

# Innovatie- Netwerk

InnovatieNetwerk genereert grensverleggende vernieuwingen in landbouw, agribusiness, voeding en groene ruimte en zorgt ervoor dat die door belanghebbenden in de praktijk worden gebracht.

Het ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie nam het initiatief tot en financiert InnovatieNetwerk.

- Meer informatie over InnovatieNetwerk: [www.innovatienetwerk.org](http://www.innovatienetwerk.org)

Een Conceptwijzer informeert u over beslissende momenten in de ontwikkeling van een grensverleggend concept. Bijvoorbeeld als het concept rijp is om in discussie te brengen. Of als realisatie in de praktijk in zicht is. Maar ook als een concept wordt afgesloten.



- Wilt u meer informatie over dit onderwerp, dan kunt u contact opnemen met Jan de Wilt (tel. 06-48131103, e-mail [j.g.de.wilt@innonet.agro.nl](mailto:j.g.de.wilt@innonet.agro.nl)).

## ECOFORM!

### De kringloopboerderij

#### ECOFORM! in vogelvlucht

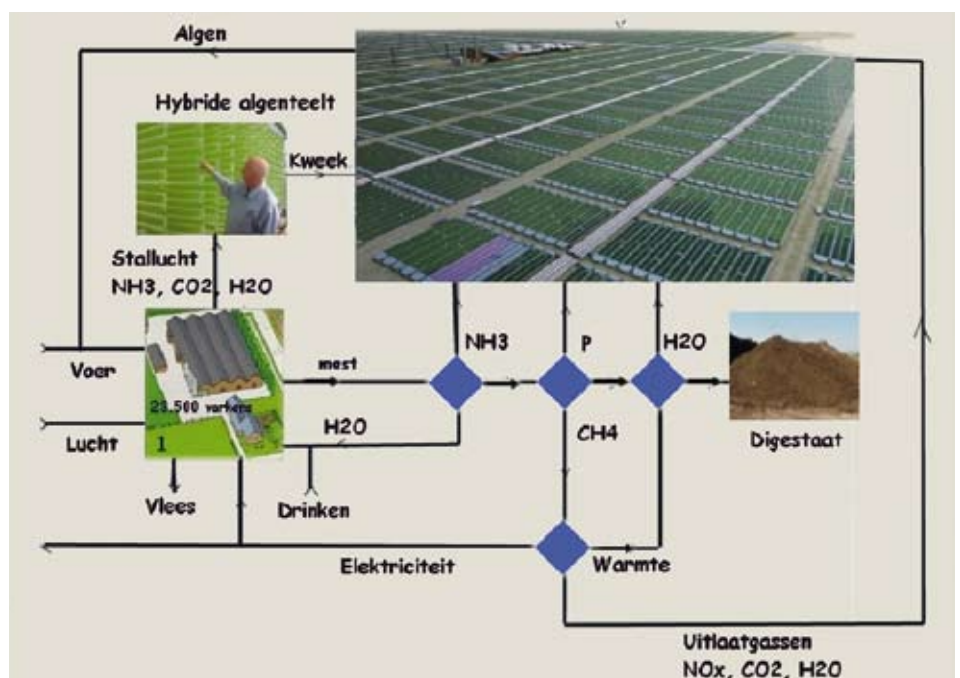
De Nederlandse varkenshouderij staat onder druk. Het welzijn en de gezondheid van de dieren, het gebruik van antibiotica, de effecten van ammoniak, mest, en broeikasgassen op het milieu, het gebruik van niet duurzaam geteelde soja – het zijn punten van maatschappelijke zorg en discussie. Fundamentele veranderingen zijn noodzakelijk. InnovatieNetwerk heeft een concept ontwikkeld voor geïntegreerde varkenshouderij. In dit concept, genaamd ECOFORM! worden 'afval'producten van de varkenshouderij (mest, ammoniak, waterdamp, CO<sub>2</sub> en warmte) gebruikt voor de productie van algen, biogas, elektriciteit en schoon water. Ecologie én economie in een ferme combinatie!

