VIBE Navigator

voor de rubber- & kunststofindustrie



NRK

BlueTerra Energy Experts

Versie 1.0

Revisie log

Versie	Datum	Omschrijving
1.0	6 oktober 2026	Eerste publicatie

De inhoud van de VIBE Navigator, Calculator en Catalogus is met zorgvuldigheid samengesteld op basis van de kennis en informatie die beschikbaar was op het moment van publicatie. De aanbevelingen en richtlijnen in deze VIBE Toolkit zijn bedoeld als hulpmiddel en referentie. Aan de gepubliceerde informatie kunnen geen rechten worden ontleend. VIBE en FME aanvaarden geen aansprakelijkheid voor schade die voortvloeit uit het gebruik van of de beslissingen op basis van de inhoud van deze Toolkit.

Voor advies op maat raden wij aan een gespecialiseerde deskundige te raadplegen.

Voorwoord VEMW & FME

De Nederlandse industrie vormt een belangrijke pijler onder onze economie, werkgelegenheid en welvaart. Die bijdragen zijn geen vanzelfsprekendheid, zeker niet in de huidige tijd met veel maatschappelijke veranderingen en uitdagingen. Juist nu is het van groot belang dat onze industrie internationaal concurrerend, innovatief en aantrekkelijk blijft voor investeringen. Energiebesparing speelt daarbij een cruciale rol. Bedrijven die erin slagen hun energiegebruik structureel te verlagen, versterken niet alleen hun weerbaarheid, maar ook hun innovatieve kracht, productiviteit en aantrekkelijkheid als investeringslocatie en hun aantrekkelijkheid als werkgever.

Vanuit die overtuiging hebben FME en VEMW het programma VIBE-2030 ontwikkeld: Versnelling Industriële Besparing Energie richting 2030. Wij geloven dat energiebesparing niet slechts een klimaatmaatregel is voor de verduurzaming, maar een strategische randvoorwaarde voor een sterke en toekomstbestendige industrie. Een industrie die minder afhankelijk is van externe energiebronnen, efficiënter omgaat met schaarse middelen en beter kan inspelen op de economische en maatschappelijke ontwikkelingen van morgen. En, met een concreet handelingsperspectief!

Met steun van het ministerie van Economische Zaken hebben wij de ambitie uitgesproken om binnen vijf jaar meer dan duizend van de grootste industriële bedrijfslocaties in Nederland te ondersteunen bij het realiseren van significante energiebesparing. Dat doen wij niet door opnieuw te beschrijven waarom energiebesparing belangrijk is, maar door bedrijven praktisch te ondersteunen bij de vraag hoe zij daadwerkelijk stappen kunnen zetten.

Deze toolkit is daar een eerste concreet resultaat van. Zij bundelt kennis, praktijkervaring en bewezen aanpakken die specifiek zijn ontwikkeld voor bedrijven binnen de Nederlandse industrie. Het doel is om organisaties te helpen kansen sneller te herkennen, investeringsbeslissingen beter te onderbouwen en succesvolle implementatie van energiebesparende maatregelen te versnellen.

De opgave waar we voor staan is omvangrijk, maar de voordelen zijn dat ook. Lagere energiekosten, meer flexibiliteit in het energiesysteem, minder grote druk op het elektriciteitsnet, vermindering van CO_2-uitstoot en een sterkere concurrentiepositie gaan hierbij hand in hand. Door energiebesparing centraal te stellen, werken we niet alleen aan verduurzaming, maar ook aan het verdienvermogen van Nederland.

Ik nodig u uit om deze toolkit actief te gebruiken binnen uw organisatie en samen met ons de volgende stap te zetten. Alleen door kennis te delen en in actie te komen kunnen we de transitie maken: een energie-efficiënte industrie als fundament voor een sterke, duurzame en concurrerende Nederlandse economie.

Hans Grünfeld

Directeur VEMW

Marco Workel

Directeur FME

Voorwoord NRK-brancheverenigingen

De Nederlandse kunststofverwerkende industrie werkt al jaren aan het slim en efficiënter inzetten van energie, zowel in de eigen processen als in de keten. Door de stijgende energieprijzen, toenemende internationale concurrentie en netcongestie blijft het belangrijk constant te werken aan de meest efficiënte en slimme inzet van energie. NRK pakt daarom alle mogelijkheden aan om nieuwe maatregelen te spotten en te onderzoeken en de bedrijven in onze sector te informeren en te stimuleren deze toe te passen.

De VIBE Toolkit is daar een mooi voorbeeld van. Een korte lijst met 5 maatregelen die significante energiebesparingen leveren in de drie belangrijkste energie-intensieve processen van onze branche, spuitgieten, extrusie en EPS-schuimen. Een lijst die is opgesteld in samenwerking met technische experts van diverse NRK-bedrijven.

De VIBE Toolkit beschrijft de maatregel, met alle relevante kentallen waarmee je je business case kunt berekenen. Daarnaast bevat het informatie over vergunningen, subsidies, financiering en een gids van toeleveranciers die een maatregel kunnen leveren en implementeren in jouw fabriek.

De Toolkit is een échte tool. Dus ga aan de slag. Kies jouw fabriek, loop de geselecteerde maatregelen langs, onderzoek welke jouw bedrijf voordeel opleveren. En dan natuurlijk aan de slag, zodat je nog jarenlang energie én geld besparen.

De VIBE Toolkit is tot stand gekomen in samenwerking met NRK-lidbedrijven, BlueTerra, het VIBE-team en vele technische deskundigen en toeleveranciers. De Toolkit is openbaar beschikbaar en bedoeld voor alle bedrijven in de kunststofverwerkende industrie.

Harold de Graaf

Directeur, NRK

Martin van Dord

Innovatie & Duurzaamheid, NRK

Inhoudsopgave

Algemene inleiding 6

De VIBE Toolkit in één oogopslag 7

Zo gebruik je de VIBE Toolkit 12

Welke standaardfabriek past bij jou? 13

Extrusie 15

Standaardfabriek omschrijving 16

Top-5 maatregelen 22

Voorbeeld routekaart naar implementatie 55

Watchlist & longlist 58

Spuitgieten 60

Standaardfabriek omschrijving 61

Top-5 maatregelen 67

Voorbeeld routekaart naar implementatie 99

Watchlist & longlist 102

EPS 104

Standaardfabriek omschrijving 105

Top-5 maatregelen 112

Voorbeeld routekaart naar implementatie 141

Watchlist & longlist 144

Bijlagen 146

A. Betrokken partijen 147

B. Richtlijnen relevante subsidieregelingen 154

C. Richtlijnen relevante financieringsopties 167

D. Richtlijnen relevante vergunningen 171

E. Werken met de VIBE Calculator 173

F. Werken met de VIBE Catalog 174

G. Nauwkeurigheid van de kentallen 175

Algemene inleiding

De VIBE Toolkit in één oogopslag

De VIBE Toolkit helpt je om **significante energiebesparingen in jouw fabriek te vinden – de eerste stap richting realisatie**. Geen generieke lijst met tientallen kleine maatregelen, maar een praktische selectie van maatregelen die daadwerkelijk verschil kunnen maken in het energiegebruik van je productieproces.

De Toolkit bestaat uit drie onderdelen die je in samenhang kunt gebruiken:

1. **Navigator** – overzicht & richting
   De VIBE Navigator is het onderdeel dat je nu voor je hebt. Hierin vind je de geselecteerde standaardfabrieken, de bijbehorende energieanalyse en de Top-5 van kansrijke energie-besparende maatregelen. Per maatregel krijg je behalve energiebesparing ook inzicht in:
   - De technische werking
   - De business case
   - Potentiële subsidie- en financieringsmogelijkheden
   - Impact op vergunningen en netcongestie

   Zo kun je snel bepalen welke maatregelen interessant kunnen zijn om voor jouw fabriek verder te onderzoeken.

2. **Calculator** – vertaal de maatregel naar jouw fabriek
   Geen twee fabrieken zijn hetzelfde. Met de VIBE Calculator kun je daarom de kentallen uit de Navigator aanpassen aan jouw eigen situatie. Capaciteit, investeringskosten, besparingen, subsidies, energieprijzen, … zo kan je maatregelen evalueren en onderling vergelijken.

3. **Catalog** – praktijkvoorbeelden
   Een maatregel wordt een stuk concreter als je kunt zien waar deze al is toegepast. In de VIBE Catalog zijn daarom praktijkvoorbeelden verzameld van bedrijven die één of meer van de geselecteerde maatregelen al hebben geïmplementeerd. Dit helpt je om partijen en praktijkervaring te vinden die je verder kunnen helpen in het maken van jouw keuzes.

De drie onderdelen vullen elkaar aan:

- **Navigator** → Wat zijn voor mijn type fabriek de meest kansrijke maatregelen?
- **Calculator** → Wat zouden deze maatregelen voor mijn fabriek kunnen betekenen?
- **Catalog** → Waar is dit al gedaan en wat kan ik daarvan leren?

De VIBE Toolkit neemt daarmee niet het investeringsbesluit voor je. Hij helpt je wel om sneller te bepalen **welke mogelijkheden serieus genoeg zijn om verder te onderzoeken**.

Vrij beschikbaar en actueel

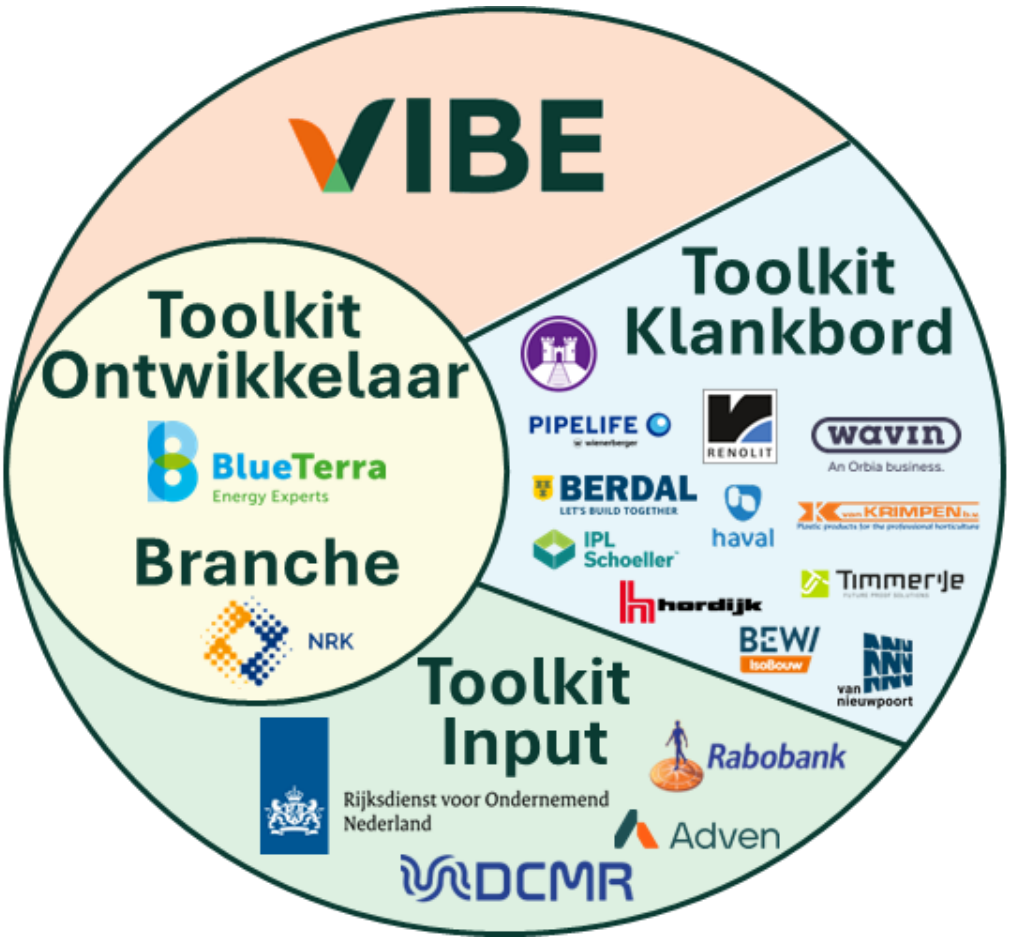
De VIBE Toolkit is **openbaar en kosteloos beschikbaar**. Je hoeft dus geen lid van een brancheverenigingte zijn om ermee aan de slag te gaan. Registreer je om meegenomen te worden in de laatste ontwikkelingen of implementatie van de toolkits.

De Toolkit blijft zich bovendien ontwikkelen. Nieuwe inzichten, praktijkvoorbeelden, subsidies en relevante ontwikkelingen kunnen in volgende versies worden verwerkt. Kijk daarom voor de **meest actuele versie van de Navigator, Calculator en Catalog op www.vibe2030.nl**.

Ontwikkeld en getoetst met de praktijk

Deze VIBE Toolkit is niet alleen vóór de branche ontwikkeld, maar nadrukkelijk samen met de branche en andere deskundige partijen. Bedrijven uit de praktijk hebben meegekeken naar de standaardfabrieken, mogelijke maatregelen en de uiteindelijke Top-5. Daarnaast hebben specialisten op het gebied van subsidies, financiering en vergunningen hun expertise ingebracht.

Onderstaande figuur laat zien welke partijen bij de ontwikkeling van deze Toolkit. In bijlage A. Betrokken partijen vind je meer informatie, inclusief wie er betrokken zijn bij het bredere VIBE-programma.



Het **VIBE kernteam** heeft de VIBE-aanpak ontwikkeld en bewaakt kwaliteit en samenhang van de VIBE-Toolkits voor de branches van de industrie. Ze zoekt daarvoor samenwerking met de **brancheverenigingen** om de bedrijven binnen de branche te betrekken en aanpak aan te laten sluiten op de praktijk. De technisch inhoudelijke uitwerking is gedaan door een **toolkit ontwikkelaar** (consultant) die in een open procedure o.a. is aangetrokken op basis van kennis van de branche. Vervolgens is er een **Toolkit klankbord** ingesteld met bedrijven die de analyses, maatregelen en technische uitwerking vanuit de praktijk hebben getoetst. Tot slot brengt het kernteam **externe input** samen van deskundige partijen die kennis over specifieke niet-technische onderdelen hebben ingebracht: subsidies, financiering en vergunningen.

Waar VIBE op focust

Energiebesparing binnen de hekken van de fabriek

VIBE kiest bewust de **fabriek als vertrekpunt**. We zoeken naar maatregelen voor energiebesparing binnen de hekken van de fabriek en daarmee zoveel mogelijk binnen de invloedssfeer van het bedrijf zelf. Zo kunnen bedrijven zelf bepalen welke maatregelen interessant zijn om verder te onderzoeken en wanneer zij daarmee aan de slag willen.

Focus op de grote stappen

Er zijn veel bekende, generieke maatregelen waarmee bedrijven energie kunnen besparen. Denk aan Ledverlichting of het vervangen diesel-aandrijving door elektromotoren. Veel van deze maatregelen zijn al goed beschreven in onder andere de basislijst energiebesparende maatregelen en de erkende maatregelenlijst (EML) en maken bovendien al onderdeel uit van de wettelijke energiebesparingsverplichtingen.

VIBE voegt daar iets aan toe. We zoeken juist naar de **grotere, vaak proces specifieke stappen** die substantieel kunnen bijdragen aan het verlagen van het energiegebruik van de totale fabriek. Dat kunnen maatregelen zijn die ingrijpen op het primaire productieproces of op de manier waarop energie binnen dat proces wordt gebruikt en teruggewonnen.

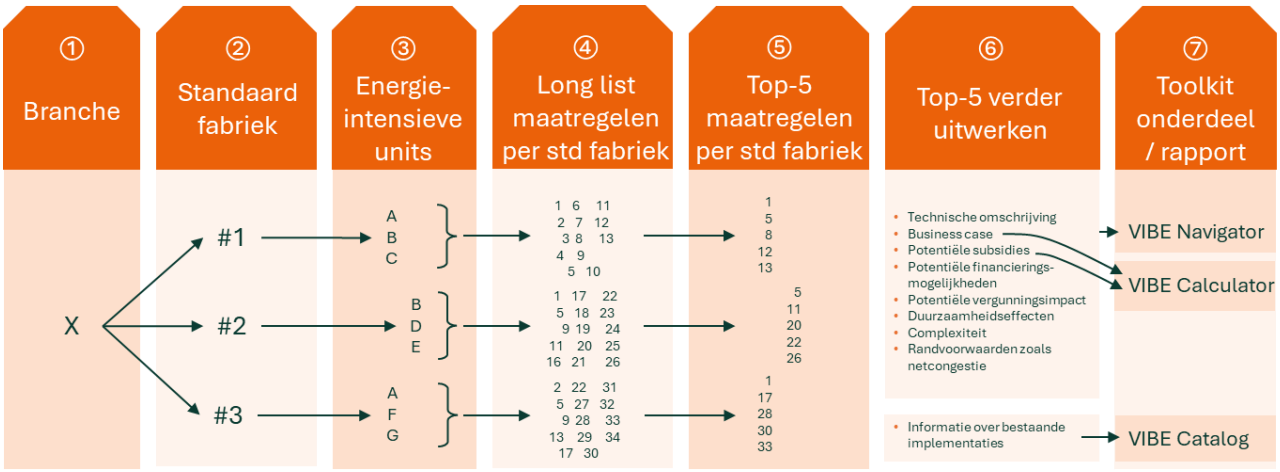
Marktrijpe technologie

VIBE focust op TRL-8/9, zodat de Top-5 technologieën **vóór 2030 geïmplementeerd kunnen worden**. De soms belovende technologieën die we tijdens het ontwikkelen van de Toolkit zijn tegengekomen (TRL-7); hebben we vervolgens op de ‘watchlist’ opgenomen.

Deze afbakening betekent nadrukkelijk niet dat oplossingen buiten de VIBE-focus niet interessant zijn. Energie monitoring, eigen energieopwekking, energie-uitwisseling met omliggende bedrijven en andere verduurzamingsroutes kunnen voor jouw bedrijf ook relevant zijn. Ze beantwoorden alleen een andere vraag dan de vraag die in deze Toolkit centraal staat.

Van energieanalyse naar Top-5

Hoe kom je van een zeer diverse branche met verschillende productieprocessen tot een beperkt aantal maatregelen die voor veel bedrijven relevant kunnen zijn? VIBE gebruikt daarvoor een vaste aanpak. We beginnen niet bij een technologie of oplossing, maar bij de **fabriek en het energiegebruik**. Van daaruit werken we stapsgewijs toe naar een Top-5 van kansrijke energiebesparende maatregelen.



1-2. De branche vertalen naar standaardfabrieken

Binnen één branche kunnen productieprocessen en energieprofielen sterk verschillen. Daarom definiëren we eerst een beperkt aantal **standaardfabrieken**: herkenbare, energetisch duidelijk verschillende productieprocessen die bij meerdere bedrijven binnen de branche voorkomen.

Een standaardfabriek is nadrukkelijk geen kopie van een bestaand bedrijf, maar een vereenvoudigd en representatief model. Hierdoor kunnen we processen, energiegebruik en maatregelen bespreken en doorrekenen zonder dat er bedrijfsspecifieke of concurrentiegevoelige informatie wordt gebruikt. Tegelijkertijd ontstaat een gemeenschappelijke basis waarmee bedrijven hun eigen situatie kunnen vergelijken.

3. Eerst begrijpen waar de energie naartoe gaat

Voor iedere standaardfabriek voeren we vervolgens een **energieanalyse** uit. Waar wordt de meeste energie gebruikt? Waar treden verliezen op? Op welke temperatuur niveaus wordt de energie verbruikt en is er restwarmte beschikbaar? Waar zit het grootste technische potentieel om energie te besparen?

Die analyse bepaalt waar we vervolgens naar oplossingen zoeken. Zo voorkomen we dat we beginnen met een favoriete technologie en daar vervolgens een toepassing bij proberen te vinden.

4-5. Van breed zoeken naar een Top-5

Voor de belangrijkste energie-intensieve processtappen stellen we eerst een brede **longlist van mogelijke maatregelen** op. Daaruit selecteren we vervolgens per standaardfabriek de vijf maatregelen die binnen de VIBE-focus het meeste perspectief bieden. Deze selectie wordt gedreven door een combinatie van:

- **Significante energiebesparing** op het niveau van de totale fabriek
- **Economische haalbaarheid**, eventueel met behulp van subsidies
- **Technische volwassenheid**; in principe kijken we alleen naar TRL8-9, die dus vóór 2030 geïmplementeerd kunnen worden
- **Inpasbaarheid binnen de Nederlandse energie-infrastructuur**, waaronder beperkingen door netcongestie

Maatregelen die de Top-5 niet halen, verdwijnen overigens niet automatisch uit beeld. Interessante oplossingen kunnen terugkomen in de longlist of, wanneer de technologie nog onvoldoende volwassen is, op de **VIBE Watchlist**. Beide kan je vinden in de bijlagen.

6-7. Van Top-5 naar praktische Toolkit

De geselecteerde maatregelen werken we vervolgens verder uit. Daarbij wordt informatie gegeven *per maatregel* die nodig zijn om van interessante oplossing tot een daadwerkelijk project te komen:

- **Technisch uitwerking**: wat moet er technisch veranderd worden
- **De business case**: geschatte CAPEX en besparingen
- **Potentiële subsidiemogelijkheden**. Indien een subsidie als mogelijk wordt aangemerkt, zie bijlage X voor meer informatie omtrent die subsidiemogelijkheid. Maak zeker ook gebruik van de mogelijkheid om jouw specifieke situatie te toetsen bij de RVO
- **Potentiële financieringsconstructies**: eigen middelen, balansinvestering, lease, projectfinanciering en extern eigendom met exploitatie (ESCO) kunnen van toepassing zijn
- **Potentiële impact op vergunningen**: de verschillende milieuaspecten worden beoordeeld en vervolgens wordt het ingeschat wat de gevolgen voor de omgevingsvergunning kunnen zijn. Maak zeker gebruik van de online vergunningscheck in het Omgevingsloket om jouw specifieke situatie te laten toetsen
- **Potentiële duurzaamheidseffecten**: behalve scope 1 en 2 effecten worden ook potentiële andere effecten bekeken, zoals water en NOx
- **Complexiteit**: hoe complex is de oplossing, valt het (makkelijk) te retrofitten in een bestaande fabriek?
- **Randvoorwaarde**n zoals netcongestie worden ook bekeken
- **Informatie over bestaande implementaties**: waar is deze oplossing al reeds ingevoerd en wie waren erbij betrokken

Mocht er een bepaalde logische volgorde van implementatie van de maatregelen bestaan, dan staat wordt dat omschreven in de paragraaf “voorbeeld routekaart naar implementatie”.

Deze informatie komt uiteindelijk samen in de drie onderdelen van de **VIBE Toolkit: Navigator, Calculator en Catalog**.

Zo gebruik je de VIBE Toolkit

De VIBE Toolkit is bedoeld om je snel van een eerste herkenning van de grootste energiebesparings-kansen naar een **onderbouwde vervolgstap** te brengen. De Navigator, Calculator en Catalog vullen elkaar daarbij aan. Gebruik ze daarom bij voorkeur in samenhang.

In vijf stappen van kans naar vervolgstap

1. **Herken jouw productieproces**
   Zoek de standaardfabriek die het beste aansluit bij jouw productieproces en energiegebruik.
2. **Verken de grootste besparingskansen**
   Bekijk in de **VIBE Navigator** de Top-5 maatregelen voor deze standaardfabriek en lees hoe de maatregelen technisch werken, waar de besparing vandaan komt en wat belangrijke randvoorwaarden zijn.
3. **Vertaal de kentallen naar jouw situatie**
   Gebruik de **VIBE Calculator** om de kentallen en businesscase aan te passen aan jouw fabriek. Denk bijvoorbeeld aan capaciteit, energiegebruik, energieprijzen, investeringskosten en mogelijke subsidies.
4. **Leer van bestaande projecten**
   Bekijk in de **VIBE Catalog** waar één of meer maatregelen al zijn toegepast en welke bedrijven, technologieleveranciers en andere partijen daarbij betrokken waren.
5. **Maak een actieplan**
   Vertaal de kansrijke maatregelen naar een samenhangend uitvoeringsplan met prioriteiten, verantwoordelijkheden, middelen en besluitmomenten.

   Gebruik de informatie over **subsidies, financieringsconstructies en vergunningen** om een kansrijke maatregel verder richting een concreet project te brengen.

   Het daadwerkelijk vertalen van een maatregel naar jouw fabriek blijft **maatwerk**. Heb je de benodigde technische of economische expertise niet zelf in huis, betrek dan tijdig een deskundige partij om de maatregel verder uit te werken en de haalbaarheid voor jouw specifieke situatie te bepalen.

Werk altijd met de meest actuele informatie

Technologie en praktijkervaring blijven zich ontwikkelen. Hetzelfde geldt voor **subsidies, financieringsmogelijkheden, wet- en regelgeving en vergunningseisen**. Informatie die bij publicatie actueel was, kan daardoor op een later moment zijn veranderd.

Het VIBE-team zal de Toolkits periodiek actualiseren met nieuwe inzichten en beschikbare informatie. Controleer daarom voordat je met een maatregel verder gaat altijd of op www.vibe2030.nl een nieuwere versie van de Toolkit beschikbaar is.

Kortom: gebruik de Toolkit om kansen te herkennen, keuzes te versnellen en gericht de volgende stap te zetten om significant energie te besparen.

Welke standaardfabriek past bij jou?

De Nederlandse rubber- en kunststofverwerkende industrie is zeer divers. De branche omvat niet alleen producenten, maar bijvoorbeeld ook handelaren en logistieke bedrijven. Voor VIBE zijn we specifiek op zoek gegaan naar de bedrijven en productieprocessen waar **significante energiebesparing op fabrieksniveau** mogelijk is.

Van branche naar drie herkenbare processen

Als eerste stap is gekeken naar de energie-intensievere bedrijven binnen de branche. De **onderzoeksplicht energiebesparing** is daarbij gebruikt als belangrijke indicator. Vervolgens is onderzocht welke productieprocessen bij deze bedrijven energetisch voldoende op elkaar lijken om ze te kunnen vertalen naar een gezamenlijke standaardfabriek.

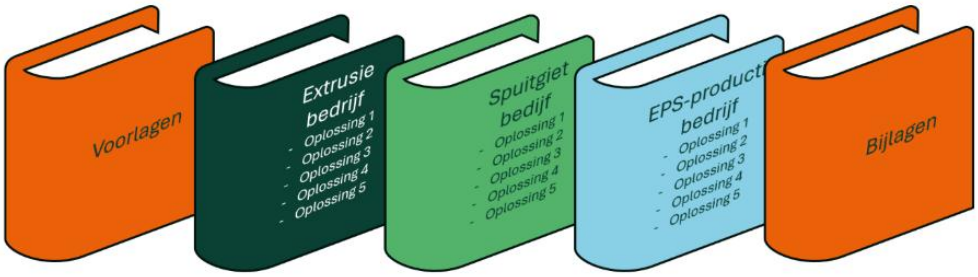
Daaruit zijn drie standaardfabrieken naar voren gekomen:

1) extrusie 2) spuitgieten 3) EPS-verwerking.

Deze drie processen verschillen duidelijk in de manier waarop energie wordt gebruikt. Tegelijkertijd worden ze ieder door meerdere bedrijven in Nederland toegepast en vertegenwoordigen ze gezamenlijk een relevant energiegebruik binnen de branche. Daarmee bieden ze voldoende basis om per standaardfabriek een herkenbare energieanalyse uit te voeren en tot een relevante Top-5 van energiebesparende maatregelen te komen.

Een standaardfabriek is daarbij nadrukkelijk geen exacte kopie van één bestaand bedrijf. Het is een **representatief model van een productieproces**, waarop energiegebruik, verliezen en mogelijke maatregelen kunnen worden geprojecteerd.

Voor elk van deze standaardfabrieken is een apart katern gemaakt, met daarin ieders top-5 oplossingen. De opbouw van deze Toolkit ziet er dan ook als volgt uit:



Niet ieder proces past in een standaardfabriek

De keuze voor deze drie standaardfabrieken betekent niet dat andere delen van de branche geen interessante mogelijkheden voor energiebesparing hebben. Voor sommige processen bleek het alleen niet mogelijk om binnen deze aanpak tot een voldoende representatieve standaardfabriek en gezamenlijke Top-5 te komen. Dat geldt bijvoorbeeld voor de **rubber- en thermoharder-verwerkers**.

Valt jouw productieproces niet goed binnen één van de drie standaardfabrieken? Dan kunnen de beschreven maatregelen nog steeds interessante aanknopingspunten bieden, maar vraagt de vertaling naar jouw eigen fabriek om meer maatwerk.

Achtergrond en gebruik van de informatie voor de standaardfabrieken en maatregelen

Voor iedere standaardfabriek zijn indicatieve energiebesparingen bepaald op basis van de opgestelde proces- en energiebalans, de warmtevraag, het gebruik van utiliteiten, de productiecapaciteit en de bedrijfsuren. De besparingen zijn berekend of geraamd ten opzichte van het energiegebruik van de betreffende standaardfabriek, zodat maatregelen op een consistente basis met elkaar kunnen worden vergeleken.

De indicatieve investeringskosten, energiebesparingen en terugverdientijden zijn vervolgens geraamd op basis van:

- Deskundigeninschattingen van BlueTerra en betrokken technische experts over technische haalbaarheid, technologische volwassenheid, implementatierisico en investeringsniveau
- Factoren die samenhangen met inpassing in een bestaande fabriek, zoals de staat en leeftijd van installaties, beschikbare ruimte, benodigde productiestilstand en aanpassingen aan leidingwerk, elektrische infrastructuur, koeling, besturing en overige utiliteiten
- Het energiegebruik en de vermeden energiekosten, waarbij ook rekening is gehouden met een eventuele toename van het elektriciteitsgebruik door elektrificatie of toepassing van warmtepompen
- Het indicatieve energiebesparingspotentieel, dat in deze verkennende fase doorgaans betrouwbaarder kan worden ingeschat dan de gedetailleerde CAPEX en de volledige bedrijfseconomische prestaties

De resultaten zijn bedoeld voor een eerste screening en prioritering. Ze bieden een gestructureerde basis om maatregelen te vergelijken, kansrijke opties te selecteren en gericht vervolgonderzoek uit te voeren. De resultaten mogen niet worden geïnterpreteerd als definitieve, investeringswaardige engineeringberekeningen of als garantie voor de daadwerkelijk realiseerbare besparing, investering of terugverdientijd op een specifieke locatie.

Een belangrijke beperking is dat maatregelen elkaar kunnen beïnvloeden of overlappen. Een voorbeeld uit het extrusiekatern is de combinatie van isolatie van warme extruderdelen, energiezuinige barrelverwarming en vervanging door een nieuwe extrusielijn. Isolatie en alternatieve barrelverwarming beperken beide het warmteverlies van de extruder en kunnen daarom niet zonder nadere analyse volledig bij elkaar worden opgeteld. Wanneer een bestaande extrusielijn bovendien wordt vervangen door een nieuwe, integraal geoptimaliseerde lijn, zijn de afzonderlijke retrofitbesparingen voor aandrijving, isolatie en barrelverwarming grotendeels al in het vervangingsscenario opgenomen. De centrale proceskoeling, zoals verhoging van de koelwatertemperatuur en toepassing van droge koelers, kan daarentegen mogelijk wel aanvullend worden uitgevoerd.

Voor iedere bedrijfslocatie moet daarom met locatie specifieke meetgegevens, leveranciersinformatie, actuele energieprijzen en een nadere technische en procesintegratieanalyse worden vastgesteld welke combinatie van maatregelen haalbaar is en welke netto besparing resteert.

VIBE

Standaardfabriek #1

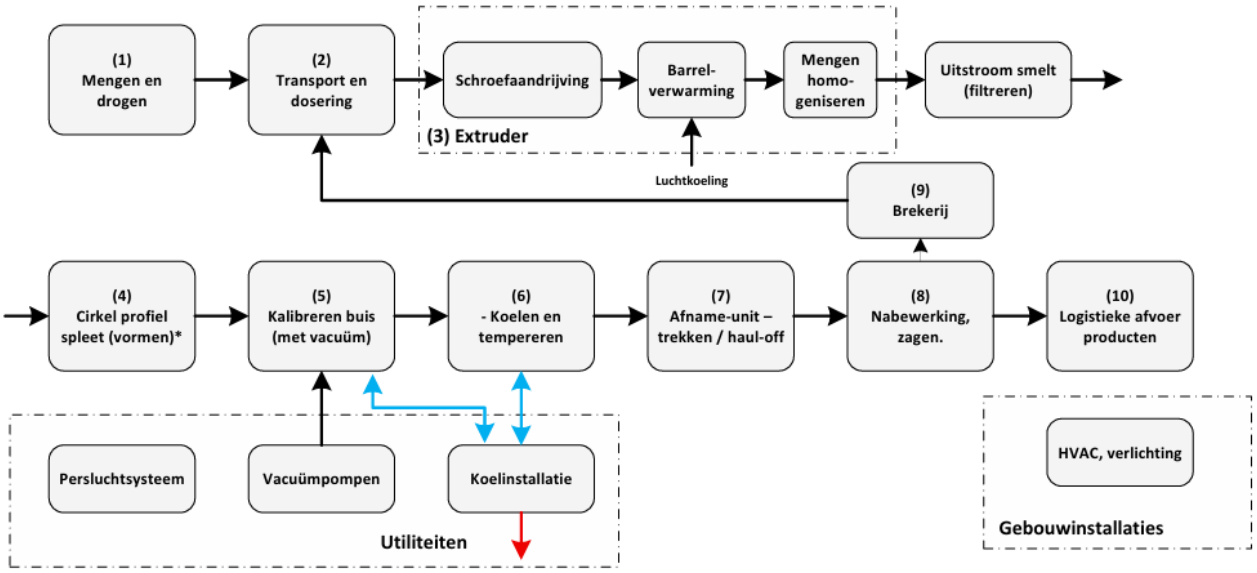
Extrusie

Standaardfabriek omschrijving

Functionele procesbeschrijving

Er zijn verschillende plastic producten die geproduceerd worden met extrusie. Voor een groot deel zijn deze processen gelijkwaardig aan elkaar. Er wordt in dit hoofdstuk uitgegaan van productie van buizen.

Hieronder in Figuur 1 wordt een blokdiagram gegeven van het productieproces.



Figuur 1 – Extrusie blokschema

Hieronder wordt meer informatie gegeven per processtap.

(1) Mengerij en droging

In de mengerij wordt de kunststof met additieven verwerkt tot de benodigde receptuur. Bij een aantal type kunststoffen dient het granulaat (de grondstof) nog gedroogd te worden voordat het verwerkt wordt. Het drogen vindt in de referentiesituatie plaats met warme lucht.

In de referentiecase wordt uitgegaan van PVC en PE als grondstoffen. PVC dient niet gedroogd te worden, PE wel.

(2) Transport en dosering granulaat

Het proces start met de aanvoer van het granulaat. Granulaat zijn plastic korrels die als grondstof dienen voor het extrusieproces voor plastic producten. Door middel van transportsystemen wordt het granulaat naar de extruders gebracht.

(3) Smelten, plastificeren (extruder)

Het granulaat gaan vervolgens de extruders in door middel van de feeder. Binnen productiebedrijven zijn vaak meerdere extrusielijnen aanwezig. In deze referentiecase wordt uitgegaan van 5 extrusielijnen (4x PVC, 1x PE). Via een schroefaandrijving (drukverhoging en wrijvingsenergie) en elektrische heaterelementen (barrelverwarming) smelten de korrels. Het energieverbruik is afhankelijk van instellingen zoals de schroefsnelheid, de barreltemperatuur etc. Het indicatieve temperatuurniveau in de barrel is 180 °C bij PVC, en 220 °C bij PE.

De barrel wordt, zeker bij PVC, gekoeld met lucht.

(4 en 5) Vormen / kalibreren

Bij het vormproces wordt het gesmolten plastic onder druk door een matrijs geperst. Hierdoor wordt de gewenste vorm verkregen. In het geval van plastic buizen wordt een ringvormige matrijs gebruikt.

Het kalibreren is vervolgens een kritische stap om de juiste productkwaliteit te verkrijgen. Bij de kalibratie wordt de precieze maatvoering gefixeerd. De buis vanuit het vormproces komt in een kalibratiebank, een vacuüm drukt het materiaal tegen de kalibreerhulzen waarmee de buitendiameter gefixeerd wordt en de rondheid gegarandeerd. Er wordt hier al deels gekoeld met koelwater.

(6) Koelen / tempereren

De vervolgstap is het koelen van de producten. Hierdoor wordt het product weer hard. De koeling vindt vaak plaats met behulp van koelwater. Het koelwater verwijderd de warmte, waarna de opgenomen warmte weer weggekoeld wordt met de aanwezige koelinstallatie. Het uitgangspunt voor de referentiecase is dat dit gedaan wordt met behulp van compressiekoelmachines.

De buizen worden gekoeld door middel van een koelstraat, wat vergelijkbaar is met een waterbad (bijv. met sproeiers). De buizen worden afgekoeld naar < 35 °C.

(7) Trekken / haul-off

Met behulp van een haul-off unit wordt de gehele buis naar voren getrokken. De snelheid is hiermee belangrijk, aangezien dit de dikte van de wand bepaald. De hele lijn is continu in beweging.

(8) Kwaliteitscontrole en nabewerking (snijden/zagen)

De kwaliteitscontrole dient vervolgens plaats te vinden, hier wordt onder andere gecontroleerd of de diameter, wanddikte, etc. binnen de eisen valt. Het product wordt gesneden of gezaagd naar de juiste, vaste lengtes.

(9) Rework

De rework bestaat uit een brekerij. Hier worden de producten die niet aan de kwaliteitseisen voldoen, verwerkt tot granulaat. Hierdoor kan dit opnieuw in het proces gebruikt worden.

(10) Opslag & afvoer producten

De producten zijn gereed, na eventuele opslag worden deze getransporteerd naar de klant.

Utiliteiten

Aanwezige utiliteiten zijn doorgaans:

- Persluchtcompressor(en)
- (Ruimte)afzuiging, c.q. ventilatoren (luchtbehandelingskasten)
- Gebouwverwarming (bijv. CV-ketels), hoofdzakelijk voor de kantoren
- Koelinstallatie / koelwater (compressiekoelmachine)

Productieprofiel en invloedsfactoren

Productietype (batch/continu) en bedrijfstijd

Het extrusieproces is doorgaans een continuproces. Door het jaar heen worden productiestops gepland, voor bijvoorbeeld onderhoud. Dit is meestal in de zomerperiode en eind december. Daarnaast kan door problemen / storingen de lijnen ook stilgezet worden.
Er wordt bij dit type bedrijven gewerkt in ploegendiensten, vaak de gehele week door (vijfploegendienst). Afhankelijk van de hoeveelheid storingen zijn er **8.000 productie-uren** per jaar. Verdere gegevens van een representatief extrusiebedrijf zijn weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1 – Gegevens productieproces representatief bedrijf

Grootheid	Waarde
Bedrijfsvoering	Vijfploegendienst, 24/7 Incl. productiestop en storingen: 8.000 productie-uren per jaar
Energieverbruik	10 miljoen kWh per jaar 50.000 Nm^3 aardgas per jaar
Gemiddelde capaciteit (totaal)	2.300 kg/uur, 18 miljoen kg/jaar. 5 lijnen
Kunststof	Meerdere soorten (bijv. 80% PVC, 20% PE) (aparte producten)
Producttype	Kunststofbuizen

Hoe ontstaan de belangrijkste variaties in het proces?

- **Type eindproduct:** Met extrusie kunnen meerdere verschillende producten gemaakt worden. Het energieverbruik van het proces is afhankelijk of er grote buizen gemaakt worden, of folie bijvoorbeeld. De processtappen na de extruders zijn hierdoor ook verschillend per type eindproduct.

  Daarnaast zijn er binnen een productgroep ook verschillen in diameters, wanddiktes, etc. die een verschil in energieverbruik veroorzaken. Binnen een extrusiebedrijf wordt een breed scala aan producten gemaakt, vaak ook op klantvraag.

- **Type grondstof:** De keuze van het soort plastic is ook van invloed op het energieverbruik. Sommige plastics vragen meer/minder energie voor bijvoorbeeld het smelten.
- **Marktvraag**: Door verschil in marktvraag kan een wisselende bezettingsgraad ontstaan van de processen. Hierdoor kan er meer deellast gedraaid worden, en zijn er bijvoorbeeld meer starts/stops. Storingen en lagere doorzet zorgen voor hogere specifieke energieverbruiken.
- **Omgevings- en procescondities**: Het energieverbruik van de koelinstallaties is afhankelijk van de buitentemperatuur. Bij hogere buitentemperuren neemt het verbruik toe.
- **Aandeel restafval:** Producten die niet aan de kwaliteitseisen voldoen, worden verwerkt in de brekerij tot bruikbaar granulaat. Dit kost veel energie. Zo min mogelijk foutieve producten betekent een lager energieverbruik overall. Afgekeurde producten kunnen ook extern verwerkt worden tot granulaat.

