



Handleiding VDI 2035

Verschillende instanties hebben richtlijnen voor de waterkwaliteit van verwarmings- en ketelinstallaties opgesteld: De VDI in de richtlijn 2035, het Deutsche Institut für Normung in de DIN EN 14868, de VdTÜV in het toelichtingenblad VdTÜV 1453 en 1466 en de stoomketelcommissie in de TRD 611.

De levensduur van elke verwarmingsketel evenals van de volledige verwarmingsinstallatie wordt door de toestand van het water beïnvloed.

De kosten voor een waterbehandeling liggen in ieder geval lager dan die voor het verhelpen van beschadigingen aan de verwarmingsinstallatie.

Voor het vullen en voor de inbedrijfstelling raadt Korex een mobiele wateronthardinginstallatie in bruikleen te nemen.

Verwarmingsinstallaties met voorgeschreven bedrijfstemperaturen tot 100 °C (VDI 2035)

Voorkomen van schade door ketelsteenvorming

Er moet worden voorkomen dat zich veel ketelsteen (calciumcarbonaat) op het verwarmingsoppervlak vormt. Voor verwarmingsinstallaties met bedrijfstemperaturen tot 100 °C geldt de VDI richtlijn 2035 blad 1 "Voorkomen van schade in warmwaterverwarmingsinstallaties kalksteen-vorming in tapwater- en warmwaterverwarmingsinstallaties" met de volgende richtwaarden (zie ook de betreffende verklaringen in de originele tekst van de richtlijn):

Totaal stookvermogen in kW	Som aardalkaliën mol/m ³	Totale hardheid in °d
≤ 50	geen eisen* ¹	geen eisen* ¹
> 50 tot ≤ 200	≤ 2,0	≤ 11,2
> 200 tot ≤ 600	≤ 1,5	≤ 8,4
> 600	< 0,02	< 0,11

Bij de richtwaarden wordt van de volgende eisen uitgegaan:

- De som van de totale hoeveelheid vulwater en toegevoegd water tijdens de levensduur van de installatie overschrijdt niet het drievoudige van de waterinhoud van de verwarmingsinstallatie.
- Het specifieke installatievolume is kleiner dan 20 liter/kW vermogen. Bij installaties met meerdere ketels moet daarbij het vermogen van de kleinste ketel worden ingezet.
- Alle maatregelen ter voorkoming van corrosie aan de waterzijde volgens VDI 2035 blad 2 zijn genomen.

Bij verwarmingsinstallaties met de volgende gegevens moeten het vulwater en toegevoegde water worden onthard:

- De som van de aardalkaliën van het vulwater en toegevoegde water ligt boven de richtwaarde.
- Grotere hoeveelheden vulwater en toegevoegd water zijn te verwachten.
- Het specifieke installatievolume is groter dan 20 liter/kW vermogen. Bij installaties met meerdere ketels moet daarbij het vermogen van de kleinste ketel worden ingezet.

Bij het ontwerp moet het volgende in acht worden genomen:

- In bepaalde segmenten moeten afsluitkleppen worden ingebouwd. Zo kan worden vermeden dat bij elke reparatie of bij elke installatie-uitbreiding het volledige verwarmingswater moet worden afgetapt.
- Bij installaties > 50 kW moet voor het vastleggen van de hoeveelheid vulwater en toegevoegd water een watermeter worden ingebouwd. De ingevulde waterhoeveelheden en de waterhardheid moeten in de onderhoud-checklijsten van de CV-ketel worden ingevuld.
- Bij installaties met een specifiek installatievolume groter dan 20 liter/kW vermogen (bij installaties met meerdere ketels moet daarbij het vermogen van de kleinste ketel ingezet worden) moeten de eisen van de eerstvolgende hogere groep van het totale stookvermogen (volgens tabel) worden gebruikt. Bij ernstige overschrijdingen (> 50 liter/kW) moet op de som van de aardalkaliën ≤ 0,02 mol/m³ worden onthard.

Bij installaties met circulatiewaterverwarmers met een totaal stookvermogen van < 50 kW en een som aardalkaliën van het vullen het toegevoegd water > 3,0 mol/m³ is bovendien een van de volgende maatregelen noodzakelijk:

- bij voorkeur ontharding van het vul- en toegevoegd water.
- installatie van een filter of een slibinrichting in de verwarmingsaanvoer.

