

Interacties tussen leidingmaterialen en drinkwater

Voordracht uit de 38e vakantiecursus in drinkwatervoorziening 'Bedrijfsmatige aspecten van transport en distributie', gehouden op 9 en 10 januari 1986 aan de TH Delft.

Interacties in het distributienet tussen leidingmaterialen en drinkwater zijn onvermijdelijk, maar ongewenst. Materialen worden aangetast wat leidt tot kapitaalvernietiging en een grotere kans op bedrijfsstoringen. Het drinkwater raakt verontreinigd met voor de consument soms schadelijke stoffen. Diverse methoden staan de waterleidingbedrijven ter beschikking om hier iets tegen te doen. Met name de samenstelling van het drinkwater biedt mogelijkheden. Een goede keuze van de pH en het anorganisch koolstofgehalte is afdoende om



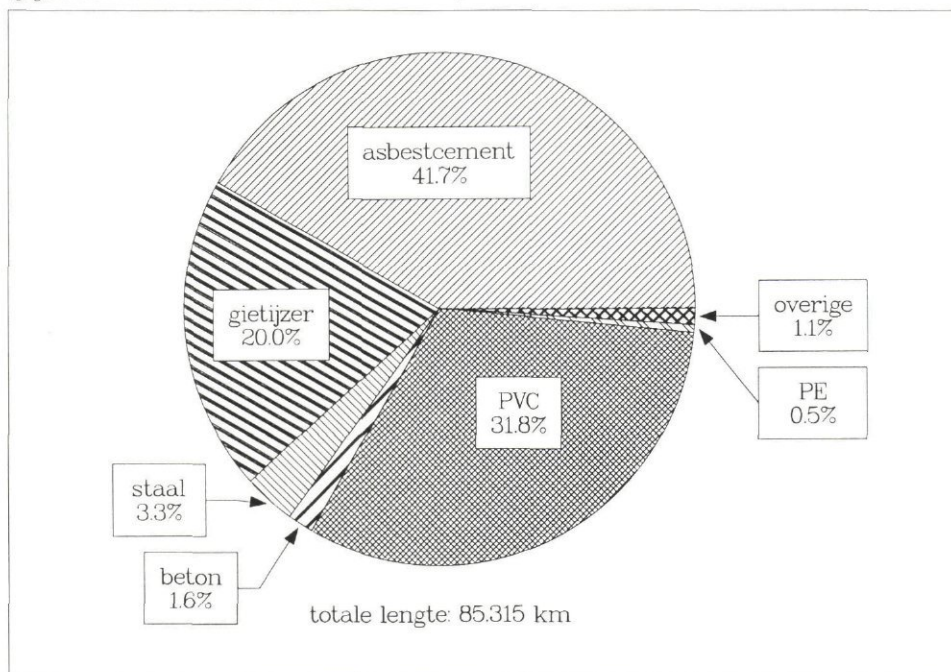
DR. TH. J. J. VANDEN HOVEN
KIWA NV

de meeste vormen van corrosie en de afgifte van metalen terug te dringen. Ook het doseren van inhibitoren, zoals fosfaten, is effectief, maar dit zal in Nederland op veel verzet stuiten. In het buitenland vindt fosfaatdosering wel toepassing.

Samenstelling van het leidingnet

Het distributienet is te verdelen in hoofdleidingen, dienstleidingen en binnenleidingen. De hoofdleidingen in Nederland bestaan vrijwel geheel uit asbest-cement, PVC en gietijzer (afb. 1). Voor de ongeveer 5 miljoen dienstleidingen is gebruikgemaakt van koper, lood, PVC en polyetheen.

Afb. 1 - Het transport en hoofdleidingennet (diameter > 50 mm) bestaat vrijwel geheel uit asbest-cement, PVC en gietijzer (gegevens ontleend aan de VEWIN-statistieken van 1982).



De loden leidingen vormen circa 11% van het totale bestand [1]. Van de andere materialen zijn geen recente gegevens beschikbaar. Voor de binnenleidingen zijn dezelfde materialen toegepast als voor de dienstleidingen. Ruim 95% bestaat uit koper en/of lood [2].

Dit artikel behandelt de inwendige corrosieprocessen in het distributienet en de gevolgen daarvan voor het drinkwater en de materialen. Op basis van deze informatie komen vervolgens de methoden van corrosiebestrijding aan de orde. Deze uiteenzetting beperkt zich tot de metalen, omdat zich met name op dit gebied de laatste jaren ontwikkelingen hebben voorgedaan. Gietijzer komt eerst aan de orde, daarna koper en lood.

