



# Economische analyse Cellu2PLA

Businesscases fijnzeefinstallatie op RWZI  
Beemster en glucoseproductie uit  
zeefgoed



# Economische analyse Cellu2PLA

## Businesscases fijnzeefinstallatie op RWZI Beemster en glucoseproductie uit zeefgoed

Dit rapport is geschreven door:

Robert Vergeer

Diederik Jaspers

Ingrid Odegard

Delft, CE Delft, juli 2018

Publicatienummer: 18.2R00.77

Rioolwaterzuiveringsinstallatie / Innovatie / Technologie / Economische factoren / Investeren / Kosten / Rendement / Data / Analyse

Opdrachtgever: Hoogreemraadschap Hollands Noorderkwartier

Alle openbare publicaties van CE Delft zijn verkrijgbaar via [www.ce.nl](http://www.ce.nl)

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Ingrid Odegard (CE Delft)

© copyright, CE Delft, Delft

### **CE Delft**

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



# Inhoud

	Samenvatting	3
1	Inleiding	7
	1.1 Leeswijzer	7
2	Businesscase Fijnzeefinstallatie RWZI	8
	2.1 Aanpak	8
	2.2 Systeem met fijnzeef en zonder fijnzeef	8
	2.3 Gegevens over prijzen en kosten van inputs en outputs	10
	2.4 Gegevens over de investering	10
	2.5 Gegevens over de jaarlijkse opbrengsten/vermeden kosten	10
	2.6 Resultaat: terugverdientijd en interne rentevoet	15
	2.7 Kosteneffectiviteit fijnzeefinstallatie als CO <sub>2</sub> -reductiemaatregel	16
3	Businesscase glucoseproductie uit zeefgoed	18
	3.1 Aanpak	18
	3.2 Systeemgrenzen	18
	3.3 Vaste investeringskosten (CAPEX)	19
	3.4 Data voor variabele kosten (OPEX)	20
	3.5 Variabele kosten (OPEX)	20
	3.6 De opbrengsten (yield)	21
	3.7 Resultaat: terugverdientijd en interne rentevoet	21
4	Literatuur	23



# Samenvatting

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) heeft in samenwerking met afvalverwerker Attero en kenniscentrum STOWA een project uitgevoerd waarin de productie van PLA uit cellulose uit rioolwater centraal stond (Cellu2PLA). Het is niet gelukt om PLA te produceren, wel is glucose (tussenstap in het proces) geproduceerd<sup>1</sup>. CE Delft heeft een economische analyse uitgevoerd, waarin de businesscases geüpdatet zijn met recente data, en kengetallen zijn berekend op basis waarvan een investeringsbeslissing uit financieel oogpunt kan worden onderbouwd. De kengetallen die we berekenen zijn de terugverdientijd (TVT) en het projectrendement (de interne rentevoet, IR).

In deze economische analyse kijken we naar:

1. De businesscase van installatie van een fijnzeefinstallatie in een bestaand systeem, in vergelijking met het niet installeren van zo'n installatie.
2. De businesscase van glucoseproductie uit zeefgoed.
3. De kosteneffectiviteit van de fijnzeef als CO<sub>2</sub>-reductiemaatregel.

Omdat de precieze effecten van de plaatsing van een fijnzeef niet zijn vast te stellen en de precieze karakteristieken van de glucoseproductie onbekend zijn, werken we met een bandbreedte voor gegevens van enkele kosten en hoeveelheden. We drukken die bandbreedte uit in een pessimistisch scenario, een neutraal scenario en een optimistisch scenario.

## Businesscase van de fijnzeefinstallatie

Uit de businesscaseberekeningen blijkt dat een investering in een fijnzeef zonder waardering van de capaciteitsuitbreiding niet rendabel is. Dat komt met name vanwege de hoge kosten voor het aanbieden van het zeefgoed en het elektriciteitsverbruik van de fijnzeef. Deze kosten worden niet gecompenseerd door besparingen van hulpstoffen en energie in de stappen daarna.

Wanneer we de capaciteitsuitbreiding wel waarderen, dan zien we dat er in het scenario met optimistische inschattingen van kosten en hoeveelheden een positieve businesscase ontstaat. De TVT is met 20 jaar korter dan de afschrijvingstermijn; de IR is met 4% groter dan de financieringslast van 1,8%. In het neutrale of pessimistische scenario is de terugverdientijd dusdanig lang dat de investering niet rendabel is vanuit financieel oogpunt. Echter, een fijnzeef levert ook milieuwinst op, waardoor het vanuit een maatschappelijke verantwoordelijkheid toch kan renderen om te investeren in een fijnzeef. Om dat in beeld te brengen, wordt parallel aan deze economische analyse een milieukundige analyse uitgevoerd (CE Delft, 2018). Ook laten we later in deze samenvatting zien wat de kosteneffectiviteit van de fijnzeef is als CO<sub>2</sub>-reductiemaatregel.

In Tabel 1 en Tabel 2 laten we de resultaten zien van de businesscase van de fijnzeef, met en zonder waardering van de capaciteitsuitbreiding. We maken dat onderscheid omdat onzeker is in welke mate en wanneer in de toekomst gebruik zal worden gemaakt van de extra gecreëerde capaciteit.

---

<sup>1</sup> De glucoseoplossing was echter niet stabiel.

**Tabel 1 - Resultaat zonder waardering capaciteitsuitbreiding**

Post	Pessimistisch	Neutraal	Optimistisch	Eenheid
Investeringskosten	8.462.944	8.462.944	8.462.944	€, incl. BTW
Vershil jaarlijkse kosten (fijnzeef minus referentie) (incl. kapitaalslasten)*	209.039	77.753	-128.857	€/jaar, incl. BTW
Vershil jaarlijkse kosten (fijnzeef minus referentie) (excl. kapitaalslasten)*	123.579	-7.707	-214.317	€/jaar, incl. BTW
TVT	De investering wordt niet terugverdiend omdat er jaarlijks extra kosten worden gemaakt.		66	Jaren
IR	De investering wordt niet terugverdiend omdat er jaarlijks extra kosten worden gemaakt.		-2%**	%

Toelichting: Voor de berekening van de TVT is gebruik gemaakt van het verschil in jaarlijkse kosten inclusief kapitaalslasten. De IR berekenen we op basis van het verschil in jaarlijkse kosten exclusief kapitaalslasten. Als de IR<sup>2</sup> groter is dan de risicogewogen kosten voor kapitaal (bijvoorbeeld WACC<sup>3</sup> of bij volledige externe financiering de rentekosten), dan is het project rendabel.

\* Een positief getal betekent dat de kosten in het systeem met fijnzeef hoger zijn dan de kosten in het systeem zonder fijnzeef.

\*\* Een negatieve waarde voor de Interne rentevoet betekent dat de TVT hoger ligt dan de levensduur van de installatie.

**Tabel 2 - Resultaat met waardering capaciteitsuitbreiding**

Post	Pessimistisch	Neutraal	Optimistisch	Eenheid
Investeringskosten*	8.462.944	8.462.944	8.462.944	€, incl. BTW
Vershil jaarlijkse kosten (fijnzeef minus referentie) (incl. kapitaalslasten)**	-81.805	-213.091	-419.701	€/jaar, incl. BTW
Vershil jaarlijkse kosten (fijnzeef minus referentie) (excl. kapitaalslasten)**	-167.265	-298.551	-505.161	€/jaar, incl. BTW
TVT	103	40	20	Jaren
IR	Negatief ***	0%	4%	%

Toelichting: Voor de berekening van de TVT is gebruik gemaakt van het verschil in jaarlijkse kosten inclusief kapitaalslasten. De IR berekenen we op basis van het verschil in jaarlijkse kosten exclusief kapitaalslasten. Als de IR groter is dan de risicogewogen kosten voor kapitaal (bijvoorbeeld WACC of bij volledige externe financiering de rentekosten), dan is het project rendabel.