Bedrijfsinstructies:

- Bij uitbreidings- en reparatiewerkzaamheden moeten alleen de absoluut noodzakelijke netdelen afgetapt worden.
- Filters, vuilvangers of andere vuil- of slibinrichtingen in het verwarmingswatercircuit moeten na de eerste of een nieuwe installatie vaker, later naar behoefte afhankelijk van de waterbehandeling (bijv. hardheid), worden gecontroleerd, gereinigd en gebruikt.
- Als de verwarmingsinstallatie **met volledig onthard water** wordt gevuld, zijn bij ingebruikname **geen overige** maatregelen nodig.
- Als de verwarmingsinstallatie **niet met volledig onthard water**, maar met water volgens de eisen in bovenstaande tabel wordt gevuld, **moet bij inbedrijfstelling bovendien met het volgende rekening worden gehouden:**
- De inbedrijfstelling van een installatie moet trapsgewijs, beginnend met het geringste vermogen van de ketel, bij een hoog verwarmingswaterdebiet plaatsvinden. Daarmee wordt plaatselijke concentratie van kalkafzetting op het verwarmingsoppervlak van de verwarmingsketel voorkomen.
- Bij installaties met meerdere ketels moeten alle ketels gelijktijdig in bedrijf gesteld worden, zodat de totale kalkhoeveelheid niet op het warmteoverdrachtsvlak van slechts één ketel terecht komt.
- Als aan de waterzijde maatregelen nodig zijn, moet al bij de eerste vulling van de verwarmingsinstallatie de inbedrijfstelling met behandeld water plaatsvinden. Dat geldt ook voor elke nieuwe vulling bijv. na reparaties of uitbreiding van de installatie en voor al het toegevoegde water.

Bij het respecteren van deze aanwijzingen wordt de vorming van kalkafzettingen op het verwarmingsoppervlak geminimaliseerd.

*¹ Bij installaties met circulatiewaterverwarmers en voor systemen met elektrische verwarmingselementen bedraagt de richtwaarde voor de som aardalkaliën ≤ 3,0 mol/m³, wat overeenkomt met 16,8 °d.

Richtwaarde voor de waterkwaliteit (vervolg)

Als door het niet respecteren van de VDI-richtlijn 2035 schadelijke kalkafzettingen zijn ontstaan, is een beperkte levensduur van de ingebouwde verwarmingsapparaten in de meeste gevallen al begonnen. Het verwijderen van de kalkafzettingen kan een optie zijn voor een deugdelijke werking. Deze maatregel moet door een installatiebedrijf worden uitgevoerd. De verwarmingsinstallatie moet voor het opnieuw in bedrijf stellen op schade worden onderzocht. Om het opnieuw, overmatig vormen van kalksteen te voorkomen, moeten de foute bedrijfsparameters absoluut gecorrigeerd worden.

Vermijding van schade door corrosie aan waterzijde

De corrosiebestendigheid van de gebruikte ijzerlegeringen aan verwarmingswaterzijde van de verwarmingsinstallaties en verwarmingsketels berust op de afwezigheid van zuurstof in het verwarmingswater. De zuurstof in het vulwater en toegevoegde water van de verwarmingsinstallatie reageert zonder schade te veroorzaken met de materialen van de installatie. De karakteristieke zwarte kleur van het water na enige bedrijfstijd toont aan dat geen vrije zuurstof meer aanwezig is. De technische regels, in het bijzonder VDI-Richtlijn 2035-2 adviseren daarom verwarmingsinstallaties zo te dimensioneren en te gebruiken dat de constante toevoer van zuurstof in het verwarmingswater niet mogelijk is. De toetreding van zuurstof kan tijdens bedrijf gewoonlijk alleen plaatsvinden:

- via doorstroomde open expansievaten
- door onderdruk in de installatie
- via gasdoorlatende onderdelen.

Gesloten installaties – bijv. met membraanexpansievaten – bieden bij juiste grootte en systeemdruk een goede bescherming tegen het binnendringen van zuurstof uit de lucht in de installatie.

De druk moet overal in de verwarmingsinstallatie, ook aan de zuigzijde van de pomp, en bij elke bedrijfssituatie boven de druk van de plaatselijke atmosfeer liggen. De voordruk van het membraanexpansievat moet minstens bij het jaarlijkse onderhoud worden gecontroleerd.

Het gebruik van gasdoorlatende onderdelen, bijv. niet diffusiedichte kunststofleidingen in vloerverwarmingen moet worden vermeden. Als deze toch worden gebruikt, moet er een systeemscheiding aangebracht worden. Deze moet het door de kunststofbuizen stromende water door een warmtewisselaar van corrosiebestendig materiaal van de andere verwarmingscircuits – bijv. van de CV-ketel – worden gescheiden.

Bij een corrosie technisch gesloten armwaterverwarmingsinstallatie die aan voornoemde punten voldoet, zijn extra beschermende maatregelen tegen corrosie niet nodig.

Als er toch gevaar van binnendringen van zuurstof bestaat, moeten extra beschermmaatregelen worden genomen, bijv. door zuurstofbindmiddel natriumsulfiet (5 - 10 mg/liter) toe te voegen. De pH-waarde van het verwarmingswater moet 8,2 - 9,5 bedragen.