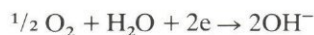
1. Gietijzer

1.1. Corrosieproces

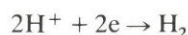
Gietijzer in contact met drinkwater is niet stabiel. Het heeft daardoor de neiging om in oplossing te gaan. De eerste stap in het corrosieproces is de oxydatie van ijzer, waarbij ferro-ionen in oplossing gaan:



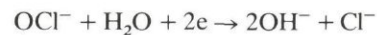
In belucht drinkwater geschiedt de oxydatie voornamelijk onder invloed van de opgeloste zuurstof:



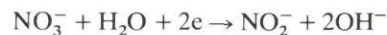
Onder bepaalde omstandigheden kunnen ook andere componenten als oxydator fungeren, zoals in zuur milieu waterstofionen:



of als er gehoord wordt bepaalde chloorcomponenten:

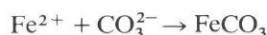


en wanneer nitraat aanwezig is kan dat als oxydator fungeren:

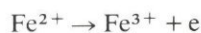


Nitrietvorming is in diverse gietijzeren leidingen aangetoond. Bacteriën kunnen hierbij een rol spelen. Ook van andere bacteriën, met name de sulfaatreducerende, wordt nogal eens verondersteld dat ze de corrosie van gietijzer bevorderen. De relatie tussen corrosie en bacteriën is echter nog zeer onduidelijk, vooral ook omdat diverse auteurs elkaar tegenspreken.

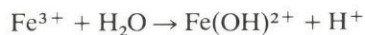
De reacties die de vrijgekomen ferro-ionen vervolgens doorlopen, zijn zeer complex en nog maar ten dele ontrafeld. Na het lezen van de uitgebreide literatuur over dit onderwerp is de neiging groot hier te volstaan met de opmerking 'en vervolgens wordt er een deklaag gevormd'. Een paar reacties die vrijwel altijd optreden en bovendien van enig belang zijn voor de distributietechniek wil ik hier toch noemen. Allereerst betreft dit de vorming van het slecht oplosbare ferro-carbonaat:



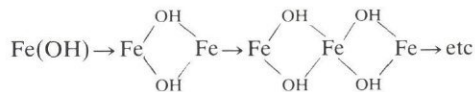
Volgens Sontheimer et al. [3] heeft dit een positieve uitwerking op de kwaliteit van de deklaag. Daarnaast vindt oxydatie plaats van ferro- tot ferri-ionen:



wat vervolgens door hydrolyse leidt tot de vorming van ijzerhydroxyde ionen:



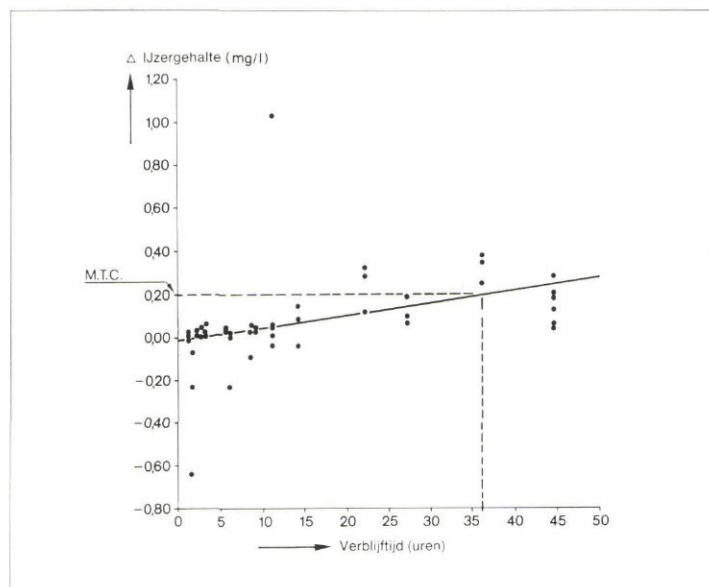
Deze ionen doorlopen een polymerisatieproces [4]:



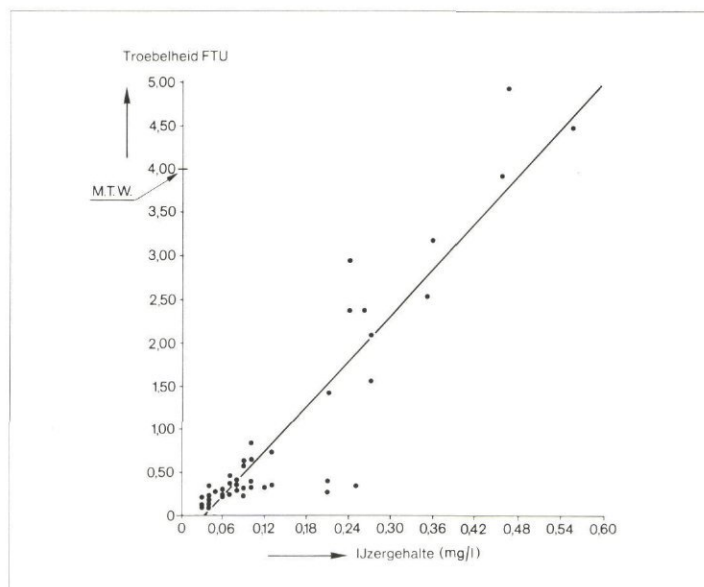
Uiteindelijk worden de polymeren zo groot dat ze niet meer in het water oplossen en op de buiswand neerslaan. Op deze wijze ontstaat een laag van zeer uiteenlopende ijzerzouten. Deze laag kan zeer omvangrijk worden.

