

Sanitaire Techniek 5

978 90 5636 329 1



verdiep | verbreed | verander

ISBN 978-90-5636-329-1

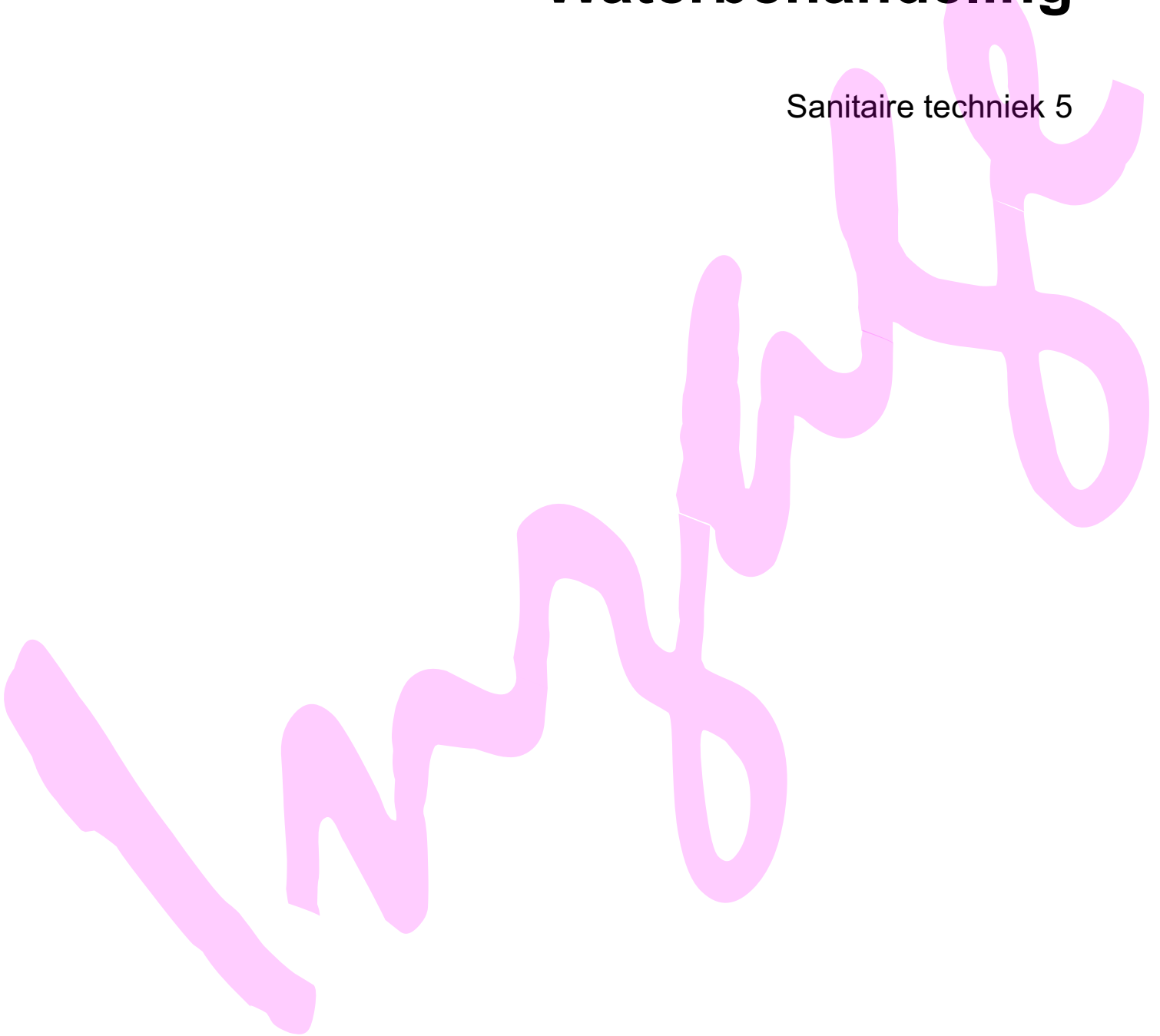


9 789056 363291 >



Waterbehandeling

Sanitaire techniek 5



Samengesteld door:
Intechnum

Eindredactie:
ing. M.C. Hofman (Intechnum)
M. Bavinck-Rompa (Intechnum)

Overal waar in dit boek de mannelijke vorm wordt
aangetroffen, wordt ook de vrouwelijke vorm bedoeld.

