalme zones. De belen imploderen in de turbulente zone onderaan. Er vindt uitwisseling plaats met de kalme zone erboven, waar de belen dan kunnen ontstaan.

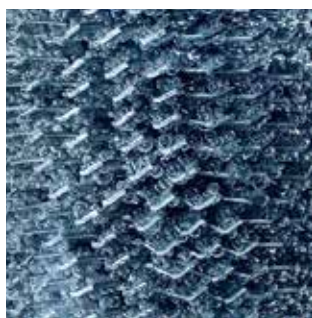
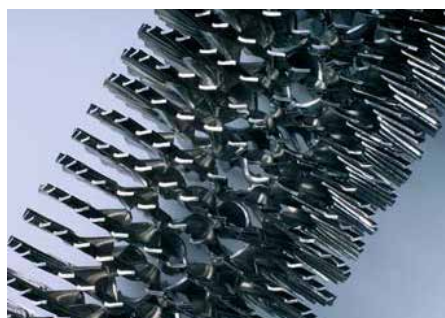


Er zijn verschillende varianten van draadgaas: horizontaal of verticaal, met of zonder centrale kern en in de vorm van een spiraal, borstel of zeef.

### Helicoïdaal principe

Deze technologie van IMI Pneumatex combineert de bovenstaande principes zonder hun nadelen:

- De stromingssnelheid is lager zodat grote belen zeer snel kunnen opstijgen.
- Een groot aantal propellervormig aangebrachte keerschotten leiden de belen naar boven.
- Door de vele verzonken en uitstekende delen heeft de spiraalvormige afscheider een groot oppervlak waardoor de microbellen optimaal worden gevangen.
- Door de helicoïdale opstelling (een opwaartse spiraal) kunnen zelfs de kleinste belletjes zonder veel turbulentie opstijgen in de centrale kolom.
- Dankzij de verbeterde stromingstechnologie vormen de belen zich buiten de hoofdstroom.
- De propellervormig aangebrachte keerschotten zorgen voor een grote kalme zone in het bovenste gedeelte van de afscheider, waar gemakkelijk belen kunnen ontstaan.



## Afscheiders van microbellen

Afscheiders van microbellen kunnen zeer compact zijn. Ze zijn geschikt voor ontgassing tijdens het bedrijf. Verschillende scheidingsprincipes kunnen worden gecombineerd om de efficiëntie te verhogen. De afscheider is volledig stroomdoorlatend. Gassen worden gescheiden van het water en afgeblazen door de ontluchter.

Hoe lager de statische hoogte (Hst) en hoe hoger de systeemtemperatuur ( $t_{max}$ ) aan het installatiepunt, hoe efficiënter de microbellenafscheider. De doeltreffendheid wordt beperkt door de statische hoogte (Hst) boven de afscheider (zie onderstaande tabel).

$t_{max}$	°C	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Hst	mWs	15,0	13,4	11,7	10,0	8,4	6,7	5,0	3,3	1,7

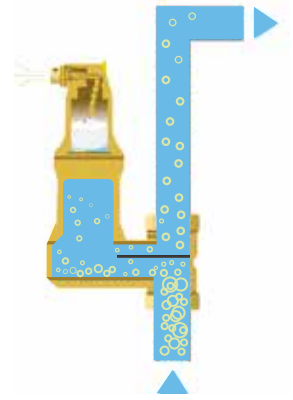
Hst = maximale statische hoogte voor een doeltreffende afscheiding van microbellen bij maximale systeemtemperatuur vóór de afscheider

## Zeparo ZUV afscheider van microbellen



De professionele oplossing met een hoge scheidingsefficiëntie in een compact design.

- De lage stromingssnelheid in de afscheider zorgt ervoor dat grote bellen snel opstijgen
- Groot aantal propellervormig aangebrachte keerschotten leiden de bellen naar boven
- Kleinere bellen kunnen opstijgen in de centrale stromingskalme kolom
- Door de vele verzonken en uitstekende delen heeft de spiraalvormige afscheider een groot oppervlak, waardoor de gasbellen makkelijker samensmelten en de microbellen optimaal worden gevangen. Coalescentie is de hechting van de kleinste bellen aan ander materiaal. De belletjes hopen zich op, verzamelen zich en kunnen dan opstijgen.



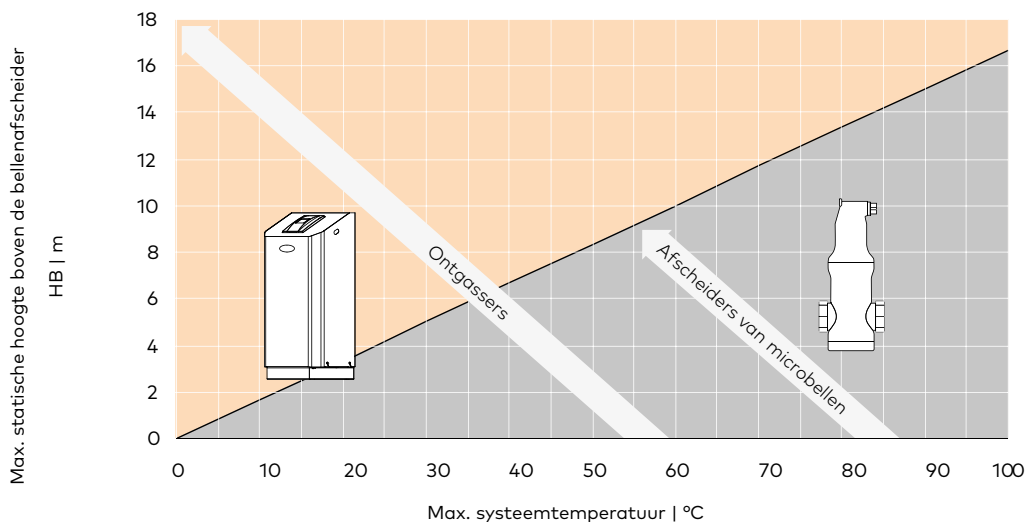
Onder normale omstandigheden kunnen afscheiders van microbellen geen onderverzadiging bereiken op het punt van installatie. Grote delen van het systeem die onder een hogere druk staan, kunnen echter gaan absorberen.

Twee factoren bepalen de efficiëntie van een luchtafscheider: de efficiëntie van het scheidingselement en de drukval die een afscheider veroorzaakt.

Een goed scheidingselement zorgt ervoor dat zoveel mogelijk microbellen worden gevangen en efficiënt uit het verwarmingssysteem worden verwijderd. Daarnaast mag het scheidingselement geen belemmering vormen voor de doorstroming in het systeem. Een afscheider voor microbellen moet bij voorkeur worden geïnstalleerd op het warmste punt in een systeem, waar de microbellen vrijkomen. In het geval van een verwarmingssysteem is dit waar het water de ketel of de platenwarmtewisselaar verlaat.

### Toepassing van afscheiders en vacuümontgassers

Afscheiders van microbellen zijn passieve apparaten die alleen bellen kunnen afblazen die al in het systeem aanwezig zijn en in de afscheider terechtkomen. Ze worden het best geplaatst waar de druk laag is of de systeemtemperatuur hoog, waar de bellen op natuurlijke wijze ontstaan. Als de statische hoogte (Hst) wordt overschreden, blijven de gassen in gedeeltelijk opgeloste vorm en kunnen ze niet doeltreffend worden afaescheiden.



Afscheiders van microbellen functioneren alleen volledig onder de lijn. Ontgassers die naast eventuele vrije gasbellen ook opgeloste gassen kunnen verwijderen, zijn de oplossing wanneer afscheiders van microbellen hun fysieke limiet bereiken.



# Scheidingsprincipes voor opgeloste gassen

Ontgassers verwijderen opgeloste gassen uit het water tijdens de werking van het systeem in een deelstroom. De gebruikte principes zijn gerichte temperatuurverhoging en drukverlaging

## Thermische ontgassers

Thermische ontgassers maken gebruik van hogere temperaturen om de oplosbaarheid te verminderen. Dergelijke systemen zijn erg energieverwendend en zouden enkel economisch verantwoord mogen gebruikt worden waar heet water en stoom voorhanden zijn.

Daarom vindt men haast geen thermische ontgassers in HVAC-systemen.

Met een afscheider voor microbellen kan echter wel de thermische ontgassing aan hete ketelwanden worden uitgevoerd.



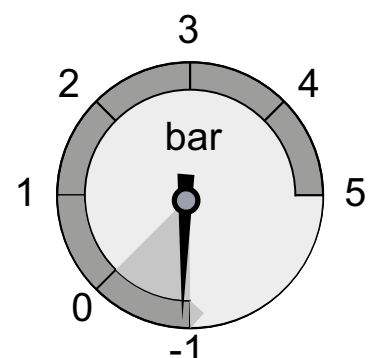
## Vacuümontgassers

Vacuümontgassers maken gebruik van lagere drukken om de oplosbaarheid te verminderen. Vacuümontgassers werden gedurende jaren gebruikt om HVAC-systemen in gebouwen te ontgassen. De investerings- en werkkosten van dit soort ontgassers zijn verwaarloosbaar in vergelijking met die van thermische ontgassers.



Principe van ontgassing:

- Neem een monster van het met gas verzadigde water uit het systeem en verlaag de druk. Opgeloste gassen zullen in de vorm van microbellen uit de oplossing komen.
- Blaas de gasbellen af in de atmosfeer.
- Injecteer ontgast water terug in het systeem.
- Als dit proces continu wordt herhaald, kan de gehele waterinhoud worden bewerkt tot het sterk absorberend is.
- Er wordt onderscheid gemaakt tussen atmosferische en vacuümontgassers.



De efficiëntie van vacuümontgassers hangt af van het drukniveau (atmosferisch, vacuüm) en de efficiëntie van het coalescentie-effect (grootte van de luchtbellen).

Naargelang het drukverschil kunnen vacuümontgassers opgeloste gassen afscheiden en op elk punt in het systeem een toestand van onderverzadiging van de gassen bereiken. Theoretisch kan een totale onderverzadiging van 100% worden bereikt in het vacuüm. Atmosferische ontgassers kunnen bij benadering tot 15% onderverzadiging bereiken. Het ontgassingseffect is groter dan bij vergelijkbare afscheiders van microbellen.

Bij vacuümontgassing wordt een deel van het medium in het systeem tijdelijk onder vacuüm gehouden. De in het medium opgeloste gassen komen vrij, worden afgescheiden en uit het systeem verwijderd. Het ontgaste en absorptieve medium wordt vervolgens teruggepompt in het systeem waar het kan gaan circuleren en de gassen weer kunnen

worden geabsorbeerd. Op deze manier kunnen ook problemen worden verholpen op plaatsen waar de doorstroming slecht is en de overdruk beperkt.

Hoe groter de onderverzadiging van de opgeloste gassen in het medium, hoe groter de buffercapaciteit voor gassen die in het systeem worden gebracht (bijv. door bijvulwater, tijdens reparaties, systeemuitbreidingen, ...).

Als we uitgaan van een onderverzadiging van 10 ml/l, kan een systeem van 400 kW met een waterinhoud van 5000 liter een volume lucht van 50 liter opnemen zonder dat er bellen ontstaan!

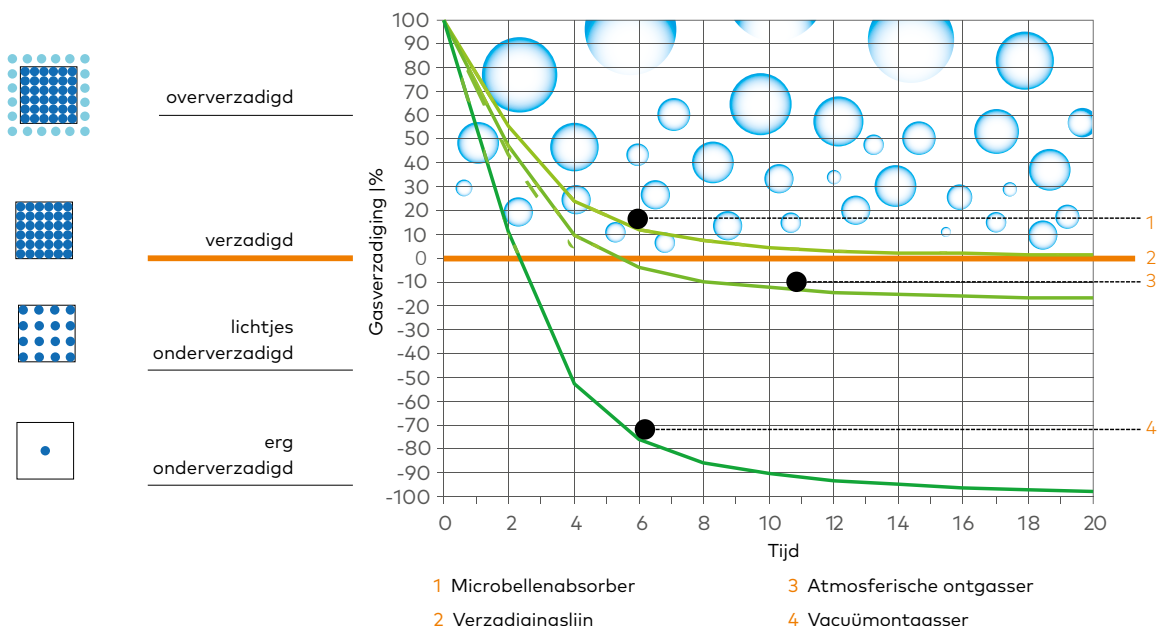
Vacuümontgassers kunnen zelfs systemen met een grote oververzadiging van gas zeer snel naar een niveau van onderverzadiging brengen.

Daarnaast kunnen vacuümontgassers ook bijvulwater ontgassen, waardoor de hoeveelheid zuurstof aanzienlijk afneemt (meestal 60-80%).

**Daarom zijn vacuümontgassers in het bijzonder geschikt voor:**

- Systemen met veel vertakkingen en een lage stroomsnelheid
- Koelwatersystemen waar een afscheider van microbellen slechts een zeer beperkt toepassingsgebied heeft vanwege de lage systeemtemperaturen
- Installaties met een hoge systeemdruk
- Systemen waarbij regelmatig meer water moet worden bijgevoerd
- Systemen die geregeld bekritiseerd worden vanwege "problemen met lucht" (koude radiatoren, stromingsgeluiden)
- Systemen waarin het gasgehalte snel moet worden verlaagd
- Systemen die de hoogst mogelijke energie-efficiëntie vereisen, omdat een optimale waterzijdige inregeling, optimale prestaties van de circulatiepomp en een optimale warmteoverdracht alleen mogelijk zijn zonder gasbellen

**Theoretisch haalbare gasverzadiging voor ontgassers en afscheiders voor microbellen**





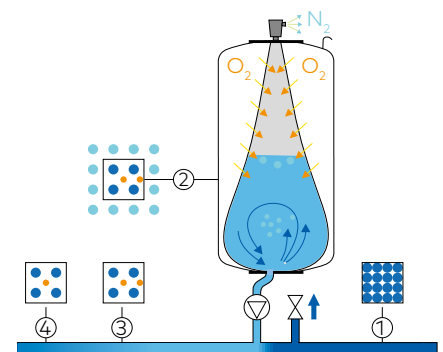
# Atmosferische ontgassing

De eenvoudigste manier om atmosferische ontgassing te implementeren is als onderdeel van een drukbehoudsysteem met pompen met een drukloos expansievat

Met de pomp en het overstortventiel beschikt een drukbehoudsysteem met pompen al over de essentiële componenten om een gedeeltelijke ontgassing te realiseren. In het drukloze expansievat wordt het systeemwater automatisch ontgast tot een drukniveau dat lager is dan de statische druk in het systeem. Daarom is de integratie van ontgassing bij atmosferische druk hier zo eenvoudig.

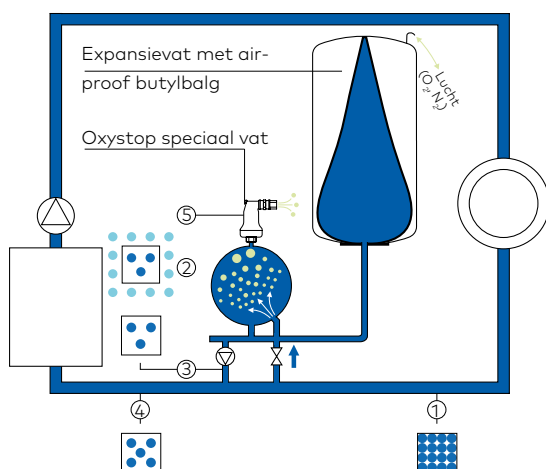
Een bijzonder goedkope en veel toegepaste methode van atmosferisch ontgassen wordt rechtstreeks uitgevoerd via het expansievat van het drukbehoudsysteem. Er zijn echter enkele zeer belangrijke punten waar rekening mee moet worden gehouden.

Toevoer van  $O_2$  kan alleen worden voorkomen met membranen van hoge kwaliteit, anders is het systeem slechts half gesloten. Een nadeel bij doorstroming bij hogere temperaturen is dat de zuurstofdichtheid van het membraan exponentieel afneemt en de slijtage toeneemt. Het expansievat dat voor ontgassing wordt gebruikt, moet echter thermisch geïsoleerd zijn. Anders is het warmteverlies over het grote vatoppervlak niet meer te verwaarlozen.



- Opgeloste zuurstof  $O_2$  ●
- Opgeloste stikstof  $N_2$  ●
- Vrije stikstof  $N_2$  ●

Atmosferische ontgassing in het expansievat met zuurstofdiffusie door het membraan van het vat



Verbeterde oplossing van Pneumatex met airproof-technologie. Geen ontgassing in het expansievat elimineert het risico van zuurstofdiffusie

Pneumatex heeft dit principe verbeterd met de airproof-technologie. In dit geval wordt het expansievat niet gebruikt voor ontgassing en het wordt altijd op lage temperatuur gehouden, zonder het grote risico op zuurstofdiffusie. De ontgassing gebeurt steeds in een apart diffusiedicht ontgassingsvat. Samen met de airproof butylbalg is er geen gevaar voor ontoelaatbaar hoge zuurstofdiffusie via het expansievat. Ondertussen werd deze atmosferische ontgassingstechnologie van Pneumatex vervangen door de veel doeltreffendere vacuümontgassing met cycloontechnologie.

# Vacuüm ontgassing

Er kunnen verschillende technologieën worden gebruikt om een vacuüm te creëren en opgeloste gassen te scheiden van het medium in het systeem

Bij vacuümontgassers wordt onderscheid gemaakt tussen ontgassers met gaszijdige vacuümopwekking en ontgassers met waterzijdige vacuümopwekking. Deze laatste hebben het grootste marktaandeel, omdat zowel de aanschaf- als bedrijfskosten erg laag zijn.

## **Vacuümontgasser met waterzijdige vacuümopwekking - werkingsprincipe**

Het belangrijkste onderdeel van deze ontgasser is een waterzijdige hogedrukpomp die een vacuüm creëert in de ontgassingstank en het ontgaste water naar het aangesloten systeem transporteert. Afhankelijk van het ontwerp komt het water in de ontgassingstank in de zone die gevuld is met water of in de zone die gevuld is met gas, gecreëerd door de onderdruk. Het ontgassingsproces bestaat uit een vacuümfase

en een spoelfase. In de vacuümfase is de uitstroom uit de ontgassingstank groter dan de instroom, waardoor onderdruk ontstaat. Zodra er onderdruk is, desorberen de gassen uit het water. In de spoelfase is de instroom groter dan de uitstroom. Het vacuüm wordt gedurende het grootste deel van de spoelfase gehandhaafd totdat, aan het einde van deze fase, het gedesorbeerde gas met overdruk via de ontluchter naar de omgeving wordt afgevoerd.

De efficiëntie van het ontgassen hangt af van het gebruikte proces, hoe de microbellen die in het vacuüm desorberen naar de ontluchter kunnen worden geleid zonder door het debiet van de pomp terug het systeem in te worden gevoerd.

## **IMI Pneumatex vacuümontgassing met cycloontechnologie**

De huidige vacuümontgassers van IMI Pneumatex maken gebruik van een unieke combinatie van cyclooneffect en vacuümontgassing. De vacuümontgassing met cycloontechnologie van IMI Pneumatex is een uiterst compacte, schaalbare en uiterst efficiënte technologie voor vacuümontgassing. Ze vervangen de sproei-ontgassers die Pneumatex tot 2015 produceerde.

### **Hoe werkt vacuümontgassing met cycloontechnologie?**

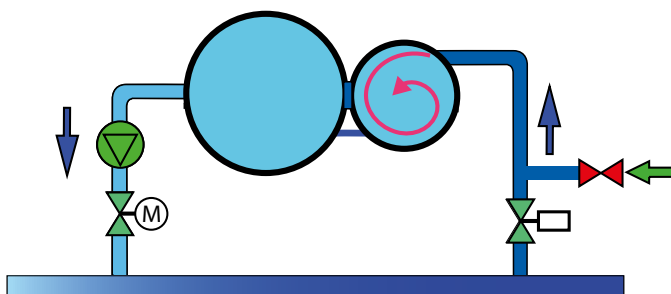
Bij vacuümontgassing met cycloontechnologie wordt een deel van het medium naar een speciale ontgassingstank geleid waar het aan een sterke onderdruk wordt blootgesteld. Een opening in de inlaatpijp beperkt het debiet van het water tot minder dan wat de pomp kan leveren. Hierdoor komen de opgeloste gassen in de tank vrij.

