
Protocol T-correctie

**Handreiking voor het onderzoek voor de bepaling van de
hoedanigheidscorrectie**

22 oktober 2015

Verantwoording

Titel	Protocol T-correctie
Opdrachtgever	Unie van Waterschappen
Projectleider	Johan Blom
Auteur(s)	Amor Gaillard en Johan Blom
Projectnummer	1224617
Aantal pagina's	34 (exclusief bijlagen)
Datum	22 oktober 2015
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven

Colofon

Tauw bv
BU Water & Ruimtelijke Kwaliteit
Handelskade 37
Postbus 133
7400 AC Deventer
Telefoon +31 57 06 99 91 1
Fax +31 57 06 99 66 6

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom. De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001

Kenmerk R001-1224617GAI-wga-V01-NL

Inhoud

Verantwoording en colofon	3
1 Woord vooraf	7
2 Wettelijk kader en doel	10
2.1 Wettelijk kader	10
2.2 Toelichting	11
2.3 Doel T-correctie protocol	13
2.4 Leeswijzer	13
3 Toepassingsgebieden en uitvoeringsaspecten	14
3.1 Toepassingsgebied niet biologisch gezuiverd afvalwater	14
3.1.1 Bepaling biologische afbraak	14
3.1.2 Percolatiewater en grondwater	15
3.2 Toepassingsgebied biologisch gezuiverd afvalwater	15
3.2.1 Criterium goed werkend en zuiverende biologische waterzuivering	15
3.2.2 Biodegradatieonderzoek	15
3.2.3 Toxiciteitsonderzoek ten behoeve van biodegradatieonderzoek	17
3.2.4 Biodegradatieonderzoek en onopgeloste stoffen	17
3.3 Biologisch gezuiverd afvalwater en de BZV-methode (alfa factor).....	18
4 Aanvraag van de T-correctie	19
4.1 Beschrijving wijze van aanvraag	19
4.2 Inhoud onderzoeksvoorstel	20
4.3 Frequentie en invulling T-correctie onderzoek biologisch gezuiverd afvalwater	21
5 Wijze van berekening T-correctie met CZV-methode	23
5.1 Niet biologisch gezuiverd afvalwater	23
5.2 Biologisch gezuiverd afvalwater	23
5.2.1 BZV-oneindig onderzoek	23
5.2.2 Zahn-Wellens onderzoek	25
5.2.3 Toepassing f-factor	26
5.3 Biologisch gezuiverd afvalwater en de BZV-methode (alfa factor).....	26
6 Wijze van onderzoek en gebruikte analysemethodieken	27
6.1 Algemeen	27

6.1.1	Toxiciteitstesten en biodegradatietesten	27
6.1.2	Standaardisatie	27
6.2	LUMIStox test volgens NEN-ISO 11348-3	28
6.3	Respiratieremmingstest volgens NEN -EN ISO 8192	29
6.4	BZV-toxiciteitstest (Glucose /glutaminezuur test conform NEN-EN 1899-1).....	29
6.5	Zahn-Wellens onderzoek volgens NEN - EN - ISO 9888	30
6.6	BZV-oneindig onderzoek volgens NEN-EN 1899-1	31
7	Kwaliteitszorg	34
7.1	Eisen ten aanzien van het onderzoek	34
7.2	Eisen ten aanzien van het uitvoerende laboratorium en / of adviesbureau.....	34

Bijlage(n)

- 1 Beslisboom T-correctie protocol
- 2 Overzicht nieuwe werkwijze berekening T-correctie bij biologisch gezuiverd afvalwater
- 3 Voorbeeldberekening BZVoneindig bepaling op basis van BZVn onderzoek
- 4 Bepaling alfa factor (BZV berekeningsmethode)

1 Woord vooraf

Voor u ligt een protocol voor de bepaling van de hoedanigheidcorrectie in afvalwater, de zogenoemde T-correctie. Dit protocol is opgesteld door de Werkgroep Waterheffingen (voorheen het Landelijk Bestuurlijk Overleg Water, en daarvoor de Commissie Integraal Waterbeheer). De vertegenwoordigers van de Werkgroep Waterheffingen, ten aanzien van dit onderzoek, zijn Eugène van Galen en Anja Verhage van Rijkswaterstaat, Peter Janssen van Waterschap de Dommel, Simon Dijkstra van Wetterskip Fryslân en Arjan Veldhuizen van Eurofins Analytico.

Aanleiding

De mogelijkheid tot het toepassen van de T-correctie volgt sinds 2009 uit de Waterwet (verontreinigingsheffing) en de Waterschapswet (zuiveringsheffing). Daarvoor was deze geregeld in de Wet verontreiniging oppervlaktewateren. De wet schrijft echter niet voor hoe de T-correctie dient te worden bepaald. Een aantal waterkwaliteitsbeheerders had dan ook een eigen aanpak. Verder was niet elke waterkwaliteitsbeheerder vertrouwd met de T-correctie. Om meer eenduidigheid te creëren heeft de Unie van Waterschappen (UvW) in december 2006 een handreiking voor het bepalen van de T-correctie gepubliceerd, die de basis dient te vormen voor een uniforme aanpak door alle waterkwaliteitsbeheerders. In deze handreiking is een protocol opgenomen waarin staat wanneer de T-correctie mag worden toegepast, welke analyses uitgevoerd kunnen worden en hoe de T-correctie dient te worden berekend.

Desalniettemin is gebleken uit een enquête onder de waterschappen en Bureau Verontreinigingsheffing Rijkswateren (BVR), dat het protocol van de UvW uit 2006 niet eenduidig wordt nageleefd. De meeste waterschappen gebruiken het T-correctieprotocol van de UvW uit 2006, maar een aantal waterschappen en het Rijk volgen een eigen model of eerdere beleidsregels. Deze organisaties hebben de aanbeveling van de UvW niet overgenomen.

De verschillen in uitvoering bestaan hoofdzakelijk uit de volgende onderwerpen:

- Keuze in toepassing van een BZV₄₀₋ of een BZV₁₉ onderzoek voor het bepalen van de BZV-oneindig
- Criteria en randvoorwaarden voor een goed werkende waterzuivering
- Wel/geen toepassing van T-correctie voor niet biologisch gezuiverd afvalwater (concreet grondwater en percolatiewater)

Daarnaast vonden vele waterbeheerders de huidige leidraad onvoldoende en was er behoefte aan meer toelichting over de uitvoering en uitwerking en uniformiteit.

Doel aangepast T-correctie protocol 2015

De wens van de Werkgroep Waterheffingen is tot één protocol te komen, waarin naast de wijze van onderzoek tevens een aantal aanvullende randvoorwaarden zijn geüniformeerd. Om dit streven naar uniformiteit te verwezenlijken is een STOWA onderzoek in 2013 uitgevoerd naar de optimalisatie en uniformering van het T-correctieonderzoek, waarbij meer duidelijkheid is verkregen ten aanzien van enkele uitvoeringsproblemen. Door middel van (literatuur)onderzoek is gemotiveerd antwoord gegeven op verschillende onderzoeksvragen. Op basis van de aanbevelingen uit dit STOWA onderzoek is het T-correctieprotocol van de UvW uit 2006 aangepast.

Met de aanpassingen in het oude protocol is een grote slag geslagen met betrekking tot de verduidelijking van het T-correctieonderzoek ten aanzien van praktische uitvoeringsproblemen. Door gebruik te maken van de opgenomen samenvattende beslisschema's en de aanbevelingen met betrekking tot de rekenmethode is de uitvoering en uniformering van het onderzoek verbeterd.

Aanpassingen

Het protocol volgt in hoofdlijnen de opzet van de versie uit 2006, met daarbij een duidelijker voorschrift en duidelijkere procedures op basis van beslisboomschema's.

De wijzigingen hebben betrekking op:

- Verheldering van de concrete uitvoeringsmethode van toxiciteitstesten en BZV-oneindig onderzoek en de keuze van het slib/entmateriaal
- De LUMIStoxtest vervalt uit het onderzoeksprotocol als bruikbare toxiciteitstest bij het biodegradatieonderzoek
- Verplichting tot gebruik van gefiltreerd afvalwater tijdens het BZV onderzoek, in geval van water met onopgelost materiaal
- Criteria en randvoorwaarden goed werkende waterzuiveringsinstallatie
- Uniformere toepassingsmethode T-correctie voor grondwater en stortplaats zonder biologische zuivering, enkel met stoffenbenadering
- Berekening zuiveringsheffing met f-factor en enkel bij uitzondering met vaste alfa factor

Uitzonderingen

De beslisschema's zijn bruikbaar voor alle bedrijven die T-correctie aanvragen. Voor 80 % van deze bedrijven geldt de standaard opzet van het T-correctieonderzoek, uitgaande van een BZV-biodegradatieonderzoek volgens de algemene voorschriften, zonder maatwerk. Er zal echter altijd een aantal bedrijven blijven waarbij de algemene regels niet toepasbaar zijn volgens het standaard beslisschema en waarbij wel maatwerk noodzakelijk is. Voor deze bedrijven kan het nodig zijn om het T-correctie onderzoek bijvoorbeeld altijd uit te voeren met behulp van een Zahn-Wellens onderzoek of een stoffenbenadering. De eventuele praktische

uitvoeringsproblemen bij deze twee methodes zijn in dit onderzoek niet nader uitgewerkt. Hier kan in de toekomst nog aan gewerkt worden. De opzet van de Werkgroep Waterheffingen om tot één protocol te komen, is geslaagd voor de meerderheid van de bedrijven die T-correctie aanvragen.

Contactpersoon

Voor vragen aangaande het protocol of de uitvoering daarvan, kunt u contact opnemen met de heer Eugène van Galen (e-mail: eugene.van.galen@rws.nl).

2 Wettelijk kader en doel

In dit hoofdstuk wordt het wettelijk kader voor de T-correctie geschetst en toegelicht. Verder wordt ingegaan op het doel van dit protocol.

2.1 Wettelijk kader

De T-correctie is relevant voor drie heffingen via twee wettelijke grondslagen:

- Verontreinigingsheffing van het Rijk (waterwet);
- Verontreinigingsheffing van waterschappen (waterwet);
- Zuiveringsheffing van waterschappen (waterschapswet en het waterschapsbesluit).

Verontreinigingsheffing

De wettelijke grondslag voor de T-correctie wordt in de Waterwet als volgt verwoord in artikel 7.5, lid 4: *'Indien de uitkomst van de methode tot bepaling van het chemisch zuurstofverbruik in belangrijke mate is beïnvloed door biologisch niet of nagenoeg niet afbreekbare stoffen, wordt op die uitkomst een correctie toegepast, overeenkomstig bij ministeriële regeling, onderscheidenlijk belastingverordening te stellen regels'.*

Voor de kwantificering van de term 'belangrijke mate' wordt in het berekeningsvoorschrift van de T-correctie in de Waterwet aangegeven dat:

'Indien het chemisch zuurstofverbruik (CZV) voor ten minste 25 % afkomstig is van biologisch niet of nagenoeg niet afbreekbare stoffen in het afvalwater, wordt op deze CZV-waarde een correctie toegepast door deze te vermenigvuldigen met de breuk $((100-T)/75)$. Hierin is T het percentage CZV, afkomstig van biologisch niet of nagenoeg niet afbreekbare stoffen.