Massa- en energiebalans (productperspectief)

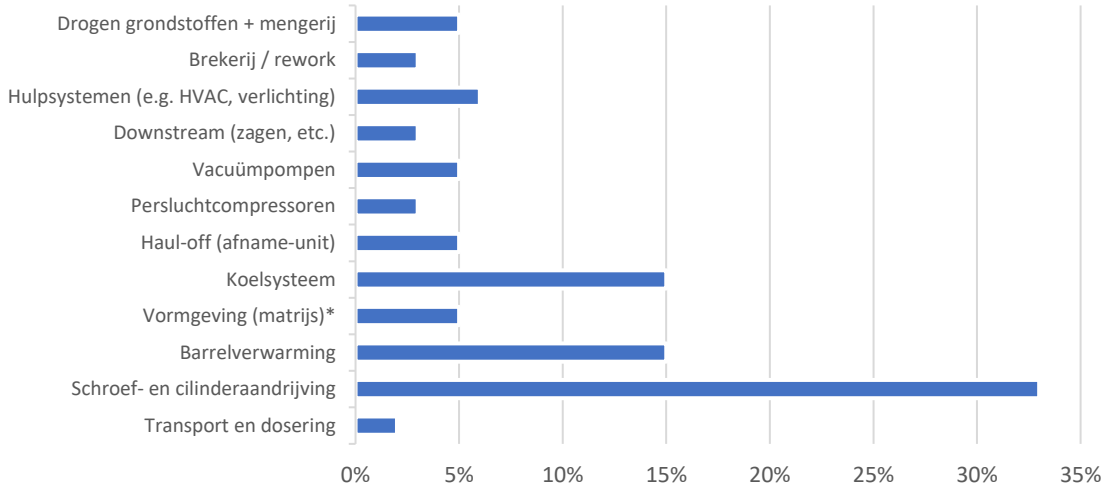
Massabalans

In deze paragraaf is een massabalans weergegeven van een representatief extrusie-productieproces. In principe is de invoer aan granulaat gelijk aan het aantal kilogram gemaakt product. De massabalans is hierdoor gelijk door het proces heen (2.300 kg/h). Na de kwaliteitscontrole kan product afgekeurd worden. Dit wordt als rework ingezet om granulaat te maken. Een representatieve hoeveelheid aan rework is **5%**.

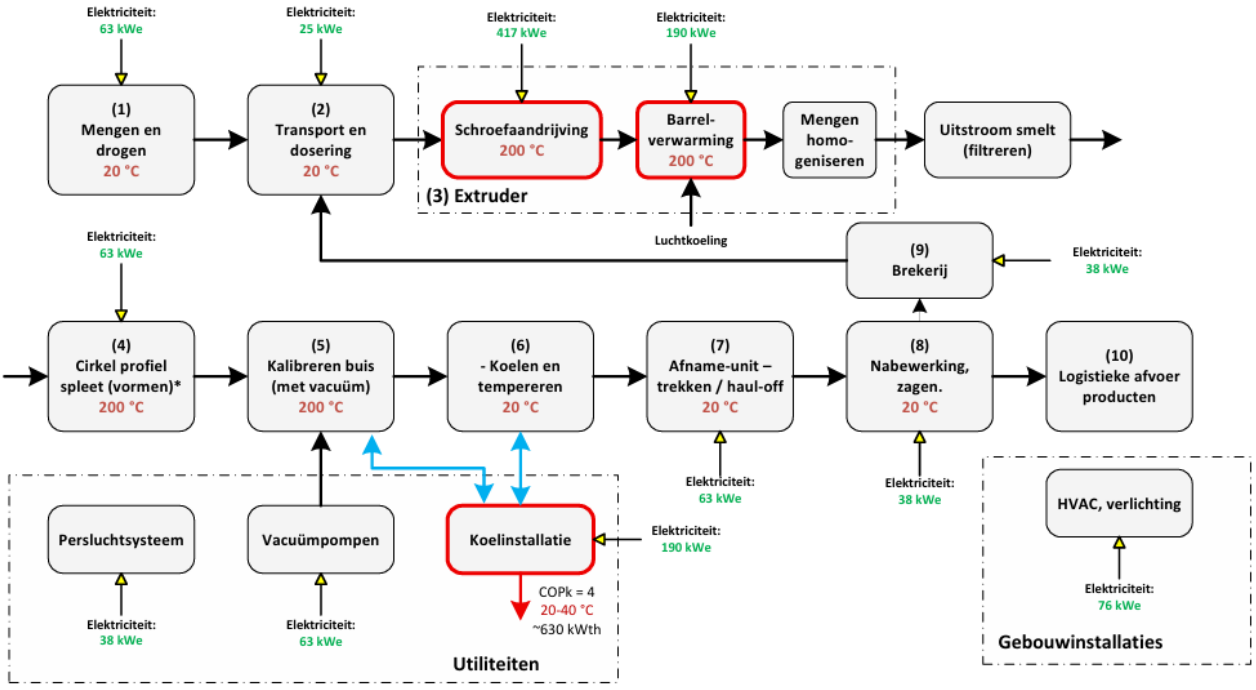
Energiebalans

Het energieverbruik binnen een extrusiebedrijf is hoofdzakelijk elektrisch gestuurd. 95% van het finale energieverbruik is elektrisch, slechts 5% is aardgas. Aardgas wordt alleen gebruikt voor gebouwverwarming. Een representatieve KPI voor elektriciteit is **550 kWh/ton** (input korrels). Een procentuele onderverdeling van het elektriciteitsgebruik is weergegeven in Figuur 2.

De energiebalans (warmte/koude) is weergegeven in Figuur 3. Hieruit blijkt dat het smeltproces verreweg de grootverbruiker is in het extrusieproces. Het energieverbruik is zo hoog doordat ook significante verliezen optreden in de vorm van warmte-, motor-, deellast- en overige verliezen. Een overzicht hiervan is weergegeven in Figuur 4.



Figuur 2 – Onderverdeling elektriciteitsgebruik extrusieproces



Figuur 3 – Energiebalans extrusieproces



Figuur 4 – Benodigde energie en verliezen extrusieproces (inschatting)

Figuur 4 laat zien dat een aanzienlijke energiebesparing kan worden gerealiseerd door deze verliezen terug te dringen. Hierin is de post “HVAC en verlichting” niet meegenomen. Bij deze grafiek is uitgegaan dat relatief weinig energie besparende maatregelen uitgevoerd zijn. Hierbij moet vermeld worden dat een deel van de benodigde energie ook weer vrijkomt bij de proceskoeling als restwarmte, en dat efficiëntere methodes om te koelen energie bespaard op het “benodigde energie” deel.

Figuur 3 maakt inzichtelijk waar de grootste besparingsimpact wordt verwacht en op welke gebieden de meest kansrijke maatregelen kunnen worden gevonden.

Top-5 maatregelen

Brainstorm met klankbordgroep

Om tot een longlist aan energiebesparende maatregelen te komen, is een brainstormsessie gehouden met de klankbordgroep voor extrusie. Tijdens deze sessie zijn energiebesparende maatregelen geïnventariseerd voor de meest energie-intensieve procesonderdelen, namelijk de aandrijving, het smeltproces, en de proceskoeling. Daarnaast is aandacht besteed aan procesoverstijgende / overige maatregelen. Door middel van een interactieve inventarisatie en stemming zijn zowel direct toepasbare oplossingen als innovatieve ideeën opgehaald.

Multi criteria analyse

Om van de longlist aan maatregelen naar een top 5 te komen, is een Multi Criteria Analyse (MCA) uitgevoerd. De maatregelen zijn één voor één beoordeeld op gebied van een aantal zaken, namelijk:

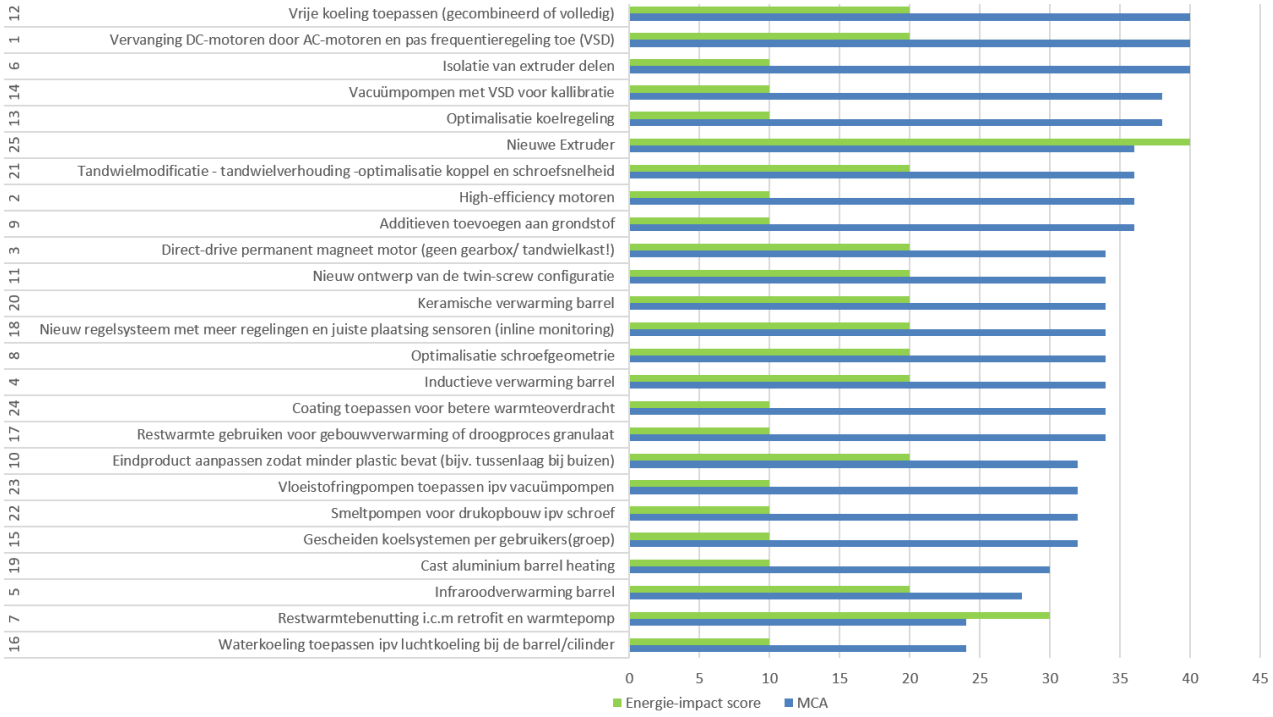
- Energiebesparingspotentieel
- TRL-niveau (Technical Readiness Level)
- Economische haalbaarheid (TVT)
- Technische impact (gemak van implementatie)
- Effect op netcongestie

Bij het komen tot de top 5 is de focus gelegd op maatregelen die uiterlijk in 2030 praktisch toepasbaar zijn en in beginsel een technisch volwassenheidsniveau van TRL 8 of 9 hebben. De economische haalbaarheid is beoordeeld op basis van een zelfstandig investeringsmoment.

De scoring per maatregel, ofwel de uitkomsten van de MCA, is weergegeven in Figuur 5. De maatregelen zijn onderling beoordeeld, maar een aantal maatregelen zijn gecombineerd tot overkoepelende maatregelen in de top 5. Bij de keuze voor de top 5 maatregelen is naast de totale scoring ook de focus gelegd op maatregelen met een groot energiebesparingsimpact. Hierdoor kunnen maatregelen die eigenlijk lager scoren, alsnog op in de top 5 komen.

De top 5

De Top 5 selectie omvat zowel relatief eenvoudig uitvoerbare retrofitmaatregelen als een strategisch vervangingsalternatief. De geselecteerde maatregelen bieden naar verwachting de beste combinatie van technische haalbaarheid, energieprestatie en economische aantrekkelijkheid. Niet-geselecteerde maatregelen hebben doorgaans een lager of onzeker besparingspotentieel, een langere TVT, een beperkte toepasbaarheid of vragen eerst om aanvullend onderzoek.



Figuur 5 - Scoring maatregelen extrusie

Deze maatregelen zijn opgenomen in de watchlist respectievelijk longlist/wachtlist aan het einde van dit katern. Maatregelen zijn ook gecombineerd tot één overkoepelende maatregel.

De “top 5” bestaat uit de volgende energiebesparende maatregelen:

- Isolatie van warmte extruderdelen
- Het verhogen van de koelwatertemperatuur en toepassen van een drycooler
- Optimaliseer extruderaandrijving en drukopbouw
- Combinatie van high efficiency motoren, tandwielkast vervangen, frequentieregeling, smeltpomp en direct drive motor
- Nieuwe extrusielijn
- Energiezuinige barrelverwarming
- Combinatie van keramische, inductie en infrarood barrelverwarming

De isolatie van warme extruderdelen is een relatief eenvoudig inpasbare maatregel waarmee warmteverlies wordt beperkt. Deze maatregel is breed toepasbaar binnen extrusiebedrijven.

Het verhogen van de koelwatertemperatuur, in combinatie met droge koelers, vermindert het gebruik van compressiekoelmachines en levert een relatief groot besparingspotentieel.

Daarnaast kan optimalisatie van de extruderaandrijving en drukopbouw het elektriciteitsgebruik verlagen door energie- en deellastverliezen en processchommelingen te beperken.

Met alternatieve barrelverwarming, zoals keramische, inductie- of infraroodverwarming, kan de warmte efficiënter aan de cilinder worden overgedragen en neemt het warmteverlies naar de omgeving af. De haalbaarheid hiervan is afhankelijk van onder meer de verwerkingstemperatuur, machinegrootte, bedrijfsuren en productwisselingen.

Vervanging door een nieuwe extrusielijn vormt een alternatief voor omvangrijke retrofit van bestaande machines. Een nieuwe lijn kan integraal worden afgestemd op de actuele productieomstandigheden en combineert moderne aandrijvingen, verwarming, koeling en procesmonitoring. Dit kan naast energiebesparing leiden tot een hogere productiecapaciteit, stabielere productkwaliteit en minder uitval en rework. Voor machines die op korte termijn worden vervangen, zijn omvangrijke afzonderlijke retrofits doorgaans niet doelmatig. De totale besparing kan daarom pas definitief worden bepaald nadat per extruder een keuze is gemaakt tussen behoud en retrofit of volledige vervanging, waarbij overlap tussen de afzonderlijke besparingen wordt gecorrigeerd.

In het volgende onderdeel worden de top 5 maatregelen verder uitgewerkt.

Extrusie

Maatregel #1:

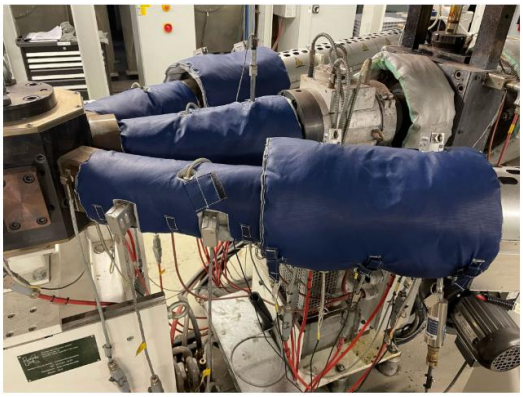
Isolatie van warme extruderdelen

Technische omschrijving

Tijdens het plastificeren van kunststof gaat warmte verloren via de verwarmde cilinder en andere warme delen van de extruder. Door deze onderdelen, voor zover technisch mogelijk, te voorzien van thermische isolatie, neemt het warmteverlies naar de omgeving af. Hierdoor is minder elektrische energie nodig om de gewenste procestemperatuur te bereiken en te handhaven. Daarnaast kan de maatregel bijdragen aan een lagere omgevingstemperatuur en een kortere opwarmtijd.

De maatregel kan het totale elektriciteitsgebruik van de fabriek naar verwachting met circa 2–5% reduceren. De werkelijke besparing is onder meer afhankelijk van het type kunststof, de smelt- en verwerkingstemperatuur, het aantal bedrijfsuren, de bezettingsgraad van de extruders en de huidige mate van isolatie. Bij kunststoffen met een hogere verwerkingstemperatuur is het temperatuurverschil met de omgeving groter. Daardoor neemt het warmteverlies toe en is ook het besparingspotentieel van isolatie groter.

Voor een veilige bedrijfsvoering en goede bereikbaarheid bij onderhoud wordt bij voorkeur gebruikgemaakt van demonteerbare isolatiekappen of isolatiematrassen. Bij de uitvoering moet rekening worden gehouden met onderdelen die bereikbaar moeten blijven, zoals aansluitingen, sensoren, ventilatieopeningen en bewegende delen.



Figuur 6 - Voorbeeld van isolatie van warme extruderdelen (voorbeeld isolatie)

Energiebesparing

- Bedrijfsuren: 8.000 uur/jaar
- Aantal extruders: 5
- 3% elektriciteitsbesparing op fabrieksniveau, wat neerkomt op 300 MWh/jaar op basis van de referentiecase.

Commerciële uitwerking

- De kostprijs is afhankelijk van het formaat machine, voor kleinere machines (<100 kWe) is de prijs circa € 1.000,-, voor grotere machines (>100 kWe) kan de prijs oplopen tot €5.000,-
  De kostprijs van het isoleren per extruder is gemiddeld ingeschat op €5.000,- per machine voor de referentiecase. Op fabrieksniveau komt dit overeen met een CAPEX van € 25.000,-
- Let goed op het type verwarmingsband dat aanwezig is en de smelttemperatuur binnen de cilinder. Bij zeer hoge temperaturen (>280 °C) in combinatie met mica-verwarmingsbanden kan deze barrelverwarming kapotgaan.

Implementatiefactoren

Congestie

Door uitvoering van deze maatregel daalt het elektriciteitsverbruik met circa 300 MWh per jaar. Hierdoor neemt de elektriciteitsvraag van de locatie dus af. De maatregel draagt daarmee bij aan het beperken van de belasting van de netaansluiting en vermindert, met name wanneer de besparing tijdens piekuren wordt gerealiseerd, het risico op knelpunten als gevolg van netcongestie.

Retrofitting

De maatregel is in een bestaande fabriek doorgaans goed uitvoerbaar, mits de isolatie nauwkeurig wordt ingemeten en afgestemd op de vorm en bereikbaarheid van de warme extruder delen. Bij onderdelen die regelmatig toegankelijk moeten zijn voor onderhoud, reiniging of inspectie, zijn op maat gemaakte, demonteerbare isolatiekappen of isolatiematrassen noodzakelijk. Deze moeten eenvoudig te verwijderen en terug te plaatsen zijn zonder blijvende vervorming of beschadiging. Een robuuste uitvoering en deugdelijke bevestiging zijn daarom belangrijke aandachtspunten. Als de isolatie na herhaaldelijk demonteren niet meer goed aansluit, neemt het warmteverlies opnieuw toe en is het besparingseffect slechts tijdelijk.

Duurzaamheid en andere emissies

De maatregel verlaagt de indirecte CO_2-uitstoot door een lager elektriciteitsverbruik; de reductie is afhankelijk van de gerealiseerde besparing, de gehanteerde emissiefactor en het aandeel hernieuwbare elektriciteit. De maatregel heeft geen direct effect op het watergebruik of de NO_x-emissies, mogelijk indirect wel.

Technische maturiteit

Het isoleren van warme extruderdelen is een gangbare maatregel die doorgaans eenvoudig in bestaande productielijnen kan worden toegepast.

Aanbevelingen

Inventariseer welke extruderdelen nog niet of onvoldoende zijn geïsoleerd en bepaal per onderdeel de oppervlaktetemperatuur, bedrijfsuren en gewenste bereikbaarheid. Vraag vervolgens een gespecialiseerde leverancier om een technische opname, een voorstel voor geschikte demonteerbare isolatie en een onderbouwde besparings- en investeringsraming.

Test de oplossing bij voorkeur eerst op één representatieve extruder en beoordeel daarbij de energiebesparing, gebruiksvriendelijkheid en bestendigheid bij onderhoud.

De isolatie moet nauwkeurig passen en bestand zijn tegen de geldende temperaturen en bedrijfsomstandigheden. Gebruik voor regelmatig toegankelijke onderdelen robuuste, demonteerbare isolatiekappen of -matrassen die na herhaaldelijk verwijderen goed blijven aansluiten. Houd sensoren, aansluitingen, ventilatieopeningen en bewegende delen bereikbaar en controleer de isolatie periodiek op beschadiging, vervorming en correcte montage.

Subsidiemogelijkheden

Onderstaande informatie moet worden gezien als een eerste oriëntatiepunt. Voor advies dat is toegesneden op uw project en omstandigheden, raadpleeg de subsidiewebpagina's van RVO en laat uw projectvoorstel beoordelen door RVO (zie 'Laat uw projectidee toetsen' onderaan Subsidies voor energie-innovatie | RVO.nl), dit biedt de mogelijkheid om:

- De haalbaarheid van uw idee en de kans van slagen te bespreken
- Uw idee te presenteren en feedback te ontvangen
- Eventuele aanvullende subsidies te identificeren die voor u relevant kunnen zijn

Door deze stappen te zetten vóór de start van de werkzaamheden, vergroot u uw kansen op het verkrijgen van projectfinanciering. Voor meer informatie, zie B. Richtlijnen relevante subsidieregelingen.

Tabel 2 – Subsidiemogelijkheden maatregel

Subsidie	Match	Opmerking
DEI+	Hoogstwaarschijnlijk geen match	Isolatie is bewezen technologie; geen demonstratie en geen resterend technisch risico.
VEKI	Kan een match zijn	Isolatie is een volledig bewezen technologie. De belangrijke eis hier is de terugverdientijd: een ruwe inschatting suggereert een terugverdientijd onder de door VEKI-vereiste >5 jaar. De werkelijke terugverdientijd is afhankelijk van de toepassing van deze oplossing, wat de VEKI-geschiktheid kan veranderen.
EIA	Kan een match zijn	Code 220409 [W] "Isolatie voor bestaande procesinstallaties" zou kunnen passen. Deze vereist het behalen van een minimale vereenvoudigde R-waarde op basis van de procestemperatuur, hier niet bevestigd, waar de geschiktheid van afhangt.
SDE++	Geen match	Er is hier geen sprake van opwekking van hernieuwbare energie

Financieringsconstructies

Hieronder worden mogelijke relevante financieringsconstructies weergegeven. Voor meer informatie zie C. Richtlijnen relevante financieringsopties.

Tabel 3 - Financieringsconstructies

Model	Match	Opmerking
Balansinvestering	Open	
Lease	Twijfelachtig	Financial lease
Extern eigendom & exploitatie (ESCO)	Uitgesloten	

De isolatiedelen kunnen goed als zelfstandig object worden verwijderd zonder ingrijpende gevolgen voor het gebouw of de productielijn. Financial lease kan mogelijk zijn, de investering wordt economisch eigendom van het bedrijf.

Vergunningsscan

De onderstaande tabel geeft aan welk effect deze maatregel op het milieu heeft en of dit gevolgen kan hebben voor de algemene regels of de locatie-specifieke vergunning.

Tabel 4 - Vergunningsscan

Milieu-/ omgevingsaspect	Verwachte verandering door maatregel	Verwachte vergunningsimpact
Water en bodem	Geen verandering	Niet van toepassing
Emissies naar de lucht	Minder warmte-uitstraling naar buiten	Niet van toepassing
Energiegebruik	Vermindering	Positieve impact; documenteer de maatregel in het zorg-onderhoudssysteem en zo nodig in EED documentatie
Geluid	Geen verandering	Niet van toepassing
Geur	Geen verandering	Niet van toepassing
Gevaarlijke stoffen	Geen verandering	Niet van toepassing
Externe veiligheid	Geen verandering	Niet van toepassing

Vergunningscheck van het Omgevingsloket is niet nodig. Zie voor meer informatie D. Richtlijnen relevante vergunningen.

Extrusie

Maatregel #2:

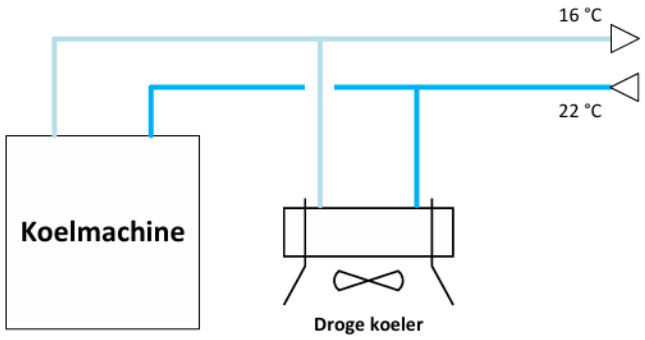
Verhoging koelwatertemperatuur en droge koelers toepassen

Technische omschrijving

De koeling van het productieproces vraagt relatief veel elektriciteit door het gebruik van compressiekoelmachines. Deze installaties onttrekken warmte aan het proces en voeren deze af naar de omgeving. Door de koelwatertemperatuur te verhogen, neemt het temperatuurverschil dat de compressiekoelmachines moeten overbruggen af, waardoor zij efficiënter werken.

Bij voldoende lage buitentemperaturen kunnen droge koelers worden ingezet voor vrije koeling. Hiermee wordt de proceswarmte rechtstreeks aan de buitenlucht afgegeven en kan het gebruik van de compressiekoelmachines worden beperkt of tijdelijk worden vermeden. Een hogere koelwatertemperatuur vergroot het aantal uren waarin vrije koeling mogelijk is. Het elektriciteitsgebruik van een droge koeler is daarbij circa zes tot tien keer lager dan dat van een compressiekoelmachine.

Op basis van de referentiecase is een energiebesparing van circa 65% op de proceskoeling haalbaar, overeenkomend met circa 10% van het totale elektriciteitsgebruik van de fabriek. De werkelijke besparing is vooral afhankelijk van de maximaal toelaatbare koelwatertemperatuur, de buitentemperatuur en het aantal bedrijfsuren waarin vrije koeling kan worden toegepast.



Figuur 7 - Koelsysteem incl. droge koeler

Energiebesparing

- Koelwatertemperatuur oud/nieuw: 6 / 16 °C
- Bedrijfsuren bedrijf: 8.000 uur/jaar
- COP koelmachine/drycooler: 5 / 30 (tijdens koude dagen)
- Energiebesparing: 60% energiebesparing op de koeling, 9% op fabrieksbasis. Dit komt overeen met 900.000 kWh/jaar

Commerciële uitwerking

- Indicatieve CAPEX: circa € 300.000. Kostprijs van de drycooler is 250 €/kWth.
- De CAPEX bestaat uit het aanschaffen en installeren / inkoppelen van de nieuwe drycooler(s).
- In de situatie dat er sprake is van benodigde vervanging van de koelmachine, zijn er hybride koelmachines waarin het droge koelsysteem geïntegreerd is. Er wordt geadviseerd om bij de keuze voor een nieuw koelsysteem hier rekening mee te houden.

- Als de koelwatertemperatuur in mindere mate verhoogd kan worden, is de maatregel alsnog goed energiebesparend.

Implementatiefactoren

Congestie

De maatregel verlaagt het elektriciteitsverbruik met circa 900.000 kWh per jaar en vermindert daarmee de belasting van het elektrische systeem. Voor zover de besparing samenvalt met piekmomenten, worden ook het benodigde elektrische vermogen en de belasting van de netaansluiting beperkt, wat bijdraagt aan het verminderen van knelpunten door netcongestie. Het geïnstalleerde elektrische vermogen stijgt wel door het toevoegen van drycoolers aan het bestaande koelsysteem.

Retrofitting

De maatregel is doorgaans goed inpasbaar, maar vereist een technische beoordeling van het bestaande koelwatersysteem, de minimaal benodigde procestemperaturen en de beschikbare opstelruimte voor droge koelers. Aanpassingen aan leidingwerk, pompen, regeltechniek en de elektrische aansluiting kunnen nodig zijn. Door droge koelers parallel aan de bestaande compressiekoelmachines te plaatsen, kan de installatie gefaseerd worden aangepast en blijft voldoende koelcapaciteit beschikbaar bij hoge buitentemperaturen.

Duurzaamheid en andere emissies

De maatregel verlaagt de indirecte CO_2- en NO_x-emissies door een elektriciteitsbesparing van circa 900.000 kWh per jaar. De daadwerkelijke reductie is afhankelijk van de herkomst van de elektriciteit. Daarnaast kan het watergebruik indirect ook afnemen.

Technische maturiteit

Het verhogen van de koelwatertemperatuur en toepassen van droge koelers is een bewezen en veelvuldig toegepaste maatregel bij industriële proceskoeling. De techniek kan doorgaans goed in bestaande koelsystemen worden geïntegreerd, mits de vereiste procestemperaturen en koelcapaciteit dit toelaten.

Aanbevelingen

Breng de huidige koelwatertemperaturen, koelvermogens, bedrijfsuren en minimale proceseisen in kaart. Onderzoek vervolgens met een gespecialiseerde leverancier in hoeverre de koelwatertemperatuur kan worden verhoogd en welk deel van de koelvraag met droge koelers kan worden geleverd. Werk op basis hiervan een technisch ontwerp, besparingsberekening en investeringsraming uit en beoordeel daarbij ook de regeltechniek, beschikbare opstelruimte en aansluiting op het bestaande koelsysteem.

Subsidiemogelijkheden

Onderstaande informatie moet worden gezien als een eerste oriëntatiepunt. Voor advies dat is toegesneden op uw project en omstandigheden, raadpleeg de subsidiewebpagina's van RVO en laat uw projectvoorstel beoordelen door RVO (zie 'Laat uw projectidee toetsen' onderaan Subsidies voor energie-innovatie | RVO.nl), dit biedt de mogelijkheid om:

- De haalbaarheid van uw idee en de kans van slagen te bespreken
- Uw idee te presenteren en feedback te ontvangen
- Eventuele aanvullende subsidies te identificeren die voor u relevant kunnen zijn

Door deze stappen te zetten vóór de start van de werkzaamheden, vergroot u uw kansen op het verkrijgen van projectfinanciering. Voor meer informatie, zie B. Richtlijnen relevante subsidieregelingen.

Tabel 5 - Subsidiemogelijkheden maatregel

Subsidie	Match	Opmerking
DEI+	Hoogstwaarschijnlijk geen match	Waarschijnlijk geen demonstratie met resterend technisch risico.
VEKI	Kan een match zijn	Op basis van de indicatieve cijfers zou de geschatte terugverdientijd onder de door VEKI vereiste >5 jaar kunnen uitkomen. De werkelijke terugverdientijd is afhankelijk van de toepassing van deze oplossing, wat de VEKI-geschiktheid kan veranderen.
EIA	Kan een match zijn	Waarschijnlijk geen specifieke Energielijst-code. De generieke code 320000 zou kunnen gelden, waarbij een netto besparingsratio van minimaal 0,4 Nm^3 gasequivalent per geïnvesteerde euro per jaar vereist is. Daarnaast stelt code 320000 een minimale CAPEX voor een gegeven energiebesparing, waarvan de berekening op de Energielijst te vinden is.
SDE++	Geen match	Er is hier geen sprake van opwekking van hernieuwbare energie

Financieringsconstructies

Hieronder worden mogelijke relevante financieringsconstructies weergegeven. Voor meer informatie zie Bijlage E. Richtlijnen relevante financieringsopties.

Tabel 6 - Financieringsconstructies

Model	Match	Opmerking
Balansinvestering	Open	
Lease	Mogelijk	Zowel operational als financial lease
Extern eigendom & exploitatie (ESCO)	Uitgesloten	

De installatie kan **goed** als zelfstandig object worden verwijderd zonder ingrijpende gevolgen voor het gebouw of de productielijn. Hoewel de drycoolers zijn gekoppeld aan het bestaande koelwatersysteem, functioneren deze als een afzonderlijke utility-installatie. Componenten zoals de drycoolers, ventilatoren, pompen en regeltechniek behouden daarbij een aanzienlijke restwaarde en kunnen relatief eenvoudig elders worden ingezet. Hierdoor kan de apparatuur **goed** gefinancierd worden door lease.

Deze installatie wordt toegepast als **stand-alone of utility**. Financiering van de projectkosten door een ESCO partij is uitgesloten door de lage CAPEX.

Wanneer de financier eigenaar blijft, kan de eindgebruiker geen subsidieaanvraag voor de CAPEX aanvragen.

Bij de bank altijd te toetsen aan bancaire en fiscale regelgeving in de context van het project en onderneming. Ga in gesprek met uw bankadviseur

Vergunningsscan

De onderstaande tabel geeft aan welk effect deze maatregel op het milieu heeft en of dit gevolgen kan hebben voor de algemene regels of de locatie-specifieke vergunning.

Tabel 7 - Vergunningsscan

Milieu-/ omgevingsaspect	Verwachte verandering door maatregel	Verwachte vergunningsimpact
Water en bodem	Geen verandering	Niet van toepassing
Emissies naar de lucht	Geen verandering	Niet van toepassing
Energiegebruik	Vermindering	Positieve impact; documenteer de maatregel in het zorg- onderhoudssysteem en zo nodig in EED documentatie
Geluid	Drycooler ventilatoren draaien en verplaatsen meer lucht, koelmachine draait minder	Middelmatig; een akoestische beoordeling / geluidsonderzoek is mogelijk vereist
Geur	Geen verandering	Niet van toepassing
Gevaarlijke stoffen	Geen verandering	Niet van toepassing
Externe veiligheid	Geen verandering	Niet van toepassing

We adviseren je om jouw specifieke situatie te controleren via de online Vergunningscheck van het Omgevingsloket en dit te bespreken met jouw regionale omgevingsdienst. Zie voor meer informatie Bijlage F. Richtlijnen relevante vergunningen.

Extrusie

Maatregel #3:

Optimaliseer extruderaandrijving en drukopbouw

Technische omschrijving

Binnen het extrusieproces is de extruderaandrijving de grootste energieverbruiker. Deze aandrijving bestaat uit de elektromotor, tandwielkast voor overbrenging, en de schroef die gekoppeld is aan de tandwielkast met een as. Per stap is er een overbrenging van energie, wat energieverliezen met zich meebrengt. Door het optimaliseren van de aandrijving, worden deze verliezen beperkt waardoor het elektriciteitsverbruik daalt. Er zijn meerdere mogelijkheden om de aandrijving te optimaliseren op energiegebruik, namelijk:

- **High efficiency elektromotoren toepassen** (bijvoorbeeld IE4 of hoger)
  Oudere elektromotoren beschikken over een lager rendement, waardoor de energieverliezen hoger zijn. Vervanging van oude motoren door hogere efficiënte motoren verlagen deze verliezen en daardoor het elektriciteitsgebruik.

- **Frequentieregeling toepassen**
  Met behulp van een frequentieregeling (ook wel VSD of VFD), kan het vermogen van de elektromotor geregeld worden. Hierdoor draait de motor niet altijd op volvermogen, maar wordt alleen de energie geleverd die gevraagd wordt vanuit het proces.

- **Direct drive motor toepassen**
  Dit is een optimalisatiestap waarbij de tankwielkast verwijderd wordt, en een direct drive motor toegepast wordt. Hiermee worden de rendementsverliezen bij de tandwielkast voorkomen. De motor wordt direct gekoppeld op de as van de extruder. Ook in deellast behoudt een dergelijke motor een hoog rendement.

- **Tandwielkast vervangen / opnieuw dimensioneren (tandverhoudingen)**
  De tandwielkast is ontworpen voor een bepaalde productiesituatie, een bepaalde rpm (rotations per minute) bijvoorbeeld. Door veranderingen in het productieproces door de jaren heen zoals het type plastic, snelheid/doorzet etc. kan de tandwielkast voor deze nieuwe toepassing niet optimaal gedimensioneerd zijn met grotere energieverliezen (per kg) als gevolg. Door kritisch te kijken naar de dimensioneren, en op welke rpm de kast daadwerkelijk nu in de praktijk draait, kan gekeken worden om de kast te vervangen.
  Deze maatregel is vooral interessant wanneer het proces door de jaren heen veranderd is ten opzichte waar de machine oorspronkelijk voor ontworpen is.

- **Het toepassen van een smeltpomp**
  Het toepassen van een smeltpomp zorgt ervoor dat de drukopbouw in het systeem door de smeltpomp gedaan wordt in plaats van de schroef. In de traditionele lijn zorgt de schroef voor zowel het materiaal smelten als de drukopbouw in het systeem. Door het toepassen van een smeltpomp wordt de taak voor het druk opbouwen dus vervangen door deze pomp. De pomp beschikt over een hoger mechanisch rendement, waardoor overall een energiebesparing gerealiseerd kan worden. De pomp wordt als in-line geplaatst tussen de extrudercilinder en de matrijs (kop). Hiernaast zijn er andere voordelen mogelijk zoals verhoging productiecapaciteit, minder drukschommelingen en een hogere productkwaliteit.

Een smeltpomp wordt alleen toegepast als er reeds **frequentieregeling** is toegepast bij de extrudermotor.

Energiebesparing

- Bedrijfsuren bedrijf: 8.000 uur/jaar
- Energiebesparing: De energiebesparing is sterk afhankelijk van de maatregelen die al uitgevoerd zijn, en welke uitgevoerd gaan worden. Wanneer geen van deze maatregelen uitgevoerd zijn, kan de energiebesparing oplopen tot 30% per extruder. Het besparingspotentieel per individuele maatregel is als volgt per extruder:
  - High efficiency motor – 2 tot 4%
  - Frequentie regeling – 5 tot 15%
  - Direct drive motor – 5 tot 10%
  - Tandwielkast vervangen / optimaliseren – 2 tot 10%
  - Smeltpomp toepassen – 2 tot 10%
- Mogelijke energiebesparing op bedrijfsniveau – 2 tot 10%, waarbij de bovenzijde alleen geldt bij een zeer inefficiënte bestaande configuratie. Uitgaande van 5% energiebesparing, komt dit overeen met 500.000 kWh/jaar.
- De uitvoering van deze maatregel(en) zal in de praktijk vaak gefaseerd uitgevoerd worden, over meerdere jaren heen.

Commerciële uitwerking

- Uitgaande van een extruder aandrijfvermogen van 150 kWe per extruder, zijn de investeringskosten per maatregel als volgt:
  - High efficiency motor – € 11.000,- tot € 14.000,-
  - Frequentie regeling – € 8.000,- tot € 14.000,-
  - Direct drive motor – € 25.000,- tot € 45.000,-
  - Tandwielkast vervangen / optimaliseren – € 12.000,- tot € 22.000,-
  - Smeltpomp toepassen – € 20.000,- tot € 40.000,-
- De CAPEX per extruder voor de referentiecase komt hiermee bijvoorbeeld op: circa € 50.000 – 100.000 per extruder, Op fabrieksniveau met 5 extruders zijn de kosten dan € 250.000,- tot € 500.000,-. Uitgegaan wordt van € 350.000,-.

Implementatiefactoren

Congestie

Door optimalisatie van de extruderaandrijving en drukopbouw neemt het elektriciteitsgebruik en daarmee de belasting van het elektrische systeem af. Indien de besparing samenvalt met productiepiekuren, kan de maatregel zorgen voor minder netcongestie. Het maximale opgenomen vermogen zal verlaagd worden. Dit zal bijdragen aan het beperken van knelpunten door netcongestie.

Retrofitting

De maatregel is doorgaans goed inpasbaar in een bestaande fabriek, maar de uitvoerbaarheid hangt af van de aanwezige extruderaandrijving en bijvoorbeeld de vereiste procescondities.

Voor vervanging of aanpassing van motoren, aandrijvingen, etc. is mogelijk productiestilstand nodig. Een goede afstemming op productkwaliteit, capaciteit en bedrijfszekerheid is essentieel.

Duurzaamheid en andere emissies

De maatregel verlaagt de indirecte CO_2- en NO_x-emissies door vermindering van het elektriciteitsgebruik. De daadwerkelijke reductie is afhankelijk van de omvang van de besparing en de herkomst van de elektriciteit.

Technische maturiteit

Optimalisatie van de extruderaandrijving en drukopbouw wordt veelvuldig toegepast in de kunststofverwerkende industrie. De maatregelen zijn bekend in de praktijk, en zijn goed verbruikbaar bij leveranciers. De technische uitvoering is afhankelijk van het type extruder, het product en de vereiste procescondities.

Aanbevelingen

Breng per extruder het elektriciteitsgebruik, de aandrijfbelasting, de drukopbouw en de belangrijkste procesinstellingen in kaart. Analyseer vervolgens samen met de leverancier of een specialist waar onnodige weerstand of overdimensionering optreedt en welke optimalisaties mogelijk zijn. Werk kansrijke technische aanpassingen daarna uit in een besparings- en investeringsraming.

Subsidiemogelijkheden

Onderstaande informatie moet worden gezien als een eerste oriëntatiepunt. Voor advies dat is toegesneden op uw project en omstandigheden, raadpleeg de subsidiewebpagina's van RVO en laat uw projectvoorstel beoordelen door RVO (zie 'Laat uw projectidee toetsen' onderaan Subsidies voor energie-innovatie | RVO.nl), dit biedt de mogelijkheid om:

- De haalbaarheid van uw idee en de kans van slagen te bespreken
- Uw idee te presenteren en feedback te ontvangen
- Eventuele aanvullende subsidies te identificeren die voor u relevant kunnen zijn

Door deze stappen te zetten vóór de start van de werkzaamheden, vergroot u uw kansen op het verkrijgen van projectfinanciering. Voor meer informatie, zie B. Richtlijnen relevante subsidieregelingen.

Tabel 8 - Subsidiemogelijkheden maatregel

Subsidie	Match	Opmerking
DEI+	Hoogstwaarschijnlijk geen match	Geen demonstratie, bewezen technologieën met weinig tot geen technisch risico.
VEKI	Afhankelijk van de deelmaatregel	Valt onder Energie-efficiëntie (art. 38). Deze maatregel bundelt vijf verschillende ingrepen, die niet allemaal om dezelfde reden afvallen. Efficiënte motoren en frequentieregelaars staan op de verplichte Erkende Maatregelenlijst (FC5, FC1), en AGVV art. 38 sluit steun uit voor investeringen die een bedrijf laten voldoen aan een verplichting die het al heeft. Direct drive, het herdimensioneren van de tandwielkast en smeltpompen zijn niet verplicht, maar moeten wel de >5-jaar terugverdientijdtoets doorstaan.
EIA	Afhankelijk van de deelmaatregel	Hoogefficiënte motoren: alleen IE5 of hoger komt nu nog in aanmerking voor EIA (code 220602). Frequentieregelaars: waarschijnlijk onder hetzelfde verplichte-maatregelenspoor in plaats van een actuele EIA-code. Direct drive, herdimensionering tandwielkast en smeltpompen: waarschijnlijk geen specifieke code, deze zouden individueel de generieke route 320000 nodig hebben, met een vereiste netto besparingsratio van minimaal 0,4 Nm^3 gasequivalent per geïnvesteerde euro per jaar. Daarnaast stelt code 320000 een minimale CAPEX voor een gegeven energiebesparing, waarvan de berekening op de Energielijst te vinden is.
SDE++	Geen match	Er is hier geen sprake van opwekking van hernieuwbare energie

Financieringsconstructies

Hieronder worden mogelijke relevante financieringsconstructies weergegeven. Voor meer informatie zie C. Richtlijnen relevante financieringsopties.