De verkregen vloeistof ziet er melkachtig uit door de vele kleine belletjes die erin zitten. Bij conventionele systemen is het probleem op dit punt hoe deze microbellen van het medium te scheiden en te verwijderen. Er zijn verschillende technologieën beschikbaar, maar geen daarvan is bijzonder doeltreffend. IMI Pneumatex heeft een oplossing bedacht met revolutionaire cycloontechnologie.

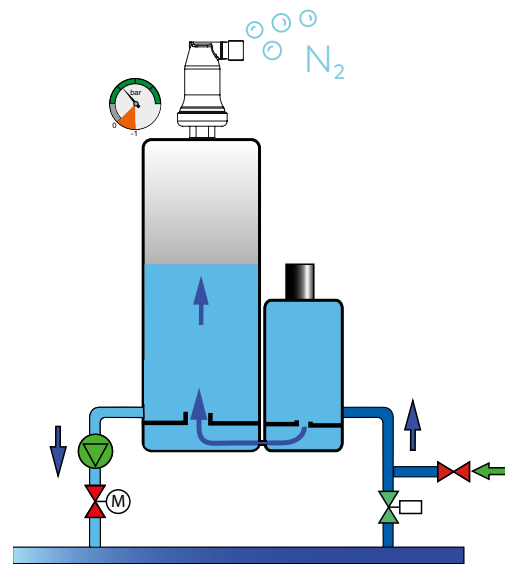
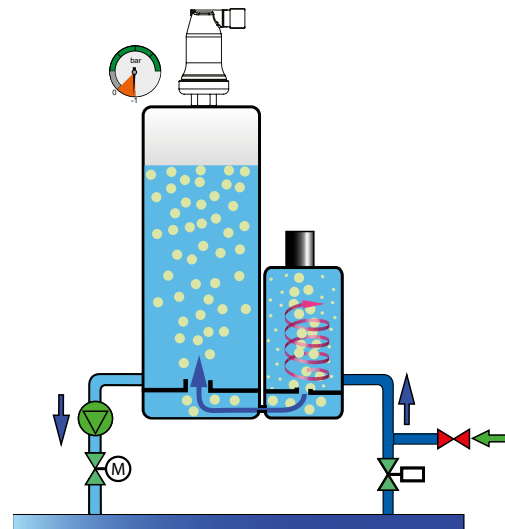
Tijdens de ontwikkeling van een slib- en vuilafscheider op basis van cycloontechnologie bleek dat de centrifugaalkrachten in de cycloonafscheider ervoor zorgden dat de vuildeeltjes heel snel naar buiten werden gedreven, terwijl de lucht, die lichter is dan water, zich in het midden verzamelde.

Van dit verschijnsel werd handig gebruik gemaakt. De gepatenteerde cycloontechnologie voor vacuümontgassing concentreert de microbellen snel in het midden, waar ze al gauw grotere bellen vormen die heel gemakkelijk uit een tweede tank kunnen worden verwijderd. Deze methode werd gebruikt in een testreeks [3] in een koelcircuit van 1,8 m<sup>3</sup>. Het stikstofgehalte werd binnen 6 uur verlaagd van 24,4 mg/l naar 9,9 mg/l in het niet-kritische onderverzadigde bereik. Vacuümontgassers die andere technologieën gebruiken, hebben soms meer dan twee keer zo lang nodig voor hetzelfde resultaat.

De cycloontechnologie voor vacuümontgassing is zo efficiënt dat zelfs water-glycolmengsels in korte tijd kunnen worden ontgast tot een zeer laag gasgehalte. Experimenten [4] hebben aangetoond dat vacuümontgassers die gebruik maken van andere technologieën niet of nauwelijks in staat zijn om een mengsel van ethyleenglycol en water te ontgassen.



Zicht vanaf de bovenkant van het vat



Klein cycloonvat met tangentiële inlaat voor gasafscheiding met cycloontechnologie

Het ontgassingsproces wordt geregeld door een gemotoriseerde kogelafsluiter aan de perszijde van de pomp. Afhankelijk van de stand varieert het debiet van de draaiende pomp van 0% tot 100%, waardoor de vacuüm- en spoelfase perfect kunnen worden ingesteld. Het is niet nodig om de pomp in en uit te schakelen bij dit proces, waardoor drukpieken tussen de ontgassingsfasen consequent worden vermeden en de pomp nauwelijks aan slijtage onderhevig zal zijn.

Vacuümontgassing via cycloontechnologie vindt plaats in een stand-alone unit uit de Vento Connect-productreeks van IMI Pneumatex. Vento Connect kan parallel worden aangesloten voor

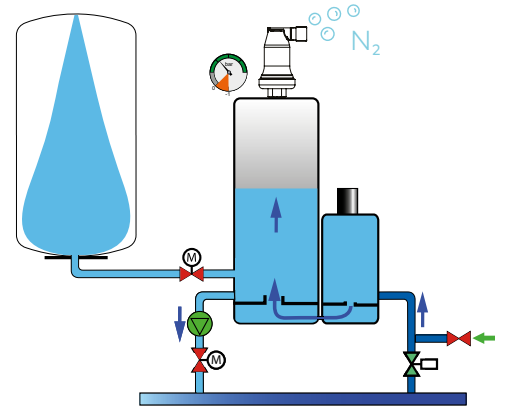
nog betere prestaties en kan worden gebruikt bij elk type drukbehoudsysteem, hetzij met stand-alone drukbewaking samen met statische expansievaten of samen met drukregelaars die geen systeemontgassing of ontgassing van het bijvulwater hebben, zoals drukbehoudsystemen met compressoren.

Vacuümontgassing met cycloontechnologie is geschikt voor compacte ontgassingsvaten die eenvoudig en voordelig kunnen worden geïntegreerd in drukbehoudsystemen met pompen. Deze integratie heeft geleid tot de ontwikkeling van Transero TV Connect, het drukbehoudsysteem met pompen van IMI Pneumatex.

# Drukbehoudsystemen van IMI Pneumatex met geïntegreerde vacuümontgassing met cycloontechnologie

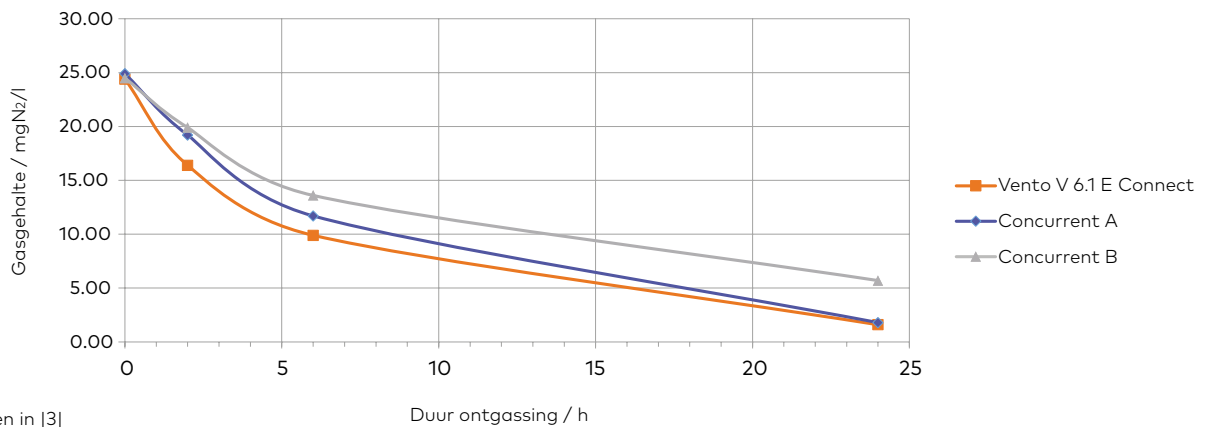
Het Transfero TV Connect-gamma van IMI Pneumatex bewijst de succesvolle integratie van vacuümontgassing met cycloontechnologie in een drukbehoudsysteem met pompen. De vacuümdichte gemotoriseerde kogelkraan tussen het drukloze expansievat en de ontgassingsvaten is het belangrijkste element van dit Transfero-gamma en daarmee het belangrijkste onderscheidende kenmerk van de Vento hydraulische units.

Deze gemotoriseerde kogelkraan is tijdens de ontgassingsprocessen constant gesloten en gaat alleen open voor de drukbehoudfunctie. Het gesofisticeerde besturingssysteem BrainCube Connect zorgt ervoor dat drukbehoud, vacuümontgassing, waterbijvulling en waterbehandeling vlot verlopen en gemonitord worden.



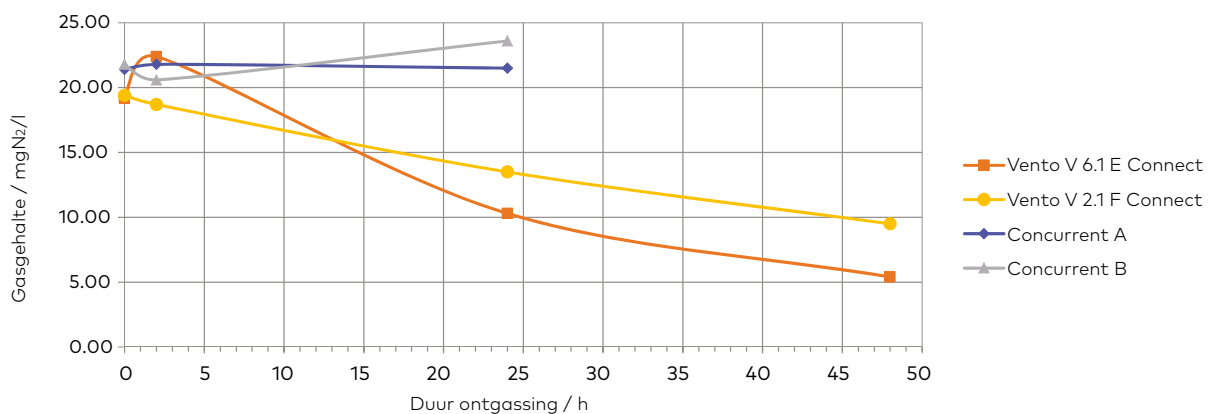
## Vervalcurves van het gasgehalte voor concrete metingen

### Vacuümontgassing – 1,8 m<sup>3</sup> koelcircuit - water



Gemeten in |3|

### Vacuümontgassing - 450 l koelcircuit - water met 25% ethyleenglycol



Gemeten in |4|

De tests van concurrenten A en B werden gestopt na 24 uur omdat er geen zichtbaar ontgassingseffect was.

Verhoogde meetwaarden kunnen worden verklaard door de oplossing van N<sub>2</sub>-gasbellen in het circuit.

## Ontgassingsprogramma's

**Eco-automodus:** geoptimaliseerd gasgehalte naargelang de ontgassingsmodus

De unit meet de gasafvoer tijdens de ontgassingsprocessen en schakelt automatisch uit via de PSeco-schakelaar wanneer het gasgehalte van het systeemwater voldoende laag is. Het gasgehalte wordt dagelijks gecontroleerd en indien nodig wordt het ontgassingsproces automatisch gestart. The PSeco-schakelaar voor het detecteren van afvoergassen is in de fabriek zo ingesteld dat het stikstofgehalte onder de 8 ml/l blijft. De eco-automodus is de meest energiezuinige ontgassingsmodus. Daarom is bij de opstart eco-auto de fabrieksinstelling voor Vento / Transfero TV Connect.

**Continue ontgassing:** verlaagt snel het gasgehalte in het systeemwater

De unit ontgast het systeemwater op een tijdgestuurde en ononderbroken manier, met uitzondering van 's nachts. BrainCube berekent de vereiste duur van de ontgassing op basis van de grootte van de installatie. De berekende ontgassingstijd verzekert een voldoende laag gasgehalte in het systeem. De resterende tijd wordt weergegeven op de BrainCube. Het apparaat schakelt automatisch over op eco-intervalontgassing als het continu ontgassen klaar is.

**Eco-intervalontgassing:** houdt het gasgehalte in het systeem op een constant laag niveau

De unit ontgast het systeemwater op een tijdgestuurde manier en met intervallen. De BrainCube-besturing berekent de pauze- en ontgassingstijden op basis van het systeemvolume. Dit zorgt voor een constant laag gasgehalte met een laag energieverbruik in elke individuele installatie.

**Ontgassing bijvulwater:** verlaagt het gasgehalte in het bijvulwater met wel 80%, automatisch geactiveerd bij elke bijvulling

## Automatische vacuümdichtheidstest

Vento en Transfero TV Tecboxen zijn uitgerust voor een hoog vacuürendement. Tijdens elke ontgassingscyclus voorkomt een continue vacuümtest het binnendringen van lucht door storingen. Als het vacuüm wordt onderbroken, stopt het ontgassen automatisch. Bovendien voert de Vento 's nachts automatisch een precisievacuümtest van twee minuten uit als de ontgassingsfunctie niet actief is. Er wordt een diep vacuüm getrokken met een tolerantie van 0,05 bar om te controleren of het vacuüm stabiel is.

Dit betekent dat zelfs de kleinste lekken, die het gevolg kunnen zijn van verouderende afdichtingen of kristalvorming op afdichtingsoppervlakken na een paar bedrijfsjaren, kunnen worden opgespoord.

Als het vacuüm niet werkt zoals verwacht, wordt het ontgassen onmiddellijk gestopt en wordt er een foutmelding gegeven. De automatische vacuümdichtheidstests zorgen ervoor dat de Vento een continue diepe en nauwkeurige ontgassing van het HVAC-systeem uitvoert.

Verscheidene concurrenten bieden deze functie niet. Zonder deze functie kan een ongewenste luchttoevoer via lekken (bijvoorbeeld door een defecte vacuümt terugslagklep) niet op tijd worden gedetecteerd en leiden tot schadelijke zuurstofcorrosie. Dit kan niet gebeuren bij de Vento en Transfero TV van Pneumatex.

# Installatie van luchtafscheiders

## Plaatsing luchtafscheiders



Ideale positie voor afscheiders van microbellen



Aanvaardbare positie



Onaanvaardbare positie



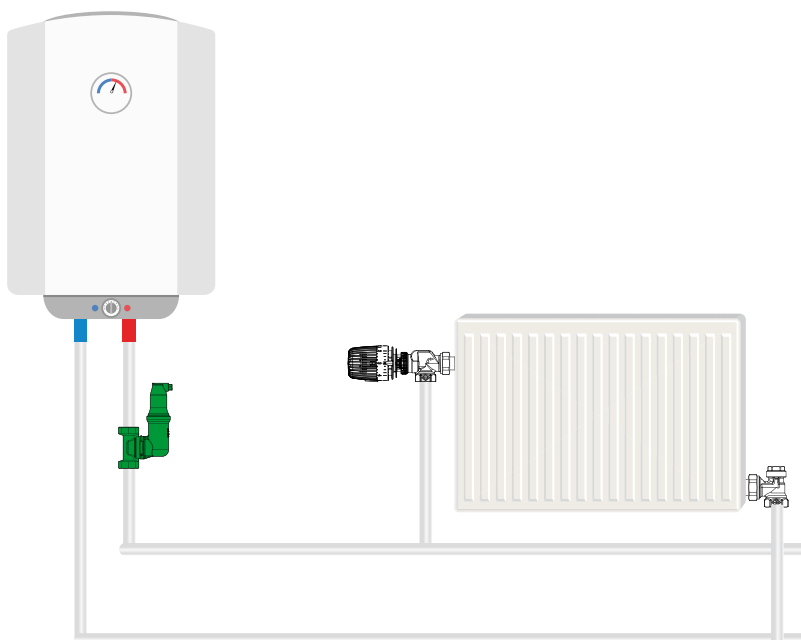
Het gebruik van een Vento vacuümontgasser met cycloontechnologie is aangewezen.

## Verwarming

### Kleine verwarmingssystemen

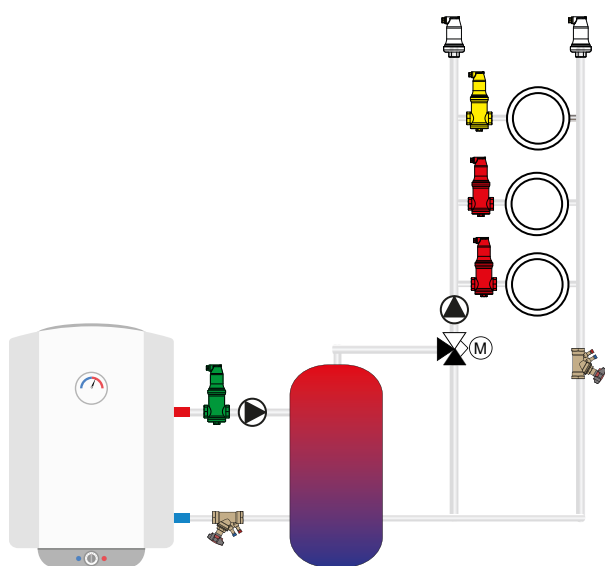
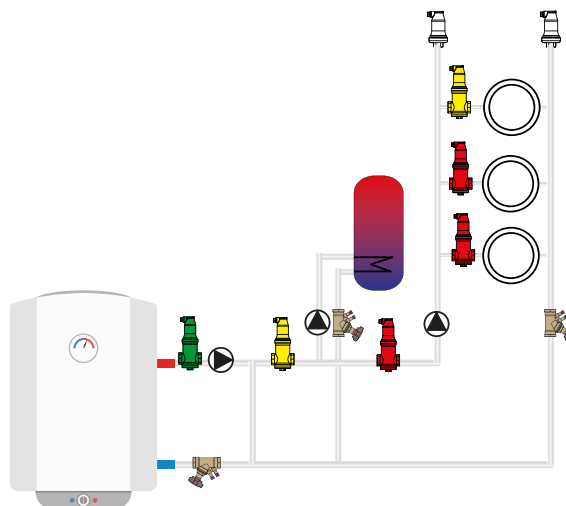
#### Gaswandketels

De beste positie is op de aanvoerleiding achter de gasketel. Deze systemen hebben een lage statische druk en de hoogste temperatuur komt voor na de gaswandketel. Omdat de ruimte krap is, wordt doorgaans een Zeparo ZUVL of Zeparo ZTV turnable gebruikt.



### Radiatorsystemen

De beste positie is op de aanvoerleiding achter de ketel. Deze systemen hebben een lagere statische druk en de hoogste temperatuur komt voor na de ketel. Het debiet is variabel achter de afscheider waardoor de positie goed is maar niet ideaal. Dit geldt ook voor installatie op het hoogste circuit, waar de druk laag is maar ook het debiet. Het is niet aangewezen afscheiders voor microbellen op de lagere circuits te installeren of na de mengpunten aangezien de temperaturen daar lager zijn.

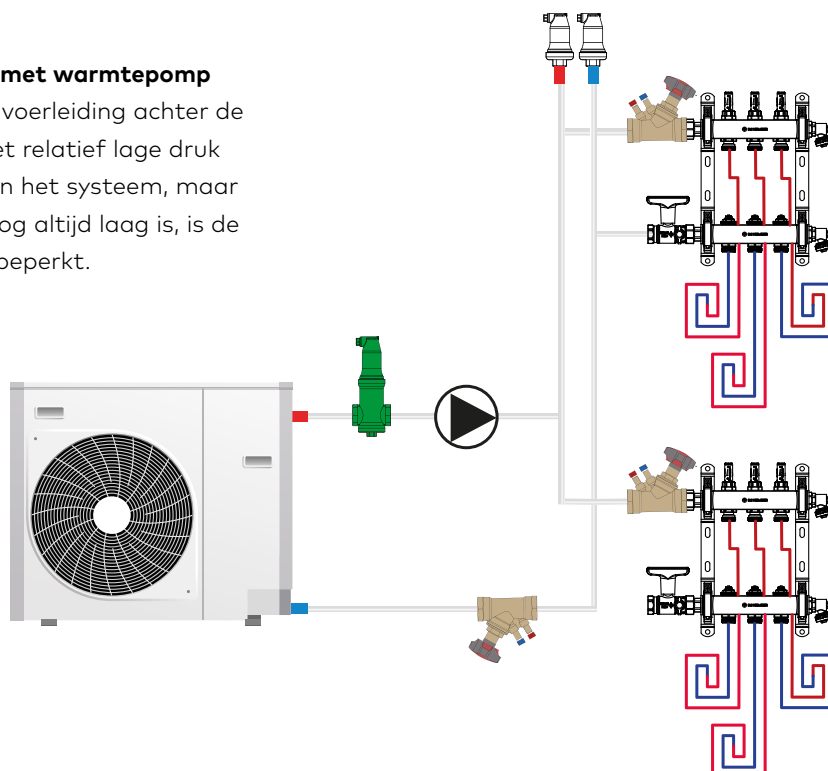


### Radiatorsystemen met sanitair warm water

In principe geldt hier hetzelfde. Door de hoge temperatuur tijdens de aanmaak van tapwater en de hogere debieten, is plaatsing achter de ketel aangewezen.

