# Concept Thermische Energie Stollingswarmte uit oppervlaktewater (TES)

Auteurs: Simon Hageman (Saxion Hogeschool, Academie LED, Lectoraat Duurzame Energievoorziening)  
Contact: [S.P.W.Hageman@saxion.nl](mailto:S.P.W.Hageman@saxion.nl)  
Jacques Mathijssen [www.solarfreezer.nl](https://eur01.safelinks.protection.outlook.com/?url=http%3A%2F%2Fwww.solarfreezer.nl%2F&data=04%7C01%7Cs.p.w.hageman%40saxion.nl%7C0d8ed785287945ca0ddb08d911455812%7Ca77b0754fdc14a62972c8425ffbfcbd2%7C0%7C0%7C637559811934738678%7CUnknown%7CTWFpbGZsb3d8eyJWIjoiMC4wLjAwMDAiLCJQIjoiV2luMzIiLCJBTiI6Ik1haWwiLCJXVCI6Mn0%3D%7C1000&sdata=sINwnl6%2FYg52aois5ZFBLGgIhaFeO7ocUAJiVkyjtTI%3D&reserved=0)

Naast de thermische energie oppervlaktewater (TEO), afvalwater(TEA) en drinkwater (TED) hierbij de thermische energie uit stollingswarmte (TES). De TES wordt na-geschakeld en koelt de waterstroom van 10°C uit de TEO nog verder af waardoor ijs ontstaat (zie figuur 1). Bij de vorming van ijs komt evenveel warmte vrij als dezelfde hoeveelheid water opwarmen met 80°C; stollingswarmte is 334 kJ/kg en Cp, water is 4,19 kJ/(kg K). Het gebruik van de stollingswarmte voor woningverwarming wordt al toegepast in een Solarfreezer systeem1. Hierbij wordt aan een bufferzak water (bijvoorbeeld in de kruipruimte) stollingswarmte onttrokken voor woningverwarming. Het verwarmen van de woning is dan aardgasloos en tevens is hiermee het bewijs geleverd voor de werking van deze techniek. De Solarfreezer werkt met zuiver water en heeft verder geen zuiveringsstap qua fosfaat, omdat dit bij de SolarFreezer niet nodig is. Het water in de bufferzak wordt elke keer opnieuw gebruikt voor de cyclus invriezen of ontdooien.

Behalve energiewinning zorgt het invriezen van het oppervlaktewater ook voor een zuiveringsstap. Als we uitgaan van een batchproces van bijvoorbeeld 1 m3 oppervlaktewater dan zijn de fosfaat en andere ionen opgelost in 1000 liter. Bij het bevriezen worden deze ionen verdreven uit het ijs en geconcentreerd in het overgebleven water. Als bijvoorbeeld 5% (50 liter van 1000) nog over is als water dan kan dit gedeelte met de ionen en het fosfaat geloosd worden op het riool (zie ook figuur 2). Als het riool uitkomt op een RWZI met een fosfaat terugwinsysteem is herwinning van fosfaat mogelijk. De 95% procent ijs bestaat uit zuiver water en kan terug naar het oppervlaktewater worden gebracht. De TES bevriezingsstap kan in batchmodus uitgevoerd worden zodat het resterende watergedeelte steeds kleiner wordt. Door het dichtheidsverschil tussen water en ijs is het eenvoudig water en ijs van elkaar te scheiden.

**Opmerking over de gevraagde criteria:** Bij de bevriezingsstap komt bijna geen fosfor in het ijs terecht. Echter, dit is ook afhankelijk van de vriessnelheid (ijsgroeisnelheid) en resterende hoeveelheid water. Uiteindelijk resulteert dit in een behoorlijk afname van het fosfaat in ijs en daarmee ook van het oppervlaktewater. Meer onderzoek moet het exacte fosforscheidingsrendement bepalen.

Beide systemen, TEO en TES, worden nu al in de stedelijke of bebouwde omgeving gebruikt. De TES in een andere vorm als SolarFreezer voor energie uit stollingswarmte zuiver water. Geen gevaarlijke of dure stoffen worden gebruikt in beide systemen.

Het TES-systeem heeft een vriessysteem nodig en een m3-bak of -zak voor batchmodus invriezen (ontwikkeling naar een continu proces is mogelijk). Ook zijn pompen en leidingwerk nodig om de TES op te bouwen. Hierbij zijn geen schaarse grondstoffen nodig. De huidige TEO werkt met pompen, leidingwerk, warmtepompen, etc. De materialen voor de TES zijn vergelijkbaar.

Bij de TES is de aanvoertemperatuur naar de warmtepomp enkele graden lager dan bij de TEO doordat de TEO het water al deels heeft afgekoeld. Het thermisch rendement (COP warmtepomp) kan daardoor wat lager liggen. Echter, de TES kan ook bij lagere temperaturen warmte onttrekken. De opschaling en de grootte van een systeem bepalen de kosten van het systeem (en rendement). Het naschakelen van de TES op een TEO hoeft geen extra hoge kosten met zich mee te brengen t.o.v. de energiewinning. De TES levert meer warmte, maar bij een lagere temperatuur dan de TEO. Een voordeel is dat de TEO al filters heeft en de waterstroom al voorgezuiverd is. Het onderhoud zal vergelijkbaar zijn met gangbare industriële warmtepompsystemen. Het systeem brengt geen schadelijke stoffen in het milieu of schade toe aan waterflora en -fauna

**Andere voordelen van het naschakelen van een TES op een TEO** is dat in gebieden met relatief weinig oppervlaktewater met een nageschakelde TES een factor 8 meer energie levert; vanwege de relatief hoge stollingsenergie.

Behalve fosfaatverwijdering kan in een naschakeling met een aangekoppelde RWZI het fosfaat teruggewonnen worden met een techniek als struvietvorming.

Bij zeer koude aanvoertemperatuur van het oppervlaktewater <16°C kan de TEO worden overgeslagen en het ingaande oppervlaktewater direct naar de TES geleid worden. Hierdoor kan alsnog tijdelijk warmte worden onttrokken uit het oppervlaktewater. Het ijs kan opgeslagen worden voordat het teruggebracht wordt naar het oppervlaktewater. Het geproduceerde ijs kan op een geschikt moment gesmolten worden aan de lucht (of geïnstalleerd warmtepaneel zonnewarmte) en het smeltwater kan via een warmtewisselaar opgewarmd worden aan de ingaande waterstroom van de TES om aan de lozingstemperatuur van het oppervlakte water te voldoen (zie figuur 1 ppt). Eventueel is ook warmte uit TEA en TED of andere warmtebron mogelijk om de temperatuur van het uitgaande smeltwater te verhogen.

Bronnen:

1. <https://www.solarfreezer.nl/>