

Materiaalkeuze voor afvalwaterpompen: Verhoog de prestaties en verleng de levensduur van het systeem

Afvalwater kan soms zowel corrosief als schurend zijn. Het meest geschikte materiaal kiezen voor afvalwaterpompen is daarom essentieel voor een betrouwbare, duurzame en kosteneffectieve werking. Dit document bevat aanbevelingen voor de geschikte materialen voor afvalwaterpompen en voor de bescherming bij het gebruik van verschillende media. Het beschrijft ook de verschillende verschijnselen op het gebied van corrosie en slijtage.

Achtergrond

De complexiteit van de samenstelling van afvalwater neemt alsmat toe. Daarom is het belangrijk geworden om een pomp te kiezen in het juiste materiaal met een geschikte bescherming.

De reden voor de toegenomen complexiteit is afhankelijk van het geografische gebied. Hieronder worden enkele oorzaken vermeld:

Door de gestegen loonkosten willen klanten onderhoudsvrije pompstations. Daarom is het rendabeler om de pompen zand te laten transporteren over grote afstanden binnen het systeem dan om zuigwagens te gebruiken om het zand en gruis regelmatig te verwijderen langs het hele afvalwaternetwerk en het weg te voeren.

In sommige geografische gebieden is de afstroming van straten in steden en dorpen toegenomen door de toename van verharde terreinen. Deze toename aan bestratingen zorgt voor meer zand in het systeem, wat op zijn beurt leidt tot een hogere mate van slijtage op de hydraulische onderdelen van de pompen.

Het resultaat is dat er hogere eisen worden gesteld aan de materiaalkeuze en de bescherming van de pomp om optimale prestaties, een langere levensduur en een aanhoudend hoog rendement te garanderen. Dit leidt uiteindelijk tot een grotere energiebesparing en lagere totale eigendomskosten.

Het is even belangrijk om te weten wanneer het mogelijk en gepast is om een pomp te gebruiken in standaard grijs

gietijzeren materialen zonder extra beschermingsmaatregelen. Bij de meeste afvalwatertoepassingen is dit de aanbevolen oplossing. Andere materiaalkeuzes of extra bescherming werken anders onnodig kostenverhogend.



Hydraulische onderdelen van een afvalwaterpomp, verkrijgbaar in een brede waaier aan materiaalopties.

Hoe afvalwater de levensduur van de pomp beïnvloedt

Er zijn verschillende soorten afvalwater. Afhankelijk van het rioleringstype moeten er verschillende materialen worden gebruikt voor een langere levensduur van de pomp. Het chloridegehalte, de pH-waarde, de temperatuur, het zuurstofgehalte en schurende stoffen zijn factoren die de keuze van het materiaal en de bescherming beïnvloeden.

Onbehandeld afvalwater bevat normaal geen opgeloste zuurstof, omdat de micro-organismen de zuurstof gebruiken om het organisch materiaal in het afvalwater te consumeren. Als er zuurstof is, zelfs in kleine hoeveelheden, kunnen er onaanvaardbaar hoge niveaus van corrosie ontstaan als er grijs gietijzer of koolstofstaal wordt gebruikt.

Het chloridegehalte in afvalwater varieert van 10 tot 500 mg/l. In sommige gevallen kan dat echter nog hoger liggen door de infiltratie van zeewater. Ter vergelijking: het chloridegehalte in de Atlantische Oceaan bedraagt 19.500 mg/l.

In ongezuiverd afvalwater zitten vaak schurende deeltjes. Dit verhoogt het risico op slijtage van de hydraulische onderdelen. Materiaalcorrosie en -slijtage kunnen leiden tot ongeplande storingen en het stilvallen van het systeem en de nuttige levensduur van de pomp reduceren.



Voorbeeld van een typisch afvalwaterstation met propellerpompen.



Waaier na een versnelde slijtagetest in een laboratorium.