### Lage-temperatuursystemen met warmtepomp

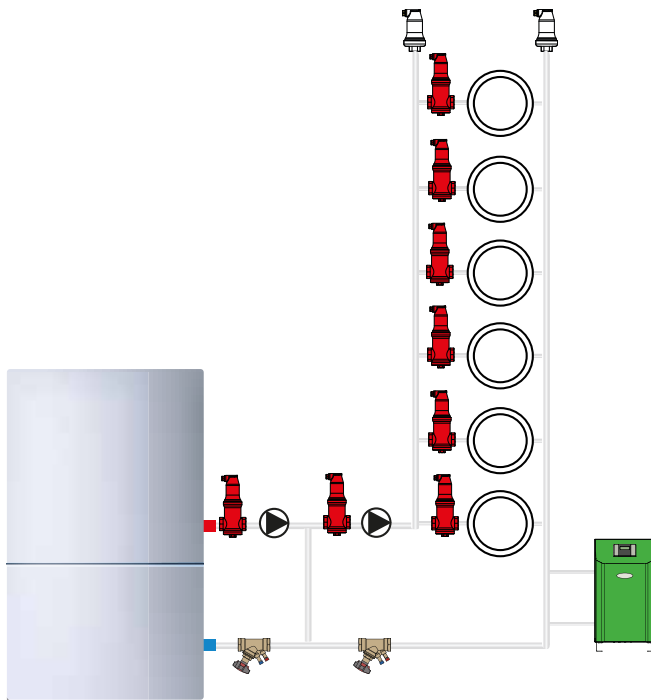
De beste positie is op de aanvoerleiding achter de warmtepomp, een plaats met relatief lage druk en de hoogste temperatuur in het systeem, maar aangezien de temperatuur nog altijd laag is, is de afscheiding van microbellen beperkt.



## Grote verwarmingssystemen

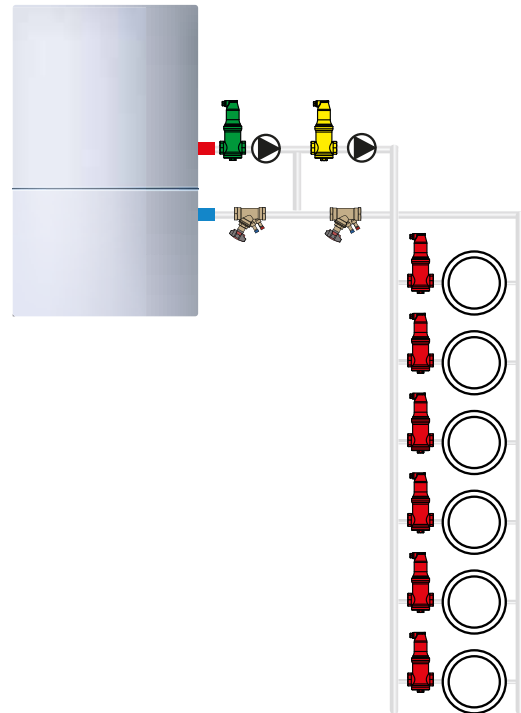
### Systemen met stijgleidingen

Door de hoge statische druk in kelders is de installatie van afscheiders voor microbellen hier niet aangewezen. De beste oplossing is een vacuümontgasser te installeren. Een vacuümontgasser kan het systeem gevrijwaard houden van lucht- en gasproblemen.



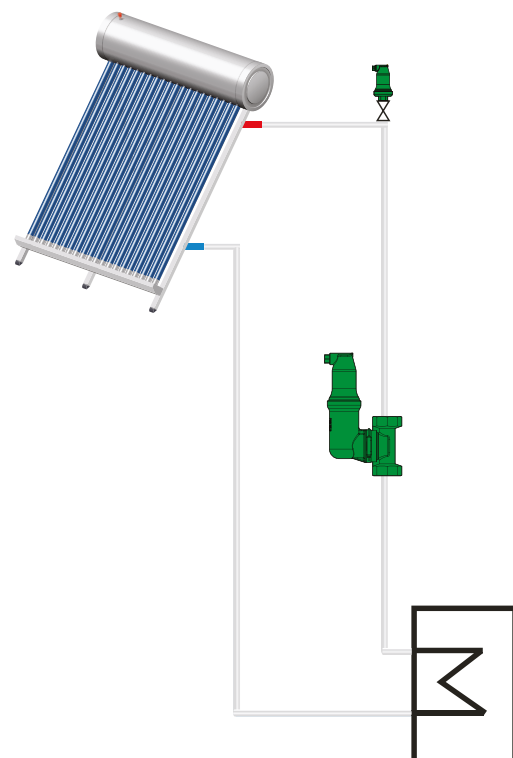
### Dakinstallaties

De beste positie hier is op de aanvoerleiding achter de ketel. Systemen die op het dak zijn geplaatst, hebben de laagste statische druk en de hoogste temperatuur achter de ketel. Daarom is plaatsing achter de ketel ideaal. De tweede beste positie is achter het mengpunt (regelafsluiter). Installatie onder dit niveau wordt afgeraden. Door de lage statische druk bij dakinstallaties, wordt een goede afscheiding van de microbellen bereikt.



### Zonnesystemen

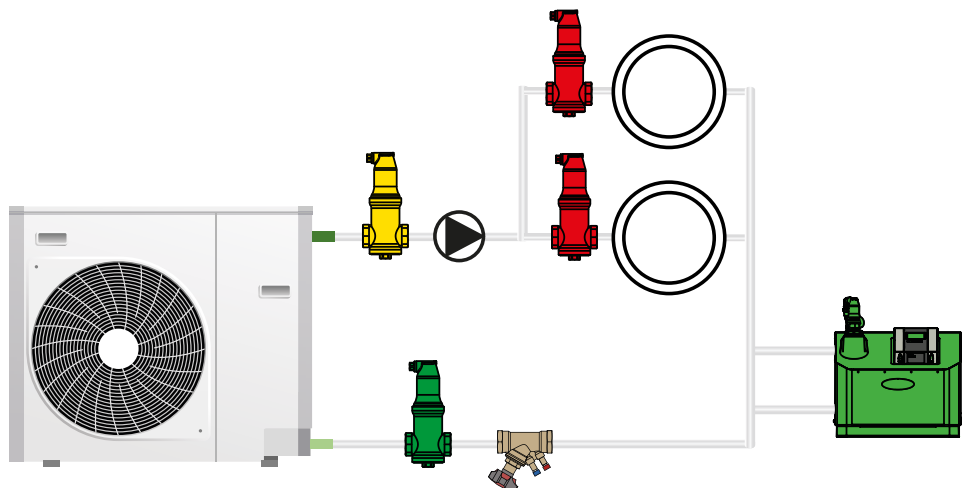
Zonnesystemen zijn gevuld met een water-glycolmengeling. Hierdoor is de afscheiding van microbellen nog moeilijker aangezien er doeltreffende afscheiders moeten worden gebruikt. De beste plaats om de microbellen af te scheiden, is achter het zonnepaneel in de aanvoerleiding van het dak. Door de zeer hoge temperaturen die kunnen optreden, moet een speciale versie van de Zeparo luchtafseparator worden gebruikt, het type ZUVS, met roestvrijstalen inserts.





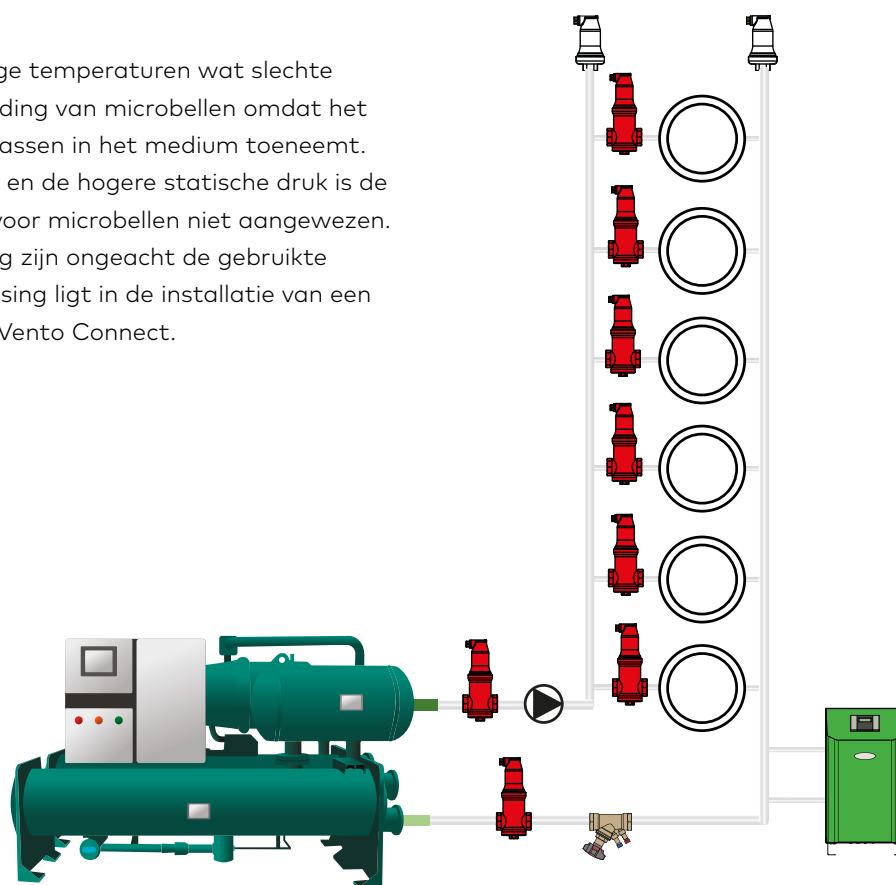
## Kleine koelsystemen

Koelsystemen werken bij lage temperaturen wat slechte condities biedt voor afscheiding van microbellen omdat het oplossend vermogen voor gasen in het medium toeneemt. De beste positie voor het monteren van een afscheider voor microbellen is in de terugloop vóór de koelmachine, waar zich de hoogste temperaturen van het systeem bevinden. Het is echter een veel betere oplossing om een kleine vacuümontgasser zoals de Simply Vento te installeren.

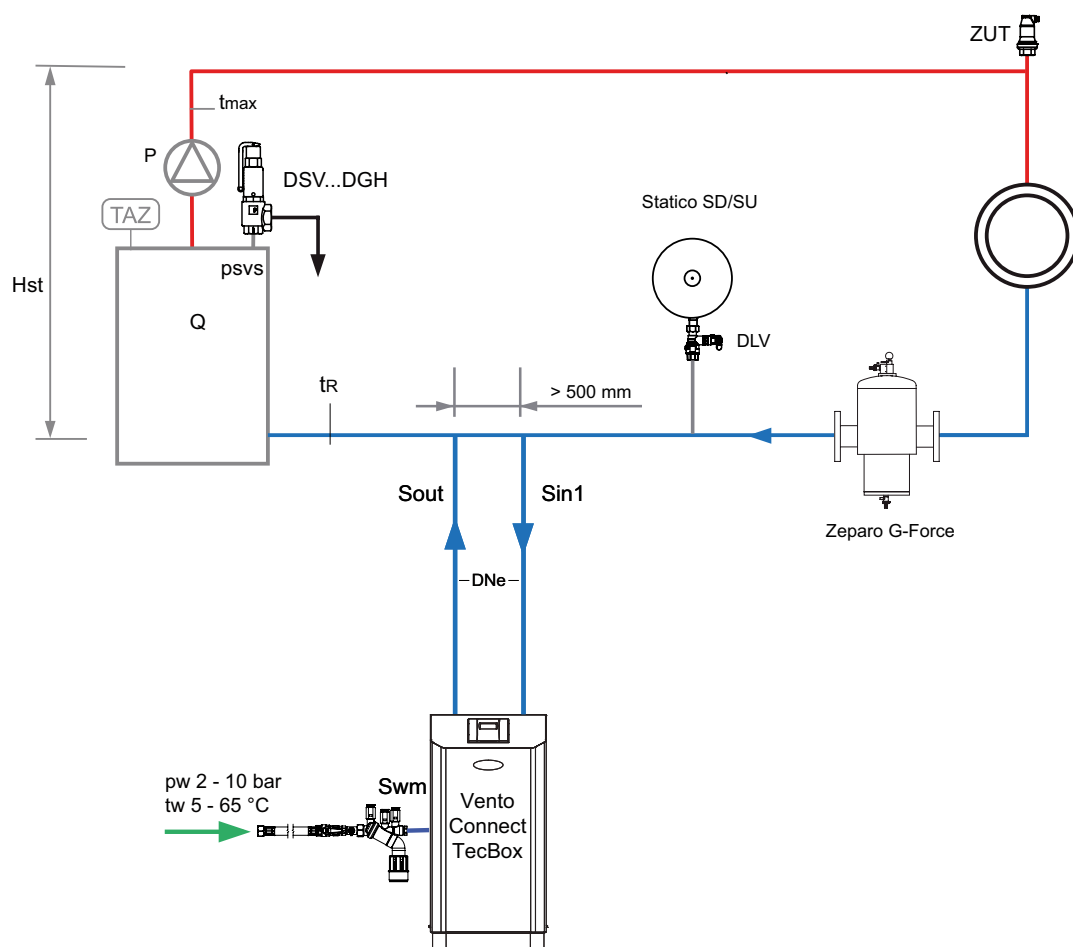


## Grote koelsystemen

Koelsystemen werken bij lage temperaturen wat slechte condities biedt voor afscheiding van microbellen omdat het oplossend vermogen voor gasen in het medium toeneemt. Door de lage temperaturen en de hogere statische druk is de installatie van afscheiders voor microbellen niet aangewezen. Hun efficiëntie zou zeer laag zijn ongeacht de gebruikte technologie. De beste oplossing ligt in de installatie van een vacuümontgasser zoals de Vento Connect.



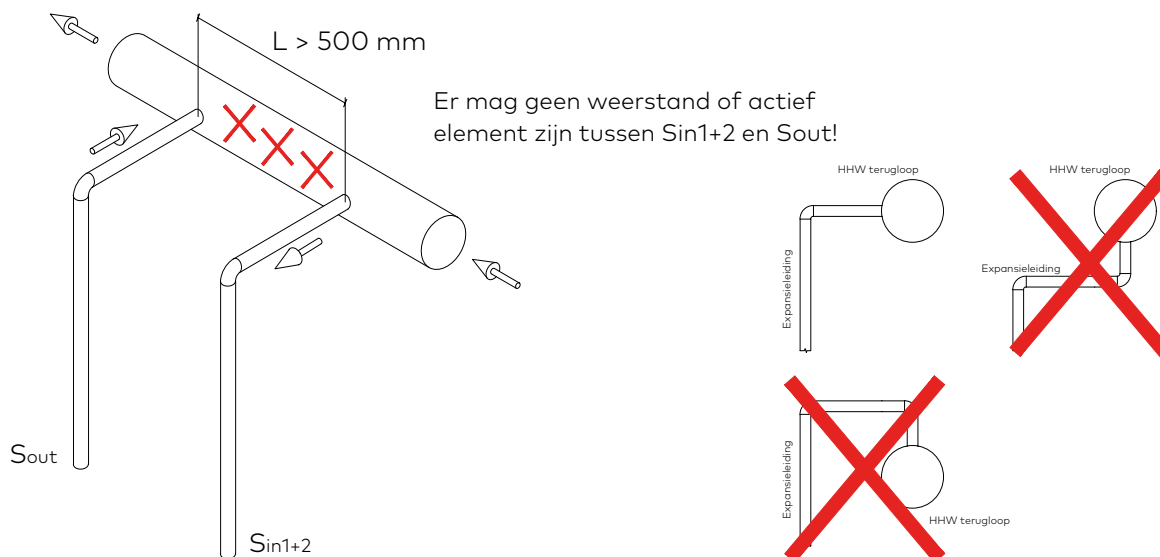
# Vacuümontgassers installeren



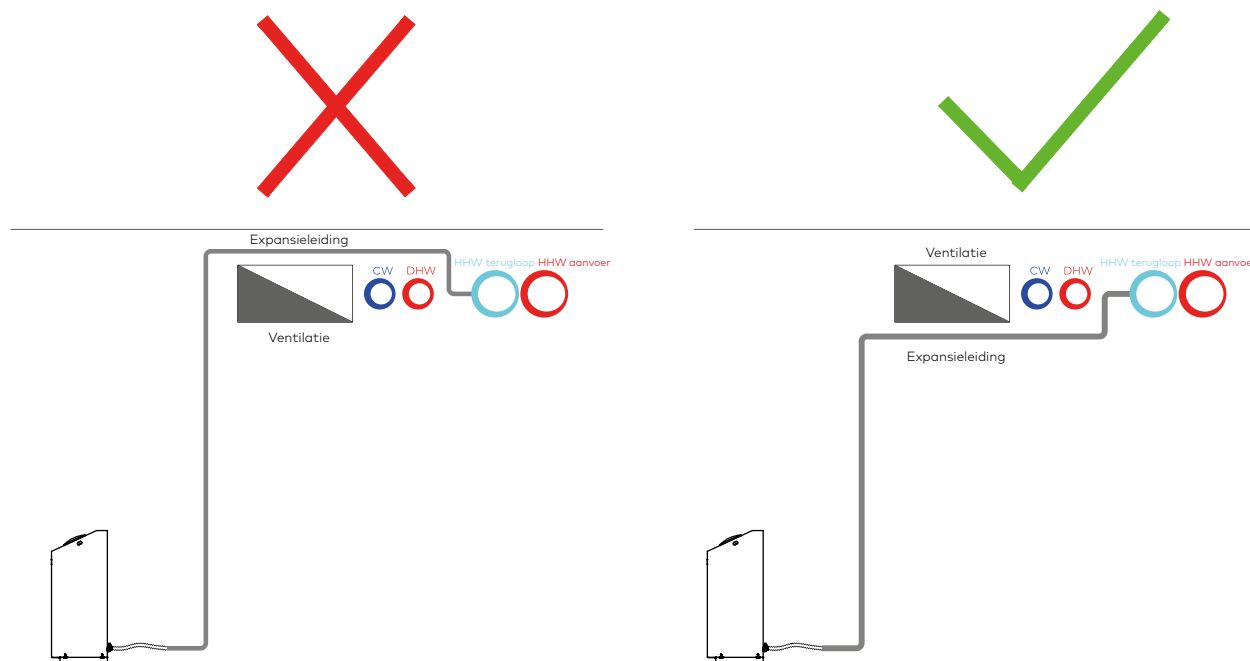
Voorbeeld verwarmingssystemen, retourtemperatuur  $t_r \leq 90^\circ\text{C}$

De installatie moet bij voorkeur gebeuren op de aanzuigzijde van de circulatiepompen, in de buurt van de aansluiting van de drukregeling in de terugloop.

De Vento moet geïntegreerd worden in de hoofdleiding van het systeem. Zo niet kan niet gegarandeerd worden dat er voldoende ontgast wordt. De aansluitingen moeten in de stroomrichting gebeuren en in deze volgorde: eerst op de aftakking naar de inlaat van de unit, Sin1, en dan op de terugloop van de unit, Sout. Zorg ervoor dat de afstand tussen de twee aansluitpunten minstens 500 mm bedraagt en dat dit een rechte buis is. Er mag ook geen apparatuur geplaatst worden tussen filter, vuilafscheider, pomp, enz. Het moet een rechte, lege leidingsectie zijn.



Vermijd bovendien al te lange expansieleidingen of met te veel bochten. En vermijd vooral verticale lussen, die gevoelig zijn voor luchtbellen, vooral in het geval van Transfero TV en Vento V Connect. Als dit onvermijdelijk is, moeten er handmatige ontlueters boven op die leidinggedeelten worden gemonteerd.



De aansluiting DNe moet de juiste diameter hebben voor de vacuümontgasser en moet flexibele slangen bevatten voor een rechtstreekse, trekvrije verbinding met de TecBox.

Het minimumvolume van de expansievaten moet 80 l bedragen.

# Vuilafscheiding

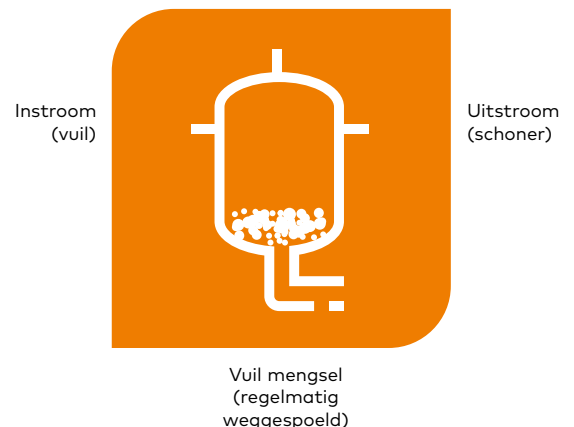
Vuil en corrosieproducten kunnen een aanzienlijke impact hebben op de efficiëntie en de levensduur van HVAC-installaties

In het ergste geval kan dit leiden tot de complete uitval van het systeem omdat de componenten van de installatie vuil worden en het vereiste debiet niet langer kan worden gewaarborgd.

Vuil en slib kan uit het systeem worden verwijderd met behulp van geschikte afscheiders of filters. Er zijn verschillende technologieën op de markt, maar hun efficiëntie varieert en de prestaties zijn soms zwak.