Tabel 9 - Financieringsconstructies

Model	Match	Opmerking
Balansinvestering	Open	
Lease	Twijfelachtig	Operational of financial lease afhankelijk van totale investering
Extern eigendom & exploitatie (ESCO)	Niet waarschijnlijk	

De installatie kan **goed** als zelfstandig object worden verwijderd zonder ingrijpende gevolgen voor het gebouw of de productielijn. Hoewel de hoogrendementsmotor direct onderdeel uitmaakt van de extruderaandrijving, betreft het een gestandaardiseerd en vervangbaar component binnen de installatie. De elektromotor behoudt daarbij een aanzienlijke restwaarde en kan relatief eenvoudig worden gedemonteerd en elders worden ingezet. Hierdoor kan de apparatuur **goed** gefinancierd worden door operational lease.

Deze installatie wordt toegepast als **proces geïntegreerde oplossing en leent zich niet voor** financiering door een ESCO partij.

Vergunningsscan

De onderstaande tabel geeft aan welk effect deze maatregel op het milieu heeft en of dit gevolgen kan hebben voor de algemene regels of de locatie-specifieke vergunning.

Tabel 10 - Vergunningsscan

Milieu-/ omgevingsaspect	Verwachte verandering door maatregel	Verwachte vergunningsimpact
Water en bodem	Geen verandering	Niet van toepassing
Emissies naar de lucht	Geen verandering	Niet van toepassing
Energiegebruik	Vermindering	Positieve impact; documenteer de maatregel in het zorg-onderhoudssysteem en zo nodig in EED documentatie
Geluid	Minder t.o.v. oudere aandrijvingen	Niet van toepassing
Geur	Geen verandering	Niet van toepassing
Gevaarlijke stoffen	Geen verandering	Niet van toepassing
Externe veiligheid	Geen verandering	Niet van toepassing

Een Vergunningscheck van het Omgevingsloket is niet nodig. Zie voor meer informatie D. Richtlijnen relevante vergunningen.

Extrusie

Maatregel #4:

Nieuwe extrusielijn

Technische omschrijving

Een alternatief voor het retrofitten van afzonderlijke onderdelen is het vervangen van verouderde extruders door een nieuwe, integraal ontworpen extrusielijn. Extruders zijn vaak al tientallen jaren in bedrijf, terwijl de productiecapaciteit, toegepaste kunststoffen en procescondities in de loop der tijd zijn gewijzigd. Ook kunnen meerdere afzonderlijke aanpassingen zijn uitgevoerd, waardoor de componenten onderling niet meer optimaal op elkaar zijn afgestemd. In dat geval kan vervanging technisch en economisch aantrekkelijker zijn dan verdere optimalisatie van losse onderdelen.

Een nieuwe extrusielijn wordt specifiek gedimensioneerd voor de actuele en toekomstige productieomstandigheden. Hierbij kunnen onder meer een passende schroefgeometrie, efficiënte barrelverwarming, energiezuinige aandrijvingen en uitgebreide monitoring van toerental, temperatuur, druk en energiegebruik worden toegepast. Hierdoor kan het proces nauwkeuriger worden geregeld en afgestemd op de daadwerkelijke productievraag.

Een nieuwe extrusielijn vormt een integraal systeem waarin moderne energiebesparende technieken onderling zijn geoptimaliseerd. Naast energiebesparing kan dit leiden tot een hogere productiecapaciteit, een stabielere productkwaliteit, minder uitval en rework en lagere onderhoudskosten. Het specifieke energieverbruik (kWh/kg) kan hierdoor nog hoger uitvallen.

Energiebesparing

- Bedrijfsuren bedrijf: 8.000 uur/jaar
- De energiebesparing per extrusielijn is 10 - 40%, waarbij de bovenkant van de besparing een oude extruder betreft. Op bedrijfsniveau bedraagt de besparing ingeschat 10 tot 30%, maar dit is afhankelijk van de situatie per extrusielijn. Voor de referentiecase komt dit overeenkomt met ongeveer 1.000 tot 3.000 MWh per jaar. Er wordt uitgegaan van 2.000 MWh per jaar.

Commerciële uitwerking

- De totale investering van een nieuwe lijn, van vultrechter tot en met de nabewerking, is uiteraard afhankelijk van het type product, de doorzet/capaciteit etc. Voor de referentiecase is uitgegaan van kunststofbuizen, en 150 kWe vermogen per extruder.
- De CAPEX voor een dergelijke maatregel bedraagt circa € 450.000,- tot € 750.000,-. Uitgaande van € 600.000,- per extrusielijn, is de totale investering voor 5 lijnen € 3.000.000,-

Implementatiefactoren

Congestie

Een nieuwe extrusielijn kan door efficiëntere aandrijvingen, verwarming en procesregeling het elektriciteitsgebruik en de piekbelasting verlagen wat een positief effect heeft op netcongestie. Bij vervanging van één grote extruder kan het soms gunstig zijn om meerdere (kleinere) machines te plaatsen. Hiermee kan de productiecapaciteit flexibeler op de actuele vraag worden afgestemd en hoeven niet alle machines gelijktijdig te draaien. Dit kan vermogenspieken beperken, maar vraagt wel om een zorgvuldige beoordeling van het totale aansluitvermogen en het gelijktijdige gebruik.

Retrofitting

Het vervangen van een bestaande extruder door een nieuwe extrusielijn is technisch goed uitvoerbaar, maar vraagt om een zorgvuldige voorbereiding. Belangrijke aandachtspunten zijn de beschikbare opstelruimte, fundering, logistieke voorzieningen en aansluitingen voor elektriciteit, koeling en grondstoffen. Ook moet rekening worden gehouden met de inpassing in bestaande voor- en nabehandelingsprocessen, procesautomatisering en veiligheidsvoorzieningen. De installatie vereist doorgaans een geplande productiestilstand; gefaseerde vervanging of tijdelijke productiecapaciteit kan de gevolgen voor de productie beperken.

Duurzaamheid en andere emissies

Een nieuwe extrusielijn vermindert door een lager elektriciteitsgebruik indirect de CO_2- en NO_x-emissies, waarbij de reductie afhankelijk is van de energiebesparing en de herkomst van de elektriciteit. De afvoer van de installaties veroorzaakt een eenmalige milieu-impact. Het watergebruik blijft doorgaans gelijk.

Technische maturiteit

Het vervangen van een verouderde extruder door een nieuwe extrusielijn is een gangbare maatregel binnen de kunststofverwerkende industrie, met name bij installaties die niet meer aansluiten op de huidige productiecapaciteit, kunststoffen of kwaliteitseisen. Moderne extrusielijnen worden breed toegepast en combineren bewezen technieken voor aandrijving, verwarming, procesregeling en monitoring. De uiteindelijke configuratie blijft maatwerk en moet worden afgestemd op het product, de gewenste capaciteit en de bestaande productieomgeving.

Aanbevelingen

Bij de verdere uitwerking van een nieuwe extrusielijn moeten de huidige en toekomstige productie-eisen, waaronder capaciteit, productafmetingen, toleranties, toegepaste kunststoffen en gewenste flexibiliteit, worden vastgesteld. Beoordeel vervolgens het specifieke energiegebruik per kilogram product en de efficiëntie van de aandrijving, cilinderverwarming, koeling en hulpinstallaties. Daarnaast moet de lijn technisch en ruimtelijk kunnen worden ingepast in de bestaande fabriek, rekening houdend met grondstoftoevoer, matrijzen, koeling, afzuiging, nabewerking, intern transport, procesbesturing, opstelruimte, fundering en leidingroutes. Ook het benodigde aansluitvermogen, de piekbelasting en de gevolgen voor de netaansluiting en netcongestie verdienen aandacht. Vergelijk offertes niet alleen op investering en energiebesparing, maar ook op productkwaliteit, doorzet,

omsteltijden, materiaalverlies, rework, onderhoud, bedrijfszekerheid en totale levensduurkosten. Neem ten slotte de benodigde productiestilstand, fasering, opleiding en ingebruikname mee, evenals de mogelijkheden voor hergebruik, verkoop of verantwoorde afvoer van de bestaande extruder.

Subsidiemogelijkheden

Onderstaande informatie moet worden gezien als een eerste oriëntatiepunt. Voor advies dat is toegesneden op uw project en omstandigheden, raadpleeg de subsidiewebpagina's van RVO en laat uw projectvoorstel beoordelen door RVO (zie 'Laat uw projectidee toetsen' onderaan Subsidies voor energie-innovatie | RVO.nl), dit biedt de mogelijkheid om:

- De haalbaarheid van uw idee en de kans van slagen te bespreken
- Uw idee te presenteren en feedback te ontvangen
- Eventuele aanvullende subsidies te identificeren die voor u relevant kunnen zijn

Door deze stappen te zetten vóór de start van de werkzaamheden, vergroot u uw kansen op het verkrijgen van projectfinanciering. Voor meer informatie, zie B. Richtlijnen relevante subsidieregelingen.

Tabel 11 - Subsidiemogelijkheden maatregel

Subsidie	Match	Opmerking
DEI+	Hoogstwaarschijnlijk geen match	Geen demonstratie, bewezen technologie met weinig tot geen technisch risico.
VEKI	Kan een match zijn	Hoewel de technologie zou kunnen passen, zou op basis van de indicatieve cijfers de geschatte terugverdientijd onder de door VEKI vereiste >5 jaar kunnen uitkomen. De werkelijke terugverdientijd is afhankelijk van de toepassing van deze oplossing, wat de VEKI-geschiktheid kan veranderen.
EIA	Kan een match zijn	Waarschijnlijk geen specifieke code voor extrudervervanging als geheel; waarschijnlijk nodig via de generieke route 320000, met een vereiste netto besparingsratio van minimaal 0,4 Nm^3 gasequivalent per geïnvesteerde euro per jaar. Daarnaast stelt code 320000 een minimale CAPEX voor een gegeven energiebesparing, waarvan de berekening op de Energielijst te vinden is.
SDE++	Geen match	Er is hier geen sprake van opwekking van hernieuwbare energie

Financieringsconstructies

Hieronder worden mogelijke relevante financieringsconstructies weergegeven. Voor meer informatie zie C. Richtlijnen relevante financieringsopties.

Tabel 12 - Financieringsconstructies

Model	Match	Opmerking
Balansinvestering	Open	
Lease	Mogelijk	Operational lease
Extern eigendom & exploitatie (ESCO)	Niet waarschijnlijk	

De installatie kan **mogelijk** als zelfstandig object worden verwijderd zonder ingrijpende gevolgen voor het gebouw of de productielijn. Hoewel een extruder in principe als complete machine kan worden vervangen of verplaatst, is deze doorgaans geïntegreerd in de productielijn en gekoppeld aan toevoer-, afvoer-, besturings- en hulpsystemen. De extruder zelf behoudt daarbij een aanzienlijke restwaarde en kent een actieve tweedehandsmarkt. Hierdoor kan de apparatuur **beperkt** gefinancierd worden door operational lease

Deze installatie wordt toegepast als **proces geïntegreerde oplossing en leent zich niet voor** financiering door een ESCO partij.

Vergunningsscan

De onderstaande tabel geeft aan welk effect deze maatregel op het milieu heeft en of dit gevolgen kan hebben voor de algemene regels of de locatie-specifieke vergunning.

Tabel 13 - Vergunningsscan

Milieu-/ omgevingsaspect	Verwachte verandering door maatregel	Verwachte vergunningsimpact
Water en bodem	Geen verandering	Niet van toepassing
Emissies naar de lucht	Geen verandering	Niet van toepassing
Energiegebruik	Vermindering	Positieve impact; documenteer de maatregel in het zorg-onderhoudssysteem en zo nodig in EED
Geluid	Minder t.o.v. oudere machines	Niet van toepassing
Geur	Geen verandering	Niet van toepassing
Gevaarlijke stoffen	Geen verandering	Niet van toepassing
Externe veiligheid	Geen verandering	Niet van toepassing

Een Vergunningscheck van het Omgevingsloket is niet nodig. Zie voor meer informatie D. Richtlijnen relevante vergunningen.

Extrusie

Maatregel #5:

Alternatieve barrelverwarming toepassen

Technische omschrijving

De barrelverwarming is een onderbelicht onderdeel van het smeltproces van de kunststoffen. Naast bijvoorbeeld de aandrijving is barrelverwarming ook een redelijke energiegebruiker bij het verwerken van de kunststof. De standaard binnen deze industrie is lange tijd mica-verwarmingsbanden geweest. Deze banden werken middels contactverwarming, maar de temperatuur van de wand is hoog en het energieverlies naar de omgeving is fors.

Alternatieve barrelverwarmingstechnieken kunnen energiebesparing tewerkstellingen. Energiezuinige technieken zijn bijvoorbeeld:

Keramische barrelverwarming

Keramische banden werken net als micabanden via contactgeleiding. Keramische banden zijn van zichzelf al beter isolerend dan mica-banden door de eigenschappen van keramiek. De warmte wordt naar binnen geduwd als het ware. In combinatie met een extra isolatielaag om de keramiek heen, zorgt het voor forse energiebesparing op dit procesonderdeel.

Dergelijke barrelverwarming wordt vaak toegepast bij “standaard” plastics met lagere werktemperaturen (180 – 240 °C). In geval van PVC dient voldoende koelmogelijkheden te zijn van de barrel om degradatie van de PVC te voorkomen bij te veel frictiewarmteproductie vanuit de schroef.

Inductie barrelverwarming

Inductie maakt gebruik van een elektromagnetisch veld. De inductiespoelen worden aangebracht op de cilinder of geïntegreerd in de cilinder. De warmte wordt hierdoor veel directer afgegeven aan de smelt. In combinatie met isolatie wordt er bijna geen warmte naar de omgeving uitgestoten. Het thermisch rendement is hierdoor nóg hoger.

Bijkomend voordeel is dat de opwarmtijd van de cilinder / smelt fors verkort wordt en de buitentemperatuur van het systeem laag in temperatuur is.

Inductie wordt vooral interessant om toe te passen bij grote systemen met grote cilinderdiameters (>100 kWE extrusie motorvermogen), bij hoogtemperatuurskunststoffen (250 - 350 °C) en als er veel draaiuren gemaakt worden.

Infrarood barrelverwarming

De energie wordt overgedragen via elektromagnetische straling (lichtgolven in het IR-spectrum). De metalen cilinder absorbeert deze straling extreem snel en zet dit om in warmte. Het resultaat is zeer snelle opwarmtijd. De behuizing van een dergelijk systeem om de cilinder is een redelijk stuk groter dan bij de andere technieken.

Infraroodsystemen wordt toegepast wanneer vaak materiaal of kleurwisselingen plaatvinden op de machine, waarbij het systeem snel weer op temperatuur moet komen. Dergelijke systemen zijn door de hogere aanschafwaarde en kortere levensduur dus vaak minder interessant om toe te passen als er altijd dezelfde grondstof gebruikt wordt op een lijn.

Naast de nieuwe techniek, zijn nieuwe barrelverwarmingssystemen vaak geïntegreerd met betere isolatie waardoor ook hierdoor het energiegebruik afneemt. Ook is een bijkomend voordeel de betere temperatuurregulatie.

Energiebesparing

- Door de nieuwe techniek in combinatie met bijkomende isolatie kan 10 tot 50% besparen op de barrelverwarming ten opzichte van oude micabanden zonder isolatie op de extruder. Als er reeds isolatie is toegepast, daalt de potentiële energiebesparing.
- Er wordt uitgegaan van een besparingspotentieel van 5,5% op fabrieksniveau (35% op de barrelverwarming). Dit komt overeen met 550.000 kWh/jaar.

Commerciële uitwerking

- Indicatieve CAPEX: circa € 10.000 – 50.000 per extruder, waarbij de lagere range de kosten zijn voor kermische banden, en de hogere range de kosten voor een inductiesysteem.
- Uitgaande van € 50.000,- per extruder, zijn de kosten totaal € 250.000,-

Implementatiefactoren

Congestie

Alternatieve barrelverwarming verlaagt het elektriciteitsgebruik van de extruder door een efficiëntere en gelijkmatigere warmteoverdracht. Hierdoor neemt de belasting van het elektrische systeem af en kan, afhankelijk van het gelijktijdige verwarmingsvermogen, ook het piekvermogen worden beperkt. De maatregel kan daarmee bijdragen aan het verminderen van knelpunten door netcongestie.

Retrofitting

Alternatieve barrelverwarming is doorgaans goed inpasbaar, mits de gekozen techniek aansluit op de bestaande extruder, temperatuurregeling en elektrische installatie. Vooraf moeten de afmetingen, het benodigde verwarmingsvermogen, de regeltechniek en de bereikbaarheid voor onderhoud worden beoordeeld.

De ombouw kan meestal tijdens een geplande productiestop plaatsvinden, waarna validatie van de temperatuurverdeling, productkwaliteit en procesveiligheid nodig is.

Duurzaamheid en andere emissies

Door het lagere elektriciteitsgebruik nemen de indirecte CO_2- en NO_x-emissies af; de reductie is afhankelijk van de energiebesparing en de herkomst van de elektriciteit.

Technische maturiteit

Het vervangen van conventionele mica-verwarmingsbanden door keramische, inductie- of infraroodverwarming is een bewezen maatregel binnen de kunststofverwerkende industrie. Keramische systemen worden breed toegepast, terwijl inductie- en infraroodsystemen vooral worden

ingezet bij respectievelijk grotere of hoogtemperatuurinstallaties en processen met frequente materiaal- of kleurwisselingen. De meest geschikte techniek is afhankelijk van de verwerkingstemperatuur, cilinderdiameter, bedrijfsuren en procesvoering.

Infraroodsystemen komen in de praktijk nog beperkt voor in de kunststofindustrie.

Aanbevelingen

Breng per extruder het huidige verwarmingsvermogen, elektriciteitsgebruik, temperatuurprofiel, bedrijfsuren en warmteverlies in kaart. Laat vervolgens door een gespecialiseerde leverancier beoordelen welke alternatieve barrelverwarming technisch inpasbaar is en vraag een onderbouwde besparings- en investeringsraming op. Voer de oplossing bij voorkeur eerst als praktijktest uit op één representatieve extruder en beoordeel daarbij het energiegebruik, de temperatuurverdeling, opwarmtijd, productkwaliteit en bedrijfszekerheid. Werk bij een positief resultaat een gefaseerd vervangingsplan uit, afgestemd op onderhoudsmomenten en geplande productiestops.

Financieringsconstructies

Hieronder worden mogelijke relevante financieringsconstructies weergegeven. Voor meer informatie zie C. Richtlijnen relevante financieringsopties.

Tabel 14 - Financieringsconstructies

Model	Match	Opmerking
Balansinvestering	Open	
Lease	Twijfelachtig	Operational lease
Extern eigendom & exploitatie (ESCO)	Niet waarschijnlijk	

De barrelverwarming maakt direct onderdeel uit van de extruder en het is twijfelachtig of dit via lease kan worden gefinancierd. Het betreft een vervangbare en modulair opgebouwde installatie die relatief eenvoudig kan worden gedemonteerd en vervangen. Componenten zoals keramische, inductieve of infrarood verwarmingssystemen behouden daarbij wel een zekere restwaarde en kunnen in sommige gevallen elders worden ingezet.

Deze installatie heeft waarschijnlijk te lage CAPEX voor financiering door een ESCO partij.

Subsidiemogelijkheden

Onderstaande informatie moet worden gezien als een eerste oriëntatiepunt. Voor advies dat is toegesneden op uw project en omstandigheden, raadpleeg de subsidiewebpagina's van RVO en laat uw projectvoorstel beoordelen door RVO (zie 'Laat uw projectidee toetsen' onderaan Subsidies voor energie-innovatie | RVO.nl), dit biedt de mogelijkheid om:

- De haalbaarheid van uw idee en de kans van slagen te bespreken
- Uw idee te presenteren en feedback te ontvangen
- Eventuele aanvullende subsidies te identificeren die voor u relevant kunnen zijn

Door deze stappen te zetten vóór de start van de werkzaamheden, vergroot u uw kansen op het verkrijgen van projectfinanciering. Voor meer informatie, zie B. Richtlijnen relevante subsidieregelingen.

Tabel 15 - Subsidiemogelijkheden maatregel

Subsidie	Match	Opmerking
DEI+	Hoogstwaarschijnlijk geen match	Geen demonstratie, bewezen technologie met weinig tot geen technisch risico.
VEKI	Kan een match zijn	Hoewel de technologie zou kunnen passen, zou op basis van de indicatieve cijfers de geschatte terugverdientijd onder de door VEKI vereiste >5 jaar kunnen uitkomen. De werkelijke terugverdientijd is afhankelijk van de toepassing van deze oplossing, wat de VEKI-geschiktheid kan veranderen.
EIA	Kan een match zijn	Waarschijnlijk geen specifieke code; de generieke route 320000 zou gebruikt kunnen worden, met een vereiste netto besparingsratio van minimaal 0,4 Nm^3 gasequivalent per geïnvesteerde euro per jaar. Daarnaast stelt code 320000 een minimale CAPEX voor een gegeven energiebesparing, waarvan de berekening op de Energielijst te vinden is.
SDE++	Geen match	Er is hier geen sprake van opwekking van hernieuwbare energie

Vergunningsscan

De onderstaande tabel geeft aan welk effect deze maatregel op het milieu heeft en of dit gevolgen kan hebben voor de algemene regels of de locatie-specifieke vergunning.

Tabel 16 - Vergunningsscan

Milieu-/ omgevingsaspect	Verwachte verandering door maatregel	Verwachte vergunningsimpact
Water en bodem	Geen verandering	Niet van toepassing
Emissies naar de lucht	Geen verandering	Niet van toepassing
Energiegebruik	Vermindering	Positieve impact; documenteer de maatregel in het zorg- onderhoudssysteem en zo nodig in EED documentatie
Geluid	Beperkt minder	Niet van toepassing
Geur	Geen verandering	Niet van toepassing
Gevaarlijke stoffen	Geen verandering	Niet van toepassing
Externe veiligheid	Geen verandering	Niet van toepassing

Een Vergunningscheck van het Omgevingsloket is niet nodig. Zie voor meer informatie D. Richtlijnen relevante vergunningen.

VIBE

Extrusie

Voorbeeld routekaart naar implementatie

Routekaart naar implementatie

Een logische eerste stap is het optimaliseren van de extruderaandrijving en drukopbouw, omdat hiervoor doorgaans beperkte aanpassingen nodig zijn en de resultaten als basis kunnen dienen voor verdere maatregelen. Vervolgens kunnen isolatie van warme extruderdelen en alternatieve barrelverwarming worden onderzocht en uitgevoerd. De isolatie en barrelverwarming moeten wel gezamenlijk worden ontworpen, omdat de maatregelen invloed hebben op elkaar.

De aanschaf van een nieuwe extrusielijn is een strategisch alternatief voor het uitgebreid retrofitten van een bestaande extruder. Bij vervanging zijn investeringen in isolatie, aandrijving, drukopbouw en alternatieve barrelverwarming op dezelfde extruder niet meer zinvol. Optimalisatie van de centrale proceskoeling zal wel relevant blijven.

Indicatieve volgorde

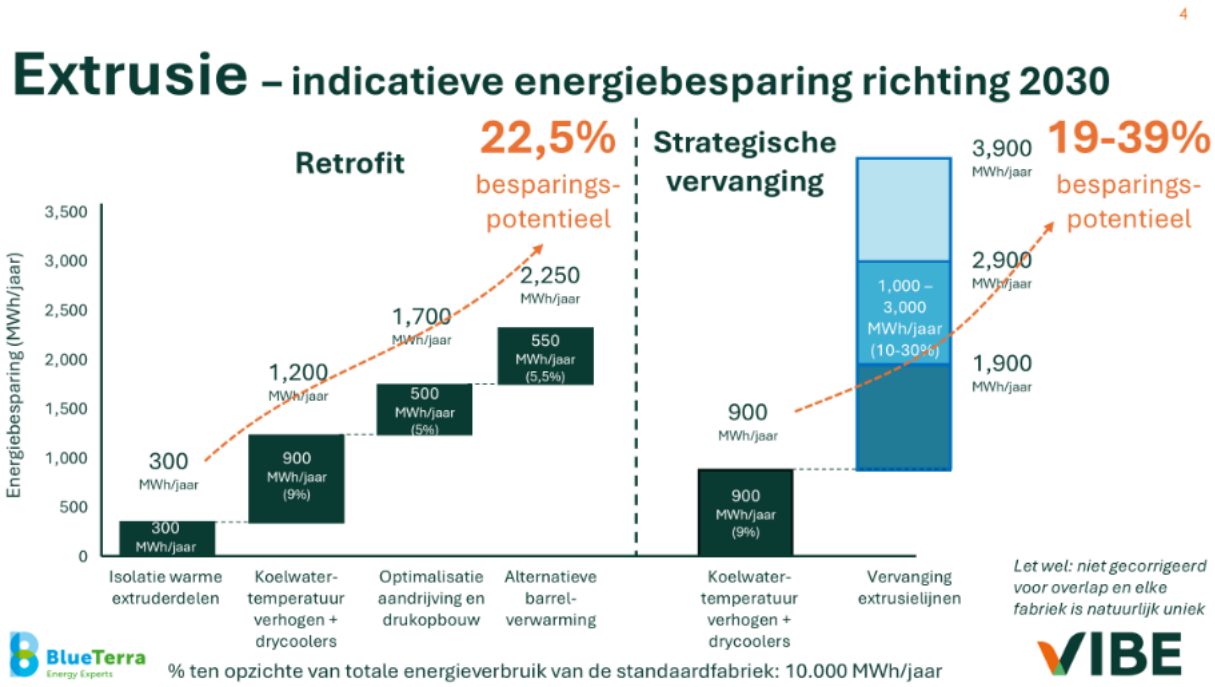
1. Procesmetingen en vaststelling van het referentieverbruik.
2. Optimalisatie van aandrijving, drukopbouw en procesinstellingen.
3. Isolatie van warme extruderdelen.
4. Alternatieve barrelverwarming. (in combinatie met 3)
5. Verhoging van de koelwatertemperatuur en toepassing van droge koelers, maar is prima parallel uit te voeren.
6. Afweging tussen verdere retrofit en vervanging door een nieuwe extrusielijn.

Maximale energiebesparing

De onderstaande figuur (Figuur 8) toont twee mogelijke routes om het energiegebruik van de extrusielijnen richting 2030 te verlagen. In het retrofitscenario worden vier maatregelen stapsgewijs uitgevoerd. Zonder correctie voor onderlinge overlap bedraagt de totale potentiële besparing daarmee circa 2.300 MWh per jaar voor de standaardfabriek opstelling

Het vervangingsscenario gaat uit van vervanging van de bestaande extrusielijnen door nieuwe, integraal geoptimaliseerde lijnen. De verwachte besparing bedraagt circa 10 tot 30% van het elektriciteitsgebruik op fabrieksniveau, wat voor de referentiecase overeenkomt met ongeveer 1.000 tot 3.000 MWh per jaar. In de figuur is 2.000 MWh per jaar als centrale indicatieve waarde weergegeven. De maatregel koeltemperatuur verhogen en dry coolers toepassen kan samen met dit vervangingsscenario worden uitgevoerd

De weergegeven volgorde en besparingen zijn richtinggevend. Bij de verdere uitwerking moet per extruder worden bepaald of retrofit of volledige vervanging technisch en economisch het meest passend is. Daarbij moet worden gecorrigeerd voor overlap tussen maatregelen, omdat de afzonderlijke besparingen niet zonder meer bij elkaar kunnen worden opgeteld.



Figuur 8 – Routekaart implementatie top 5 extrusie

VIBE

Extrusie

Watchlist & longlist

Watch- en longlist

Hieronder is een overzicht weergegeven (Tabel 17) van de maatregelen die uit de brainstorm gekomen zijn, maar niet in de top 5 terecht gekomen zijn. Deze maatregelen alsnog interessant om te beoordelen of deze voor uw bedrijfssituatie relevant zijn. Het wordt aanbevolen om deze lijst door te nemen, en per maatregel onderzoek te doen naar de toepasbaarheid. Meerdere maatregelen in de top 5 zijn gecombineerd tot één overkoepelende maatregel. Als een maatregel gekwalificeerd is als “watchlist”, betekent dit dat de maatregel nog beschikt over een te lage TRL niveau. Overige maatregelen zijn onderdeel van de longlist.

Tabel 17 - Watchlist / longlist extrusieprocessen

Maatregel	Wacht / longlist?	Subgroep	Indicatieve besparing (obv totaal)
Additieven toevoegen aan de grondstof (verlagen smeltpunt)	Longlist	Schroefgeometrie en smeltmechanisme	<5%
Optimalisatie koelregeling	Longlist	Koeling en Vacuümsysteem	<5%
Vacuümpompen met VSD toepassen	Longlist	Koeling en Vacuümsysteem	<5%
Optimalisatie schroefgeometrie (vervanging)	Longlist	Schroefgeometrie en smeltmechanisme	5-10%
Nieuw regelsysteem met meer regelingen en (juiste plaatsing van) sensoren (Inline monitoring)	Longlist	Process control en regelstrategie	5-10%
Restwarmte gebruiken voor gebouwverwarming of het droogproces van granulaat	Longlist	Restwarmtebenutting	<5%
Coating toepassen voor betere warmteoverdracht (cilinder)	Longlist	Barrelverwarming	<5%
Eindproduct aanpassen zodat het minder plastic bevat (bijv. tussenlagen bij buizen)	Longlist	Schroefgeometrie en smeltmechanisme	5-10%
Cast aluminium barrel heating	Longlist	Barrelverwarming	<5%
Gescheiden koelsystemen per gebruikersgroep	Longlist	Koeling en Vacuümsysteem	<5%
Vloeistofringpompen toepassen i.p.v. vacuümpompen	Longlist	Koeling en Vacuümsysteem	<5%

Restwarmtebenutting i.c.m. retrofit van het smeltproces en een warmtepomp	Watchlist	Restwarmtebenutting	10-25%
Waterkoeling toepassen i.p.v. luchtkoeling bij de barrel/cilinder	Longlist	Koeling en Vacuümsysteem	<5%

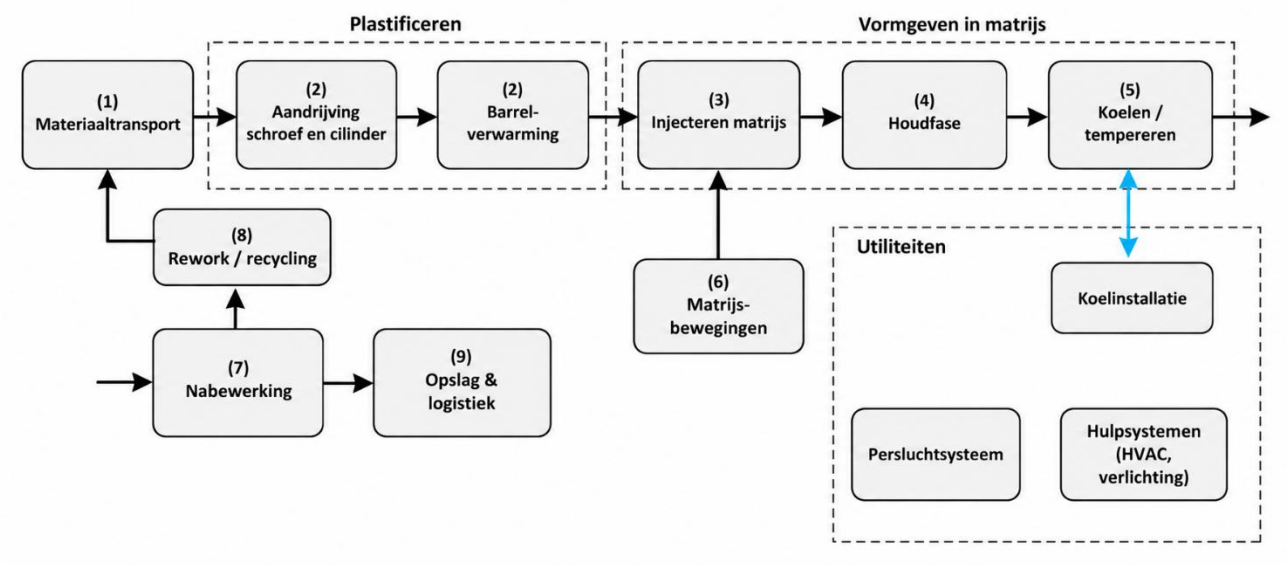
Standaard fabriek #2

Spuitgieten

Standaardfabriek omschrijving

Functionele procesbeschrijving

Spuitgieten is een cyclisch proces waarbij gesmolten (geplastificeerd) kunststof onder druk in een matrijs wordt geïnjecteerd, waarna het product gevormd wordt. Daarna stolt het en wordt uitgeworpen. Hieronder is het blokschema dat men typisch kan terugvinden in een spuitgietlijn, bijv. voor emmers.



Figuur 9 – Typische spuitgietopstelling

(1) Materiaaltransport (en eventueel droging)

Het spuitgietproces begint met de plastic korrels (granulaat, virgin of recyclaat), die opgeslagen zijn na in ontvangst name in het magazijn (bijv. in silo's). Deze korrels worden vervolgens met behulp van een vacuüm- of luchtdruksysteem getransporteerd wordt naar de volgende processtap. Bepaalde kunststoffen zoals PA nemen vocht op, waardoor deze eerst gedroogd moeten worden.

(2) Plastificeren (schroef en barrelverwarming)

Met een feeder worden de korrels toegevoerd aan het plastificeersysteem. Het plastificeersysteem bestaat uit een cilinder met een schroef, ten behoeve van de draaiende beweging en drukopbouw, een barrelverwarming.

Met behulp van een draaiende schroefaandrijving en een verwarmde cilinder (barrelverwarming) wordt het granulaat gesmolten door toegevoerde warmte van de barrel en de wrijving van de schroef. Kunststoffen beschikken over een smelttemperatuur, afhankelijk van het type kunststof.

De beweging van de schroef wordt van oudsher gedaan door middel van hydrauliekolie (hydrauliekmotor). De afgelopen tientallen jaren zijn servo-hydraulische systemen de standaard geworden, waarbij een servomotor gebruikt wordt ten behoeve van het hydraulieksysteem.

(3) Injecteren in matrijs / sluiting matrijs

De gesloten matrijs wordt onder hoge druk (100 - 2000 bar) geïnjecteerd met het gesmolten plastic. Dit gebeurt doordat de schroef naar voren beweegt, wat tot stand wordt gebracht met een aparte hydrauliekmotor (of elektromotor). De juiste druk is belangrijk voor het injecteren. Een te lage druk zorgt ervoor dat de matrijs niet voldoende gevuld wordt. Hierdoor wordt een foutief product geproduceerd. De sluiting van de matrijs gebeurt ook door middel van hydrauliek.

(4) Houdfase / nadrukken

In deze productiestap wordt extra druk toegevoerd om krimp van het product te voorkomen en de matrijs gevuld te houden. Dit is belangrijk voor de productkwaliteit, zoals de juiste maatvoering etc.

(5) Koelen / tempereren in de matrijs

De kunststof wordt hard met behulp van koeling door koelwater. In de matrijs zijn koelkanalen aanwezig waardoor het koelwater kan stromen, en hiermee het product kan afkoelen. Het koelwater wordt geproduceerd door een apart koelsysteem.

(6) Matrijsbewegingen / tegendruk

Tijdens het proces wordt de matrijs dichtgehouden tegen de injectiedruk. Na het koelen opent de matrijs, waarna het product uit de matrijs verwijderd wordt (uitgeworpen). Met behulp van robots wordt het product vaak uitgeworpen en op bijvoorbeeld transportbanden geplaatst.

(7) Rework / recycling

Afkeur vanuit het productieproces gaat naar een granulator, waarna het weer verwerkt wordt tot granulaat. Dit granulaat kan weer in het proces ingezet worden als grondstof.

(8) Nabewerking

De nabewerking is productafhankelijk. Bij kunststof emmers kan het nog noodzakelijk zijn om een handvat vast te maken aan de emmer. Normaliter komt het product echter gereed uit de matrijs.

(9) Opslag & logistiek

De finale producten worden vervolgens opgeslagen in magazijnen en naar de klant getransporteerd.

Utiliteiten

Aanwezige utiliteiten zijn doorgaans:

- Persluchtcompressor(en)
- (ruimte)afzuiging, c.q. ventilatoren (luchtbehandelingskasten)
- Gebouwverwarming (bijv. CV-ketels), hoofdzakelijk voor de kantoren
- Koelinstallatie / koelwater, oliekoeling. Uitgangspunt is een compressiekoelmachine.

Productieprofiel en invloedsfactoren

Productietype (batch/continu) en bedrijfstijd

Het spuitgietproces is een cyclisch proces. Het is geen continuproces, maar er wordt wel continue geproduceerd in het bedrijf. Er zijn in principe tijdens productie op een machine alleen kleine onderbrekingen, zoals voor wissels etc. Door het jaar heen worden productiestops gepland, vaak per machine(lijn) voor bijvoorbeeld onderhoud of door andere marktvraag. Daarnaast kan door problemen / storingen de machines ook stilgezet worden.

Er wordt bij dit type bedrijven gewerkt in ploegendiensten, vaak van maandagochtend tot en met zaterdagochtend, met in het weekend geen of beperkte productie. Afhankelijk van de hoeveelheid storingen zijn er **8.000 productie-uren** per jaar. Verdere gegevens van een representatief spuitgietbedrijf zijn weergegeven in Tabel 18.

Tabel 18 – Gegevens productieproces representatief bedrijf

Grootheid	Waarde
Bedrijfsvoering	Incl. productiestop en storingen: 8.000 productie-uren per jaar
Energieverbruik	10 miljoen kWh per jaar 50.000 Nm^3 aardgas per jaar
Capaciteit	900 kg/uur (gemiddeld), 7,2 miljoen kg/jaar.
Kunststof	PP (polypropyleen)
Producttype	Kunststof emmers / bakken

Een spuitgietbedrijf bestaat uit meerdere spuitgietmachines van verschillende capaciteiten / groottes. Een representatief machinepark bestaat vaak uit zo'n 20 spuitgietmachines, met een typische verdeling als volgt:

- 5× (50 - 150 ton)
- 10× (150 – 400 ton)
- 5× (400 – 1.000 ton)

Belangrijk onderdeel van het productieproces zijn de cyclustijden van het spuitgietproces. Een representatieve cyclustijd is 25 – 45 seconden. De smelttemperatuur van polypropyleen is 160-170 °C (werktemperatuur is hoger), maar het wordt bij een hogere tempratuur verwerkt zoals ~240 °C om de juiste viscositeit en homogeniteit te bereiken.

Hoe ontstaan de belangrijkste variaties in het proces?

1. **Type eindproduct:** Met spuitgieten kunnen meerdere, verschillende producten gemaakt worden. Het energieverbruik van het proces is afhankelijk van het type product dat gemaakt wordt bijv. plastic emmers of andere producten.

Daarnaast zijn er binnen een productgroep ook verschillen in diameters, wanddiktes, foutmarges etc. die een verschil in energieverbruik veroorzaken. Dikkere wanddiktes vragen bijvoorbeeld om hogere drukken in de matrijs, en meer koeling om het product te stollen.

2. **Type grondstof:** De keuze van het soort plastic is ook van invloed op het energieverbruik. Sommige plastics vragen meer/minder energie voor het smelten, of moeten gedroogd worden vòòr het gebruikt kan worden.
3. **Marktvraag**: Door verschil in marktvraag kan een wisselende bezettingsgraad ontstaan van de processen. Hierdoor kan het nodig zijn om minder efficiënte machines te gebruiken voor een bepaald product, of zijn er bijvoorbeeld meer starts/stops. Storingen en lagere productiecijfers zorgen voor hogere specifieke energieverbruiken.
4. **Omgevings- en procescondities**: Het energieverbruik van de koelinstallaties is afhankelijk van de buitentemperatuur. Bij hogere buitentemperuren neemt het verbruik toe.
5. **Aandeel restafval:** Producten die niet aan de kwaliteitseisen voldoen, worden verwerkt in de brekerij tot bruikbaar granulaat. Dit kost relatief veel energie. Zo min mogelijk foutieve producten betekent een lager energieverbruik overall.