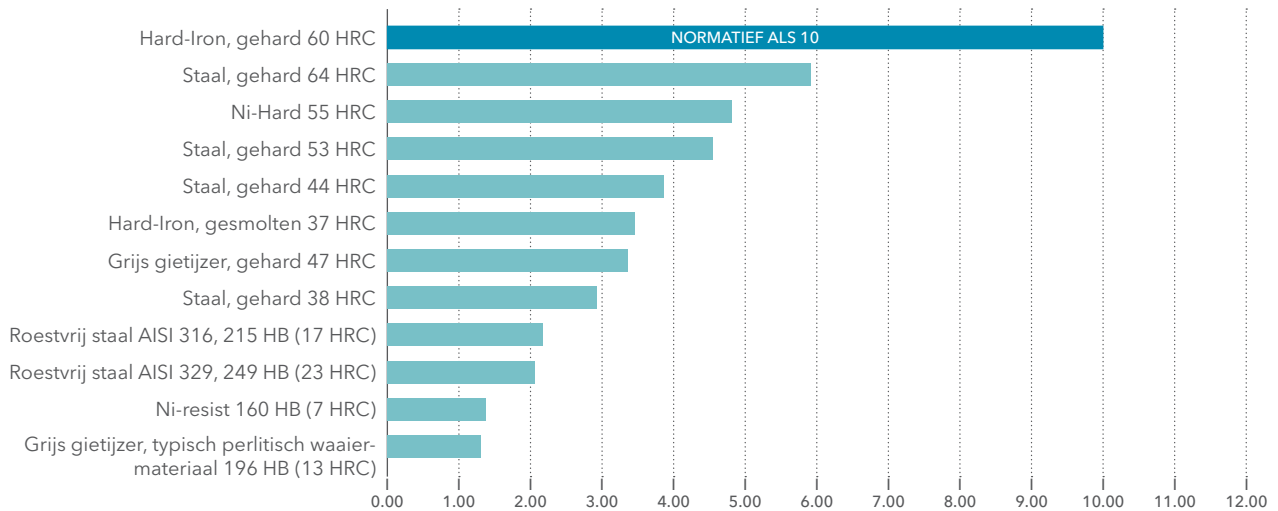
Slijtage

Slijtage is per definitie de afname van materiaal aan het oppervlak. Algemeen gezien kan er meer dan één slijtagemechanisme tegelijkertijd plaatsvinden. Eén van de slijtagemechanismen is echter meestal dominant. Slijtage door schurende deeltjes komt vaak voor in afvalwater. Als de snelheid in het slakkenhuis van de pomp hoog is, zal de watererosie sneller zijn. Voornamelijk de pomponderdelen, zoals waaiers, propellers, diffusoren en slakkenhuizen, die rechtstreeks in contact staan met de verpompte media ondervinden erosieve slijtage. Slijtage is niet recht evenredig met de snelheid van de verpompte vloeistoffen. Bij metallisch materiaal is de slijtage gewoon evenredig met meer dan het kwadraat van de snelheid. Uit tests is gebleken dat een exponent van 2,4 geschikt is ($Slijtage = c \cdot V^{2,4}$). Met andere woorden, als de snelheid met 50% wordt verhoogd, dan is de slijtage 2,6 keer groter.

Er is een sterk lineair verband tussen de slijtvastheid en de hardheid van hetzelfde type metallisch materiaal (Figuur 1). Deze slijtvastheidstests werden uitgevoerd in het Xylem-laboratorium door middel van een speciaal ontworpen testapparaat, dat de werkelijke omstandigheden in de pomp simuleert.

Hard-Iron™ heeft een uiterst hoge slijtvastheid door de ingebedde harde chroomcarbiden.

Relatieve slijtvastheidstest in slib met 20% natuurlijk granietzand (Korrelgrootte: 0,70 mm)



Figuur 1: Een overzicht van de relatieve slijtvastheid van verschillende materialen. De grafiek toont een sterk lineair verband tussen de slijtvastheid en de hardheid van hetzelfde type metallisch materiaal. Dit is duidelijk te zien voor staal in verschillende hardheden.