1.2. Verpotloding

Bij het in oplossing gaan van ijzer blijft de koolstof in de matrix achter. Dit verschijnsel wordt aangeduid met grafitering (verpotloding). Het leidt tot een verzwakking van de buiswand. In het algemeen is de snelheid van deze vorm van corrosie echter klein. Als de deklaag zich voldoende ontwikkeld heeft, is de corrosiesnelheid vrijwel nooit groter dan 0,1 mm/jaar [5, 6]. Gezien de



Afb. 2 - In een oude gietijzeren leiding (effectieve inwendige diameter 12 cm) neemt het ijzergehalte lineair toe met de verblijftijd. Na ongeveer 36 uur wordt de maximaal toegestane concentratie van 0,2 mg/l overschreden (ontleend aan referentie 8).



Afb. 3 - Als het ijzergehalte van drinkwater in een gietijzeren leiding stijgt, stijgt ook de troebelheid. Dit verband is lineair. De helling kan per distributiegebied verschillen (ontleend aan referentie 8).

toegepaste wanddiktes (ongeveer 1 cm), levert de grafitering doorgaans geen problemen op voor de levensduur van gietijzeren leidingen. Dit geldt alleen als de corrosie gelijkmatig over het oppervlak plaatsvindt. Problemen kunnen wel optreden als de corrosie zich op één plaats concentreert (putcorrosie).

1.3. Verslechtering van de waterkwaliteit

Een ander gevolg van de corrosie is dat de kwaliteit van het drinkwater verslechtert. Het ijzergehalte bijvoorbeeld neemt toe en het zuurstofgehalte kan dalen. Zelfs bij de in de praktijk lage corrosiesnelheden kan de toename van het ijzergehalte aanzienlijk zijn. Bij een reële corrosiesnelheid van 0,02 mm/jaar [5] en een gemiddelde verblijftijd van 12 uur, is de ijzerafgifte in een 5'' leiding ongeveer 6 mg per liter. Als 90% hiervan in de deklaag achterblijft, dan neemt het ijzergehalte nog altijd toe met 0,6 mg/l. De norm in het Waterleidingbesluit ($[Fe] = 0,2 \text{ mg/l}$) zou hiermee ruim overschreden worden. Het ijzer komt zowel voor in opgeloste vorm als in deeltjes, het kan het water verkleuren (geel-bruin, in zuurstofloos milieugroen ten gevolge van ferro-ionen en -complexen) en troebel maken.

Zoals gezegd kan ook het zuurstofgehalte van drinkwater dalen door corrosie. Verder kunnen door de fysisch-chemische en bacteriologische processen de geur en smaak verslechteren. Tenslotte kan de ijzerafgifte het loodgehalte van drinkwater verhogen, omdat lood op de ijzerdeeltjes adsorbeert of erin ingebouwd wordt [7].

Recent onderzoek aan een oude gietijzeren leiding in Amsterdam [8] illustreert dit soort veranderingen van de waterkwaliteit. In dit onderzoek is een proefleiding (lengte 300 m,

effectieve inwendige diameter 12 cm) geïsoleerd van de rest van het leidingnet. Ondermeer zijn het ijzer- en zuurstofgehalte en de troebelheid bepaald als de functie van de verblijftijd. Het ijzergehalte neemt bij langere verblijftijden significant toe met de verblijftijd (afb. 2). Tot tenminste 40 uur is deze toename bij benadering lineair. Na ongeveer 36 uur wordt de maximaal toegestane concentratie van 0,2 mg/l bereikt. Deze waarde zal in kleinere leidingen nog eerder bereikt worden. Als er geen stroming is en als de ijzerafgifte door diffusie bepaald wordt, kan afgeleid worden dat de verblijftijd waarbij de ijzernorm overschreden wordt kwadratisch toeneemt met de buisstraal [9]. Met het ijzergehalte stijgt ook de troebelheid en wel lineair (afb. 3). Een dergelijk verband is ook in ander onderzoek gevonden [5, 10]. De verhouding tussen de troebelheid en het ijzergehalte kan echter per distributiegebied variëren. Mogelijk is dit het gevolg van verschillen in de aard en grootte van de ijzerhoudende deeltjes. In de proefleiding wordt het richtniveau dat door de VEWIN wordt aanbevolen voor de troebelheid (0,4 FTE), bij verblijftijden van meer dan 3 tot 6 uur regelmatig overschreden, terwijl bij zeer lange verblijftijden dit ook het geval is met de maximaal toegestane waarde in het Waterleidingbesluit (4 FTE).

Het zuurstofverbruik neemt toe met de troebelheid (afb. 4), hetgeen erop duidt dat de afname van het zuurstofgehalte voornamelijk het gevolg is van ijzeroxydatie.

