



# SPODOFOS:

## WITTE FOSFOR TERUGWINNEN UIT SLIBVERBRANDINGSASSEN

De waterschappen hebben grote ambities op het gebied van circulariteit. Vooral het terugwinnen van grondstoffen uit afvalwater en zuiveringslib biedt volop kansen. STOWA heeft in dat verband onderzoek laten doen naar een nieuwe technologie voor het terugwinnen van witte fosfor uit de as van verbrand zuiveringslib. Dit zogenoemde Spodofos-proces is op papier technologisch haalbaar, economisch rendabel en zeer duurzaam.

De hoeveelheid fosfaaterts is eindig. Wereldwijd is er daarom veel aandacht voor mogelijkheden om fosfor terug te winnen, onder meer uit de as die overblijft na (mono)verbranding van zuiveringslib. Deze as bevat tot wel 28 procent fosfaat en komt bovendien in grote volumes vrij op een beperkt aantal locaties. Dit biedt volgens insiders interessante terugwinperspectieven. Eén ton zuiveringslib bevat voor zo'n 300 euro aan witte fosfor, aldus Frans Horstink, chemisch technoloog van startup ThermusP, de bedenker van het Spodofos-proces. Dat is een aanzienlijk bedrag. Dat maakt terugwinning als witte fosfor interessant, ook al staan daar behoorlijke kosten tegenover, met name in de aankoop van aluminiumschroot. Het onderzochte Spodofos-proces levert als bijproduct bovendien een grote hoeveelheid slak op, waarvoor in de vuurvaste-materialenindustrie grote interesse bestaat als grondstof. Daarom ziet de businesscase er op papier positief uit. Maar er is, geeft Horstink toe, nog wel een weg te gaan om de technologie door te ontwikkelen tot een commercieel toepasbare technologie. Voor de liefhebber: Spodofos bevindt zich momenteel op Technology Readiness Level (ontwikkelingsstadium) 3. Het betekent dat het technologisch concept experimenteel is aangetoond. ThermusP denkt zes jaar nodig te hebben voor ze de eerste commerciële full scale installatie in bedrijf kan nemen.