Het lineaire verband tussen hardheid en slijtvastheid is het best te zien bij gehard staal. Hoewel deze soorten staal vervaardigd zijn aan de hand van dezelfde techniek en dezelfde structuur hebben, hebben ze een andere hardheid. Grijs gietijzer met zachte grafiet in de structuur heeft een lagere slijtvastheid in verharde en gegoten toestand dan koolstofstaal met dezelfde hardheid. Roestvrij staal doet het daarentegen beter dan grijs gietijzer door de hogere corrosieweerstand van roestvrij staal.

Soorten corrosie

Er zijn tal van corrosieverschijnselen. Algemene corrosie en erosiecorrosie komen het meest voor bij grijs gietijzer en koolstofstaal als die rechtstreeks in contact komen met afvalwater. Galvanische corrosie is een andere soort die meestal gepaard gaat met aluminium pompen. Het risico op galvanische corrosie is echter ook groot als u bijvoorbeeld roestvrij stalen waaiers gebruikt in afvalwater.

Algemene corrosie

Algemene corrosie valt alle soorten oppervlakken aan, maar komt gewoonlijk in kleine mate voor. Algemene corrosie is gewoonlijk geen probleem voor onderdelen die gegoten zijn met dikke wanden. Daarom wordt de werking van de pomp niet aangetast.

De corrosiesnelheid voor corrosie door zuurstof kan door verschillende redenen versnellen, onder andere een hoge temperatuur, vloeistoffen met een hoge of lage pH-waarde, een hoog zuurstof- of chloridegehalte.

Meestal zorgt het chloridegehalte voor deze versnelling. Als vuistregel geldt dat als het chloridegehalte minder dan 200 mg/l bedraagt, er geen extra beschermingsmaatregelen nodig zijn voor grijs gietijzer of koolstofstaal.



De effecten van algemene corrosie op een afvalwaterpomp die nog steeds werkt na 50 jaar van gebruik.

Erosiecorrosie

Wanneer water met een hoge snelheid stroomt en zuurstof de gevolgen van corrosie van het oppervlak erodeert, dan komt erosiecorrosie voor. Deze soort erosie komt meestal voor in gebieden met een turbulente stroming. Het wordt nog erger wanneer er gasbellen en vaste deeltjes aanwezig zijn.

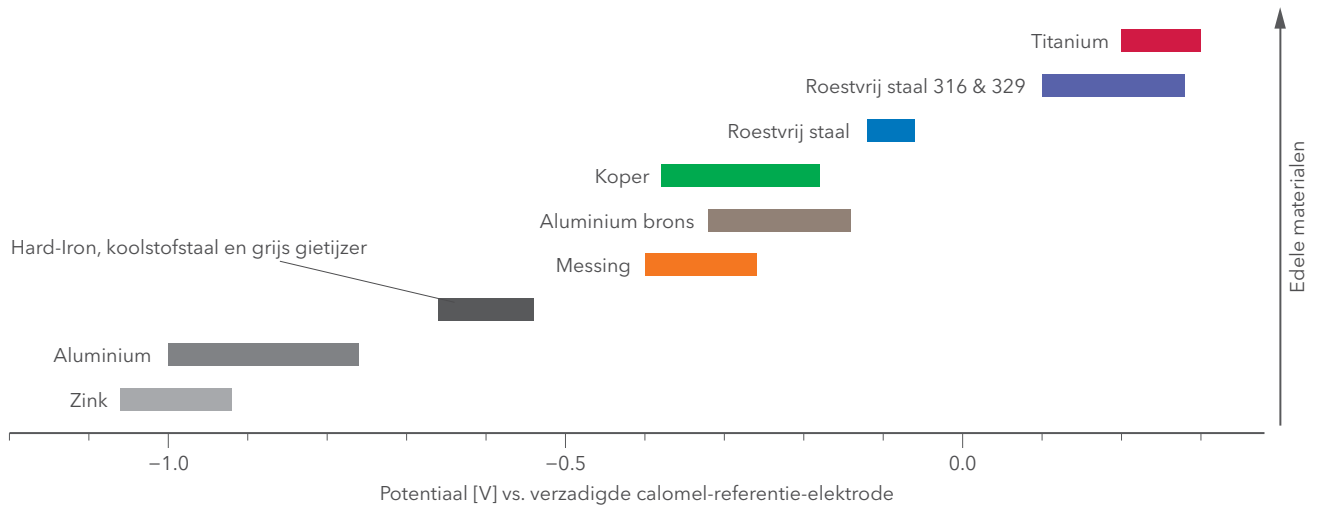
Schade van erosiecorrosie kan worden verward met cavitatieschade. Cavitatie kan optreden als de pomp niet in het juiste gebied van de QH-curve werkt of niet genoeg NPSH heeft. Voor een juist ingezette pomp is het risico op cavitatie laag. In dit geval is erosiecorrosie vaak het gevolg van schade aan het materiaal.