1.4. Toename drukverlies

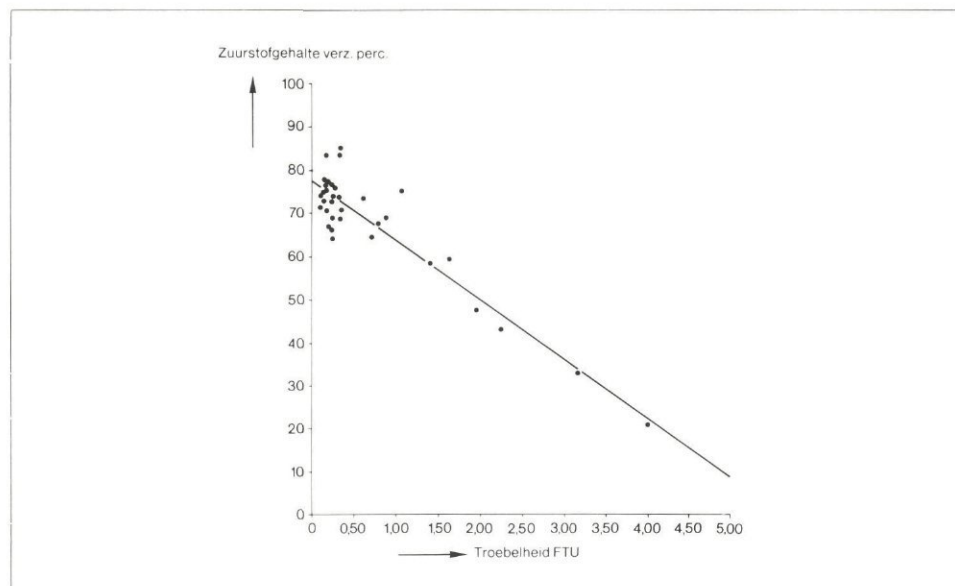
De laag corrosieproducten in gietijzeren leidingen kan aanzienlijke vormen aannemen. In sommige situaties (bijvoorbeeld galvanische corrosie) kan de buis daardoor

volledig verstopten. In distributieleidingen zijn afnames van de gemiddelde diameter van 20% niet ongewoon. Deklagen vergroten de wandruwheid. In combinatie met de vernauwing van de buis kan dit tot een aanzienlijke toename van het drukverlies leiden. Bij een afname van de inwendige diameter van 150 naar 120 mm en een toename van de wandruwheid van 0,5 tot 8 mm neemt bij een verbruik van 20 m³ per uur het drukverlies toe met een factor 8.

1.5. Bestrijding gietijzer corrosie

Het is dus zaak de inwendige corrosie van gietijzeren leidingen te bestrijden. Natuurlijk kan dit door een inwendige bekleding aan te brengen, maar ook het drinkwater zelf biedt hier mogelijkheden. Dat blijkt uit diverse laboratoriumonderzoeken, waarbij met name het onderzoek van het Engler Bunte Instituut (EBI) in Duitsland het vermelden waard is [6, 11, 12]. Dit instituut past een methode toe, waarbij een gietijzeren buis (nieuw of uitgenomen uit het leidingnet) in een gesloten circuit in contact wordt gebracht met het te onderzoeken water. Meting van het zuurstofverbruik en het ijzergehalte geeft informatie over de corrosiesnelheid respectievelijk ijzerafgifte aan drinkwater. Het EBI heeft op deze wijze het effect van diverse waterparameters onderzocht. Daaruit blijkt onder meer dat de corrosie en ijzerafgifte toenemen bij

- toenemend chloridegehalte;
 - afnemende buffercapaciteit. De kwaliteit van de deklaag (gemeten als het percentage ijzer dat bij de corrosie in de deklaag achterblijft) neemt dan ook af;
 - afnemend fosfaatgehalte;
 - sterk wisselende waterkwaliteiten.
- Bedacht moet worden dat het hier om



Afb. 4 - Het zuurstofgehalte van drinkwater in een gietijzeren leiding is negatief gecorreleerd met de troebelheid. Dit verband wijst op een zuurstofverbruik voor de oxydatie van ijzer (ontleend aan referentie 8).

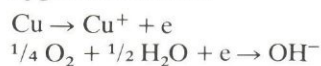
laboratoriumproeven gaat, waarvan de betekenis voor de praktijk niet altijd duidelijk is. Wel lijken praktijkervaringen de ongunstige invloed van chloriden en het gunstige effect van fosfaten [13, 14] te bevestigen. In het buitenland doseren diverse bedrijven fosfaten om de corrosie van gietijzeren leidingen te bestrijden. Aan het slot van dit artikel kom ik hierop terug.

2. Koper

2.1. Corrosieprocessen

In de waterleidingtechniek zijn drie vormen van kopercorrosie van belang. Er is altijd sprake van algemene corrosie, waarbij het metaaloppervlak gelijkmatig wordt aangetast; daarnaast is er lokale corrosie, waarvan putcorrosie en erosie-corrosie de meest voorkomende vormen zijn.

De eerste stap in het proces van *algemene corrosie* is de reactie tussen het koper en de opgeloste zuurstof:

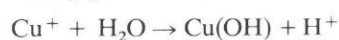


Het koper dat hierbij in oplossing gaat, vormt met zuurstof en andere componenten uit het water een laag van onoplosbare koperzouten. De vorming van zo'n deklaag bereikt meestal na 1 à 2 jaar de stationaire toestand. In koud drinkwater zijn twee typen te onderscheiden: één type bestaande uit bruin cupriet, het andere bestaande uit een laag cupriet met daarop een laag groen malachiet. Dit laatste type geeft doorgaans minder koper af dan het eerste. Algemene inwendige corrosie levert geen problemen op voor de levensduur van koperen waterleidingen.

Een veel gevaarlijker vorm van corrosie is

putcorrosie. Dit geeft zeer plaatselijk putten in het materiaal. Putcorrosie kan al binnen enkele maanden na de installatie tot een volledige perforatie van de buiswand leiden. Deze vorm van corrosie steekt nogal eens lokaal de kop op, zoals onlangs weer in Zuid-Limburg [15].