© Kenteq

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of
openbaar worden gemaakt door middel van druk,
fotokopie, microfilm of op andere wijze ook, zonder
voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

De uitgever kan niet aansprakelijk worden gesteld voor
persoonlijke of materiële schade, veroorzaakt door
onjuistheden in deze uitgave.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	3
2	Water	5
2.1	Kringloop	5
2.2	Eigenschappen	6
3	Van waterwinning tot drinkwater	13
3.1	Waterwinning	13
3.2	Milieu en duurzaam watergebruik	14
3.3	Waterzuivering	14
3.4	Distributie	15
4	Waterbehandeling	17
4.1	Filtratie	17
4.2	Ontharding	19
4.3	Demineralisatie	28
4.4	Membraanfiltratie met continu-filter	30
4.5	Ontgassing	35
4.6	Conditionering	39
5	Toepassingen in installatiesystemen	43
5.1	Verwarmingssystemen	43
5.2	Stoomketelinstallaties	43
5.3	Luchtbevochtigingssystemen	44
5.4	Gesloten koelsystemen	45
5.5	Open koelsystemen	45
6	Oefenvraagstukken	49
7	Literatuurlijst	53
	Trefwoordenregister	55



1 Inleiding

Water is onmisbaar op aarde en kent veel toepassingen. Water zorgt voor leven, het functioneert als transportmiddel, maar is ook een grondstof voor de industrie. Water bevat verschillende opgeloste zouten en gassen, die de kwaliteit van het water beïnvloeden. Als we onbehandeld water gebruiken in een installatie, kan de levensduur van de installatie ernstig worden verkort. Een voorbeeld hiervan zie je in afbeelding 1. De boiler is bezweken door de kalkaanslag op de verwarmingselementen.

Om te voorkomen dat een installatie door water wordt aangetast, moeten we het water behandelen voordat het door de installatie gaat. Kortom: Waterbehandeling.



Afbeelding 1. Onbehandeld water in de installatie

Opbouw van dit boek

Het schema in afbeelding 2 geeft inzicht in de verschillende fasen waarin water voorkomt totdat het uiteindelijk behandeld of geconditioneerd is in de gewenste kwaliteit.

Als we water willen gebruiken in een installatie, moeten we het eerst onttrekken uit de natuurlijke kringloop. Deze kringloop en de eigenschappen van water behandelen we in hoofdstuk 2.

waterzuivering

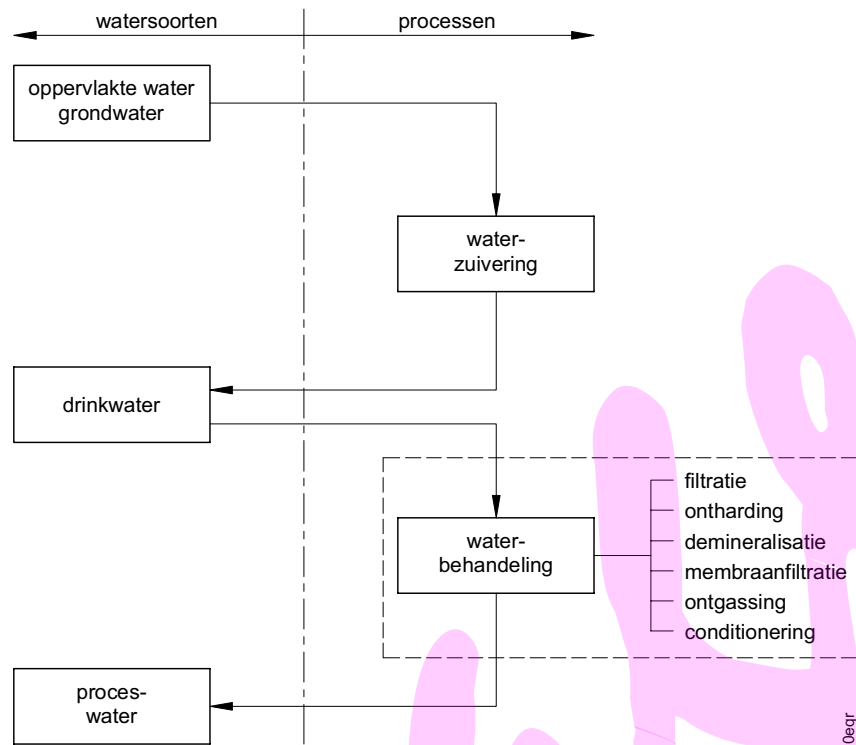
Na onttrekking moet water gezuiverd worden, zodat het geschikt is voor consumptie. We noemen dit waterzuivering. Het resultaat van deze waterzuivering is drinkwater. In hoofdstuk 3 gaan we heel kort in op het begrip waterzuivering.