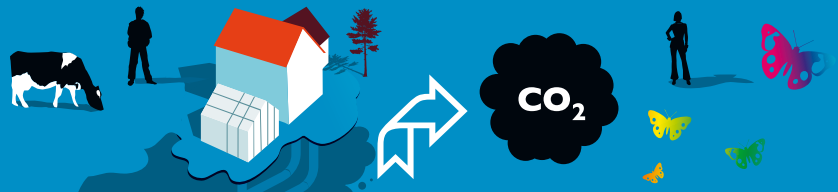
De ECOFORM! (voorheen Powerfarms) bestaat uit de volgende onderdelen (zie figuur): een

varkensstal met dagontmesting, luchtbehandeling met biologische luchtwassers en warmtewisselaars, mestverwerking met vergister, biogasreiniger en mineralenwinning, WarmteKrachtKoppeling (WKK), algenkweekstelsel en algenverwerking.

Het ECOFORM!-concept gaat uit van het dagelijks afvoeren van de mest uit de stal. Tevens vindt een scheiding plaats tussen het dunne en dikke deel van de mest. Hierdoor komen er minder ammoniak en andere schadelijke stoffen vrij, met een veel aangenamer stalklimaat voor de dieren en de boer als gevolg. Bovendien blijft er dan meer methaan in de mest; dat is gunstig voor de biogasproductie.

De door de dieren geproduceerde CO<sub>2</sub>, waterdamp en lichaamswarmte worden samen met de ammoniak in de





## Conceptwijzer Februari 2011

stallucht gebruikt voor de algenkweek. De afgevoerde, deels ontwaterde mest gaat naar een centrale vergister voor de productie van biogas dat wordt omgezet in een (WKK) in elektriciteit en warmte. De CO<sub>2</sub> en NO<sub>x</sub> die bij verbranding van het biogas in de WKK ontstaan dienen als voeding voor de algen. De dunne mestfractie en het verder geraffineerde digestaat leveren de mineralen (vooral stikstof en fosfor) voor de algenkweek. De voorkweek van de algen vindt plaats in een gesloten bioreactor; de verdere uitgroei in een open vijver (hybride teelt).

De algen dienen als gedeeltelijke vervanging van sojaschroot en visolie in het voer, maar kunnen ook worden gebruikt als bron voor medicijnen of voedingssupplementen. De gezondheidsbevorderende stoffen (zoals de omega-3 vetzuren) in de algen en het gezondere stalklimaat verbeteren de algehele conditie en het welzijn van de dieren. Het water uit de mest en de algensoep wordt opnieuw gebruikt als drink- en schrobwater in de stallen. Het vlees en in bepaalde gevallen ook de algen, restwarmte en elektriciteit worden geleverd aan externe afnemers.

In de volgende paragrafen wordt nader ingegaan op de verschillende onderdelen.

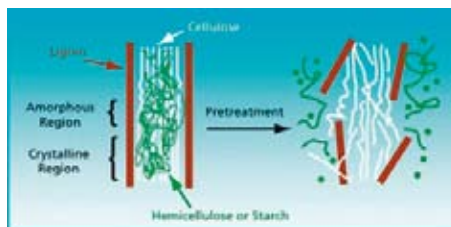
### Stallucht

Van alle energie input in de varkenssector zit meer dan 90% in het voer. De energie en koolstof in het voer worden slechts voor 20% omgezet in vlees en voor ca 60 % in laagwaardige warmte, waterdamp en CO<sub>2</sub>, die niet worden benut. De resterende 20% komt in de mest terecht. ECOFERM! maakt gebruik van de warmte en de gassen uit de stallucht voor de teelt van algen.

Het algensysteem fungeert daarbij als biologische luchtwasser. Luchtwassers zijn vanaf 2013 verplicht. Ook CO<sub>2</sub> wordt deels vastgelegd in de biomassa van de algen. De varkens produceren driemaal zoveel CO<sub>2</sub> als vrijkomt bij verbranding van biogas uit de mest. Dat is voldoende voor een goede algengroei. Belangrijk is wel dat de lucht wordt ontdaan van stof, omdat er anders mogelijk onvoldoende licht in het algensysteem komt.

### Mestraffinage

Mest is een bron van energie en nutriënten in de vorm van mineralen. Mestvergisting op eigen varkensbedrijf is tot op heden niet haalbaar gebleken omdat er te weinig methaan geproduceerd werd. In de ECOFERM! wordt dagelijks ontmest, waardoor de methaanopbrengst met 30% kan toenemen. Verder worden de celwanden in de mest opengebrouwen zodat de methaanopbrengst met 50% kan toenemen.