Vuil- en slibafscidders zijn apparaten die vuil en watermengsels in de hoofdstroom scheiden in:

- een schonere hoofduitstroom en
- een duidelijk vuiler mengsel dat in de afscheider achterblijft om te worden weggespoeld



## Scheidingsprincipes voor vuilafscheiding

### Filtering

Filters vangen de deeltjes in het medium. Een zeef of gaas verhindert de doorgang van deeltjes van een bepaalde grootte. Filters betekenen een compromis tussen efficiëntie en weerstand. Efficiënte filters leiden tot een zeer groot drukverlies en filters die leiden tot een aanvaardbaar drukverlies zijn ofwel zeer duur ofwel inefficiënt.

Afhankelijk van de maasgrootte kan tot 100% van de deeltjes worden gevangen. We bedoelen dan met groffilters, fijnfilters en filtering. Het nadeel van deze oplossing is dat het vastgehouden vuil de doorstroming belemmert. Reiniging is tijdrovend en vereist twee afsluitkranen.

Alle systemen zijn uitgerust met groffilters om de uitrusting te beschermen. Groffilters zijn bedoeld om grotere vuildeeltjes op te vangen die verstopping of schade kunnen veroorzaken, zoals vreemde voorwerpen, metaalsplinters, dichtingstape en grote corrosieschilfers. (Niets van dit alles zou aanwezig mogen zijn in een vooraf gereinigd systeem.) Groffilters houden echter geen fijne deeltjes van de metaaloxiden, kalkschilfers of bezinksel tegen die verantwoordelijk zijn voor de zwevende deeltjes in het systeem. Meestal is het filterelement in een gewone in-line groffilter ofwel een geperforeerd zeefilter ofwel een gaasfilter (gaten/mazen groter dan 0,8 mm).

Het is contraproductief om een maaswijdte te kiezen die kleiner is dan eigenlijk nodig, omdat dit de drukval en het risico op verstopping van de filter zelf verhoogt als deze niet regelmatig wordt geïnspecteerd.

### Het verschil tussen een fijnfilter en een groffilter

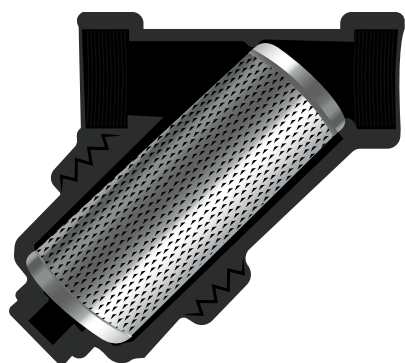
Het belangrijkste verschil tussen groffilters en fijnfilters heeft te maken met de grootte van de deeltjes die ze verwijderen. Groffilters verwijderen meestal grotere deeltjes die zichtbaar zijn in een vloeistof of gas, terwijl fijnfilters vuildeeltjes verwijderen die vaak te klein zijn om met het blote oog te zien.

### Is het nodig om groffilters te gebruiken als er vuil-/slibafscidders in het systeem geplaatst zijn?

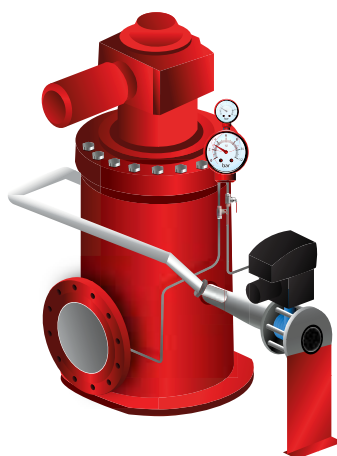
Ja, want de functies en werkingsprincipes van deze apparaten zijn verschillend.

Groffilters beschermen alle apparatuur in HVAC-systemen tegen schade en verstopping door grote vuildeeltjes.

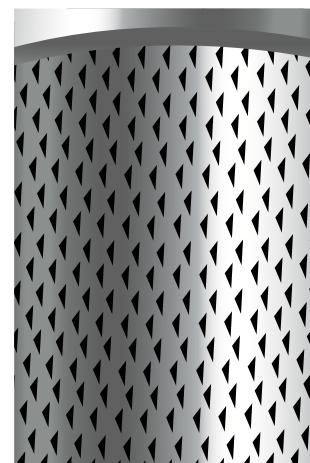
Vuil-/slibafscidders beschermen systeemcomponenten tegen de afzetting van kleine vuildeeltjes.



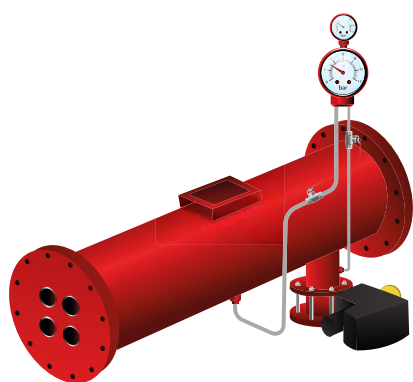
Groffilter met gaas



Automatische filter



Filterkorf



### Automatische jetfilter

Een jetfilter is een speciaal type filter. De filter kan automatisch worden schoongespoeld (backwashing) tijdens het gebruik, waardoor hij perfect is voor het continu filteren van bijvoorbeeld primair water in warmtepompcircuits of koeltorens. Aangezien er uitvoeringen zijn in roestvrij staal en met verschillende maaswijdten (50 µm tot 5 mm), kan dit type filter universeel worden gebruikt.

## Werkingsmodus

Ongezuiverd water dringt de filterelementen binnen via de openingen in de houderplaat van het patroon. Door de doorsnede te verkleinen neemt de axiale stroomsnelheid in de filterelementen evenredig toe met 5 tot 7 m/s.

Aan één uiteinde van de filterelementen bevindt zich een conische vuilcollector.

In overeenstemming met de wet van Bernoulli vindt de filtratie van het ongezuiverde water plaats in het laatste derde van de filterelementen. Het ongezuiverde water passeert de filterelementen van binnen naar buiten. Het gezuiverde water stroomt vervolgens in de collector en verlaat de filter aan de kant van het gezuiverde water.

Door de axiale stroomsnelheid van 5 - 7 m/s in de filterelementen worden de vuildeeltjes afgevoerd naar de collector. De backwash wordt geactiveerd door het drukverschil (het drukverschil tussen de kant met ongezuiverd en de kant met schoon water). Daarnaast zorgt een instelbaar vertragingsschakelaar in de elektrische besturing voor de start van de backwash.

### Backwash (keerspoelen)

De filterreiniging begint met het openen van de backwash-klep met motoraandrijving. Een kleine hoeveelheid ongezuiverd water stroomt door de backwash-opening en spoelt de vuildeeltjes van de collector uit het filter. Tijdens de backwash neemt de axiale stroomsnelheid in de filterelementen toe tot 10 m/s. Deze hoge snelheid dient ook om de filterelementen te reinigen. Bovendien ontstaat er onderdruk in de filterelementen, wat garandeert dat de elementen van buiten naar binnen worden gespoeld met schoon water. Het backwashproces duurt 10 - 20 seconden, waarna de backwash-klep automatisch sluit. Tijdens de backwash wordt het filteren niet onderbroken.

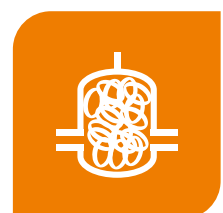
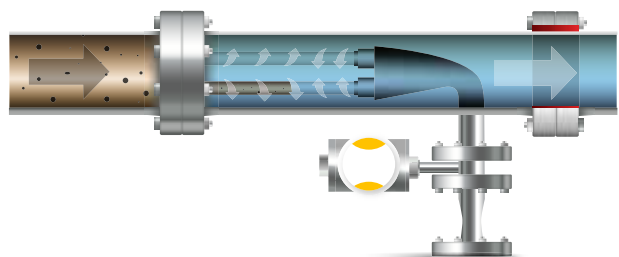
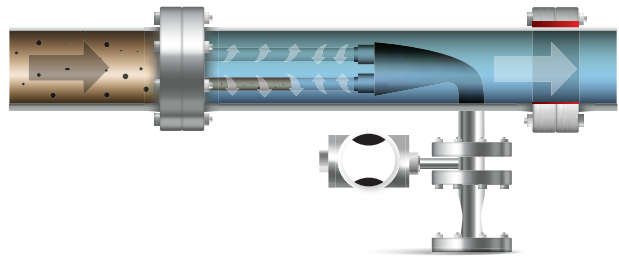
### Sedimentatie door zwaartekracht

Klassieke vuilafscidders verlagen de stroomsnelheid. Vuil kan langzaam naar de bodem zakken waar het wordt gescheiden. De scheidingsefficiëntie van deze apparaten is zwak.

Deze afscheiders zijn vaak grotere vaten die gebruikt worden in installaties vóór warmteopwekkende apparatuur. Het slibbezinksel moet niettemin regelmatig worden verwijderd. Fijnere slibdeeltjes kunnen niet worden verzameld in deze apparaten. Dergelijke systemen moeten speciaal worden gereinigd, gespoeld en gevuld met behandeld water.

### Inzetstukken

Het draadgaas en andere inzetstukken, zoals ringen, zijn in verschillende varianten verkrijgbaar. Ze kunnen horizontaal of verticaal geplaatst worden, met of zonder centrale kern, en de vorm hebben van een borstel of een zeef. Dit verbetert de efficiëntie in vergelijking met een leeg reservoir, maar het is niet optimaal en kan verbeterd worden.



### Helistill-slibafscheiding

Dit principe combineert de eerder beschreven principes zonder hun nadelen. De stromingsnelheid wordt zodanig verminderd dat het vuil naar beneden zakt. Een groot aantal schuingeplaatste lamellen leidt het vuil naar beneden. Door de spiraalvormige structuur bezinken zelfs de kleinste deeltjes in de centrale kolom. Door de botsing van de vuildeeltjes met de scheidings-elementen, de snelheidsverlaging en de hoge dichtheid, zakken de deeltjes naar de opvangzone op de bodem van de afscheider, waar ze kunnen worden afgevoerd.

**IMI Pneumatex Helistill-afscheiders** combineren de bekende principes van botsing, snelheidsverlaging en dichtheidsverschil met een tangentiële stromingsdynamiek in de opvangzone door middel van unieke Helistill-inserts. Ze hebben een groot aantal lamellen die de slibdeeltjes naar beneden leiden. Zonder dat de hoofdstroom wordt verstoord, verzamelt het slib zich in de zeer grote scheidingskamer. Het drukverlies is laag en constant. Dankzij de verwijderbare bodem is visuele inspectie mogelijk.

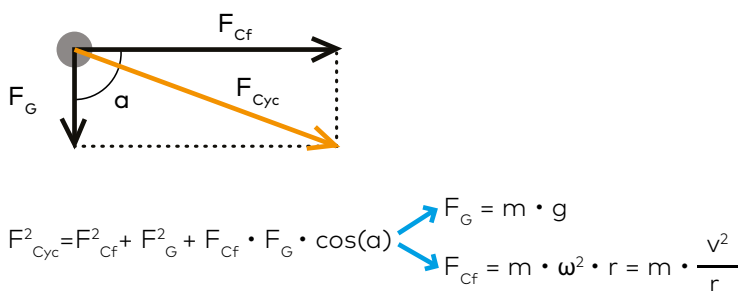
Dit scheidingsprincipe is optimaal voor lage en normale stromingsnelheden, maar wordt minder efficiënt bij hogere snelheden in de leiding. Hiervoor heeft IMI Pneumatex een andere technologie ontwikkeld.



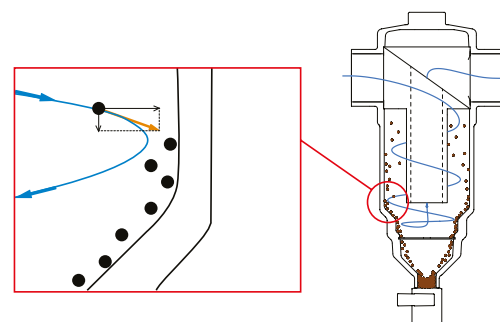
### Afscheiding met cycloontechnologie

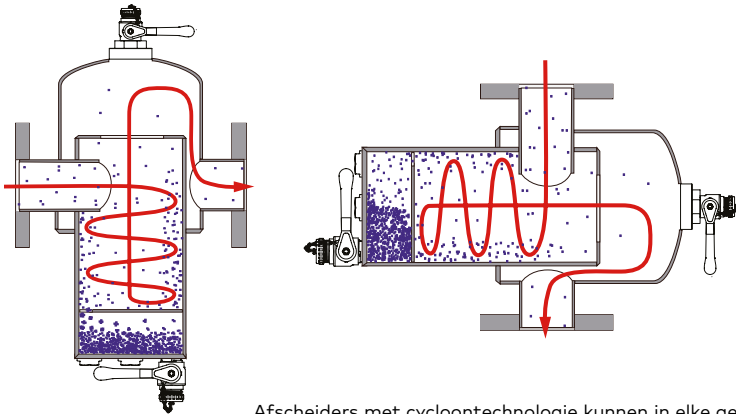
Afscheiding met cycloontechnologie is gebaseerd op een reeks werkingsprincipes die een uiterst doelmatige afscheiding garanderen:

- Centrifugaalkrachten – de cycloon creëert binnen in de afscheider een wervelstroming die nog krachtiger op de vuildeeltjes inwerkt. De combinatie van zwaartekracht en centrifugale krachten leidt tot een hoge efficiëntie.
- Afhankelijk van de snelheid in de afscheider kunnen de centrifugale krachten aanzienlijk sterker zijn dan de zwaartekracht.
- Omdat het water en de vuildeeltjes een verschillende soortelijke massa hebben, worden de vuildeeltjes tegen de buitenwand van de afscheider geduwd.
- Neerwaartse stroming – de in de Zeparo Cyclone/Zeparo G-Force gecreëerde neerwaartse beweging doet de vuildeeltjes op de bodem belanden en in de vuilopvangzone terechtkomen.
- Dankzij het cycloonprincipe kunnen de afscheiders Zeparo Cyclone/Zeparo G-Force van IMI niet alleen horizontaal, maar onder elke hoek t.o.v. het horizontale vlak worden gemonteerd, met slechts verwaarloosbare veranderingen in de scheidingsefficiëntie.



$F_G$  = zwaartekracht  
 $F_{Cf}$  = centrifugale kracht  
 $F_{Cyc}$  = cycloonic kracht  
 $m$  = massa  
 $g$  = zwaartekracht (9,81 m/s<sup>2</sup>)  
 $\omega$  = hoeksnelheid  
 $v$  = snelheid  
 $r$  = referentiestraal





Afseiders met cycloontechnologie kunnen in elke gewenste positie worden gemonteerd.



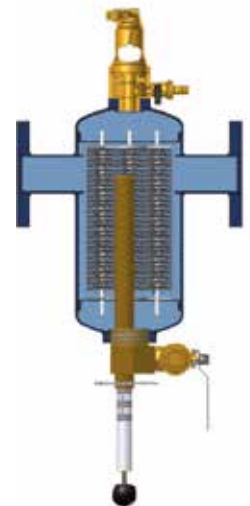
### Magnetisatie

Door de kleine diameter en het lage gewicht van magnetietdeeltjes ( $< 5 \mu\text{m}$ ) zijn ze erg moeilijk af te scheiden (laag scheidingsrendement met standaardafseiders) en een fijnfilter kan snel verstopt raken. Zelfs cycloonaafseiders hebben moeite om deze kleine, lichte deeltjes af te scheiden. Omdat deze deeltjes gemagnetiseerd kunnen worden, zijn sterke magneetstaven de beste manier om ze te verwijderen.



De magneetstaaf van de Zeparo kan ijzeren bolletjes van 143 g vasthouden

Omdat magnetietdeeltjes zo klein zijn, is het essentieel dat de magneet een formaat heeft dat volledig in het water kan en dat deze voldoende krachtig is. Zo niet, dan is het mogelijk dat slechts een fractie van het magnetiet uit de waterstroom wordt "losgewrikt". Tot slot moet de magneet zijn lading gedurende een lange periode kunnen vasthouden, zonder verouderingsverschijnselen te vertonen. IMI Pneumatex is al lang gekend voor het gebruik van cadmium neodymium (CdNd) magneten, de krachtigste en duurzaamste op de markt.



Verskil in magneten die door onze concurrenten worden gebruikt (aan de bovenkant van de afseider) en de Zeparo ZIO/G-Force



### Zuiver magnetische afscheiders

In systemen met voornamelijk magnetietgerelateerde problemen kan het helpen om zuiver magnetische afscheiders met speciale krachtige magneten te gebruiken.

Magnetische afscheiders bevatten permanent geïnstalleerde krachtige magneten om magnetisch vuil (magnetiet) vast te houden. Ze bevatten over het algemeen krachtige zeldzame-aardemagneten met een hoge magnetische kracht die actief zwevende magnetische deeltjes uit het systeemwater kunnen verwijderen. Magnetische afscheiders kunnen in lijn worden geplaatst op de hoofdstroom van het systeem of in een zijloop, afhankelijk van het filterontwerp en het drukverlies. Sommige ontwerpen zijn zeer effectief in het verwijderen van vuildeeltjes, tot submicrongrootte, door slechts één enkele passage waardoor de circulatie van slib in het systeem en de ophoping ervan in warmtewisselaars, pompen en radiatoren wordt voorkomen. Omdat de reiniging van deze afscheiders alleen afhankelijk is van de magnetische kracht, kunnen ze in elke gewenste positie worden gemonteerd. Vaak worden ze geïnstalleerd op de terugloop naar de ketel, wat een ideale plaats is. Magnetische afscheiders moeten regelmatig worden gecontroleerd, afhankelijk van de staat en de leeftijd van het systeem, maar ten minste eenmaal per jaar. Het wordt aanbevolen om de Ferro-Cleaner te installeren tussen twee afsluitkranen met de handmatige ontluchter.



Overzicht van het Ferro-Cleaner-assortiment van IMI Pneumatex en de grootte van de magneet

IMI Pneumatex Ferro-Cleaner filtert de volumestroom en gebruikt een zeer sterke magneet om de kleinste magnetietdeeltjes uit het systeemwater te halen. De magneet N 40 H Neodymium - Fe - Bor is een van de krachtigste permanente magneten op de markt.

Dit voorkomt dat de deeltjes verder circuleren en onderdelen zoals ketels, pompen, afsluiters, platenwisselaars of vloerverwarming beschadigd of defect raken. Het onderhoud is eenvoudig en snel.



Binnenaanzicht van een grote Ferro-Cleaner. Voorbeeld van de efficiëntie van Ferro-Cleaner

Wanneer diffusie leidt tot een installatie met een te hoog zuurstofgehalte, is het gebruik van een opofferingsanode van magnesium aangewezen. De grotere Ferro-Cleaner kan zowel een magneetstaaf als dit type anode bevatten, de kleinere ofwel een magneet ofwel een anode.

# Parameters met een invloed op de scheidingsefficiëntie

## Stromingsnelheid

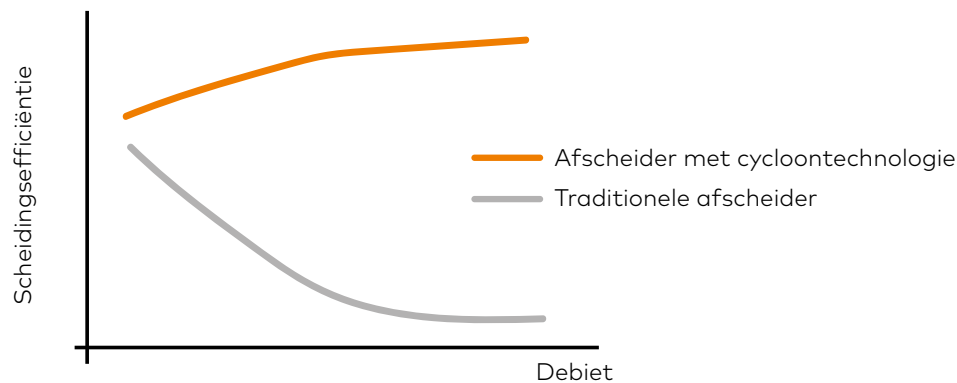
### IMI Pneumatex afscheider met Helistill-patroon:

Hoe lager de stromingsnelheid in de afscheider (in het Helistill-patroon), hoe hoger de scheidingsefficiëntie.

Grotere afscheiders verhogen de efficiëntie.

### IMI Pneumatex afscheider met cycloontechnologie:

Hoe hoger de stromingsnelheid in de afscheider, hoe beter het cyclooneffect en hoe hoger de scheidingsefficiëntie. Er moet een minimale stromingsnelheid zijn om te kunnen profiteren van het cyclooneffect.