Ten aanzien van de verontreinigingsheffing welke door het Rijk wordt geheven is de aanvullende regeling opgenomen in artikel 7.2, derde lid, Waterregeling. Wanneer waterschappen een verontreinigingsheffing hebben ingesteld, kunnen zij dergelijke aanvullende regels stellen middels de belastingverordening van het waterschap. In artikel 9 van de model-verordening verontreinigingsheffing zijn hiertoe twee mogelijkheden opgenomen. In bijlage I, onderdeel C is de uitwerking van artikel 9 verwoord:

'II Indien de CZV-waarde voor ten minste 25 % afkomstig is van biologisch niet of nagenoeg niet afbreekbare stoffen in het afvalwater, wordt op die waarde een correctie toegepast door deze te vermenigvuldigen met de breuk $100 - T / 75$

waarbij

T= het percentage CZV, afkomstig van biologisch niet of nagenoeg niet afbreekbare stoffen.'

Zuiveringsheffing

De wettelijke grondslag voor de T-correctie wordt in de Waterschapswet als volgt verwoord in artikel 122g:

'1. Het aantal vervuilingseenheden wordt berekend met behulp van door meting, bemonstering en analyse verkregen gegevens, overeenkomstig bij algemene maatregel van bestuur te stellen regels.

2. Bij de maatregel kan worden bepaald dat ter uitvoering van die maatregel nadere regels worden gesteld bij verordening van het algemeen bestuur.'

Uitwerking vindt plaats in artikel 6.12, vijfde lid, Waterschapbesluit:

In artikel 6.12, vijfde lid van het Waterschapbesluit is dit als volgt verwoord:

'Indien de uitkomst van de methode tot bepaling van het chemisch zuurstofverbruik in belangrijke mate is beïnvloed door biologisch niet of nagenoeg niet afbreekbare stoffen, wordt op die uitkomst een correctie toegepast. Het algemeen bestuur geeft omtrent die correctie nadere regels bij belastingverordening.'

Deze nadere regels worden gesteld in de belastingverordening zuiveringsheffing. In de modelverordening zuiveringsheffing zijn – vergelijkbaar met de model-verordening verontreinigingsheffing – hiertoe twee keuzemogelijkheden opgenomen. In Bijlage I, onderdeel C is de uitwerking van artikel 9 verwoord:

'II Indien de CZV-waarde voor ten minste 25 % afkomstig is van biologisch niet of nagenoeg niet afbreekbare stoffen in het afvalwater, wordt op die waarde een correctie toegepast door deze te vermenigvuldigen met de breuk $100 - T / 75$

waarbij

T= het percentage CZV, afkomstig van biologisch niet of nagenoeg niet afbreekbare stoffen.'

2.2 Toelichting

Als afvalwater in het oppervlaktewater of op het riool wordt geloosd dan is daarvoor een heffing verschuldigd (respectievelijk verontreinigingsheffing of zuiveringsheffing). De hoogte van de heffing is mede afhankelijk van de hoeveelheid en de soort stoffen die worden geloosd. Bij lozingen met een relatief hoge vuillast of die relatief zeer veel afvalwater lozen wordt de vervuilingswaarde vastgesteld door middel van meting, bemonstering en analyse. De vervuilingswaarde wordt bepaald aan de hand van chemisch zuurstofverbruik. Nadeel hiervan is dat er stoffen zijn die wel chemisch afgebroken kunnen worden, en dus bijdragen aan de CZV, maar biologisch niet. Als deze biologisch niet of nagenoeg niet afbreekbare fractie ($\leq 10\%$

afbreekbaar) een belangrijk deel (≥ 25 %) van de het CZV gehalte uitmaakt kan vanwege de hoedanigheid van verbindingen in het afvalwater een correctie worden toegepast op de heffing: de T-correctie.

De basis voor de T-correctie is de toenmalige wijziging van de grondslag voor de verontreinigingsheffing in 1986. Deze hield in dat de heffing berekend werd op basis van de CZV vracht in plaats van de BZV₅ vracht. De T-correctie is in het leven geroepen om aan onbillijkheden van overwegende aard tegemoet te komen, die daardoor ontstonden. Om tegemoet te komen aan de bedrijven die slecht afbreekbaar CZV lozen en daardoor ineens een veel hogere heffing moesten betalen, is de T-correctie ontwikkeld.

De T-correctie mag worden toegepast als de CZV-waarde voor minimaal 25 % afkomstig is van biologisch niet of nagenoeg niet afbreekbare stoffen. De T-correctie geldt alleen als een correctie op de CZV waarde en niet op de stikstofwaarde.

Als het niet mogelijk blijkt om de biologische afbraak nauwkeurig vast te stellen, dan is er geen recht op T-correctie.

De uitvoeringsmethode van het onderzoek naar de T-correctie is afhankelijk van of het al dan niet biologisch gezuiverd afvalwater betreft. Dit zijn de toepassingsgebieden voor deze correctie. In hoofdstuk 3 wordt hier nader op ingegaan.

Voor het mogen toepassen van de T-correctie is in alle gevallen schriftelijke toestemming nodig van de (belastingheffende instantie van de) waterkwaliteitsbeheerder. Deze toestemming wordt op aanvraag verleend bij beschikking. Verzoeken kunnen worden gedaan voor toepassing van de T-correctie op biologisch gezuiverd afvalwater of niet biologisch gezuiverd afvalwater. In hoofdstuk 4 wordt nader ingegaan op de wijze van aanvragen.

Op grond van jurisprudentie is 'niet of nagenoeg niet biologisch afbreekbaar' gekwantificeerd als een percentage van niet meer dan 10 % biologische afbraak.

De heffing is gebaseerd op CZV en gereduceerde stikstof. In de waterwet wordt echter bij de T-correctie alleen ingegaan op CZV. Dit is ook in de model-verordening zuiveringsheffing en verontreinigingsheffing het geval. Hierna wordt er dan ook van uitgegaan dat de T-correctie alleen wordt toegepast als correctie op het CZV-gehalte.

Voorliggend protocol geeft nadere regels over:

- Onder welke voorwaarde de T-correctie toegepast mag worden

- De wijze waarop het percentage niet of nagenoeg niet afbreekbare stoffen in het afvalwater moet worden bepaald
- Welke toxiciteitstesten uitgevoerd dienen te worden
- De berekeningswijze waarop de correctie wordt vastgesteld
- De nauwkeurigheid waarmee het onderzoek dient plaats te vinden
- De wijze waarop het verzoek ingediend moet worden
- Zaken die maatwerk zijn per bedrijf, zoals o.a. de meetfrequentie

In bijlage 1 staat de wijze waarop het onderzoek uitgevoerd dient te worden in de vorm van beslisschema's weergegeven.

2.3 Doel T-correctie protocol

Voor het aanvragen en toepassen van de T- correctie en de methodiek en wijze van vaststelling van het percentage biologisch niet of nagenoeg niet afbreekbaar materiaal in het afvalwater wordt uniformiteit in regelgeving nagestreefd door de Unie van Waterschappen en Rijkswaterstaat. Dit protocol is om die reden opgesteld door Werkgroep Waterheffingen. Dit protocol sluit grotendeels aan bij de in 2007 gepubliceerde handreiking van de Unie van Waterschappen, 'Handreiking voor onderzoek voor de bepaling van de alfa -factor in biologisch gezuiverd afvalwater ten behoeve van de berekening van de T-correctie'.

2.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 3 staan de toepassingsgebieden genoemd van T-correctie voor biologisch gezuiverd en ongezuiverd afvalwater. Daarbij wordt beschreven hoe de uitvoering van het T-correctie onderzoek er over het algemeen uit ziet en worden enkele criteria beschreven waaraan het onderzoek moet voldoen.

In hoofdstuk 4 staat de wijze van aanvraag van een T-correctie onderzoek beschreven en waaraan het onderzoeksvoorstel moet voldoen.

In hoofdstuk 5 wordt de wijze van berekening van de T-correctie toegelicht voor biologisch gezuiverd en ongezuiverd afvalwater.

In hoofdstuk 6 worden de te gebruiken analysemethodieken toegelicht.

In hoofdstuk 7 worden de eisen ten aanzien van de kwaliteitszorg bij het onderzoek besproken.

3 Toepassingsgebieden en uitvoeringsaspecten

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de toepassingsgebieden van de T-correctie: niet biologisch gezuiverd afvalwater en biologisch gezuiverd afvalwater. Per toepassingsgebied wordt ingegaan op relevante uitvoeringsaspecten.

3.1 Toepassingsgebied niet biologisch gezuiverd afvalwater

De T-correctie voor niet biologisch gezuiverd afvalwater wordt alleen toegestaan op basis van de stoffenbenadering. Een BZV-benadering op de gehele afvalwaterstroom wordt niet toegestaan vanwege de te grote kans op afwijkingen in de analyseresultaten. Deze afwijkingen ontstaan onder andere door de wisselende samenstelling van het afvalwater, aanwezigheid van toxische stoffen en de onnauwkeurigheid van de bestaande biochemische analysemethodieken.

Bij niet biologisch gezuiverd afvalwater, moet dus per stof worden aangetoond dat deze biologisch niet of nagenoeg niet afbreekbaar is, zodat ook het aandeel per stof in percentage T kan worden uitgedrukt. De T-factor wordt berekend door sommering van de percentages van de verschillende stoffen.

3.1.1 Bepaling biologische afbraak

Naar aanleiding van jurisprudentie en landelijk uitgebrachte adviezen wordt maximaal 10 % afbraak, uitgedrukt in zuurstofverbruik ten opzichte van de CZV- waarde van de oorspronkelijke stof, als grenswaarde aangehouden voor de classificatie 'niet of nagenoeg niet biologisch afbreekbare stof'. Normaliter is bij een bedrijf bekend, of mag bekend worden verondersteld, welke stoffen in het afvalwater geraken. Op basis van analyse (biodegradatieonderzoek op een specifieke stof) en berekening van de specifieke stoffen dient door het bedrijf te worden aangetoond welke stoffen voor minder dan 10 % biologisch afbreekbaar zijn en welk CZV-aandeel deze stoffen hebben in de totale geloosde CZV-vracht. Op basis van toxiciteits- en (een) respiratieremmingstest(en) zal tevens aangetoond moeten worden in hoeverre deze niet of nagenoeg niet biologisch afbreekbare stoffen toxisch zijn voor micro organismen. Indien het een toxische stof betreft wordt een correctiebepaling op deze stof via een biodegradatiemethode niet toegestaan. Vaststelling dient dan met behulp van andere gegevens en/of door de waterbeheerder goedgekeurde methoden plaats te vinden (bijvoorbeeld speciaal onderzoek, beëdigde verklaring van meerdere onafhankelijke ter zake kundige chemici et cetera).

Als er gegevens bestaan over de afbreekbaarheid van een stof (bijvoorbeeld uitgevoerd door de fabrikant) en men hier gebruik van wil maken, dient de wijze waarop deze afbreekbaarheid is bepaald kenbaar gemaakt te worden aan het waterschap. Resultaten van biodegradatieonderzoek uitgevoerd door de fabrikant, waarover geen informatie bekend is of

gemaakt (mag) worden, zullen niet worden geaccepteerd bij de aanvraag. Verificatie van gegevens door het waterschap dient mogelijk te zijn waarbij de aanvrager de kosten van het onderzoek draagt.