\* Posten die zijn meegenomen staan in Tabel 6. We onderscheiden geen negatief of positief scenario waarin bijvoorbeeld onvoorzien meer of minderkosten zouden kunnen worden meegenomen.

\*\* Een positief getal betekent dat de kosten in het systeem met fijnzeef hoger zijn dan de kosten in het systeem zonder fijnzeef.

\*\*\* Een negatieve waarde voor de Interne rentevoet betekent dat de TVT hoger ligt dan de levensduur van de installatie.

<sup>2</sup> IR staat voor interne rentevoet, een maat voor het rendement van het project. De IR wordt berekend als de discontovoet waarbij de Netto Contante Waarde van het project gelijk is aan 0.

<sup>3</sup> WACC staat voor de risicogewogen kosten voor kapitaal, oftewel weighted average cost of capital.

## Businesscase van de glucoseproductie

Het Cellu2PLA-project is maar deels succesvol gebleken. Het is niet gelukt om PLA te produceren, wel is glucose geproduceerd, alleen niet in stabiele vorm. We beschouwen een businesscase van glucoseproductie uit zeefgoed en baseren die op de inschatting van Attero voor de (kosten)parameters van een uitontwikkelde installatie op industriële schaal. De reactie erna, van glucose naar PLA, is niet beschouwd. De inschattingen worden gekenmerkt door grote onzekerheidsintervallen. De resultaten dienen dus indicatief opgevat te worden. Mocht in de toekomst op pilotschaal wél een geslaagde test plaatsvinden, dan bevelen we aan om de businesscase (zie Tabel 3) bij te stellen. Concreet stellen we voor om een eventuele investeringsbeslissing te baseren op een eerste orde businesscase (gebruikelijk is een onzekerheidsmarge van 20%) van een full-scale-installatie gebaseerd op de parameters van een geslaagde test.

Tabel 3 - Financieel resultaat glucoseproces (op basis van indicatieve getallen)

Omschrijving	Pessimistisch	Optimistisch	Eenheid	Opmerkingen
Marge voor afschrijving	-84.167.232	2.341.901	€/jaar	
Terugverdientijd	-	9	jaar	
IR	-	15%	-	In optimistisch scenario: IR>WACC, project is rendabel*

Toelichting: Voor de berekening van de TVT is gebruik gemaakt van het verschil in jaarlijkse kosten inclusief kapitaalslasten. De IR berekenen we op basis van het verschil in jaarlijkse kosten exclusief kapitaalslasten. Als de IR groter is dan de risicogewogen kosten voor kapitaal (bijvoorbeeld WACC of bij volledige externe financiering de rentekosten), dan is het project rendabel. Voor de berekening van de IR hanteren we het uitgangspunt dat de economische levensduur van de installatie gelijk is aan 2 X de afschrijvingstermijn. Dit baseren we op de verschillen in afschrijvingstermijnen en economische levensduur van vergisters waarvoor een SDE+ subsidie kan worden aangevraagd. (Economische levensduur  $\approx$  2 X afschrijvingstermijn).

\* Het is onwaarschijnlijk dat de businesscase voor glucoseproductie positief uitvalt. Het optimistische scenario is gebaseerd op het uitgangspunt dat *alle* parameters voor het verbruik en kosten/opbrengsten gunstig uitvallen. Echter: er is sprake van samenhang tussen parameters. Als bijvoorbeeld de kwaliteit van het zeefgoed erg goed is, zijn de kosten voor hulpstoffen (enzymen) lager maar zal ook het verwerkingstarief (opbrengst) lager zijn.

Het resultaat is in het optimistische scenario positief en in het pessimistische scenario zwaar negatief. Hierbij vormen **de kosten voor de enzymen veruit de grootste kostenpost**. Daarbij zorgen de grote intervallen voor de enzymendosering (factor 100) en de 200% verschil in enzymprijs en andere variabelen voor **een heel breed onzekerheidsinterval tussen het pessimistische en optimistische scenario**.

Het optimistische scenario wordt vooral **positief door het verschil tussen de opbrengsten voor het aannemen van het zeefgoed en de kosten voor de afvoer van de reststroom na de glucoseproductie in combinatie met de grote massastromen**. Er is hier sprake van een grote gevoeligheid voor het verschil in tarief, welke administratief bepaald is en niet gerelateerd aan het onderzoek van de glucoseproductie.

De terugverdientijd voor het optimistische scenario bedraagt ongeveer negen jaar, de rentabiliteit van het project (IR) 15%. De IR is groter dan de eis aan het rendement van het kapitaal (de zogenaamde WACC) van 8%. Het is onwaarschijnlijk dat het optimistische scenario zich voordoet. Het optimistische scenario is gebaseerd op het uitgangspunt dat *alle* parameters voor het verbruik en kosten/opbrengsten gunstig uitvallen. Echter: er is sprake van samenhang tussen parameters. Als bijvoorbeeld de kwaliteit van het zeefgoed erg goed is, zijn de kosten voor hulpstoffen (enzymen) lager maar zal ook het verwerkingstarief (opbrengst) lager zijn. Het pessimistische scenario heeft geen terugverdientijd.

## Kosteneffectiviteit fijnzeef als CO<sub>2</sub>-reductiemaatregel

In de milieuanalyse Cellu2PLA (zie (CE Delft, 2018) berekenen we de milieuprestaties van twee fijnzeefroutes. Een onderdeel daarvan is de reductie van de CO<sub>2</sub>-uitstoot. Als we de CO<sub>2</sub>-besparing van de fijnzeefroutes relateren aan de kosten van de fijnzeef, kunnen we uitrekenen wat de kosteneffectiviteit (euro/ton gereduceerde CO<sub>2</sub>-uitstoot) van de fijnzeef is. Die bedraagt tussen de 95 en 2.843 euro/ton CO<sub>2</sub>-eq.-reductie. In de Tabel 4 vergelijken we die met enkele andere potentiële maatregelen om CO<sub>2</sub> te besparen.

Tabel 4 - Kosteneffectiviteit Fijnzeef en enkele andere opties als CO<sub>2</sub>-reductiemaatregel

Maatregel	Kosteneffectiviteit
	€/ton CO <sub>2</sub> -eq.-reductie
Fijnzeef RWZI (Route A – glucoseproductie)	715-2.843
Fijnzeef RWZI (Route B – directe vergisting)	95-378
Procesefficiency kosten laag	-120
Procesefficiency kosten midden	-30
Procesefficiency kosten hoog	30
Biomassaketels glastuinbouw	125
Monovergisting mest	240
Groengas via vergassing	500
Warmteterugwinning woningen	800
Isolatie dienstensectoren	1.900
Regel- en feedback/optimalisatie woningen	3.100

Toelichting: Fijnzeef: berekeningen CE Delft. Overige maatregelen: PBL, 2018.