## Diameter deeltjes

De scheidingsefficiëntie is groter als de diameter van de deeltjes groter is:

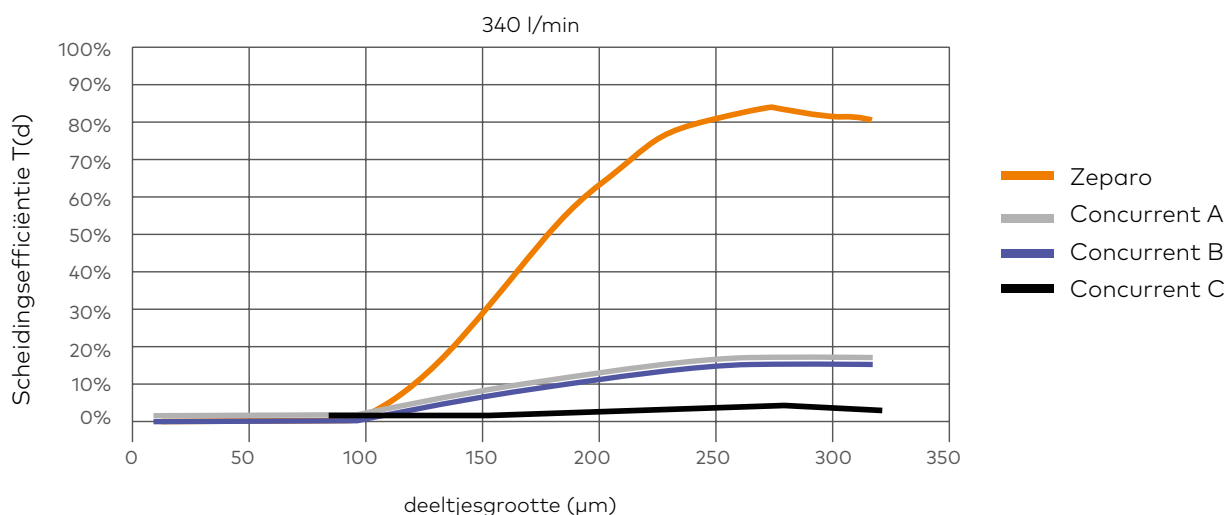
- Diameters kleiner dan  $\sim 50 \mu\text{m}$  – lagere scheidingsefficiëntie zonder magneet
- diameters groter dan  $\sim 300 \mu\text{m}$  - scheidingsefficiëntie is hoog, bijna 100%

## Verschil in dichtheid

Het verschil in dichtheid tussen de deeltjes en de vloeistof heeft een invloed op de efficiëntie.

Hoe groter het verschil in dichtheid, hoe hoger de scheidingsefficiëntie. Vuil-/slibafscheiders kunnen geen vlottende deeltjes afscheiden.

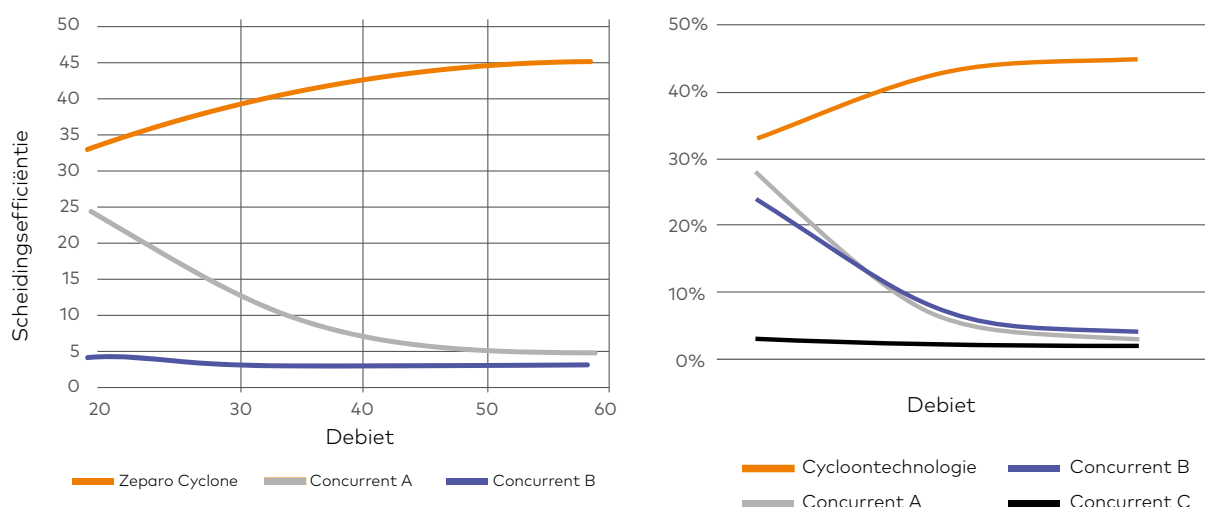
Deeltjes kleiner dan  $100 \mu\text{m}$  zijn zeer moeilijk te elimineren met normale afscheiders. Magneten kunnen hierbij helpen.



Gemiddelde scheidingsefficiëntie volgens de deeltjesgrootte in de afscheiders Zeparo Cyclone in vergelijking met de belangrijkste concurrenten.

## Het belang van scheidingsefficiëntie

### Gemeten scheidingsefficiëntie vergeleken met de concurrenten



De cycloonafscheider heeft een hoge afscheidingsefficiëntie en reinigt het systeem in minder cycli, waardoor de hoeveelheid vuildeeltjes die zich normaal gesproken met elke extra cyclus in het systeem afzetten en zeer moeilijk te verwijderen zijn, steeds kleiner wordt. De op de volgende pagina is gebaseerd op berekeningen met de volgende aannames:

Efficiëntie Zeparo Cyclone:

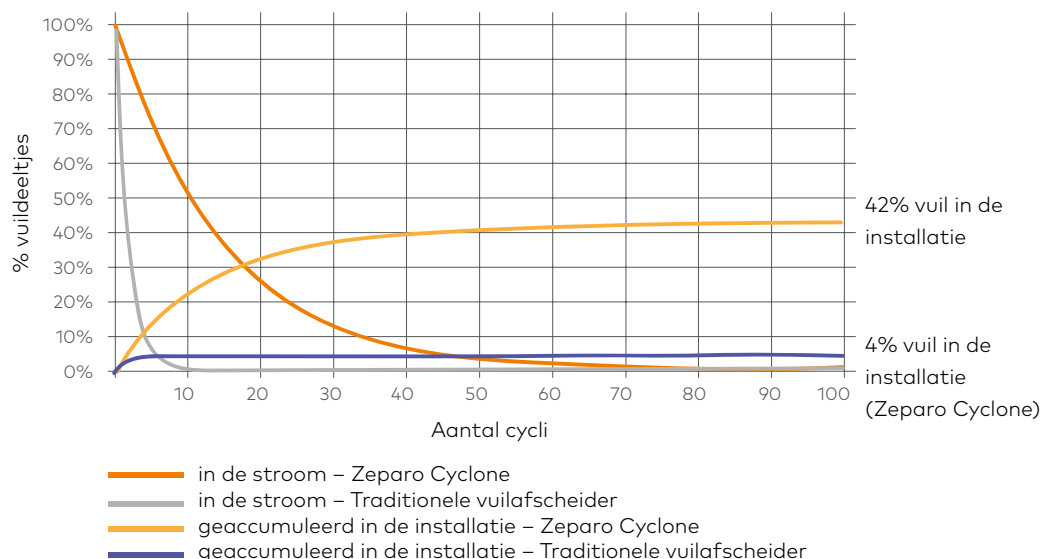
**40% / cyclus**

Efficiëntie traditionele vuilafscheider:

**4% / cyclus**

Ophopingsgraad in de installatie:

**3% / cyclus**



## Dimensionering

Afscheiders worden gedimensioneerd op basis van het nominale debiet.

Het debiet mag niet groter zijn dan het maximumdebiet voor het gekozen type of de gekozen grootte.

De dimensionering verschilt per type afscheider.

De klassieke afscheiders van IMI Pneumatex, zoals de Zeparo ZU, ZIO en ZT, zijn geschikt voor 0 tot nominaal debiet. Hoe lager de snelheid bij de afscheider, hoe hoger de scheidingsefficiëntie.

	0%	30%	$q_N$	$q_{Nmax}$
Zeparo ZU Zeparo ZT	Green	Green	Green	Red
Zeparo Cyclone G-Force	Red	Green	Green	Red
Ferro-Cleaner	Green	Green	Green	Red

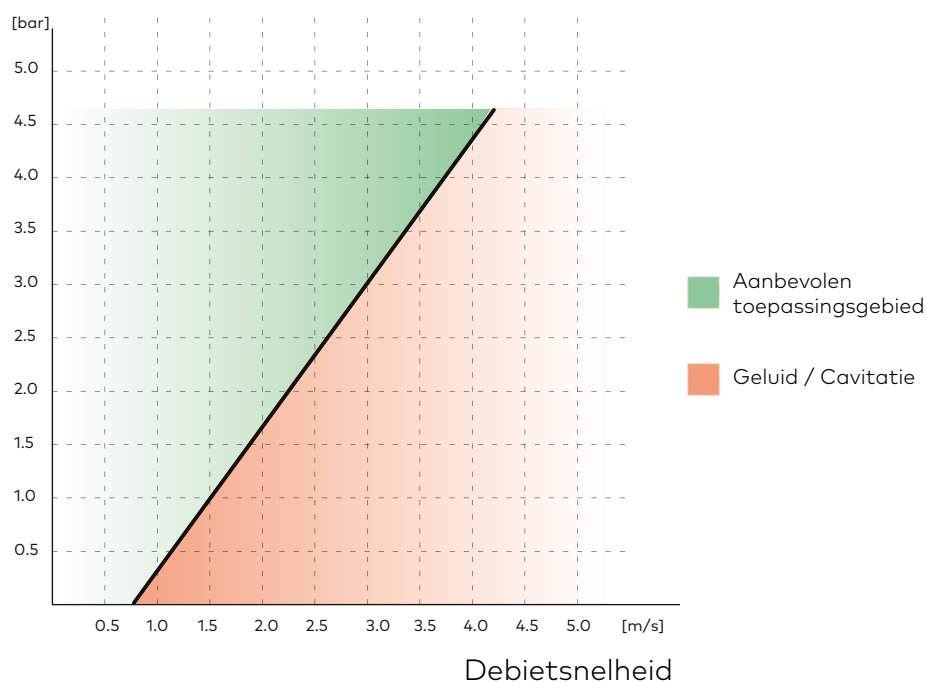
### Dimensionering van afscheiders

De cycloonafscheiders van IMI Pneumatex zoals de Zeparo Cyclone en de G-Force moeten worden gedimensioneerd voor het nominale debiet. De efficiëntie is het laagst bij lage debieten. Hoe hoger de snelheid in de afscheider, hoe hoger de scheidingsefficiëntie.

Selecteer de afscheider waarbij het nominale debiet ( $q_N$ ) het dichtst bij het gegeven ontwerpdebiet ( $q_D$ ) ligt, controleer dan of het drukverlies  $\Delta p$  aanvaardbaar is. Over het algemeen hebben afscheiders met cycloontechnologie grotere drukverliezen dan conventionele methoden. Houd er echter rekening mee dat het drukverlies hoog is wanneer het rendement het beste is en wanneer deze het meest kritisch is, de  $dP$  hoog is: tijdens het test- en inbedrijfstellingsproces van een nieuw systeem dat op maximaal debiet werkt. Tijdens de werking van een systeem met variabel debiet zal het drukverlies over de cycloonafscheiders daarentegen ook aanzienlijk lager zijn vanwege de lagere energiebehoefte.

Exacte berekeningen kunnen worden gemaakt met behulp van de software HySelect of HyTools, gratis aangeboden door IMI Hydronic voor gebruik met mobiele apparaten.

## Systeemdruk



### Minimale systeemdruk

Er is een minimale statische systeemdruk nodig om cavitatie in de Zeparo G-Force te vermijden.

Door het verkleinen van de binnendiameter, bestaat er een mogelijk risico op cavitatie. Om dit te vermijden, moet de statische druk daar waar de Zeparo G-Force geplaatst is gelijk zijn aan of groter dan de waarde opgegeven in het bovenstaande nomogram.

Zoals de bovenstaande grafiek laat zien, moet er bij een stroomsnelheid van 2 m/s een minimale statische + dynamische druk van 1,7 bar worden gehandhaafd aan de inlaat van de G-Force om cavitatie te voorkomen.

Toepassing	Luchtafscheiding			Vuilafscheiding			Magnetief-scheiding		Lucht- en vuilafscheiding					Vacuüm-ontgassing	
Producten	Zeparo ZUV	Zeparo ZUVS	Zeparo ZTVI	Zeparo Cyclone	Zeparo ZUM	Zeparo ZTMI	Ferro-Cleaner	Zeparo ZUKM	Zeparo Turnable	Zeparo G-Force	Zeparo ZIO	Zeparo ZUCM	Vento	Simply Vento Vento Compact	
Verwarmingssystemen	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Koelsystemen	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
Solarsystemen		✓													
GEBRUIKTE TECHNOLOGIEËN															
Helistill	✓				✓			✓							
Cyclone				✓									✓	✓	
rotatie 360°			✓						✓						
VERKRIJGBARE ACCESSOIRES															
Magneet				optioneel	✓	✓	✓	✓	✓	optioneel	optioneel	✓			
Isolatie			✓	optioneel	optioneel	✓		optioneel	✓	optioneel	optioneel		optioneel		
Isolatie met magneet				optioneel											
DRUK															
	PN 10	PN 10	PN 10	PN 10	PN 10	PN 10	PN 10/16	PN 10	PN 10	PN 16/25	PN 10	PN 10	PN 10	PN 10	

Overzicht gamma afscheiders van IMI Pneumatex

Magneet inbegrepen



# Installatie in de praktijk

## Installatiepositie van de vuilafscheider

Vuil- en slibafscidders moeten vóór de warmtebron of koelmachine/ warmtepomp worden geïnstalleerd. Zo is de unit beter beschermd tegen aanslag. De positie staat los van het type unit.

Vuilafscidders moeten vóór de pomp worden geplaatst. Ze bevatten een magneet die vermijdt dat magnetiet in de pompbehuizing wordt afgezet.

Hetzelfde geldt voor warmtemeters. Een vuilafscheider met magneet beschermt de watermeter in de warmtemeter tegen vuilafzetting.

### Afscidders Zeparo ZU en ZIO van IMI Pneumatex met Helistill-separator

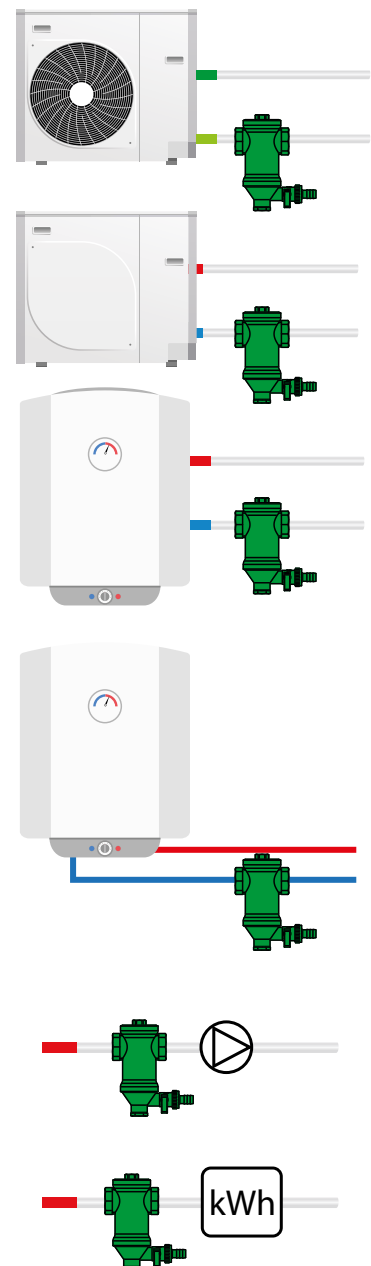
Deze afscidders kunnen maar in één bepaalde positie worden gemonteerd, met de rotatieas van de Helistill-separator loodrecht op de grond.

### Afscheider Zeparo ZT van IMI Pneumatex met Helistill-separator

Het aansluitstuk van de afscheider kan in elke gewenste positie worden gemonteerd, de behuizing met Helistill-separator daarentegen moet verticaal worden geplaatst. Kan in eender welke positie worden geplaatst, maar de rotatieas van de Helistill-separator moet loodrecht op de grond staan.

### Afscheider Zeparo Cyclone van IMI Pneumatex

Een van de belangrijkste voordelen van afscidders met cyclontechnologie is dat ze zowel verticaal als horizontaal kunnen worden gemonteerd.





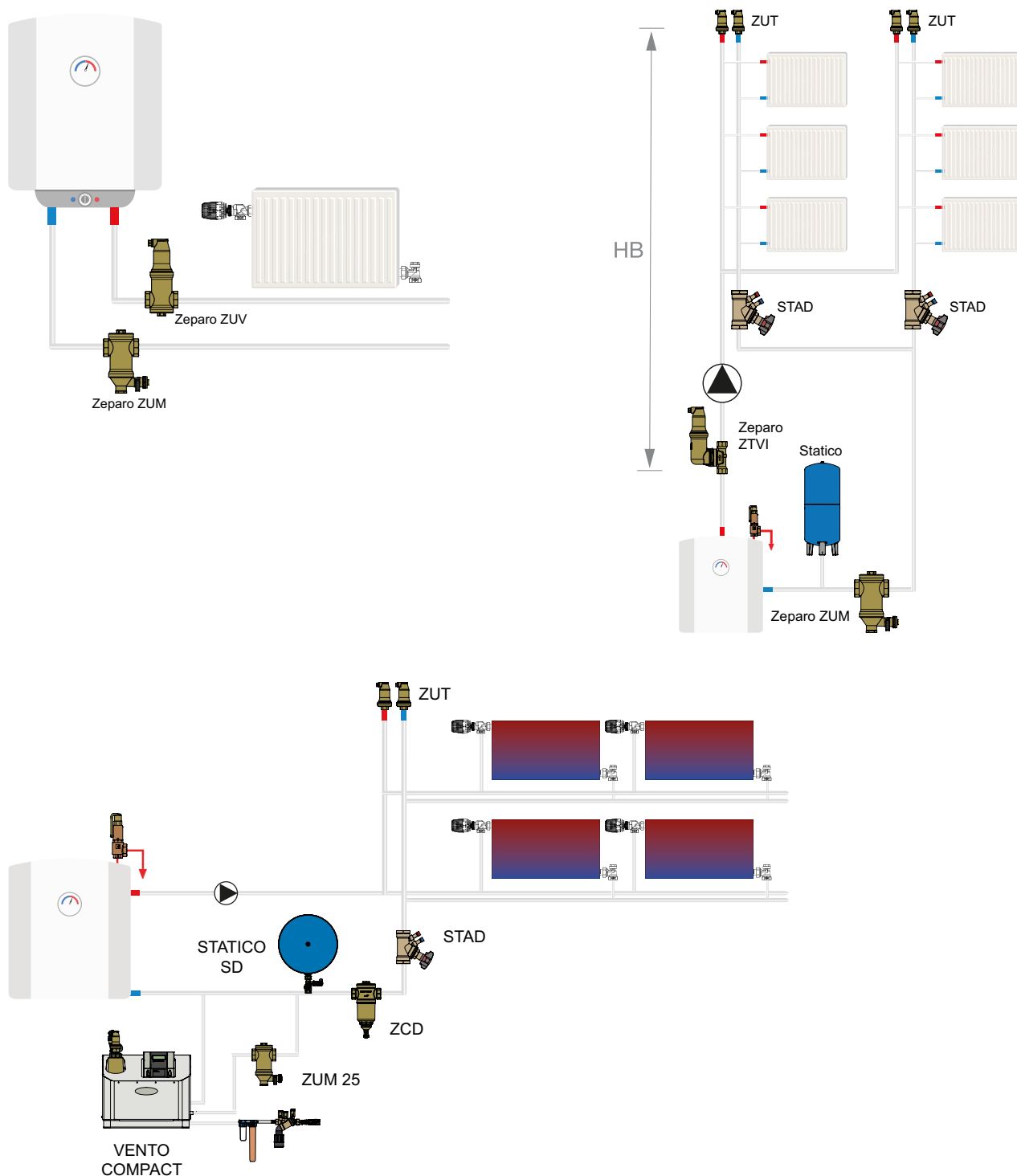
## Verschillende soorten hydronische systemen

Onderstaande circuits tonen de voorkeursoplossingen. Alternatieven zijn mogelijk op voorwaarde dat de grenswaarden voor HB behouden worden.