3.1.2 Percolatiewater en grondwater

Ook percolatiewater (het afvalwater afkomstig van het stortlichaam van vuilstortplaatsen) en grondwater afkomstig van bronneringen en bodemsaneringen wordt beschouwd als niet biologisch gezuiverd afvalwater. Voor deze afvalwaterstromen geldt de stoffenbenadering.

3.2 Toepassingsgebied biologisch gezuiverd afvalwater

Bij biologisch gezuiverd afvalwater is het niet meer mogelijk om van de stoffen afzonderlijk een balans te maken door het ontstaan van (onbekende) afbraakproducten. Om deze reden kan het effluent van de biologische zuiveringsinstallatie niet via de stoffenbenadering worden onderzocht en dient een andere methodiek (zoals biochemische afbraak) te worden gevolgd. De biologische zuivering moet goed werken en een stabiel zuiveringsrendement hebben. Om de T-correctie te bepalen is een biodegradatieonderzoek nodig en mag het niet toxisch zijn.

3.2.1 Criterium goed werkend en zuiverende biologische waterzuivering

Een voorwaarde voor toepassing van de T-correctie voor biologisch gezuiverd water is dat er sprake is van een goed werkend en zuiverend biologisch zuiveringsproces. In de meetbeschikking dient de toepassing van de T-correctie te worden gekoppeld aan (minimum en maximum) grenswaarden voor CZV, stikstof-Kjeldahl en onopgeloste bestanddelen en/of bezinkbare bestanddelen. Een grenswaarde voor BZV₅ is doorgaans minder zinvol, omdat er geen 1:1 relatie is tussen het BZV₅ en de CZV indien het water volledig gemineraliseerd slib bevat. De absolute waarde van de grenswaarden is maatwerk, maar dient vastgesteld te worden op basis van de werkelijke effluentwaarden bij een goed werkende zuivering. Indien niet aan de grenswaarden of voorwaarden wordt voldaan mag de T-correctie niet worden toegepast en zal de vervuilingswaarde worden berekend op basis van de reguliere heffingsformule. Dit wordt per meetdag gezien.

3.2.2 Biodegradatieonderzoek

Er zijn twee types biodegradatietesten die gebruikt worden als basis voor de T-correctie:

- BZV-oneindig onderzoek
- Zahn-Wellens onderzoek

BZV-oneindig onderzoek

Het BZV-oneindig onderzoek wordt gebruikt om het biologische afbraakbare deel van de CZV te bepalen. Het BZV-oneindig gehalte wordt bepaald op basis van de uitkomsten van de

BZVn-analyse¹. De biologische afbreekbaarheid van CZV wordt hierbij bepaald, door op meerdere (n) dagen het BZV te meten. Op basis hiervan wordt door middel van lineaire regressie de waarde van BZV-oneindig (BZV_{∞}) berekend.

Randvoorwaarden bij het bepalen van de BZV-oneindig zijn:

- Deze test is niet toepasbaar indien het afvalwatermonster grote hoeveelheden niet opgelost koolstof bevat. De grenswaarde is maximaal 0,2 ml bezinksel. Als deze grenswaarde wordt overschreden moet het monster worden gefiltreerd (zie 3.2.4)
- Het te onderzoeken water mag niet toxisch zijn (zie 3.2.3)
- Het monster voor de BZVn-analyse dient binnen 12 uur na bemonstering te worden ingezet. Dit is afwijkend (sneller) van de NEN2, maar wel conform de waterregeling. Invriezing is niet toegestaan
- Alle meetpunten en verdunningen die de BZVn-analyse worden verkregen en gebruikt moeten worden gerapporteerd aan het bevoegd gezag

Zahn-Wellens onderzoek

Het Zahn-Wellens onderzoek³ is een biodegradatieonderzoek waarmee de afbreekbaarheid van de opgeloste organische koolstof (substraat) in een monster wordt bepaald. Op de uitkomsten van het Zahn-Wellens onderzoek kan het onafbreekbaarheidspercentage T worden gebaseerd.

Voor beide biodegradatieonderzoeken geldt dat correctie voor de aanwezigheid van onopgeloste bestanddelen alleen mogelijk is via de stoffenbenadering. Anders geldt hiervoor de reguliere heffingsformule berekening zonder T-correctie.

Randvoorwaarden bij het uitvoeren van het Zahn-Wellens onderzoek zijn:

- Het onderzoek is niet toepasbaar als het afvalwatermonster grote hoeveelheden niet opgelost koolstof bevat. Om dit te bepalen wordt gebruik gemaakt van de DOC (dissolved organic carbon) analyse en de TOC (total organic carbon) analyse. Indien $DOC \leq 90\%$ van TOC, dient het monster gefiltreerd te worden voor het uitvoeren van de test (zie 3.2.4)
- Het te onderzoeken water mag niet toxisch zijn (zie 3.2.3)
- In het te onderzoeken monster dient een minimale hoeveelheid substraat aanwezig te zijn (≥ 100 mg CZV/l) om een (nauwkeurige) bepaling mogelijk te maken
- Indien het niet mogelijk blijkt om de biologische afbraak nauwkeurig vast te stellen, dan is er geen recht op T-correctie. Dergelijke situaties spelen onder andere een rol indien er sprake is van een verstoring in de resultaten van een biodegradatieonderzoek (waardoor bijvoorbeeld de CZV waarde kleiner is dan BZV-oneindig, et cetera).

¹ ISO 5815-1: ISO 5815-1 en 2, NEN-EN 1899-1 en 2

² NEN-EN-ISO 5667-3

³ NEN-EN-ISO 9888: ISO 9888:1999

3.2.3 Toxiciteitsonderzoek ten behoeve van biodegradatieonderzoek

Er dient onderzocht te worden of de analyses van de biochemische afbraak niet worden geremd door de aanwezigheid van toxische en/of remmende stoffen. De te gebruiken toxiciteitstest is afhankelijk van de gebruikte bio-degeneratietest. Er kan gebruik gemaakt worden van de volgende toxiciteitstesten:

- Respiratieremmingstest en BZV-toxiciteitstest in combinatie met een BZV-oneindig onderzoek
- Respiratieremmingstest in combinatie met een Zahn-Wellens onderzoek

In effluenten van goed werkende biologische zuiveringsinstallaties, die in aanmerking komen voor een T-correctie op basis van een BZV-oneindig onderzoek, kan worden volstaan met een BZV-toxiciteitstest (BZV test met glucoseglutaminezuuroplossing) én respiratieremmingstest. De respiratieremmingstest mag, indien deze geen toxiciteit oplevert, na enkele onderzoeken stoppen. De BZV-toxiciteitstest blijft bij een BZV-oneindig onderzoek altijd vereist. Hiertoe wordt gebruik gemaakt van een standaardoplossing van glutaminezuur waarvan de BZV wordt bepaald in meerdere mengsels waarbij de glutaminezuuroplossing gemengd is met verschillende hoeveelheden van het te onderzoeken afvalwater. De uitkomsten worden vergeleken met de standaardoplossing zonder toevoeging van het te onderzoeken monster.

Indien blijkt dat het geloosde afvalwater toxische eigenschappen bezit waardoor het uitvoeren van het biodegradatieonderzoek niet goed mogelijk is, dan wordt een T-correctie op basis van dit onderzoek niet toegestaan. Berekening van de vervuilingswaarde vindt dan plaats via de reguliere heffingsformule, of op een andere, binnen de verordening vastgestelde, wijze.

3.2.4 Biodegradatieonderzoek en onopgeloste stoffen

Het biodegradatieonderzoek dient uitgevoerd te worden in afvalwater zonder bezinksel. Bij het onderzoek voor de T-correctie kunnen vaste deeltjes in het afvalwater namelijk storend werken door adsorptie van de vervuiling.

Bij een BZV biodegradatieonderzoek dient het monster bij aanwezigheid van onopgeloste bestanddelen gefiltreerd te worden, te weten indien het monster $\geq 0,2$ ml bezinksel bevat per liter effluent (Imhoff-bepaling 1 uur). Filtratie van het monster wordt voorgeschreven met een GF filter met poriëngrootte van $1,6 \mu\text{m}$ (zoals aangegeven in de NEN-EN ISO normen voor BZV).

Bij het Zahn-Wellens onderzoek dient er bij aanwezigheid van onopgelost materiaal reeds standaard gefiltreerd te worden. Een Zahn-Wellens biodegradatieonderzoek is niet van toepassing op onopgelost materiaal en is enkel bedoeld om de afbraak van de opgeloste organische stoffractie te bepalen.

De biologische afbreekbaarheid van de onopgeloste stoffen dient dan apart via de stoffenaanpak onderzocht te worden, of anders geldt hiervoor de reguliere heffingsformule.

3.3 Biologisch gezuiverd afvalwater en de BZV-methode (alfa factor)

Bij lozing van biologisch gezuiverd afvalwater op rijkswater bestaat de mogelijkheid om uit praktisch oogpunt van de in paragraaf 3.2 beschreven methode af te wijken. Bij deze methode wordt de een gecorrigeerd CZV-gehalte berekend door de BZV_5 te vermenigvuldigen met een vaste alfa-waarde 2,5. Deze mogelijkheid is van toepassing op het effluent van communale zuiveringen en op effluent van goed werkende industriële zuiveringen.

Goed werkende industriële zuiveringen die lozen op rijkswater en waarvan het effluent in belangrijke mate slecht afbreekbare stoffen bevat moeten, om gebruik te kunnen maken van de BZV-methode met een alfa factor, vallen binnen de volgende standaard grenswaarden:

- $BZV_5 < 20$ mg/l
- Onopgeloste bestanddelen < 30 mg/l
- CZV < 125 mg/l
- N-Kj < 10 mg/l

Voor communale zuiveringen zijn deze grenswaarden niet van toepassing.

4 Aanvraag van de T-correctie

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de manier waarop de T-correctie moet worden aangevraagd, de vereisten voor het onderzoeksvoorstel en de frequentie voor het bepalen van de T-correctie.