# 1 Inleiding

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) heeft in samenwerking met afvalverwerker Attero en kenniscentrum STOWA een project uitgevoerd waarin de productie van PLA uit cellulose uit rioolwater centraal stond (Cellu2PLA). CE Delft heeft een economische analyse uitgevoerd, waarin de businesscases geüpdatet zijn met recente data, en kengetallen zijn berekend op basis waarvan een investeringsbeslissing uit financieel oogpunt kan worden onderbouwd (terugverdientijd en projectrendement).

In deze economische analyse kijken we naar:

1. De businesscase van de fijnzeefinstallatie, in vergelijking met het niet installeren van zo'n installatie.
2. De businesscase van de productie van glucose uit zeefgoed.
3. De kosteneffectiviteit van de fijnzeef als CO<sub>2</sub>-reductiemaatregel.

Het Cellu2PLA-project is maar deels succesvol gebleken. Er is een fijnzeefinstallatie op de RWZI Beemster geïnstalleerd. Deze installatie verwijdert een deel van de vervuiling en ontlast daarmee het benedenstroomse zuiveringsproces. Het levert een nieuwe reststroom, zeefgoed, die binnen de kaders van het Cellu2PLA-project werd verwerkt in een pilotinstallatie van Attero in Wijster. Hier werd het zeefgoed gehygiëniseerd en werd de cellulose omgezet in glucose. De opzet was om de glucose vervolgens om te laten zetten in melkzuur en vervolgens polymelkzuur. In praktijk bleek de glucose door de nog aanwezige bacteriën echter weer omgezet te worden. Er is in praktijk dus geen bruikbare glucosestroom geproduceerd.

Dit betekent dat de businesscase van de glucoseproductie uit zeefgoed is gebaseerd op de inschatting van een uitontwikkelde installatie op industriële schaal.

Als referentie voor het systeem met fijnzeefinstallatie gaan we uit van de RWZI zoals die zonder fijnzeefinstallatie functioneerde in de jaren 2010-2016. We doen dat omdat we van deze referentie over relatief betrouwbare gegevens beschikken qua energieverbruik, hulpstoffenverbruik en andere karakteristieken van de RWZI. Het alternatief zou zijn om te vergelijken met een fictieve RWZI met een gelijke capaciteit als de RWZI met fijnzeefinstallatie. Daarvoor zouden we grofmaziger inschattingen moeten doen van de karakteristieken. In plaats daarvan kiezen we ervoor om de waardering van de capaciteitsuitbreiding die ontstaat door de fijnzeef te plaatsen in een bestaand systeem inzichtelijk te maken in de businesscase.

## 1.1 Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 is de businesscase voor de fijnzeefinstallatie op de RWZI opgenomen, inclusief de berekening van de kosteneffectiviteit van de fijnzeefinstallatie als CO<sub>2</sub>-reductiemaatregel. In Hoofdstuk 3 wordt de businesscase voor glucoseproductie uit zeefgoed besproken.



## 2 Businesscase Fijnzeefinstallatie RWZI

### 2.1 Aanpak

CE Delft heeft de terugverdientijd van de Fijnzeefinstallatie bepaald op basis van gegevens over verbruik en kosten die zijn aangeleverd door Bob de Boer van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. De gegevens zijn door CE Delft globaal gevalideerd en waar nodig is om nadere onderbouwing gevraagd.

Op basis van de gegevens berekenen we een terugverdientijd en het projectrendement van de investering in de fijnzeef. We doen dat op basis van gegevens ontleend aan de specifieke situatie van de RWZI Beemster. Vanwege de onzekerheid in de bijdrage van de fijnzeef aan de verandering van het verbruik van hulpstoffen en energie in latere stappen in de zuivering, geven we een bandbreedte. We laten resultaten zien op basis van een berekening zonder en met waardering van de capaciteitsuitbreiding die met het plaatsen van de fijnzeef wordt gecreëerd.

### 2.2 Systeem met fijnzeef en zonder fijnzeef

Voor het opstellen van de businesscase van de fijnzeef is een systeem vergeleken waarbij afvalwater wordt gezuiverd met gebruik van een fijnzeef (zie Figuur 1) ten opzichte van een systeem waarbij het wordt gezuiverd zonder gebruik van een fijnzeef (referentie, zie Figuur 2).

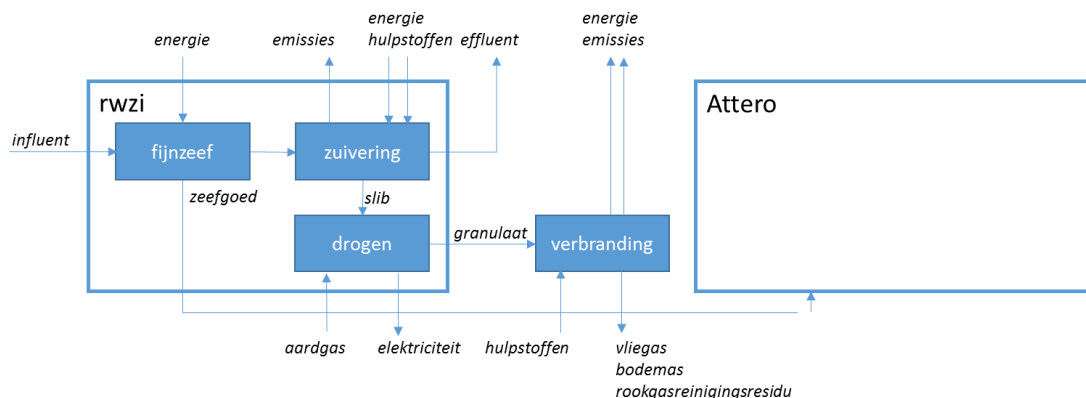
Ten opzichte van het referentiesysteem (zonder fijnzeef) leidt een systeem met fijnzeef ertoe dat:

- Het (gezeefde) afvalwater dat naar de zuivering gaat een lagere concentratie aan te zuiveren afvalstoffen bevat. Dat betekent dat het energieverbruik in de zuiverings- en droogstap afneemt. Aan de andere kant neemt in de zuiveringsstap het gebruik van PE af en het gebruik van NaClO toe (omdat er meer H<sub>2</sub>S moet worden afgevangen<sup>4</sup>) en neemt de elektriciteitsopbrengst<sup>5</sup> bij de droogstap af (voor volledige beschrijving van het proces zie ook de milieuanalyse: CE Delft, 2018, Paragraaf 2.1.4).
- Er een stroom ontstaat van zeefgoed die wordt aangeboden aan een verwerking (in dit geval Attero).
- De capaciteit van het systeem wordt uitgebreid.

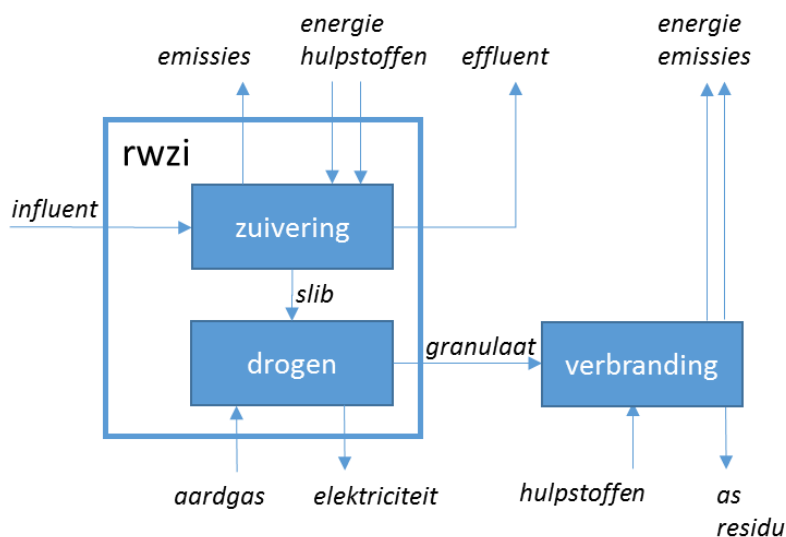
<sup>4</sup> Met de fijnzeefinstallatie is er een onderdeel op de RWZI bijgekomen dat geur (H<sub>2</sub>S) verspreid. De H<sub>2</sub>S wordt afgezogen en naar de geurbehandeling geleid. Dat uit zich onder andere door een toename van het verbruik NaClO waarmee H<sub>2</sub>S wordt afgevangen.