Putcorrosie ontstaat altijd als gevolg van een zeer lokale verstoring van het milieu. Voorbeelden zijn een insluitel in het metaal, een deeltje op de buiswand en agressieve ionen die plaatselijk de deklaag aantasten (chloride). Putten kunnen zich daarna snel ontwikkelen, met name omdat de oplosreactie en de zuurstofreactie op verschillende plaatsen optreden. De zuurstofreactie vindt aan de bovenzijde van de put plaats, de oplosreactie onderin de put. De koperionen in de put verbinden zich met water, waardoor zuur geproduceerd wordt:



In slecht gebufferde watersoorten kan het water in de put sterk verzuren, wat de putvorming versnelt.

Bovenstaand mechanisme is een sterke vereenvoudiging van de werkelijkheid, maar het geeft direct de factoren aan die putcorrosie beïnvloeden:

1. Het materiaal. Een voorbeeld hiervan vormen de koolstofdeeltjes die bij de fabricage op de buiswand achter kunnen blijven. Het KIWA keurt koperen buizen ondermeer hierop.
2. De installatietechniek. Vloeimiddelen en hun afbraakprodukten die ontstaan bij het solderen hebben dezelfde uitwerking als deeltjes wanneer ze in de installatie achterblijven. Bovendien bevatten sommige vloeimiddelen agressieve componenten. Putcorrosie komt meer voor in horizontale

dan in verticale leidingen, omdat deeltjes zich in horizontale leidingen gemakkelijker hechten.

3. De bedrijfsvoering. Putcorrosie blijkt met name voor te komen in installaties met traag stromend en vaak stagnerend water, ondermeer doordat er meer deeltjes bezinken. Frequent doorstromen van nieuwe installaties is dan ook een goed middel tegen putcorrosie.

4. De watersamenstelling. De kans op putcorrosie neemt af bij een toename van de pH, de buffercapaciteit (behalve bij zeer hoge waarden), het organisch stofgehalte en bij een afname van de zuurstofconcentratie, het sulfaatgehalte en het aantal deeltjes.

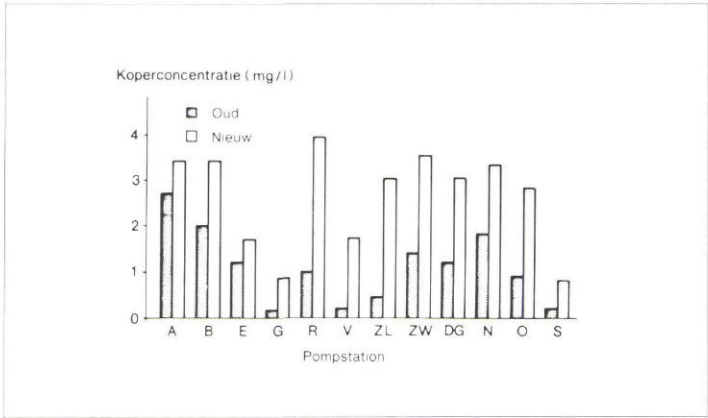
Meestal is putcorrosie het gevolg van een samenspel van meerdere factoren. Dit maakt het moeilijk op voorhand de kans op putcorrosie aan te geven. Expositieproeven geven meer duidelijkheid, zij het dat de informatie vaak pas na enkele jaren beschikbaar komt. Het KIWA onderzoekt momenteel de bruikbaarheid van elektrochemische technieken om op kortere termijn (enkele maanden) de kans op pitting vast te stellen.

Erosie-corrosie is een plaatselijk zeer ongelijkmatige aantasting, waarbij zich nauwelijks of geen deklaag heeft gevormd. Deze aantastingsvorm is vaak te wijten aan te hoge vloeistofsnelheden. De corrosieprodukten, die het metaal anders zouden beschermen, worden daardoor continu afgevoerd. Erosie-corrosie doet zich vooral voor op plaatsen waar het stromingspatroon verandert, zoals in bochten en vernauwingen. Het gevaar voor deze vorm van corrosie neemt toe boven snelheden van 1 m/s.

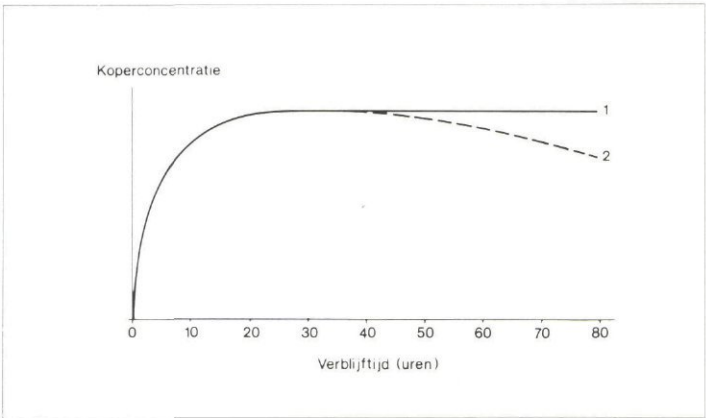
2.2. Koperafgifte

Een deel van het koper dat bij het corrosieproces vrijkomt, komt uiteindelijk in het water terecht. Alleen de algemene corrosie is in dit verband van belang. Putcorrosie en erosie-corrosie dragen vanwege het geringe contactoppervlak nauwelijks bij aan de koperafgifte. In steeds meer gebieden in Nederland wordt de koperafgifte als een probleem ervaren. Het slib van rioolwaterzuiveringsinstallaties wordt er dusdanig door verontreinigd, dat het niet meer geschikt is voor toepassing in de landbouw. De norm in het Waterleidingbesluit bedraagt 3 mg/l na 16 uur stilstand.