4.1 Beschrijving wijze van aanvraag

Anders dan uit de wet- en regelgeving ten aanzien van de verontreinigingsheffing geheven door het Rijk volgt, is voor de verontreinigingsheffing geheven door waterschappen en de zuiveringsheffing doorgaans een verzoek om toepassing van de T-correctie benodigd.⁴ Om te komen tot een juist opgesteld verzoek tot T-correctie dienen tenminste de volgende stappen ondernomen te worden:

1. De aanvrager neemt eerst contact op met de waterkwaliteitsbeheerder (ambtenaar belast met de heffing van het waterschap of het Hoofd van het Bureau verontreinigingsheffing rijkswateren) de) voor een oriënterend gesprek.
2. De waterkwaliteitsbeheerder stelt gezamenlijk met de aanvrager vast om welk type afvalwater het gaat, welke onderdelen van het T-correctie protocol van toepassing zijn, laboratoriumkeuze en wijze van onderzoek, etc.
3. De aanvrager of diens gemachtigde dient een schriftelijk onderzoeksvoorstel in met minimaal de in paragraaf 4.2 genoemde elementen
4. Na goedkeuring van het onderzoeksvoorstel wordt door het hoofd een voor bezwaar vatbare beschikking afgegeven met daarin minimaal opgenomen:
 - a) De wijze van berekening van de correctie
 - b) De hoeveelheid en samenstelling van het afvalwater waarop de correctie van toepassing is
 - c) De frequentie en de wijze van onderzoek met betrekking tot meting, bemonstering en analyse
 - d) Een vermelding van het heffingsjaar of de heffingsjaren waarvoor de beschikking wordt gegeven
5. Nadat de beschikking is afgegeven door het hoofd kan het onderzoek worden uitgevoerd. Indien geen goedkeuring wordt gegeven aan het onderzoeksvoorstel dient opnieuw overleg plaats te vinden met het hoofd of kan bezwaar worden ingediend tegen de afwijzing
6. Na afloop van het onderzoek dienen alle onderzoeksresultaten en bijbehorende informatie aan de ambtenaar belast met de heffing overlegd te worden

⁴ Aldus voorgeschreven in de model-verordening verontreinigingsheffing respectievelijk de model-verordening zuiveringsheffing

7. Na ontvangst van de resultaten van het onderzoek en een positief resultaat ($T > 25\%$) volgt een bevestiging door de ambtenaar belast met de heffing met daarin het percentage T-correctie of de rekenkundig gemiddelde f-factor. Bij het opleggen van de aanslag staat de mogelijkheid open om bezwaar en beroep aan te tekenen.

4.2 Inhoud onderzoeksvoorstel

Het verzoek dient vergezeld te gaan met een onderzoeksvoorstel. In het voorstel dienen minimaal de volgende onderdelen aanwezig te zijn:

1. Een omschrijving van de waterstromen waarop het onderzoek van toepassing is (dit kunnen meerdere stromen zijn bij hetzelfde object)
2. De wijze van meten en bemonsteren
3. De frequentie van meten, bemonsteren en analyseren, verdeeld over het jaar, om een representatief aantal monsters te verkrijgen en in relatie met de productie of andere bepalende omstandigheden
4. Het aantal voorgestelde dagen per periode van onderzoek en onderbouwing van het aantal
5. De naam van de partij of personen die het onderzoek uitvoeren (adviesbureau, laboratorium of medewerkers bedrijf of combinaties) met een verklaring dat men 'gecertificeerd' is voor het uitvoeren van de gevraagde handelingen en aantoonbare ervaring heeft met de proeven die worden aangevraagd. Indien een laboratorium en/of adviesbureau in de aanvraag genoemd wordt die geen (aantoonbare) ervaring heeft met de bovengenoemde onderzoek- en analysemethodieken dient men eerst aantoonbaar deze ervaring te verkrijgen voordat de onderzoeksresultaten zullen worden geaccepteerd. Hiertoe dient het onderzoeksvoorstel van de belastingplichtige een voorstel te bevatten.

Dit wordt aangevuld met de volgende gegevens afhankelijk van het type water:

Niet biologisch gezuiverd afvalwater

1. Opgave van de stoffen die verantwoordelijk zijn voor het percentage CZV dat niet- of nagenoeg niet biologisch afbreekbaar zijn en hun (biologische) eigenschappen (de zogenoemde 'productinformatie');
2. Wijze van berekening van het percentage CZV en kwantitatieve bepaling van hoeveelheden van de geanalyseerde verontreiniging die niet- of nagenoeg niet biologisch afbreekbaar is;
3. Aantal uit te voeren bio- degeneratie- en respiratieremming testen en de te gebruiken mediums per specifieke stof (afhankelijk van de eigenschappen van deze stoffen);
4. Indien geen onderzoek mogelijk is via een bio- degeneratieproef, de wijze waarop de niet-biologisch afbreekbaarheid van de stof(fen) is vastgesteld en validatie van deze vaststelling door deskundigen;

Biologisch gezuiverd afvalwater

5. Beschrijving en werking van de biologische zuiveringsinstallatie alsmede een opgave van de minimum en maximum grenswaarden voor CZV, stikstof-Kjeldahl en onopgeloste bestanddelen en/of bezinkbare bestanddelen in het effluent waartussen nog sprake is van een goed werkende biologische zuiveringsinstallatie en (mogelijk) een kopie van het logboek van het afgelopen jaar;
6. Het type uit te voeren toxiciteitstesten, biodegeneratieproeven en te volgen methodieken, zoals eventuele voorbehandelingsmethoden;
1. Het aantal uit te voeren biodegeneratie onderzoeken (waarbij de f-factor wordt bepaald);
7. Herkomst van het entmateriaal ten behoeve van de biodegeneratie onderzoeken (van welke zuiveringsinstallatie entslib of effluent wordt gebruikt of het gebruik van commercieel verkrijgbaar entmateriaal, dat te gebruiken is in BZV onderzoek en BZV toxiciteitstest);
8. Verklaring dat de T-correctie alleen toepast gaat worden op het deel opgeloste CZV in het afvalwater. Dit betekent dat tijdens de T-correctie onderzoeken de verhouding moet worden bepaald tussen de opgeloste en onopgeloste CZV.

4.3 Frequentie en invulling T-correctie onderzoek biologisch gezuiverd afvalwater

Het bedrijf dient het percentage T door middel van onderzoek aan te tonen in een representatief aantal monsters. Het aantal monsters wat in het onderzoek moet worden betrokken is daarom sterk afhankelijk van de kwaliteit en variatie van het te onderzoeken afvalwater. Bij het onderzoek dient gekeken te worden naar de werking van de biologische zuivering gedurende het (ge)hele jaar (zomer of winter) en invloeden ten gevolge van schommelingen in de samenstelling en/of productie. In elk geval dient minimaal tweemaal per jaar (zomer- en winterperiode) een T-correctie onderzoek plaats te vinden, tenzij een seizoensmatige invloed uit te sluiten is.

Bij alle bedrijven dient de eerste keer in de T-correctie meetperiode (en na gewijzigde productie) een uitgebreide BZV₄₀ meting uitgevoerd te worden met minimaal 11 meetpunten die lineair verdeeld zijn over de onderzoeksduur. In principe zou de maximaal gevonden BZV-waarde binnen het traject tussen meetdag 19 en 40 gelden als BZV-oneindig, indien een nagenoeg vaste BZV-waarde (plateau) bereikt is.

Indien uit de uitgebreide BZV₄₀ meting blijkt dat volstaan kan worden met een BZV₁₉ of BZV₂₈ meting, dan mogen de vervolgmetingen in die T-correctie meetperiode, uitgevoerd worden met een BZV₁₉ of BZV₂₈ meting, met minimaal 7 meetpunten die lineair verdeeld zijn over de onderzoeksduur, met ATU toevoeging. Uit de meting zal blijken of de meetdag na dag 19 noodzakelijk was. Indien de laatste meting onbetrouwbaar is (door een verminderde werking van ATU), dient deze meting weggelaten worden in de berekening van BZV-oneindig.

Bij een eerste T-correctie onderzoek per meetperiode, dienen ter vergelijking zowel een Zahn-Wellens onderzoek als een BZV-oneindig test naast elkaar te worden uitgevoerd. Indien er tussen de resultaten van het Zahn-Wellens onderzoek en de BZV-oneindig test niet meer dan 10 % afwijking bestaat, dan wordt er van uitgegaan dat beide methodes voor het onderzochte afvalwater een vergelijkbaar resultaat opleveren. Vervolgonderzoek tijdens dezelfde meetperiode, wordt dan toegestaan op basis van BZV-oneindig onderzoek. Het duurdere Zahn-Wellens onderzoek kan dan in het verdere vervolg achterwege blijven.

Gezien de spreiding in resultaten kan er over het algemeen geen vaste T-correctie gebruikt worden. De T-correctie dient daarom periodiek opnieuw bepaald te worden door onderzoek. Bij goed werkende communale en industriële zuiveringen die lozen op rijkswater bestaat echter wel de mogelijkheid om een vaste alfa factor te hanteren (zie 5.1).

5 Wijze van berekening T-correctie met CZV-methode

Er zijn drie methodes in gebruik voor de toepassing en berekening van de T-correctie:

- De stoffenbenadering (zie 3.1) voor niet biologisch gezuiverd water
- Correctie (verlaging) van het geanalyseerde CZV-gehalte met een zogenaamde f-factor (zie paragraaf 3.2) voor biologisch gezuiverd water
- Omrekening BZV₅ gehalte naar een BZV-oneindig waarde door vermenigvuldiging met een alfa-factor (zie 3.3) voor biologisch gezuiverd water

In bijlage 2 wordt per situatie aangegeven wanneer de CZV-methode (f-factor) wordt toegepast en wanneer de BZV methode (alfa factor) wordt toegepast. Gezien de grotere nauwkeurigheid van de CZV-analyse gaat de voorkeur uit naar toepassing en berekening van de T-correctie op basis van de CZV-methode met gebruikmaking van de f-factor. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de berekeningswijze van de verschillende methodes.

5.1 Niet biologisch gezuiverd afvalwater

Voor niet biologisch gezuiverd afvalwater geldt de stoffenbenadering. Per stof moet worden aangetoond dat deze biologisch niet of nagenoeg niet afbreekbaar is zodat ook het aandeel per stof in percentage T kan worden uitgedrukt. De 'gewogen' som van elke afzonderlijke stof met bijbehorende T- factor bepalen de uiteindelijke reductie van de totale CZV- waarde.

Nadat T is bepaald wordt het aantal kilogrammen zuurstofverbruik van een stof berekend volgens de formule:

$$kgO_2 = \frac{Q \times ((CZV \times (100 - T / 75)) + (4,57 \times Nkj))}{1000}$$

Deze berekening is geschikt voor dag- en jaarberekening. Meestal wordt hiervoor een dagvracht gebruikt die gecorrigeerd wordt voor het aantal dagen dat deze stof per jaar wordt geloosd.

5.2 Biologisch gezuiverd afvalwater

5.2.1 BZV-oneindig onderzoek

De biochemische afbraak van organisch materiaal wordt als volgt beschreven:

- Bij de afleiding van BZV_∞ dient altijd uitgegaan te worden van een 1^e orde reactie. In de praktijk kan echter een afwijking ontstaan waardoor een pseudo 1^e orde reactielijn ontstaat.

- De snelheid waarmee zuurstof door bacteriën wordt gebruikt (de snelheid waarmee het gemeten BZV toeneemt in de tijd) is evenredig aan de hoeveelheid nog in het water aanwezige organisch materiaal. De afbraaksnelheid neemt namelijk af in de tijd.

Dit betekent dat de afbraak verloopt volgens de reactievergelijking:

$$\frac{dBZV}{dt} = -k \times BZV$$

Stel dat de BZV₅ het BZV is op het tijdstip t = 0, dus bij het begin van de BZV-oneindig bepaling. Het BZV op het tijdstip t = n dagen op BZV_n. De toename van de BZV gedurende de tijd n is BZV_n - BZV₅. De evenredigheidsconstante k is te vergelijken met een snelheidsconstante bij chemische reacties. De dimensie van k = tijd⁻¹.