Vergisten zonder verdere raffinage is ook mogelijk. In dat geval wordt het digestaat rechtstreeks in de algenvijver gevoerd. De aldus geproduceerde algen mogen echter niet als veevoer worden gebruikt, maar bijvoorbeeld wel als biobrandstof. Deze toepassing brengt minder op.

Voor het concept ECOFERM! heeft SUSTEC Consulting & Contracting BV een proces onderzocht dat bestaat uit verschillende stappen. Globaal komt het er op neer dat de mest wordt gescheiden in een dikke en een dunne fractie. De dunne fractie wordt gestript met stoom, waardoor de meeste stikstof wordt verwijderd. Via omgekeerde osmose wordt vervolgens water afgescheiden uit de dunne fractie voor gebruik als schrobwater, spoelwater of (bij voldoende zuiverheid) drinkwater.

De dikke fractie en het restant van de dunne fractie worden samengevoegd, eerst thermisch-chemisch ontsloten en dan vergist tot biogas. Op zijn beurt wordt het biogas gezuiverd en gebruikt in een WKK voor de productie van elektriciteit en warmte; de CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> en H<sub>2</sub>O uit de rookgassen zijn weer voedingsstoffen voor de algenteelt. Tenslotte wordt de door het ontsluiten en vergisten vrijgemaakte fosfor uit de dunne fractie gehaald na scheiding van het digestaat door dit neer te slaan met kalkmelk.

Door de mest niet alleen te vergisten maar ook te ontsluiten en te raffineren, komt het grootste deel van de aanwezige stikstof, fosfor en CO<sub>2</sub> in relatief zuivere vorm beschikbaar als voedingsstoffen voor de algen. Daarmee wordt bovendien het risico voor overdracht van ziektekiemen van de mest naar de algen sterk gereduceerd.



## Conceptwijzer Februari 2011

### Algenkweek

Voor een effectieve groei van algen zijn de volgende nutriënten nodig: water, licht, warmte, CO<sub>2</sub>, stikstof en fosfor. Deze stoffen zijn volop aanwezig op een varkensbedrijf. De teelt van algen gebeurt traditioneel in grote open vijvers van een kwart meter diepte. Water en algen worden in beweging gehouden door een schoepenrad. De opbrengst van deze vijvers ligt in het Nederlandse klimaat op circa 25 ton droge stof per hectare per jaar. Voor ECOFERM! heeft algenkwekerij Ingrepro BV in Borculo een zogeheten hybride variant ontwikkeld. Daarbij worden de algen in eerste instantie opgekweekt in een gesloten fotobioreactor. De fotobioreactor bestaat uit transparante buizen, die geplaatst zijn in een kas. Na de opkweekfase worden de algen als entstroom naar de open algenvijver gevoerd, waar ze verder doorgroeien en vervolgens worden geoogst. Dit oogsten is een continu proces. De grote stroom van verse en zuivere algen uit de fotobioreactor verhindert dat de open vijver wordt verontreinigd met andere, ongewenste algensoorten.

De experimenten laten zien dat het hybride systeem een aantrekkelijke manier is om de productie van algenvijvers te verhogen. De verwachte opbrengst ligt tussen 42 en 53 ton ds/ha/jaar. Ter vergelijking: voor maïs ligt de opbrengst op circa 12 ton ds/ha/jaar en voor suikerbieten op 16 ton ds/ha/jaar. De opbrengst aan algen is dus een veelvoud van de opbrengst aan 'klassieke' akkerbouwgewassen.

De warme stallucht die CO<sub>2</sub>, waterdamp en ammoniak bevat wordt gebruikt om de fotobioreactor te verwarmen en van nutriënten te voorzien, zodat de algen snel kunnen worden voorgekweekt. Ook de warmte en CO<sub>2</sub> uit de gasmotor

van de WKK worden benut voor de algenkweek. In de zomer is er zoveel warmte beschikbaar dat deze bovendien kan worden gebruikt om een lokale open (of met transparante folie afgedekte) algenvijver te verwarmen. Daardoor neemt ook daar de productie nog iets toe.

