



Mirabella Mulder, Mirabella Mulder Waste Water Management
 Jos Frijns, KWR Watercycle Research Institute
 Ad de Man, Waterschapsbedrijf Limburg
 Henri Maas, Waterschap Brabantse Delta

Afvalwaterzuivering: energie onder één noemer

Bij rapportages over het energieverbruik van rioolwaterzuiveringsinstallaties komen steeds weer andere waarden en zelfs verschillende eenheden naar voren. In de protocollen voor de meerjarenafspraken, de Bedrijfsvergelijking Zuiveringsbeheer, het Centraal Bureau voor de Statistiek, het Klimaatakkoord en de Energiefabriek worden verschillende berekeningswijzen en omrekeningsfactoren toegepast voor energieverbruik en -opwekking. Dit leidt tot verschillende rapportages van het absolute energieverbruik van de communale afvalwatersector in zijn geheel en energiebesparingsopties. Agentschap NL en de waterschappen hebben in het project 'Afvalwaterzuivering - Energie onder één noemer' deze verschillen inzichtelijk gemaakt en onderzocht of standaardisering mogelijk is voor de gehele afvalwatersector.

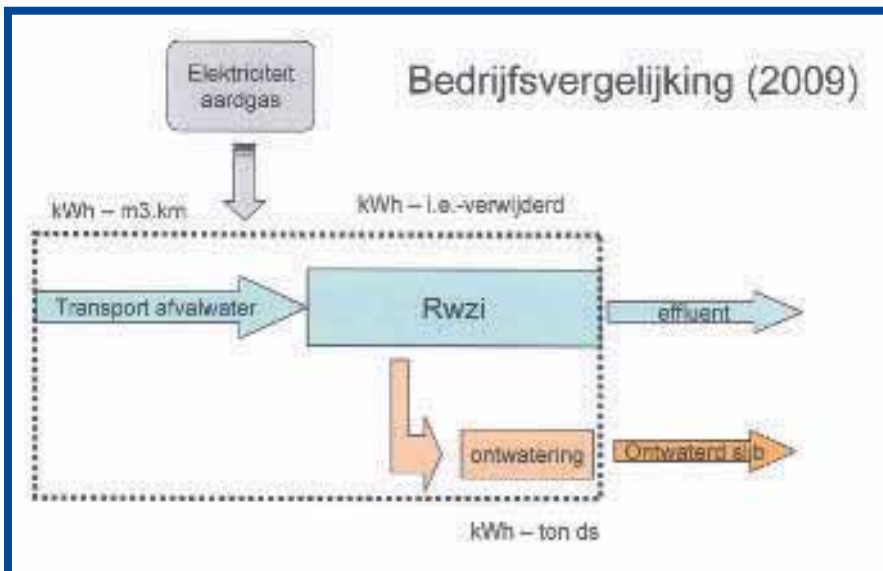
Energie staat reeds langere tijd bij de Nederlandse zuiveringsbeheerders in de belangstelling. In 2008 is door de sector de Meerjarenafspraak (MJA) energie-efficiëntieverbetering ondertekend, waarbij gestreefd wordt naar een besparing van twee procent per jaar in de periode 2005 tot en met 2020. In april 2010 is het Klimaatakkoord ondertekend. Dit gaat verder dan de afspraken binnen de MJA, aangezien hier eisen gesteld worden aan de zelfvoorzienendheid van de waterschappen door

middel van een eigen duurzame energieproductie van 40 procent. Daarnaast is er het initiatief de Energiefabriek, dat streeft naar het zo efficiënt mogelijk benutten van de energie-inhoud van het afvalwater. Inmiddels hebben 14 waterschappen zich hierbij aangesloten.

In toenemende mate worden de waterschappen betrokken bij initiatieven die verder gaan dan de primaire taak van afvalwaterzuivering en waterbeheer, maar

in het licht van de energievraag in een maatschappelijk context wel relevant zijn. De zuiveringsbeheerders zoeken, al dan niet in het kader van de Energiefabriek, steeds meer interactie met de omgeving en komen tot synergievoordelen waarbij energie wordt uitgewisseld met de omgeving in de vorm van groengas/biogas of warmte, energie-rijke stromen worden ingenomen, bewust meer chemicaliën worden gedoseerd en in de toekomst ook grondstoffen worden geproduceerd.