Galvanische corrosie

Wanneer twee verschillende metalen elektrisch verbonden zijn en in contact geplaatst worden met afvalwater dat chloriden bevat, vormen ze een galvanische cel waarin het edelere materiaal kathodisch is en het minder edele anodisch is. Het anodische materiaal wordt dan onderworpen aan corrosie.

De corrosiesnelheid hangt af van:

- De oppervlakteverhouding kathode/anode. Een grotere anodeoppervlakte dan kathodeoppervlakte beperkt het galvanische effect.
- De grootte van het potentiaalverschil (Figuur 2). Een groter potentiaalverschil verhoogt de corrosiesnelheid.
- De geleidbaarheid van de vloeistof. Een hoger chloridegehalte leidt tot een hogere corrosiesnelheid.



Figuur 2: Het elektrodepotentiaal van metalen kan worden gemeten in verschillende wateroplossingen en in galvanische reeksen worden weergegeven.



Soorten materialen

De keuze van het pompmateriaal hangt hoofdzakelijk af van de toepassing en de keuze is erg belangrijk voor een lange levensduur van de pomp. Het materiaal in de waaier is de belangrijkste factor, omdat de waaier zwaar getroffen wordt door slijtage en erosiecorrosie door de hoge omwentelingssnelheid ervan ten opzichte van de vloeistof.

Vaak gebruikte pompmaterialen

Materiaal	Nikkel	Chroom	Hardheid (verharde toestand)	Hardheid (niet verharde toestand)	Relatieve slijtvastheid	Elektrochemisch potentiaal	pH-	Chloridebeperkingen (Zonder zinkanodebescherming)
Grijs gietijzer	0 %	0 %	47 HRC	13 HRC	1,3 (3,3*) *gehard	-0,55 tot -0,65	5,5–14	<200 ppm
Roestvrij staal 316/329	4-11%	17-25 %	-	10–20 HRC	2	0,1–0,3	0–14	<500 ppm
Hard-Iron	0 %	25 %	60 HRC	37 HRC	10	-0,55 tot -0,65	5–14	200–300 ppm

Figuur 3: De meest gebruikte pompmaterialen en hun respectievelijke slijtvastheid en corrosieweerstand.

Grijs gietijzer

Grijs gietijzer, bekend om zijn uitstekende gieteigenschappen, kan ook worden gehard. Bovendien vertoont het goede machinale eigenschappen. Grijs gietijzer is het vaakst voorkomende waaiermateriaal, geschikt voor de meeste afvalwatertoepassingen waar er geen bijzondere vereisten zijn op het vlak van corrosiebescherming of slijtvastheid.