waterbehandeling

Als we drinkwater in een installatie willen gebruiken, moet het vaak nog een keer behandeld worden tot een zekere kwaliteit. Hiermee voorkom je aantasting van de installatie. We spreken dan over waterbehandeling. De kern van dit boek vormt waterbehandeling in gebouwinstallaties. In hoofdstuk 4 beschrijven we daarom uitgebreid de verschillende methoden van drinkwaterbehandeling.

In hoofdstuk 5 beschrijven we de toepassing van waterbehandelingsmethoden in de verschillende watervoerende installaties.

In hoofdstuk 6 is een aantal oefenvraagstukken toegevoegd om de opgedane kennis te toetsen.



Afbeelding 2. Schema water in verschillende fasen

Leerdoelen

Na bestudering van dit boek kun je:

- de verschillende methoden en toepassingen van waterbehandeling beschrijven;
- de werking van de verschillende systemen voor waterbehandeling uitleggen.

Doelgroep

De leerstof in dit boek is opgezet voor aankomend ontwerptechnici, projecttechnici en servicetechnici binnen de sector installatietechniek.

2 Water

Om water te gebruiken in installaties moeten we het eerst onttrekken aan de omgeving. Ook moet je weten wat de eigenschappen zijn van water om het nuttig in te kunnen zetten in een installatie. In dit hoofdstuk behandelen we:

- de kringloop van water in de natuur;
- de eigenschappen van water in relatie tot een installatie.

2.1 Kringloop

kringloop

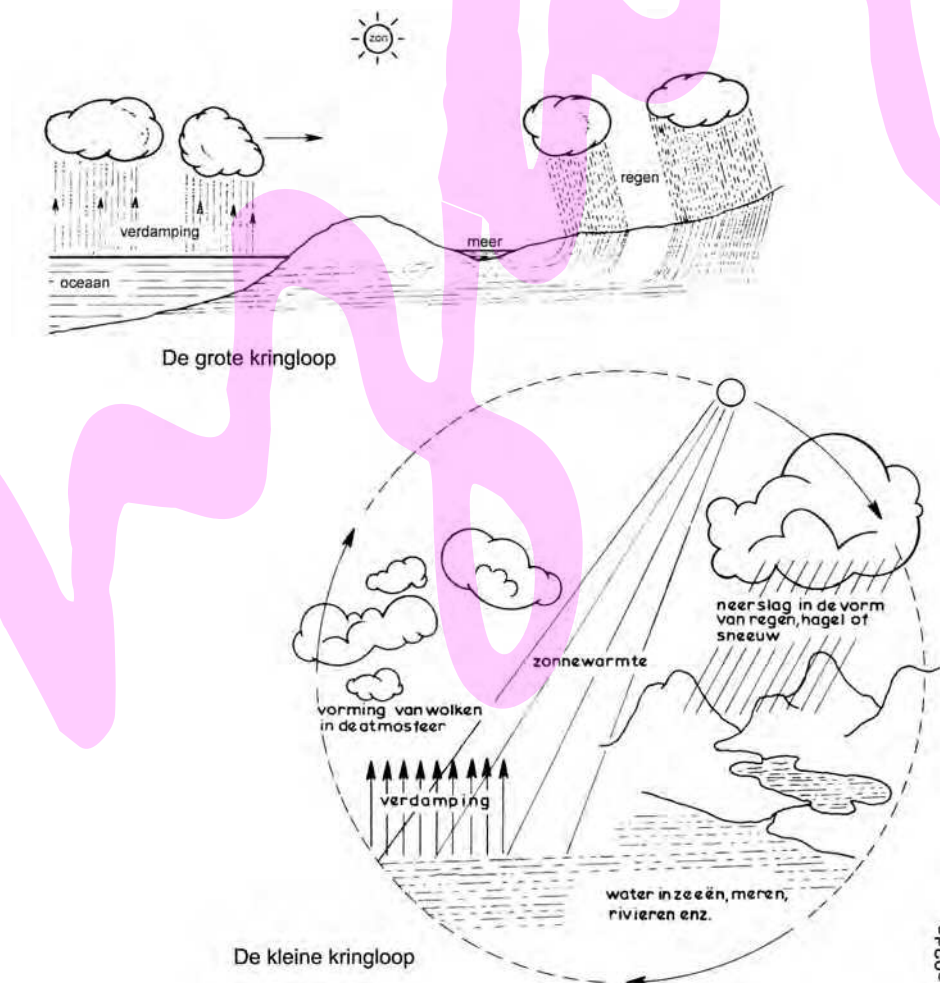
Op aarde is veel water aanwezig. Ongeveer 70% van het totale aardoppervlak bestaat uit water. De belangrijkste waterbewegingen op aarde zijn aangegeven in de kringloop van het water.