Het kopergehalte van drinkwater wordt in hoofdzaak bepaald door de (aanwezigheid van een) deklaag, de verblijftijd en de waterkwaliteit. Deklagen verminderen de koperafgifte aan drinkwater. Dit blijkt onder meer uit onderzoek [9], waarin het kopergehalte van diverse watertypen is gemeten na 16 uur stilstand in zowel oude als nieuwe buizen (afb. 5). Malachiet-deklagen geven



Afb. 5 - Het kopergehalte van enkele watertypen na 16 uur stilstand in oude en nieuwe koperen buizen. Het kopergehalte van de meeste watertypen overschrijdt na stilstand in de nieuwe leidingen de norm (3 mg/l na 16 uur stilstand). In nieuwbouw- en renovatiewijken zal de kopernorm dus vaak overschreden worden.



Afb. 6 - Bij verblijf in een koperen leiding verandert het kopergehalte van drinkwater meestal volgens een vast patroon. Na een aanvankelijke toename wordt een plateauwaarde bereikt, waar de koperconcentratie niet meer van de verblijftijd afhangt. In buizen met een inwendige diameter van 19,8 mm wordt het plateau meestal na ongeveer 20 uur bereikt. In enkele gevallen is er echter geen sprake van een plateau, maar neemt het kopergehalte bij langere verblijftijden weer af. Waarschijnlijk worden in deze watertypen koperhoudende deeltjes gevormd, die onder invloed van de zwaartekracht bezinken en aldus minder aan de totale koperconcentratie bijdragen naarmate de verblijftijd toeneemt.

doorgaans minder koper af dan cupriet-deklagen. Het effect van de verblijftijd is weergegeven in afb. 6. Bij verblijf in een koperen leiding verandert het kopergehalte van drinkwater meestal volgens een vast patroon. Na een aanvankelijke toename wordt een plateau-(verzadigings)waarde bereikt, waar de koperconcentratie niet meer van de verblijftijd afhangt. In buizen met een inwendige diameter van 19,8 mm wordt de verzadigingswaarde meestal na ongeveer 20 uur bereikt. Het kopergehalte neemt sneller toe naarmate de buisdiameter kleiner is. Uit oogpunt van koperconcentratie zijn buizen met een kleine diameter dus ongunstig. De toename van het kopergehalte wordt bepaald door de diffusiesnelheid van koperionen vanaf de buiswand naar het midden van de buis [9]. De oplosreactie verloopt sneller en is daardoor niet snelheidsbepalend. De invloed van de waterkwaliteit is nog in onderzoek. Het KIWA voert hiertoe proeven uit met gestandaardiseerde koperen buizenopstellingen. Op basis van de gegevens van 18 watertypen is het volgende verband gevonden [9]:

$$\text{CuMAX}(\text{mg/l}) = 0.53 \cdot \text{TAC}(\text{mMol/l}) - 2.05 \cdot \text{pH} + 15.9$$

waarin CuMAX de plateauwaarde is en TAC het totaal anorganisch koolstofgehalte ($= \text{CO}_2 + \text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$). Uit deze vergelijking blijkt dat de koperafgifte verlaagd kan worden door de pH te verhogen en TAC te verlagen. Toepassing van bovenstaande vergelijking leert dat 25% van de pompstations in Nederland niet aan de norm voldoet.

3. Lood
3.1. Corrosieprocessen

Er zijn twee vormen van loodcorrosie: algemene en galvanische corrosie. Analoog aan de kopercorrosie vindt de algemene corrosie voornamelijk onder invloed van

zuurstof plaats. De deklaag die gevormd wordt bestaat meestal uit basisch loodcarbonaat, soms ook uit loodcarbonaat en loodoxyde. Galvanische corrosie treedt op wanneer lood (als buis of als lood/tin soldeer) elektrisch geleidend verbonden is met een edeler metaal, bijvoorbeeld koper. De corrosiesnelheid is met name groot als het oppervlak van het koper groot is ten opzichte van het loodoppervlak. In koperen installaties is dat meestal het geval, zodat ook het water uit koperen leidingen aanzienlijke hoeveelheden lood kan bevatten. Recent onderzoek [16] bevestigt dit. Volgens laboratoriumproeven neemt de galvanische corrosie af met toenemende pH [17].

3.2. Loodafgifte

Bij de corrosie van de loodhoudende materialen gaat lood in oplossing. Uit gezondheidkundig oogpunt is dit ongewenst. Steeds meer onderzoeken [18] wijzen er namelijk op dat een langdurige blootstelling aan lood, ook bij lage concentraties schadelijk is voor de gezondheid. Voor het vaststellen en bewaken van de loodinname via drinkwater heeft het KIWA in samenwerking met de waterleidingbedrijven een nieuwe methode ontwikkeld. Binnenkort verschijnt hierover een publikatie.