Massa- en energiebalans

Massabalans

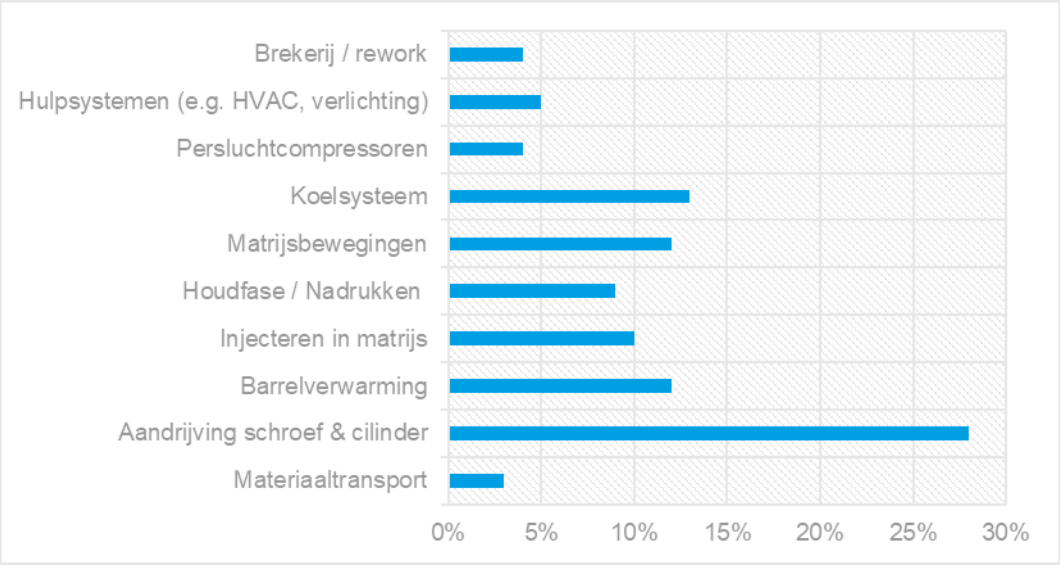
In deze paragraaf is een massabalans weergegeven van een representatief spuitgietproductieproces. In principe is de invoer aan granulaat gelijk aan het aantal kilogram gemaakt product. De massabalans is hierdoor gelijk door het proces heen (900 kg/h). Na de kwaliteitscontrole kan product afgekeurd worden. Dit wordt als rework ingezet om granulaat te maken. Een representatieve hoeveelheid aan rework is **5%**.

Energiebalans

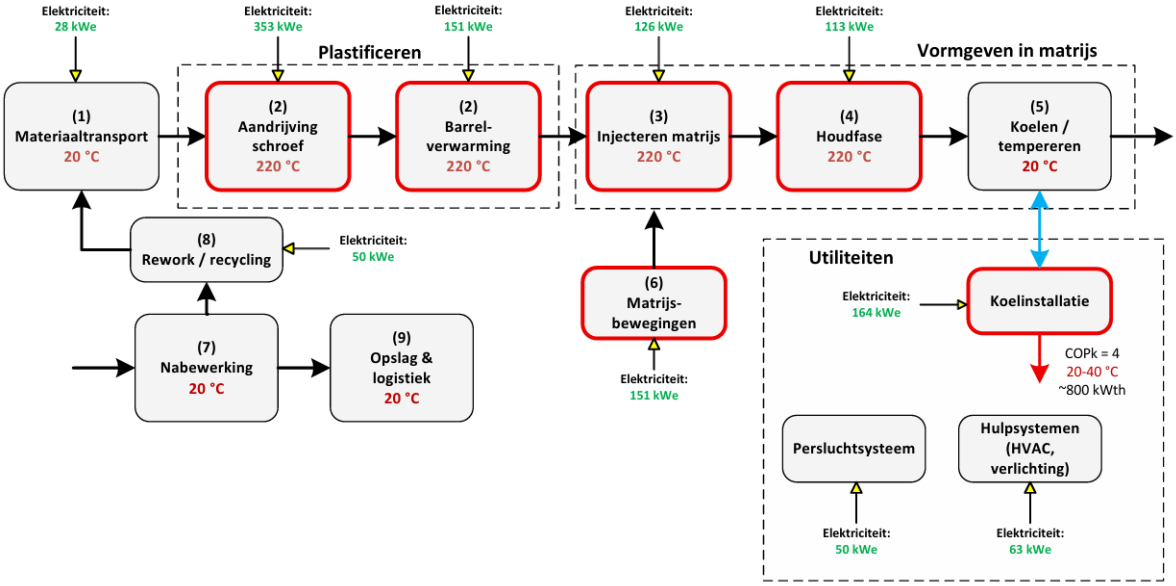
Het energieverbruik binnen een spuitgietbedrijf is hoofdzakelijk elektrisch gestuurd. 95% van het finale energieverbruik is elektrisch, slechts 5% is aardgas. Aardgas wordt alleen gebruikt voor gebouwverwarming.

Een representatieve KPI voor elektriciteit is **1.400 kWh/ton** (input korrels) over de totale fabriek. Een procentuele onderverdeling van het elektriciteitsgebruik is weergegeven inFiguur Figuur 10

De energiebalans (warmte/koude) is weergegeven in Figuur 11. Het energieverbruik is zo hoog doordat ook significante verliezen optreden in de vorm van warmte-, motor-, deellast- en overige verliezen. Een overzicht hiervan is weergegeven in



Figuur 10 - Elektriciteitsbalans spuitgietproces



Figuur 11 – Energiebalans spuitgietproces (900 kg/h)



Figuur 12 - Benodigde energie in de fabriek en verliezen (inschatting)

Het meeste verbruik ligt rond aandrijving/ het hydraulische systeem, en de cilinderverwarming, maar er zijn ook best veel andere energieverbruikers. De oplossingen kunnen dus redelijk diverse zijn. Bij deze grafiek (Figuur 12) is uitgegaan dat relatief weinig energie besparende maatregelen uitgevoerd zijn, en servo-hydraulische machines. Hierbij moet vermeld worden dat een deel van de benodigde energie ook weer vrijkomt bij de proceskoeling als restwarmte, en dat efficiëntere methodes om te koelen energie bespaard op het “benodigde energie” deel.

Top-5 maatregelen

Brainstorm met klankbordgroep

Om tot een longlist aan energiebesparende maatregelen te komen, is een brainstormsessie gehouden met de klankbordgroep voor spuitgieten. Tijdens deze sessie zijn energiebesparende maatregelen geïnventariseerd voor de meest energie-intensieve procesonderdelen, namelijk de aandrijving, het smeltproces, en de proceskoeling. Daarnaast is aandacht besteed aan procesoverstijgende / overige maatregelen. Door middel van een interactieve inventarisatie en stemming zijn zowel direct toepasbare oplossingen als innovatieve ideeën opgehaald.

Multi criteria analyse

Om van de longlist aan maatregelen naar een top 5 te komen, is een Multi Criteria Analyse (MCA) uitgevoerd. De maatregelen zijn één voor één beoordeeld op gebied van een aantal zaken, namelijk:

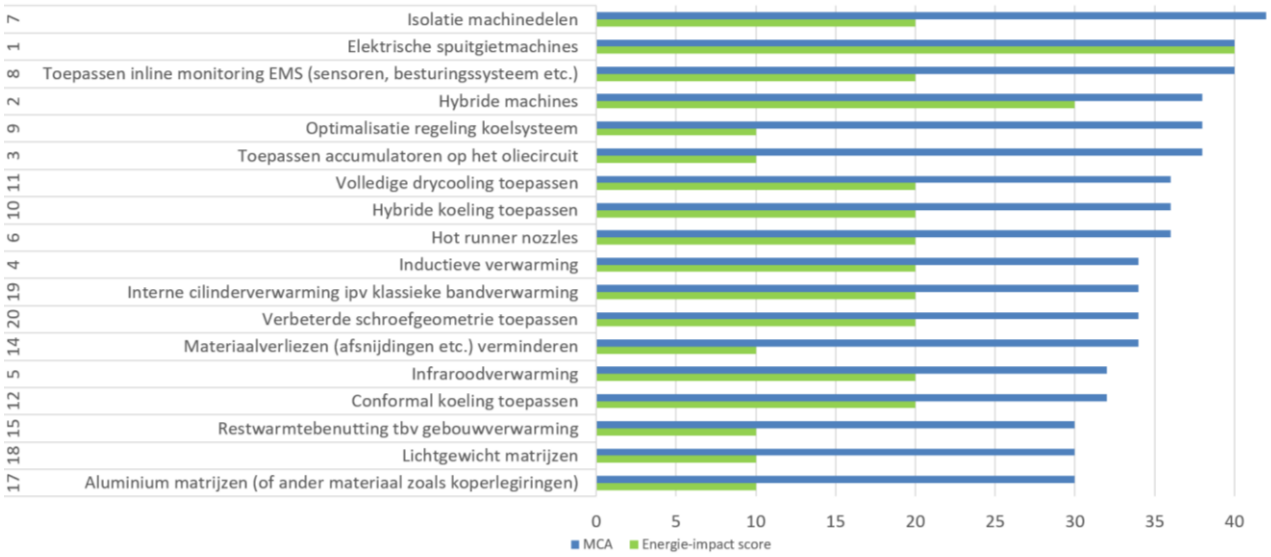
- Energiebesparingspotentieel
- TRL-niveau (Technical Readiness Level)
- Economische haalbaarheid (TVT)
- Technische impact (gemak van implementatie)
- Effect op netcongestie

Bij het komen tot de top 5 is de focus gelegd op maatregelen die uiterlijk in 2030 praktisch toepasbaar zijn en in beginsel een technisch volwassenheidsniveau van TRL 8 of 9 hebben. De economische haalbaarheid is beoordeeld op basis van een zelfstandig investeringsmoment.

De maatregelen zijn onderling beoordeeld, maar een aantal maatregelen zijn gecombineerd tot overkoepelende maatregelen in de top 5. Bij de keuze voor de top 5 maatregelen is naast de totale scoring ook de focus gelegd op maatregelen met een groot energiebesparingsimpact. Hierdoor kunnen maatregelen die eigenlijk lager scoren, alsnog op in de top 5 komen.

De top-5

De Top-5 selectie omvat zowel relatief eenvoudig uitvoerbare retrofitmaatregelen als een strategisch vervangingsalternatief. De geselecteerde maatregelen bieden naar verwachting de beste combinatie van technische haalbaarheid, energieprestatie en economische aantrekkelijkheid. Niet-geselecteerde maatregelen hebben doorgaans een lager of onzeker besparingspotentieel, een langere TVT, een beperkte toepasbaarheid of vragen eerst om aanvullend onderzoek.



Figuur 13 – Scoring per maatregel spuitgieten

Deze maatregelen zijn opgenomen in de watchlist respectievelijk longlist/wachtlist aan het einde van dit katern. Maatregelen zijn ook gecombineerd tot één overkoepelende maatregel. De geselecteerde maatregelen richten zich op de belangrijkste energiegebruikers binnen het spuitgietproces

De “top 5” bestaat uit de volgende energiebesparende maatregelen:

- Isolatie van warme delen
- Het verhogen van de koelwatertemperatuur en toepassen van een drycooler.
- Vervang oude machines door hybride of elektrische spuitgietmachines
- Vervanging van de schroef van de machines
- Energiezuinige barrelverwarming
- Combinatie van keramische, inductie en infrarood barrelverwarming.

De isolatie van warme delen, zoals de barrelverwarming, is een relatief eenvoudig inpasbare maatregel waarmee warmteverlies wordt beperkt. Deze maatregel is breed toepasbaar binnen spuitgietbedrijven.

Het verhogen van de koelwatertemperatuur, in combinatie met droge koelers, vermindert het gebruik van compressiekoelmachines en levert een relatief groot besparingspotentieel.

Vervanging of optimalisatie van de machineschroef verbetert het smeltproces en kan onnodige wrijving, hoge smelttemperaturen en lange plastificeertijden voorkomen.

Het vervangen van oudere machines door hybride of volledig elektrische spuitgietmachines biedt een groter besparingspotentieel doordat hydraulische aandrijvingen geheel of gedeeltelijk worden vervangen door efficiënte, vraaggestuurde elektrische aandrijvingen.

De maatregelen vertegenwoordigen daarmee zowel relatief eenvoudig uitvoerbare verbeteringen als strategische vervangingsinvesteringen.

Met alternatieve barrelverwarming, zoals keramische, inductie- of infraroodverwarming, kan de warmte efficiënter aan de cilinder worden overgedragen en neemt het warmteverlies naar de omgeving af. De haalbaarheid hiervan is afhankelijk van onder meer de verwerkingstemperatuur, machinegrootte, bedrijfsuren en productwisselingen.

Bij de uitvoering moet per machine worden gekozen tussen behoud en retrofit of volledige vervanging. Isolatie, schroefoptimalisatie en energiezuinige barrelverwarming kunnen grotendeels in samenhang worden uitgevoerd. Omvangrijke retrofitmaatregelen zijn echter minder doelmatig wanneer een machine op korte termijn wordt vervangen.

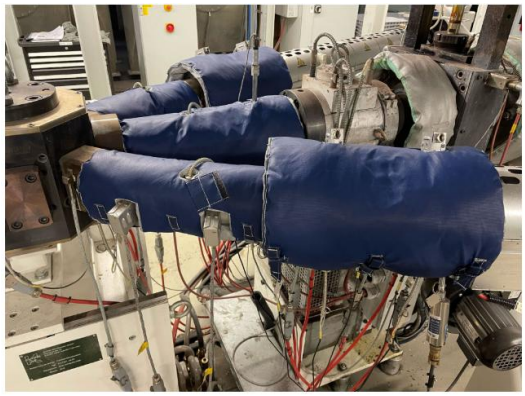
Spuitgieten

Maatregel #1:

Isolatie warme delen

Technische omschrijving

Tijdens het plastificeren van kunststof gaat warmte verloren via de verwarmde cilinder en andere warme onderdelen van de spuitgietmachine. Door deze onderdelen, voor zover technisch mogelijk, te isoleren, is minder elektrische energie nodig om de gewenste procestemperatuur te bereiken en te handhaven. De maatregel kan het elektriciteitsgebruik op fabrieksniveau indicatief met 2–5% verlagen. De werkelijke besparing is afhankelijk van onder meer de verwerkingstemperatuur van de kunststof, het aantal bedrijfsuren en de huidige mate van isolatie. Bij hogere verwerkingstemperaturen is het warmteverlies groter en neemt het besparingspotentieel toe. Voor onderhoud en inspectie worden bij voorkeur robuuste, demonteerbare isolatiekappen of isolatiematrassen toegepast.



Figuur 14 - Voorbeeld van isolatie van warme machinedelen (voorbeeld isolatie))

Energiebesparing

- Bedrijfsuren: 8.000 uur/jaar
- Aantal machines: 20
- 3% elektriciteitsbesparing op fabrieksniveau, wat neerkomt op 300 MWh/jaar op basis van de referentiecase.
- De energie waar op bespaard wordt, is hoofdzakelijk de barrelverwarming door isoleren. De besparing per spuitgietmachine kan oplopen tot 40% op dit onderdeel afhankelijk van de mate van reeds aanwezige isolatie.

Commerciële uitwerking

- De kostprijs is afhankelijk van het formaat machine, voor kleinere machines (<100 ton) is de prijs circa € 1.000,-, voor grotere machines (>500 ton) kan de prijs oplopen tot €5.000,-
- Voor de referentiecase is de kostprijs van het isoleren per spuitgietmachine gemiddeld ingeschat op €2.500,- per machine. Op fabrieksniveau komt dit overeen met een CAPEX van € 50.000,-
- Let goed op het type verwarmingsband dat aanwezig is en de smelttemperatuur binnen de cilinder. Bij zeer hoge temperaturen (>280 °C) in combinatie met mica-verwarmingsbanden kan deze barrelverwarming kapotgaan.

Implementatiefactoren

Congestie

Door uitvoering van deze maatregel daalt het elektriciteitsverbruik met circa 300 MWh per jaar. Hierdoor neemt ook de elektriciteitsvraag van de locatie af. De maatregel draagt daarmee bij aan het beperken van de belasting van de netaansluiting en vermindert, met name wanneer de besparing tijdens piekuren wordt gerealiseerd, het risico op knelpunten als gevolg van netcongestie.

Retrofitting

De maatregel is in een bestaande fabriek doorgaans goed uitvoerbaar, mits de isolatie nauwkeurig wordt ingemeten en afgestemd op de vorm en bereikbaarheid van de warme delen. Bij onderdelen die regelmatig toegankelijk moeten zijn voor onderhoud, reiniging of inspectie, zijn op maat gemaakte, demonteerbare isolatiekappen of isolatiematrassen noodzakelijk. Deze moeten eenvoudig te verwijderen en terug te plaatsen zijn zonder blijvende vervorming of beschadiging. Een robuuste uitvoering en deugdelijke bevestiging zijn daarom belangrijke aandachtspunten. Als de isolatie na herhaaldelijk demonteren niet meer goed aansluit, neemt het warmteverlies opnieuw toe en is het besparingseffect slechts tijdelijk.

Duurzaamheid en andere emissies

De maatregel verlaagt de indirecte CO_2-uitstoot door een lager elektriciteitsverbruik; de reductie is afhankelijk van de gerealiseerde besparing, de gehanteerde emissiefactor en het aandeel hernieuwbare elektriciteit. De maatregel heeft geen direct effect op het watergebruik of de NO_x-emissies, maar indirect mogelijk wel.

Technische maturiteit

Het isoleren van warme delen is een gangbare maatregel die doorgaans eenvoudig in bestaande productiemachines kan worden toegepast. De isolatie moet nauwkeurig passen en bestand zijn tegen de geldende temperaturen en bedrijfsomstandigheden. Gebruik voor regelmatig toegankelijke onderdelen robuuste, demonteerbare isolatiekappen of -matrassen die na herhaaldelijk verwijderen goed blijven aansluiten.

Houd sensoren, aansluitingen, ventilatieopeningen en bewegende delen bereikbaar en controleer de isolatie periodiek op beschadiging, vervorming en correcte montage.

Aanbevelingen

Inventariseer welke spuitgietmachinedelen nog niet of onvoldoende zijn geïsoleerd en bepaal per onderdeel de oppervlaktetemperatuur, bedrijfsuren en gewenste bereikbaarheid. Vraag vervolgens een gespecialiseerde leverancier om een technische opname, een voorstel voor geschikte demonteerbare isolatie en een onderbouwde besparings- en investeringsraming. Test de oplossing bij voorkeur eerst op één representatieve spuitgietmachine en beoordeel daarbij de energiebesparing, gebruiksvriendelijkheid en bestendigheid bij onderhoud.

Subsidiemogelijkheden

Onderstaande informatie moet worden gezien als een eerste oriëntatiepunt. Voor advies dat is toegesneden op uw project en omstandigheden, raadpleeg de subsidiewebpagina's van RVO en laat uw projectvoorstel beoordelen door RVO (zie 'Laat uw projectidee toetsen' onderaan Subsidies voor energie-innovatie | RVO.nl), dit biedt de mogelijkheid om:

- De haalbaarheid van uw idee en de kans van slagen te bespreken
- Uw idee te presenteren en feedback te ontvangen
- Eventuele aanvullende subsidies te identificeren die voor u relevant kunnen zijn

Door deze stappen te zetten vóór de start van de werkzaamheden, vergroot u uw kansen op het verkrijgen van projectfinanciering. Voor meer informatie, zie B. Richtlijnen relevante subsidieregelingen.

Tabel 19 - Subsidiemogelijkheden

Subsidie	Match	Opmerking
DEI+	Hoogstwaarschijnlijk geen match	Isolatie is bewezen technologie; geen demonstratie en geen resterend technisch risico.
VEKI	Kan een match zijn	Isolatie is een volledig bewezen technologie. De belangrijke eis hier is de terugverdientijd: een ruwe inschatting suggereert een terugverdientijd onder de door VEKI vereiste >5 jaar. De werkelijke terugverdientijd is afhankelijk van de toepassing van deze oplossing, wat de VEKI-geschiktheid kan veranderen.
EIA	Kan een match zijn	Code 220409 [W] "Isolatie voor bestaande procesinstallaties" zou kunnen passen. Deze vereist het behalen van een minimale vereenvoudigde R-waarde op basis van de procestemperatuur, hier niet bevestigd, waar de geschiktheid van afhangt.
SDE++	Geen match	Er is hier geen sprake van opwekking van hernieuwbare energie

Financieringsconstructies

Hieronder worden mogelijke relevante financieringsconstructies weergegeven. Voor meer informatie zie C. Richtlijnen relevante financieringsopties.

Tabel 20 - Financieringsconstructies

Model	Match	Opmerking
Balansinvestering	Open	
Lease	Uitgesloten	Geen / moeilijke tweedehands markt / ontbrekende serienummer
Extern eigendom & exploitatie (ESCO)	Uitgesloten	

Vergunningsscan

De onderstaande tabel geeft aan welk effect deze maatregel op het milieu heeft en of dit gevolgen kan hebben voor de algemene regels of de locatie-specifieke vergunning.

Tabel 21 - Vergunningsscan

Milieu-/ omgevingsaspect	Verwachte verandering door maatregel	Verwachte vergunningsimpact
Water en bodem	Geen verandering	Niet van toepassing
Emissies naar de lucht	Minder warmte-uitstraling naar buiten	Niet van toepassing
Energiegebruik	Vermindering	Positieve impact, documenteer de maatregel in het zorg- onderhoudssysteem en zo nodig in EED documentatie
Geluid	Geen verandering	Niet van toepassing
Geur	Geen verandering	Niet van toepassing
Gevaarlijke stoffen	Geen verandering	Niet van toepassing
Externe veiligheid	Geen verandering	Niet van toepassing

Een Vergunningscheck van het Omgevingsloket is niet nodig. Zie voor meer informatie D. Richtlijnen relevante vergunningen.

Spuitgieten

Maatregel #2:

Verhoging koelwatertemperatuur en droge koelers toepassen

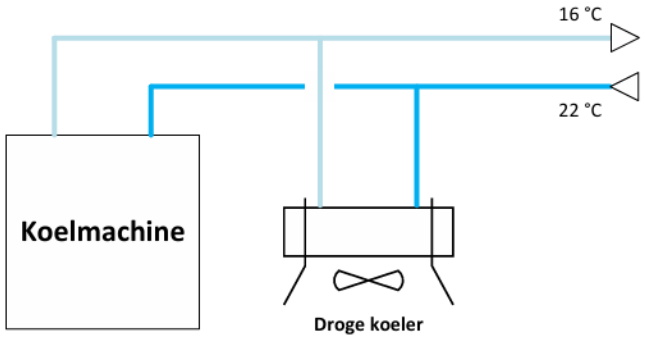
Technische omschrijving

Het koelen van het productieproces vraagt om een redelijke elektriciteitsvraag vanuit de compressiekoelmachines. Deze koelmachines dienen de warmte uit het productieproces te onttrekken, en af te staan aan de omgeving. Hier is elektriciteit voor nodig is.

Door het verhogen van de koelwatertemperatuur, en het toepassen van droge koelers, kan het elektriciteitsverbruik van de proceskoeling fors naar beneden gebracht worden. Het verhogen van de koelwatertemperatuur zorgt ervoor dat de proceskoeling minder hard hoeft te werken om de koude te produceren. Met behulp van droge koelers kan efficiënter de warmte weg gekoeld worden uit het proces. Dit kan alleen echter als het buiten koud genoeg is. Het verhogen van de koelwatertemperatuur zorgt er daarnaast voor dat de drycoolers meer uur per jaar kunnen draaien (en de koelmachines minder). Een droge koeler is 6 tot 10 keer efficiënter dan een compressiekoelmachine.

Met de referentiecase als uitgangspunt, is een energiebesparing van 60% op het aandeel koeling haalbaar, en totaal betreft dit ~8% op fabrieksbasis.

De mate van energiebesparing is sterk afhankelijk in hoeverre de koelwatertemperatuur verhoogd kan worden.



Figuur 15 – Koelsysteem inclusief droger

Energiebesparing

- Koelwatertemperatuur oud/nieuw: 6 / 16 °C
- Bedrijfsuren bedrijf: 8.000 uur/jaar
- COP koelmachine/drycooler: 5 / 30
- Energiebesparing: 60% energiebesparing op de koeling, 8% op fabrieksbasis. Dit komt overeen met 800.000 kWh/jaar

Commerciële uitwerking

- Indicatieve CAPEX: circa € 250.000. Kostprijs van de drycooler is 250 €/kWth.

- De CAPEX bestaat uit het aanschaffen en installeren / inkoppelen van de nieuwe drycooler(s).
- In de situatie dat er sprake is van benodigde vervanging van de koelmachine, zijn er hybride koelmachines waarin het droge koelsysteem geïntegreerd is. Er wordt geadviseerd om bij de keuze voor een nieuw koelsysteem hier rekening mee te houden.
- Als de koelwatertemperatuur in mindere mate verhoogd kan worden, is de maatregel alsnog goed energiebesparend.

Implementatiefactoren

Congestie

De maatregel verlaagt het elektriciteitsverbruik met circa 800.000 kWh per jaar en vermindert daarmee de belasting van het elektrische systeem. Voor zover de besparing samenvalt met piekmomenten, worden ook het benodigde elektrische vermogen en de belasting van de netaansluiting beperkt, wat bijdraagt aan het verminderen van knelpunten door netcongestie. Het geïnstalleerde elektrische vermogen stijgt wel door het toevoegen van drycoolers aan het bestaande koelsysteem.

Retrofitting

De maatregel is doorgaans goed inpasbaar, maar vereist een technische beoordeling van het bestaande koelwatersysteem, de minimaal benodigde procestemperaturen en de beschikbare opstelruimte voor droge koelers. Aanpassingen aan leidingwerk, pompen, regeltechniek en de elektrische aansluiting kunnen nodig zijn. Door droge koelers parallel aan de bestaande compressiekoelmachines te plaatsen, kan de installatie gefaseerd worden aangepast en blijft voldoende koelcapaciteit beschikbaar bij hoge buitentemperaturen.

Duurzaamheid en andere emissies

De maatregel verlaagt de indirecte CO_2- en NO_x-emissies door een elektriciteitsbesparing van circa 800.000 kWh per jaar. De daadwerkelijke reductie is afhankelijk van de herkomst van de elektriciteit.

Technische maturiteit

Het verhogen van de koelwatertemperatuur en toepassen van droge koelers is een bewezen en veelvuldig toegepaste maatregel bij industriële proceskoeling. De techniek kan doorgaans goed in bestaande koelsystemen worden geïntegreerd, mits de vereiste procestemperaturen en koelcapaciteit dit toelaten.

Aanbevelingen

Breng de huidige koelwatertemperaturen, koelvermogens, bedrijfsuren en minimale proceseisen in kaart. Onderzoek vervolgens met een gespecialiseerde leverancier in hoeverre de koelwatertemperatuur kan worden verhoogd en welk deel van de koelvraag met droge koelers kan worden geleverd. Werk op basis hiervan een technisch ontwerp, besparingsberekening en investeringsraming uit en beoordeel daarbij ook de regeltechniek, beschikbare opstelruimte en aansluiting op het bestaande koelsysteem.

Subsidiemogelijkheden

Onderstaande informatie moet worden gezien als een eerste oriëntatiepunt. Voor advies dat is toegesneden op uw project en omstandigheden, raadpleeg de subsidiewebpagina's van RVO en laat uw projectvoorstel beoordelen door RVO (zie 'Laat uw projectidee toetsen' onderaan Subsidies voor energie-innovatie | RVO.nl), dit biedt de mogelijkheid om:

- De haalbaarheid van uw idee en de kans van slagen te bespreken
- Uw idee te presenteren en feedback te ontvangen
- Eventuele aanvullende subsidies te identificeren die voor u relevant kunnen zijn

Door deze stappen te zetten vóór de start van de werkzaamheden, vergroot u uw kansen op het verkrijgen van projectfinanciering. Voor meer informatie, zie B. Richtlijnen relevante subsidieregelingen.

Tabel 22 - Subsidiemogelijkheden

Subsidie	Match	Opmerking
DEI+	Hoogstwaarschijnlijk geen match	Waarschijnlijk geen demonstratie met resterend technisch risico.
VEKI	Kan een match zijn	Op basis van de indicatieve cijfers zou de geschatte terugverdientijd onder de door VEKI vereiste >5 jaar kunnen uitkomen. De werkelijke terugverdientijd is afhankelijk van de toepassing van deze oplossing, wat de VEKI-geschiktheid kan veranderen.
EIA	Kan een match zijn	Waarschijnlijk geen specifieke Energielijst-code. De generieke code 320000 zou kunnen gelden, waarbij een netto besparingsratio van minimaal 0,4 Nm^3 gasequivalent per geïnvesteerde euro per jaar vereist is. Daarnaast stelt code 320000 een minimale CAPEX voor een gegeven energiebesparing, waarvan de berekening op de Energielijst te vinden is.
SDE++	Geen match	Er is hier geen sprake van opwekking van hernieuwbare energie

Financieringsconstructies

Hieronder worden mogelijke relevante financieringsconstructies weergegeven. Voor meer informatie zie C. Richtlijnen relevante financieringsopties.

Tabel 23 - Financieringsconstructies

Model	Match	Opmerking
Balansinvestering	Open	
Lease	Mogelijk	Zowel operational als financial lease
Extern eigendom & exploitatie (ESCO)	Uitgesloten	

De installatie kan **goed** als zelfstandig object worden verwijderd zonder ingrijpende gevolgen voor het gebouw of de productielijn. Hoewel de drycoolers zijn gekoppeld aan het bestaande koelwatersysteem, functioneren deze als een afzonderlijke utility-installatie. Componenten zoals de drycoolers, ventilatoren, pompen en regeltechniek behouden daarbij een aanzienlijke restwaarde en kunnen relatief eenvoudig elders worden ingezet. Hierdoor kan de apparatuur **goed** gefinancierd worden door lease.

Deze installatie wordt toegepast als **stand-alone of utility**. Financiering van de projectkosten door een ESCO partij is uitgesloten door de lage CAPEX.

Wanneer de financier eigenaar blijft, kan de eindgebruiker geen subsidieaanvraag voor de CAPEX aanvragen.

Vergunningsscan

De onderstaande tabel geeft aan welk effect deze maatregel op het milieu heeft en of dit gevolgen kan hebben voor de algemene regels of de locatie-specifieke vergunning.

Tabel 24 - Vergunningsscan

Milieu-/ omgevingsaspect	Verwachte verandering door maatregel	Verwachte vergunningsimpact
Water en bodem	Geen verandering	Niet van toepassing
Emissies naar de lucht	Geen verandering	Niet van toepassing
Energiegebruik	Vermindering	Positieve impact; documenteer de maatregel in het zorg- onderhoudssysteem en zo nodig in EED documentatie
Geluid	Drycooler ventilatoren draaien en maken geluid, koelmachine draait minder	Middelmatig; een akoestische beoordeling/geluidsonderzoek is mogelijk vereist
Geur	Geen verandering	
Gevaarlijke stoffen	Geen verandering	Niet van toepassing
Externe veiligheid	Geen verandering	Niet van toepassing

We adviseren je om jouw specifieke situatie te controleren via de online Vergunningscheck van het Omgevingsloket en dit te bespreken met jouw regionale omgevingsdienst. Zie voor meer informatie D. Richtlijnen relevante vergunningen

Spuitgieten

Maatregel #3:

Vervang oude machines door hybride of elektrische spuitgietmachines

Technische omschrijving

Een spuitgietbedrijf beschikt doorgaans over meerdere spuitgietmachines; in de referentiecase wordt uitgegaan van circa twintig machines. Oudere machines zijn vaak volledig hydraulisch uitgevoerd. Hierbij drijft een elektromotor continu een hydrauliekpomp aan, die via hydraulische aandrijvingen de schroef, injectie en matrijsbewegingen verzorgt. Moderne servo-hydraulische machines beperken dit energiegebruik doordat de pomp alleen vermogen levert wanneer het proces daarom vraagt.

Hybride spuitgietmachines gaan verder door energie-intensieve functies, zoals de schroefaandrijving en injectie, rechtstreeks elektrisch aan te drijven, terwijl hydrauliek behouden blijft voor functies die een hoge sluitkracht vereisen. Bij volledig elektrische machines zijn alle bewegingen elektrisch aangedreven en vervalt het hydraulische systeem. Dit resulteert doorgaans in een lager energiegebruik, nauwkeurigere procesregeling en minder koel- en onderhoudsbehoefte.

In de referentiecase is uitgegaan van vervanging van servo-hydraulische machines door hybride machines. Omdat emmers worden geproduceerd en hiervoor een relatief hoge sluitkracht nodig is, vormen hybride machines naar verwachting de meest geschikte oplossing. Onder dit uitgangspunt bedraagt de geraamde elektriciteitsbesparing circa 14% van het totale fabrieksverbruik. De uiteindelijke keuze en besparing zijn afhankelijk van onder meer de benodigde sluit- en injectiedruk, productgeometrie, productiecapaciteit, cyclustijd en bezettingsgraad.

Energiebesparing

- Aantal machines referentiecase: 20
- Bedrijfsuren: 8.000 uur/jaar
- Energiebesparing op machineniveau is 15 - 25% haalbaar. Uitgangspunt is 20%
    - Op fabrieksniveau is dit 14%, ofwel 1.420.000 kWh/jaar

Commerciële uitwerking

Een inschatting van de kostprijs van een nieuwe machine is weergegeven in Tabel 25.

Tabel 25 - Kosten kengetallen spuitgietmachines (bron: kosten spuitgietmachines)

Tonnage	Hybride (€)			All-electric (€)		
50 - 100	50.000	-	85.000	60.000	-	110.000
100 - 200	80.000	-	150.000	100.000	-	190.000
200 - 400	130.000	-	270.000	160.000	-	350.000
400 - 1000	220.000	-	490.000	325.000	-	650.000

Op basis hiervan zijn de kosten voor deze maatregel in de referentiecase als volgt:

Tabel 26 – Totale kosten vervangen machines

Grootte [ton]	Aantal	Gemiddelde CAPEX per stuk	Totale CAPEX bij totale vervanging
50 - 150	5	€ 75.000	€ 375.000
150 – 400	10	€175.000	€1.750.000
400 – 1.000	5	€300.000	€1.500.000
		Totaal:	€3.625.000

In de markt zijn er verschillende maatstaven wanneer een machine “hybride” is. Al één van de aangedreven componenten (schroef, injectie of matrijs) hydraulisch aangedreven is, dan betreft het een hybridesysteem. Energiebesparing is sterk afhankelijk van de huidig aanwezige type machines, en de benodigde druk / krachten in het proces.

Elektrische machines kunnen in de praktijk voor tot 10% extra energiebesparing zorgen ten opzichte van hybride. Overleg met de leverancier wat mogelijk is binnen uw bedrijf.

Implementatiefactoren

Congestie

De vervanging van servo-hydraulische machines door hybride of volledig elektrische spuitgietmachines verlaagt zowel het elektriciteitsverbruik als het benodigde vermogen tijdens productie. Door de efficiëntere, vraaggestuurde aandrijvingen nemen vermogenspieken af, waardoor het interne elektrische systeem en de netaansluiting minder worden belast.

De daadwerkelijke impact op netcongestie hangt af van het aantal vervangen machines, de gelijktijdigheid van de productiecycli en het aansluitvermogen van de nieuwe machines.

Retrofitting

De vervanging van bestaande machines door hybride of volledig elektrische spuitgietmachines is technisch goed uitvoerbaar, maar vraagt om een zorgvuldige voorbereiding. Belangrijke aandachtspunten zijn de beschikbare opstelruimte, de benodigde sluitkracht en productiecapaciteit en de aansluiting op koeling, materiaaltoevoer, automatisering en elektrische infrastructuur. Omdat nieuwe machines andere aansluitwaarden en afmetingen kunnen hebben, zijn mogelijk aanpassingen aan de fabrieksvoorzieningen nodig. Door de vervanging gefaseerd uit te voeren tijdens geplande productiestops kunnen productieverlies en implementatierisico's worden beperkt.

Duurzaamheid en andere emissies

Door het lagere elektriciteitsgebruik nemen de indirecte CO_2- en NO_x-emissies af; de omvang van de reductie is afhankelijk van de energiebesparing en de herkomst van de elektriciteit. Het watergebruik kan indirect ook afnemen.

Technische maturiteit

De vervanging van servo-hydraulische machines (of volledig hydraulisch) door hybride of volledig elektrische machines is een bewezen en veelvuldig toegepaste maatregel in de kunststofverwerkende industrie. Hybride machines worden vooral toegepast bij processen met een hoge sluitkracht, terwijl volledig elektrische machines geschikt zijn voor toepassingen die een hoge nauwkeurigheid, reproduceerbaarheid en energie-efficiëntie vereisen. De meest geschikte uitvoering is afhankelijk van onder meer producttype, benodigde sluit- en injectiekracht, cyclustijd en productiecapaciteit.

Aanbevelingen

Breng per spuitgietmachine het energiegebruik, de leeftijd, technische staat, productiecapaciteit, bezettingsgraad en benodigde sluit- en injectiekracht in kaart. Selecteer vervolgens de machines met het grootste besparingspotentieel en laat leveranciers een passende hybride of volledig elektrische uitvoering voorstellen. Vergelijk de varianten op energiegebruik, productkwaliteit, cyclustijd, koelbehoefte, onderhoud, inpasbaarheid en levensduurkosten.

Test de voorkeursoplossing bij voorkeur eerst op een representatief product en werk bij een positief resultaat een gefaseerd vervangingsplan uit, afgestemd op geplande productiestops.

Subsidiemogelijkheden

Onderstaande informatie moet worden gezien als een eerste oriëntatiepunt. Voor advies dat is toegesneden op uw project en omstandigheden, raadpleeg de subsidiewebpagina's van RVO en laat uw projectvoorstel beoordelen door RVO (zie 'Laat uw projectidee toetsen' onderaan Subsidies voor energie-innovatie | RVO.nl), dit biedt de mogelijkheid om:

- De haalbaarheid van uw idee en de kans van slagen te bespreken
- Uw idee te presenteren en feedback te ontvangen
- Eventuele aanvullende subsidies te identificeren die voor u relevant kunnen zijn

Door deze stappen te zetten vóór de start van de werkzaamheden, vergroot u uw kansen op het verkrijgen van projectfinanciering. Voor meer informatie, zie B. Richtlijnen relevante subsidieregelingen.

Tabel 27 - Subsidiemogelijkheden

Subsidie	Match	Opmerking
DEI+	Hoogstwaarschijnlijk geen match	Waarschijnlijk geen demonstratie met resterend technisch risico.
VEKI	Kan een match zijn	Valt onder Energie-efficiëntie (art. 38). Er zijn drie vergelijkbare referentieprojecten nodig om in aanmerking te komen, en de >5 jaar terugverdientijd moet worden gehaald.
EIA	Kan een match zijn	Waarschijnlijk geen specifieke Energielijst-code. De generieke code 320000 zou kunnen gelden, waarbij een netto besparingsratio van minimaal 0,4 Nm^3 gasequivalent per geïnvesteerde euro per jaar vereist is. Daarnaast stelt code 320000 een minimale CAPEX voor een gegeven energiebesparing, waarvan de berekening op de Energielijst te vinden is.
SDE++	Geen match	Er is hier geen sprake van opwekking van hernieuwbare energie

Financieringsconstructies

Hieronder worden mogelijke relevante financieringsconstructies weergegeven. Voor meer informatie zie C. Richtlijnen relevante financieringsopties.

Tabel 28 - Financieringsconstructies

Model	Match	Opmerking
Balansinvestering	Open	
Lease	Mogelijk	Financial of operational lease, afhankelijk van de CAPEX
Extern eigendom & exploitatie (ESCO)	Niet waarschijnlijk	

Deze installatie wordt toegepast als **proces geïntegreerde oplossing en leent zich niet voor** financiering door een ESCO partij.

De installatie kan **mogelijk** als zelfstandig object worden verwijderd zonder ingrijpende gevolgen voor het gebouw of de productielijn. Hoewel een moderne hybride of volledig elektrische spuitgietmachine in principe als complete machine kan worden vervangen, verplaatst of verkocht, is deze doorgaans geïntegreerd in de productielijn en gekoppeld aan randapparatuur zoals matrijzen, koeling, grondstofaanvoer en besturingssystemen. De machine zelf behoudt daarbij een aanzienlijke restwaarde en kent een actieve tweedehandsmarkt.

Vergunningsscan

De onderstaande tabel geeft aan welk effect deze maatregel op het milieu heeft en of dit gevolgen kan hebben voor de algemene regels of de locatie-specifieke vergunning.

Tabel 29 - Vergunningsscan

Milieu-/ omgevingsaspect	Verwachte verandering door maatregel	Verwachte vergunningsimpact
Water en bodem	Geen verandering	Niet van toepassing
Emissies naar de lucht	Geen verandering	Niet van toepassing
Energiegebruik	Vermindering	Positieve impact; documenteer de maatregel in het zorg- onderhoudssysteem en zo nodig in EED documentatie
Geluid	Minder t.o.v. oudere machines	Niet van toepassing
Geur	Geen verandering	Niet van toepassing
Gevaarlijke stoffen	Geen verandering	Niet van toepassing
Externe veiligheid	Geen verandering	Niet van toepassing

Een Vergunningcheck van het Omgevingsloket is niet nodig. Zie voor meer informatie D. Richtlijnen relevante vergunningen.

Spuitgiet

Maatregel #4:

Vervanging van de schroef van de machines

Technische omschrijving

Voor het plastificeren van de kunststof tot een homogene smelt, wordt de schroef ingezet naast de barrelverwarming. De kunststof smelt door de combinatie van barrelverwarming en wrijvingsenergie van de schroef. In combinatie met de draaiende beweging (en voorwaartse) wordt een homogene smelt verkregen. Door de leeftijd van de schroef, een generiek ontwerp of veranderde productieomstandigheden door de jaren heen (zoals andere kunststoffen) kan de schroef niet meer goed ontworpen zijn voor de toepassing. Dit heeft als gevolg onnodig extra wrijvingsenergie, hoge smelttemperaturen en injectiedrukken en een trager smeltproces.

Door een goed ontworpen schroef blijft het energieverbruik beperkt. Een retrofit (c.q. vervanging) van een schroef in een machine kan hierdoor energie besparen. De nieuwe schroef wordt dan volledig juist gedimensioneerd op de betreffende toepassing.