Grote kringloop

Op zee, vanaf rivieren, meren en de vaste bodem vindt verdamping plaats (zie afbeelding 3). Daarnaast geven planten ook vocht af. Deze totale waterdamp vormt in de lucht waterdruppels om stofdeeltjes. Hierdoor ontstaan wolken, die uiteindelijk zorgen voor de neerslag op de aarde in de vorm van regen, hagel, sneeuw of ijzel. Deze neerslag zoekt een weg naar het laagste niveau: de zee. Een deel ervan wordt afgevoerd via rivieren, meren en kanalen. Dit noemen we het oppervlaktewater. Een andere waterstroom zoekt zijn weg via de bodem. Dit noemen we het grondwater.

oppervlaktewater

grondwater



Afbeelding 3. Grote en kleine kringloop

Kleine kringloop

Binnen de grote kringloop bevinden zich kleinere kringlopen (zie afbeelding 3). Het water uit de rivieren, meren en kanalen zal ook verdampen en later neerslag veroorzaken.

Uiteindelijk bestaat alle neerslag uit zoet water, dus ook het oppervlaktewater en het grondwater. In deze waterbronnen zijn wij het meest geïnteresseerd.

2.2 Eigenschappen

Bij water maken we onderscheid in natuurkundige, scheikundige eigenschappen en biologische aspecten.

Natuurkundige eigenschappen

De kringloop van water heeft een directe relatie met de natuurkundige eigenschappen van water:

Temperatuur

Water van 4°C zet uit bij verhoging en verlaging van die temperatuur. Geen enkele andere stof doet dat. Het koude of bevroren water zit altijd boven.

Daardoor wordt in de natuur voorkomen, dat het leven in het water (vissen, planten) wordt vernietigd.

Voor de installatietechniek kan die eigenschap echter problemen opleveren.

Bevroren water zet uit, waardoor de leidingen kunnen barsten. Daarom moeten waterleidingen altijd op vorstvrije plaatsen worden aangelegd, of zeer goed zijn geïsoleerd.

Warm of heet water heeft een groter volume dan koud(er) water. Daarmee moeten we rekening houden als water in afgesloten ruimten (warmwatertoestellen, ketels) zit. Een veiligheidsklep is dan vaak nodig.