Hieruit volgt:

$$\frac{dBZV}{BZV} = -k \times dt$$

of

$$\int_{BZV_5}^{BZV_n} \frac{1}{BZV} dBZV = \int_0^n -k dt$$

of

$$\ln \left(\frac{BZV_n}{BZV_5} \right) = -k \times t$$

Door nu grafisch de $\ln(BZV_n/BZV_5)$ uit te zetten tegen $1/t$ kan de $\ln(BZV_\infty/BZV_5)$ worden afgelezen op het snijpunt van de y – as, en daarmee BZV_∞ worden berekend. Door middel van lineaire regressie is het snijpunt op de y-as te berekenen. De regressie wordt uitgevoerd op de analyseresultaten vanaf BZV₅ tot en met BZV₁₉ of BZV₄₀. In bijlage 4 is een voorbeeldberekening opgenomen.

Statistische benadering ter bepaling van BZV-oneindig in geval van uitschieters in de meetwaarden.

Om te bepalen of er uitschieters zijn die weggelaten mogen worden in de meetreeks, dient een statistische analyse uitgevoerd te worden bij de uitwerking van de analyseresultaten. Van de 11 waarnemingen (zoals bij een eerste BZV₄₀ meting) mogen er maximaal 2 onbetrouwbare

waarnemingen buiten beschouwing gelaten worden, indien het kwadraat van de correlatiecoëfficiënt (R^2) hierdoor toeneemt⁵.

Hiervoor dient de lineaire regressie van $\ln(BZV_n/BZV_5)$ tegen $1/t$, in eenzelfde meetreeks steeds opnieuw uitgevoerd te worden, waarbij er in de meetreeks steeds slechts één BZV_n meetwaarde wordt weggelaten, waarna de resulterende correlatiecoëfficiënten met elkaar vergeleken kunnen worden.

Bruikbare triplo en duplo metingen van de verschillende BZV verdunningen, dienen in principe gemiddeld te worden, mits ze qua trend met elkaar overeen komen. In geval van remming bij de BZV meting, kan het voorkomen dat de meest verdunde reeks een beter verloop geeft van de afbraak.

Als de BZV-oneindig (BZV_∞) is bepaald, is het mogelijk om de T-correctie te bepalen. Het onafbreekbaarheidpercentage T wordt bepaald met:

$$T = \frac{CZV - BZV_\infty}{CZV} \times 100\%$$

Indien de CZV- waarde voor ten minste 25 % afkomstig is van biologisch niet of nagenoeg niet afbreekbare stoffen in het afvalwater, wordt op die waarde een correctie toegepast door deze te vermenigvuldigen met de breuk:

$$\frac{100 - T}{75} = \text{correctiefactor}(f - \text{factor})$$

waarbij:

T = het percentage CZV, afkomstig van biologisch niet of nagenoeg niet afbreekbare stoffen, hierna het onafbreekbaarheidpercentage genoemd.

De biologische afbreekbaarheid van de onopgeloste stoffen dient apart via de stoffenaanpak onderzocht te worden, of anders geldt hiervoor de reguliere heffingsformule.

5.2.2 Zahn-Wellens onderzoek

Het onafbreekbaarheidpercentage T wordt met een Zahn-Wellens onderzoek berekend met:

⁵ Opgemerkt wordt dat alle waarnemingen aan de Waterkwaliteitsbeheerder dienen te worden overgelegd. In overleg met de ambtenaar belast met de heffing worden indien noodzakelijk maximaal 2 waarnemingen buiten beschouwing gelaten.

$$T = \frac{CZV_{t=end}}{CZV_{t=0}} \times 100\%$$

Het gaat hierbij om de opgeloste CZV. De biologische afbreekbaarheid van de onopgeloste stoffen kan apart via de stoffenaanpak onderzocht te worden, of anders geldt hiervoor de reguliere heffingsformule.

5.2.3 Toepassing f-factor

Gedurende het gehele jaar moet de CZV waarde van het afvalwater water bepaald worden. De CZV waarde moet vermenigvuldigd worden met de f-factor. Deze f-factor wordt als volgt in de heffingsformule toegepast ter bepaling van het aantal kg zuurstofverbruik:

$$kgO_2 = \frac{Q \times ((CZV \times f - factor) + (4,57 \times Nkj))}{1000}$$

5.3 Biologisch gezuiverd afvalwater en de BZV-methode (alfa factor)

De berekeningswijze is opgenomen in bijlage 4.

6 Wijze van onderzoek en gebruikte analysemethodieken

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de verschillende onderzoeken en analyses die bij het bepalen van de T-correctie kunnen worden ingezet. Hierbij wordt een beschrijving gegeven en wordt ingegaan op de interpretatie van de uitkomsten.

6.1 Algemeen

6.1.1 Toxiciteitstesten en biodegradatietesten

Voor de bepaling van toxiciteit/remming bij de biodegradatie van het afvalwatermonster, zijn de respiratieremmingstest naast de BZV-toxiciteitstest (glucoseglutaminezuur-test) vereist. De BZV-toxiciteitstest moet altijd worden uitgevoerd naast een BZV-oneindig onderzoek. Bij een biodegradatieonderzoek met het Zahn-Wellens onderzoek is de respiratieremmingstest de aangewezen methode om toxiciteit/remming aan te tonen.

Uit de praktijk blijkt dat afvalwater in het begin meestal toxisch is door de aanwezigheid van o.a. detergents en/of desinfectantia. De LUMISTox kan worden gebruikt als een oriënterende graadmeter voor toxiciteit om te bepalen of het afvalwater überhaupt toxisch is. Bepalend voor een T-correctieonderzoek is echter de toxiciteit ten aanzien van aëroob slib volgens NEN-EN-ISO 8192.

6.1.2 Standaardisatie

Ten behoeve van een optimaal onderzoeksresultaat en standaardisatie gelden de volgende zaken:

- Omdat de toxiciteitstest en de biodegradatietest aan elkaar gerelateerd zijn, dient de herkomst van het entmateriaal (de gebruikte bacteriecultuur) voor beide testen gelijk te zijn.
- Het doel van de biodegradatietest is om een zo vergaand mogelijke biologische afbreekbaarheid aan te tonen. Hierdoor dient entmateriaal gebruikt te worden dat de grootst mogelijke afbreekbaarheid geeft.
 - a) In de standaard gevallen kan de test geüniformeerd worden met het gebruik van standaard commercieel verkrijgbaar entmateriaal of effluent van een communale RWZI. Indien er geen vermoedelijk remmende componenten aanwezig zijn in het afvalwater en er een standaard BZVn onderzoek met BZV-toxiciteitstest uitgevoerd wordt, dan kan getest worden met standaard commercieel verkrijgbaar entmateriaal (voorkeur i.v.m. uniformiteit) of effluent van een communale RWZI.
 - b) Bij een Zahn-Wellens onderzoek en een respiratieremmingstest is de keuze aan entmateriaal in standaard gevallen beperkt tot actief slib van een communale RWZI.

- c) In de gevallen waar maatwerk noodzakelijk is, is geadapteerd entmateriaal nodig. Indien het onderzoek maatwerk betreft, dan dient in overleg met de waterbeheerder een entmateriaal en onderzoeksmethode te worden gekozen.
 - d) Bij de keuze van de herkomst van het entmateriaal, dient rekening gehouden te worden met eventueel remmende componenten die de afbraak zouden kunnen remmen bij ongeadapteerd slib, zoals bijvoorbeeld hoge zoutconcentraties of andere remmende stoffen.
 - e) Bij hoge zoutconcentraties in het afvalwater dient een actief slib/effluent gekozen te worden dat geadapteerd is aan hoge zoutgehalten (bijvoorbeeld van RWZI Beverwijk). Hetzelfde geldt in principe voor overige mogelijk storende componenten.
 - f) Het bovenstaande ten aanzien van entmateriaal geldt voor zowel directe als indirecte lozingen van afvalwater.
- De respiratieremmingtest en BZV-toxiciteitstest dienen met meerdere verdunningen en duplo's te worden uitgevoerd. Hierbij rekening houdend met de gebruikte verdunning als waarin het biodegradatieonderzoek wordt uitgevoerd
 - Alle meetpunten en verdunningen, bij het biodegradatieonderzoek en de toxiciteitstesten, dienen gerapporteerd te worden aan het bevoegd gezag.

6.2 LUMIStox test volgens NEN-ISO 11348-3

Met de LUMIStox test kan op een snelle en eenvoudige wijze de acute toxiciteit worden bepaald in waterige oplossingen. Het principe van de test berust op het meten van de afname van de bio-luminescentie van de bacterie *Photobacterium Phosphoreum*. Bij deze bacterie wordt de bio-luminescentie veroorzaakt door energie die vrijkomt in de citroenzuurcyclus. Bij verstoring van de citroenzuurcyclus (giftige stoffen) neemt de bio-luminescentie af. Deze afname wordt als maat voor de toxiciteit genomen.

De resultaten van de test worden uitgedrukt in EC20- of EC50-waarde of de toxiciteitindex (TI). De EC-waarde is de concentratie waarbij respectievelijk 20 % en 50 % remming van de activiteit plaatsvindt. De toxiciteitindex geeft de relatieve toxiciteit van het monster aan. Dit is het aantal malen dat een monster moet worden verdund om 20 % remming te veroorzaken.

Bij de beoordeling van de toxiciteit wordt gebruik gemaakt van een indeling in drie klassen:

- $TI < 2$: niet of nauwelijks acuut toxisch
- $TI = 2-10$: matig acuut toxisch
- $TI > 10$: sterk acuut toxisch

Voor de beoordeling van toxiciteit/remming geldt: Indien EC₅₀-waarde niet bepaalbaar is in het onverdunde monster, wordt het te testen monster als niet toxisch beschouwd.

6.3 Respiratieremmingstest volgens NEN -EN ISO 8192

Met deze test wordt de acute toxiciteit bepaald ten aanzien van aëroob actief slib door meting van het respiratietempo. De test wordt als volgt uitgevoerd:

Het monster wordt in verschillende verdunningen aan een aëroob actief slibmengsel toegevoegd. Het zuurstofverbruik van het slib wordt direct na toevoeging van het al dan niet verdunde monster gemeten en geregistreerd door middel van een zuurstofmeter en schrijver. Deze gegevens worden vergeleken met gegevens van hetzelfde slib zonder monster (= blanco). De procentuele remming wordt berekend met behulp van de volgende formule:

$$I = (1 - R_a / R_b) \times 100 \%$$

waarin:

- I = Remming in %
- R_a = het respiratietempo gemeten met het al dan niet verdunde monster (mg/l per uur)
- R_b = het respiratietempo gemeten zonder monster (mg/l per uur)

Op basis van het gemeten respiratietempo in het verdunde en onverdunde monsters wordt bepaald of er remming plaatsvindt en in welke mate bacteriën adapteren op het geloosde afvalwater.

Door de resultaten van de verschillende verdunningen met elkaar te vergelijken en het percentage remming grafisch te extrapoleren tegen de log concentratie van het te testen monster, kan de zogenaamde EC₅₀ worden bepaald. De EC₅₀-waarde is de concentratie waarbij respectievelijk 50 % remming van de activiteit plaatsvindt. Doordat de meetwaarden bij lage remming minder betrouwbaar zijn, dient de extrapolatie naar EC₅₀ uitgevoerd te worden met meetwaarden vanaf EC₁₀.