<sup>5</sup> Het betreft hier een slibdroger, waar aardgas wordt gebruikt om warmte en elektriciteit op te wekken, en elektriciteit bijproduct is. In deze analyse wordt naar het geheel gekeken, dus naar het gas wat nodig is voor de productie van alle warmte voor slibdrogen en alle elektriciteit wat elders gebruikt wordt. Omdat de baat van minder aardgasgebruik volledig wordt opgenomen, krijgen ook de kosten van minder elektriciteitsopbrengst een plek. Hier zou waarschijnlijk een optimalisatie kunnen plaatsvinden door restwarmte te gebruiken, mits er voldoende bronnen of netwerken daarvoor in de nabijheid zijn.

**Figuur 1 - Systeem met fijnzeef**



**Figuur 2 - Systeem zonder fijnzeef (referentie)**



## 2.3 Gegevens over prijzen en kosten van inputs en outputs

We hebben gebruik gemaakt van de volgende prijs- en kostengegevens:

Tabel 5 - Prijs- en kostengegevens fijnzeefinstallatie

In/output	Kosten/prijs (excl. BTW)	Eenheid
Elektriciteit	0,075	€/kWh
Aardgas	0,57	€/Nm <sup>3</sup>
FeCl <sub>3</sub>	118	€/ton FeCl <sub>3</sub>
PE	1.470	€/ton PE
NaClO	315	€/ton NaClO
Aanbieden zeefgoed*		
Pessimistisch	83	€/ton
Neutraal	74	€/ton
Optimistisch	66	€/ton
Aanbieden granulaat*	33	€/ton

Toelichting: \* Prijzen exclusief BTW. Prijzen voor aanbieden zeefgoed en granulaat zijn inclusief transportkosten<sup>6</sup>.

## 2.4 Gegevens over de investering

Tabel 6 - Opbouw investeringskosten

Post	Hoogte
<b>Totale investeringskosten, waarvan:</b>	<b>€ 8.462.944</b>
Bouwkosten/investeringen in de bouwfase	€ 5.710.135
Inrichtingskosten	€ 634.459
Plan- en advieskosten	€ 649.574
BTW over bovenstaande posten	€ 1.468.775

Toelichting: We onderscheiden geen negatief of positief scenario waarin bijvoorbeeld onvoorziene meer of minderkosten zouden kunnen worden meegenomen.

## 2.5 Gegevens over de jaarlijkse opbrengsten/vermeden kosten

### 2.5.1 Onderhoudskosten

Tabel 7 - Opbouw onderhoudskosten

Post	Hoogte
<b>Totale onderhoudskosten, waarvan:</b>	<b>€ 48.400</b>
Onderhoudskosten	€ 40.000
BTW op totaal jaarlijks terugkerende kosten	€ 8.400

<sup>6</sup> Voor het transport van het zeefgoed is uitgegaan van transportkosten van 20,66 €/ton. Deze komen overeen met transport van de locatie van de zuivering in Beemster naar de locatie van Attero in Groningen.

## 2.5.2 Kapitaalslasten

Tabel 8 - Jaarlijkse kapitaalkosten

Post	Hoogte
Totale jaarlijkse kosten voor kapitaal	€ 85.460

Deze kosten zijn berekend op basis van de investeringskosten en de gegevens uit Tabel 9.

Tabel 9 - Gegevens bepaling kapitaalslasten

Parameter	Kosten/prijs (excl. BTW)	Eenheid
Afschrijvingstermijn fijnzeef	30	jaren
Rente op lening/vereist rendement op kapitaal voor investering fijnzeef	1,80%	%

Berekening op basis van een annuïtaire aflossing.

## 2.5.3 Extra kosten energie fijnzeef en aanbieden zeefgoed

Tabel 10 - Opbouw kosten energie en aanbieden zeefgoed

Post	Kosten pessimistisch	Kosten neutraal	Kosten optimistisch
	€ per jaar, incl. BTW		
<b>Totale extra kosten energie fijnzeef en aanbieden zeefgoed, waarvan:</b>	<b>€ 185.895</b>	<b>€ 161.992</b>	<b>€ 140.172</b>
Kosten elektriciteit	€ 21.545	€ 20.917	€ 20.290
Kosten aanbieden zeefgoed	€ 164.351	€ 141.075	€ 119.882

Deze kosten zijn berekend op basis van de volgende verschillen in fysieke eenheden:

Tabel 11 - Gegevens bepaling kosten energie en aanbieden zeefgoed

Post	Hoeveelheid pessimistisch	Hoeveelheid neutraal	Hoeveelheid optimistisch	Eenheid
Extra verbruik elektriciteit, fijnzeef	237.407	230.492	223.578	kWh/jaar
Aan te bieden zeefgoed	1.636	1.568	1.499	ton/jaar

## 2.5.4 Extra kosten hulpstoffen en minder kosten energie zuivering

In Tabel 12 staan de kosten en besparingen voor hulpstoffen en energie in de zuiveringsstap.

Tabel 12 - Kosten hulpstoffen en lagere energiekosten zuivering

Post	Kosten pessimistisch	Kosten neutraal	Kosten optimistisch
	€/jaar, incl. BTW		
<b>Totale extra kosten, waarvan:</b>	<b>-23.264</b>	<b>-38.527</b>	<b>-45.939</b>
Elektriciteit, zuivering	-22.864	-38.127	-45.540
Aardgas, zuivering	-	-	-
FeCl <sub>3</sub>	-	-	-
PE	-1.933	-1.933	-1.933
NaClO	1.534	1.534	1.534

Deze kosten zijn berekend op basis van de verschillen in fysieke eenheden die in Tabel 13 weergegeven zijn.

Tabel 13 - Gegevens bepaling kosten hulpstoffen en lagere energiekosten zuivering

Post	Hoeveelheid pessimistisch	Hoeveelheid neutraal	Hoeveelheid optimistisch	Eenheid
Elektriciteit, zuivering	-251.948	-420.136	-501.818	kWh/jaar
Aardgas, zuivering	-	-	-	Nm <sup>3</sup> /jaar
FeCl <sub>3</sub>	-	-	-	ton/jaar
PE	-1	-1	-1	ton/jaar
NaClO	4	4	4	ton/jaar

De toename in de hoeveelheid gebruikt natriumhypochloriet is te wijten aan de verhoging van H<sub>2</sub>S op de zuivering, waarvoor NaClO wordt gebruikt om dit af te vangen<sup>7</sup>. PE gebruik daalt omdat de slibhoeveelheid daalt.