Het loodgehalte van water uit loden leidingen wordt in hoofdzaak door dezelfde factoren bepaald als het kopergehalte van water uit koperen leidingen: de (aanwezigheid van een) deklaag, de verblijftijd en de waterkwaliteit. De deklaag in loden buizen is veel kwetsbaarder dan die in koperen buizen. Een incidentele lichte trilling verhoogt de loodafgifte aanzienlijk [1]. Voor het effect van de waterkwaliteit is onlangs op basis van metingen aan loden

buizenopstellingen de volgende empirische vergelijking afgeleid [1]:

$$\text{PbMAX} (\mu\text{g/l}) = -141 \text{ pH} + 12 \text{ T (C)} + 1135$$

waarin PbMAX de plateauwaarde is en T de temperatuur. pH verhoging heeft dus ook een gunstig effect op het loodgehalte van drinkwater. Bovenstaande vergelijking moet echter met de nodige voorzichtigheid beschouwd worden, omdat het slechts 37% van de variantie in PbMAX verklaart.

4. Methoden ter bestrijding corrosie en metaalafgifte

Uit het voorgaande blijkt dat er diverse methoden zijn om de corrosieverschijnselen in het distributienet te bestrijden. Het vermijden van pendelzones en lange uitlopers vermindert respectievelijk de gietijzercorrosie en de ijzerafgifte. Frequent spoelen van nieuwe installaties en toepassing van de juiste vloeimiddelen verkleint de kans op putcorrosie in koperen buizen. Het gebruik van loodvrije soldeermiddelen, zoals in Scandinavië [19] verdient navolging. Maar ook het drinkwater biedt mogelijkheden om de corrosie en afgifte van metalen te beïnvloeden. We kunnen daarbij onderscheid maken tussen 'conditionering' (= aanpassing van de pH en/of het anorganisch koolstofgehalte) en fosfaatdosering.

Conditionering

Voor alle beschreven metalen heeft pH-verhoging (tot een zeker maximum) een gunstig effect. Wijziging van het totaal anorganisch koolstofgehalte heeft echter zowel positieve als negatieve effecten. Zo leidt verlaging van het TAC enerzijds tot een daling van de lood- en koperafgifte, anderzijds vergroot het de kans op put-

corrosie van koper en kan het de corrosie en ijzerafgifte van gietijzer vergroten.

Bovendien blijkt uit ander onderzoek [20] dat de ontzinking van messing hulpstukken hierdoor toeneemt. Vanuit het oogpunt van corrosie en metaalafgifte bezien bestaat er dus een optimum voor het TAC. Vanzelfsprekend zal dit optimum per distributienet variëren. Bij het vaststellen van de optimale waterkwaliteit zal ook het effect op de kalkafzetting in boilers en geisers en op de aantasting van asbest-cement en beton in beschouwing genomen moeten worden.

Fosfaatdosering

Een andere methode voor de bestrijding van metaalcorrosie is het doseren van deklaagvormers (inhibitoren). Dit zijn verbindingen die door reactie met stoffen in het water, beschermende deklagen op de buiswand vormen. Veel waterleidingbedrijven in het buitenland maken met succes gebruik van deze methode. Fosfaten worden in dit verband het meest toegepast. In Nederland zal deze methode op bezwaren stuiten. De Nederlandse overheid probeert al zo'n 10 jaar de eutrofiëringsproblemen op te lossen door vermindering van de fosfaatbelasting van het milieu. Fosfatering is strijdig met dit beleid. Tegenover dit bezwaar staan echter ook voordelen. Fosfaten verlagen de lood- en waarschijnlijk ook de koperafgifte. De dosering is technisch eenvoudig en daardoor snel in een bestaand proces op te nemen. Omdat de ernst van de eutrofiëringsproblematiek regionaal sterk verschilt, moeten de voor- en nadelen van fosfaatdosering per regio beoordeeld worden. In bepaalde gebieden zou de balans wel eens ten gunste van een (tijdelijke) fosfaatdosering uit kunnen slaan.

Specifieke omstandigheden, zoals onder andere het materiaalgebruik in het leidingnet, de samenstelling van het gewonnen water en de capaciteit van het pompstation bepalen de meest in aanmerking komende behandelingsmethode. Het is aan de waterleidingbedrijven om deze afweging te maken.

Literatuur

1. Hoven, Th. J. J. van den. 'Het loodgehalte van drinkwater'. KIWA-mededeling 96.
2. Zoeteman, B. C. J. and Haring, B. J. A. (1978). 'Introduction of chemical compounds into drinking water during distribution'. RID-mededeling 78-6.
3. Sontheimer, H., Kölle, W. en Snoeyink, V. L. (1981). Jour. AWWA 73, 572.
4. Dousma, J. (1979). 'A colloidal chemical study of the formation of iron oxyhydroxide'. Proefschrift, Rijksuniversiteit Utrecht.
5. Elzenga, C. H. J. en Ekkers, G. H. (1983). Proc. KIWA-VWN Colloquium 'Distributie'.
6. Kuch, A., Sontheimer, H. en Wagner, I. (1983). Werkst. u. Korros., 34, 107.
7. Drost, G. H₂O 10, 230 (1985).
8. Hulsmann, A. D. en Ekkers, G. H. (1983). Proc. KIWA-VWN Colloquium 'Distributie'.
9. Hoven, Th. J. J. van den. H₂O 17, 603 (1984).
10. Reynen, G. K. H₂O 21, 478 (1984).