Aggregatietoestanden

Water is de enige stof in de natuur die tegelijkertijd in drie verschillende toestanden voorkomt. We noemen dit de aggregatietoestanden (zie afbeelding 4):

- vaste vorm zoals ijs, sneeuw en hagel
- vloeistof
- gasvorm meestal als waterdamp

aggregatietoestanden



Afbeelding 4. Aggregatietoestanden van water

Helderheid, kleur, reuk en smaak

Drinkwater moet helder, kleurloos, reukloos en smaakloos zijn. Daarom worden eisen gesteld aan de maximale concentratie waarin stoffen in drinkwater mogen voorkomen.

De eisen zijn vastgelegd in het Waterleidingbesluit, een nadere uitwerking van de Waterleidingwet.

Geleidingsvermogen

Water heeft een groot warmteopnemend vermogen. Water wordt daarom gebruikt als transportmiddel voor warmte in bijvoorbeeld verwarmingsinstallaties.

Oplossend vermogen

Water heeft een groot oplossend vermogen. Dit betekent dat veel stoffen in water oplossen. Water komt dan ook nauwelijks in zuivere vorm voor. In installaties kunnen de opgeloste stoffen neerslaan en schade veroorzaken. Waterbehandeling is dan bittere noodzaak.

Scheikundige eigenschappen

De scheikundige eigenschappen worden veroorzaakt door de opgeloste zouten, gassen en organische stoffen die in water zitten.

hardheid

Hardheid van water

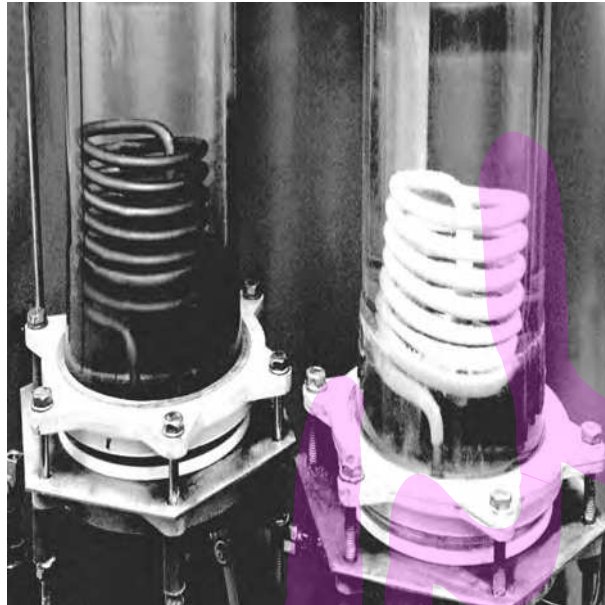
De hardheid van het (drink)water wordt bepaald door de hoeveelheid kalk die in het water is opgelost. Deze kalk bestaat uit calcium- en magnesiumzouten. Hoe meer van deze zouten, des te *harder* is het water.

totale hardheid

De som van het opgeloste calcium en magnesium in het water noemen we de totale hardheid.

ketelsteen

Door water te verhitten, slaat het calcium(carbonaat) neer, met name op de warmste plek in een installatie. Deze kalkafzetting wordt ook wel ketelsteen genoemd. Een voorbeeld van ketelsteen in een installatie vind je in afbeelding 5. Op het rechtse verwarmingselement is de kalkafzetting goed te zien. Het verwarmingselement aan de linkerzijde is nog in goede conditie vanwege het voorbehandelde water.



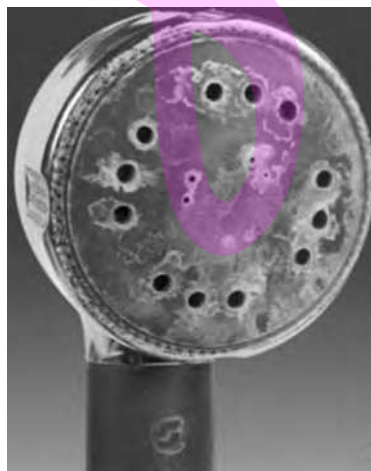
Afbeelding 5. Ketelsteen in een installatie

tijdelijke hardheid

Door kalkafzetting neemt de hardheid van het water af. De hoeveelheid calcium en magnesium die bij verhitting uit een oplossing kunnen worden verwijderd, noemen we de tijdelijke hardheid.

blijvende hardheid

Als de totale hardheid groter is dan de tijdelijke hardheid, blijft er dus calcium en magnesium in de oplossing aanwezig. Er is sprake van een blijvende hardheid, ook als het water gekookt wordt.