Grijs gietijzer kan worden gebruikt met afvalwater met een pH-waarde van 5,5 tot 14 onder de voorwaarde dat het chloridegehalte niet hoger is dan 200 mg/l. Als het chloridegehalte de maximaal toegestane waarden overschrijdt, dan wordt het gebruik van zowel zinkanodes als een speciale epoxycoating aanbevolen.

Roestvrij staal

Roestvrij staal (materiaaltype 316/329) vertoont een hoge corrosieweerstand, maar heeft een lage slijtvastheid. Afvalwater kan soms schurende deeltjes bevatten, waardoor roestvrij staal hier niet geschikt voor is.

Als de klant de voorkeur geeft aan een roestvrij stalen waaier, dan kan dit in de plaats van grijs gietijzer worden gebruikt. Dit zal echter negatieve gevolgen hebben. Als er zinkanodes vereist zijn vanwege corrosieve media, zullen de anodes sneller worden verbruikt en moeten ze vaker worden vervangen dan bij het gebruik van een waaier uit grijs gietijzer.

Een waaier uit grijs gietijzer vervangen door een roestvrij stalen waaier brengt ook het risico op galvanische corrosie met zich mee. Dit verhoogt de corrosiepotentiaal op de andere bevochtigde pomponderdelen en omliggende delen die gemaakt zijn van minder edele materialen. Roestvrij staal is daarom in het algemeen niet het aanbevolen materiaal voor toepassingen met afvalwater.

Hard-Iron™

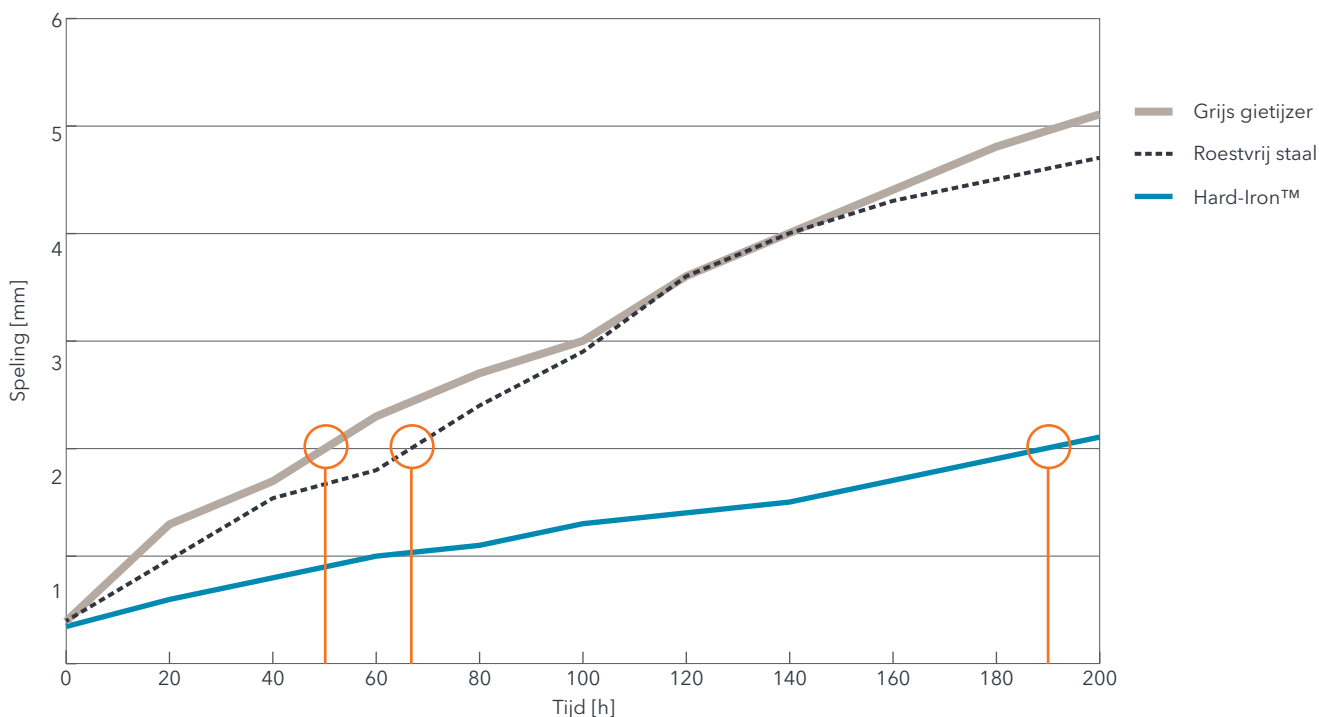
Hard-Iron heeft een gemiddelde corrosieweerstand en een erg goede slijtvastheid. Uit slijtagetests is gebleken dat de levensduur van een waaier uit Hard-Iron meer dan drie keer groter kan zijn dan die van een waaier uit gehard grijs gietijzer.