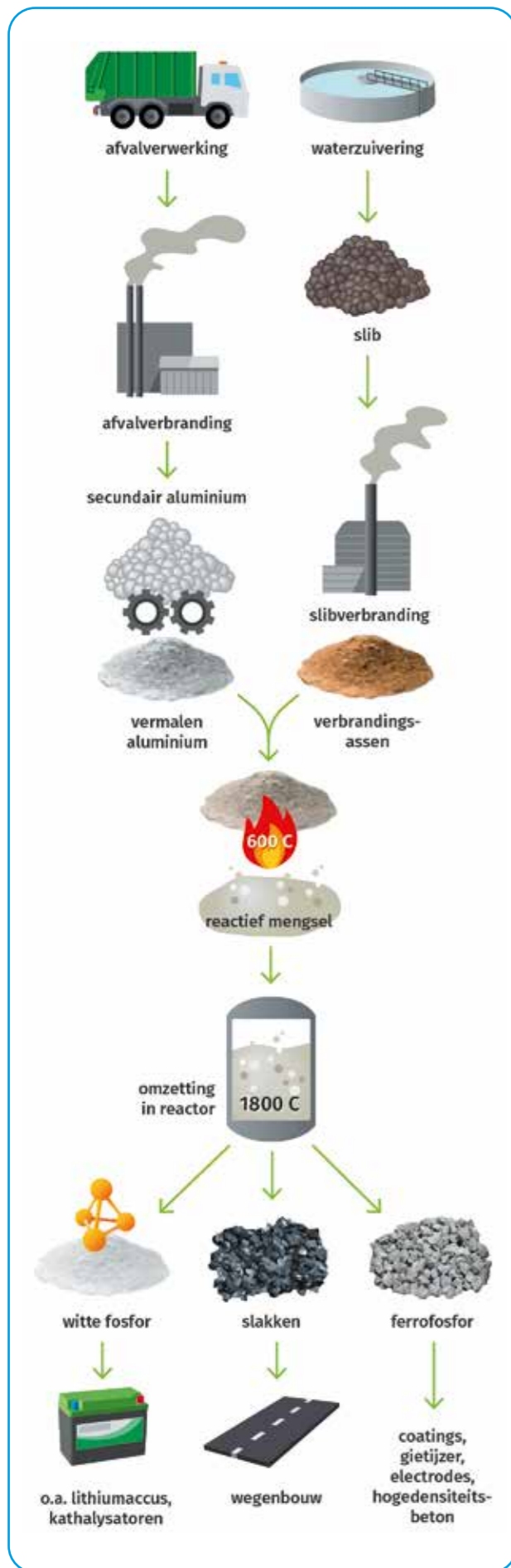
### EENVOUDIG PROCES

Horstink spreekt desalniettemin van een eenvoudig proces in twee stappen om de witte fosfor uit de slibverbrandingsassen terug te winnen. Het werkt als volgt: in het Spodofos-proces wordt aluminiumschroot, bijvoorbeeld uit bodemas van huisvuilverbranding, vermalen en gemengd met de slibverbrandingsassen. Door dit tot 600 graden Celsius voor te verhitten, ontstaat er een reactief mengsel. In een reactor komt het mengsel vervolgens tot een reactie. Hierbij reduceert het aluminium de aanwezige fosfaten tot witte fosfor, onder vorming van aluminiumoxide. Tevens wordt het aanwezige ijzeroxide gereduceerd tot ijzer. De ontstane fosfordamp wordt aan het proces onttrokken en gecondenseerd. Het ontstane vloeibaar ijzer zal naar gelang de omstandigheden een smelt vormen van ijzer waarin enig fosfor (ferrofosfor) zit. Deze wordt samen met de bij het proces ontstane minerale slak uit de reactor getapt en afgekoeld. De reactie vindt plaats onder hoge tem-

⇒ Roel Keursten (l) en Frank Horstink (r) bij Slibverwerking Noord-Brabant SNB.

### TOEPASSINGEN WITTE FOSFOR

Witte fosfor is een hoogwaardige grondstof voor onder meer brandvertragers, smeermiddeladditieven, gewasbeschermingsmiddelen, elektrolyten voor lithiumaccu's en katalysatorliganden. Sinds de sluiting van Thermphos in Vlissingen in 2012 beschikt Europa niet meer over eigen productiecapaciteit voor witte fosfor. Hiervoor is Europa afhankelijk van import uit onder andere Kazachstan en China. De Europese Commissie streeft echter naar strategische autonomie om de Europese aanvoer van kritische grondstoffen, zoals witte fosfor, veilig te stellen. De productie van witte fosfor door ThermusP sluit goed aan bij het Europese beleid.



peraturen: 1800 graden Celsius. Hierdoor zijn slechts een beperkt aantal materialen geschikt voor de procesapparatuur die de startup nog moet ontwikkelen: de RMC-unit (reaction mixture conditioning) en de reactor. ThermusP ontwikkelt de prototypes voor de pilot in eerste instantie zelf en wil hiervoor later externe partijen inschakelen.

#### WAARDEVOLLE PRODUCTEN

Business developer Roel Keursten van ThermusP benadrukt dat de kosten en baten van het proces in de STOWA-studie op een realistische manier zijn doorgerekend. Andere processen om fosfaat terug te winnen, vereisen volgens hem veel chemicaliën en leveren een hoop afval op, waaronder bergen gips. Voor elke ton verwerkte as produceert het Spodofos-proces ongeveer één ton slak. De inkoopkosten voor het vereiste aluminium zijn niettemin significant en ongeveer in balans met de opbrengsten van de geproduceerde witte fosfor. De financiële winst voor het Spodofos proces zit hem daarom vooral in de omzetting van slakverbrandingsas als kostenpost naar een slak met een positieve opbrengst. Vanwege het hoge aluminiumgehalte van de slak verwacht Keursten dat deze toepasbaar is als grondstof voor vuurvast materiaal, zee-water bestendig cement en andere specifieke toepassingen. Afhankelijk van de toepassing van de slak varieert de terugverdientijd tussen de twee en vijf jaar, stellen de onderzoekers in het STOWA-rapport. De duurzaamheid van het proces is in het STOWA-project door CE Delft doorgerekend. Het resultaat is dat een sterk negatieve CO<sub>2</sub>-impact behaald kan worden.

Voor de witte fosfor zelf is eveneens volop belangstelling. 'We zijn in gesprek met de drie grootste producenten van Europa. Eén daarvan heeft serieuze interesse om in de doorontwikkeling van het proces te stappen', aldus Keursten. Ook een toeleverancier van het aluminiumschroot wil in de verdere ontwikkeling participeren.

#### INTERESSE SNB

Slibverwerker SNB in Moerdijk wil eveneens de verdere ontwikkeling ondersteunen. Het Spodofos-proces ziet er volgens Luc Sijstermans, manager Proces & Milieu bij SNB, op papier fantastisch uit. 'Als het in de praktijk echt zo loopt als het STOWA-onderzoek beschrijft, levert niet alleen de witte fosfor aardig wat geld op, maar ook de slak.' Voor de verwerkingscapaciteit van een toekomstige Spodofos-installatie hielden de onderzoekers een capaciteit van 50 duizend ton as van de verbranding van zuiveringsslib per jaar als basis aan. Dat komt ongeveer overeen met de gezamenlijke asproductie van SNB en HVC.