### Voederwaarde van algen

De algen dienen als gedeeltelijke vervanging van sojaschroot en visolie in het voer, maar kunnen ook worden gebruikt als bron voor medicijnen of voedingssupplementen. Algen zijn gezond voor varkens en ook voor kippen en kweekvis. Afhankelijk van de soort bevatten ze een hoog gehalte aan eiwitten (tot meer dan 50 procent), veel ijzer en hoge gehalten aan gezonde omega-3 en omega-6 vetzuren. Daarnaast bevatten ze anti-oxidanten, zoals bètacaroteen (een voorloper van vitamine A), sterolen en stoffen met een antibacteriële en ontstekingsremmende werking. Vanwege die laatste eigenschappen zou het gebruik van algen als veevoer een flinke bijdrage kunnen leveren aan het verminderen van het antibioticagebruik in de veehouderij.

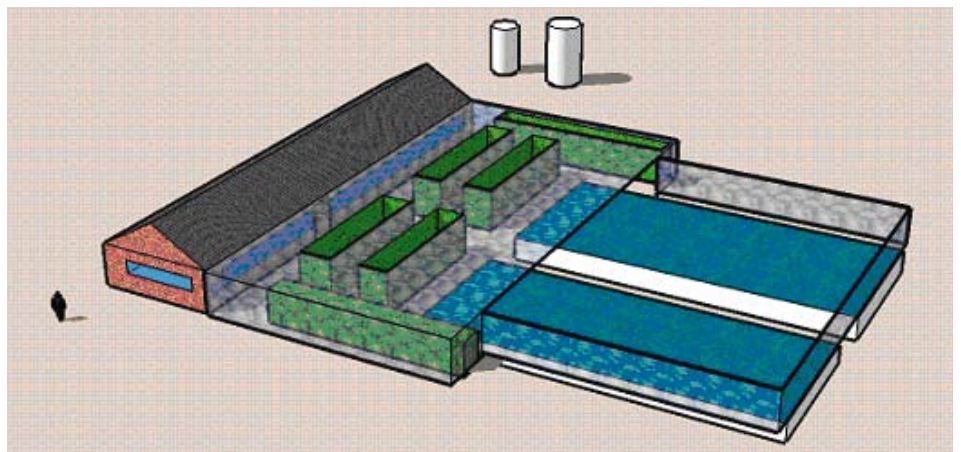
Er is een voldoende grote markt voor algen als ingrediënt in voer voor vissen en landbouwhuisdieren. De waarde op basis van nutriënten en vetzuren is bij de

huidige prijsverhoudingen € 550-600 per ton algen bij toepassing in voeders voor vissen en jonge biggen en kuikens. Daarbij komt een potentiële meerwaarde van 100 tot 300 euro per ton algen vanwege de aanwezigheid van gezondheidsbevorderende componenten.

### Toelating van algen als veevoer

Lange tijd bestond er veel onduidelijkheid over de toelating van algen als diervoeder. In het kader van ECOFERM! is door Hemke Nutri Consult onderzocht welke mogelijkheden er zijn voor de toelating van algen in diervoeders. Daarbij is uitgegaan van algen zonder verdere bewerking.

In het concept ECOFERM! wordt gebruik gemaakt van mineralen van dierlijke oorsprong. De VWA heeft laten weten dat algen, die gevoed zijn met mineralen, afkomstig uit dierlijke mest als voedermiddel mogen worden ingezet. Voorwaarde is wel dat het bedrijf GMP+ gecertificeerd is en men de diervoeder- en voedselveiligheid kan aantonen via een gevaar- en risico analyse. Volgens de richtlijn voor GMP+ mogen er geen resten van mest en urine voorkomen in diervoeders. Vandaar dat in het ECOFERM! concept is gekozen voor het



Artist impression van een ECOFERM! met fotobioreactoren in een kas en een kleine 'open' vijver.





## Conceptwijzer Februari 2011

raffineren van mest zodanig dat alleen de mineralen stikstof en fosfor worden gebruiken voor de kweek van algen. De organische fractie, die ziektekiemen kan bevatten, wordt grotendeels omgezet in biogas.