<sup>7</sup> Met de fijnzeefinstallatie is er een onderdeel op de RWZI bijgekomen dat geur (H<sub>2</sub>S) verspreid. De H<sub>2</sub>S wordt afgezogen en naar de geurbehandeling geleid. Dat uit zich onder andere door een toename van het verbruik NaClO waarmee H<sub>2</sub>S wordt afgevangen.

## 2.5.5 Bespaarde kosten hulpstoffen en energie drogen

Tabel 14 - Kostenbesparing hulpstoffen en energie voor slibdroging

Post	Kosten pessimistisch	Kosten neutraal	Kosten optimistisch
	€/jaar, incl. BTW		
<b>Totaal verschil kosten aardgas, aanbieden granulaat bij verbrander minus E-opbrengst, waarvan:</b>	<b>-87.452</b>	<b>-179.572</b>	<b>-356.950</b>
Vershil in kosten aanbieden granulaat bij verbrander	-8.706	-17.876	-35.533
Vershil in kosten aardgas	-120.296	-247.014	-491.008
Vershil in opbrengst E-productie *	41.550	85.317	169.591

Toelichting: Een -teken betekent dat kosten bespaard worden.

\* Vanwege het verminderde energieverbruik bij het drogen, is er een teruggang in de hoeveelheid elektriciteit die wordt geproduceerd in de WKK's (bijproduct).

Deze kosten zijn berekend op basis van de verschillen in fysieke eenheden die in Tabel 15 weergegeven zijn.

Tabel 15 - Gegevens kostenbesparing hulpstoffen en energie voor slibdroging

Post	Hoeveelheid pessimistisch	Hoeveelheid neutraal	Hoeveelheid optimistisch	Eenheid
Aardgas (verbruik)	-174.418	-358.146	-711.915	Nm <sup>3</sup> /jaar
Elektriciteit (opgewekt)	-457.848	-940.134	-1.868.776	kWh/jaar
Aan te bieden granulaat (95% droge stof)	-218	-448	-890	ton/jaar

## 2.5.6 Waardering capaciteitsuitbreiding

In Tabel 16 wordt weergegeven welke waarde we geven aan de capaciteitsuitbreiding.

Tabel 16 - Waardering capaciteitsuitbreiding

Post		
<b>Uitbreiding capaciteit</b>	<b>18.000</b>	<b>i.e.</b>
Belastingtarief	53	€/i.e.
Aandeel belastingtarief dat investering representeert:	30%*	
Waardering capaciteitsuitbreiding per i.e.	16	€/i.e.
Waardering capaciteitsuitbreiding (per jaar)	290.844	€

Toelichting: \* Dit percentage is gebaseerd op de gemiddelde verhouding tussen kapitaallasten en exploitatielasten die HHNK jaarlijks aan de waterketen spendeert. Dus 30% van het geld dat HHNK bij de burger ophaalt gaat op aan kapitaallasten op de investeringen die we doen. 70% gaat op aan exploitatielasten zoals personeel, hulpstoffen, slibverwerking, energie, enz.

## 2.5.7 Overzicht jaarlijkse opbrengsten/vermeden kosten

In Tabel 17 en Tabel 18 geven we een overzicht van de jaarlijkse extra kosten die gemaakt worden in het scenario met fijnzeef ten opzichte van het referentiescenario. We doen dat per stap in de RWZI (zie Tabel 17). Daarnaast splitsen we de kosten uit naar de bron, zie Tabel 18.

Tabel 17 - Overzicht jaarlijkse extra kosten fijnzeef minus referentie, per stap in de RWZI

Post	Kosten	Kosten	Kosten
	pessimistisch	neutraal	optimistisch
€/jaar, incl. BTW			
Onderhoudskosten	48.400	48.400	48.400
Kapitaalslasten	85.460	85.460	85.460
Extra kosten energie fijnzeef en aanbieden zeefgoed	185.895	161.992	140.172
Extra kosten hulpstoffen en minder kosten energiezuivering	-23.264	-38.527	-45.939
Bespaarde kosten hulpstoffen en energie drogen	-87.452	-179.572	-356.950
Waardering capaciteitsuitbreiding (per jaar)	-290.844	-290.844	-290.844
<b>Totale kosten jaarlijks, exclusief kapitaalslasten, exclusief waardering capaciteitsuitbreiding</b>	<b>123.579</b>	<b>-7.707</b>	<b>-214.317</b>
<b>Totale kosten jaarlijks, inclusief Kapitaalslasten, exclusief waardering capaciteitsuitbreiding</b>	<b>209.039</b>	<b>77.753</b>	<b>-128.857</b>
<b>Totale kosten jaarlijks, exclusief kapitaalslasten, inclusief waardering capaciteitsuitbreiding</b>	<b>-167.265</b>	<b>-298.551</b>	<b>-505.161</b>
<b>Totale kosten jaarlijks, inclusief Kapitaalslasten, inclusief waardering capaciteitsuitbreiding</b>	<b>-81.805</b>	<b>-213.091</b>	<b>-419.701</b>

Tabel 18 - Overzicht jaarlijkse extra kosten fijnzeef minus referentie, op basis bron kosten

Post	Kosten	Kosten	Kosten
	pessimistisch	neutraal	optimistisch
€/jaar, incl. BTW			
Onderhoudskosten	48.400	48.400	48.400
Kapitaalslasten	85.460	85.460	85.460
Aanbieden zeefgoed	164.351	141.075	119.882
Energiegebruik	-121.616	-264.224	-516.258
Elektriciteitsopwek	41.550	85.317	169.591
Gebruik hulpstoffen	-399	-399	-399
aanbieden granulaat	-8.706	-17.876	-35.533
Waardering capaciteitsuitbreiding (per jaar)	-290.844	-290.844	-290.844
<b>Totale kosten jaarlijks, exclusief kapitaalslasten, exclusief waardering capaciteitsuitbreiding</b>	<b>123.579</b>	<b>-7.707</b>	<b>-214.317</b>
<b>Totale kosten jaarlijks, inclusief Kapitaalslasten, exclusief waardering capaciteitsuitbreiding</b>	<b>209.039</b>	<b>77.753</b>	<b>-128.857</b>
<b>Totale kosten jaarlijks, exclusief kapitaalslasten, inclusief waardering capaciteitsuitbreiding</b>	<b>-167.265</b>	<b>-298.551</b>	<b>-505.161</b>
<b>Totale kosten jaarlijks, inclusief Kapitaalslasten, inclusief waardering capaciteitsuitbreiding</b>	<b>-81.805</b>	<b>-213.091</b>	<b>-419.701</b>

## 2.7 Resultaat: terugverdientijd en interne rentevoet

Uit de businesscaseberekeningen (zie hieronder) blijkt dat een investering in een fijnzeef zonder waardering van de capaciteitsuitbreiding niet rendabel is. Dat komt met name vanwege de hoge kosten voor het aanbieden van het zeefgoed en het elektriciteitsverbruik van de fijnzeef. Deze kosten worden niet gecompenseerd door besparingen in de stappen daarna.