Voor de beoordeling van toxiciteit/remming bij de respiratieremmingstest geldt: als de EC₅₀-waarde niet bepaalbaar is in het onverdunde monster, wordt het monster als niet toxisch beschouwd. Dat wil zeggen dat bij 100 % monster (onverdund) er minder dan 50 % remming plaatsvindt.

6.4 BZV-toxiciteitstest (Glucose /glutaminezuur test conform NEN-EN 1899-1)

Met deze test wordt de acute toxiciteit bepaald ten aanzien van aerobe bacteriën door meting van de respiratie na 5 dagen.

De glucose/glutamine toxiciteitstest wordt uitgevoerd volgens een aangepaste BZV₅-meting die uitgevoerd wordt conform NEN-EN 1899-1 'bepaling van het biochemisch zuurstofverbruik na

n dagen – verdunningsmethode met enting'. In hetzelfde etmaalverzamelmonster waarin het BZV(n) onderzoek wordt uitgevoerd, wordt de toxiciteit bepaald door middel van een academische oplossing van glucose/glutaminezuur.

Aan het te onderzoeken monster wordt een oplossing van glucose / glutaminezuur toegevoegd, corresponderend met een BZV₅ van 200 mg O₂/liter. Indien de academische oplossing van 200 mg/l wordt teruggemeten na 5 dagen, kan worden vastgesteld dat het water niet toxisch is voor de gebruikte aerobe bacteriën. (Het entwater conform NEN-EN 1899-1 betreft hetzelfde entwater als bij het BZV-oneindig onderzoek en is effluent van een biologische zuivering of commercieel verkrijgbaar entmateriaal). De resultaten worden uitgedrukt als % van het rendement van de standaard, ofwel het % van de BZV van de glucose / glutaminezuur oplossing, die teruggemeten is. Voor de beoordeling van toxiciteit/remming ten aanzien van de BZV-toxiciteitstest geldt: Indien > 75 % wordt teruggemeten in de glucose- glutaminezuurtest, is er geen sprake van toxiciteit.

6.5 Zahn-Wellens onderzoek volgens NEN - EN - ISO 9888

Het Zahn-Wellens onderzoek is een biodegradatie onderzoek, gebaseerd op de bepaling van de totale aërobe bio-afbreekbaarheid van organische componenten in een waterig medium. Op basis van deze test kan dus ook de T-correctie worden bepaald. Deze test is niet toepasbaar indien het afvalwater grote hoeveelheden niet opgelost koolstof bevat. Het Zahn-Wellens onderzoek is niet van toepassing op onopgelost materiaal en is enkel bedoeld om de afbraak van de opgeloste organische stoffractie te bepalen. Tevens is Zahn-Wellens onderzoek enkel toepasbaar bij effluent met minimaal 100 mg/l opgelost CZV. De test wordt als volgt uitgevoerd:

Een hoeveelheid actief slib wordt vooraf geconditioneerd door het gedurende acht dagen zonder voeding te beluchten. Vervolgens wordt er een testmengsel samengesteld bestaande uit het monster, actief slib, leidingwater en een vastgestelde hoeveelheid van een buffer- en nutriëntenoplossing. Het testmengsel wordt vervolgens belucht, waarbij de beluchting zodanig wordt ingesteld dat het zuurstofgehalte > 2 mg/liter is. De zuurgraad wordt dagelijks gemeten en gecorrigeerd tot een waarde in de range van pH 7-8. Naast het testmengsel wordt ook een blanco onderzocht, bestaande uit een met het testmengsel overeenkomende concentratie van het actiefslib en de buffer- en nutriëntenoplossing. De blanco wordt op identieke wijze behandeld als het testmengsel. De afbraak van de organische koolstofverbindingen wordt gevolgd met behulp van CZV-metingen. De afbreekbaarheid van de organische koolstof in het afvalwatermonster wordt nu als volgt berekend:

$$D(t) = I - (C_t - C_b) / C_a \times 100 \%$$

waarin:

$D(t)$ = afbreekbaarheid in % na n dagen

C_t = CZV-gehalte na n dagen op moment van monsternamen in mg/l

C_b = CZV-gehalte van de blanco in mg/l

C_a = CZV-gehalte van het oorspronkelijke monster in mg/l

Voorwaarde voor een juiste uitkomst is het ontbreken van giftige en/of remmende stoffen in het afvalwater. Daarvoor is een onderzoek op toxische stoffen vereist.

Indien blijkt dat biodegradatiecurve bij een Zahn-Wellens onderzoek nog niet is afgevlakt op de laatste meetdagen, en er sprake is geweest van remming (respiratieremming tussen de 20 % en 50 %), maar geen toxiciteit in het verdunde monster dat gebruikt is voor de biodegradatietest, dan dient het onderzoek per situatie nader bekeken te worden. Dit vraagt om maatwerk

6.6 BZV-oneindig onderzoek volgens NEN-EN 1899-1

Het onderzoek op het biochemisch zuurstofverbruik wordt uitgevoerd volgens NEN-EN 1899-1.

De waarden worden opgegeven in BZV(n)- waarden.

BZV_n (19, 28 en 40 dagen)

Bij een BZV₁₉ oneindig onderzoek gelden voor n de volgende dagen: 0, 5, 7, 9, 12, 15, 19. Bij de analyse wordt allylthiourem (ATU) toegevoegd om de activiteiten van de eveneens zuurstof consumerende nitrificerende bacteriën te onderdrukken. Daar ATU maar beperkt houdbaar is, na ca. 14 dagen zijn werking verliest (in de praktijk 21 dagen), en bij gaat dragen als koolstof- en stikstofbron bij de BZV-afbraak, wordt bij het BZV(n) onderzoek standaard uitgegaan van maximaal $n=19$ dagen.

Bij een BZV₂₈ oneindig onderzoek, wordt ATU toegevoegd om de nitrificatie te remmen. Indien de laatste meting onbetrouwbaar is (door een verminderde of beëindigde werking van ATU), dient deze meting weggelaten worden in de berekening van BZV-oneindig.

Het is in bepaalde gevallen gewenst om een BZV₄₀ of BZV₂₈ oneindig onderzoek uit te voeren.

Bij een BZV₂₈ of BZV₄₀ oneindig onderzoek gelden voor n minimaal 7 meetdagen, die lineair verdeeld zijn over de onderzoeksduur.

Bij een BZV₄₀ oneindig onderzoek dienen de meetwaarden in veel gevallen gecorrigeerd te worden voor de nitrificatie. Hiervoor dienen op iedere meetdag NH_4 , NO_2 , NO_3 en NK_j gemeten te worden, om een stikstofbalans te maken, ter bepaling van de zuurstofconsumptie bij de stikstofomzetting.

De BZV-oneindig waarde wordt grafisch door middel van lineaire regressie bepaald (zie paragraaf 5.2)

Entwater

Als entwater bij het onderzoek dient commercieel verkrijgbaar entmateriaal of effluent van een communale RWZI te worden gebruikt, onder de voorwaarde dat hetzelfde entmateriaal gebruikt wordt bij de toxiciteitstesten. Er mag geen gebruik gemaakt worden van entwater afkomstig van de (eigen) biologische waterzuivering van het bedrijf. De reden hiervoor is dat de restverontreinigingen in het effluent niet of zeer moeilijk biologisch afbreekbaar kunnen zijn door de aanwezige bacteriën welke volledig ingesteld zijn op het aanbod van bedrijfsspecifieke stoffen.

Toxiciteit

Voorwaarde voor een juiste uitkomst is het ontbreken van giftige- en/of remmende stoffen in het afvalwater. Simultaan aan het BZV-oneindig onderzoek dient daarom een afbraakproef van glutaminezuur te worden uitgevoerd om eventuele toxische werking van het te onderzoeken monster afvalwater te detecteren.

Monsternamen en voorbehandeling

- Het monster voor een BZVn analyse dient binnen 12 uur na bemonstering te worden ingezet
- Invriezing van het monster is niet toegestaan
- Bij BZVn onderzoek is filtratie van het monster noodzakelijk bij aanwezigheid van onopgeloste bestanddelen, te weten indien het monster $\geq 0,2$ ml bezinksel bevat per liter effluent (Imhoff-bepaling 1 uur). Filtratie van het monster wordt voorgeschreven met een GF filter met poriëngrootte van $1,6 \mu\text{m}$

Bij een eerste onderzoeksperiode

- Bij alle bedrijven dient de eerste keer in de T-correctie meetperiode (en na gewijzigde productie) een uitgebreide BZV₄₀ meting uitgevoerd te worden met minimaal 11 meetpunten die lineair verdeeld zijn over de onderzoeksduur. In principe zou de maximaal gevonden BZV-waarde binnen het traject tussen meetdag 19 en 40 gelden als BZV-oneindig, indien een nagenoeg vaste BZV-waarde (plateau) bereikt is.
- Indien uit de uitgebreide BZV₄₀ meting blijkt dat volstaan kan worden met een BZV₁₉ of BZV₂₈ meting, dan mogen de vervolgmetingen in die T-correctie meetperiode, uitgevoerd worden met een BZV₁₉ of BZV₂₈ meting, met minimaal 7 meetpunten die lineair verdeeld zijn over de onderzoeksduur, met ATU toevoeging. Uit de meting zal blijken of de meetdag na dag 19 noodzakelijk was. Indien de laatste meting onbetrouwbaar is, dient deze meting weggelaten worden in de berekening van BZV-oneindig.

Interpretatie

- Bruikbare triplo en duplo metingen van de verschillende BZV verdunningen, dienen in principe gemiddeld te worden, mits ze voor wat de trend betreft met elkaar overeen komen. In geval van remming bij de BZV meting, kan het voorkomen dat de meest verdunde reeks een beter verloop geeft van de afbraak.
- Er dient een statistische analyse plaats te vinden bij de uitwerking van de analyseresultaten om te bepalen of er uitschieters zijn. Van de 11 waarnemingen bij de eerste BZV₄₀ meting mogen er maximaal 2 onbetrouwbare waarnemingen buiten beschouwing gelaten worden, indien het kwadraat van de correlatiecoëfficiënt (R^2) van de lijn hierdoor toeneemt.

ATU

In standaard gevallen is de benodigde hoeveelheid te doseren ATU 2 mg/l. Echter, indien de CZV/Nkj verhouding van het monster kleiner is dan 1, en de BZV resultaten zijn onbetrouwbaar, dan is nader onderzoek noodzakelijk om de juiste hoeveelheid te doseren ATU vast te stellen. In alle gevallen geldt, dat indien $CZV < BZV_n$ het BZV onderzoek ongeldig is.

7 Kwaliteitszorg

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de kwaliteitseisen de eisen ten aanzien van het onderzoek en de eisen ten aanzien van de deelnemende laboratoria en/of adviesbureau.

7.1 Eisen ten aanzien van het onderzoek

Indien er gegevens bestaan over de afbreekbaarheid van een stof (bijvoorbeeld uitgevoerd door de fabrikant) en men hier gebruik van wil maken dient de wijze waarop deze afbreekbaarheid is bepaald kenbaar gemaakt te worden aan de waterkwaliteitsbeheerder. Resultaten van bio-degeneratieproeven, uitgevoerd door de fabrikant, waarover geen informatie bekend is of gemaakt (mag) worden, zullen niet worden geaccepteerd bij de aanvraag. Verificatie van gegevens door de waterkwaliteitsbeheerder dient mogelijk te zijn waarbij de aanvrager de kosten van het onderzoek draagt.