De maatregel is dus vooral interessant wanneer de bestaande schroef versleten is of niet meer goed aansluit bij de huidige grondstoffen, productmix en productieomstandigheden.
Optimalisatiemogelijkheden zijn als volgt:

- Geoptimaliseerde lengte-diameterverhouding (L/D-verhouding): afstemming van de schroeflengte en -diameter op de kunststof, capaciteit en vereiste plastificatie.
- Barrièregeometrie: betere scheiding tussen vaste en gesmolten kunststof, waardoor het materiaal gelijkmatiger en efficiënter smelt.
- Mengsecties: verbetering van de homogeniteit, temperatuurverdeling en drukopbouw van de kunststofsmelt.
- Slijtvaste schroef en coatings: behoud van de geometrie en procesprestaties en beperking van extra energiegebruik door slijtage.

Energiebesparing

- Bedrijfsuren: 8.000 uur/jaar
- Een haalbare besparing is 3 tot 10% besparing op het energiegebruik van de machine. Uitgaande van 5%, komt overeen met ongeveer 3-4% op fabrieksbasis, ofwel 350.000 kWh/jaar

Commerciële uitwerking

Een inschatting van de kostprijs van een nieuwe schroef is als volgt:

- 50 - 150 ton ~ € 10.000,-
- 150 - 400 ton ~ € 25.000,-
- 400 – 1.000 ton ~ € 50.000,-

Ten behoeve van de referentiecase, wordt de volgende CAPEX verkregen:

Tabel 30 – Totale kosten vervangen schroeven

Grootte [ton]	Aantal	Gemiddelde CAPEX per stuk	Totale CAPEX bij totale vervanging
50 - 150	5	€10.000	€50.000
150 – 400	10	€25.000	€250.000
400 – 1.000	5	€50.000	€250.000
		Totaal:	€550.000

Implementatiefactoren

Congestie

Een geoptimaliseerde schroef verlaagt de elektriciteitsvraag van de aandrijving en kan door een efficiënter smeltproces tevens de benodigde barrelverwarming beperken. Hierdoor neemt de belasting van de elektrische installatie af. Voor zover de vermogensreductie tijdens piekuren optreedt, draagt de maatregel ook bij aan het verminderen van de piekbelasting en eventuele knelpunten door netcongestie.

Retrofitting

Het vervangen van de machineschroef is doorgaans goed inpasbaar in een bestaande spuitgietmachine, mits de nieuwe schroef qua afmetingen, geometrie, materiaal en aandrijfbelasting aansluit op de machine en de verwerkte kunststoffen. De vervanging kan meestal tijdens een geplande onderhoudsstop plaatsvinden. Voor ingebruikname moeten de procesinstellingen opnieuw worden geoptimaliseerd en moeten energiegebruik, cyclustijd, smeltkwaliteit en productkwaliteit worden gevalideerd.

Duurzaamheid en andere emissies

De maatregel verlaagt de indirecte CO_2-uitstoot door een lager elektriciteitsverbruik. Eventuele andere emissiereducties zijn ook indirect.

Technische maturiteit

Het vervangen of optimaliseren van een machineschroef is een bewezen en veelvuldig toegepaste maatregel binnen de kunststofverwerkende industrie. De techniek wordt vooral toegepast bij versleten schroeven of wanneer de bestaande geometrie niet meer aansluit op de gebruikte kunststoffen, productmix of productieomstandigheden. De nieuwe schroef moet specifiek worden gedimensioneerd voor de betreffende machine en toepassing.

Aanbevelingen

Breng per machine de technische staat, slijtage, huidige schroefgeometrie, verwerkte kunststoffen, procesinstellingen en het energiegebruik in kaart. Laat vervolgens door de machine- of schroefleverancier beoordelen of vervanging technisch en economisch haalbaar is en welke geometrie het beste aansluit op de huidige toepassing. Vergelijk de investering met de verwachte effecten op energiegebruik, plastificeertijd, cyclustijd en productkwaliteit. Test de nieuwe schroef bij voorkeur eerst op één representatieve machine en werk bij een positief resultaat een gefaseerd vervangingsplan uit.

Subsidiemogelijkheden

Onderstaande informatie moet worden gezien als een eerste oriëntatiepunt. Voor advies dat is toegesneden op uw project en omstandigheden, raadpleeg de subsidiewebpagina's van RVO en laat uw projectvoorstel beoordelen door RVO (zie 'Laat uw projectidee toetsen' onderaan Subsidies voor energie-innovatie | RVO.nl), dit biedt de mogelijkheid om:

- De haalbaarheid van uw idee en de kans van slagen te bespreken
- Uw idee te presenteren en feedback te ontvangen
- Eventuele aanvullende subsidies te identificeren die voor u relevant kunnen zijn

Door deze stappen te zetten vóór de start van de werkzaamheden, vergroot u uw kansen op het verkrijgen van projectfinanciering. Voor meer informatie, zie B. Richtlijnen relevante subsidieregelingen.

Tabel 31 - Subsidiemogelijkheden

Subsidie	Match	Opmerking
DEI+	Hoogstwaarschijnlijk geen match	Waarschijnlijk geen demonstratie met resterend technisch risico.
VEKI	Kan een match zijn	Valt onder Energie-efficiëntie (art. 38). Er zijn drie vergelijkbare referentieprojecten nodig om in aanmerking te komen, en de >5 jaar terugverdientijd moet worden gehaald.
EIA	Kan een match zijn	Waarschijnlijk geen specifieke Energielijst-code. De generieke code 320000 zou kunnen gelden, waarbij een netto besparingsratio van minimaal 0,4 Nm^3 gasequivalent per geïnvesteerde euro per jaar vereist is. Daarnaast stelt code 320000 een minimale CAPEX voor een gegeven energiebesparing, waarvan de berekening op de Energielijst te vinden is.
SDE++	Geen match	Er is hier geen sprake van opwekking van hernieuwbare energie

Financieringsconstructies

Hieronder worden mogelijke relevante financieringsconstructies weergegeven. Voor meer informatie zie C. Richtlijnen relevante financieringsopties.

Tabel 32 - Financieringsconstructies

Model	Match	Opmerking
Balansinvestering	Open	
Lease	Niet mogelijk	
Extern eigendom & exploitatie (ESCO)	Niet waarschijnlijk	

Deze installatie wordt toegepast als **proces geïntegreerde oplossing en leent zich niet voor** financiering door een ESCO partij.

Vergunningsscan

De onderstaande tabel geeft aan welk effect deze maatregel op het milieu heeft en of dit gevolgen kan hebben voor de algemene regels of de locatie-specifieke vergunning.

Tabel 33 - Vergunningsscan

Milieu-/ omgevingsaspect	Verwachte verandering door maatregel	Verwachte vergunningsimpact
Water en bodem	Geen verandering	Niet van toepassing
Emissies naar de lucht	Geen verandering	Niet van toepassing
Energiegebruik	Vermindering	Positieve impact; documenteer de maatregel in het zorg- onderhoudssysteem en zo nodig in EED documentatie
Geluid	Minder t.o.v. oudere machines	Niet van toepassing
Geur	Geen verandering	Niet van toepassing
Gevaarlijke stoffen	Geen verandering	Niet van toepassing
Externe veiligheid	Geen verandering	Niet van toepassing

Een Vergunningscheck van het Omgevingsloket is niet nodig. Zie voor meer informatie D. Richtlijnen relevante vergunningen.

Spuitgieten

Maatregel #5:

Energiezuinige barrelverwarming toepassen

Technische omschrijving

De barrelverwarming is een onderbelicht onderdeel van het spuitgietproces. Naast de aandrijving van de schroef, injectie en matrijs is barrelverwarming ook een redelijke energiegebruiker bij het verwerken van de kunststof. De standaard binnen deze industrie is lange tijd mica-verwarmingsbanden geweest. Deze banden werken middels contactverwarming, maar de temperatuur van de wand is hoog en het energieverlies naar de omgeving is fors.

Alternatieve barrelverwarmingstechnieken kunnen energiebesparing tewerkstellingen. Energiezuinige technieken zijn bijvoorbeeld:

Keramische barrelverwarming

Keramische banden werken net als micabanden via contactgeleiding. Keramische banden zijn van zichzelf al beter isolerend dan mica-banden door de eigenschappen van keramiek. De warmte wordt naar binnen geduwd als het ware. In combinatie met een extra isolatielaag om de keramiek heen zorgt voor forse energiebesparing op dit procesonderdeel.

Dergelijke barrelverwarming wordt vaak toegepast bij “standaard” plastics met lagere werktemperaturen (180 – 240 °C)

Inductie barrelverwarming

Inductie maakt gebruik van een elektromagnetisch veld. De inductiespoelen worden aangebracht op de cilinder of geïntegreerd in de cilinder. De warmte wordt hierdoor veel directer afgegeven aan de smelt. In combinatie met isolatie wordt er bijna geen warmte naar de omgeving uitgestoten.

Bijkomend voordeel is dat de opwarmtijd van de cilinder / smelt fors verkort wordt en de buitentemperatuur van het systeem laag in temperatuur is.

Inductie wordt vooral interessant om toe te passen bij grote systemen met grote cilinderdiameters (>300 ton sluitkracht systemen), bij hoogtemperatuurskunststoffen (250 - 350 °C) en als er veel draaiuren gemaakt worden.

Infrarood barrelverwarming

De energie wordt overgedragen via elektromagnetische straling (lichtgolven in het IR-spectrum). De metalen cilinder absorbeert deze straling extreem snel en zet dit om in warmte. Het resultaat is zeer snelle opwarmtijd, waardoor de barrelverwarming ook minder lang hoeft aan te staan. De behuizing van een dergelijk systeem om de cilinder is een redelijk stuk groter.

Infraroodsystemen wordt vaak toegepast wanneer vaak materiaal of kleurwisselingen plaatvinden op de machine, waarbij het systeem snel weer op temperatuur moet komen. Verder wordt het bij gemiddelde temperuren (200 – 300 °C) toegepast en gemiddelde machineformaten.

Naast de nieuwe techniek, zijn nieuwe barrelverwarmingssystemen vaak geïntegreerd met betere isolatie waardoor ook hierdoor het energiegebruik afneemt. Ook is een bijkomend voordeel betere temperatuurregulatie.

Energiebesparing

- Bedrijfsuren: 8.000 uur/jaar
- Door de nieuwe techniek in combinatie met bijkomende isolatie kan 10 tot 50% besparen op de barrelverwarming ten opzichte van oude verwarming zonder isolatie. Als er reeds isolatie is toegepast, daalt de potentiële energiebesparing

Hierin zijn besparingen op de KPI (kWh/kg) niet in meegenomen door eventuele productieverhoging etc.

Door de aard van de referentiecase (emmers), de grootte van de machines, en geen forse wisseling in productie, is infrarood niet interessant om toe te passen. Voor een keuze tussen keramisch en inductie moet de extra investering in inductie het waard zijn ten opzichte van de extra energiebesparing. Uitgaande dat op 10 machines keramische barrelverwarming en op 10 machines inductieverwarming toegepast kan worden, is de gemiddelde besparing op de barrelverwarming ~40% ten opzichte van oudere barrelverwarming.

Dit komt overeen met 5 procent op fabrieksbasis, ofwel 500.000 kWh/jaar.

Commerciële uitwerking

De investeringskosten voor dergelijke technieken variëren afhankelijk van o.a. het formaat van het systeem.

- Indicatieve CAPEX voor keramische banden:
  - Kleinere machines (<400 ton): € 2.500,- tot € 5.000,-.
  - Grotere machines (>400 ton): € 5.000 tot € 10.000,-
- Indicatieve CAPEX voor inductiesystemen:
  - Kleinere machines (<400 ton): € 15.000,- tot € 25.000,-.
  - Grotere machines (>400 ton): € 25.000 tot € 50.000,-

Systemen met inductie geïntegreerd in de cilinder kunnen duurder zijn.

De totale kosten voor de referentiecase komen uit op 10x € 5.000,- en 10x € 50.000,-, ofwel € 550.000,-

Implementatiefactoren

Congestie

Energiezuinige barrelverwarming verlaagt het elektriciteitsgebruik en doorgaans ook het gemiddelde opgenomen vermogen van de spuitgietmachines. Snellere opwarming kan echter tijdelijk tot hogere vermogenspieken leiden. Door de verwarmingszones gefaseerd en vraaggestuurd aan te sturen, kan de belasting van de elektrische installatie en netaansluiting worden beperkt.

Retrofitting

Energiezuinige barrelverwarming is doorgaans goed inpasbaar in bestaande spuitgietmachines, mits de gekozen techniek aansluit op de cilinderafmetingen, verwerkingstemperatuur, regeltechniek en elektrische installatie. Keramische verwarmingsbanden zijn meestal relatief eenvoudig uitwisselbaar; inductie- en infraroodsystemen vragen vaker om aanpassing van de besturing, bekabeling en beschikbare ruimte rond de cilinder. De ombouw kan doorgaans tijdens een geplande onderhoudsstop plaatsvinden, waarna temperatuurverdeling, opwarmtijd, procesregeling en productkwaliteit moeten worden gevalideerd.

Duurzaamheid en andere emissies

Door het lagere elektriciteitsgebruik nemen de indirecte CO_2- en NO_x-emissies af, afhankelijk van de gerealiseerde besparing en de herkomst van de elektriciteit. Het watergebruik kan indirect ook afnemen.

Technische maturiteit

Het toepassen van energiezuinige barrelverwarming is een bewezen maatregel binnen de kunststofverwerkende industrie. Keramische verwarmingsbanden worden breed toegepast; inductie- en infraroodsystemen worden vooral ingezet bij respectievelijk grotere of hoogtemperatuurmachines en processen met frequente materiaal- of kleurwisselingen. De meest geschikte techniek is afhankelijk van de machinegrootte, verwerkingstemperatuur, bedrijfsuren en procesvoering. Infrarood wordt in de praktijk een stuk minder toegepast en aangeboden door leveranciers.

Aanbevelingen

Breng per spuitgietmachine het huidige verwarmingsvermogen, elektriciteitsgebruik, temperatuurprofiel, bedrijfsuren en warmteverlies in kaart. Laat vervolgens door een gespecialiseerde leverancier beoordelen welke techniek — keramisch, inductie of infrarood — technisch en economisch het meest geschikt is. Vergelijk de opties op energiebesparing, opwarmtijd, temperatuurregeling, inpasbaarheid, levensduur en investering. Test de voorkeursoplossing bij voorkeur eerst op één representatieve machine en werk bij een positief resultaat een gefaseerd vervangingsplan uit.

Subsidiemogelijkheden

Onderstaande informatie moet worden gezien als een eerste oriëntatiepunt. Voor advies dat is toegesneden op uw project en omstandigheden, raadpleeg de subsidiewebpagina's van RVO en laat uw projectvoorstel beoordelen door RVO (zie 'Laat uw projectidee toetsen' onderaan Subsidies voor energie-innovatie | RVO.nl), dit biedt de mogelijkheid om:

- De haalbaarheid van uw idee en de kans van slagen te bespreken
- Uw idee te presenteren en feedback te ontvangen
- Eventuele aanvullende subsidies te identificeren die voor u relevant kunnen zijn

Door deze stappen te zetten vóór de start van de werkzaamheden, vergroot u uw kansen op het verkrijgen van projectfinanciering. Voor meer informatie, zie B. Richtlijnen relevante subsidieregelingen.

Tabel 34 - Subsidiemogelijkheden

Subsidie	Match	Opmerking
DEI+	Hoogstwaarschijnlijk geen match	Geen demonstratie, bewezen technologie met weinig tot geen technisch risico.
VEKI	Kan een match zijn	Hoewel de technologie zou kunnen passen, zou op basis van de indicatieve cijfers de geschatte terugverdientijd onder de door VEKI vereiste >5 jaar kunnen uitkomen. De werkelijke terugverdientijd is afhankelijk van de toepassing van deze oplossing, wat de VEKI-geschiktheid kan veranderen.
EIA	Kan een match zijn	Waarschijnlijk geen specifieke code; de generieke route 320000 zou gebruikt kunnen worden, met een vereiste netto besparingsratio van minimaal 0,4 Nm^3 gasequivalent per geïnvesteerde euro per jaar. Daarnaast stelt code 320000 een minimale CAPEX voor een gegeven energiebesparing, waarvan de berekening op de Energielijst te vinden is.
SDE++	Geen match	Er is hier geen sprake van opwekking van hernieuwbare energie

Financieringsconstructies

Tabel 35 - Financieringsconstructies

Model	Match	Opmerking
Balansinvestering	Open	
Lease	Twijfelachtig	Operational lease
Extern eigendom & exploitatie (ESCO)	Niet waarschijnlijk	

De barrelverwarming maakt direct onderdeel uit van de spuitgietmachine en het is twijfelachtig of dit via lease kan worden gefinancierd. Het betreft een vervangbare en modulair opgebouwde installatie die relatief eenvoudig kan worden gedemonteerd en vervangen. Componenten zoals keramische, inductieve of infrarood verwarmingssystemen behouden daarbij wel een zekere restwaarde en kunnen in sommige gevallen elders worden ingezet.

Deze installatie heeft waarschijnlijk te lage CAPEX voor financiering door een ESCO partij.

Vergunningsscan

De onderstaande tabel geeft aan welk effect deze maatregel op het milieu heeft en of dit gevolgen kan hebben voor de algemene regels of de locatie-specifieke vergunning.

Tabel 36 - Vergunningsscan

Milieu-/ omgevingsaspect	Verwachte verandering door maatregel	Verwachte vergunningsimpact
Lozingen naar water	Geen verandering	Niet van toepassing
Emissies naar de lucht	Geen verandering	Niet van toepassing
Energiegebruik	Vermindering	Positieve impact; documenteer de maatregel in het zorg- onderhoudssysteem en zo nodig in EED documentatie
Geluid	Geen verandering	Niet van toepassing
Geur	Geen verandering	Niet van toepassing
Gevaarlijke stoffen	Geen verandering	Niet van toepassing
Externe veiligheid	Geen verandering	Niet van toepassing

Een Vergunningscheck van het Omgevingsloket is niet nodig. Zie voor meer informatie D. Richtlijnen relevante vergunningen.

Spuitgieten

Voorbeeld routekaart naar implementatie

Routekaart naar implementatie

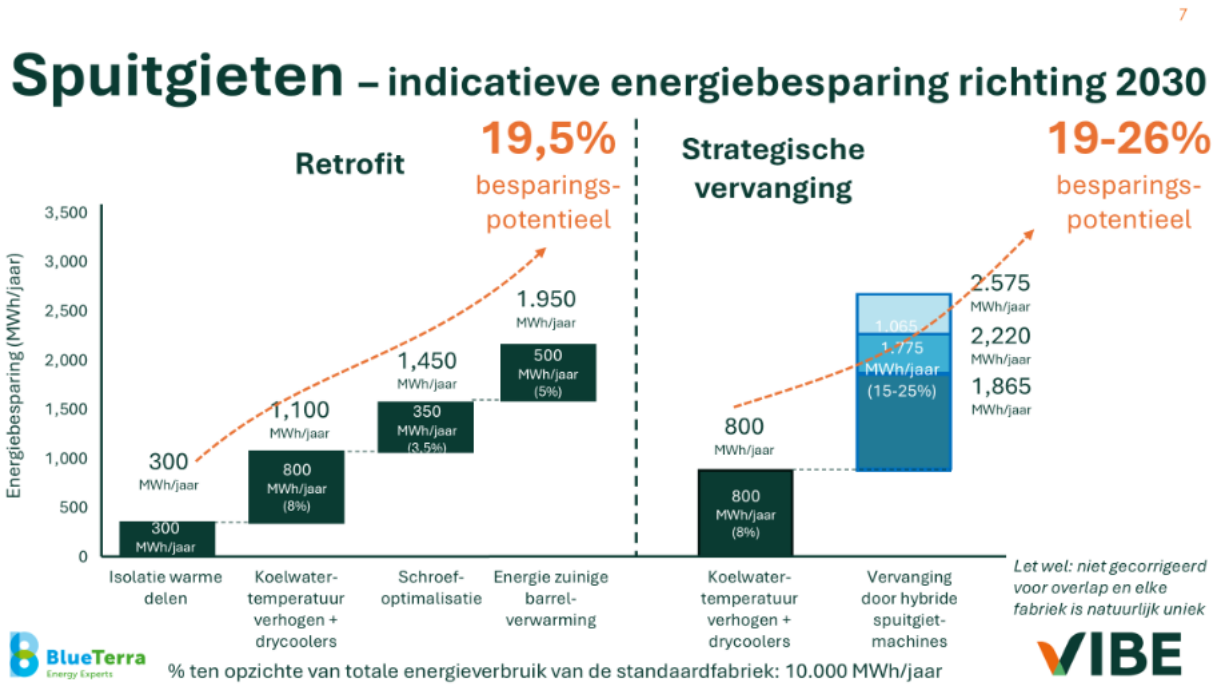
Een logische eerste stap is het uitvoeren van metingen per spuitgietmachine om het energiegebruik, de technische staat en het besparingspotentieel vast te stellen. Vervolgens kunnen relatief eenvoudig inpasbare retrofitmaatregelen worden uitgevoerd. Isolatie van warme machinedelen kan als eerste worden toegepast. Daarna kunnen schroefoptimalisatie en energiezuinige barrelverwarming worden onderzocht en uitgevoerd. Deze laatste twee maatregelen moeten gezamenlijk worden beoordeeld, omdat beide invloed hebben op het plastificeerproces, de smelttemperatuur en de benodigde verwarmingsenergie.

De vervanging van oude machines door hybride of volledig elektrische spuitgietmachines is een strategisch alternatief voor omvangrijke retrofit. Bij machines die op korte termijn worden vervangen, zijn investeringen in isolatie, schroefoptimalisatie en energiezuinige barrelverwarming doorgaans niet meer doelmatig. Optimalisatie van de centrale proceskoeling door verhoging van de koelwatertemperatuur en toepassing van drycoolers blijft wel relevant en kan met het vervangingsscenario worden gecombineerd.

De indicatieve volgorde voor het retrofitscenario is: procesmetingen en vaststelling van het referentieverbruik; isolatie van warme machinedelen; verhoging van de koelwatertemperatuur en toepassing van drycoolers; schroefoptimalisatie; energiezuinige barrelverwarming. Vervanging van machines door hybride of volledig elektrische spuitgietmachines is een alternatieve route, waarbij deze maatregelen deels meegenomen worden al.

De bijbehorende figuur (Figuur 16) toont twee mogelijke routes om het energiegebruik van de spuitgietmachines richting 2030 te verlagen op basis van de top 5. In het retrofitscenario worden de maatregelen stapsgewijs uitgevoerd. Zonder correctie voor onderlinge overlap bedraagt de totale potentiële besparing circa 1.950 MWh per jaar voor de standaardfabriek. Er moet wel rekening gehouden worden met overlap, waardoor de uiteindelijke besparing lager uitvalt.
Het vervangingsscenario gaat uit van vervanging van oude machines door hybride of volledig elektrische spuitgietmachines en bedraagt voor de referentiecase circa 1.420 MWh per jaar. Omdat verhoging van de koelwatertemperatuur en toepassing van drycoolers in beide routes mogelijk is, start het vervangingsscenario in de figuur op 800 MWh per jaar en loopt het door tot circa 2.220 MWh per jaar.

De weergegeven volgorde en besparingen zijn richtinggevend. Bij de verdere uitwerking moet per machine worden bepaald of retrofit of volledige vervanging technisch en economisch het meest passend is. Daarbij moet worden gecorrigeerd voor overlap tussen maatregelen, omdat de afzonderlijke besparingen niet zonder meer bij elkaar kunnen worden opgeteld en het besparingseffect op fabrieksniveau bij uitbreiding met maatregelen uit de longlist verder kan afvlakken.



Figuur 16 - Routekaart implementatie top 5

VIBE

Spuitgieten

Watchlist & longlist

Watch- en longlist

Hieronder is een overzicht weergegeven (Tabel 37) van de maatregelen die uit de brainstorm gekomen zijn, maar niet in de top 5 terecht gekomen zijn. Maatregelen die niet tot de vijf prioritaire opties behoren, zijn niet definitief afgevallen. Maatregelen met een kansrijk maar nog onvoldoende onderbouwd potentieel (bijv. TRL-niveau) zijn opgenomen in de watchlist. Opties met een beperkter besparingspotentieel, een langere terugverdientijd of een lagere technische toepasbaarheid zijn opgenomen in de longlist aan het einde van dit katern. Hiermee blijven deze maatregelen beschikbaar voor heroverweging bij gewijzigde energieprijzen, productieomstandigheden, investeringsmomenten of technologische ontwikkelingen.

Tabel 37 - Watchlist / longlist spuitgietprocessen

Maatregel	Wachtlist / longlist?	Subgroep	Indicatieve besparing (op het totaal)
Toepassen inline monitoring (nieuwe / juist geplaatste sensoren, besturingssysteem etc.)	Longlist	Overige maatregelen	5-10%
Optimalisatie regeling koelsysteem	Longlist	Overige maatregelen	<5%
Toepassen accumulatoren op het oliecircuit	Longlist	Spuitgietmachine	<5%
Hot runner nozzles toepassen	Longlist	Cilinder- en matrijsverwarming en ontwerp	5-10%
Materiaalverliezen (afsnijdingen etc.) verminderen	Longlist	Overige maatregelen	<5%
Conformal koeling toepassen, ander type matrijskoeling	Longlist	Overige maatregelen	5-10%
Restwarmtebenutting t.b.v. gebouwverwarming.	Longlist	Restwarmtebenutting	<5%
Lichtgewicht matrijzen toepassen	Longlist	Cilinder- en matrijsverwarming en ontwerp	<5%
Aluminium matrijzen toepassen (of ander materiaal zoals een koperlegering)	Longlist	Cilinder- en matrijsverwarming en ontwerp	<5%

VIBE

Standaardfabriek #3

EPS

Standaardfabriek omschrijving

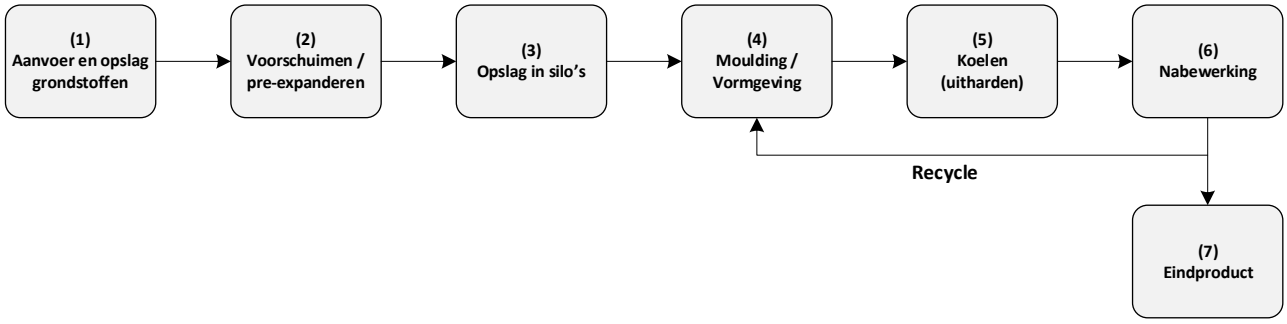
Functionele procesbeschrijving

Het productieproces voor het referentie EPS-productiebedrijf bestaat uit de opeenvolgende stappen aanvoer en opslag van grondstoffen, voorschuimen, rijping in silo's, vormgeven, koelen, nabewerken en recycling. Een schematische weergave van het productieproces is opgenomen in Figuur 17.

In dit hoofdstuk staat de productie van geëxpandeerd polystyreen (EPS) centraal. De referentiecase betreft een representatieve fabriek die EPS-blokken produceert uit expandeerbare polystyreenkorrels met pentaan als expansiegas.

Hoofdlijnen schema (blokschema-niveau)

1. Aanvoer & opslag grondstof (EPS-korrels ofwel EPS-granulaat)
2. Voorschuimen / pre-expansion (stoom)
3. Tussenopslag / rijping in silo's (aging/maturation)
4. Moulding / vormgeven (stoom in mal/matrijs)
5. Koelen (uitharden product)
6. Nabewerking (snijden, frezen, boren, profileren) + recycling snijresten
7. Verpakken & opslag / intern transport



Figuur 17 – Schematische weergave productieproces EPS-producten

(1) Aanvoer & opslag grondstof

Het productieproces voor het produceren van EPS-producten start met het ontvangen van de EPS-grondstofkorrels. EPS-producten worden gemaakt uit expandeerbare polystyreenkorrels waarin pentaan als expansiegas zit. De hoeveelheid pentaan in de EPS-grondstof is variabel - 5,2–7,0 m/m%.

(2) Voorschuimen (ook wel: pre-expansie)

De korrels worden met stoom verhit in de voorschuimer (pre-expander), waardoor ze zacht worden en door het aanwezige pentaan expanderen tot EPS-parels. Dit kan batchgewijs of continu plaatsvinden; batchgewijze productie komt het meest voor. De uiteindelijke dichtheid wordt onder meer bepaald door de hoeveelheid stoom, de temperatuur en de verblijftijd. Afhankelijk van de procesconfiguratie volgt aansluitend actieve koeling en/of droging.

(3) Tussenopslag

De EPS parels worden naar silo's verplaatst voor verdere stabilisatie. Het transport wordt veelal met perslucht of een vacuümsysteem gedaan. In het voorschuimproces kan water opgenomen zijn door de korrels, wat in de tussenopslag verdampt. Verder wordt ook een deel van het resterende pentaan uitgelucht. De tijdsduur van deze processtap is afhankelijk van meerdere factoren, zoals de dichtheid, omgevingstemperatuur en -vochtigheid.

(4) Vormgeven / moulding

De losse EPS-parels worden vanuit de opslag in een mal of matrijs gebracht en met stoom verhit. De parels expanderen nog enigszins en versmelten gedeeltelijk, waardoor zij aan elkaar hechten. De vorm van de matrijs bepaalt het uiteindelijke EPS-product, bijvoorbeeld een blok.

(5) Koelen (uitharden) & opslag

Wanneer het vormgevingsproces voltooid is, wordt het EPS-product gekoeld. Dit gebeurt veelal terwijl het product nog in dezelfde matrijs zit met behulp van koelwater. Via ontluchting en bij openen van de matrijs ontsnapt deels de stoom en pentaan.

Hierna worden de producten opgeslagen; pentaan en vocht in het product verdampen deels verder naar de buitenlucht.

(6) Nabewerking & recycling

In deze vervolgstap worden de producten mechanisch bewerkt, bedrukt of gesneden (bijvoorbeeld met een gloeidraad);

Afgekeurde producten of snijresten kunnen goed gerecycled worden, deze worden opnieuw door het productieproces geleid.

Voor bepaalde type EPS-producten wordt er bijvoorbeeld nog een toplaag aangebracht.

Utiliteiten

Aanwezige utiliteiten zijn doorgaans:

- Stoomketel(s)
- Persluchtcompressor(en)
- (ruimte)afzuiging, c.q. ventilatoren
- Gebouwverwarming (bijv. CV-ketels)

Productieprofiel, capaciteit en invloedsfactoren

Productietype (batch/continu) en bedrijfstijd

De EPS-productie is hoofdzakelijk batchgewijs. Tabel 38 geeft het productietype per hoofdprocesstap weer. Tussenliggende stappen, zoals opslag en rijping in silo's, verlopen semi-continu.

Tabel 38 – Overzicht productietype per processtap

Productiestap	Productietype
Voorschuimen / pre-expansie	Batch of continu
Vormgeven / moulding	Batch (cyclisch)
Koelen / uitharden	Batch (cyclisch)

Tabel 39 bevat de uitgangspunten voor een representatief EPS-productiebedrijf. Een typisch machinepark omvat meerdere voorschuimers (bijvoorbeeld twee lijnen), meerdere vormmachines (bijvoorbeeld vijf lijnen) en één of twee snijlijnen.

Tabel 39 – Gegevens productieproces representatief bedrijf

Grootheid	Waarde
Bedrijfsvoering	Incl. productiestop en storingen: 8.000 productie-uren per jaar
Energiegebruik	2.300.000 kWh per jaar 880.000 Nm^3 aardgas per jaar
Capaciteit (representatief)	4.800 ton/jaar (korrels), 600 kg/uur
Samenstelling korrels	99% EPS, 1,2% pentaan
Producttype	Blokken

Hoe ontstaan de belangrijkste variaties in het proces?

1. **Type eindproduct:** Veschillende type eindproducten vragen om andere type mallen, andere snijprocessen. Het energieverbruik is afhankelijk van de grootte van het eindproduct, de dichtheid, de vorm (vormdeel of blokken) etc.
2. **Grondstofvariatie:** Het pentaangehalte kan per batch afwijken, waardoor bijvoorbeeld rijpingstijden in de silo's, cyclitijden of hoeveelheid benodigde stoom kunnen variëren. Ook kunnen korrelgroottes variëren.
3. **Omgevingscondities:** Bij verschillende omgevingscondities zoals buitentemperatuur en luchtvochtigheid kunnen procesvariaties ontstaan zoals de benodigde rijpingsduur in de silo's en de hoeveelheid benodigde stoom bij het voorschuimen als de starttemperatuur van de korrels anders is hierdoor.
4. **Aanwezigheid van recycling (recyclaat):** Vraagt om extra energie om het productiegereed te maken (bijv. mechanisch), en aanpassingen aan procesparameters zoals mouldingtijden of extra droogstappen in het proces.
5. **Variatie in processtappen:** Bij een aantal bedrijven zijn er bijvoorbeeld meer droogstappen aanwezig na het mouldingsproces om het vochtgehalte verder naar beneden te krijgen.

6. **Marktvraag en planning:** shifts/stopmomenten (kerst/zomer) beïnvloeden bezetting en daarmee het energieprofiel. Wisselende marktvraag zorgt voor variërende productie-doorzet.

Massa- en energiebalans

Massabalans

In deze paragraaf is de massabalans van een representatief EPS-productieproces weergegeven in Tabel 40. De focus ligt op de EPS-korrels en het blaasmiddel pentaan. Aangenomen is dat vocht dat tijdens het voorschuimen wordt opgenomen, tijdens stabilisatie en opslag weer verdampt.

Tabel 40 - Massabalans EPS-productenfabriek

	Eenheid	Invoer grondstoffen	Recycle	Processtroom	Emissie	Eindproduct
PS	[kg/uur]	593				
Pentaan	[kg/uur]	38			31	
Totaal	[kg/uur]	631	24	655	31	600

Door snijverliezen en productfouten ontstaat afval. Er is aangehouden dat dit 4% bedraagt, en dat dit volledig gerecycled kan worden.

Energiebalans

Het finale energieverbruik van een gemiddeld EPS-productiebedrijf bestaat voor circa 80–85% uit thermische energie en voor 15–20% uit elektrische energie. De thermische energie wordt als stoom ingezet bij het voorschuimen en vormgeven. Elektriciteit wordt gebruikt voor onder meer aandrijvingen, verlichting, perslucht, ventilatie, koeling en intern transport.

De stoom wordt doorgaans met aardgas opgewekt in één of meer stoomketels. Slechts een beperkt deel van het aardgas wordt gebruikt voor gebouwverwarming; hiervoor is indicatief 10% aangehouden. Het specifieke stoomverbruik per hoofdgebruiker is weergegeven in Tabel 41.

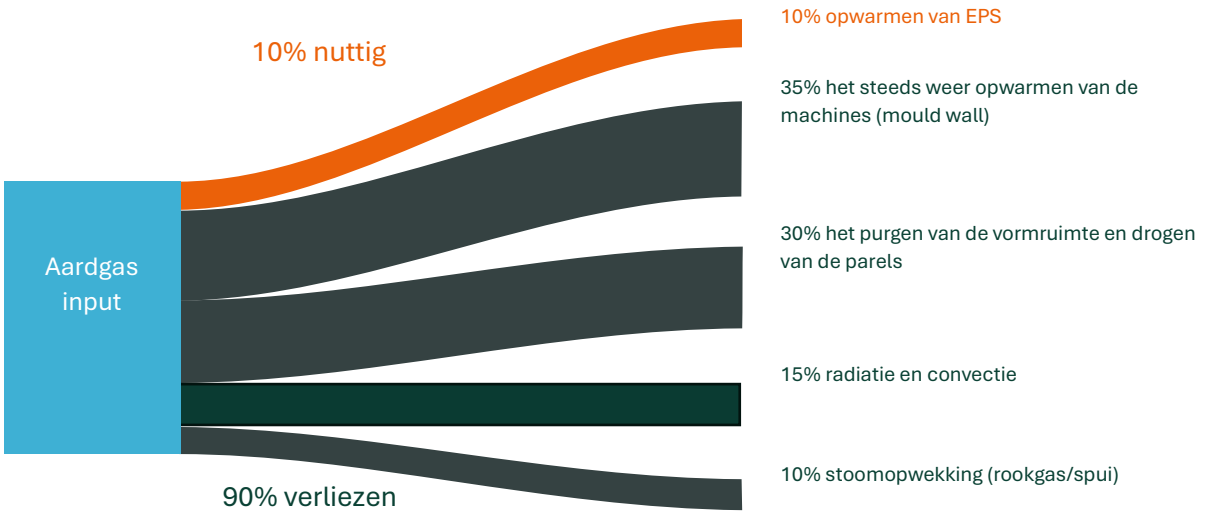
Tabel 41 - Stoomverbruik per gebruiker

Warmteverbruiker	Verbruik
Voorschuimer / pre-expander	0,6 kg stoom / kg EPS-korrels
Vormmachines / moulding	1,8 kg stoom / kg EPS-korrels

Het theoretisch benodigde stoomverbruik voor EPS-productie is aanzienlijk lager dan het werkelijke praktijkverbruik. Voor EPS met een einddichtheid van circa 20 kg/m^3 bedraagt het theoretische verbruik circa 0,14–0,24 kg stoom/kg EPS, terwijl moderne installaties in de praktijk circa 0,7–1,3 kg

stoom/kg EPS gebruiken, afhankelijk van het proces en installatietype. Dit verschil wordt veroorzaakt door warmteverliezen naar matrijzen en installatieonderdelen, condensaat- en flashstoomverliezen, droging, vacuümgebruik en opwarm- en afkoelverliezen.

Het Sankey-diagram, zie Figuur 18, geeft inzicht in de verdeling van deze energiestromen en vormt daarmee een basis voor het identificeren van besparingsmogelijkheden.



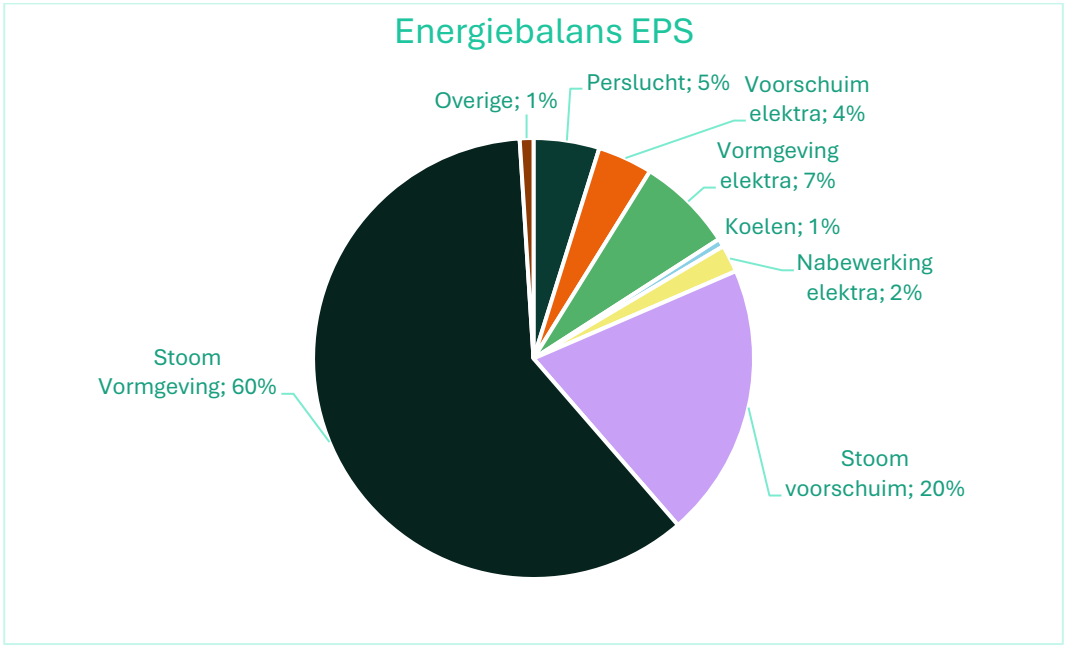
Figuur 18 - Sankey diagram thermische energie voor EPS-productie

De indicatieve verdeling van het elektriciteitsverbruik over de belangrijkste gebruikers is weergegeven in Tabel 42.

Tabel 42 – Onderverdeling elektriciteitsgebruik per gebruiker

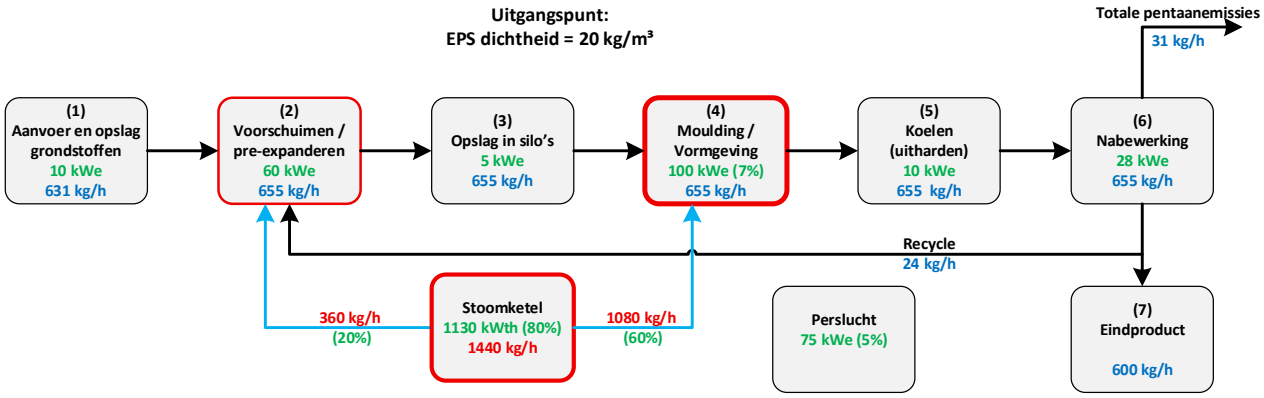
Elektriciteitsverbruiker	Aandeel
Gebouw (verlichting, ventilatie etc.)	10 – 20%
Voorschuimer	10 – 20%
Vormmachine / blokvormer	20 – 50%
Nabewerking/afvalverwerking	0 – 30%
Persluchtcompressoren	15 – 40%
Intern transport	5 – 10%
Overig (koeltorens, pompen stoomketel etc.)	0 – 5 %

Op basis van deze uitgangspunten is de energiebalans opgesteld, zoals weergegeven in Figuur 19.