11. Wagner, I. en Kuch, A. (1984). *Water Supply* 2, 3/4, SS 11-1.
12. Diverse auteurs (1984). Werkst. u. Korros., 35, 565.
13. Nill, W. E. (1984). *DVGW-Schriftenreihe*. Wasser 39, 51.
14. Nissing, W. (1984). *DVGW-Schriftenreihe*. Wasser 39, 63.
15. Anonymus. *Installatietechniek*. Juni 1985.
16. Hulsmann, A. D. (1985). 'Waterkwaliteit aan het tappunt en aan het leveringspunt'. KIWA-mededeling 92.
17. Oliphant, R. J. (1982). Proc. IWSA-symp., Zürich.
18. Orlebeke, J. F. en Doornen, L. J. P. van (1984). *Intermediair* 20, 4.
19. Nielsen, K. (1984). Br. Corros. J., 19, 2, 57.
20. Bruchem, H. van (1984). 'De invloed van de waterkwaliteit op de ontzinking van duplex messing'. KIWA-mededeling 83.



PHLO-cursus 'Waterkwaliteit'

Delaatste jaren is de waterkwaliteit een steeds belangrijker aspect geworden van het waterbeheer, wat weerspiegeld wordt in de activiteiten van vele diensten en instellingen. Het waterbeheer heeft zich in toenemende mate ontwikkeld in de richting van een integraal waterbeheer, waarbij de kwaliteit en de kwantiteit worden afgestemd op de verschillende belangen die bij het waterbeheer een rol spelen. Voor een goed integraal waterbeheer is daarom inzicht vereist in de processen en factoren die de waterkwaliteit beïnvloeden.

In het landelijk gebied betekent dit dat aandacht nodig is voor de kwantitatieve waterhuishouding en processen (fysische, chemische, biochemische) in de bodem. Velen hebben in hun werk met een of enkele aspecten van het waterbeheer te maken. De cursus beoogt de deelnemers met alle aspecten, en hun onderlinge samenhang, goed bekend te maken.

Debelangrijkste verontreinigingsbronnen in het landelijk gebied zullen worden besproken. Tenslotte staat in het laatste deel van de cursus het waterkwaliteitsbeheer centraal; zowel technische als bestuurlijke aspecten zullen aan de orde komen.

Een belangrijk accent van de cursus ligt op de abiotische factoren en processen.

Ingrepen in het abiotische systeem kunnen wijzigingen veroorzaken in flora en fauna. Aan deze samenhang wordt, zowel voor dierlijk leven en vegetaties in sloten als voor vegetaties van natuurlijke terreinen en wegbermen, in de cursus aandacht besteed.

De cursus is bestemd voor onder andere medewerkers van waterschappen, zuiveringschappen, provinciale waterstaten, Landinrichtingsdienst, Staatsbosbeheer, onderzoeksinstituten en docenten van het middelbaar en hoger agrarisch onderwijs. De cursus is bedoeld voor afgestudeerden van het HAO en de LH, alsmede voor anderen die met een opleiding van vergelijk-

baar niveau werkzaam zijn in de bovengenoemde organisaties.

Voor hen wordt de cursus 'Waterkwaliteit landelijk gebied; aspecten van kwaliteitsbeheer', gehouden op 7, 8, 29, 30, 31 oktober en 18, 19 november 1986 in Wageningen. Aan de cursus kunnen 30 personen deelnemen.

De cursuskosten bedragen f 950,- per persoon, waarbij kosten van syllabi, lunches, diner op 7 oktober, koffie/thee zijn inbegrepen.

Belangstellenden kunnen zich opgeven door een intekenformulier in te vullen en uiterlijk 5 september 1986 te zenden aan: Bureau PHLO Wageningen, Hollandseweg 1, 6706 KN Wageningen.

Nadere inlichtingen en een intekenformulier zijn op verzoek verkrijgbaar bij het Bureau PHLO Wageningen (ing. F. Appel), telefoon 08370-84094/84093/84092.

Symposium 'Drought and Famine'

De International Water Supply Association organiseert in samenwerking met World Water '86 op 17 en 18 juli 1986 een symposium 'Drought and Famine' in aansluiting op de World Water '86-tentoonstelling en -conferentie.

Het symposium vindt plaats in het tentoonstellingscentrum Olympia te Londen.

Aan de orde komen de volgende thema's:

- meteorologie en droogte (het verzamelen van gegevens en het gebruik daarvan voor voorspellingen);
- gevolgen van droogte voor de bevolking en de natuurlijke omgeving;
- mogelijke maatregelen om de effecten van droogte te compenseren, zowel op korte als op lange termijn.

De zitting over de te nemen maatregelen wordt voorgezeten door prof. ir. P. L. Knoppert, directeur van de NV Waterwinningbedrijf Brabantse Biesbosch.

Het symposium is een initiatief van het Noorse Nationale ISWA-comité.

Nadere informatie: The Institution of Civil Engineers, Conference Department, 1-7 Great George Street, London SW1P 3AA, United Kingdom.