Voor afvalwateronderzoek geldt dat de wijze waarop het monster wordt verkregen in overeenstemming moet zijn met de aan het bedrijf verleende meetbeschikking. Het monster dient representatief te zijn voor de gehele aangevraagde periode. Bij twijfel hieromtrent dienen meerdere monsters, van verschillende dagen, onderzocht te worden.

Toxiciteits- en bio-degeneratieproeven op specifieke stoffen dienen uitgevoerd te worden volgens de voorgeschreven methodieken. Indien er sprake is van vervanging van de norm (bijvoorbeeld verandering in ISO-norm) dienen de analyses volgens de nieuwe norm uitgevoerd te worden.

7.2 Eisen ten aanzien van het uitvoerende laboratorium en / of adviesbureau

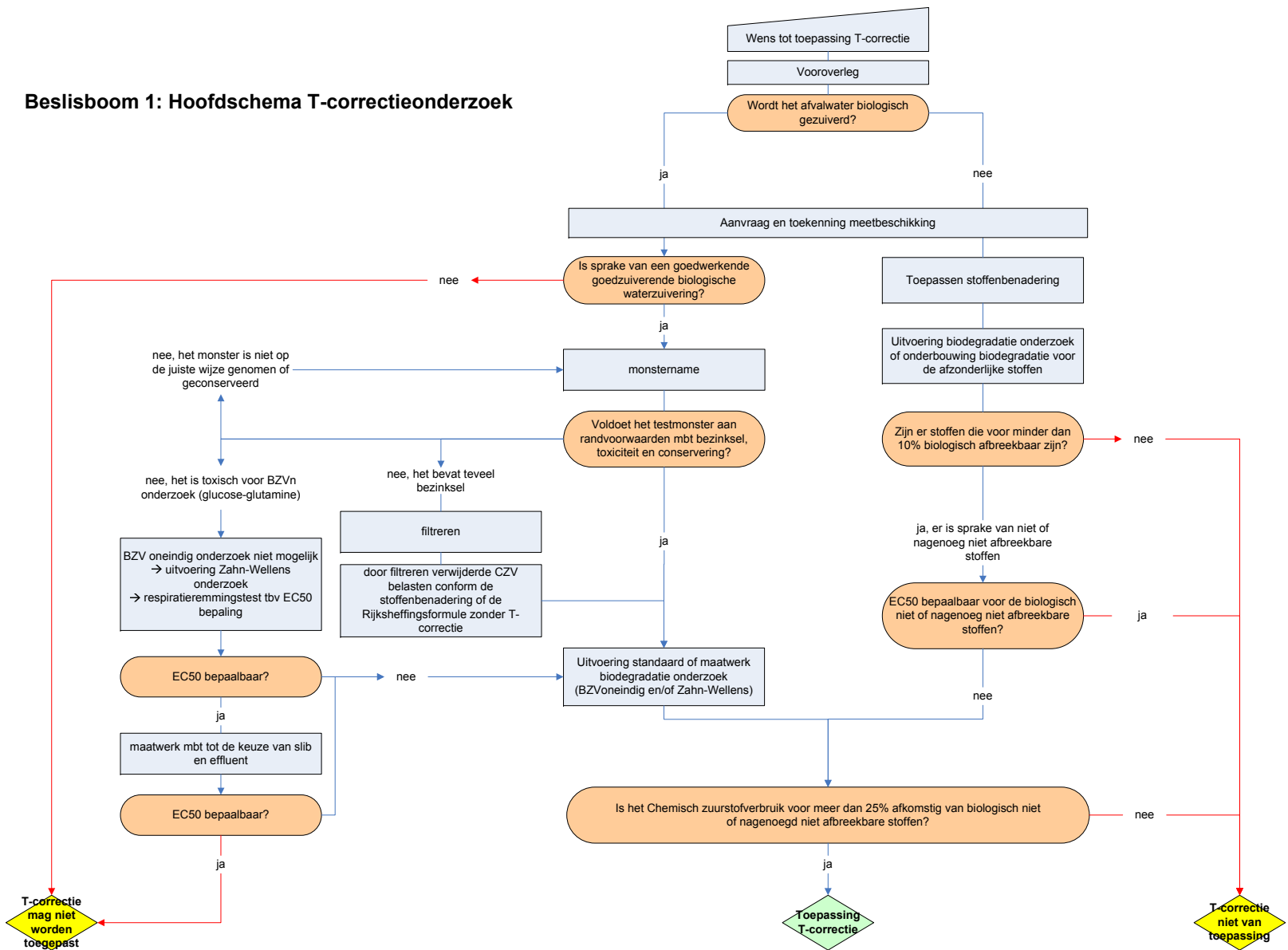
Door de ambtenaar belast met de heffing wordt als eis gesteld dat het laboratorium en/of adviesbureau, dat het onderzoek uitvoert namens een bedrijf, aantoonbare ervaring heeft met de proeven die worden aangevraagd. Indien een laboratorium en/of adviesbureau in de aanvraag genoemd wordt die geen ervaring heeft met de bovengenoemde onderzoek- en analysemethodieken dient men eerst aantoonbaar deze ervaring te verkrijgen voordat de onderzoeksresultaten zullen worden geaccepteerd. In voorkomende gevallen zal geadviseerd worden een ander laboratorium en/of adviesbureau te kiezen.

Bijlage

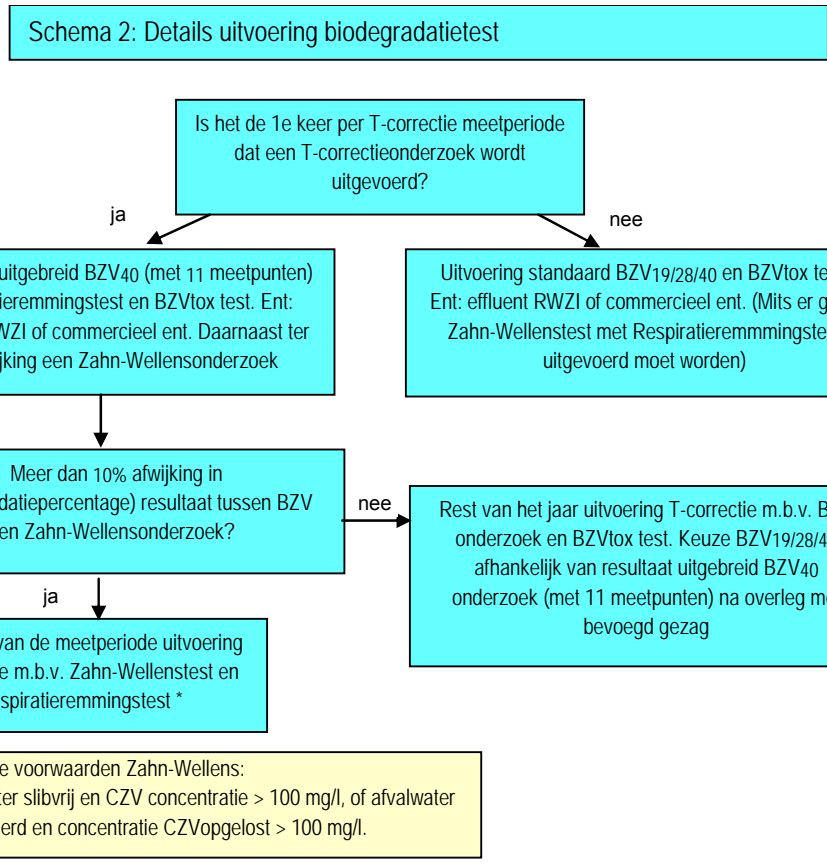
1

Beslisboom T-correctie protocol

Beslisboom 1: Hoofdschema T-correctieonderzoek



Beslisboom 2: Details uitvoering biodegradatietest



Bijlage

2

Overzicht nieuwe werkwijze berekening T-correctie bij biologisch gezuiverd afvalwater

Overzicht aanbeveling nieuwe werkwijze voor onderzoek T-correctie (biologisch gezuiverd afvalwater)

Betref	soort biologische zuivering	voorwaarde voor toepassing T-correctie	t.a.v.	rekenmethode	ieder meetdag Imhoff-bepaling nodig?	filtreren en bepaling CZV gefiltreerd nodig?
A	Lozingen op rijkswater					
	communaal	geen voorwaarde		via vaste waarde alfa=2,5	nee	nee
	industrieel (standaard-grenswaarden)	BZV5 =< 20 mg/l en onopgeloste bestanddelen (OB) =< 30 mg/l en CZV =< 125 mg/l en NKj =< 10 mg/l	per meetdag	via vaste waarde alfa=2,5	nee	nee
	industrieel (maatwerk-grenswaarden)	onopgeloste bestanddelen (OB) =< [maatwerk] mg/l en CZV =< [maatwerk] mg/l en NKJ =< [maatwerk] mg/l NB grenswaarden aanhouden die normaal bij goede werking van de zuivering gelden *)	per meetdag	via gemeten f-waarde. Per bedrijf vaste f-waarde voor b.v. 2 jaar aan de hand van 2 keer BZV-oneindigonderzoek	ja	indien sneltest Imhoff 1 uur < 0,2 ml/l: nee. Indien sneltest Imhoff 1 uur ≥ 0,2 ml/l: ja , dan voor deze meetdag rekenen met CZV heffing = [f-waarde voor slibvrij effluent x CZV gefiltreerd] + [CZVongefiltreerd - CZV gefiltreerd]
	industrieel (maatwerk-grenswaarden)	onopgeloste bestanddelen (OB) > [maatwerk] mg/l en/of CZV > [maatwerk] mg/l en/of NKJ > [maatwerk] mg/l NB grenswaarden aanhouden die normaal bij goede werking van de zuivering gelden *)	per meetdag	Rijksformule	ja	nee
B	Lozingen bij waterschappen					
	industrieel	onopgeloste bestanddelen (OB) =< [maatwerk] mg/l en CZV =< [maatwerk] mg/l en NKj =< [maatwerk] mg/l NB grenswaarden aanhouden die normaal bij goede werking van de zuivering gelden *)	per meetdag	per bedrijf vaste f-waarde voor b.v. 2 jaar uit historisch materiaal tenzij de gemeten f-waarde meer dan 25% spreiding heeft. Dan is jaarlijks BZVoneindig-onderzoek nodig**)	ja	Indien sneltest Imhoff 1 uur < 0,2 ml/l: nee. Indien sneltest Imhoff 1 uur ≥ 0,2 ml/l: ja , dan voor deze meetdag rekenen met CZV heffing = [f-waarde voor slibvrij effluent x CZV gefiltreerd] + [CZVongefiltreerd - CZV gefiltreerd]
	industrieel	onopgeloste bestanddelen (OB) > [maatwerk] mg/l en/of CZV > [maatwerk] mg/l en/of NKj > [maatwerk] mg/l NB grenswaarden aanhouden die normaal bij goede werking van de zuivering gelden *)	per meetdag	Rijksformule	ja	nee

*) Als grenswaarden kan er worden voor CZV resp. NKJ aangehouden worden 125 mg/l resp. 10 mg/l, tenzij uit praktijkmetingen bij een goede werking van de biologische zuivering blijkt dat er (een) ruimere grenswaarde(n) (maatwerk) nodig zijn.