Afb. 1: Huidige systeemgrens benchmark met de gehanteerde kengetallen kWh/m³*km en kWh/i.e. verwijderd en kWh/ton ds.



Grenzen vervagen

Uit het voorgaande blijkt dat de systeemgrenzen vervagen. Het energiegebruik en de opwekking van energie zijn volgens bijvoorbeeld de huidige definities van de Bedrijfsvergelijking Zuiveringsbeheer (de benchmark van de afvalwatersector) beperkt tot wat de zuivering in- en uitgaat (zie afbeelding 1).

Binnen de Energiefabriek worden de systeemgrenzen verlegd. Uitwisseling van energie en grondstoffen met de omgeving krijgt binnen dit concept waarde. Een ontwikkeling waarop tevens is ingespeeld in het STOWA-project rwzi 2030. Afbeelding 2 geeft de systeemgrenzen weer van deze ontwikkelingen.

Rapportage afvalwaterenergie

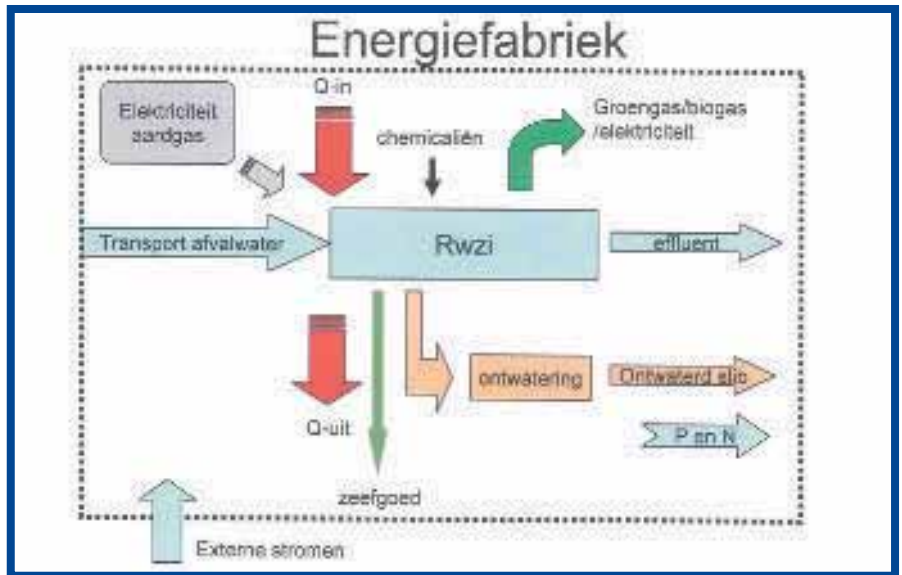
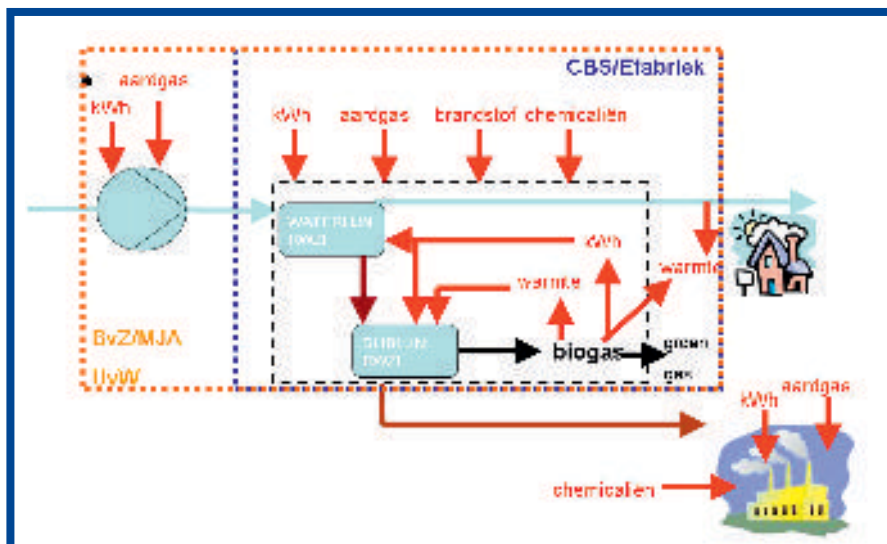
Voor de rapportages worden verschillende gegevens, eenheden en berekeningsmethoden gebruikt. Ook wordt het absolute energieverbruik van de communale afvalwatersector in zijn geheel telkens weer