Hard-Iron is een erg sterke gietijzerlegering die voor 25% uit chroom en voor 3% uit koolstof bestaat. Tijdens het stollingsproces worden het chroom en de koolstof omgezet in zeer harde carbiden. Dit maakt Hard-Iron uiterst bestand tegen slijtage en erosiecorrosie.

Hard-Iron is beter geschikt voor gebruik in typische afvalwatertoepassingen dan roestvrij staal. Roestvrij staal veroorzaakt galvanische corrosie aan de omringende materialen en verkort de volledige levensduur van het systeem.

Er werden versnelde slijtagetests met zand uitgevoerd in het Xylem-laboratorium. Vóór de tests bedroeg de speling tussen de waaier en het slakkenhuis van de pomp 0,3 mm. Uit de testresultaten werd vastgesteld dat de waaierslijtage van roestvrij staal en grijs gietijzer ongeveer aan hetzelfde tempo plaatsvindt. Na 50 - 63 uur van versnelde slijtagetesten bedroeg de speling 2 mm (Figuur 4). Een waaier uit Hard-Iron gaat ongeveer drie keer langer mee. Na 190 uur van versnelde slijtagetesten bereikte de speling 2 mm.

Versnelde slijtagetest



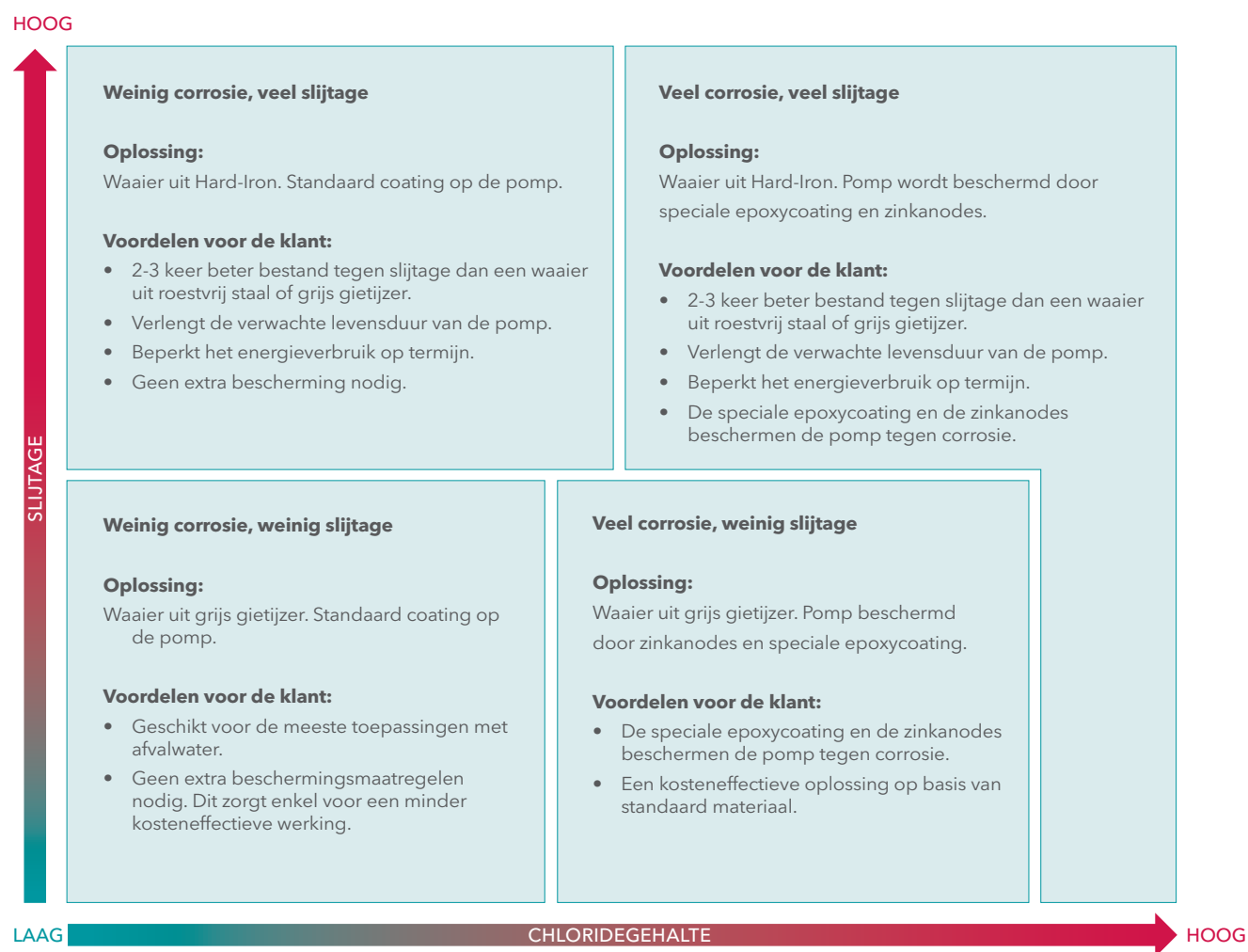
Figuur 4: Dankzij de bovenstaande tests kan de slijtage van de materialen worden vergeleken. Het gebruik van Hard-Iron minimaliseert de slijtage op pompwaaiers en verlengt de levensduur van de waaiers.

Conclusie