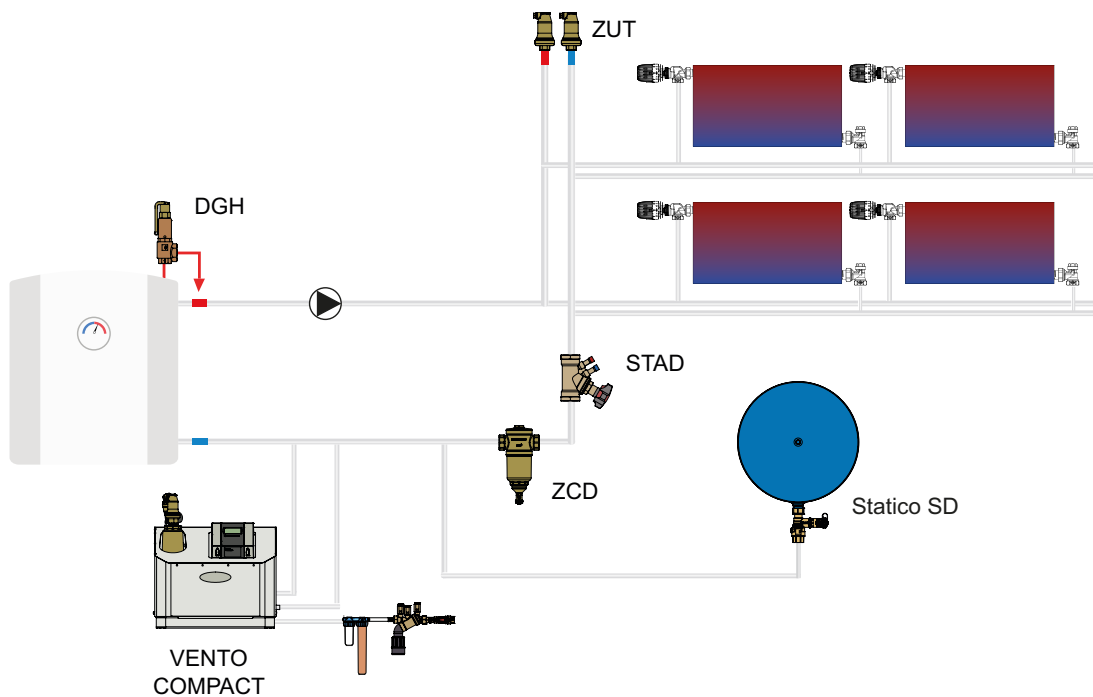
HB = statische hoogte vereist voor afscheiding van microbellen bij maximale systeemtemperatuur vóór de afscheider

t <sub>max</sub> °C	90	80	70	60	50	40	30	20	10
HB mWs	15,0	13,4	11,7	10,0	8,4	6,7	5,0	3,3	1,7

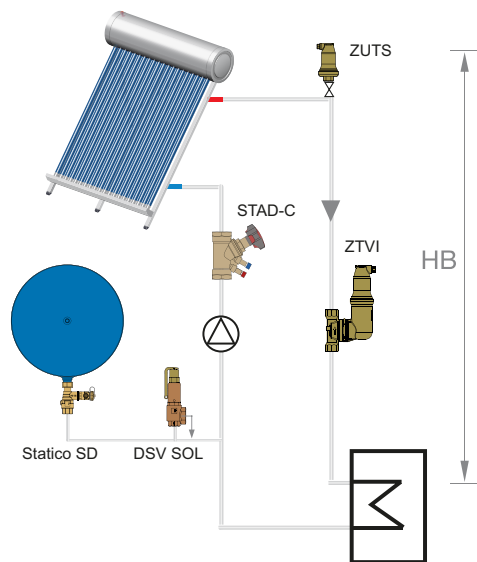
Gaswandketel



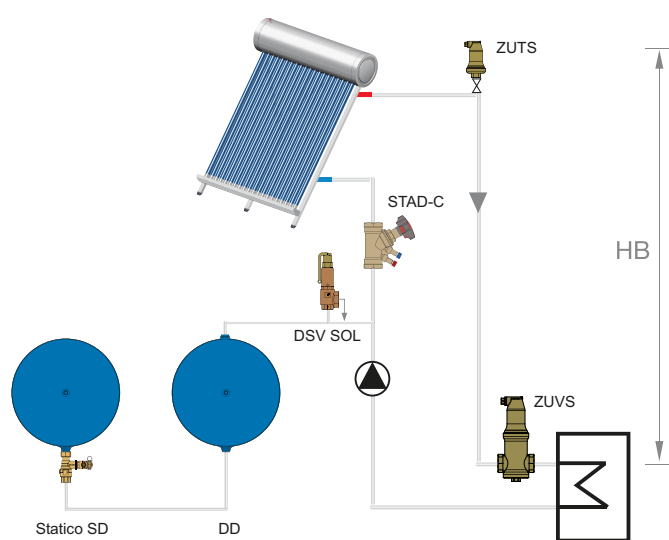
Verwarmingssysteem met radiatoren met drukexpansievat Statico met vaste gasvulling en verticale distributie



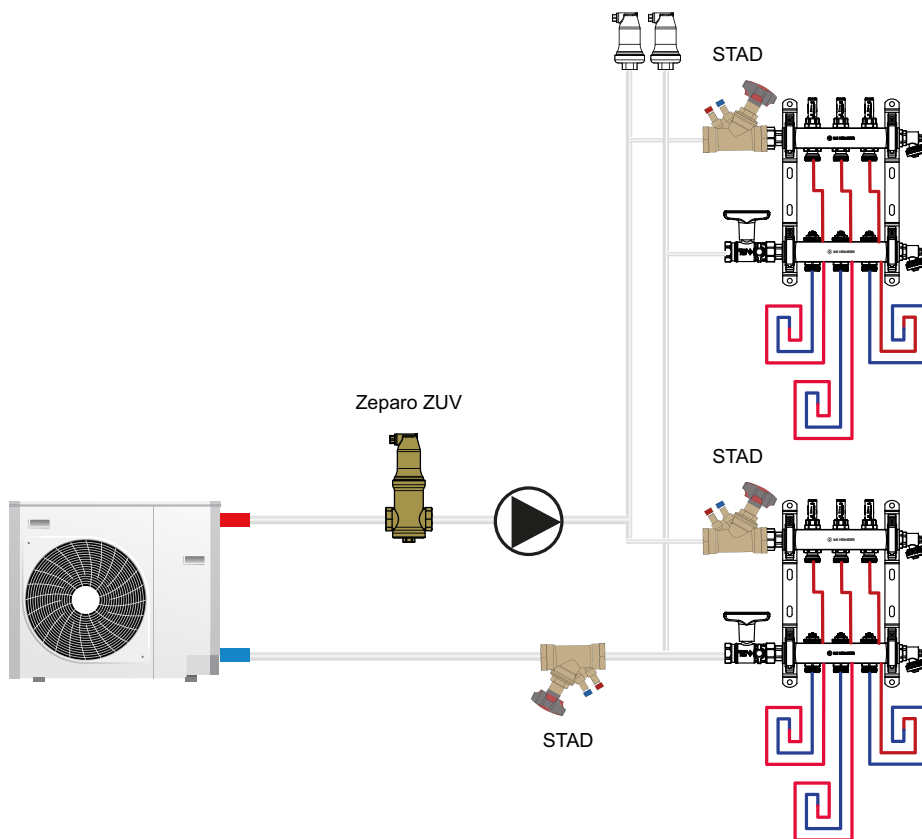
Zonnesysteem voor lagere temperaturen



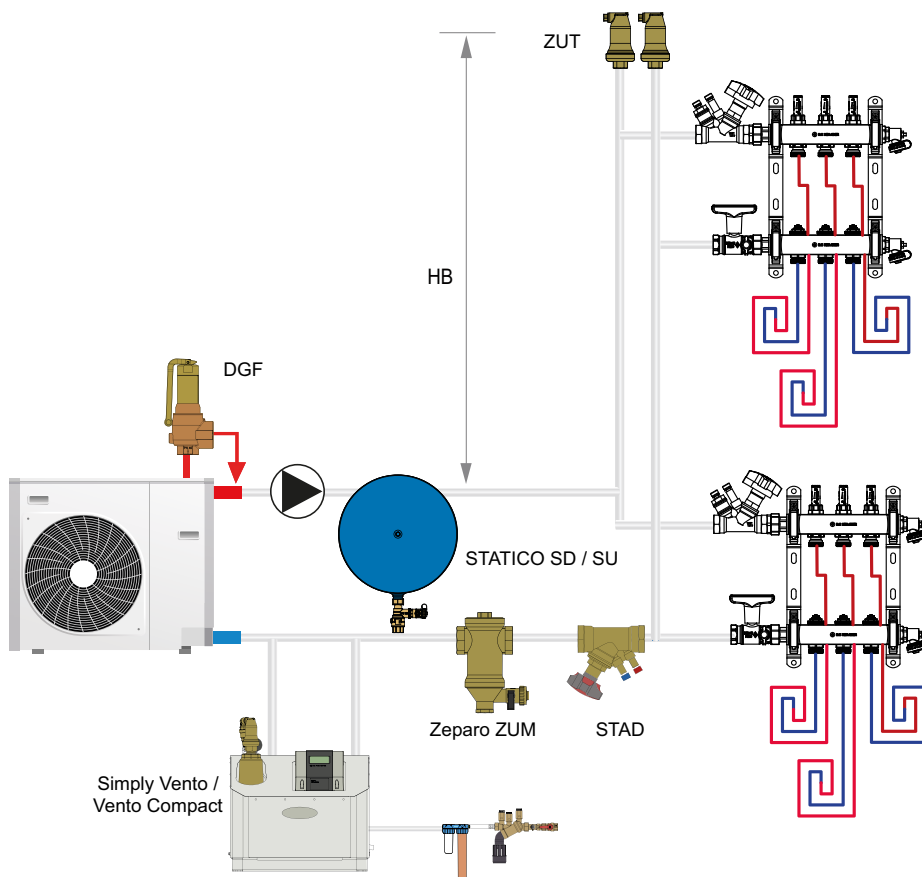
Zonnesysteem voor hogere temperaturen en tussenvat DD



Klein warmtepompstelsel met oppervlakteverwarming en luchtafscheider

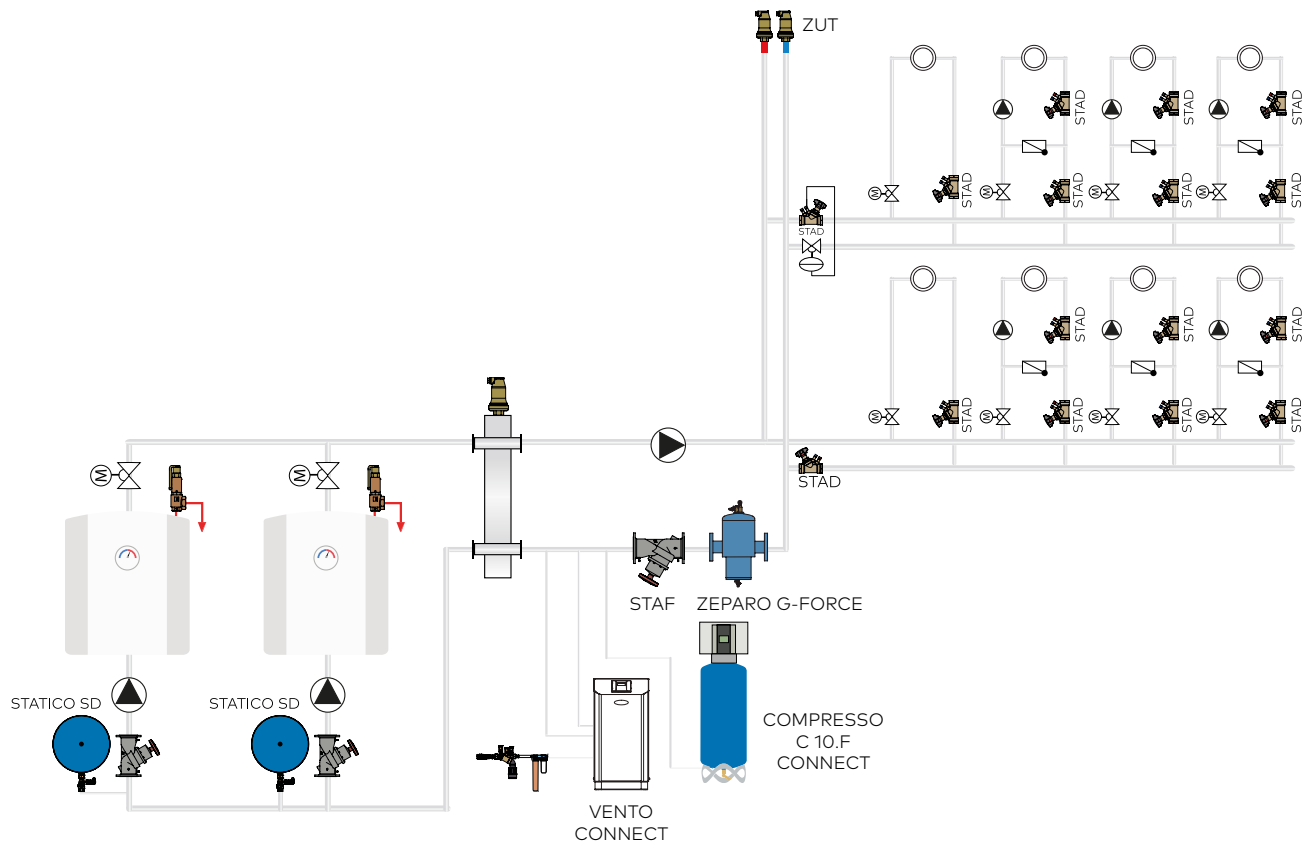


Groter warmtepompstelsel met oppervlakteverwarming en Vento vacuümontgasser

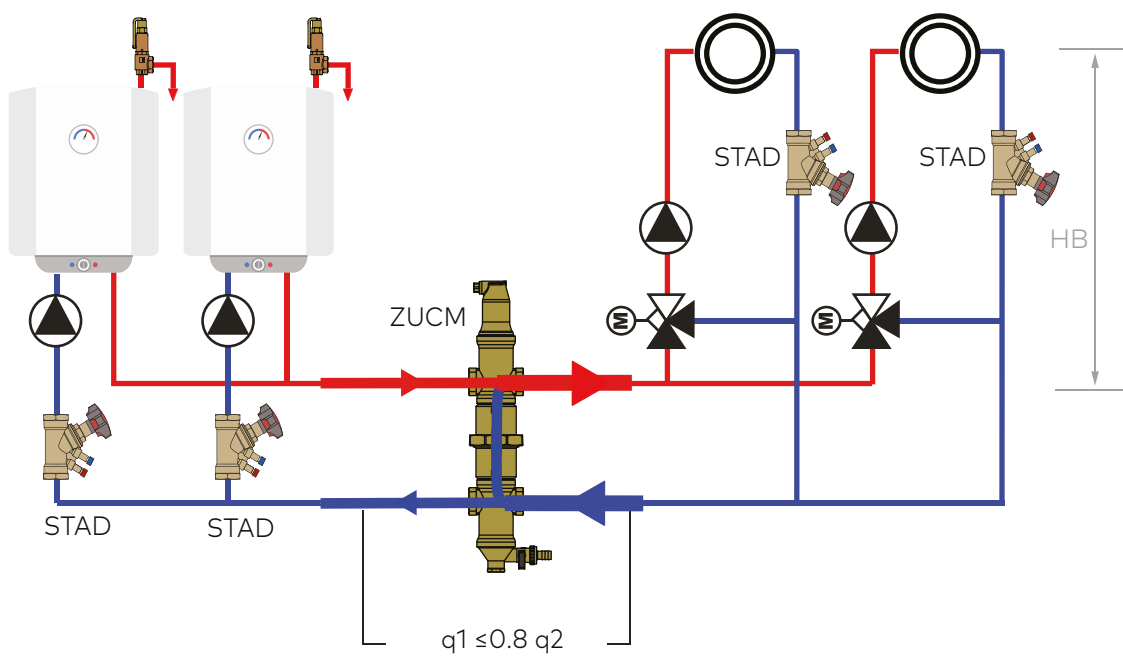


# Lucht, gasen en vuil in HVAC-systemen

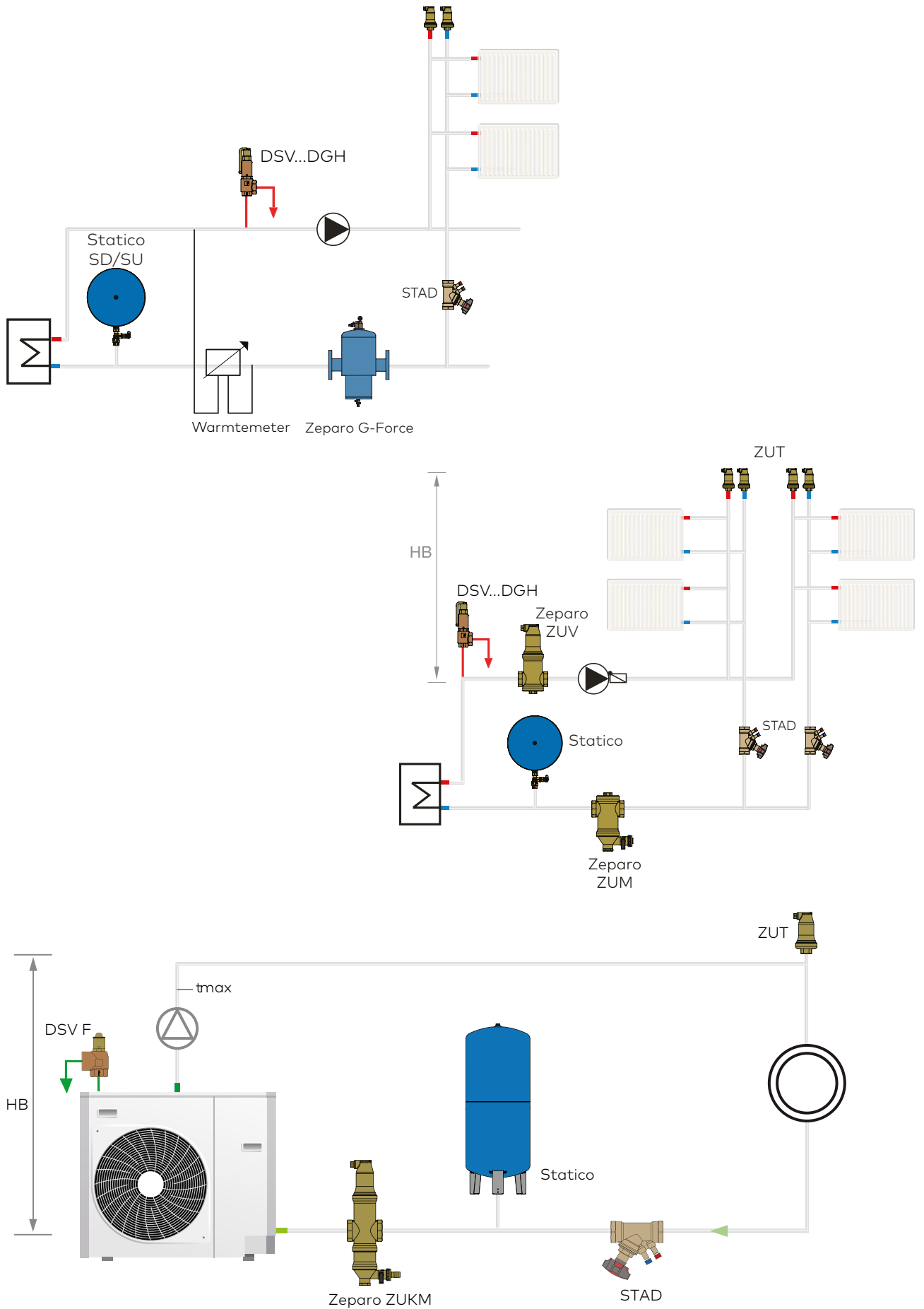
## Groot verwarmingssysteem



## Open verdeler met variabele debieten op de primaire en secundaire zijde

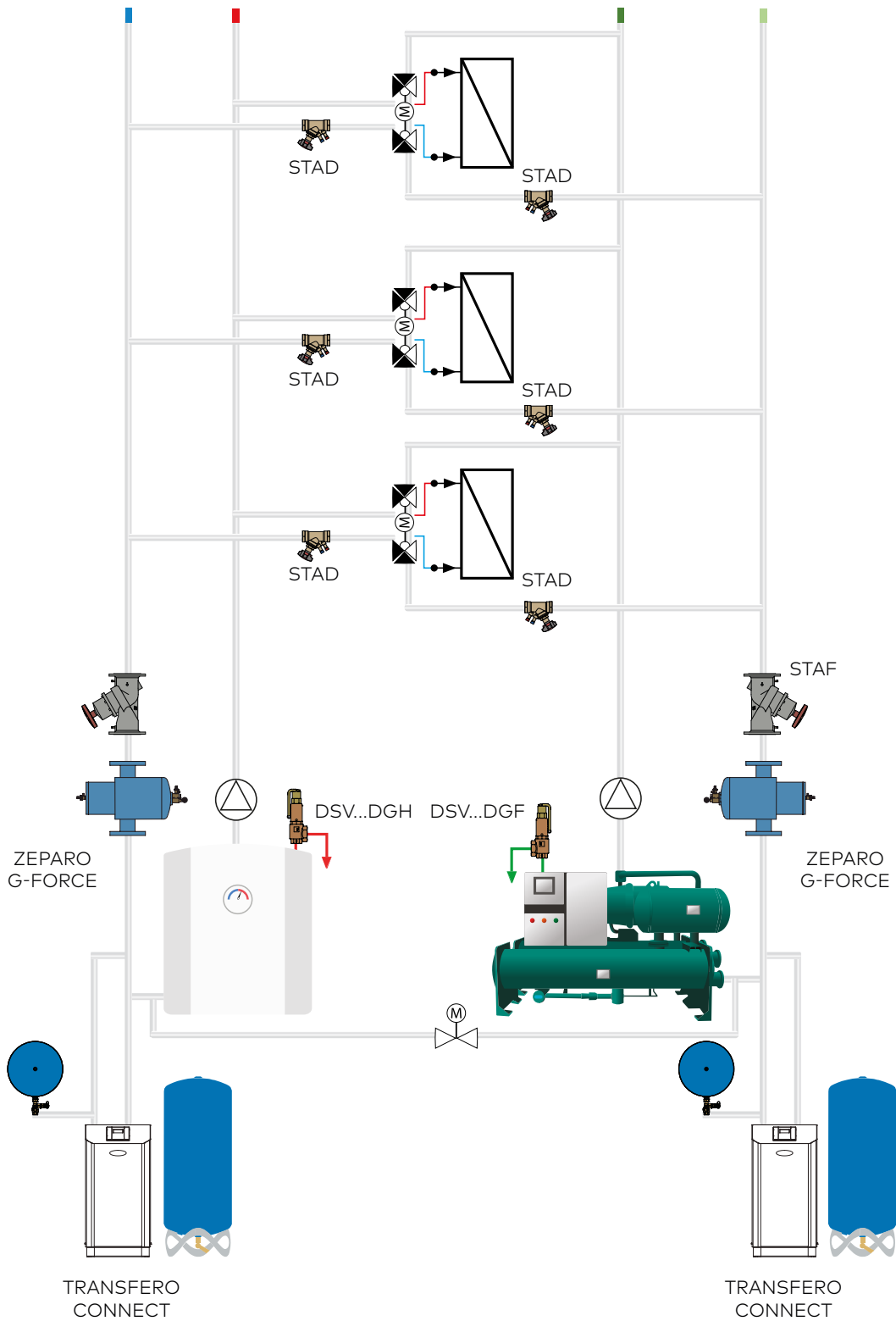


Stadsverwarming – warmtewisselaar





Verwarmings-/koelsysteem met een Transfero dynamisch systeem voor precisiedrukbehoud en geïntegreerde vacuümontgassing, wat voor zowel verwarming als koeling werkt. Automatisch beheer van de waterinhoud



### Regels voor de preventie van lucht en vuil/slib

- Correcte dimensionering van het expansiesysteem
- Permanente afscheiding van verschillende gassen
- Regelmatig onderhoud en monitoring van het expansiesysteem
- Herhaalde controle van de waterkwaliteit en de vuilafscheimers
- Monitoring van de hoeveelheid bijvulwater.