anders gerapporteerd. Afhankelijk van de gebruikte bron komt men zo tot steeds andere getallen voor de energieverbruiken van (onderdelen van) afvalwaterinstallaties en waterschappen. Daarnaast publiceert de Energiefabriek mogelijkheden voor energiebesparingen en -opwekking, met een berekeningswijze die ook weer afwijkt van de bovengenoemde berekeningswijzen. De verschillen komen voort uit verschillend gekozen systeemgrenzen, verschillen in omrekening naar megajoules op basis van energie-inhoud of primaire energie, verschillende keuzes van rendementen bij omrekening naar primaire energie én het verschil tussen omrekening van opgewekte energie uit biogas op basis van de energie-inhoud van biogas of op basis van de elektriciteit- en/of warmteproductie uit biogas.

Onderzochte systeemgrenzen

In het project 'Afwalwaterzuivering - Energie onder één noemer' is op waterschapsniveau bekeken op welke wijze het energieverbruik binnen de afvalwatersector door instanties wordt gerapporteerd en berekend. De systeemgrenzen worden in dit project gevormd door de afvalwaterketen vanaf het overnamepunt van afvalwater in het riool van de gemeente naar het waterschap tot en met de slibeindverwerking. Binnen deze afvalwaterketen zijn alle vormen van energie-opwekking en -levering meegenomen, zoals energieproductie uit biogas dat ingezet wordt op de rwzi zelf, levering van elektriciteit en/of warmte uit biogas aan de omgeving, levering van groen gas, levering van warmte opgewekt uit andere bronnen dan biogas (bijvoorbeeld door warmtepompen) én opwekking van elektriciteit door middel van windmolens, zonnepanelen, etc. De verschillende protocollen hanteren verschillende systeemgrenzen. In afbeelding 3 zijn deze weergegeven binnen de systeemgrenzen van het project.

Afb. 3: Systeemgrenzen project Afvalwaterzuivering - Energie onder één noemer in vergelijking met de meerjarenafspraken (alleen procesefficiëntie; ketenefficiëntie is buiten beschouwing gelaten), de Benchmark Zuiveringsbeheer (BvZ), de CBS-energiestatistiek, het Klimaatakkoord (UvW) en de Energiefabriek. Met betrekking tot slibeindverwerking worden wel de afzetroutes in kaart gebracht door de benchmark en de meerjarenafspraken, maar geen gegevens opgevraagd op het gebied van energieverbruik. Het CBS brengt tevens de afzetroutes in kaart. Bovendien worden door het CBS de energieverbruiken opgevraagd van de slibeindverwerking door de waterschappen (bijvoorbeeld slibdroging).



Afb. 2: Ontwikkeling in systeemgrenzen door initiatieven vanuit de Energiefabriek.

'Primair' energieverbruik

Al bij aanvang bleek dat de definitie van energieverbruik bij veel waterschappen verwarring en discussie oproept. Veel waterschappers zijn gewend om het energieverbruik van een rioolwaterzuivering gelijk te stellen aan de daadwerkelijke externe inkoop van energie minus opgewekte eigen energie uit biogas en doorlevering aan derden. Volgens de definities van de MJA en het CBS wordt ook de eigen opgewekte hernieuwbare energie, zoals biogas, meegerekend vanwege de inzet ervan voor het eigen zuiveringsproces. Vervolgens is voor de berekening van het primaire energieverbruik nog de verrekening noodzakelijk met het conventionele opwekkingsrendement van bestaande centrales (zie kader).