De steeds complexer wordende mengsels van afvalwater tasten de pomp aan en leiden tot zowel corrosie als slijtage in zwaardere toepassingen. Dit stelt hogere eisen aan de keuze van het juiste materiaal voor de waaier en aan het bieden van de geschikte pompbescherming zoals zinkanodes en beschermende coatings. Zoals eerder vermeld, hangt de materiaalkeuze voor de pomp af van de hoeveelheid chloride-ionen en schurende deeltjes in de verpompte vloeistof.

maakt en voor duurzaam functioneren zorgt. In geval van een grote hoeveelheid chloriden is er een bescherming nodig door middel van zinkanodes en een speciale epoxycoating ongeacht het waaiermateriaal. Als er een waaier uit roestvrij staal wordt gespecificeerd, kan het in de plaats van grijs gietijzer worden gebruikt. Dit verhoogt echter het risico op galvanische corrosie. Roestvrij staal is daarom in het algemeen niet het aanbevolen materiaal voor waaiers in afvalwatertoepassingen.

Bij de meeste afvalwaterbehandelingen is er weinig slijtage en zijn er kleine hoeveelheden corrosieve stoffen. In dit geval is grijs gietijzer als waaiermateriaal de beste oplossing en is er geen extra bescherming nodig. Bij omstandigheden met veel slijtage is een waaier van Hard-Iron nodig, omdat het de slijtvastheid drie keer groter



Figuur 5: Deze grafiek geeft de aanbevolen waaiermaterialen weer voor pompen uit grijs gietijzer. Andere materialen kunnen beschikbaar zijn, maar worden niet aanbevolen voor de toepassing met afvalwater.