Als het verwarmingscircuit onderdelen uit aluminium (bv. aluminium warmtewisselaar) bevat, mag geen alkaliseringsmiddel worden toegevoegd.

Verdere gedetailleerde gegevens vindt u in de VDI-richtlijn 2035-2.

Verwarmingsinstallaties met toegelaten aanvoertemperaturen van meer dan 100 °C (VdTÜV MB 1466)

De levensduur van de volledige verwarmingsinstallatie wordt door de toestand van het water beïnvloed.

Een waterbehandeling dient om beschadigingen door corrosie en kalksteenvorming te voorkomen.

Volgens het VdTÜV-toelichtingenblad 1466 voor de waterkwaliteit bij verwarmingsketels in verwarmingsinstallaties gelden voor verwarmingsinstallaties die met aanvoertemperaturen van meer dan 100 °C werken, volgende gegevens:

werking met zoutarm kringloopwater

Als vul- of toegevoegd water komt uitsluitend zoutarm water zoals ontzout water, permeaat of condensaat in aanmerking.

werking met zouthoudend water

Als vul- of toegevoegd water moet zoveel mogelijk water met een laag zoutgehalte worden gebruikt dat ten minste van aardalkaliën is ontdaan (onthard).

El. geleidingsvermogen bij 25 °C	µS/cm	Zoutarm		zouthoudend
		10 tot 30	> 30 tot 100	> 100 tot 1500
Algemene eisen			zuiver, zonder sedimenten	

Richtwaarden voor de waterkwaliteit (vervolg)

El. geleidingsvermogen bij 25 °C	µS/cm	zoutarm		zouthoudend
		10 tot 30	> 30 tot 100	> 100 tot 1500
pH-waarde bij 25 °C		9-10 * ¹	9-10,5 * ¹	9-10,5 * ¹
Zuurstof (O ₂)	mg/liter	< 0,1 * ²	< 0,05 * ²	< 0,02 * ^{2,3}
Aardalkaliën (Ca + Mg)	mmol/liter	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Fosfaat (PO ₄) * ¹	mg/liter	< 5 * ⁴	< 10 * ⁴	< 15
Bij gebruik van zuurstofbindmiddelen:	mg/liter	–	–	< 10

In het VdTÜV-toelichtingenblad 1466 wordt erop gewezen dat andere zuurstofbindmiddelen als chemicaliën worden aangeboden die de volgende stoffen kunnen bevatten:

- Ascorbinezuur
- Carbohydrazide
- diethylhydroxylamine (DEHA)
- hydrochinon

- methylethylketoxim (Meko)
 - tannine
- Er kunnen echter onder de omstandigheden van de ketelwerking oxidatie-, splijtings- en omzettingsproducten ontstaan waarmee op een voorzichtige manier moet worden omgegaan. Verdere uitvoeringen staan in de genoemde richtlijn.

Stoomketels (VdTÜV MB 1453)

Als belangrijk onderdeel van een stoomketelinstallatie zorgt de zorgvuldig geplande, uitgevoerde en gecontroleerde ketelvoedingswaterbehandeling voor een storingsvrije en economische stoomontwikkeling. Ze verlengt de levensduur van de stoomketel, van de stoom- en condensaatleidingen evenals van de bijbehorende armaturen door spuien te beperken, corrosie in stoom- en condensaatleidingen te verhinderen en kalksteenvorming in de stoomketel te voorkomen.

De eisen aan het ketelvoedingswater en het ketelwater bevinden zich in het VdTÜV-toelichtingenblad 1453.

De meeste onbehandelde soorten water zijn bij levering niet geschikt als ketelvoedingswater. Het soort ketelvoedingswaterbehandeling moet op de kwaliteit van het onbehandelde water worden afgestemd. De kwaliteit kan veranderen, daarom zijn af en toe controles, ten minste het meten van de totale hardheid, nodig.

De watertoevoer na de ketelvoedingswaterbehandeling moet van een geschikte watermeter worden voorzien om het aan het teruggevoerde condensaat toegevoegde water te registreren; zo vindt indirect ook een controle van de weggenomen hoeveelheid stoom plaats.

Het is zonder meer nuttig zoveel mogelijk condensaat naar de voedingswatertank terug te voeren. Het condensaat moet indien nodig zo worden behandeld dat het aan de eisen van het ketelvoedingswater (volgens de hierna tabel) voldoet.

Uit die eisen, de eisen aan het ketelwater inbegrepen, volgt noodgedwongen dat afhankelijk van de kwaliteit van het onbehandelde water en de hoeveelheid toegevoegd water een geschikte behandelingsinstallatie of in ieder geval een onthardingsinstallatie wordt geïnstalleerd en in het ketelvoedingswater of in de toevoerleiding naar het ketelvoedingswaterreservoir de mogelijkheid bestaat zuurstofbindmiddelen (evt. alkaliseringsmiddelen en fosfaten) toe te voegen.