**) Bij veel bedrijven zijn BZV-oneindigonderzoeken uit het verleden nog uitgevoerd *zonder* filtreren. Indien er met een bedrijfseffluent geregeld slib wordt geloosd dan is er voor dit bedrijf nieuw BZVoneindig-onderzoek nodig aan de hand van slibvrije effluentmonsters.

Bijlage

3

Voorbeeldberekening BZVoneindig bepaling op basis van BZVn
onderzoek

Voorbeeldberekening:

Tabel 1 Voorbeeld BZV ∞ bepaling

Kolom 1	Kolom 2	Kolom 3	Kolom 4	Kolom 5	Kolom 6
t (dag)	BZV _n (mg O ₂ /l)	ln (BZV _n / BZV ₅)	1/t (dag ⁻¹)	y = ax + b t/m BZV ₄₀	y = ax + b t/m BZV ₁₉
oneindig (∞)			0	1,9042	1,37892
5	4,00	0	0,2	-0,1545	0,00126
12	9,00	0,8109	0,0833	1,0464	0,80490
19	11,00	1,0116	0,0526	1,3624	1,01638
26	13,00	1,1787	0,0385	1,5083	1,11399
33	23,00	1,7492	0,0303	1,5922	1,17018
40	38,00	2,2513	0,0250	1,6468	1,20671

Debiet 577,6 m³

CZV 69 mg/l

N-kj 17 mg/l

De kolommen 5 en 6 (y = ax+b) zijn berekend op basis van de regressie uitkomsten (zie tabel 2) voor de BZV bepalingen tot en met dag 19 en dag 40.

De richtingscoëfficiënt voor kolom 5 bedraagt a = -10,2932 en b = 1,904161.

De richtingscoëfficiënt voor kolom 6 bedraagt a = -6,888324 en b = 1,37892208

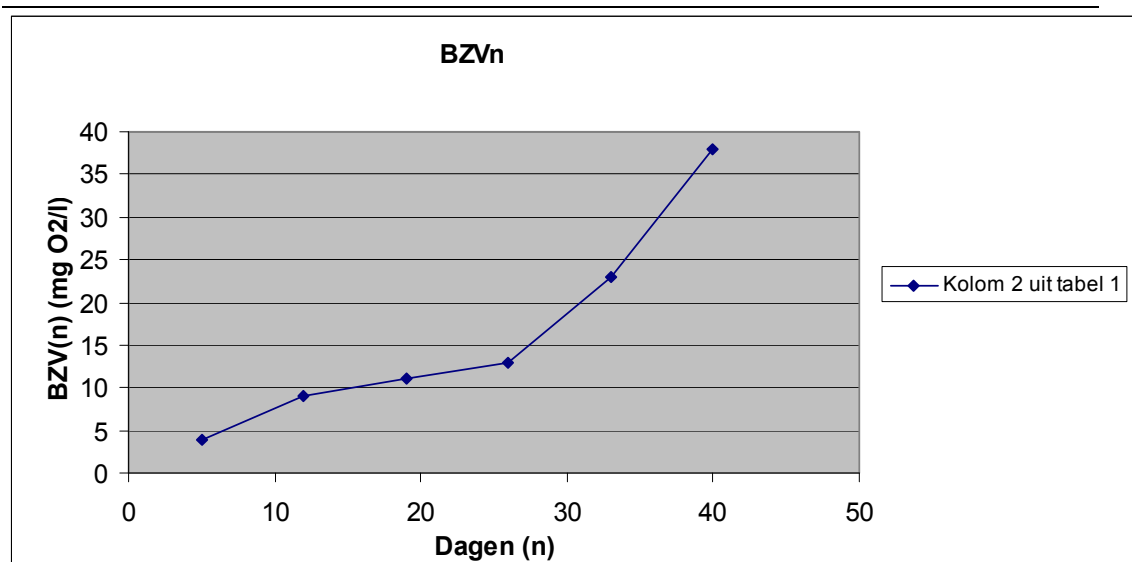
Tabel 2 Regressie uitkomst

Regressie uitvoer t/m BZV ₄₀			Regressie uitvoer t/m BZV ₁₉		
a	-10,2932		a	-6,8883	
b	1,90416		b	1,37892	
correlatie R ²	0,7685		correlatie R ²	0,9999	
alfa-factor	6,71	= e ^b	alfa-factor	3,97	= e ^b
BZV _∞	26,9	= BZV ₅ x alfa factor	BZV _∞	15,9	= BZV ₅ x alfa factor
CZV	69		CZV	69	
Nkj	17		Nkj	17	
T(%)	61,1 %	= (CZV-BZV _∞)/CZV	T(%)	77,0 %	= (CZV-BZV _∞)/CZV
f-factor	0,519	= (100-T)/75	f-factor	0,307	= (100-T)/75

De regressie uitvoer berekent de grootheden voor een lijn met de methode van de kleinste kwadraten om een rechte lijn te berekenen die het beste past bij de gevonden analyseresultaten. Het resultaat is een matrix die de lijn beschrijft. De regressiegrootheid R^2 is het kwadraat van de correlatiecoëfficiënt. Dit geeft aan hoe de geschatte en de feitelijke y-waarden zich tot elkaar verhouden en drukt deze verhouding uit in een waarde tussen 0 en 1.

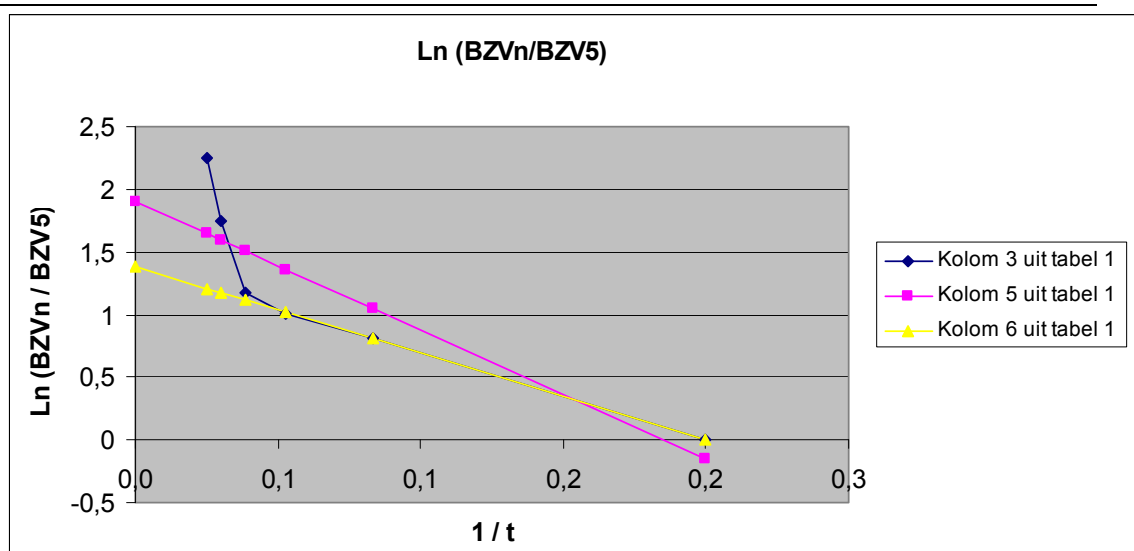
In de voorbeelden hierboven is R^2 voor de uitvoer t/m BZV₄₀ en de uitvoer t/m BZV₁₉ respectievelijk 0,768454 en 0,999894. Als het kwadraat van de correlatiecoëfficiënt 1 bedraagt, is er sprake van een perfecte correlatie. Als extra check voor een eerste orde afbraak kan R^2 worden gebruikt. Is deze kleiner dan 0,7- 0,8 dan is de correlatie te onnauwkeurig.

In figuur 7.1 is de BZVn, uitgezet tegen het aantal dagen, grafisch weergegeven.



Figuur 7.1 BZVn uitgezet tegen de tijd

In figuur 7.2 is grafisch de $\ln(BZV_n/BZV_5)$ evenals de berekende regressielijnen uit tabel 1 voor de BZV tot en met dag 19 en dag 40 weergegeven.



Figuur 7.2 Logaritmische weergave BZVn/BZV5 uitgezet tegen de tijd (1/t)

Bijlage

4

Bepaling alfa factor (BZV berekeningsmethode)

Bepaling alfa factor (BZV berekeningsmethode)

Bij deze berekeningsmethode wordt gedurende het gehele jaar de BZV₅ waarde gemeten in het water. Deze waarde moet nog omgezet worden naar de BZV-oneindig waarde. Daartoe moet de BZV₅ waarde vermenigvuldigd worden met een factor, de zogenaamde alfa-factor. Deze alfa-factor moet periodiek worden bepaald door het uitvoeren van een BZV-oneindig onderzoek, deze waarde kan als volgt worden uitgedrukt:

$$BZV_{\infty} = \text{alfa} \times BZV_5 \quad (\text{stap 1})$$

Het verschil tussen CZV en BZV-oneindig is de hoeveelheid niet of nagenoeg niet biologisch afbreekbare stoffen in het afvalwater. Het onafbreekbaarheidspercentage T- kan als volgt worden uitgedrukt:

$$T = \frac{CZV - BZV_{\infty}}{CZV} \times 100\% \quad (\text{stap 2})$$

Indien stap 1 wordt gesubstitueerd in de formule van stap 2 ontstaat de formule:

$$T = \frac{CZV - (\text{alfa} \times BZV_5)}{CZV} \times 100\% \quad (\text{stap 3})$$

Indien de formule van stap 3 wordt gesubstitueerd in de formule van stap 4:

$$\frac{100 - T}{75} = \text{correctiefactor} \quad (\text{stap 4})$$

Dan ontstaat de volgende correctie (de zogenaamde T-correctie):

$$\frac{100 - \frac{(CZV - (\text{alfa} \times BZV_5)) \times 100}{CZV}}{75} \quad (\text{stap 5})$$

De CZV- waarde dient gecorrigeerd te worden door deze te vermenigvuldigen met de formule in stap 5, waardoor uiteindelijk de volgende vervolgformule ontstaat:

$$\frac{100CZV - (100CZV - 100 \times \text{alfa} \times BZV_5)}{75} = \frac{100 \times \text{alfa} \times BZV_5}{75}$$

Deze formule kan vereenvoudigd worden tot:

$$1,333 \times \text{alfa factor} \times BZV_5 \quad (\text{stap 6})$$

De kilogrammen zuurstofverbruik wordt vastgesteld met behulp van de heffingsformule:

$$kgO_2 = \frac{Q \times (CZV + (4,57 \times Nkj))}{1000}$$

Voor de berekening van het aantal kilogrammen zuurstofverbruik met T-correctie, wordt de CZV in de heffingsformule vervangen door de formule in stap 6. Dit wordt de BZV- formule genoemd:

$$kgO_2 = \frac{Q \times ((1,333 \times \text{alfa} \times BZV_5) + (4,57 \times Nkj))}{1000}$$