ThermusP start begin 2023 mogelijk een pilot bij slibverwerker SNB in Moerdijk. 'Doel is om de technologie verder te ontwikkelen en naar een hoger TRL-niveau te brengen', zegt Frans Horstink. De pilotinstallatie zal 150 kilogram slibas per uur verwerken. De volgende stap is een demonstratie met een capaciteit van 1 ton per uur. Doel van de pilot is onder meer aan te tonen dat het proces veilig verloopt en goed te beheersen is. 'We moeten er een vol continu proces van maken. En dat brengt ook de nodige uitdagingen met zich mee, zoals de aan- en afvoer van grondstoffen en producten', zegt Horstink. Ook het rendement om de witte fosfor uit de verbrandingsassen terug te winnen, kan geoptimaliseerd worden. En dat is weer belangrijk voor de duurzaamheid en de financiële haalbaarheid van het project.

#### DECENTRALE FOSFAATTERUGWINNING

Slibverwerkers zijn al langere tijd bezig met plannen om centraal - bij de slibverbranders - fosfaat terug te winnen. Hiervoor hebben ze verschillende technologieën op het oog, weet Cora Uijterlinde, Programmamanager Afvalwatersystemen bij STOWA. Maar ook de waterschappen zelf zijn er volop mee bezig, op hun eigen rwzi's. Met relatief weinig moeite kunnen ze struviet maken uit het afvalwater. Bijvoorbeeld door lucht en magnesiumchloride aan het zuiveringsslib toe te voegen, zoals bij Waterschap Amstel, Gooi en Vecht gebeurt. Dit fosfaatrijke mineraal is vooral interessant voor telers die vanwege derogatievoorwaarden geen kunstmest mogen gebruiken. De afzet verloopt niet altijd even goed en dat biedt weer kansen voor het Spodofos-proces. Waterschappen moeten volgens haar nog de nodige meters maken in de optimalisatie van de verschillende processen om voldoende struviet van de juiste kwaliteit in de benodigde hoeveelheden te produceren. Bovendien bestaat er veel kwaliteitsverschil. Dat is het voor het Spodofos-proces echter geen probleem. 'We kunnen ook struviet prima verwerken', zegt Keursten die net als Horstink blij is met het STOWA-rapport. 'Verschillende experts hebben de kosten en baten goed doorgerekend. Het is dus niet zo dat wij ons eigen vlees keuren.'

Voor specifieke vragen over dit project kunt u contact opnemen met programmamanager Cora Uijterlinde.



## Wegwijs in het woud van Waterschadeschatters

Er zijn meerdere modelinstrumenten waarmee waterschappen en gemeenten de gevolgen van wateroverlast of overstromingen in beeld kunnen brengen. Maar welk instrument kun je voor welke situatie het best toepassen? Een infographic maakt dit inzichtelijk. Downloaden kan vanaf [www.stowa.nl/waterschadeschatters](http://www.stowa.nl/waterschadeschatters).

#### DE WATERSCHADESCHATTER

Met de Waterschadeschatter is het mogelijk om schades door verschillende inundatiesituaties met elkaar te vergelijken, met name in landelijk gebied.

#### DE WOLKBREUKSCHADESCHATTER

Met de Wolkbreukschadeschatter kun je een inschatting maken van de waterschade bij een wolkbreuk binnen bevolkte kernen.

#### KLIMAATSCHADESCHATTER

De Klimatschadeschatter helpt overheden om te bepalen hoeveel schade zij globaal door hitte, droogte en wateroverlast kunnen verwachten (periode 2018-2050), bij niet-ingrijpen. Het instrument kan worden gebruikt bij risicodialogen, en bij het maken van omgevingsvisies en strategieën voor klimaatadaptatie.

#### WATERWIJZERS

De Waterwijzer Landbouw en de Waterwijzer Natuur geven een inschatting van het effect van hydrologische veranderingen (bijv. door klimaatverandering of menselijke ingrepen) op respectievelijk gewasopbrengsten en natuurwaarden. Meer informatie op [www.waterwijzer.nl](http://www.waterwijzer.nl).

#### HET STANDAARD SCHADE- EN SLACHTOFFERMODEL HIS-SSM

Met het standaard Schade- en Slachtoffermodel HIS-SSM kunnen de schade en het aantal slachtoffers worden bepaald als gevolg van het doorbreken van één of meerdere waterkeringen langs het hoofd- of regionaal watersysteem.