### Gesloten hydronische systemen

#### Preventie is de meest doeltreffende vorm van bescherming

- De "luchttoevoer" via het bijvulwater moet tot een minimum worden beperkt. Systemen mogen niet lekken.
- "Luchttoevoer" via de atmosfeer moet worden voorkomen. Dit betekent dat er altijd en overal in het systeem voldoende overdruk moet zijn. De elastomeren in de systeemcomponenten moeten van goede kwaliteit zijn.
- Betrouwbare, volledig gesloten drukbehoud en systeemtechnologie zijn een must!
- De onvermijdbare gasophoping in het systeem moet op een doelgerichte en veilige manier worden afgeblazen.

#### Afblaasperiode vuil-/slibafscheider

Door het werkingsprincipe van de vuil-/slibafscheider wordt de hoeveelheid vuildeeltjes die zich verzamelt bij hoge  $D_p$  van de groffilter niet duidelijk weergegeven; daarom zijn er geen normen voor afblaasperiodes van vuil-/slibafscheimers.

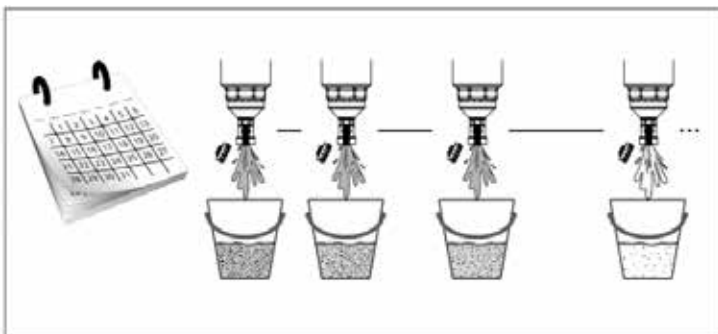
Afblaasperiodes in de praktijk:

- Nieuwe schone installatie: afhankelijk van de hoeveelheid afgescheiden deeltjes kan de afblaasfrequentie een week of twee na de eerste afblaas worden vastgelegd.
- Retrofit van oude systemen of nieuwe installatie met aanzienlijke vervuiling: een paar uur na het opstarten en controleren van de afgevoerde vloeistof, afhankelijk van de hoeveelheid afgescheiden deeltjes, maar gedurende enkele weken kan het nodig zijn om de afscheider elke dag te ledigen.

Controleer altijd de kwaliteit van de afgetapte vloeistof. Wanneer de vloeistof er na elke afvoer schoner begint uit te zien, kunt u de frequentie verminderen tot 4 à 6 keer per jaar.

Door de hoge efficiëntie van de cycloonafscheimers zijn de eerste afblaascycli korter dan bij een conventionele afscheider.

Houd er rekening mee dat elk hydronisch systeem verschillend is!









# Oplossingen IMI Pneumatex

## Luchtafscheiding

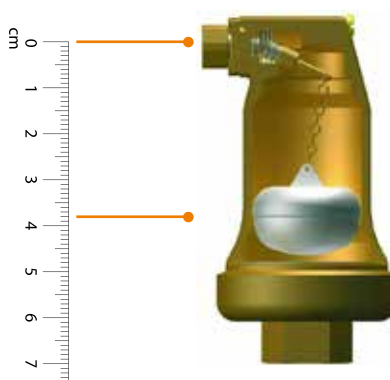
### Snelontluchter

Zeparo ZUT / ZUP snelontluchters – voor het afvoeren van lucht tijdens het vullen van het systeem

Type		Afmeting	PN	Kenmerk
ZUT		15 20 25	10	
ZUTS		15	10	Zonnesystemen tot 160 °C
ZUP		10	6	
ZUPN		10 15	6	Vernikkeld
ZUTX		25	10	Vergrendelbaar Buitendraad

- Veilige, droge afvoer van afgescheiden gassen
- Stabiele vlotterwerking in een grote, debietgecompenseerde kamer. Vuil en water worden weggehouden van het precisieventiel, ook bij hoge druk
- Noodschroefplug met signaalfunctie in geval van lekkage, wat zeer onwaarschijnlijk is
- Geen schadeveroorzakende lekkage, geen kalkafzetting
- Geen operationele en vervangingskosten door een lekkende automatische ontlufter
- Betrouwbare grote capaciteit zelfs bij hoge drukken

Grote afstand van 40 mm tussen de vlotter (waterniveau) en de afsluitklep. Dit voorkomt vervuiling of verkalking van de afsluiter omdat, wanneer de luchtbelllen door de oppervlaktespanning van het waterniveau breken, de sproeiveel geen negatieve invloed heeft. Anders zou de sproeiveel kalk afzetten op de afsluiter bij het opdrogen, wat kan leiden tot lekken.



Zeparo Top is de meest doeltreffende en betrouwbare automatische ontlufter voor systemen op waterbasis, geschikt voor verwarming of koeling. Hij ontluftert wanneer het systeem wordt gevuld en verlucht wanneer het systeem wordt geleegd.

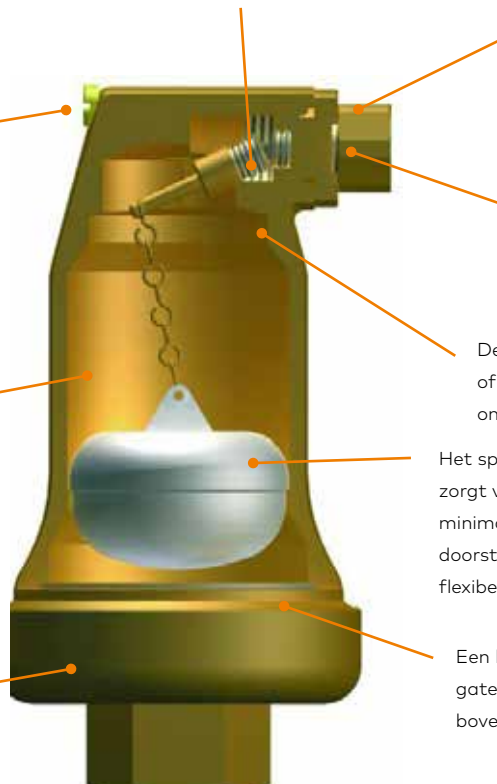
Het precisieventiel heeft een langarmig modulerend ontlufteringsmechanisme dat zorgt voor een zeer nauwkeurige regeling van het waterniveau

In het zeer onwaarschijnlijke geval dat er een probleem is met het ontlufteringsmechanisme, zal deze fluorescerende, zelftappende schroef zeer nuttig blijken om het druppelen tijdelijk te voorkomen en het probleem aan het licht te brengen



Brede, semi-conische luchtkamer biedt maximale betrouwbaarheid, omdat exploderende belllen minimale beweging van de vlotter veroorzaken en zelfs als de druk 10 keer toeneemt, zal het waterniveau het ontlufteringsmechanisme niet bereiken

Grote diameter van de bodem zorgt ervoor dat slib uit het wervelgebied bezinkt



De T-vormige uitlaat voorkomt ongewenst contact met het interne ventielmechanisme en laat condensaat ontsnappen

Lekvrij ontlufteringsmechanisme zonder afdichtingsbescherming of dop voor een duidelijk herkenbare gegarandeerde ontlufteringsfunctie

Deflector voorkomt schuim of sproeiveel op het ontlufteringsmechanisme

Het speciale ontwerp van de vlotter zorgt voor maximale stabiliteit, minimale trillingen en een optimale doorstroming van de belllen. Met flexibele ophangketting voor de vlotter

Een keerschot met drie grote zijdelingse gaten vermindert turbulentie in het bovenste gedeelte

Een zo breed mogelijke invoerdiameter vermindert het risico op capillaire verstopping door een stilstaande luchtkamer (3/8" is een compromis, minimaal 1/2" wordt aanbevolen)

## Afscheiding van microbellen

Type		Afmeting	PN	Materiaal	Kenmerk
ZUV		20 25 32 40	10	Messing	Helistill-separator
ZUVS		20 25 32 40	10	Messing	Zonnesystemen tot 160 °C Helistill-separator roestvrij staal
ZTV		20 22* 25 32	10	Messing	360° draaibaar Kan in elke gewenste positie worden gemonteerd Helistill-separator
ZIO		50 65 80 100 125 150 200 250 300	10 16	Stalen flenzen	Helistill-separator

\* Voor buizen van 22 mm met extra KOMBI knelkoppelingen



### Zeparo ZUV/ZIO afscheiders voor microbellen

Afscheiders voor lagere debieten en variabel debiet. Zeer efficiënt dankzij de Helistill-separator. Met propellervormig aangebrachte keerschotten combineert de afscheider optimaal verschillende afscheidingsprincipes

In het zeer onwaarschijnlijke geval dat er een probleem is met het ontluuchtingsmechanisme, zal deze fluorescerende, zelftappende schroef zeer nuttig blijken om het druppelen tijdelijk te voorkomen en het probleem aan het licht te brengen



Brede, semi-conische luchtkamer biedt maximale betrouwbaarheid, omdat exploderende bellen minimale beweging van de vlotter veroorzaken en zelfs als de druk 10 keer toeneemt, zal het waterniveau het ontluuchtingsmechanisme niet bereiken

Helicoidale afscheiding van microbellen combineert scheidingsprocessen optimaal

Precisieventiel met langarmig modulerend ontluuchtingsmechanisme zorgt voor een zeer nauwkeurige regeling van het waterniveau

De T-vormige uitlaat voorkomt ongewenst contact met het interne ventielmechanisme en laat condensaat ontsnappen

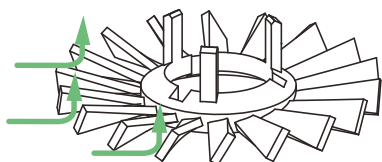
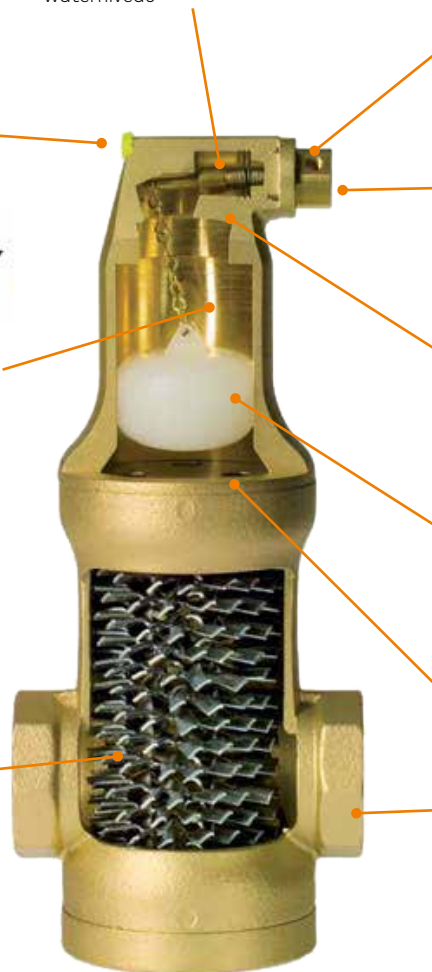
Lekvrij ontluuchtingsmechanisme zonder afdichtingsbescherming of dop vormt een duidelijk herkenbare gegarandeerde ontluuchtingsfunctie

Deflector voorkomt schuim of sproeiwater op het ontluuchtingsmechanisme

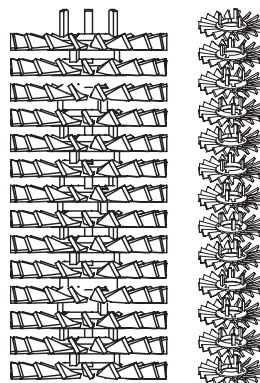
Het speciale ontwerp van de vlotter zorgt voor maximale stabiliteit, minimale trillingen en een optimale doorstroming van de bellen. Met flexibele ophangketting voor de vlotter

Een keerschot met drie grote zijdelingse gaten vermindert turbulentie in het bovenste gedeelte

Aansluiting DN 20, 25, 32, 40  
Voor buizen van 22 mm met extra KOMBI knelkoppelingen



Helistill-inzetstuk. Luchtbellen worden omhoog gevoerd naar de ontluucher.



## Vacuüm ontgassing

### Vento Compact / Simply Vento

Simply Vento is een vacuümontgasser met cycloontechnologie voor verwarmingssystemen. Door het cyclonisch proces van het water in een speciaal vacuümvat, worden de gassen volledig afgescheiden uit het water. Toepassing is vooral aangewezen waar vermogen, compactheid en nauwkeurigheid worden gevraagd. Het BrainCube Connect besturingspaneel creëert meer verbindingsmogelijkheden, communicatie met het BMS-systeem en met andere BrainCubes, evenals afstandsbesturing van het drukbehoudsysteem via live-view monitoring.

Systeemdruk tot 2,5 bar.



### Vento Connect

Vento Connect is een vacuümontgasser met cycloontechnologie voor verwarmings-, solar- en koelwatersystemen. Toepassing is vooral aangewezen waar krachtig vermogen, compactheid en nauwkeurigheid worden gevraagd. De industriële versie VI is speciaal ontworpen voor hogedruktoepassingen tot 20,5 bar. Het BrainCube Connect besturingspaneel creëert meer verbindingsmogelijkheden, communicatie met het BMS-systeem en met andere BrainCubes, evenals afstandsbesturing van het drukbehoudsysteem via live-view monitoring.



### TecBox besturingseenheid

- BrainCube Connect-besturing voor een intelligente, volledig automatische en veilige systeemwerking. Zelfoptimaliserend met geheugenfunctie
- 3.5" TFT-kleurentouchscreen met verlichting. Webinterface met afstandsbesturing en live-view monitoring. Gebruiksvriendelijke, toepassingsgerichte menulay-out met schuif-tik bediening, stapsgewijze gids voor de opstartprocedure en directe hulp in pop-upvensters. Weergave van alle relevante parameters en bedrijfsstatus in tekstvorm, grafisch en/of meertalig.
- Geïntegreerde standaardverbindingen (Ethernet, RS 485) naar de IMI-webserver en BMS (Modbus en IMI Pneumatex-protocol)
- Software-updates en datalogging mogelijk via USB-aansluiting - datalogging en systeemanalyse, chronologisch berichtengeheugen met prioriteitsbepaling, op afstand te bedienen met live-view monitoring
- Periodieke automatische zelftest, dagelijkse vacuümcontrole. BrainCube Connect zal indien nodig een alarmmelding geven
- Kwaliteitsvolle metalen cover



## FillSafe

FillSafe biedt directe vacuümontgassing en monitoring van de waterbijvulling.

Het besturingssysteem BrainCube Connect maakt gebruik van een geïntegreerde contactwatermeter en magneetklep om de hoeveelheid bijvulwater en de duur en frequentie van het bijvullen te controleren en geeft een alarmsignaal bij overschrijding van de limietwaarden. De BrainCube controleert ook de capaciteit van het waterbehandelingsapparaat en geeft een alarmsignaal als de capaciteit is bereikt.

Als er lekkage dreigt in de installatie, kan deze alarmmelding worden doorgegeven aan een BMS-systeem of via internet.

## Eenvoudige inbedrijfstelling

Er wordt toegang en ondersteuning op afstand geboden voor het oplossen van problemen, evenals automatische kalibratie en ingebouwde interfaces voor communicatie met de IMI webserver en het gebouwbeheersysteem.

Er is een uitvoering verkrijgbaar voor koudwatersystemen.

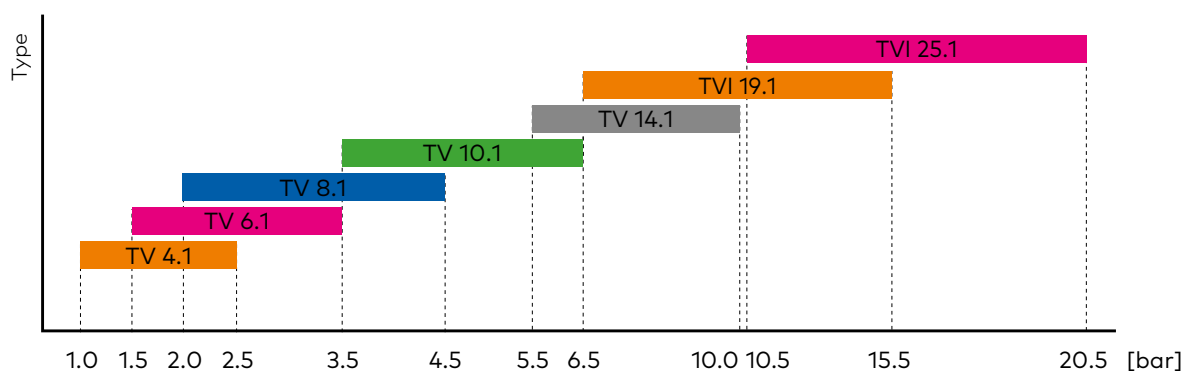
Alle apparaten kunnen ook worden geleverd met condenswerende isolatie voor koudwatersystemen.

## Transfero TV / TVI Connect

Dit is het enige drukbehoudsysteem met geïntegreerde vacuümontgassing met cycloontechnologie.

Transfero TV Connect is een systeem voor precisiedrukbehoud voor verwarmings- en solarsystemen tot 8 MW en koelwatersystemen tot 13 MW. Toepassing is vooral aangewezen waar krachtig vermogen, compactheid en nauwkeurigheid worden gevraagd. Het nieuwe BrainCube Connect besturingspaneel creëert meer verbindingsmogelijkheden, communicatie met het BMS-systeem en met andere BrainCubes, evenals afstandsbesturing van het drukbehoudsysteem via live-view monitoring.



Biedt dezelfde prestaties als de Vento-varianten, maar met de extra functie voor drukbehoud.



Werkbereik (dpu) voor Transfero, systemen van Pneumatex voor drukbehoud en vacuümontgassing

## Vuil-/slibafscheiding

### Vuil- en slibafscheimers met en zonder magneet

Type		Afmeting	PN	Materiaal	Kenmerk	Magneet
ZCD		20 25 32 40 50	10	Messing	Afscheider met cycloontechnologie	 optioneel
ZCDM		20 25 32 40 50	10	Messing	Afscheider met cycloontechnologie	 ja
ZUD		20 25 32 40	10	Messing	Helistill-separator	
ZUM		20 25 32 40	10	Messing	Helistill-separator	 ja
ZTM		20 22* 25 32	10	Messing	360° draaibaar In elke positie te monteren	 ja
G-Force		65 80 100 125 150 200 250 300	16 25	Stalen flenzen laseinden	Afscheider met cycloontechnologie	 optioneel
ZIO		50 65 80 100 125 150 200 250 300	10	Stalen flenzen		 optioneel

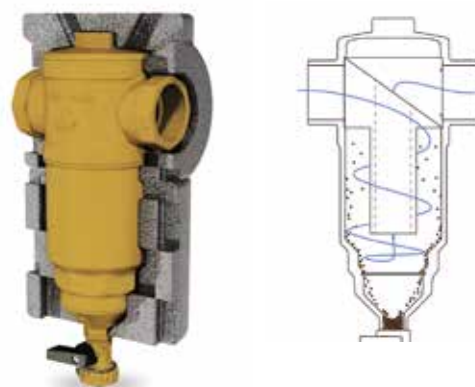
\* Voor buizen van 22 mm met extra KOMBI knelkoppelingen

### Zeparo Cyclone / G-Force vuilafscidders met cycloontechnologie

Hoog afscheidingsrendement dankzij cycloontechnologie maakt uw systeem in minder cycli schoon door telkens de vuildeeltjes te beperken die zich normaliter bij elke bijkomende cyclus in het systeem zouden afzetten. Het verzamelde vuil kan makkelijk en snel worden afgevoerd via de aftap.