### Economische haalbaarheid

Om de bedrijfseconomische haalbaarheid van het concept ECOFERM! te evalueren, is door DoTank in het kader van dit project een businessmodel ontwikkeld. Hiermee kunnen verschillende varianten worden doorgerekend. De opbrengsten bestaan uit de volgende posten: elektriciteit, warmte, mineralen, water, algen en (op langere termijn) CO<sub>2</sub> credits.

Er zijn drie varianten doorgerekend: één met 3000 ton mest, zonder toevoeging van andere biomassa en met mestraffinage om de mineralen eruit te halen; één met 3000 ton mest en eenzelfde hoeveelheid andere biomassa; en één met 9000 ton mest en eenzelfde hoeveelheid andere biomassa. De drie varianten geven allen een positief resultaat. Door de sterk toegenomen productie van biogas bij de varianten met extra biomassa stijgt zowel de elektriciteitsproductie sterk als het operationeel resultaat van de vergisting en elektriciteitsproductie. Het bedrijfseconomische model reageert sterk op de afzetkosten voor mest, de opbrengstprijzen van energie en algen en de efficiëntie van de installatie.

Op basis van de omvang van de investeringen en het behaalde rendement is ECOFERM! met 3000 ton mest zonder extra biomassa een goed instapmodel op boerderijniveau. Het heeft het voordeel van een (relatief) beperkte investering, met een productieproces dat geheel in eigen beheer kan worden uitgevoerd

en een goed rendement levert op het geïnvesteerd vermogen. Het neerwaartse risico bij tegenvallers is beperkt terwijl het optimale scenario een zeer goed rendement geeft.

Vervolgens is een variant doorgerekend met thermisch-chemische ontsluiting van de mest en raffinage van de mineralen. Mestontsluiting maakt het toevoegen van extra biomassa (de zogenoemde covergisting) minder noodzakelijk voor een goede biogasproductie.

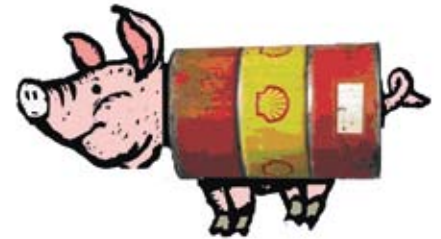
Het proces van mestontsluiting en energieproductie draagt veel bij aan het operationeel resultaat, echter door de hogere investeringen (en dus afschrijvingen en rentekosten) in deze productiestap is het voordeel gering. De algenproductie laat een bevredigend operationeel resultaat zien, al is dit geheel te danken aan de vermeden afzetkosten voor de mest en de meeropbrengst van warmte in het kader van de Stimuleringsregeling Duurzame Energie (SDE).

### Vervolgstappen

De volgende stap is om het concept uit te werken op praktijkschaal. Dat hoeft niet meteen in de volle omvang en in de vorm zoals hierboven geschetst; er zijn kleinschaliger en eenvoudiger varianten die minder investeringen vergen, maar wel de nodige ervaringen opleveren voor de verdere ontwikkeling. Enkele modules, zoals de algenkweek op basis van stallucht en de mestraffinage om mineralen te winnen zullen eerst op experimentele schaal worden getest.

Waar het om gaat is dat er een ontwikkeling in gang wordt gezet in de richting van een duurzame varkenshouderij, waarbij het concept ECOFERM! dient als inspiratiebron en

leidraad voor het efficiënter benutten van het voer en het sluiten van kringlopen. Een wenkend perspectief voor een sector onder druk!



Een vleesvarken eet in de periode van 25 kg tot 115 kg gemiddeld 245 kilo voer (droge stof), drinkt daarbij 540 liter water en neemt 192 kg zuurstof op. In totaal gaat er dus 977 kg aan brandstof, water en zuurstof in voor verbranding. Het varken produceert in die periode bij benadering 90 kg vlees, ruim 445 kg mest en urine, 210 kg CO<sub>2</sub>, 230 kg H<sub>2</sub>O, 2 kg NH<sub>3</sub> en 505 kWh aan laagwaardige (lichaams)warmte.

### Meer lezen?

De integrale rapportage "ECOFERM! - De kringloopboerderij" is op te vragen bij InnovatieNetwerk of te downloaden via [www.innovatienetwerk.org](http://www.innovatienetwerk.org) (tabblad infotheek).