Figuur 19 - Energiebalans EPS productie

De gecombineerde massa- en energiebalans voor een representatieve EPS-productiefabriek met een output van 600 kg/uur is weergegeven in Figuur 20.



Figuur 20 – Energie- en massabalans EPS-productieproces

Top-5 maatregelen

Brainstorm met klankbordgroep

Voor het samenstellen van de longlist aan energiebesparende maatregelen is een brainstormsessie gehouden met de klankbordgroep van EPS-verwerkende bedrijven. Tijdens deze sessie zijn energiebesparende maatregelen geïnventariseerd voor de meest energie-intensieve procesonderdelen: voorschuimen en drogen, moulding, stoomproductie en koeling. Daarnaast is aandacht besteed aan procesoverstijgende maatregelen. Door middel van een interactieve inventarisatie en stemming zijn zowel direct toepasbare oplossingen als innovatieve ideeën opgehaald.

Voor het voorschuimproces zijn onder andere warmtepompen voor de benutting van restwarmte, microgolftechnologie, elektrische voorschuimers, procesoptimalisatie en warmteterugwinning genoemd. Bij moulding lag de nadruk op verbeterde matrijstechnieken, verkorting van de procesketen, benutting van restwarmte en verdere procesoptimalisatie. Voor de stoomproductie en koeling kwamen onder meer elektrische stoomgeneratoren, thermische opslag, industriële warmtepompen, keteloptimalisatie, drycoolers en hybride koelsystemen naar voren. Dit heeft geleid tot een longlist met ruim 25 energiebesparende maatregelen.

Longlist energiebesparende maatregelen

Met de resultaten van de brainstormsessie is een longlist opgesteld van 25 energiebesparende maatregelen.

De maatregelen op de longlist zijn in te delen in verschillende categorieën:

- Procesoptimalisatie: efficiënter voorschuimen, cyclustijden verkorten, stoominjectie afstemmen en matrijs- en productontwerp optimaliseren
- Warmte- en stoomterugwinning: condensaatretour, flashstoomterugwinning, benutting van koelwater en afvoerlucht en opwaardering naar stoom met een warmtepomp
- Proces- en installatieaanpassingen: vacuüm pre-expander, vacuümkoeling, transfermachines, lichtere moulds, additieven en een stoomaccumulator
- Elektrificatie en alternatieve warmtevoorziening: elektrisch stomen, een elektrische stoomgenerator en zonthermische stoomopwekking
- Grondstof- en procesketen: meer recyclaat toepassen en directe koppeling van voorschuimen aan vormgeving.

Multi criteria analyse

Om van de longlist aan maatregelen naar een top 5 te komen, is een Multi Criteria Analyse (MCA) uitgevoerd. De maatregelen zijn één voor één beoordeeld op gebied van:

- Energiebesparingspotentieel
- TRL-niveau (Technical Readiness Level)
- Economische haalbaarheid (TVT)
- Technische impact (gemak van implementatie)
- Effect op netcongestie

Bij het komen tot de top 5 is de focus gelegd op maatregelen die uiterlijk in 2030 praktisch toepasbaar zijn en in beginsel een technisch volwassenheidsniveau van TRL 8 of 9 hebben. De economische haalbaarheid is beoordeeld op basis van een zelfstandig investeringsmoment.

De top 5

De Top 5 selectie omvat zowel relatief eenvoudig uitvoerbare retrofitmaatregelen als een strategisch vervangingsalternatief. De geselecteerde maatregelen bieden naar verwachting de beste combinatie van technische haalbaarheid, energieprestatie en economische aantrekkelijkheid. Niet-geselecteerde maatregelen hebben doorgaans een lager of onzeker besparingspotentieel, een langere TVT of een beperkte toepasbaarheid.

In de top5 is een aantal maatregelen gecombineerd tot één overkoepelende maatregel, zoals bij maatregel 1, waarbij zowel de verschillende bronnen van restwarmte worden teruggewonnen als de opwaardering van de teruggewonnen restwarmte met een warmtepomp.

De top 5 van maatregelen voor de EPS-productie bestaat uit:

- Condensaat- en flashstoomterugwinning, gecombineerd met het opwaarderen van restwarmte
- Voorverwarming van luchtstromen voor het voorschuimen en drogen met beschikbare restwarmte
- Stoomloos vormschuimen met Wavefoamer-technologie
- Optimalisatie van de stoominjectie en verkorten van cyclustijden
- Continu voorschuimen als alternatief voor het huidige batchproces

Deze maatregelen lopen uiteen van optimalisatie en warmteterugwinning binnen bestaande processen tot verdergaande aanpassingen van de productietechnologie. In de volgende paragrafen worden de maatregelen afzonderlijk toegelicht.

Maatregelen buiten de top5 zijn opgenomen in de longlist/wachtlist aan het einde van dit katern.

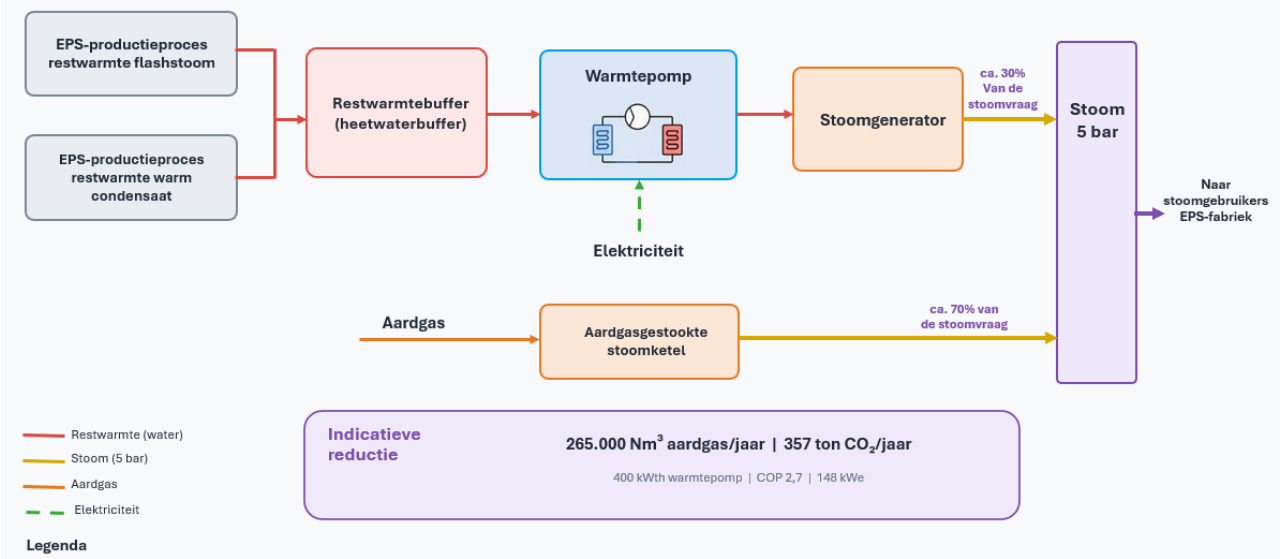
EPS

Maatregel #1:

Condensaat- en flashstoomterugwinning en opwaardering van restwarmte

Technische omschrijving

Bij het voorschuimen en vormgeven condenseert een groot deel van de toegepaste stoom in de machines en leidingen. Dit condensaat bevat nog veel warmte. Wanneer heet condensaat naar een lager drukniveau wordt afgevoerd, ontstaat bovendien flashstoom die opnieuw als lagedrukstoom kan worden benut. De maatregel combineert het terugwinnen van heet condensaat, het benutten van flashstoom en het opwaarderen van overige restwarmte met een industriële warmtepomp.



Figuur 21 – Schema van maatregel 1 EPS

De maatregel reduceert het aardgasgebruik door circa 30% van de stoomvraag van de EPS-standaardfabriek elektrisch op te wekken met een warmtepomp op basis van beschikbare restwarmte uit zowel flashstoom als warm condensaat. In de heetwaterbuffer wordt heet water opgeslagen. Dit hete water stroomt naar de verdamper van de isopentaan-warmtepomp en komt kouder terug. Het afgekoelde water wordt vervolgens opnieuw opgewarmd met warm condensaat en flashstoom. Aan de condensorzijde van de warmtepomp wordt warmte van circa 160°C geproduceerd, waarmee water in de stoomgenerator wordt verdampt tot circa 5 bar stoom. Deze 5 bar stoom wordt gevoed aan het EPS-proces. De bestaande aardgasgestookte ketel staat parallel aan de stoomgenerator en levert de resterende stoomvraag, circa 70%.

Uitgangspunt is een standaardfabriek met 1.440 kg/h stoomvraag, 8.000 vollasturen per jaar en een 400 kWth isopentaan-warmtepomp met COP 2,7. Er is uitgegaan van één restwarmtebuffer, productie van 5 bar stoom via een stoomgenerator en geen verzwaring van de netaansluiting.

Energiebesparing

- Aardgasbesparing: circa 265.000 Nm^3/jaar, overeenkomend met circa 2,6 GWh LHV/jaar
- Extra elektriciteitsgebruik: circa 816 MWhe/jaar
- Netto CO_2-reductie ten opzichte van huidige situatie: circa 357 ton CO_2/jaar
- Netto scope 1 reductie ten opzichte van huidige situatie: circa 470 ton CO_2/jaar

Commerciële uitwerking

- Warmtepompvermogen: circa 400 kWth, inclusief 30% overdimensionering
- COP: 2,7 bij productie van 5 bar stoom
- Elektrisch vermogen: circa 148 kWe
- CAPEX warmtepompmaatregel: circa € 2,4 miljoen
- Vollasturen: 8.000 uur/jaar

Implementatiefactoren

Congestie

De warmtepomp van 400 kW_{th} heeft bij een COP van 2,7 een elektrisch vermogen van 150 kW en vraagt bij 8.000 vollasturen 1.185 MWh elektriciteit per jaar. Hierdoor nemen zowel het gecontracteerde vermogen als de belasting van de transformator, hoofdverdeler, bekabeling en beveiligingen toe. Hoewel geen verzwaring van de netaansluiting is voorzien, moet worden vastgesteld of binnen de bestaande aansluit- en installatiecapaciteit voldoende ruimte beschikbaar is, met name tijdens productiepiekuren. De heetwaterbuffer biedt mogelijk ruimte om de warmtepomp tijdelijk terug te regelen of buiten piekmomenten te laten draaien, waardoor de impact op netcongestie kan worden beperkt.

Retrofitting

De oplossing is technisch goed inpasbaar, maar vraagt relatief veel ruimte en aanpassingen aan de bestaande stoom- en condensaatinfrastructuur. Naast de warmtepomp zijn een heetwaterbuffer, stoomgenerator, warmtewisselaars, pompen en leidingwerk nodig. De installatie moet worden gekoppeld aan de condensaat- en flashstoomstromen en parallel aan de bestaande stoomketel worden opgesteld. Ook moeten de beschikbare restwarmte, de continuïteit van de stoomvraag en de capaciteit van de elektrische installatie vooraf worden gecontroleerd. Inpassing is het eenvoudigst bij voldoende opstellingsruimte en korte afstanden tussen het EPS-proces, de condensaatretour, de technische ruimte en de stoomvoorziening. Uitvoering tijdens een geplande productiestop beperkt de impact op de productie.

Duurzaamheid en andere emissies

De maatregel verlaagt het aardgasgebruik en daarmee de directe CO_2- en NO_x-uitstoot. De uiteindelijke CO_2-reductie hangt af van de herkomst van de gebruikte elektriciteit. Door hergebruik van heet condensaat kan daarnaast het verbruik van suppletiewater en waterbehandelingschemicaliën afnemen.

Technische maturiteit

De afzonderlijke technieken, zoals condensaatretour, flashstoombenutting en industriële warmtepompen, worden al toegepast in diverse industriële sectoren. De combinatie voor de productie van circa 5 bar stoom is echter nog relatief innovatief en binnen EPS-productie nog niet breed toegepast. Daarom is vooraf een locatiegerichte haalbaarheidsstudie en mogelijk een pilot wenselijk.

Aanbevelingen

De volgende stap is een haalbaarheidsstudie waarin de stoomvraag en beschikbare condensaat- en flashstoomstromen worden gemeten. Vervolgens worden de warmtepomp, buffers en stoomgenerator gedimensioneerd en worden de benodigde ruimte, leidingaanpassingen, elektrische capaciteit, regeltechniek en investeringskosten vastgesteld. Op basis hiervan kan samen met leveranciers een technisch ontwerp en businesscase worden opgesteld, eventueel gevolgd door een pilot.

Subsidiemogelijkheden

Onderstaande informatie moet worden gezien als een eerste oriëntatiepunt. Voor advies dat is toegesneden op uw project en omstandigheden, raadpleeg de subsidiewebpagina's van RVO en laat uw projectvoorstel beoordelen door RVO (zie 'Laat uw projectidee toetsen' onderaan Subsidies voor energie-innovatie | RVO.nl), dit biedt de mogelijkheid om:

- De haalbaarheid van uw idee en de kans van slagen te bespreken
- Uw idee te presenteren en feedback te ontvangen
- Eventuele aanvullende subsidies te identificeren die voor u relevant kunnen zijn

Door deze stappen te zetten vóór de start van de werkzaamheden, vergroot u uw kansen op het verkrijgen van projectfinanciering. Voor meer informatie, zie B. Richtlijnen relevante subsidieregelingen.

Tabel 43 - Subsidiemogelijkheden

Subsidie	Match	Opmerking
DEI+	Kan een match zijn	Zou kunnen vallen onder Energie-efficiëntie (art. 38). Geschiktheid hangt af van of een vergelijkbare installatie hier al bestaat, en of er daadwerkelijk technisch risico resteert.
VEKI	Kan een match zijn	Zou kunnen vallen onder Energie-efficiëntie (art. 38): of er drie vergelijkbare referentie-installaties op dit temperatuurniveau bestaan, is de open vraag die de geschiktheid bepaalt.
EIA	Kan een match zijn	Code 221103 [W] "Warmtepomp" is waarschijnlijk van toepassing. De COP-eis hangt af van de temperatuurlift tussen de warmtebron en de levering op 160°C: bij COP 2,7 moet de lift minimaal 60°C zijn, wat betekent dat de restwarmtebron in dit geval ≤100°C moet zijn.
SDE++	Kan een match zijn	Een warmtepomp komt in principe in aanmerking voor de SDE++ regeling, maar wel met een ondergrens van 500 kWth. De warmtepomp voor deze standaardfabriek is dus te klein om voor SDE++ in aanmerking te komen. Echter, als uw fabriek > 20% groter is dan deze standaardfabriek, dan kan dat de situatie veranderen

Financieringsconstructies

Hieronder worden mogelijke relevante financieringsconstructies weergegeven. Voor meer informatie zie C. Richtlijnen relevante financieringsopties.

Tabel 44 - Financieringsconstructies

Model	Match	Opmerking
Balansinvestering	Open	
Lease	Mogelijk	Operational lease
Extern eigendom & exploitatie (ESCO)	Mogelijk	

De installatie kan **goed** als zelfstandig object worden verwijderd zonder ingrijpende gevolgen voor het gebouw of de productielijn. Hoewel de warmtepomp is gekoppeld aan de bestaande restwarmtebronnen, heetwaterbuffer en stoomvoorziening, betreft het een afzonderlijke utility-installatie die relatief eenvoudig kan worden gedemonteerd en vervangen. Componenten zoals de warmtepomp, stoomgenerator, warmtewisselaars, buffervat, pompen en regeltechniek behouden daarbij een aanzienlijke restwaarde en kunnen in vergelijkbare industriële toepassingen opnieuw worden ingezet. Hierdoor kan de apparatuur **goed** gefinancierd worden door operational lease.

Deze installatie wordt toegepast als **process add-on**. Financiering van de projectkosten door een ESCO partij is mogelijk, afhankelijk van de omvang van het project en ruimte die de klant biedt en/of mate van samenwerking die mogelijk is.

Vergunningsscan

De onderstaande tabel geeft aan welk effect deze maatregel op het milieu heeft en of dit gevolgen kan hebben voor de algemene regels of de locatie-specifieke vergunning.

Tabel 45 - Vergunningsscan

Milieu-/ omgevingsaspect	Verwachte verandering door maatregel	Verwachte vergunningsimpact
Water en bodem	Geen verandering	Niet van toepassing
Emissies naar de lucht	Vermindering van CO_2 en NO_x als gevolg van afname van aardgas verbruik	Positieve impact
Energiegebruik	Significante vermindering van aardgasgebruik, toename van elektriciteitsgebruik	Positieve impact; documenteer de maatregel in het zorg- onderhoudssysteem en zo nodig in EED documentatie.
Geluid	Compressoren	Middelmatig; een akoestische beoordeling/geluidsonderzoek is mogelijk vereist
Geur	Geen verandering	
Gevaarlijke stoffen	Beperkte hoeveelheid ammoniak of koolwaterstof voor warmtepomp	Vergunningplicht bij: >1.500 kg ammoniak > 100 kg koolwaterstoffen (propaan e.d.)
Externe veiligheid	Geen verandering	Indien de situatie vergunningsplichtig wordt

We adviseren je om jouw specifieke situatie te controleren via de online Vergunningscheck van het Omgevingsloket en dit te bespreken met jouw regionale omgevingsdienst. Zie voor meer informatie D. Richtlijnen relevante vergunningen.

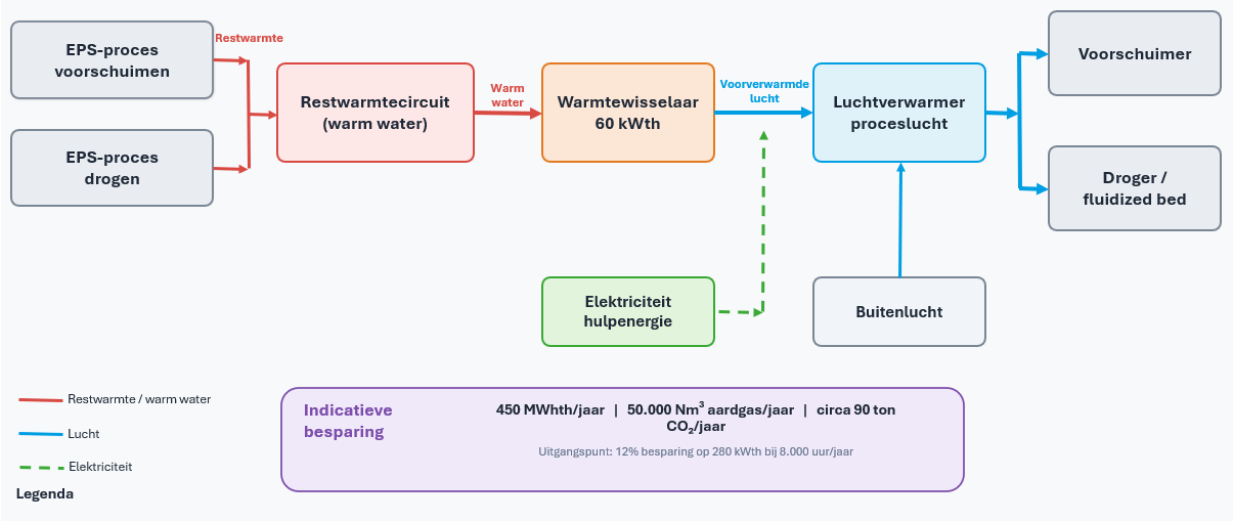
EPS

Maatregel #2:

Voorverwarmen van luchtstromen rond voorschuimen en drogen met restwarmte

Technische omschrijving

Na het voorschuimen worden de EPS-parels gekoeld, gedroogd en naar de silo's getransporteerd. Hiervoor worden luchtstromen gebruikt voor het fluidized bed, droging en pneumatisch transport. Deze luchtstromen kunnen met restwarmte uit het proces worden voorverwarmd middels een lucht-luchtwarmtewisselaar of een warmwatercircuit met luchtverwarmer.



Figuur 22 – Schema maatregel 2 EPS

De maatregel reduceert het aardgasgebruik doordat circa 20% van de warmtevraag van het voorschuimproces wordt ingevuld met teruggewonnen restwarmte. De warmte wordt benut voor het voorverwarmen van luchtstromen rond voorschuimen, drogen en transport van EPS-parels, waardoor minder stoom nodig is om de gewenste procescondities te bereiken. Daarnaast ontstaat een stabieler proces bij wisselende buitencondities.

Uitgangspunt is een standaardfabriek met een productiecapaciteit van 600 kg/h EPS-producten, een warmtegebruik van circa 280 kWth voor het voorschuimproces en 8.000 vollasturen per jaar. Er is uitgegaan van een warmteterugwinning van 20% op het voorschuimproces.

Energiebesparing

- Warmteterugwinning: 4450 MWh/jaar
- Aardgasbesparing: 50.000 Nm^3/jaar
- Extra elektriciteitsgebruik: verwaarloosbaar
- Netto CO_2-reductie: circa 90 ton CO_2/jaar

Commerciële uitwerking

- Warmtewisselaarvermogen: 60 kWth
- Ontwerpvermogen inclusief marge: 70 kWth

- Warmtebron: afblaaslucht uit voorschuimen en drogen
- Indicatieve CAPEX: circa € 100.000 – € 250.000
- Vollasturen: 8.000 uur/jaar

Implementatiefactoren

Congestie

De impact op netcongestie en het elektrische systeem is beperkt. De maatregel vraagt alleen extra elektriciteit voor ventilatoren en eventueel pompen in het warmwatercircuit. Meestal is hiervoor geen verzwaring van de netaansluiting nodig, maar de capaciteit en regelbaarheid van de bestaande ventilatoren, pompen en elektrische installatie moeten wel worden gecontroleerd.

Retrofitting

De oplossing is relatief eenvoudig inpasbaar, mits de restwarmtebron en de te verwarmen luchtstromen relatief dicht bij elkaar liggen. De belangrijkste aanpassingen bestaan uit het plaatsen van een warmtewisselaar of warmwatercircuit, luchtverwarmer, pompen en aanvullend leiding- of kanaalwerk. Aandachtspunten zijn de beschikbare ruimte, drukverliezen in het luchtsysteem, vervuiling van de warmtewisselaar en de regeling bij wisselende productie- en buitencondities.

Duurzaamheid en andere emissies

De maatregel verlaagt het aardgasgebruik en daarmee de directe CO_2- en NO_x-uitstoot. Het effect op het watergebruik is naar verwachting verwaarloosbaar, omdat alleen warmte uit bestaande processtromen wordt teruggewonnen.

Technische maturiteit

De toegepaste technieken, zoals luchtvoorverwarming en warmteterugwinning met warmtewisselaars, zijn gangbaar in industriële droog- en luchtprocessen. De specifieke toepassing binnen EPS-productie lijkt nog niet breed gedocumenteerd, maar kan worden beschouwd als een bewezen techniek die locatie- en processpecifiek moet worden ontworpen.

Aanbevelingen

De volgende stap is een haalbaarheidsstudie waarin de beschikbare restwarmte, benodigde luchtdebieten, temperaturen en bedrijfsuren worden gemeten. Vervolgens worden de warmtewisselaar of het warmwatercircuit gedimensioneerd en worden ruimtebeslag, drukverlies, vervuilingsrisico, regelbaarheid, investeringskosten en energiebesparing bepaald. Op basis hiervan kan samen met een leverancier een technisch ontwerp en businesscase worden opgesteld.

Subsidiemogelijkheden

Onderstaande informatie moet worden gezien als een eerste oriëntatiepunt. Voor advies dat is toegesneden op uw project en omstandigheden, raadpleeg de subsidiewebpagina's van RVO en laat uw projectvoorstel beoordelen door RVO (zie 'Laat uw projectidee toetsen' onderaan Subsidies voor energie-innovatie | RVO.nl), dit biedt de mogelijkheid om:

- De haalbaarheid van uw idee en de kans van slagen te bespreken
- Uw idee te presenteren en feedback te ontvangen
- Eventuele aanvullende subsidies te identificeren die voor u relevant kunnen zijn

Door deze stappen te zetten vóór de start van de werkzaamheden, vergroot u uw kansen op het verkrijgen van projectfinanciering. Voor meer informatie, zie B. Richtlijnen relevante subsidieregelingen.

Tabel 46 - Subsidiemogelijkheden

Subsidie	Match	Opmerking
DEI+	Hoogstwaarschijnlijk geen match	Geen demonstratie, bewezen technologie met weinig tot geen technisch risico.
VEKI	Kan een match zijn	Valt onder Energie-efficiëntie (art. 38). Er zijn drie vergelijkbare referentieprojecten nodig om in aanmerking te komen, en de >5 jaar terugverdientijd moet worden gehaald.
EIA	Kan een match zijn	Waarschijnlijk geen specifieke code; de generieke code 320000 zou kunnen gelden, met een vereiste netto besparingsratio van minimaal 0,4 Nm^3 gasequivalent per geïnvesteerde euro per jaar. Daarnaast stelt code 320000 een minimale CAPEX voor een gegeven energiebesparing, waarvan de berekening op de Energielijst te vinden is.
SDE++	Geen match	Er is hier geen sprake van opwekking van hernieuwbare energie

Financieringsconstructies

Hieronder worden mogelijke relevante financieringsconstructies weergegeven. Voor meer informatie zie C. Richtlijnen relevante financieringsopties.

Tabel 47 - Financieringsconstructies

Model	Match	Opmerking
Balansinvestering	Open	
Lease	Mogelijk	Financial lease

Extern eigendom & exploitatie (ESCO)	Niet waarschijnlijk	Te lage CAPEX

Vergunningsscan

De onderstaande tabel geeft aan welk effect deze maatregel op het milieu heeft en of dit gevolgen kan hebben voor de algemene regels of de locatie-specifieke vergunning.

Tabel 48 - Vergunningsscan

Milieu-/omgevingsaspect	Verwachte verandering door maatregel	Verwachte vergunningsimpact
Water en bodem	Geen verandering	Niet van toepassing
Emissies naar de lucht	Vermindering van CO_2 en NO_x als gevolg van afname van aardgas verbruik	Positieve impact
Energiegebruik	Vermindering van aardgasgebruik	Positieve impact; documenteer de maatregel in het zorg-onderhoudssysteem en zo nodig in EED documentatie
Geluid	Pompen	Laag
Geur	Geen verandering	Niet van toepassing
Gevaarlijke stoffen	Geen verandering	Niet van toepassing
Externe veiligheid	Geen verandering	Niet van toepassing

Een Vergunningscheck van het Omgevingsloket is niet nodig. Zie voor meer informatie D. Richtlijnen relevante vergunningen.

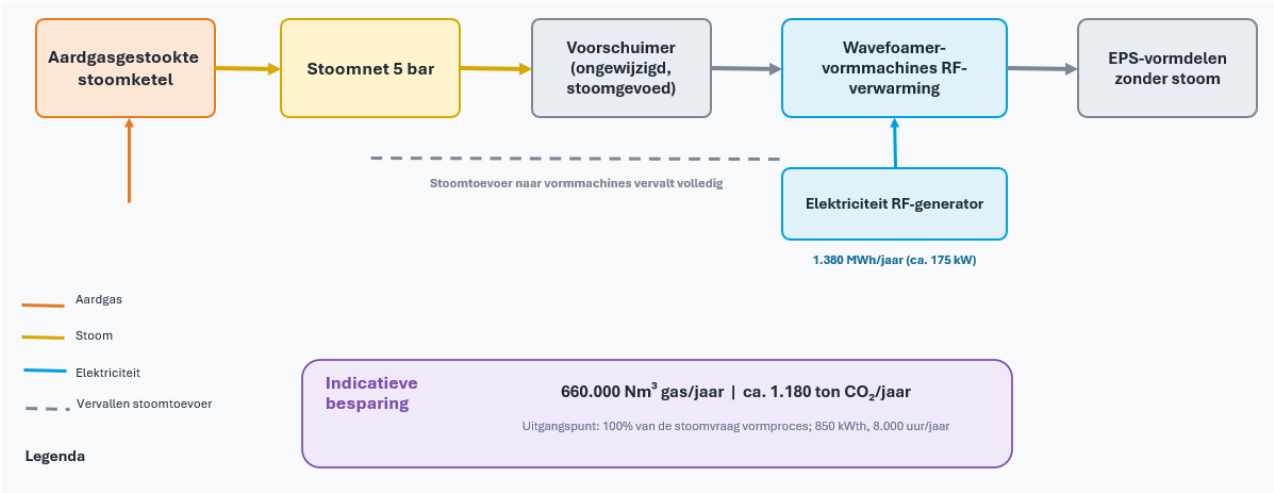
EPS

Maatregel #3:

Stoomloos vormschuimen met Wavefoamer-technologie

Technische omschrijving

Bij conventioneel vormschuimen worden voorgeschuimde EPS-parels met stoom in een matrijs verhit en met elkaar versmolten. Bij toepassing van de Wavefoamer wordt uitsluitend deze stoomgevoede vormstap vervangen door verwarming met radiofrequente elektromagnetische golven. De warmte ontstaat rechtstreeks en van binnenuit in het product. Hierdoor vervalt de stoomvraag van de vormmachines. Het voorschuimen, de rijping van de EPS-parels en de overige processtappen blijven ongewijzigd en maken geen deel uit van deze maatregel.



Figuur 23 – Schema voor maatregel 3 EPS

Voor de berekening is aangenomen dat 100% van de stoomgebonden warmtevraag van het vormproces vervalt en wordt vervangen door 0,25 kWh elektriciteit per vervangen kWh stoom. De daadwerkelijke prestaties moeten per productfamilie, matrijs, cyclustijd en productiecapaciteit worden gevalideerd.

Uitgangspunt is een standaardfabriek met een productiecapaciteit van 600 kg/h EPS-producten, een warmtegebruik van 850 kWth voor het vormproces en 8.000 vollasturen per jaar.

Energiebesparing

- Referentiegebruik vormproces: 850 kW × 8.000 uur = circa 6.800 MWh/jaar.
- Aardgasbesparing: circa 660.000 Nm^3/jaar
- Extra elektriciteitsgebruik: 1.380 MWh (gemiddeld vermogen van 175 kW)
- Scope 1 CO_2-reductie: circa 1180 ton/jaar

Commerciële uitwerking

- Volledige vervanging van de stoomtoevoer naar de vormmachines; het voorschuimen blijft ongewijzigd.
- Uitgangspunt aardgasbesparing: 100% van de stoomgebonden energievraag van het vormproces.
- Uitgangspunt elektriciteitsgebruik: 0,25 kWh elektriciteit per vervangen kWh stoom (opgegeven energiegebruik tot 90% reductie mogelijk).
- Indicatieve CAPEX: € 1.000.000 – € 2.000.000
- Vollasturen: 8.000 uur/jaar
- Vooral geschikt voor vormdelen en (nog) niet voor blokvorming

Implementatiefactoren

Congestie

De maatregel verhoogt de elektrische belasting aanzienlijk: bij volledige vervanging van 850 kW_{th} stoom is gemiddeld circa 213 kW elektrisch vermogen nodig, overeenkomend met ongeveer 1,7 GWh per jaar. Het werkelijke piekvermogen kan hoger liggen door gelijktijdig inschakelen en korte productiecycli. Daarom moeten de beschikbare netcapaciteit, transformator, hoofdverdeler, bekabeling, beveiligingen en mogelijke spannings- of harmonische effecten worden onderzocht. Bij beperkte aansluitcapaciteit kan gefaseerde aansturing van de vormmachines nodig zijn om piekbelasting en netcongestie te beperken.

Retrofitting

De oplossing is ingrijpend inpasbaar, omdat de bestaande stoomgevoede vormmachines geheel moeten worden vervangen door Wavefoamer-installaties. Daarbij zijn aanpassingen nodig aan de matrijzen, producthandling, besturing en elektrische infrastructuur. De toepasbaarheid moet per productfamilie en matrijs worden getest, waarbij ook cyclustijd, productkwaliteit en productiecapaciteit moeten worden gevalideerd. Invoering ligt daarom vooral voor de hand bij uitbreiding van de productiecapaciteit of vervanging van bestaande vormmachines.

Duurzaamheid en andere emissies

De maatregel verlaagt de directe CO_2- en NO_x-uitstoot doordat de stoomvraag van het vormproces volledig vervalt. De netto CO_2-reductie hangt af van de herkomst van de extra elektriciteit. Ook neemt het watergebruik af, omdat voor de vormmachines geen stoom en daarmee minder ketelvoedings- en suppletiewater nodig is.

Technische maturiteit

De Wavefoamer is nog niet breed toegepast en bevindt zich in de overgang van demonstratie naar industriële toepassing. In Nederland wordt de techniek sinds 2023 op beperkte schaal gebruikt bij Hordijk. Tests tonen aan dat EPS-producten technisch kunnen worden geproduceerd, maar opschaling, processtabiliteit en toepasbaarheid verschillen per productgeometrie en matrijs. De maatregel geldt daarom als innovatief en moet per productfamilie in een pilot worden gevalideerd.

Aanbevelingen

De volgende stap is een haalbaarheidsonderzoek met de leverancier, waarbij representatieve productfamilies en matrijzen worden getest. Daarbij worden productkwaliteit, cyclustijd, productiecapaciteit en elektriciteitsverbruik gevalideerd. Vervolgens moeten de benodigde aanpassingen aan machines, matrijzen en elektrische infrastructuur, de beschikbare netcapaciteit en de investeringskosten worden vastgesteld. Bij positieve resultaten kan een pilot op één productielijn worden uitgevoerd voordat verdere opschaling plaatsvindt.

Subsidiemogelijkheden

Onderstaande informatie moet worden gezien als een eerste oriëntatiepunt. Voor advies dat is toegesneden op uw project en omstandigheden, raadpleeg de subsidiewebpagina's van RVO en laat uw projectvoorstel beoordelen door RVO (zie 'Laat uw projectidee toetsen' onderaan Subsidies voor energie-innovatie | RVO.nl), dit biedt de mogelijkheid om:

- De haalbaarheid van uw idee en de kans van slagen te bespreken
- Uw idee te presenteren en feedback te ontvangen
- Eventuele aanvullende subsidies te identificeren die voor u relevant kunnen zijn

Door deze stappen te zetten vóór de start van de werkzaamheden, vergroot u uw kansen op het verkrijgen van projectfinanciering. Voor meer informatie, zie B. Richtlijnen relevante subsidieregelingen.

Tabel 49 - Subsidiemogelijkheden

Subsidie	Match	Opmerking
DEI+	Kan een match zijn	Zou kunnen vallen onder Energie-efficiëntie (art. 38). Er wordt een technologiebeperking genoemd (nog niet geschikt voor blokschuim) en de noodzaak om de prestaties te valideren per productfamilie en matrijs. Dit kan duiden op resterende technische onzekerheid, wat zou kunnen passen bij DEI+.
VEKI	Kan een match zijn	Valt onder Energie-efficiëntie (art. 38). Als er drie vergelijkbare referentieprojecten beschikbaar zijn, zou VEKI beter kunnen passen dan DEI+.
EIA	Kan een match zijn	Waarschijnlijk geen specifieke code; de generieke code 320000 zou kunnen gelden, met een vereiste netto besparingsratio van minimaal 0,4 Nm^3 gasequivalent per geïnvesteerde euro per jaar. Daarnaast stelt code 320000 een minimale CAPEX voor een gegeven energiebesparing, waarvan de berekening op de Energielijst te vinden is.
SDE++	Geen match	Er is hier geen sprake van opwekking van hernieuwbare energie

Financieringsconstructies

Hieronder worden mogelijke relevante financieringsconstructies weergegeven. Voor meer informatie zie C. Richtlijnen relevante financieringsopties.

Tabel 50 - Financieringsconstructies

Model	Match	Opmerking
Balansinvestering	Open	
Lease	Twijfelachtig	Operational lease
Extern eigendom & exploitatie (ESCO)	Niet waarschijnlijk	

Deze installatie wordt toegepast als proces geïntegreerde oplossing en is waarschijnlijk lastig te financieren via lease of ESCO.

Vergunningsscan

De onderstaande tabel geeft aan welk effect deze maatregel op het milieu heeft en of dit gevolgen kan hebben voor de algemene regels of de locatie-specifieke vergunning.

Tabel 51 - Vergunningsscan

Milieu-/omgevingsaspect	Verwachte verandering door maatregel	Verwachte vergunningsimpact
Water & bodem	Afname van watergebruik en afvalwater doordat stoom en stoom-gerelateerde koeling voor het vormproces vervallen	Niet van toepassing
Emissies naar de lucht	Afname van directe CO_2- en NO_x-emissies	Niet van toepassing
Energiegebruik	Significante vermindering van aardgasgebruik, toename van elektriciteitsgebruik	Positieve impact, documenteer de maatregel in het zorg- onderhoudssysteem en zo nodig in EED documentatie
Geluid	RF-generator	beperkt; een akoestische beoordeling / geluidsonderzoek is mogelijk vereist
Geur	Geen verandering	Niet van toepassing
Gevaarlijke stoffen	Geen verandering	Niet van toepassing
Externe veiligheid	Geen verandering	Niet van toepassing

We adviseren je om jouw specifieke situatie te controleren via de online Vergunningscheck van het Omgevingsloket en dit te bespreken met jouw regionale omgevingsdienst. Zie voor meer informatie D. Richtlijnen relevante vergunningen.

EPS

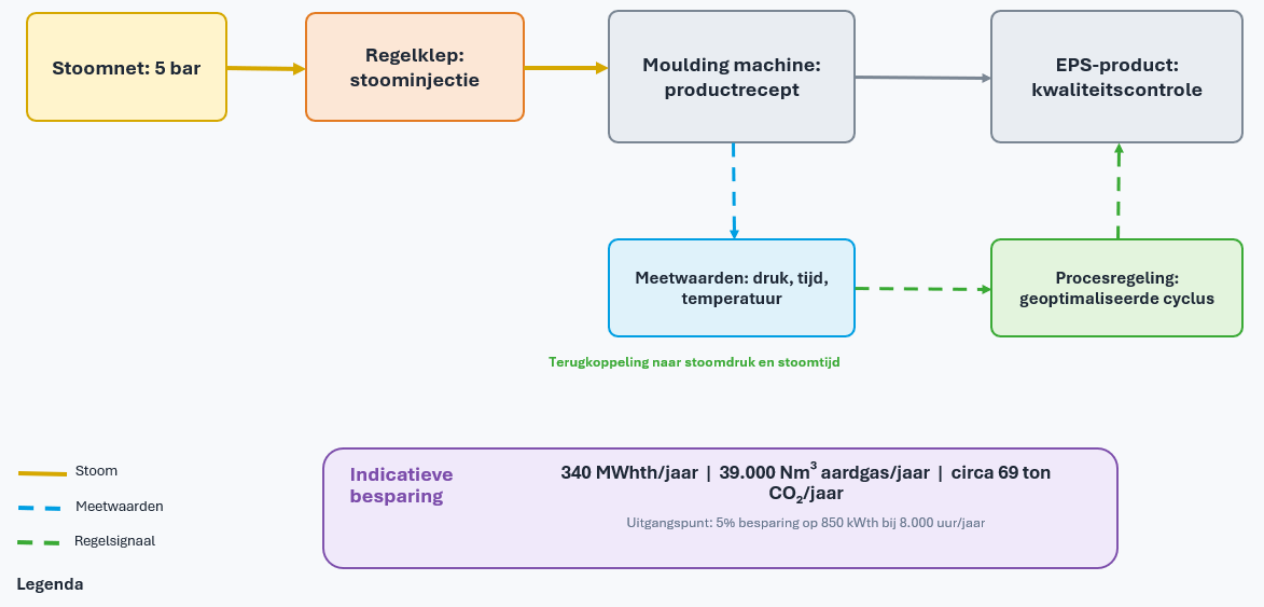
Maatregel #4:

Stoominjectie afstemmen op het product en cyclustijden verkorten

Technische omschrijving

Tijdens het vormproces worden de voorgeschuimde EPS-parels met stoom verwarmd en aan elkaar gehecht. De benodigde hoeveelheid stoom hangt af van productdichtheid, geometrie, matrijstemperatuur, stoomdruk, ontluchting, vacuüm en koeling. Procesinstellingen worden in de praktijk regelmatig conservatief gekozen om de productkwaliteit te borgen, waardoor meer stoom wordt gebruikt dan strikt noodzakelijk.

De maatregel bestaat uit het optimaliseren van recepturen en instellingen per producttype. Mogelijkheden zijn het verlagen of faseren van de stoomdruk, verkorten van de stoomtijd, verbeteren van ontluchting, optimaliseren van vacuüm en koeling en voorkomen van onnodig nastomen. Het verkorten van de cyclustijd valt hieronder, mits productkwaliteit, maatvastheid en droging behouden blijven.