Wanneer we de capaciteitsuitbreiding wel waarderen, dan zien we dat er in het meest optimistische scenario een positieve businesscase ontstaat. De TVT is met 20 jaar korter dan de afschrijvingstermijn; de IR<sup>8</sup> is met 4% groter dan de financieringslast van 1,8%. In het neutrale of pessimistische scenario is de terugverdientijd dusdanig lang dat de investering niet rendabel is vanuit financieel oogpunt. Echter, een fijnzeef levert ook milieuwinst op, waardoor het vanuit een maatschappelijke verantwoordelijkheid toch kan renderen om te investeren in een fijnzeef. Om dat in beeld te brengen, wordt parallel aan deze economische analyse een milieukundige analyse uitgevoerd. Ook laten we in Paragraaf 2.8 zien wat de kosteneffectiviteit van de fijnzeef is als CO<sub>2</sub>-reductiemaatregel.

In de navolgende paragrafen werken we de berekeningen uit, met en zonder waardering van de capaciteitsuitbreiding. We maken dat onderscheid omdat onzeker is in welke mate en wanneer in de toekomst gebruik zal worden gemaakt van de extra gecreëerde capaciteit.

### 2.7.1 Resultaat zonder waardering capaciteitsuitbreiding

Tabel 19 - TVT en IR fijnzeefinstallatie zonder waardering capaciteitsuitbreiding

Post	Pessimistisch	Neutraal	Optimistisch	Eenheid
Investeringskosten	8.462.944	8.462.944	8.462.944	€, incl. BTW
Vershil jaarlijkse kosten (fijnzeef minus referentie) (incl. kapitaalslasten)*	209.039	77.753	-128.857	€/jaar, incl. BTW
Vershil jaarlijkse kosten (fijnzeef minus referentie) (excl. kapitaalslasten)*	123.579	-7.707	-214.317	€/jaar, incl. BTW
TVT	De investering wordt niet terugverdiend omdat er jaarlijks extra kosten worden gemaakt.		66	Jaren
IR	De investering wordt niet terugverdiend omdat er jaarlijks extra kosten worden gemaakt.		Negatief **	%

Toelichting: Voor de berekening van de TVT is gebruik gemaakt van het verschil in jaarlijkse kosten inclusief kapitaalslasten.

De IR berekenen we op basis van het verschil in jaarlijkse kosten exclusief kapitaalslasten. Als de IR groter is dan de risicogewogen kosten voor kapitaal (bijvoorbeeld WACC of bij volledige externe financiering de rentekosten), dan is het project rendabel.

\* Een positief getal betekent dat de kosten in het systeem met fijnzeef hoger zijn dan de kosten in het systeem zonder fijnzeef.

\*\* Een negatieve waarde voor de Interne rentevoet betekent dat de TVT hoger ligt dan de levensduur van de installatie.

<sup>8</sup> IR staat voor interne rentevoet, een maat voor het rendement van het project. De IR wordt berekend als de discontovoet waarbij de Netto Contante Waarde van het project gelijk is aan 0.



## 2.7.2 Resultaat met waardering capaciteitsuitbreiding

Tabel 20 - TVT en IR fijnzeefinstallatie met waardering capaciteitsuitbreiding

Post	Pessimistisch	Neutraal	Optimistisch	Eenheid
Investeringskosten	8.462.944	8.462.944	8.462.944	€, incl. BTW
Vershil jaarlijkse kosten (fijnzeef minus referentie) (incl. kapitaalslasten)*	-81.805	-213.091	-419.701	€/jaar, incl. BTW
Vershil jaarlijkse kosten (fijnzeef minus referentie) (excl. kapitaalslasten)*	-167.265	-298.551	-505.161	€/jaar, incl. BTW
TVT	103	40	20	Jaren
IR	Negatief **	0%	4%	%

Toelichting: Voor de berekening van de TVT is gebruik gemaakt van het verschil in jaarlijkse kosten inclusief kapitaalslasten.

De IR berekenen we op basis van het verschil in jaarlijkse kosten exclusief kapitaalslasten. Als de IR groter is dan de risicogewogen kosten voor kapitaal (bijvoorbeeld WACC of bij volledige externe financiering de rentekosten), dan is het project rendabel.

\* Een positief getal betekent dat de kosten in het systeem met fijnzeef hoger zijn dan de kosten in het systeem zonder fijnzeef.

\*\* Een negatieve waarde voor de Interne rentevoet betekent dat de TVT hoger ligt dan de levensduur van de installatie.

## 2.8 Kosteneffectiviteit fijnzeefinstallatie als CO<sub>2</sub>-reductiemaatregel

In de milieuanalyse Cellu2PLA (zie CE Delft, 2018) berekenen we de milieuprestaties van twee fijnzeef-routes. Een onderdeel daarvan is de reductie van de klimaatimpact/CO<sub>2</sub>-uitstoot die deze fijnzeef-routes realiseren ten opzichte van de referentie. Als we de CO<sub>2</sub>-besparing van de fijnzeefroutes relateren aan de kosten van de fijnzeef, kunnen we uitrekenen wat de kosteneffectiviteit (€/ton CO<sub>2</sub>-eq.-reductie) van de fijnzeef is. Er wordt hierbij gerekend met de CO<sub>2</sub>-reductie over de hele keten (de reductie die binnen de bedrijfsgrenzen van HHNK valt zal hier dus van afwijken).

In een milieuanalyse zijn twee routes voor zeefgoedverwerking milieukundig doorgerekend (CE Delft, 2018):

- **Fijnzeefroute A:** Productie van glucose uit zeefgoed, waarbij de reststroom vergist wordt, en het digestaat uit vergisting uiteindelijk wordt verbrand;
- **Fijnzeefroute B:** Directe vergisting van zeefgoed, gevolgd door verbranding van het digestaat.

De fijnzeefroutes zijn beiden hypothetisch. De modellering is gebaseerd op een inschatting van een uitontwikkelde installatie op industriële schaal. Op dit moment is Fijnzeefroute A niet ver genoeg ontwikkeld voor succesvolle full scale-productie, Fijnzeefroute B wel. De onzekerheden in Route A zijn daarom een stuk groter.

De kosteneffectiviteit voor Fijnzeefroute A ligt tussen de 700 en 2.800 €/ton CO<sub>2</sub>-eq.-reductie, terwijl deze voor Fijnzeefroute B tussen de 95 en 380 €/ton CO<sub>2</sub>-eq.-reductie ligt. Deze resultaten lopen uiteen door de verschillende klimaatprestaties van de fijnzeefroutes (CE Delft, 2018). Vooral voor Fijnzeefroute A is de bandbreedte groot omdat de onzekerheid groot is. In Tabel 24 is te zien dat met name Fijnzeefroute B goed kan scoren ten opzichte van andere (voorbeeld)opties om de klimaat-impact te verlagen, zoals mestvergisting en het produceren van groengas via vergassing.

We lichten dit resultaat hieronder toe.

**Tabel 21 - CO<sub>2</sub>-reductie voor twee fijnzeefroutes, neutraal scenario (CE Delft, 2018)**

Fijnzeefroute	CO <sub>2</sub> -reductie
	kg CO <sub>2</sub> eq./jaar
Fijnzeefroute A	96.528
Fijnzeefroute B	726.562

Bron: CE Delft, 2018.

**Tabel 22 - Jaarlijkse kosten fijnzeef als CO<sub>2</sub>-maatregel, neutraal scenario**

Inclusief waardering capaciteitsuitbreiding?	Kosten
	€/jaar
Nee	274.391
Ja	69.007

Toelichting:

- Berekeningen CE Delft op basis van gegevens in de voorgaande paragraaf
- In de jaarlijkse kosten zijn de kapitaalslasten meegenomen op basis van een annuïteit.