De controle van de eisen gebeurt door metingen met geschikte, zo eenvoudig mogelijke toestellen (afhankelijk van de werking dagelijks of wekelijks). Die meetwaarden, de hoeveelheden toegevoegd water, het verbruik van chemicaliën en de onderhoudswerkzaamheden worden in een werkingsboek ingevuld om steeds optimale werkingsomstandigheden te kunnen garanderen.

Eisen aan het zouthoudende ketelvoedingswater

Toeg. werkdruk	bar	≤ 1		> 1 tot ≤ 22	
Algemene eisen pH-waarde bij 25 °C			kleurloos, zuiver en vrij van onopgeloste stoffen		
Geleidingsvermogen bij 25 °C	µS/cm		> 9		> 9
Som aardalkaliën (Ca ²⁺ + Mg ²⁺)	mmol/liter		uitsluitend richtwaarden voor ketelwater doorslaggevend		
Zuurstof (O ₂)	mg/liter	< 0,015		< 0,015	< 0,010
Koolzuur (CO ₂) gebonden	mg/liter	< 0,1		< 0,1	< 0,02
ijzer, totaal (Fe)	mg/liter	< 25		< 25	< 25
Koper, totaal (Cu)	mg/liter	–		–	< 0,05
Oxideerbaarheid (Mn VII → Mn II) als KMnO ₄	mg/liter	–		–	< 0,01
Oxideerbaarheid (Mn VII → Mn II) als KMnO ₄	mg/liter	< 10		< 10	< 10
Olie, vet	mg/liter	< 3		< 3	< 1

*1 Als aan de bepalingen van de tapwaterverordening/tapwaterbehandelingsverordening moet worden voldaan, mogen de pH-waarde 9,5 en de PO₄-concentratie van 7 mg/liter niet worden overschreden.

*2 In permanente werking liggen de waarden normaal duidelijk lager.

*3 Als geschikte anorganische corrosie-inhibitoren worden gebruikt, kan de zuurstofconcentratie in het kringloopwater tot 0,1 mg/liter bedragen.

*4 Voor KOREX verwarmingsketels moet als onderste fosfaat concentratie de halve maximale waarde van 2,5 resp. 5 mg/liter PO₄ worden aangehouden.

*5 Het gebruik van andere geschikte producten wordt niet uitgesloten. Daarbij moeten de betreffende richtlijnen van de leverfirma in acht worden genomen.

Richtwaarden voor de waterkwaliteit (vervolg)

Eisen aan het ketelwater uit zouthoudend ketelvoedingswater

Toeg. werkdruk	bar	≤ 1	$> 1 \text{ tot } \leq 20$	$> 20 \text{ tot } \leq 30$
Algemene eisen		kleurloos, zuiver en vrij van onopgeloste stoffen		
pH-waarde bij 25 °C		8,5 tot 11	10,5 tot 12	10,5 tot 12
Zuurcapaciteit ($K_{S8,2}$)	mmol/ liter	1 tot 12	1 tot 12	1 tot 12
Geleidingsvermogen bij 25 °C	$\mu\text{S}/\text{cm}$	< 5000	< 6000	< 4200
Fosfaat (PO_4)	mg/liter	10 tot 20	10 tot 20	10 tot 20

Opmerking

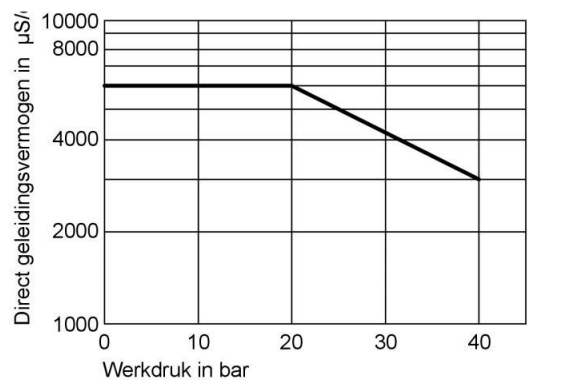
De fosfaatdosering wordt aanbevolen, is echter niet altijd nodig.

Omrekening: $1 \text{ mol}/\text{m}^3 = 5,6 \text{ }^\circ\text{dH}$; $1 \text{ }^\circ\text{dH} = 0,179 \text{ mol}/\text{m}^3$; 1

$\text{mval}/\text{kg} = 2,8 \text{ }^\circ\text{dH}$

Als alternatief voor zouthoudend ketelvoedingswater is ook een werking met zoutvrij ketelvoedingswater mogelijk.

Meer informatie zie VdTÜV-toelichtingenblad 1453.



Max. toegestaan direct geleidingsvermogen van het ketelwater afhankelijk van de druk (geleidingsvermogen voedingswater $> 30 \mu\text{S}/\text{cm}$)