Figuur 24 – Schema maatregel 4 EPS

De maatregel reduceert het aardgasgebruik doordat minder stoom wordt geproduceerd en gebruikt in het vormproces. Uitgaande van een besparing van 5% op het stoomgebruik van de vormmachines resulteert dit in een warmtebesparing van circa 340 MWh/jaar.

Energiebesparing

- Warmtebesparing: circa 340 MWh/jaar
- Aardgasbesparing: circa 41.000 Nm^3/jaar
- Elektriciteitsbesparing: circa 68 MWh/jaar
- Netto CO_2-reductie: circa 71 ton CO_2/jaar

Commerciële uitwerking

- Warmtegebruik vormproces: circa 850 kWth
- Besparing: circa 45 kWth
- Indicatieve CAPEX: € 10.000 – € 50.000
- Vollasturen: 8.000 uur/jaar

Implementatiefactoren

Congestie

De impact op netcongestie en het elektrische systeem is verwaarloosbaar. Door kortere cyclustijden en efficiënter gebruik van vacuüm en koeling daalt het elektriciteitsgebruik van pompen en randapparatuur licht.

Retrofitting

De oplossing is relatief eenvoudig inpasbaar, omdat vooral bestaande recepturen en procesinstellingen worden aangepast en doorgaans geen grote technische investeringen nodig zijn. Wel zijn praktijktesten per producttype en matrijs nodig om de optimale instellingen vast te stellen zonder verlies van productkwaliteit, maatvastheid of productiecapaciteit.

Duurzaamheid en andere emissies

De maatregel verlaagt het aardgasgebruik en daarmee de directe CO_2- en NO_x-uitstoot. Door de lagere stoomvraag neemt ook het watergebruik voor stoomproductie en ketelspui beperkt af.

Technische maturiteit

Deze maatregel wordt al veel toegepast binnen de EPS-industrie en vergelijkbare vormprocessen. Het optimaliseren van stoomdruk, stoomtijd, ontluchting, vacuüm en koeling is een gangbare vorm van procesoptimalisatie. De instellingen zijn echter sterk afhankelijk van product en matrijs, waardoor praktijktesten en kwaliteitscontrole per productfamilie nodig blijven

Aanbevelingen

De volgende stap is een haalbaarheidsstudie met de leverancier, waarbij per productfamilie en matrijs proeven worden uitgevoerd. Daarbij worden productkwaliteit, cyclustijd, productiecapaciteit en elektriciteitsgebruik gevalideerd. Vervolgens worden de benodigde aanpassingen aan machines, matrijzen, producthandling, besturing en elektrische infrastructuur bepaald en uitgewerkt in een technisch ontwerp en businesscase.

Subsidiemogelijkheden

Onderstaande informatie moet worden gezien als een eerste oriëntatiepunt. Voor advies dat is toegesneden op uw project en omstandigheden, raadpleeg de subsidiewebpagina's van RVO en laat uw projectvoorstel beoordelen door RVO (zie 'Laat uw projectidee toetsen' onderaan Subsidies voor energie-innovatie | RVO.nl), dit biedt de mogelijkheid om:

- De haalbaarheid van uw idee en de kans van slagen te bespreken
- Uw idee te presenteren en feedback te ontvangen
- Eventuele aanvullende subsidies te identificeren die voor u relevant kunnen zijn

Door deze stappen te zetten vóór de start van de werkzaamheden, vergroot u uw kansen op het verkrijgen van projectfinanciering. Voor meer informatie, zie B. Richtlijnen relevante subsidieregelingen.

Tabel 52 - Subsidiemogelijkheden

Subsidie	Match	Opmerking
DEI+	Hoogstwaarschijnlijk geen match	Vereist een investering in apparatuur, hier niet beschreven.
VEKI	Hoogstwaarschijnlijk geen match	Vereist een investering in apparatuur, hier niet beschreven.
EIA	Hoogstwaarschijnlijk geen match	Vereist een investering in apparatuur, hier niet beschreven.
SDE++	Hoogstwaarschijnlijk geen match	Vereist een investering in apparatuur, hier niet beschreven.

Financieringsconstructies

Hieronder worden mogelijke relevante financieringsconstructies weergegeven. Voor meer informatie zie C. Richtlijnen relevante financieringsopties.

Tabel 53 - Financieringsconstructies

Model	Match	Opmerking
Balansinvestering	Open	
Lease	Niet mogelijk	
Extern eigendom & exploitatie (ESCO)	Niet mogelijk	

Te lage CAPEX.

Vergunningsscan

De onderstaande tabel geeft aan welk effect deze maatregel op het milieu heeft en of dit gevolgen kan hebben voor de algemene regels of de locatie-specifieke vergunning.

Tabel 54 - Vergunningsscan

Milieu-/omgevingsaspect	Verwachte verandering door maatregel	Verwachte vergunningsimpact
Water en bodem	Geen verandering	Niet van toepassing
Emissies naar de lucht	Vermindering van CO_2 en NO_x als gevolg van afname van aardgas verbruik	Positieve impact
Energiegebruik	Vermindering van aardgasgebruik	Positieve impact; documenteer de maatregel in het zorg- onderhoudssysteem en zo nodig in EED documentatie
Geluid	Geen verandering	Niet van toepassing
Geur	Geen verandering	Niet van toepassing
Gevaarlijke stoffen	Geen verandering	Niet van toepassing
Externe veiligheid	Geen verandering	Niet van toepassing

Een Vergunningscheck van het Omgevingsloket is niet nodig. Zie voor meer informatie D. Richtlijnen relevante vergunningen.

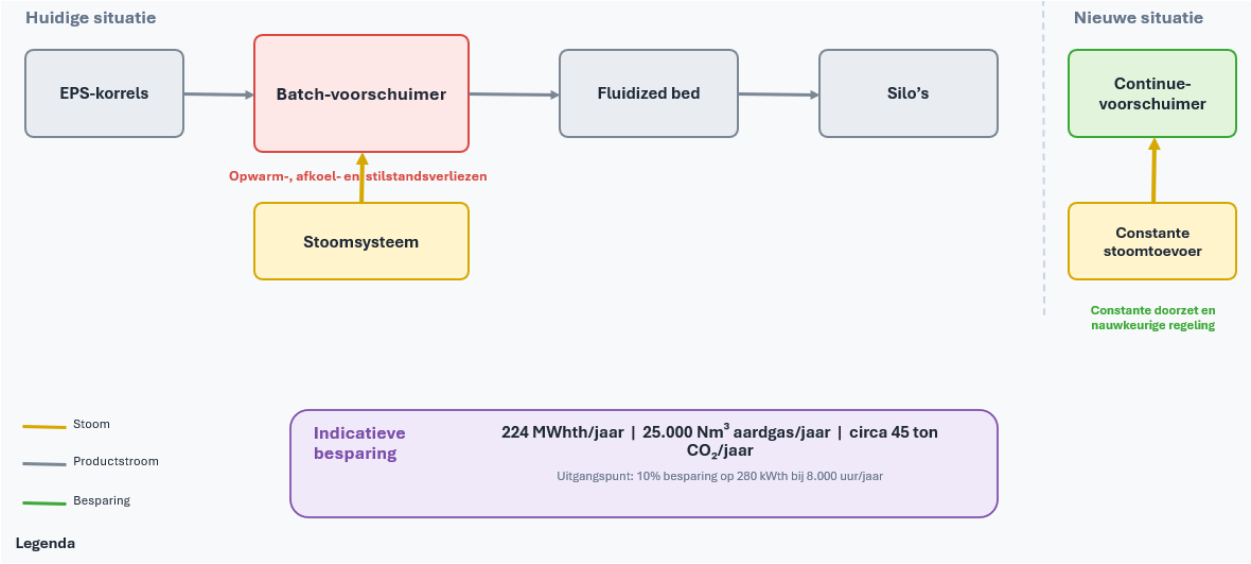
EPS

Maatregel #5:

Continu in plaats van batchgewijs voorschuimen

Technische omschrijving

Bij batchgewijs voorschuimen ontstaan opwarm-, afkoel- en stilstandsverliezen. Bij een continue voorschuimer worden de EPS-korrels met een constante doorzet gevoed, waardoor stoomtoevoer, verblijftijd en productdichtheid nauwkeuriger geregeld kunnen worden.



Figuur 25 – Schema maatregel 5 EPS

De maatregel reduceert het aardgasgebruik doordat minder warmte verloren gaat tijdens het opstarten en beëindigen van batches. Uitgaande van een besparing van 10% op het voorschuimproces resulteert dit in een warmtebesparing van circa 224 MWh/jaar.

Bijkomende voordelen zijn een constantere productkwaliteit, betere reproduceerbaarheid en mogelijk een hogere productiviteit. Voor de inpassing moet rekening worden gehouden met grondstoftoevoer, beschikbare ruimte, fluidized bed, transport, silo- en rijpingscapaciteit, het stoom- en condensaatsysteem en de bestaande productielogistiek

Energiebesparing

- Warmtebesparing: 368 MWh/jaar
- Aardgasbesparing: 44.000 Nm^3/jaar
- Elektriciteitsbesparing: circa 45 MWh/jaar
- Netto CO_2-reductie: 78 ton CO_2/jaar

Commerciële uitwerking

- Warmtegebruik voorschuimen: circa 280 kWth
- Besparing: circa 46 kWth
- Vollasturen: 8.000 uur/jaar
- Indicatieve CAPEX: € 150.000 – € 500.000

Implementatiefactoren

Congestie

De impact op netcongestie en het elektrische systeem is naar verwachting beperkt. Een continue voorschuimer kan extra elektrisch vermogen vragen voor de gelijkmatige grondstoftoevoer, ventilatoren en pneumatisch transport, maar grote vermogenspieken door batchstarts worden mogelijk verminderd. De bestaande elektrische aansluiting en installatie moeten worden gecontroleerd op het benodigde vermogen en de gelijktijdige belasting; een netverzwaring is doorgaans niet nodig.

Retrofitting

De oplossing is redelijk inpasbaar, maar vraagt meer aanpassingen dan alleen procesoptimalisatie. De continue voorschuimer moet worden geïntegreerd met de grondstoftoevoer, het fluidized bed, transport, silo's, rijping en het stoom- en condensaatsysteem. Vooral de beschikbare ruimte, productmix en aansluiting op de bestaande productielogistiek bepalen de haalbaarheid.

Duurzaamheid en andere emissies

De maatregel verlaagt het aardgasgebruik en daarmee de directe CO_2- en NO_x-uitstoot. Door de lagere stoomvraag neemt ook het verbruik van suppletiewater en ketelwater beperkt af.

Technische maturiteit

Deze maatregel wordt al toegepast in de EPS-industrie en is technisch bewezen. Continue voorschuimers zijn vooral geschikt voor fabrieken met een hoge, stabiele productie en een beperkte variatie in productdichtheden. Bij een sterk wisselende productmix blijft batchgewijs voorschuimen vaak praktischer vanwege de grotere flexibiliteit en nauwkeurigere dichtheidsregeling.

Aanbevelingen

De volgende stap is een haalbaarheidsonderzoek waarbij productievolume, productmix, dichtheidsvariaties en batchverliezen worden geanalyseerd. Vervolgens worden samen met leveranciers de benodigde capaciteit, ruimte, aansluitingen op stoom en condensaat en aanpassingen aan transport, silo's en productielogistiek bepaald. Op basis van praktijktesten kan daarna een businesscase en implementatieplan worden opgesteld.

Subsidiemogelijkheden

Onderstaande informatie moet worden gezien als een eerste oriëntatiepunt. Voor advies dat is toegesneden op uw project en omstandigheden, raadpleeg de subsidiewebpagina's van RVO en laat uw projectvoorstel beoordelen door RVO (zie 'Laat uw projectidee toetsen' onderaan Subsidies voor energie-innovatie | RVO.nl), dit biedt de mogelijkheid om:

- De haalbaarheid van uw idee en de kans van slagen te bespreken
- Uw idee te presenteren en feedback te ontvangen
- Eventuele aanvullende subsidies te identificeren die voor u relevant kunnen zijn

Door deze stappen te zetten vóór de start van de werkzaamheden, vergroot u uw kansen op het verkrijgen van projectfinanciering. Voor meer informatie, zie B. Richtlijnen relevante subsidieregelingen.

Tabel 55 - Subsidiemogelijkheden

Subsidie	Match	Opmerking
DEI+	Hoogstwaarschijnlijk geen match	Waarschijnlijk geen demonstratie, maar een bewezen technologie.
VEKI	Kan een match zijn	Valt onder Energie-efficiëntie (art. 38). Er zijn drie vergelijkbare referentieprojecten nodig om in aanmerking te komen, en de >5 jaar terugverdientijd moet worden gehaald.
EIA	Kan een match zijn	Waarschijnlijk geen specifieke code; de generieke code 320000 zou kunnen gelden, met een vereiste netto besparingsratio van minimaal 0,4 Nm^3 gasequivalent per geïnvesteerde euro per jaar. Daarnaast stelt code 320000 een minimale CAPEX voor een gegeven energiebesparing, waarvan de berekening op de Energielijst te vinden is.
SDE++	Geen match	Er is hier geen sprake van opwekking van hernieuwbare energie

Financieringsconstructies

Hieronder worden mogelijke relevante financieringsconstructies weergegeven. Voor meer informatie zie C. Richtlijnen relevante financieringsopties.

Tabel 56 - Financieringsconstructies

Model	Match	Opmerking
Balansinvestering	Open	
Lease	Twijfelachtig	Operational lease
Extern eigendom & exploitatie (ESCO)	Niet waarschijnlijk	

Vergunningsscan

De onderstaande tabel geeft aan welk effect deze maatregel op het milieu heeft en of dit gevolgen kan hebben voor de algemene regels of de locatie-specifieke vergunning.

Tabel 57 - Vergunningsscan

Milieu-/omgevingsaspect	Verwachte verandering door maatregel	Verwachte vergunningsimpact
Water en bodem	Geen verandering	Niet van toepassing
Emissies naar de lucht	Vermindering van CO_2 en NO_x als gevolg van afname van aardgas verbruik	Positieve impact
Energiegebruik	Vermindering van aardgasgebruik	Positieve impact; documenteer de maatregel in het zorg- onderhoudssysteem en zo nodig in EED documentatie
Geluid	Geen verandering	Niet van toepassing
Geur	Geen verandering	Niet van toepassing
Gevaarlijke stoffen	Geen verandering	Niet van toepassing
Externe veiligheid	Geen verandering	Niet van toepassing

Een Vergunningscheck van het Omgevingsloket is niet nodig. Zie voor meer informatie D. Richtlijnen relevante vergunningen.

EPS

Voorbeeld routekaart naar implementatie

Routekaart naar implementatie

Een logische eerste stap is het uitvoeren van gerichte metingen aan de belangrijkste EPS-processtappen om het stoom-, elektriciteits- en warmtegebruik, de cyclustijden en de beschikbare restwarmtestromen vast te stellen. Vervolgens kunnen relatief eenvoudig inpasbare optimalisaties worden uitgevoerd. Het optimaliseren van de stoominjectie en het verkorten van cyclustijden ligt daarbij voor de hand als eerste maatregel. Daarna kan restwarmte worden ingezet om luchtstromen voor het voorschuimen en drogen voor te verwarmen.

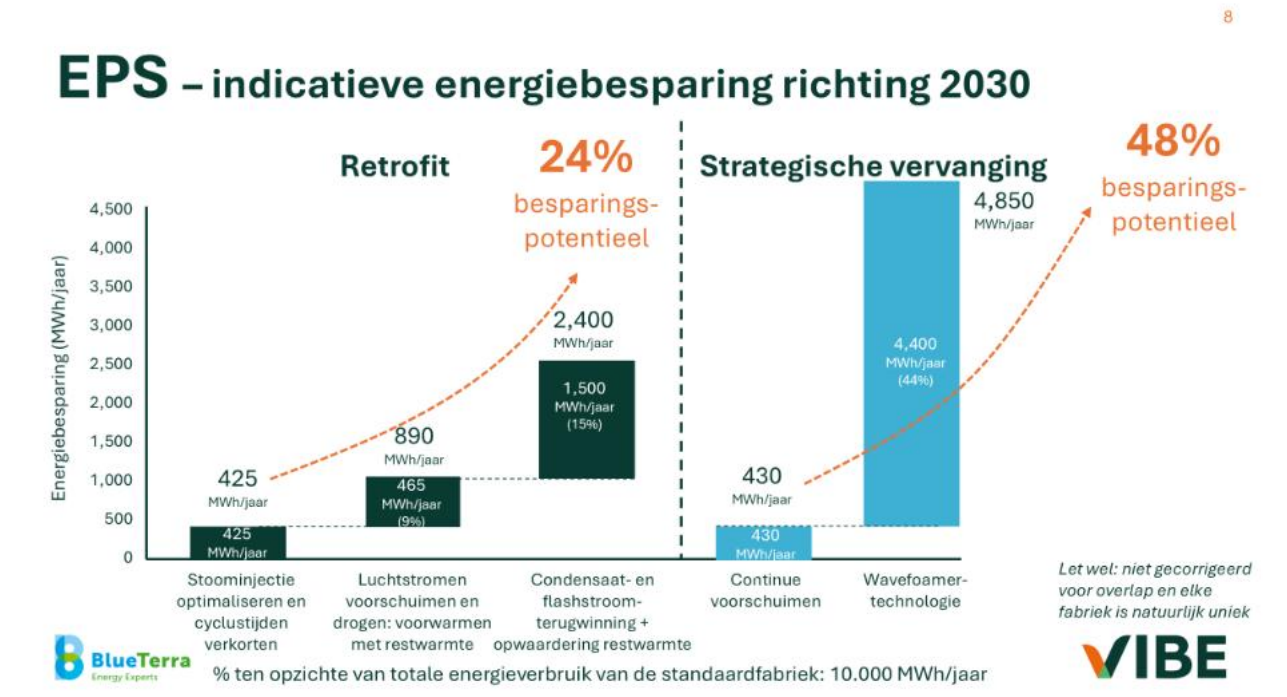
Na uitvoering van deze maatregelen kan de terugwinning van condensaat en flashstoom, eventueel in combinatie met opwaardering van restwarmte, worden uitgewerkt. Deze maatregel heeft een groot theoretisch potentieel, maar moet opnieuw worden gedimensioneerd op basis van de resterende warmtevraag. De besparingen overlappen gedeeltelijk met eerdere procesoptimalisaties en mogen daarom niet zonder meer bij elkaar worden opgeteld.

Naast retrofit en procesoptimalisatie zijn er strategische vervangingsroutes. Wavefoamer-technologie kan de stoomgevoede vormstap voor geschikte productfamilies vervangen. Deze route vermijdt circa 6.800 MWh per jaar aan vormstoom, maar vraagt naar verwachting circa 1.380–1.700 MWh per jaar extra elektriciteit. Toepassing vraagt daarom om een pilot per productfamilie en is vooralsnog vooral relevant voor vormdelen en niet voor blokvorming. Een tweede strategische optie is continu voorschuimen. Deze optie is vooral passend bij stabiele en hoge productievolumes.

De indicatieve volgorde voor het retrofitscenario is: procesmetingen en vaststelling van het referentieverbruik; optimalisatie van stoominjectie en cyclustijden; voorverwarming van luchtstromen voor voorschuimen en drogen met restwarmte; en vervolgens condensaat- en flashstoomterugwinning met eventuele opwaardering van restwarmte. Zonder correctie voor onderlinge overlap bedraagt het bruto besparingspotentieel van deze route circa 2.400 MWh per jaar.

De strategische vervangingsopties worden afzonderlijk beoordeeld en niet boven op dit retrofitscenario opgeteld.

De weergegeven volgorde en besparingen zijn richtinggevend. Bij de verdere uitwerking moet per processtap en productfamilie worden bepaald of optimalisatie van de bestaande installatie of strategische vervanging technisch en economisch het meest passend is. Daarbij moet rekening worden gehouden met productkwaliteit, productievolume, beschikbare restwarmte, de resterende stoomvraag en de extra elektriciteitsvraag. Ook moet worden gecorrigeerd voor overlap tussen maatregelen, omdat het gezamenlijke besparingseffect lager kan zijn dan de som van de afzonderlijke potentiëlen



Figuur 26 – Routekaart implementatie top 5 maatregelen

VIBE

EPS

Watchlist & longlist

In onderstaande tabellen zijn overzichten weergegeven van de maatregelen die uit de brainstorm gekomen zijn, maar niet in de top 5 terecht gekomen zijn. Maatregelen die niet tot de vijf prioritaire opties behoren, zijn niet definitief afgevallen. Maatregelen met een kansrijk maar nog onvoldoende onderbouwd potentieel (bijv. TRL-niveau) zijn opgenomen in de watchlist. Opties met een beperkter besparingspotentieel, een langere terugverdientijd of een lagere technische toepasbaarheid zijn opgenomen in de longlist aan het einde van dit katern. Hiermee blijven deze maatregelen beschikbaar voor heroverweging bij gewijzigde energieprijzen, productieomstandigheden, investeringsmomenten of technologische ontwikkelingen.

Tabel 58 - Watchlist

M#	Maatregel	Groep	Indicatieve besparing
21	Direct van voorschuimer naar vorming	Vormgeving (blok- of vormgieten)	10-25%

Tabel 59 - Longlist

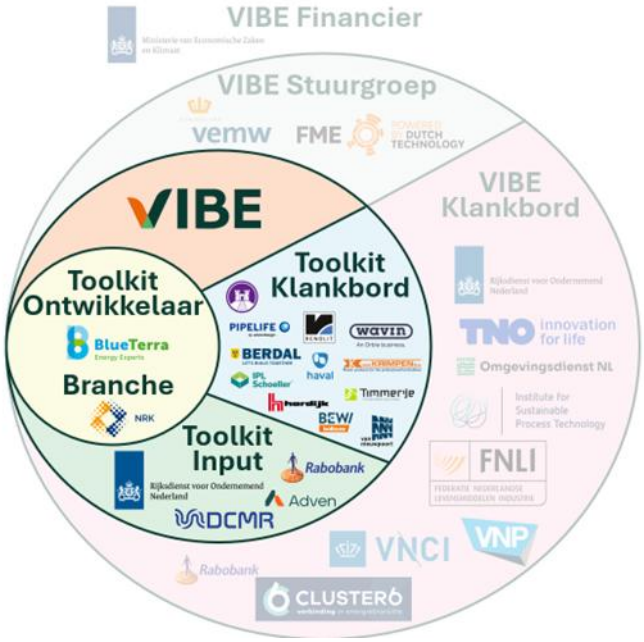
M#	Maatregel	Groep	Indicatieve besparing
2	Vacuüm pre-expander (drogen met vacuüm i.p.v. in wervelbed)	Voorschuimen / pre-expanderen	<5%
4	Vacuümkoeling bij blokvorming	Vormgeving (blok- of vormgieten)	<5%
6	CoreLess Poly Foamer (Kurtz)	Vormgeving (blok- of vormgieten)	25-50%
7	Isolatie van machines en leidingen	Algemeen	<5%
8	Advanced automation	Algemeen	5-10%
11	Benutting koelwater en warmte uit afvoerlucht. Toe te passen voor kantoorverwarming.	Restwarmtebenutting	<5%
13	Drycoolers of hybride coolers	Algemeen	<5%
14	Transfermachine toepassen	Algemeen	5-10%
15	Lichtere moulds toepassen (ander materiaal)	Algemeen	<5%
16	Additieven toepassen	Algemeen	5-10%
18	Blokvormer voorverwarmen met restwarmte	Vormgeving (blok- of vormgieten)	<5%
20	Matrijs en productontwerp optimaliseren	Vormgeving (blok- of vormgieten)	<5%
22	Aandeel gerecycled verhogen, verminderd energiegebruik fabriek	Algemeen	5-10%
23	Toepassen stoomaccumulator	Stoomproductie	<5%
24	Elektrische stoomgenerator	Stoomproductie	5-10%
25	Stoomopwekking met zonthermisch	Stoomproductie	5-10%

Bijlagen

A. Betrokken partijen

Betrokken partijen bij het tot stand komen van deze Toolkit

Hieronder is een overzicht van de bedrijven en instanties die betrokken waren bij het tot stand komen van deze Toolkit.



Figuur 27 – overzicht betrokken instanties en bedrijven

Brancheverenigingen: NRK

NRK

De Federatie Nederlandse Rubber– en Kunststofindustrie (NRK) behartigt de belangen van zo'n 400 bedrijven geclusterd in 15 brancheverenigingen. Deze bedrijven hebben gezamenlijk een omzet van ruim € 13 miljard en zorgen voor ongeveer 50.000 banen in Nederland.

Wij werken aan een gezond klimaat voor de maakindustrie en stimuleren concurrentiekracht, innovatie en kennisoverdracht, scholing en vakopleiding, een beter milieu en recycling. Onze leden ondernemen duurzaam en met oog voor people, planet, profit en polymeren. Met innovatie lopen zij voorop.

De NRK is uitermate verwelkomend geweest om de VIBE Toolkit voor hun branche ontwikkeld te krijgen. Meteen al bij hun eerstvolgende ledenvergadering werd deelname aan het VIBE-programma aangekondigd. Daarna zijn ze betrokken geweest bij:

- Selectie van de consultant voor het samenstellen van de VIBE Toolkit
- Definitie van de standaardfabrieken
- Selectie van klankbordbedrijven
- Algemene promotie van de VIBE Toolkit via de NRK Magazine, NRK website en op de Kunststofbeurs in de Brabanthallen mid september '26

Toolkit ontwikkelaar: BlueTerra

Onze missie: de energietransitie haalbaar maken.

BlueTerra maakt de energietransitie begrijpelijk en haalbaar. Wij helpen organisaties met concrete stappen naar CO_2-reductie, energiebesparing en duurzame bedrijfsvoering.

Wij geloven in een toekomst waarin duurzame energie en circulaire oplossingen de norm zijn. Met innovatieve strategieën en praktische oplossingen willen we een toonaangevende rol spelen in het realiseren van een klimaatneutrale industrie.

Na een openbare aanbesteding is BlueTerra Energy Experts geselecteerd om deze Toolkit te ontwikkelen. Hun ervaring in de branche was onderscheiden bij deze keuze. Dit gaf de ontwikkeling van de VIBE Toolkit een vliegende start. Zij hebben:

- Standaardfabriek gedefinieerd
- Energieanalyse uitgevoerd
- Long list van oplossingen ontwikkeld
- Top-5 geselecteerd en verder uitgewerkt
- De VIBE Navigator, -Calculator en -Catalog samengesteld
- Periodiek de klankbordbedrijven betrokken bij het ontwikkelproces

Deelnemende klankbordbedrijven

Om ervoor te zorgen dat de informatie relevant voor de branche is, is periodiek een validatieslag gehouden met een select aantal bedrijven uit de branche:

- Toetsing van de standaardfabrieken (extrusie, spuitgieten en EPS)
- Toetsing van de long list van mogelijk energiebesparende maatregelen
- Toetsing van de top-5
- Toetsing van de Navigator (uitwerking van de top-5)

Tabel 60 – Overzicht deelnemende klanbordbedrijven

Bedrijf	Website
Extrusie bedrijven	
Pipelife	www.pipelife.nl
Renolit	www.renolit.nl
Wavin Nederland	https://wavin.com/nl
Wittenburg B.V.	https://wittenburggroup.com/wittenburg-bv
Spuitgiet bedrijven	
Berdal	www.berdal.com
Haval	www.haval.nl
IPL Schoeller	www.iplschoeller.com
Timmerije	www.timmerije.nl
Van Krimpen	https://krimpen.nl
EPS productiebedrijven	
BEWI Isobouw	www.bewi-isobouw.nl
Hordijk	https://hordijk.nl
Van Nieuwpoort	https://van-nieuwpoort.com/eps-products

VIBE Organisatie

We helpen industriële bedrijven met energie besparen. We geven duidelijke technische en financiële informatie.

Onze ambitie is om duizend van de grootste bedrijven in de industrie vanuit realisme te enthousiasmeren en helpen om gemiddeld tot wel 40% besparing op het energiegebruik te kunnen komen.

De branche-aanpak en algemene Toolkit opzet (Navigator, Calculator en Catalog) is bedacht door het VIBE Kernteam. Daarna

- Betrekken we de branches
- Leiden we de aanbesteding om de beste consultant te selecteren
- Bewaken we de kwaliteit van de Toolkits
- Ontwikkelden we de Calculator
- Trekken we lessen uit de verschillende Toolkit ontwikkeltrajecten en geven we die lessen door aan toekomstige consultants
- Helpen we met de promotie van Toolkits zodra ze af zijn

Partners met actieve input in de VIBE Toolkits

RVO

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland

Wij zijn RVO. We ondersteunen, adviseren en stimuleren ondernemend Nederland. We helpen ondernemers met innoveren en verduurzamen. Nationaal en internationaal, want ons werk stopt niet bij de grens. We staan in de wereld voor grote uitdagingen. Het is tijd om onze economie, energievoorzieningen, landbouw en voedselsystemen duurzamer te maken. RVO werkt vandaag al aan morgen.

RVO helpt VIBE actief mee op diverse fronten:

- Identificeren van mogelijke technologieën (RVO sponsort regelmatig het ontwikkelen van technologie best practices) in het algemeen
- Identificeren van reeds gesubsidieerde duurzaamheidsprojecten binnen een branche
- Identificeren van subsidiemogelijkheden rondom individuele VIBE top-5 maatregelen
- Actief meedenken over communicatie mogelijkheden om Toolkits die af zijn beter in de ‘spotlight’ te brengen

Daarnaast is de RVO een gewaardeerd lid van de klankbordgroep.

Rabobank

Rabobank is een internationale, coöperatieve bank met Nederlandse oorsprong. Een bank zonder aandeelhouders, maar met leden. Een bank van meer samen en minder alleen (www.rabobank.nl/bedrijven/zakelijk-financieren)

De Rabobank heeft input geleverd op de financieringsmogelijkheden, met name voor leaseconstructies.

Adven

Adven is een toonaangevende Europese energiegroep die duurzame industriële energie- en wateroplossingen ontwikkelt, financiert en beheert.

Adven heeft input geleverd op de financieringsmogelijkheden, met name voor ESCO constructies.

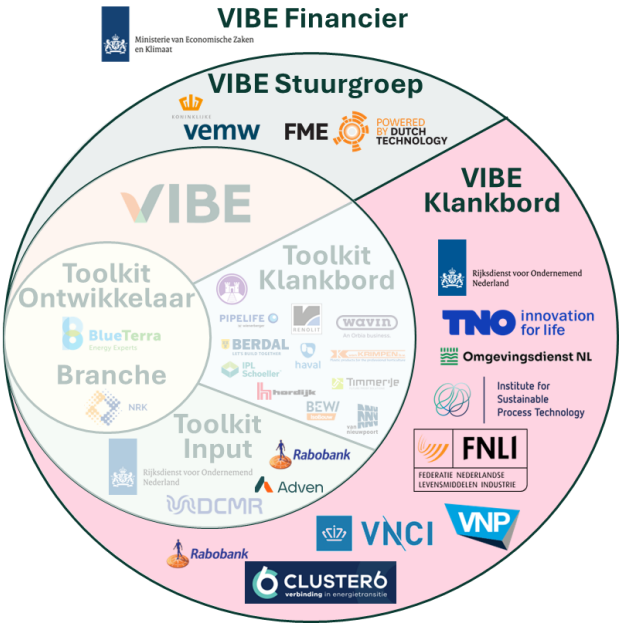
DCMR

DCMR Milieudienst Rijnmond is de gezamenlijke omgevingsdienst van de provincie Zuid-Holland en dertien gemeenten in de regio Rijnmond. DCMR zet zich in voor een gezonde, veilige en duurzame leefomgeving voor de 1,3 miljoen inwoners van de Rijnmondregio. We verlenen milieuvergunningen aan bedrijven en controleren op de naleving van geldende milieuregels en andere wet- en regelgeving. Daarnaast geeft DCMR adviezen aan overheden over ruimtelijke plannen met als doel een toekomstbestendig gebruik van de fysieke leefomgeving.

De consultancy tak van DCMR helpt actief mee door aan te geven wat voor vergunningsconsequenties aangedragen VIBE Top-5 maatregelen kunnen hebben.

Betrokken partijen bij het tot stand komen van het VIBE-programma

Hieronder is een overzicht van de bedrijven en instanties die betrokken zijn bij het overkoepelend VIBE-programma.



Figuur 28 – Betrokken partijen bij het overkoepelend VIBE-programma

VIBE Stuurgroep

VEMW

VEMW is hét kenniscentrum en dé belangenbehartiger voor zakelijke afnemers van elektriciteit, gas, waterstof, warmte en water in Nederland. Al meer dan 100 jaar werken we met onze leden aan betrouwbare, betaalbare en toekomstbestendige energie- en watervoorzieningen.

We vertegenwoordigen bedrijven en instellingen en geven, door kennis te bundelen en belangen te verenigen, richting aan nationaal en Europees beleid. Met actuele informatie, deskundig advies en een sterk netwerk helpen we leden bij complexe vraagstukken.

Samen met onze leden zetten we ons in voor oplossingen voor de energie- en watertransitie die écht verschil maken.

VEMW is samen met FME de initiatiefnemer van het VIBE-programma.

FME

De kracht van technologie en samenwerking

Wij zijn FME, de ondernemersorganisatie voor de technologische industrie. Samen met onze leden creëren we oplossingen die Nederland en de wereld sterker maken: duurzaam, innovatief en voor iedereen. Wij verbinden, versnellen en verdedigen, zodat jouw ideeën werkelijkheid worden – vandaag én morgen.

FME is samen met VEMW de initiatiefnemer van het VIBE-programma.

Subsidieverstrekker

Ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Voor een innovatief én ondernemend Nederland!

- *Het bouwen aan een productieve, weerbare en duurzame economie*
- *Het benutten van kansen voor ondernemerschap en innovatie*
- *Het vormgeven van klimaatbeleid en digitalisering*

VIBE Klankbordgroep

DE VIBE Klankbordgroep is letterlijk de vraagbaak van het VIBE Kernteam, om vanuit diverse hoeken feedback te krijgen. Daarnaast denkt de klankbord actief mee over het VIBE-initiatief. Deelnemers van klankbordgroep zijn:

- RVO: Maakt de koppeling met relevante (subsidie)regelingen en het Nationaal Platform Verduurzaming Industrie (NPVI)
- TNO: Maakt de koppeling met kennis en innovatie en signaleert nieuwe ontwikkelingen
- FNLI: Is als brancheverenigingde link naar 17 branches en ongeveer 500 bedrijven in de levensmiddelenindustrie
- VNP: Is als brancheverenigingde link naar 17 bedrijven in de papier- en kartonindustrie
- VNCI: Is als brancheverenigingde link naar de chemische industrie en vertegenwoordigt circa 380 bedrijven (van kleine startups tot multinationals)
- Rabobank: Vertegenwoordigt de commerciële banken
- ISPT: Het Institute for Sustainable Process Technology is een belangrijke partner die dicht bij de industrie staat en projecten initieert en organisaties aan elkaar linkt
- ODNL:De Omgevingsdienst NL is de koepelorganisatie voor de omgevingsdiensten
- Cluster6: Cluster6 vertegenwoordigt de regionale industrie in Nederland. Als netwerk- en uitvoeringsorganisatie ondersteunen we Cluster 6-bedrijven bij hun verduurzamingsopgave

B. Richtlijnen relevante subsidieregelingen

Dit memo bevat algemene informatie op hoofdlijnen en is geen advies over een concreet project of een toezegging over subsidiabiliteit. De geldende regelgeving – de subsidieregelingen en handleidingen zoals gepubliceerd door RVO, de Energielijst (EIA) en de onderliggende wet- en regelgeving – vormt de werkelijke basis; bij afwijking gaat die te allen tijde vóór de inhoud van dit memo. Regelingen, budgetten en voorwaarden wijzigen bovendien per openstellingsronde. Of een project daadwerkelijk in aanmerking komt voor subsidie (VEKI, DEI+, SDE++) of energie-investeringsaftrek (EIA) kan uitsluitend worden vastgesteld via een daadwerkelijke aanvraag respectievelijk melding, en de beoordeling daarvan door RVO.

Voor advies over uw project en situatie, bezoek de webpagina's over subsidies van RVO en laat uw projectidee toetsen (zie link geheel onderaan) bij RVO:

- Bespreek samen de haalbaarheid van uw idee en de kans van slagen.
- Licht uw idee toe en ontvang feedback.
- U ontdekt mogelijk andere subsidies die voor u interessant zijn.

Dit vóór uw aanvraag doen vergroot uw kans op het verkrijgen van projectsubsidie.

Om te voorkomen dat de voorwaarden en informatie van de subsidieregelingen verkeerd worden weergegeven of geïnterpreteerd, behandelt dit document niet alle voorwaarden en verwijst het naar de juiste pagina's waar deze informatie te vinden is. Dit komt mede doordat deze informatiepagina's actueel worden gehouden. Dit voorkomt dat dit document, of informatie gepresenteerd in de VIBE tool-kit, verouderd raakt. Aansluitend hierop is het belangrijk te vermelden dat onderstaande overzichten gebaseerd zijn op informatie uit 2026. Subsidieregelingen zijn onderhevig aan verandering.

Algemene richtlijnen

- Bekijk alvorens enig voorbereidend werk voor een subsidieaanvraag de desbetreffende websitepagina's van RVO over de subsidies. Daar vindt u aanvullende informatie, handleidingen, rekentools en handige links die u mee moet nemen in uw voorbereidingen.
- Bij verschillende subsidieregelingen kunnen projectideeën getoetst worden bij RVO. Door dit te doen voordat u een aanvraag indient, vergroot u de kans dat uw project slaagt. Meer informatie hierover is ook te vinden op de website.
- Bij verschillende subsidieregelingen is het verplicht om bepaalde berekeningen (bijvoorbeeld terugverdientijd) uit te voeren met de aangeleverde rekentool van de desbetreffende subsidie.
- RVO biedt een breed scala aan subsidieregelingen (WBSO, MOOI, EKOO, MIT, ...) en zelfs binnen onderstaande subsidieregelingen is er een onderscheid in categorieën. In dit overzicht kijken we echter alleen naar regelingen en categorieën die van toepassing kunnen zijn op VIBE-maatregelen.

STUDI: Studies voor Duurzame Industrie

- Aard van het project: financiert een haalbaarheids-, milieu- of vergelijkbare studie ter voorbereiding van een pilot- of demonstratieproject, niet de investering (CAPEX) van de technologie zelf.
- Het vervolgproject moet binnen 10 jaar na de studie tot CO_2-reductie in Nederland leiden.
- De drie studietypen zijn gekoppeld aan een specifiek vervolgtraject:
- Een haalbaarheidsstudie bereidt voor op een pilotproject (bijvoorbeeld een DEI+-pilotproject);
- Een milieustudie bereidt voor op een demonstratieproject of een project met uitontwikkelde technologie (bijvoorbeeld een DEI+-demonstratieproject of een VEKI-project met uitontwikkelde technologie);
- Een vergelijkbare studie is voor een milieu-investering die niet onder de AGVV valt.
- Terugverdientijd: geen terugverdientijd-eis, dit instrument financiert de onderzoeksfase, niet de investeringsbeslissing zelf.
- Open aanvraagronde met vaste periode, beoordeling op volgorde van binnenkomst tot budget op is.

DEI+: Demonstratie Energie en klimaat Innovaties

- Aard van het project: pilot- of demonstratieproject met een innovatieve/onbewezen technologie, nieuw voor Nederland. Voor VIBE-oplossingen zijn (hoogstwaarschijnlijk) alleen demonstratieprojecten van toepassing:
    - Demonstratieprojecten: u demonstreert de technologie. De technologie of het gebruik ervan is nieuw voor Nederland. En er zijn technische en economische risico's, omdat het nog niet helemaal zeker is of de technologie goed werkt en winstgevend is.
    - VIBE-oplossingen vallen hoogstwaarschijnlijk onder artikel 36 (overige CO_2-reductie) of 38 (energie-efficiëntie).
    - Project duurt max. 4 jaar; moet binnen 10 jaar na start tot CO_2-reductie in Nederland leiden.
- U start met de uitvoering van uw project binnen 6 maanden na een brief van RVO met de goedkeuring van uw subsidieaanvraag (subsidiebeschikking).
- U mag vóór het indienen van uw aanvraag nog niet met uw project starten, geen verplichtingen aangaan en geen kosten maken (ook niet als u deze kosten nog niet betaalt).
- Terugverdientijd: geen terugverdientijd-eis — dit instrument stuurt op technisch/economisch risico van innovatie, niet op terugverdientijd.
- Open aanvraagronde (vaste periode), beoordeling op volgorde van binnenkomst tot budget op.

VEKI: Versnelde klimaatinvesteringen industrie aanvragen

- Aard van het project: investering in bewezen (TRL 8-9) CO_2-besparende technologie bij een bestaand industrieel proces.
- Terugverdientijd: bedoeld voor investeringen die zonder subsidie een terugverdientijd van meer dan 5 jaar hebben

    - Gebruik voor een terugverdientijdberekening voor een VEKI-aanvraag het rekenmodel onderaan de VEKI-pagina.
- De subsidie kan begrensd worden door het "CO_2-prijsplafond". Dit wordt berekend als €80/ton x vermeden ton CO_2 over 15 jaar.
- U start niet met de werkzaamheden aan uw project voordat u de subsidieaanvraag indient. Onder 'start van de werkzaamheden' valt:
    - Het beginnen van bouwwerkzaamheden voor uw investering;
    - Het aangaan van bestellingen zonder dat u dit kunt terugdraaien;
    - Het aangaan van andere verplichtingen die uw investering onomkeerbaar maken.
- Vereist bewezen werking: minimaal 3 industriële referentieprojecten in vergelijkbare dienst.
- Open aanvraagronde (vaste periode), beoordeling op volgorde van binnenkomst tot budget op is

EIA: Energie Investeringsaftrek (EIA)

- Aard van het project: investering in een bedrijfsmiddel dat met een specifieke code op de Energielijst staat, of een generiek bedrijfsmiddel dat aantoonbaar aan een besparingsnorm voldoet.
- Terugverdientijd: sommige codes hebben een terugverdientijd-eis; andere codes kennen geen terugverdientijdtoets.
    - Terugverdientijdberekening moet de EIA-terugverdientijdberekening volgen.
- Fiscale aftrek, geen directe subsidiestorting.
- Geen bewezen-werking-eis zoals bij VEKI, wél moet het bedrijfsmiddel matchen met een concrete Energielijst-code.
- Geen aanvraagronde: melding binnen 3 maanden na het aangaan van de investeringsverplichting, het hele jaar door.