Rekenmodel

Om te komen tot een eenduidige berekening van het energieverbruik in afvalwaterzuivering zijn enkele voorstellen uitgewerkt in een rekenmodel. In het vervolg zullen twee berekeningswijzen gehanteerd worden: één voor het energieverbruik in joules en één voor het primaire energieverbruik in primaire joules.

Voor de omrekening naar joules worden de volgende omrekenfactoren gebruikt:

- 1 kWh_e = 3,6 MJ.
- 1 Nm³ aardgas levert 31,65 MJ.
- 1 kg diesel levert 42,7 MJ.
- 1 Nm³ biogas = 23,3 MJ.
- 1 GJ warmte = 1 GJ.

Voor de omrekening naar primaire energie zijn de MJA-factoren aangehouden om zoveel mogelijke eenheid in het model te krijgen, oftewel:

- 40 procent rendement voor elektriciteitsproductie (1 kWh_e = 9 MJ_p);
- 90 procent voor warmteopwekking (1 GJ warmte is 1,11 GJ warmte in primaire energie);
- Voor opwekking van energie uit biogas wordt uitgegaan van de energie-inhoud van het biogas a 23,3 MJ/Nm³.

Verder wordt in het rekenmodel rekening gehouden met opwekking van energie uit overige bronnen zoals wind, water, zon en warmte/koude-opslag, extra biogasproductie door co-vergisting van afvalwatervreemde stromen, energieverbruik voor de productie van chemicaliën en voor de slibeindverwerking.

Ten slotte is in het rekenmodel gekozen voor een onderverdeling in afvalwatertransport, afvalwaterzuivering inclusief slibontwatering, en slibeindverwerking.

Chemicaliëngebruik

Dankzij de Energiefabriek staat de ont koppeling van de verwijdering van organische stof en stikstof weer in de schijnwerpers. Voor de verwijdering van stikstof is organische stof nodig. In traditionele installaties wordt dit gecombineerd met de verwijdering van organische stof door aerobe micro-organismen. Dit proces vraagt veel zuurstof en dus energie. Door de stikstofverwijdering onafhankelijk te maken van de organische

Het directe energieverbruik omvat het energieverbruik in het proces, gebruikt voor bijvoorbeeld het opwarmen, het aandrijven van pompen én elektriciteit voor onder andere verlichting. Ter bepaling van het directe energieverbruik gelden de inkoop plus eigen opwekking van energie minus de terug-/doorlevering daarvan. Daarbij is het niet van belang of de energiebron fossiel of duurzaam is.

Primaire energie is de energie die gewonnen is uit fossiele bronnen, zoals aardolie, aardgas en steenkool. De energie-inhoud van de energiedragers wordt uitgedrukt in joules. Voor elektriciteit en warmte worden opwekkingsrendementen verrekend. Voor warmte is dit 90 procent, wat een gebruikelijk rendement is voor een cv-installatie. Voor conventionele elektriciteit, ingekocht van het net, wordt het opwekkingsrendement van energiecentrales verrekend. De MJA stelt dit op een standaardrendement op 40 procent. In de praktijk liggen de daadwerkelijke rendementen in Nederland iets hoger: in 2008 op 43 procent.

Vorig jaar mei is de geactualiseerde versie van het Protocol Monitoring Hernieuwbare Energie verschenen, de opvolger van het Protocol Monitoring Duurzame Energie. De substitutiemethode in het nieuwe protocol gaat uit van het principe dat, hoewel energie uit iedere willekeurige bron is te winnen, elke hernieuwbare bron in de praktijk vrijwel alleen als vervanging van een bepaalde conventionele energiebron gebruikt wordt en daarmee ook moet worden vergeleken. Elke bijdrage van een hernieuwbare bron wordt in de substitutie-

methode daarom teruggerekend naar de theoretische energie-inhoud van de vervangen conventionele bron. Dit is het vermeden verbruik van fossiele primaire energie. Deze substitutiemethode maakt het mogelijk de verschillende energiebronnen (en ook warmte, elektriciteit en gas) met elkaar te vergelijken. Deze substitutiemethode wordt ook gebruikt om de Nederlandse doelstelling voor het aandeel hernieuwbare energie (20 procent in 2020) te berekenen in het kader van het programma Schoon en Zuinig.