Afbeelding 6. Kalkaanslag douchekop

De nadelen van hard water voor installaties zijn:

- Afzetting van ketelsteen in (stoom)ketels, luchtbevochtigers en huishoudelijke apparaten zoals boilers, vaatwassers, koffie-apparaten en de douchekop (zie afbeelding 6). Naarmate de ketelsteen erger wordt, functioneren de apparaten steeds minder goed totdat ze uiteindelijk bezwijken.
- Esthetische aspecten: kalkranden op wastafels, ligbaden, toiletpotten kunnen vaak met grote moeite worden verwijderd.
- Een groter zeepverbruik bij het gebruik van water om te reinigen (textiel en vaatwerk). Schuimvorming in hard water duurt langer dan in zacht water, waardoor er meer zeep gebruikt wordt. Daardoor ontstaat een grotere vervuiling van het oppervlaktewater.

De hardheid wordt in Nederland meestal uitgedrukt in Duitse hardheidsgraden (°D) waarbij 1°D overeenkomt met 10 milligram (mg) calciumoxide en magnesium per liter water.

Het water wordt op grond van zijn hardheid als volgt gekwalificeerd:

0 - 3° D : zeer zacht
 3 - 9° D : zacht
 9 - 14° D : vrij hard
 14° D en hoger : hard

Soms wordt de hardheid ook uitgedrukt in millimol (mmol) per liter, waarbij 1 mmol overeenkomt met 5,6°D.

zuurgraad (pH-waarde)

Zuurgraad (pH-waarde)

De zuurgraad van water wordt uitgedrukt in pH-waarde, een getal met een waarde tussen 1 en 14.

Een vloeistof met een pH-waarde lager dan 7 is zuur. Een vloeistof met een pH-waarde hoger dan 7 heet basisch of loogachtig.

Voor zuiver (drink-)water ligt de pH-waarde in de buurt van de 7.

Door het toevoegen van een zuur (zoutzuur, zwavelzuur) daalt de pH-waarde van het water. Andersom zal de pH-waarde van water stijgen onder toevoeging van een base of een loog (kalk, soda).

Hierdoor kan je water neutraliseren tot een pH-waarde van 7.

Als water met de verkeerde zuurgraad wordt gebruikt, kunnen metalen in installaties aangetast worden. In een zure oplossing (pH<7) worden veel metalen aangetast. Een basische oplossing (pH>7) kan echter beschermend werken voor metalen. In hoofdstuk 5 geven we het belang aan van de juiste zuurgraad in een watervoerende installatie.

Corrosie

Corrosie is de ongewenste aantasting van een metaal door een chemische of elektrochemische reactie met stoffen uit de omgeving.

Door corrosieschade wordt het functioneren van een installatie beperkt. Hierdoor stijgen de kosten voor onderhoud en vervanging.

corrosie

elektrochemische corrosie

Zodra een metaal in aanraking komt met water vindt elektrochemische corrosie plaats:

In water zendt een metaal positief geladen ionen uit. Hierdoor wordt het water positief ten opzichte van het achterblijvende metaal. Er ontstaat een elektrisch potentiaalverschil tussen het metaal en het water. Door de omzetting van het metaal in zijn positieve ionen lost het metaal op.

oxidatie

We noemen dit proces oxidatie. Voorwaarde voor dit proces is de aanwezigheid van zuurstof in het water (zuurstofcorrosie).

Toch wordt niet ieder metaal aangetast door oxidatie. Bij sommige metalen zorgt oxidatie zelfs voor extra bescherming tegen corrosie. Bekende voorbeelden zijn aluminium en roestvast staal (rvs).

Tijdens de oxidatie van dit metaal ontstaat een oxide dat zorgt voor een extra beschermlaagje. Door die laag wordt het contact van het metaal met de omgeving verbroken en treedt geen corrosievorming op.