SDE++: Stimulering Duurzame Energieproductie en Klimaattransitie

- Aard van het project: productie van hernieuwbare energie of CO_2-arme warmte/productie binnen een specifiek gedefinieerde SDE++-categorie (bijv. elektrische boiler, industriële warmtepomp of restwarmtebenutting).
- Terugverdientijd: geen terugverdientijdtoets — werkt via de onrendabele top (verschil tussen kostprijs en marktwaarde van de energie/CO_2-reductie).
- Exploitatiesubsidie, uitgekeerd over 12-15 jaar per eenheid product (kWh, ton CO_2), niet eenmalig op de investering.
- Alleen relevant als het project binnen een bestaande categorie valt — niet elke energiebesparing komt in aanmerking, vaak met aanvullende technische eisen (bijv. minimumvermogen, rendementseisen).
- Eén gefaseerde aanvraagronde per jaar, rangschikking op subsidie-intensiteit (€/ton CO_2).

NIKI: Nationale Investeringsregeling Klimaatprojecten Industrie

- De NIKI-regeling is doorgaans niet geschikt voor VIBE-maatregelen, vanwege het minimaal aan te vragen subsidiebedrag van €30 miljoen om in aanmerking te komen.
- Aard van het project: opschaling van technologie die al bewezen is op demonstratieschaal, naar grootschalige commerciële toepassing bij een industriële onderneming in Nederland, gericht op significante CO_2-reductie. Het is bedoeld voor technieken die door hun schaal niet passen binnen bestaande instrumenten (VEKI, DEI+, SDE++).

Stapeling en onderlinge effecten van verschillende subsidies

Tabel 61 – Stapeling en onderlinge effecten van verschillende subsidies

Combinatie	Quickscanbehandeling
STUDI & VEKI/DEI+/EIA/SDE++	Complementair, geen concurrentie: STUDI financiert de studiefase (vóór de investeringsbeslissing), de andere regelingen financieren de investering en exploitatie zelf. Kan daarom voorafgaand worden ingezet zonder stapelingsconflict.
VEKI & DEI+	Niet als dubbele steun voor dezelfde kosten. Kies inhoudelijk de passende hoofdregeling.
VEKI/DEI+ & EIA	Goed combineerbaar. Toegekende VEKI vermindert de EIA-grondslag wel (vuistregel: elke toegekende €1 VEKI resulteert in €0,10 minder EIA)
SDE++ & VEKI	Kan, maar uiteindelijke SDE++ kan door staatssteun worden begrensd
SDE++ & EIA	Niet mogelijk
Heat Auction	De Heat Auction is een niet stapelbare regeling. Zie: Innovation Fund 2025 Heat Auction | 19 February 2026

Openstellingskalender 2026

Tabel 62 – Openstellingskalender 2026

Regeling	Open	Sluiten	Duur	Soort
STUDI	18 mei 2026	31 maart 2027	Ca. 10,5 maanden	Open ronde (vaste periode); op volgorde van binnenkomst tot budget op is
DEI+ (Energie- en klimaatinnovaties)	27 januari 2026	30 juli 2026	6 maanden	Open ronde (vaste periode); op volgorde van binnenkomst tot budget op is
VEKI	7 mei 2026	28 januari 2027	Ca. 8,5 maanden	Open ronde (vaste periode); op volgorde van binnenkomst tot budget op is
EIA	Het hele jaar	Het hele jaar	Doorlopend	Geen aanvraagronde; melding binnen 3 maanden na aangaan van de investeringsverplichting
SDE++	27 oktober 2026	26 november 2026	1 maand	Gefaseerd op subsidie-intensiteit (€/ton CO_2); binnen elke fase op volgorde van binnenkomst

Voor VEKI, DEI+, SDE++ en STUDI moet de aanvraag worden ingediend vóórdat een onomkeerbare verplichting voor het project (bij STUDI: de studie) wordt aangegaan. Een intern FID-besluit of voorbereidende engineering is niet automatisch fataal, maar een bindende equipmentbestelling, EPC-contract of uitvoeringsopdracht (bij STUDI: een opdracht aan een extern bureau) kan de aanvraag blokkeren.

Voor EIA moet de melding binnen drie maanden na iedere investeringsverplichting worden ingediend; te laat melden kan het EIA-recht voor die verplichting kosten.

Overzicht subsidiabele kosten en percentages 2026 voor VIBE energiebesparing

Tabel 63 - Overzicht subsidiabele kosten en percentages 2026 voor VIBE energiebesparing

Rege-ling	Subsidiabele kosten	Groot bedrijf	Middelgroot bedrijf	Max. bedrag per project	Overige grenzen
STUDI	Kosten direct verbonden aan uitvoering van de studie (eigen loonkosten en kosten voor externe partijen).	Maximaal 50% van de subsidiabele kosten	Maximaal 60% van de subsidiabele kosten	Eigen loonkosten apart begrensd op max. €25.000, ongeacht de totale studieomvang; bij grotere studies bestaat het gros van de kosten uit externe partijen (adviesbureaus, laboratoria, onderzoeksinstellingen), niet uit eigen personeelsuren. Totaal €4 miljoen	
DEI+	Projectkosten onder art. 36 (overige CO_2-reductie) of art. 38 (energie-efficiëntie); bij demonstratie specifiek de	30% (art. 38) of 40% (art. 36) van de meerkosten (als geen nulscenario, 15-20%)	40% (art. 38) of 50% (art. 36) van de meerkosten (als geen nulscenario, 20-25%)	Demonstratieproject: €30 miljoen	

Rege-ling	Subsidiabele kosten	Groot bedrijf	Middelgroot bedrijf	Max. bedrag per project	Overige grenzen
	meerkosten ten opzichte van een nulscenario. Meerkosten ten opzichte van GEEN nulscenario is ook mogelijk, maar dit halveert het subsidiebedrag				
VEKI	Projectkosten onder art. 36 (overige CO_2-reductie) of art. 38 (energie-efficiëntie); Meerkosten ten opzichte van een nulscenario Meerkosten ten opzichte van GEEN nulscenario is ook mogelijk, maar dit halveert het subsidiebedrag	30% (art. 38) of 40% (art. 36) van de meerkosten (als geen nulscenario, 15-20%) Minimum subsidiebedrag €125.000	40% (art. 38) of 50% (art. 36) van de meerkosten (als geen nulscenario, 20-25%) Minimum subsidiebedrag €30.000	€30 miljoen (uitzonderingen: €25 miljoen voor specifieke restwarmte)	Max. €80 per ton CO_2-reductie over 15 jaar;
EIA	Investeringsbedrag in bedrijfsmiddel op de Energielijst vanaf	40% extra aftrek van de fiscale winst (geen subsidie, maar een fiscale regeling); netto	Zelfde als groot bedrijf	€153 miljoen investeringsbedrag per belastingplichtige (2026)	Bij stapeling met DEI+/VEKI wordt de ontvangen subsidie afgetrokken van de EIA-grondslag vóór de

Rege-ling	Subsidiabele kosten	Groot bedrijf	Middelgroot bedrijf	Max. bedrag per project	Overige grenzen
	€2.500 per bedrijfsmiddel	belastingvoordeel ≈ 40% × vpb-tarief			40%-aftrek; netto belastingvoordeel daalt met circa €0,10 per €1 ontvangen DEI+/VEKI-subsidie
SDE++	N.v.t. (geen percentage van investeringskosten; exploitatiesubsidie per eenheid product)	(Basisbedrag – correctiebedrag) × gerealiseerde productie	Zelfde als groot bedrijf	Geen projectmaximum in €; begrensd door het subsidieplafond van de ronde (€8 miljard in 2026) en max. subsidiabele vollasturen per techniek	Looptijd 12-15 jaar; basisbedrag ligt vast, correctiebedrag jaarlijks herzien door PBL

Voorbeeldberekeningen per subsidie

Onderstaande informatie geeft een voorbeeldberekening per subsidieregeling. Deze voorbeeldberekeningen geven een algemene indicatie van hoe een subsidiebedrag wordt berekend. In werkelijkheid kan dit verschillen per technologie, de toepassing ervan, de omvang van het bedrijf en de subsidie/regeling. Onderstaande berekeningen zijn gebaseerd op de genoemde aannames, waardoor ze kunnen afwijken van de daadwerkelijk toegekende subsidiebedragen in aanvragen.

STUDI

Ter voorbereiding van een demonstratieproject of een investering in een uitontwikkelde technologie (bijvoorbeeld een VEKI-investeringsbesluit), met fictieve kosten en voor een middelgroot bedrijf:

Tabel 64 – voorbeeldberekening STUDI

Omschrijving	Berekening	Bedrag
Kosten externe partijen (adviesbureau/ingenieursbureau)	—	€120.000
Eigen loonkosten	Niet subsidiabel bij een milieustudie	€0
Subsidiabele kosten totaal	Alleen kosten externe partijen	€120.000
Subsidiepercentage	50% (basis) + 10% (opslag middelgroot bedrijf)	60%
Subsidiebedrag	€120.000 × 60%	€72.000

DEI+

Een voorbeeld van een investering in een innovatieve techniek, met een investeringsbedrag van € 2.500.000:

Investering innovatief energiebesparingsproject: € 2.500.000

Nul referentie: conventionele gasketel: € 800.000

Bij DEI+ wordt de subsidie meestal niet automatisch berekend over de gehele investering. De relevante grondslag is meestal het meerkostendeel ten opzichte van een realistisch referentieproject. Voor demonstratieprojecten liggen de subsidiepercentages, afhankelijk van thema en bedrijfsgrootte, ruwweg tussen 30% en 50% van de relevante meerkosten. Het subsidiepercentage hangt af van de steuncategorie. Dit betreft onder andere het percentage voor energie-efficiëntie anders dan in gebouwen. Deze percentages gelden voor de DEI+-openstelling van 2026.

Voorbeeldberekening

Tabel 65 – Berekening meerinvestering project

Post	Bedrag
Investering innovatief project	€ 2.500.000
Kosten gasketel als nulreferentie	− € 800.000
Meerkosten innovatief project	**€ 1.700.000**

De theoretische subsidie wordt dan als volgt berekend: subsidie = meerkosten x subsidiepercentage

Tabel 66 – Berekening theoretische subsidie

Situatie	Percentage	Berekening	Indicatieve subsidie
Grootbedrijf, bijvoorbeeld 30%	30%	€ 1.700.000 × 30%	**€ 510.000**
Middelgroot bedrijf, bijvoorbeeld 40%	40%	€ 1.700.000 × 40%	**€ 680.000**
Klein bedrijf, bijvoorbeeld 50%	50%	€ 1.700.000 × 50%	**€ 850.000**

Voor dit demonstratieproject zou de indicatieve subsidie bijvoorbeeld **tussen €510.000 en €850.000 kunnen liggen**, afhankelijk van de precieze DEI+-categorie, de omvang van het bedrijf en de subsidiabele kosten.

Belangrijke aandachtspunten

Het nulscenario moet aannemelijk maken wat u daadwerkelijk zou investeren zonder het innovatieve project. De referentie-installatie moet daarom functioneel vergelijkbaar zijn en passend bij de situatie, capaciteit en levensduur van het project.

Daarnaast moet worden bepaald welke kosten daadwerkelijk subsidiabel zijn. Zo kunnen kosten voor grond, regulier onderhoud, financiering, algemene bedrijfsvoering en soms onderdelen die niet direct aan de demonstratie zijn toe te rekenen, buiten beschouwing blijven.

VEKI

Ter illustratie van de VEKI-subsidieberekening, gebaseerd op de rekenlogica uit RVO's begrotingsmodel toegepast op een investering die valt onder art. 36 AGVV, voor een middelgroot bedrijf, mét nulscenario:

Tabel 67 – Voorbeeld VEKI-subsidieberekening

Omschrijving	Berekening	Bedrag
Investeringskosten	Totale CAPEX	€2.500.000
Nulscenario investering	Referentie-investering (bijv. vervanging bestaande installatie)	€800.000
Extra investeringskosten	Investeringskosten – Nulscenario investering	€1.700.000
Subsidiepercentage	40% (basis art. 36) + 10% (middelgroot bedrijf)	50%
Maximale steun	Extra investeringskosten × Subsidiepercentage	€850.000
Al ontvangen steun van andere overheden	—	€0
Maximale subsidie	Maximaal ontvangen steun – Al ontvangen steun	€850.000

Effect van geen nulscenario toepassen: kiest de aanvrager ervoor geen nulscenario te hanteren, dan geldt de volledige investering (niet alleen de meerkosten, die dan niet aanwezig zijn) als grondslag, tegen een gehalveerd percentage (in dit voorbeeld 25% in plaats van 50%). Op dezelfde investering (€2.500.000) komt dat neer op €625.000, in dit geval lager dan met nulscenario, maar dat hangt af van de verhouding tussen meerkosten en totale investering en kan per project verschillen.

Let op, ontbrekende toets: CO_2-prijsplafond. Het RVO-rekenmodel voor de VEKI-begroting berekent uitsluitend de subsidie op basis van het percentage van de (extra) investeringskosten. Het bevat geen toets aan het CO_2-prijsplafond van maximaal €80 per ton CO_2-reductie over 15 jaar, dat apart door RVO wordt getoetst en de uiteindelijke subsidie alsnog kan begrenzen, ongeacht wat dit rekenmodel als uitkomst geeft. Hier nog een indicatieve berekening met CO_2-prijsplafond:

Tabel 68 – Berekening CO2-prijsplafond

Omschrijving	Berekening	Bedrag
Beoogde CO_2-besparing	—	300 ton/jaar
Periode van het project	Vaste periode uit de regeling	15 jaar
Max. subsidie per ton CO_2	Vastgesteld plafond VEKI	€80/ton
CO_2-prijsplafond	300 × 80 × 15	**€360.000**

Vergelijking met de percentageberekening uit het VEKI-rekenmodel voor de maximale subsidie:

Tabel 69 – Vergelijking maximale percentageberekening en CO2-prijsplafond

Soort bedrag	Bedrag
Uitkomst van de maximale percentageberekening	€850.000
Uitkomst van het CO_2-prijsplafond	€360.000
Bepalend (laagste van de twee)	**€360.000**

EIA

Ter illustratie van de EIA-berekeningen gebaseerd op een €500.000 energiebesparend project waarvoor een EIA code bestaat.

Tabel 70 – Voorbeeldberekening EIA

Omschrijving	Berekening	Bedrag
Fiscale winst in 2026		€500.000
Vennootschapsbelasting	Voor eerste schrijf t/m €200.000:	19%
	Boven de €200.000:	25,8%
Investering in energieproject		€300.000
EIA percentage		40%
EIA aftrek	40% van €300.000	€120.000
Nieuwe fiscale winst	€500.000 - €120.000	€380.000
Oorspronkelijke vennootschapsbelasting	19% x €200.000 + 25,8% x €300.000	€115.400
Nieuwe vennootschapsbelasting	19% x €200.000 + 25,8% x €180.000	€ 84.440
Fiscaal voordeel	€115.400 - €84.440	€ 30.960
Netto EIA-voordeel (% van investeringskosten)	€30.960 / €300.000	**10.3%**

SDE++

De in de beschikking toegekende subsidie is het maximale bedrag over de gehele looptijd van de subsidie. RVO bepaalt dit maximum aan de hand van het opgegeven vermogen van uw productie-installatie en van de productie. De productie heeft een bovengrens op basis van een maximumaantal vollasturen per categorie.

Wat is het uiteindelijke bedrag van de subsidie dat u ontvangt? RVO berekent dit per jaar. Het gaat altijd om de hoeveelheid energie die u produceert. Of om de hoeveelheid gereduceerde CO_2-uitstoot. Ook de hoogte van de opbrengsten telt mee. Deze opbrengsten hangen af van de marktwaarde van energie. Deze marktwaarde wordt jaarlijks vastgesteld door het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL).

Let op: de marktwaarde is een berekend gemiddelde. Dit bedrag is dus niet gebaseerd op uw eigen kosten, opbrengsten en gesloten contracten.

U ontvangt bovendien subsidie tot een maximumaantal vollasturen per jaar en de subsidie kent een maximale looptijd. Deze termijn verschilt per categorie.

De formule om het totale subsidiebedrag te berekenen is:

Maximale SDE++-bijdrage = (basisbedrag of aanvraagbedrag – basisenergieprijs of basisbroeikasgasbedrag) × het aantal vollasturen × het vermogen × de looptijd in jaren.

RVO publiceert een webpagina met informatie over de berekening van de SDE++: Berekening SDE++ | RVO.nl. Onderaan deze pagina vindt u ook rekenmodellen. Let op: dit rekenmodel heet 'SDE+' omdat het dateert van vóór de uitbreiding naar SDE++ in 2020. Het bankingmechanisme dat het toont (over-/onderproductie verrekenen tussen jaren, max. 25%) is nog steeds onderdeel van de huidige SDE++, al kunnen de regels per categorie zijn gewijzigd sinds publicatie van dit bestand.

C. Richtlijnen relevante financieringsopties

Deze bijlage helpt industriële bedrijven om op hoofdlijnen te bepalen welke financieringsconstructies kansrijk zijn voor energiebesparende investeringen. Het kader is bedoeld voor onderzoeksplichtige bedrijfslocaties en projecten vanaf enkele miljoenen euro's investeringsomvang.

Het kader geeft geen direct financieringsadvies, de huisbankier of energiepartner kan helpen om de actuele financiële situatie te beoordelen om te komen tot een maatwerkaanpak. Daarbij zijn de volgende zaken van belang:

1. In welke financiële context het bedrijf opereert;
2. Hoe zwaar de investering weegt voor het bedrijf;
3. Wat de aard van de investering is;
4. Hoe sterk de economische prestaties van de investering zijn.

De combinatie van deze vier stappen bepaalt welke financieringsconstructies het meest logisch zijn, welke minder voor de hand liggen en welke waarschijnlijk afvallen.

Overzicht van de financieringsconstructies

In dit kader worden de volgende hoofdmodellen onderscheiden.

Tabel 71 – hoofdmodellen financieringsconstructies

Model	Financier	Eigendom	Balans	Klant koopt
Balansinvestering	Fabriek	Fabriek	Volledig op de balans	Asset
Lease*	Leasepartij	Fabriek (financial lease)	Volledig op de balans (financial lease)	Asset (economisch eigendom, financial lease)
		Leasepartij (operational lease)	Beperkt of geen (operational lease)	Recht op gebruik (operational lease)
Extern eigendom & exploitatie (ESCO)	Externe partij	Externe partij	Beperkt of geen	Prestatie of output (bijv. €/MWh)

*bodembeslaggevoeligheid speelt hier een grote rol

Naast de financiering is de realisatie ook een belangrijke keuze. De keuze voor het zelf investeren of samenwerken met een derde partij wordt beïnvloed door zowel technische als financiële factoren. Zo spelen de beschikbaarheid van CAPEX, terugverdientijden, business case, eigen kennis en project realisatiemogelijkheden een rol. Bij voldoende resources en kennis is het mogelijk om de realisatie zelf uit te voeren. Het is ook mogelijk om samen te werken met projectontwikkelaars, ESCO's en energiepartners die zowel financiering, realisatie en operationeel beheer uitvoeren. Een bedrijf kan zelf (CAPEX) subsidie aanvragen als ze zelf ook economisch eigenaar zijn van de asset. Als ze geen economisch eigenaar zijn dan kan de uitvoerende of exploiterende partij vaak de subsidie aanvragen. SDE++ subsidie is mogelijk in beide gevallen.

Financiële en accountingcontext van het bedrijf

De eerste stap is het vaststellen van de financiële omgeving waarbinnen investeringsbeslissingen plaatsvinden. Financiering van energiebesparende maatregelen via de balans wordt op technische gronden niet uitgesloten, maar niet alle industriële bedrijven kijken op dezelfde manier naar nieuwe investeringen.

Ben je een zelfstandig familiebedrijf of middelgroot productiebedrijf (MKB)? Dan is het logisch om investeringen te beoordelen vanuit je eigen balanspositie. Je kijkt daarbij vooral naar de beschikbare kredietruimte, de solvabiliteit, EBITDA en de relatie met je huisbankier. Eigendom van productiemiddelen is vaak een belangrijk uitgangspunt en balansinvestering vormt daarom meestal de standaardroute. Als er onvoldoende zekerheden beschikbaar zijn voor een bancaire lening, kan een borgstellingsregeling zoals de BMKB-Groen uitkomst bieden en zijn er achtergestelde leningen beschikbaar via regionale Energiefondsen.

Ben je onderdeel van een grotere Nederlandse industriële groep? Dan wordt een investering vaak op concernniveau beoordeeld. Jouw locatie concurreert daarbij met andere vestigingen om hetzelfde investeringsbudget. De vraag is niet alleen of het project financieel aantrekkelijk is, maar ook of het beter scoort dan andere investeringsmogelijkheden binnen de groep. Beschikbare financieringsruimte en investeringsbudgetten worden vaak centraal beheerd.

Ben je onderdeel van een internationaal concern? Dan wordt een investering meestal beoordeeld vanuit een geconsolideerd perspectief. Ook als de businesscase voor jouw Nederlandse locatie sterk is, kunnen de gevolgen voor de leverage, kapitaalstructuur en doelstellingen van de groep doorslaggevend zijn. Accountingregels, consolidatie-effecten en internationale financieringsrichtlijnen spelen daarbij vaak een belangrijke rol.

Heeft jouw organisatie een hoge schuldgraad, beperkte kredietruimte of maakt zij deel uit van een private-equity-portefeuille? Dan kan het beperken van extra balansbelasting een belangrijk uitgangspunt zijn. In die situatie is het vermijden van extra kapitaalbeslag vaak belangrijker dan het verkrijgen van eigendom van een installatie.

Is kapitaal beschikbaar, maar wordt het alleen ingezet wanneer dit de meest efficiënte besteding van middelen is? Dan staan kapitaalefficiëntie, rendement op geïnvesteerd vermogen en aandeelhouderswaarde centraal. De vraag is niet zozeer of een investering kan worden gefinancierd, maar of dit de beste inzet van het beschikbare kapitaal is ten opzichte van andere strategische mogelijkheden.

De uitkomst van deze stap bepaalt vanuit welke financiële logica je investeringen beoordeelt. Dit vormt het vertrekpunt voor de vervolgstappen bij het kiezen van een passende financieringsvorm.

Omvang van de investering ten opzichte van het bedrijf

Is de investering beperkt ten opzichte van jouw EBITDA en beschikbare financieringsruimte? Dan kun je deze vaak financieren binnen bestaande kredietfaciliteiten en ligt balansinvestering voor de hand.

Vertegenwoordigt de investering een aanzienlijk deel van de EBITDA of is een aparte krediet- of investeringsgoedkeuring nodig? Dan wordt het interessant om verschillende financieringsvormen met elkaar te vergelijken en nadrukkelijker te kijken naar eigendom, risicoverdeling en financieringskosten.

Is de investering groot ten opzichte van de financiële omvang van jouw bedrijf? Dan komt niet alleen de vraag op hoe je investeert, maar ook wie de investering het beste kan dragen. Lease, externe eigendomsvormen en projectstructuren worden dan relevanter, vooral wanneer de beschikbare financieringsruimte beperkt is.

De omvang van de investering bepaalt daarmee in belangrijke mate hoeveel financieringsopties realistisch en aantrekkelijk zijn.

Aard van de investering

De derde stap richt zich op de technische positie van de installatie binnen het productieproces. Deze stap is in de hoofdtekst uitgewerkt per maatregel en bepaalt in belangrijke mate welke eigendoms- en exploitatiemodellen realistisch zijn. Een belangrijke vraag om te stellen is of een proces een kerncompetentie is (en dus minder aantrekkelijk om het beheer uit te besteden) of dat het gaat om een proces dat belangrijk is maar eventueel wel uitbesteed kan worden

De eerste categorie bestaat uit productiekritische installaties. Dit zijn installaties die direct betrokken zijn bij de productie van het eindproduct, zoals ovens, reactoren, drooginstallaties of andere procesinstallaties. Deze assets zijn vaak sterk locatie- en productspecifiek, waardoor ze moeilijk als zelfstandige infrastructuur kunnen worden geëxploiteerd. Eigendom en operationele verantwoordelijkheid blijven daardoor meestal dicht bij de fabriek zelf liggen. Daarnaast zijn productiekritische installaties vaak sterk geïntegreerd in het productieproces.

De tweede categorie bestaat uit proces ondersteunende energie-investeringen. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om industriële warmtepompen, warmtebuffers, restwarmteterugwinning of stoomrecompressiesystemen. Deze installaties ondersteunen het productieproces zonder direct onderdeel te zijn van de productiestap zelf. Hoewel ze vaak technisch geïntegreerd zijn, kunnen prestaties en energiebesparingen beter worden afgebakend dan bij productie kritische assets. Daardoor ontstaan meer mogelijkheden voor alternatieve eigendoms- en exploitatievormen.

De derde categorie betreft zelfstandige utilities. Hieronder vallen bijvoorbeeld stoomcentrales, warmtecentrales, koelinstallaties, waterzuiveringen, persluchtinstallaties en batterijsystemen. Deze installaties leveren een duidelijk omschreven dienst aan de fabriek en produceren een meetbare output. Daardoor zijn ze relatief eenvoudig los te koppelen van het primaire productieproces en vaak geschikt voor lease en, projectfinanciering en externe exploitatie.

Economische prestaties van het project

Nadat is vastgesteld welke financieringsvormen technisch mogelijk zijn, wordt gekeken of het project economisch sterk genoeg is om deze constructies daadwerkelijk te ondersteunen. Hierbij zijn vooral de terugverdientijd en de voorspelbaarheid van de toekomstige kasstromen van belang. Een project met stabiele bedrijfsuren, goed meetbare prestaties en voorspelbare besparingen of opbrengsten biedt financiers meer zekerheid en creëert ruimte voor alternatieve financierings- en exploitatiemodellen. Projecten met lange terugverdientijden die normaal gesproken niet worden uitgevoerd door de bedrijven zelf zouden met externe financiering wellicht wel gerealiseerd kunnen worden.

Dit geldt in het bijzonder voor ESCO- en projectfinancieringsconstructies. In dergelijke modellen wordt de investering immers niet primair terugverdiend vanuit de algemene kasstromen van het bedrijf, maar

vanuit een afzonderlijke dienst, energielevering of gerealiseerde energiebesparing. Hoe beter deze prestaties meetbaar en contractueel vast te leggen zijn, hoe eenvoudiger het wordt om risico's, eigendom, exploitatie en financiering bij een externe partij onder te brengen.

Afhankelijk van de wijze waarop prestaties en risico's kunnen worden afgebakend, komen verschillende contractvormen in beeld. Bij een **Energy Performance Contract (EPC)** wordt de investering terugverdiend uit gerealiseerde energiebesparingen. Bij een **Energy Supply Contract (ESC)** wordt betaald voor geleverde energie, zoals warmte, stoom of koude. Wanneer een externe partij de installatie ontwerpt, financiert, bezit en exploiteert, kan sprake zijn van een **Build Own Operate (Transfer)-constructie (BOOT)** die als financiële of operationele lease aangeboden kan worden. Naarmate kasstromen beter voorspelbaar zijn en prestaties beter meetbaar zijn, worden deze vormen van externe financiering en exploitatie aantrekkelijker.

Samenhang tussen de vier stappen

De vier stappen vormen samen een geïntegreerd beoordelingskader. De eerste twee stappen beschrijven de financiële positie en mogelijkheden van het bedrijf. De derde en vierde stap beschrijven de technische en economische eigenschappen van de investering zelf.

Pas door deze perspectieven te combineren ontstaat een goed beeld van de financieringsruimte. Een kapitaalkrachtig concern kan bijvoorbeeld een grote investering relatief eenvoudig financieren, maar alsnog kiezen voor een externe exploitant omdat de installatietechnisch eenvoudig los te koppelen is van het productieproces. Omgekeerd kan een zelfstandige onderneming met beperkte financieringsruimte gedwongen zijn alternatieve structuren te onderzoeken, terwijl een sterk geïntegreerde procesinstallatie daarvoor technisch nauwelijks geschikt is.

Het uiteindelijke financieringsadvies ontstaat daarom niet uit één afzonderlijke stap, maar uit de samenhang tussen de financiële context van het bedrijf, de omvang van de investering, de technische aard van de asset en de economische kwaliteit van de businesscase.

Gezien de complexiteit van de financiële constructies die ESCO's bieden, worden projecten pas interessant vanaf €3 miljoen en idealiter boven de €10 miljoen. InvestNL heeft een minimum ticketgrootte van €10 miljoen met een matching van een commerciële partij van dezelfde grootte. Soms zijn gebundelde/portfolioprojecten ook toegestaan om tot die bedragen te komen.

Tabel 72 – Mogelijke rol per financieringoptie

	Balansinvestering	Lease	Extern eigendom & exploitatie (ESCO)
Commerciële bank	Hoofdrol	X (via dochter)	X
Private debt/credit	Hoofdrol	X	X
Lease / asset finance	X	Hoofdrol	X
Energiefonds	Soms	X	X
Projectontwikkelaar / ESCO	X	Soms	Hoofdrol

D. Richtlijnen relevante vergunningen

Uw bedrijf gaat verduurzamen. Voordat u van start gaat, is het belangrijk om na te gaan welke wettelijke verplichtingen van toepassing zijn en wat u moet regelen voordat u uw wijzigingen doorvoert. Wij adviseren daarvoor de Vergunningcheck - Omgevingsloket te raadplegen én al in het planstadium in gesprek te gaan met uw regionale omgevingsdienst.

Met de Vergunningcheck - Omgevingsloket kunt u vooraf onderzoeken of u voor uw plannen mogelijk een vergunning moet aanvragen of een melding moet doen. Hoe volledi ger u de vragen beantwoordt, hoe beter de Vergunningcheck kan aangeven waar u rekening mee moet houden. Via het omgevingsloket moet u uiteindelijk ook daadwerkelijk de aanvraag of melding voor verandering indienen. Dat geldt voor alle meldingen én vergunningen (milieu, bouw én natuur).

De omgevingsdienst is een regionale uitvoerende organisatie van het bevoegd gezag zoals provincie en gemeente. De omgevingsdienst bepaalt, aan de hand van de situatie en de beschikbare informatie welke procedure er gevolgd moet worden en of er andere instanties zoals het waterschap of de gemeente betrokken moeten worden.

De technische informatie uit de VIBE Navigator gebruiken om de Vergunningencheck uit te voeren en het gesprek met de omgevingsdienst aan te gaan. Door de gewenste stappen vooraf helder te hebben voorkomt u dat vergunningen het kritische pad van het project beïnvloedt.

In de praktijk zijn bij de Vergunningcheck - Omgevingsloket grofweg drie situaties mogelijk:

1. **Geen vergunning nodig**

   Sommige wijzigingen passen binnen de bestaande vergunning en of vallen volledig onder de algemene regels. In dat geval is geen vergunning of melding nodig.

2. **Meldplicht**

   Wanneer geen vergunning nodig is, zijn algemene regels van toepassing. Voor bepaalde wijzigingen volstaat een melding via het Vergunningcheck - Omgevingsloket. Controleer vooraf welke verplichtingen gelden en meld de verandering tenminste één maand vooraf via het Vergunningcheck - Omgevingsloket.

3. **Wijziging van een bestaande vergunning**

   Wijzigingen van een bestaande vergunde milieu- en bouwsituaties dienen via het Vergunningcheck - Omgevingsloket te worden gemeld.

Voor wat betreft **milieu** moeten dan de gevolgen van wijziging in relatie tot lucht emissies, geluid, veiligheid, opslag van gevaarlijke stoffen, afvalstromen, watergebruik of productiecapaciteit, worden geïnventariseerd. De omgevingsdienst bepaalt welke procedure voor vergunningsaanpassing noodzakelijk is. Afhankelijk van de impact van verandering op de situatie en het vroegtijdig overleggen van de juiste informatie, kan de doorlooptijd voor de vergunningsprocedure uiteenlopen van 2 tot 9 maanden.

Gaat de verandering gepaard met **bouwactiviteiten** zoals het aanbrengen van funderingen, leidingbruggen of buitenopstelling dan is veelal een bouwaanvraag nodig. Bij wijzigingen binnen een bestaand gebouw is veelal geen bouwaanvraag nodig.

Tot slot kan bij bouw- en aanlegwerkzaamheden voor de verandering een beoordeling nodig zijn van effecten op beschermde natuurgebieden, waaronder mogelijke stikstofeffecten. Of dit aan de orde is, hangt af van de aard, omvang en locatie van het project.

E. Werken met de VIBE Calculator

De VIBE Calculator is een heel eenvoudig spreadsheet tool waarin je:

- Getallen kunt **aanpassen aan jouw fabriek**
  - Bijv. CAPEX vergroten omdat jouw fabriekscapaciteit groter is dan die van de standaardfabriek.
  - Natuurlijk moet je dan de OPEX besparingen ook veranderen. Meestal schaalt OPEX lineair
- Getallen kunt **aanpassen met betere informatie**
  - Bijv. CAPEX aanpassen omdat jij betere informatie hebt (bijv. key equipment quotes)
- Getallen kunt **variëren om de impact op de business case beter in te zien**
  - Bijv. subsidie van op nul (“ik ben een pessimist”) en maximaal (“ik ben een optimist”) te zetten
- De business cases van **verschillende maatregelen vergelijken**
  - Bijv. maatregel #1 vs maatregel #4

Opmerking: De gebruiker moet zelf het CAPEX percentage in de CAPEX subsidie corrigeren voor de referentie scenario.

De legenda is:

Veld kleur	Omschrijving	Veranderbaar
	Input	Ja
	Resultaat	Nee
	Berekening	Nee
	Vaste / algemene parameter	Nee
	Voorgestelde waarde	Ja

De default VIBE Calculator is beveiligd zodat niet per ongeluk onveranderbare velden / formules veranderd kunnen worden. Echter, mocht je de spreadsheet willen uitbreiden met andere functionaliteiten, dan kan de spreadsheet ontgrendeld worden. Dit is natuurlijk geheel op eigen risico.

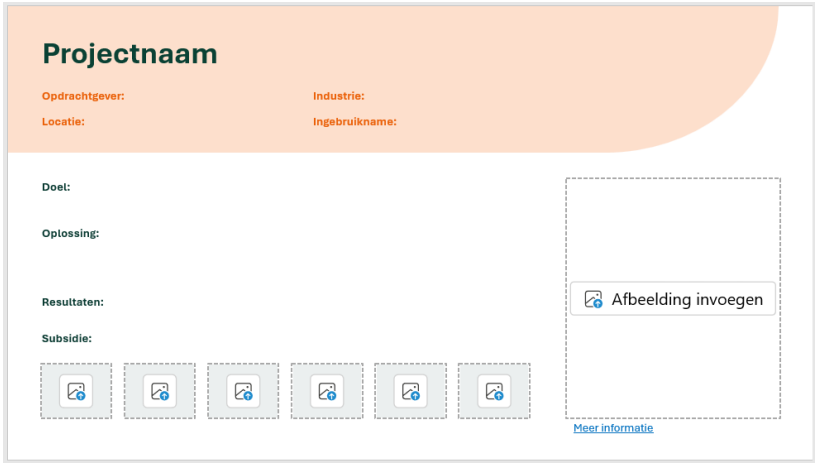
Oproep

Mocht je vragen hebben over het gebruik van de VIBE Calculator en/or suggesties hebben over hoe de VIBE Calculator verbeterd kan worden, schroom dan niet om contact op te nemen met info@vibe2030.nl.

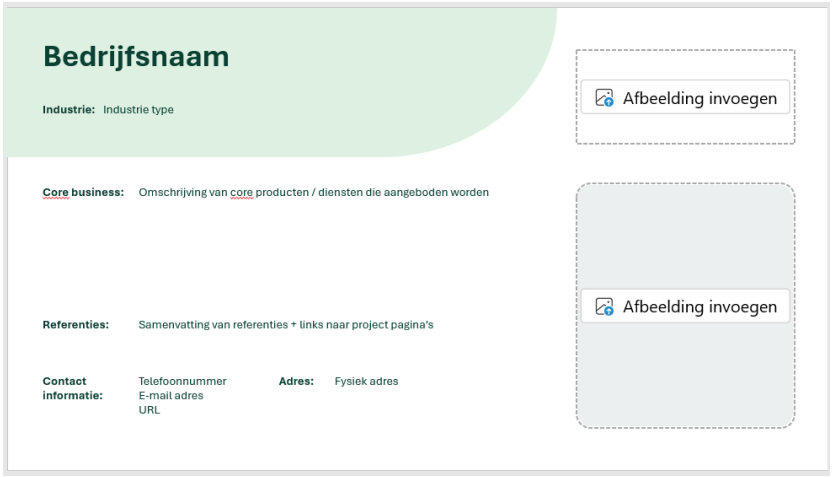
F. Werken met de VIBE Catalog

In de VIBE Catalog staan bestaande projecten die al één of meer van Top-5 oplossingen hebben geïmplementeerd (of in ieder geval de FID genomen hebben). Het doel van deze referentielijst is:

- Aantonen dat de top-5 maatregelen daadwerkelijk al ergens geïmplementeerd zijn. Let wel: soms komt een voorbeeld uit een andere branche, maar zijn de omstandigheden erg gelijkend op die binnen de branche.



- De mogelijkheid geven om met deze bedrijven (asset owner, OEM, installateur, …) contact op te nemen voor meer informatie



Oproep

Na bepaling van de Top-5 maatregelen, was er relatief weinig tijd om deze referentielijsten samen te stellen. Of te wel: deze referentielijst is zeker niet compleet. Mocht jij:

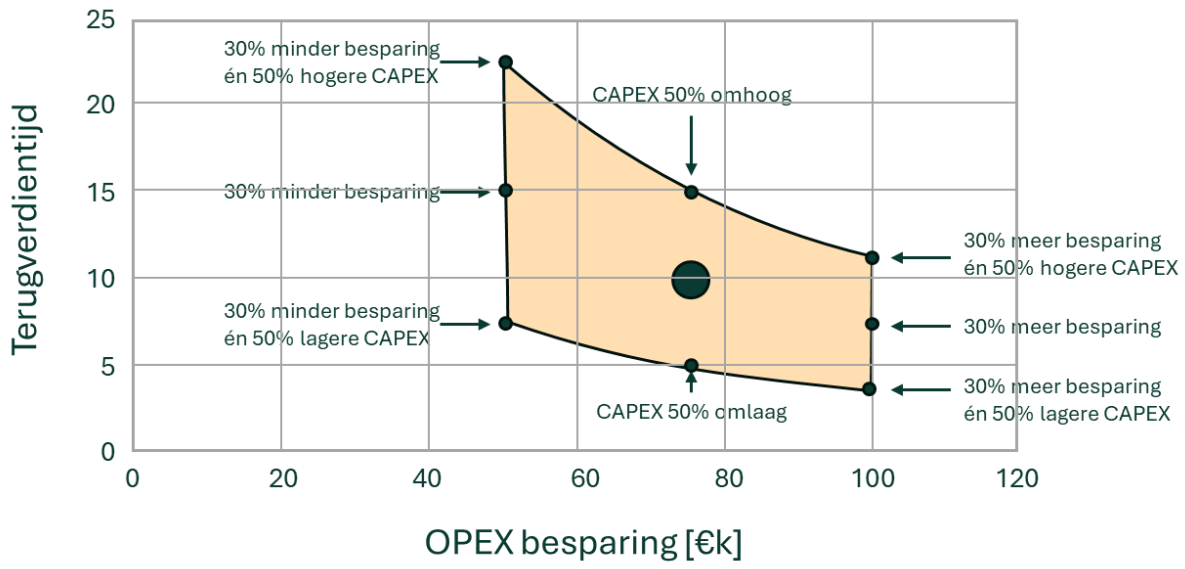
- Toevoegingen willen doen bij bestaande referenties
- Nieuwe referenties willen aandragen

neem dan contact op met het VIBE-team (info@vibe2030.nl), zodat de referentielijst steeds beter kan worden

G. Nauwkeurigheid van de kentallen

Elke fabriek is natuurlijk uniek: een eigen capaciteit, equipment met verschillende leeftijden, tussentijds aangebrachte veranderingen, soms heel unieke feedstock en/of eindproducten. De VIBE aanpak is juist naar de energie-intensieve stappen te kijken binnen een standaardfabriek met een ‘gemiddelde’ capaciteit binnen de Nederlandse kunststofverwerkende branche. Dat op zichzelf is al een vereenvoudiging van de werkelijkheid. Alle getallen zijn dan ook benaderingen die ruim bekeken moeten worden. Daarnaast is geen FEED gemaakt en zijn er geen offertes van toeleveranciers opgevraagd.

Stel dat er bij een maatregel gesproken wordt over een CAPEX van €750k en OPEX-besparing van €75k en dus met een geschatte terugverdientijd van 10 jaar, hou dan rekening met de volgende nauwkeurigheidsenvelop:



Figuur 29 – nauwkeurigheid kentallen

De reden dat de besparingen nauwkeuriger zijn dan de CAPEX is omdat de CAPEX niet alleen afhankelijk is van de lay-out en staat van de werkelijke fabriek, maar ook onderhevig is aan geopolitieke spanningen die sterk schommelingen