**Tabel 23 - Kosteneffectiviteit fijnzeef als CO<sub>2</sub>-reductiemaatregel**

Inclusief waardering capaciteitsuitbreiding?	Fijnzeefroute A	Fijnzeefroute B
	€/ton CO <sub>2</sub> -eq.-reductie	
Nee	2.843	378
Ja	715	95

In Tabel 24 vergelijken we die met enkele andere potentiële maatregelen om CO<sub>2</sub>-emissies te besparen.

**Tabel 24 - Kosteneffectiviteit fijnzeef en enkele andere opties als CO<sub>2</sub>-reductiemaatregel (€/ton CO<sub>2</sub>-eq.-reductie)**

Maatregel	Kosteneffectiviteit
	€/ton CO <sub>2</sub> -eq.-reductie
Fijnzeef RWZI (Route A – glucoseproductie)	715-2.843
Fijnzeef RWZI (Route B – directe vergisting)	95-378
Procesefficiency kosten laag	-120
Procesefficiency kosten midden	-30
Procesefficiency kosten hoog	30
Biomassaketels glastuinbouw	125
Monovergisting mest	240
Groengas via vergassing	500
Warmteterugwinning woningen	800
Isolatie dienstensectoren	1.900
Regel- en feedback/optimalisatie woningen	3.100

Toelichting: Fijnzeef: berekeningen CE Delft. Overige maatregelen: PBL, 2018.

# 3 Businesscase glucoseproductie uit zeefgoed

## 3.1 Aanpak

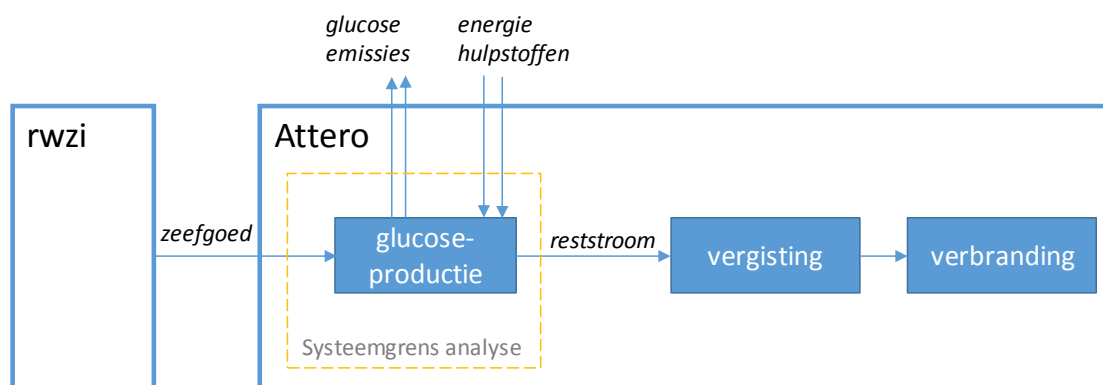
Het Cellu2PLA-project is maar deels succesvol gebleken. Het is niet gelukt om PLA te produceren, wel is glucose geproduceerd, alleen niet in stabiele vorm. We beschouwen een businesscase van glucoseproductie uit zeefgoed. CE Delft heeft de onderliggende gegevens betreffende de businesscase ontvangen van mw. F.J. Goosens van Attero.

Deze gegevens zijn door Attero bepaald en/of geschat en zijn niet nader kwantitatief onderbouwd. Experimenteel onderzoek met een pilot-plant heeft geen opbrengstwaarde aan glucose opgeleverd, zodat deze waarde door Attero geschat moest worden. De gegevens zijn door CE Delft globaal geduid op de orde-grootte en gebruikt voor de bepaling van de winstgevendheid.

## 3.2 Systeemgrenzen

Deze businesscase betreft een onderdeel van de complete keten van cellulose-houdend afvalwater tot PLA. Aan de ingang zitten de opbrengsten uit het poorttarief voor het door Attero van HHNK ontvangen zeefgoed uit een fijnzeefinstallatie. Daarna komt het enzymatische omzettingsproces met toevoer van energie- en hulpstoffen, de opbrengst aan niet verder gezuiverde waterige glucose-oplossing. Aan de uitgang van de businesscase zit de aangenomen intern te verrekenen verwerkingskosten van de restroom door middel van vergisting en verbranding. Hiervoor zijn geen gegevens beschikbaar qua kosten en winstgevendheid, dus daarom nemen wij deze waarden aan. Zie Figuur 3 voor de gebruikte systeemgrenzen (weergegeven met een stippellijn):

Figuur 3 - Systeemgrenzen voor de businesscase van zeefgoed naar glucose



### 3.3 Vaste investeringskosten (CAPEX)

De aangenomen schaal voor de procesinstallatie bedraagt 100.000 ton zeefgoed per jaar. Voor de vaste investeringskosten is voor het totaalbedrag een interval aangeleverd van 20-40 miljoen euro (exclusief BTW).

Dit totaalbedrag bevat de volgende posten, zie Tabel 25.

Tabel 25 - Specificatie van de posten van de totale vaste investeringskosten

<b>CAPEX</b>
<b>A. Civiel</b>
Gebouw inclusief heien en compartimentering
Verharding rondom gebouw
Stoomleiding
Bunker - ontvangst cellulose/zeefgoed
Bunker - opslag vaste reststoffen
<b>B. Werktuigbouw</b>
<b>Hygiënisatie zeefgoed</b>
Transportband zeefgoed
Mixer/Doseur
Autoclaaf
<b>Hydrolyse</b>
Hydrolysetank
<b>Filtratie</b>
Trommelfilter
Microfilter
<b>Indikken</b>
Verdampingsunit glucosewater
<b>Opslagtanks</b>
Buffertank voor filterstraat (na hydrolyse)
Opslagtank ingedikt glucose (eindproduct)
Opslagtank proceswater (gecondenseerd uit verdamping van water)
<b>Pompen</b>
Pompen autoclaaf, hydrolyse, filterstraat
Doseerpompen enzym en pH-correctie
<b>C. E&amp;I (elektra en instrumentatie)</b>
Elektra aanleggen
Procesbesturing - software
Inline metingen en regelingen: pH, temperatuur, druk
<b>D. Overig</b>
Onderhoud en reserveonderdelen
Engineering
Projectmanagement
Verzekering, brandveiligheid, certificering, analyseapparatuur
Onvoorzien

### 3.4 Data voor variabele kosten (OPEX)

Dit zijn de uit te geven kosten per ton verwerkt zeefgoed en de regelmatig terugkerende kosten. Deze staan vermeld in Tabel 26:

Tabel 26 - Specificatie van de data voor de variabele kosten (indicatieve getallen)

Waarden voor variabele kosten	Hoeveelheid	Eenheid	Opmerkingen
Afschrijvingstermijn	10	jaar	
Kapitaalkosten (WACC)	8%	-	Opgave Attero
Beschikbaarheid*	91%	-	Opgave Attero
Afvoer reststroom	20-75	€/ton	
Elektriciteit	0,045	€/kWh	
Stoom	15 - 33	€/ton	MP stoom
Leidingwater industrie	0,92-1	€/m <sup>3</sup>	Bron: VEMW
Enzymen	10-30	€/ton	
Chemicaliën pH correctie	150-600	€/ton	
Chemicaliën schoonmaak	1,19	€/kg	
Analyses	120.000	€/jaar	Schatting Attero

\* Aangenomen is dat deze beschikbaarheid verdisconteerd zit in de capaciteitswaarde van de installatie.