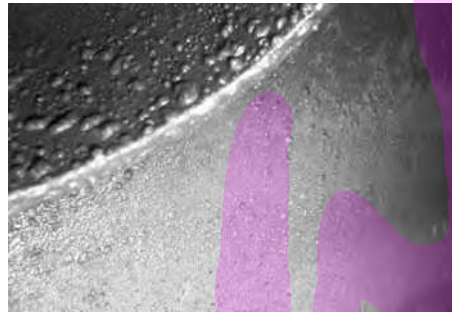
We noemen dit een passief metaal.

Belangrijke vormen van zuurstofcorrosie in watervoerende installaties zijn putcorrosie, erosiecorrosie en contacterosie.

De bekendste corrosievorm is die van ijzer (Fe). Tijdens de oxidatie ontstaat een roodbruin oxide dat je bijv. aantreft op een slecht onderhouden auto of fiets. In dit geval wordt het metaal op kleine delen van het oppervlak aangetast. Aan de buitenkant van het metaal ontstaat een gaatje dat uiteindelijk zorgt voor lekkage. Aan de binnenzijde ontstaan bruine pokvormige afzettingen.

We noemen dit putcorrosie.

putcorrosie



Afbeelding 7. pokvormige corrosie in een stoomketel

erosiecorrosie

Erosiecorrosie treedt op als het water zeer snel langs een metaal stroomt. In bochten en vernauwingen ontstaat turbulentie. Hierdoor verdwijnt de beschermende laag tegen corrosie en wordt het metaal aangetast. Ook vaste delen of vervuilingen in het water kunnen dit veroorzaken.

contacterosie

Contacterosie treedt op als twee verschillende metalen zich in dezelfde omgeving bevinden. Hierdoor zal één van de twee metalen versneld corroderen. We noemen dit ook wel galvanische corrosie.

galvanische corrosie

In het algemeen geldt dat de corrosiesnelheid van metalen toeneemt bij:

- een stijgende temperatuur van het water;
- een hogere doorstromingsnelheid van het water;
- de aanwezigheid van veel zouten (ionen) met als gevolg een hoger geleidingsvermogen van het water en dus corrosie;
- de aanwezigheid van kalk, onder de kalkafzetting vindt de corrosie plaats.



Afbeelding 8. Afzetting van corrosieproduct en kalk op lid cv-ketel

Bacteriën kunnen ook afzetting en corrosie veroorzaken. Bacteriën kunnen het corrosieproces op gang brengen door het metaal te gebruiken in hun stofwisselingsproces. Anderzijds kunnen bacteriën stoffen afscheiden als zuren die ook een corrosieproces op gang zullen brengen.

Biologische aspecten

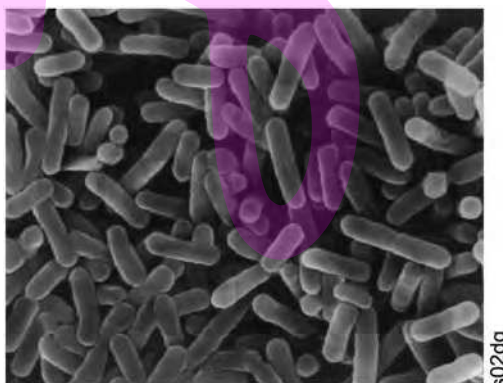
De mens leeft dankzij het bestaan van bacteriën. Ze zijn een belangrijke schakel in het omzetten van planten- en dierenresten in koolstofdioxide (CO₂) en water (H₂O).

Naast gewenste groepen micro-organismen bestaan er ook schadelijke en ziekteverwekkende soorten.

legionella bacterie

Deze moeten tot een minimum worden beperkt in drinkwaterinstallaties. Een daarvan is de legionellabacterie (zie afbeelding 9). Deze bacterie kan zichzelf razendsnel vermeerderen in (warm) tapwaterinstallaties, met name bij hogere watertemperaturen. Problemen doen zich voor als het water langdurig stilstaat en bij watertemperaturen tussen de 15 °C en 50 °C.

Daarom moet je bij het ontwerp van een tapwaterinstallatie rekening houden met een minimale temperatuur van 60 °C bij het watertappunt.



Afbeelding 9. Legionellabacterie