Het hoge rendement is onafhankelijk van de maat. Het rendement van de vuilafscieder wordt groter naarmate de debietsnelheid toeneemt. De drukverlaging blijft tijdens de werking stabiel, ongeacht de hoeveelheid verzamelde vuil. Bij hogere debietsnelheden (bijv. koeltoepassingen) is er zelfs een betere bescherming.

De magneet optimaliseert nog de afscheidingsefficiëntie voor slib en magnetiet (zwart ijzeroxide) wat bestaat uit fijnere magnetische deeltjes. Eenvoudig te bedienen en schoon te maken. Combineert magnetische scheiding en thermische isolatie. Kan worden besteld als set met Zeparo Cyclone of los als accessoire.



ZCD – Zeparo Cyclone Dirt



ZCDM sets – Zeparo Cyclone Dirt met thermische isolatie met magneet



ZCHM – thermische isolatie met magneet



Zeparo G-Force

### Zeparo ZUD / ZUM, ZTD / ZTM turnable, Vuilafscidders voor slib

Afscidders voor lagere en tijdelijke debieten. Zeer efficiënt dankzij de Helistill-separator.



Zeparo ZUD/ZUM



Zeparo ZTM



Zeparo ZIO

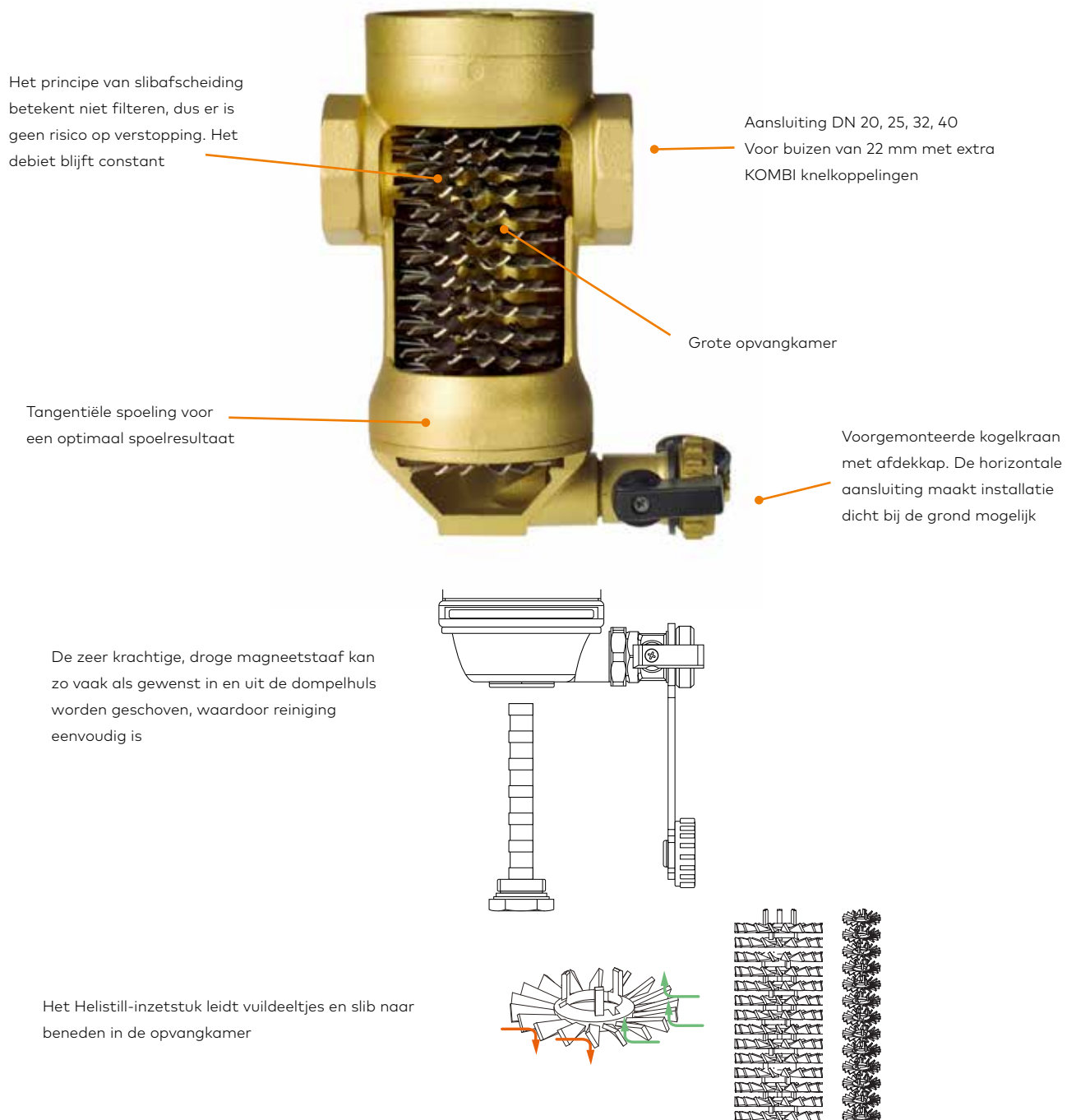
### Helistill-separator

Optimale combinatie van alle bekende scheidingsprincipes

Met propellervormig aangebrachte keerschotten combineert de afscheider optimaal verschillende afscheidingsprincipes:

- Lagere debietsnelheid
- Keerschot
- Centrifugaal effect

Zeparo ZUM is de meest doeltreffende en betrouwbare automatische vuil- en slibafscheider voor watervoerende installaties, geschikt voor verwarming of koeling. Hij reinigt terwijl het systeem in bedrijf is en scheidt vuil en slib betrouwbaar af.



**Geen verstopping zoals bij filters en minimaal verlies van constante druk, onafhankelijk van het volume afgescheiden slib**

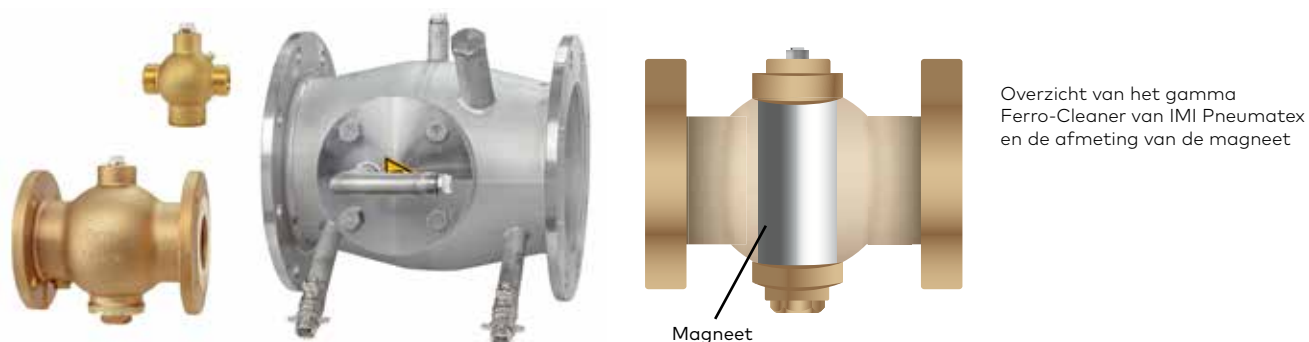
- Uitstekende afscheidingsprestaties voor zwevende deeltjes
- Gemakkelijk te reinigen, zonder systeemonderbreking
- Installatie op de hoofdleiding om waardevolle installatieonderdelen zoals ketels en pompen te beschermen tegen afzetting van slib
- Om het slib weg te spoelen, simpelweg de magneetstang eruit trekken en de klep openen

## Zuiver magnetische afscheiders

Type		Afmeting	PN	Materiaal	Kenmerk	Magneet
Type 80		32	16	Messing	Zuurstofreducerende anode op verzoek	 ja
Type 150		65 80 100	10	Brons	Zuurstofreducerende anode op verzoek	 ja
Types 273 323 406 606		125 150 200 250 300 400 500	10	Roestvrij staal	Met magneet en anode	 ja

### Ferro-Cleaner

Ferro-Cleaner magnetische flux filtersysteem dat verwarmings- en koelsystemen beschermt tegen slib en corrosie. Eenvoudig, praktisch, efficiënt en veilig in installatie, bediening en onderhoud. Verticaal of horizontaal, Ferro Cleaner kan in elke gewenste positie worden geïnstalleerd zonder verlies van prestaties. Het compacte ontwerp vereenvoudigt de installatie en is efficiënt in gebruik. De installatie ervan heeft een positief effect op de prestaties en de levensduur van het systeem. In plaats van de magneetstaaf kan een opofferingsanode worden gebruikt, in DN125 en hoger naast de magneetstaaf.



## Gecombineerde lucht- en vuilafscheiders

Type		Afmeting	PN	Materiaal	Kenmerk	Magneet
ZUKM		20 25 32 40	10	Messing	Gecombineerde lucht- en vuilafscheiding Twee Helistill-separators	 ja
ZTKM		20 22* 25 32	10	Messing	360° draaibaar Kan in elke gewenste positie worden gemonteerd Twee Helistill-separators	 ja
ZUCM		20 25 32 40	10	Messing	Gecombineerde lucht- en vuilafscheiding Open verdeler tussen productie- en distributiekant van de installatie Twee Helistill-separators	 ja

\* Voor buizen van 22 mm met extra KOMBI knelkoppelingen



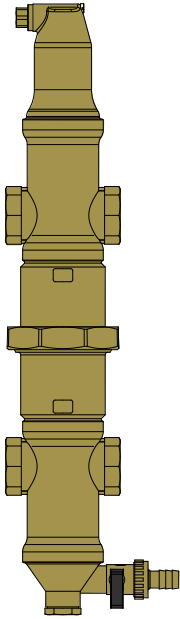
### Zeparo ZUKM

Afscheider, combiversie voor microbellen en vuildeeltjes met magneet. Ideaal voor koelsystemen

### Zeparo ZTKM

Afscheider, uitvoering Kombi voor microbellen en vuildeeltjes met magneet. De scheidingskamer kan 360 graden worden gedraaid, zodat de Zeparo ZT in verschillende posities kan worden gemonteerd

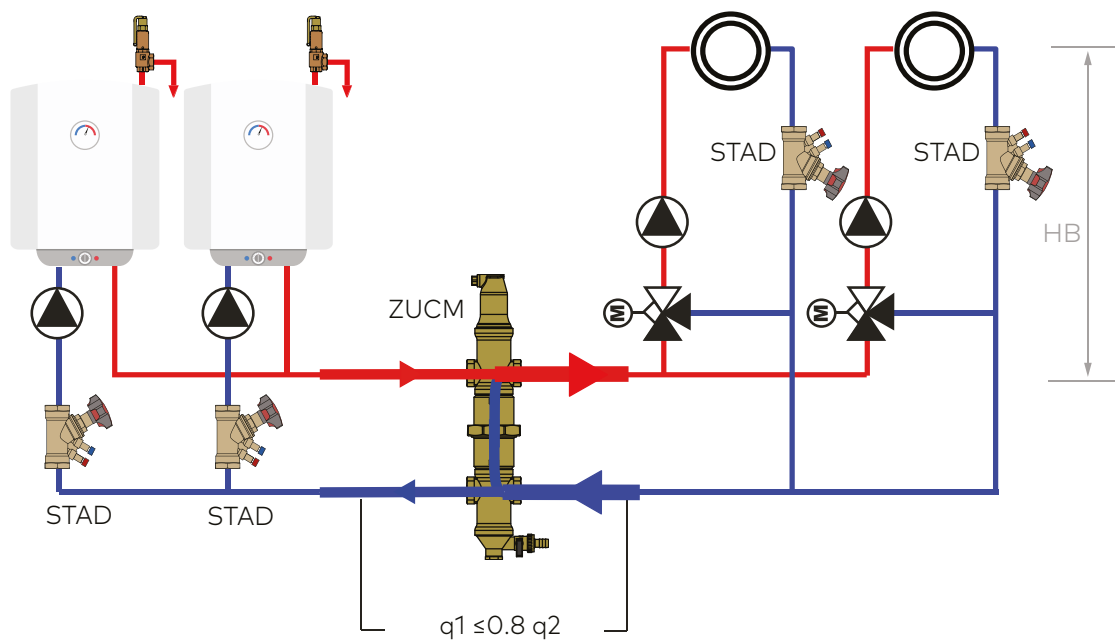




### Zeparo ZUCM

Open verdeler, uitvoering Collect met magneet voor microbellen en vuildeeltjes. Gecombineerde lucht- en vuilafscheider met open verdeler voor waterzijdige en lucht- en vuilproblemen in de installatie

Open verdeler met variabele debieten op de primaire en secundaire zijde



ZUCM	$q_1$ [m <sup>3</sup> /u]
20	≤1,25
25	≤2
32	≤3,7
40	≤5



**BIJLAGE A**

**Uit het FEITENBOEK ENERGIE-EFFICIËNTE HVAC SYSTEMEN**

**Feit nr. 11**

Door corrosie en vuilafzetting in het leidingwerk stijgen de kosten van het elektrische energieverbruik van de pompen in verwarmings- of koelsystemen gedurende de eerste gebruiksjaren tot wel **35%** (\*).

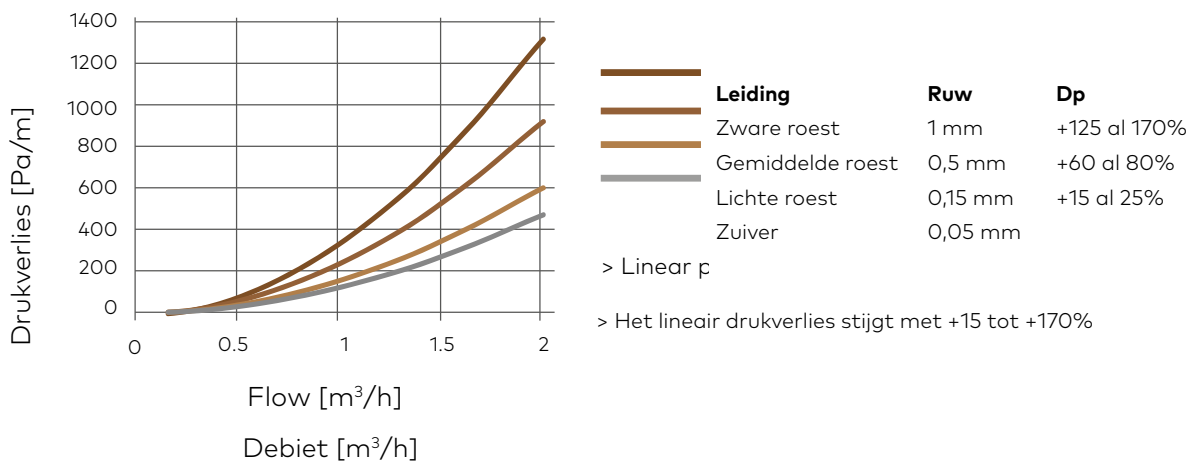


Drukverlies in een leiding (ook wel leidingweerstand genoemd) is afhankelijk van:

- de inwendige diameter van de leiding
- de wandruwheid van de leiding
- de warmteoverdracht en viscositeit van het medium
- debiet
- de aanwezigheid van zuurstof ten gevolge van slecht drukbehoud veroorzaakt corrosie
- vuilafzetting (door slechte waterkwaliteit en een te lage watersnelheid in sommige delen van de installatie) beïnvloedt de interne wandruwheid van de leiding voortdurend. In de eerste gebruiksjaren van 15% tot 70% en na twintig tot vijftig jaar van 150% tot 240% (\*\*). Om deze toename in drukverlies te compenseren, moet de opvoerhoogte van de pomp in dezelfde mate worden verhoogd. Het gevolg is een verhoogd energieverbruik van de pomp.

Voorbeeld:

**Leiding DN 25 uit Staal DIN 2440, ISO 65**



(\*) Ervan uitgaande dat het drukverlies in de leiding 50% van het totale drukverlies in het systeem bedraagt. Indien het drukverlies in de leiding met 70% toeneemt, zal het energieverbruik van de pomp met 35% toenemen om hetzelfde debiet te behouden. (\*\*) Bron: Resultaat gepubliceerd door Utah State University, Pr Rahmaye.

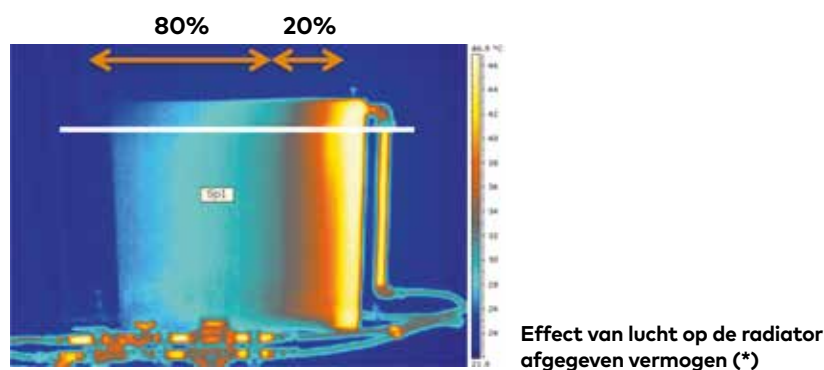
## Feit nr. 18

Luchtophoping in radiatoren kan het afgegeven vermogen tot wel **80%** reduceren.

De aanwezigheid van lucht in het water moet worden beperkt. Niet alleen om corrosie en het risico op cavitatie en geluid te verminderen, maar ook omdat het de warmteafgifte van de radiator reduceert.

De thermische afbeelding hieronder laat zien dat luchtophoping de watercirculatie in de radiator hindert en het af te geven vermogen aanzienlijk beperkt.

Als reactie op de verminderde afgifte, verhoogt men de aanvoerwatertemperatuur van de ketel en de opvoerhoogte van de pomp. Dit heeft veel impact op het energieverbruik van het verwarmingssysteem (feit nr. 4, nr. 8 en nr. 12)(\*\*).



(\*) Thermische meting van de "Karel de Grote-Hogeschool"

(\*\*) Meer feiten vindt u in *IMI Hydronic Engineering Energy Facts 2021*.

### Meeteenheden

- Tenzij anders vermeld, hebben drukmetingen altijd betrekking op manometerdruk.
- Gasgehalte in water uitgedrukt in ml/l geldt voor de standaardtoestand 0 °C, 0 bar.
- stikstof N<sub>2</sub>: 1ml/l = 1,25046 mg/l
- Zuurstof O<sub>2</sub>: 1ml/l = 1,42895 mg/l

### Begrippen

Als we het met betrekking tot ontgassers over een vacuüm hebben, bedoelen we niet een fysisch vacuüm (of een afwezigheid van materie), maar een negatieve druk tussen de lokale atmosferische druk en de verzadigingsdruk van het medium.

### Bronnen

- [1] "Gase in kleinen und mittleren Wasserheiznetzen" Technische Universität Dresden, Institut für Energietechnik, koordinierter Schlussbericht, AiF Forschungsthema Nr. 11103 B, November 1998
- [2] "Vermeidung von Schaden in Warmwasser-Heizungsanlagen - Steinbildung und wasserseitige Korrosion" VDI 2035 Bl. 1, Maart 2021
- [3] Rühling, K. "Test von Entgasern in Technikums-Kreisläufen mit Wasser" Technische Universität Dresden, Professur für Gebäudeenergie-technik und Wärmeversorgung in opdracht van IMI Hydronic Engineering Zwitserland AG, November 2017 en januari 2018
- [4] Koch, F.; Rühling, K.; Heymann, M. "Test von Entgasern in Technikums-Kreisläufen mit Wasser-Ethylenglykol-Gemisch" Technische Universität Dresden, Professur für Gebäudeenergie-technik und Wärmeversorgung, Februari 2022











## Lucht & Vuil: Problemen, Oorzaken, Technologie

Hoe komen lucht en gassen in uw koel- en verwarmingssysteem terecht? Welke doeltreffende maatregelen kunt u hier tegen nemen? Hoe ontstaat magnetisch slib? Hoe vermijdt u dit en hoe elimineert u het vuil?

Dit technisch handboek biedt u een antwoord op al deze en nog andere vragen over lucht en vuil in HVAC-systemen. IMI Hydronic Engineering beschikt over het meest complete assortiment automatische ontlueters, afscheiders voor vuil en microbellen en vacuümontgassers met cycloontechnologie. Voor elk probleem door lucht of vuil in uw installatie hebben wij de beste oplossing.



Lees meer  
[www.imi-hydronic.com](http://www.imi-hydronic.com)

**IMI Hydronic Engineering**  
Fountain Business Park  
C. Van Kerckhovenstraat 110 Gebouw 3  
BE-2880 BORNEM

Tel: 03/640 33 80  
e-mail: [info.be@imi-hydronic.com](mailto:info.be@imi-hydronic.com)

[www.imi-hydronic.com](http://www.imi-hydronic.com)

**IMI** Hydronic  
Engineering