### 3.5 Variabele kosten (OPEX)

Op basis van de data zijn de variabele kosten bepaald volgens Tabel 27.

Tabel 27 - Variabele kosten (indicatieve getallen)

Post	Hoeveelheid			Kosten		
	Optimistisch	Pessimistisch	Eenheid	Optimistisch	Pessimistisch	Eenheid
Personeel				720.000	720.000	€/jaar
Afvoer reststromen	77.467	77.467	ton/jaar	1.549.340	5.810.025	€/jaar
Elektriciteit	6.400.000	16.600.000	kWh/jaar	288.000	747.000	€/jaar
Stoom/warmte	77.827	270.177	ton/jaar	1.167.406	8.915.854	€/jaar
Leidingwater/proceswater	65.000	90.000	m <sup>3</sup> /jaar	59.800	90.000	€/jaar
Enzymen	222.000	2.200.000	kg/jaar	2.220.000	66.000.000	€/jaar
Chemicaliën pH	5.000	15.000	ton/jaar	750.000	9.000.000	€/jaar
Chemicaliën schoonmaak	200	200	liter/jaar	238	238	€/jaar
Analyses				120.000	120.000	€/jaar
Kapitaalkosten <sup>a</sup>	20.000.000	40.000.000	€	800.000	1.600.000	€/jaar
<b>Totale kosten vóór afschrijving</b>				<b>7.674.784</b>	<b>91.403.117</b>	<b>€/jaar</b>
Afschrijving	20.000.000	40.000.000	€	2.000.000	4.000.000	€/jaar
Inclusief afschrijving				9.674.784	95.403.117	€/jaar

<sup>a</sup> Aanname dat over de afschrijvingsduur de rentekosten lineair afnemen; gegeven WACC = 8%.

### 3.6 De opbrengsten (yield)

De opbrengsten die worden voorzien staan in Tabel 28.

Tabel 28 - Overzicht van de opbrengsten (indicatieve getallen)

Omschrijving	Hoeveelheid		Prijs		Opbrengsten	
	Pessimistisch	Optimistisch	Pessimistisch	Optimistisch	Pessimistisch	Optimistisch
	ton/jaar		€/ton		€/jaar	
Glucose <sup>a</sup>	10.808	10.808	250	350	2.702.000	3.782.800
Poorttarief zeefgoed <sup>b</sup>	100.000	100.000	45	62	7.146.000	7.146.000
<b>Totaal</b>					<b>9.848.000</b>	<b>10.928.800</b>

<sup>a</sup> Dit is voor pure glucose. Lage schatting is waarschijnlijk realistischer i.v.m. loslaten suikerquota.

<sup>b</sup> Dit is de bandbreedte van het tarief dat de aanbieder van zeefgoed betaalt (zie Tabel 5) minus het tarief voor transport van € 20,66.

### 3.7 Resultaat: terugverdientijd en interne rentevoet

Het financiële resultaat van de indicatieve businesscase van het glucoseproces wordt weergegeven in Tabel 29. Het Cellu2PLA-project is maar deels succesvol gebleken. Het is niet gelukt om PLA te produceren, wel is glucose geproduceerd, alleen niet in stabiele vorm. We beschouwen een businesscase van glucoseproductie uit zeefgoed en baseren die op de inschatting van Attero voor de (kosten) parameters) van een uitontwikkelde installatie op industriële schaal. De reactie erna, van glucose naar PLA, is niet beschouwd. De inschattingen worden gekenmerkt door grote onzekerheidsintervallen. De resultaten dienen dus indicatief opgevat te worden. Mocht in de toekomst op pilotschaal wél een geslaagde test plaatsvinden, dan bevelen we aan om de businesscase (zie Tabel 3) bij te stellen. Concreet stellen we voor om een eventuele investeringsbeslissing te baseren op een eerste orde businesscase (gebruikelijk is een onzekerheidsmarge van 20%) van de een full-scale-installatie gebaseerd op de parameters van een geslaagde test.

Tabel 29 - Financieel resultaat glucoseproces (op basis van indicatieve getallen)

Omschrijving	Pessimistisch	Optimistisch	Eenheid	Opmerkingen
Marge voor afschrijving	-84.167.232	2.341.901	€/jaar	
Terugverdientijd	-	9	jaar	
IR	-	15%	-	In optimistisch scenario: IR>WACC, project is rendabel*

Toelichting: Voor de berekening van de TVT is gebruik gemaakt van het verschil in jaarlijkse kosten inclusief kapitaalslasten. De IR berekenen we op basis van het verschil in jaarlijkse kosten exclusief kapitaalslasten. Als de IR groter is dan de risicogewogen kosten voor kapitaal (bijvoorbeeld WACC of bij volledige externe financiering de rentekosten), dan is het project rendabel. Voor de berekening van de IR hanteren we het uitgangspunt dat de economische levensduur van de installatie gelijk is aan 2 X de afschrijvingstermijn. Dit baseren we op de verschillen in afschrijvingstermijnen en economische levensduur van vergisters waarvoor een SDE+ subsidie kan worden aangevraagd. (Economische levensduur ≈ 2 X afschrijvingstermijn).

\* Het is onwaarschijnlijk dat de businesscase voor glucoseproductie positief uitvalt. Het optimistische scenario is gebaseerd op het uitgangspunt dat *alle* parameters voor het verbruik en kosten/opbrengsten gunstig uitvallen. Echter: er is sprake van samenhang tussen parameters. Als bijvoorbeeld de kwaliteit van het zeefgoed erg goed is, zijn de kosten voor hulpstoffen (enzymen) lager maar zal ook het verwerkingstarief (opbrengst) lager zijn.

Het resultaat is in het optimistische scenario positief en in het pessimistische scenario zwaar negatief. Hierbij vormen **de kosten voor de enzymen veruit de grootste kostenpost**. Daarbij zorgen de grote intervallen voor de enzymendosering (factor 100) en de 200% verschil in enzymprijs en andere variabelen voor **een heel breed onzekerheidsinterval tussen het pessimistische en optimistische scenario**.

Het optimistische scenario wordt vooral **positief door het verschil tussen de opbrengsten voor het aannemen van het zeefgoed en de kosten voor de afvoer van de reststroom na de glucoseproductie in combinatie met de grote massastromen**. Er is hier sprake van een grote gevoeligheid voor het verschil in tarief, welke administratief bepaald is en niet gerelateerd aan het onderzoek van de glucoseproductie.

De terugverdientijd voor het optimistische scenario bedraagt ongeveer negen jaar, de rentabiliteit van het project (IR) 15%. De IR is groter dan de eis aan het rendement van het kapitaal (de zogenaamde WACC) van 8%. Het is onwaarschijnlijk dat het optimistische scenario zich voordoet. Het optimistische scenario is gebaseerd op het uitgangspunt dat *alle* parameters voor het verbruik en kosten/opbrengsten gunstig uitvallen. Echter: er is sprake van samenhang tussen parameters. Als bijvoorbeeld de kwaliteit van het zeefgoed erg goed is, zijn de kosten voor hulpstoffen (enzymen) lager maar zal ook het verwerkingstarief (opbrengst) lager zijn. Het pessimistische scenario heeft geen terugverdientijd.

## 4 Literatuur

CE Delft, 2018. *Milieuanalyse Cellu2PLA*, Delft: CE Delft.

PBL, 2018. *Kosten Energie- en Klimaattransitie in 2030 : Update 2018*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