Het kabinet heeft de nationale doelstelling voor hernieuwbare energie losgelaten en richt zich alleen nog op de Europese doelstelling voor hernieuwbare energie: 14 procent van het bruto eindverbruik. Voor deze Europese doelstelling wordt geen gebruik gemaakt van de substitutiemethode, maar van de bruto eindverbruikmethode. Voor de rwzi's komt dat in hoofdlijnen neer op bruto elektriciteitsproductie uit biogas (zonder correctie voor het omzettingsrendement voor elektriciteit) plus dat deel van de inzet van biogas voor wkk installaties dat wordt toegerekend aan de productie van warmte (inclusief warmte voor gisting). In deze methode telt de warmte relatief zwaar mee en wordt het verbruik van elektriciteit en warmte voor de gisting niet in mindering gebracht.

Zelfvoorzienendheid is de procentuele verhouding tussen energie-opwekking en -verbruik. Bij 100 procent of hoger is sprake van zelfvoorzienendheid. Dit betekent dat een rioolwaterzuivering energieneutraal is te noemen wanneer de energie-opwekking minimaal gelijk is aan het energieverbruik van de gehele rwzi.

stof verwijdering kan veel energie worden bespaard. De organische stof kan zoveel mogelijk worden omgezet in biogas, terwijl energiezuinige technologieën zorgen voor stikstofverwijdering.

Ook het gebruik van chemicaliën voor de afscheiding van organische stof staat opnieuw in de belangstelling. De productie van deze chemicaliën vraagt echter ook energie. In het model wordt daarom tevens het energieverbruik van de productie van chemicaliën berekend. Momenteel vindt door STOWA nader onderzoek plaats naar de waarden die in rekening worden gebracht voor chemicaliën. Het rekenmodel is zodanig opgezet dat deze nieuwe waarden kunnen worden ingevuld.

Slibeindverwerking

Momenteel zijn nog geen goede getallen voorhanden om het energieverbruik van alle slibverwerkingsroutes te kwantificeren. Dit komt doordat de afzetroutes zeer divers zijn en niet van alle verwerkers genoeg gegevens

beschikbaar zijn. Het rekenmodel is daarom zodanig opgezet dat waterschappen gegevens van hun eigen slibverwerking op het gebied van energieverbruik en -opwekking kunnen invullen.

Eenduidige bepaling

Voor de meeste waterschappers zijn termen als 'direct en primair energieverbruik' niet eenduidig. Het blijkt dat de protocollen deze termen anders definiëren. Ook de berekeningswijzen wijken af. Verder zijn ook de systeemgrenzen van de protocollen anders. Afvalwatertransport en slibeindverwerking worden wel, niet of deels meegenomen. Deze verschillen komen deels voort uit de doelstellingen van de protocollen. Vanuit deze doelstellingen is het begrijpelijk dat sommige berekeningswijzen gestandaardiseerd zijn voor alle sectoren in Nederland of zelfs Europa en niet specifiek op maat zijn gemaakt voor de afvalwaterwereld.

Wij stellen voor eenheid te creëren binnen de afvalwaterwereld. Daarom is een rekenmodel

ontwikkeld dat op een inzichtelijke wijze het energieverbruik van afvalwaterzuivering berekent op twee manieren: het energieverbruik in gigajoules en het energieverbruik in primaire gigajoules. Voor de energieberekening in joules wordt rekening gehouden met energieverbruiken in de gehele keten, dus inclusief afvalwatertransport, chemicaliëngebruik en slibeindverwerking. Voor de primaire energieberekening worden al deze zaken ook meegenomen, maar wordt het opwekkingsrendement van warmte en elektriciteit verrekend, zoals nu ook gebeurt in MJA-berekeningen.

De auteurs van dit artikel nodigen u uit te komen tot één berekening voor energie in afval-waterzuivering. Het project en het model worden gepresenteerd op diverse bijeenkomsten. De rapportage en het rekenmodel zijn na te lezen op internet: www.uvw.nl en www.watereenergie.stowa.nl. Voor meer informatie kunt u contact opnemen met de initiatiefnemers Ad de Man van Waterschapsbedrijf Limburg en Henri Maas van Waterschap Brabantse Delta.