



Ethanolproductie in het landelijk gebied kent een aantal milieu- en bouwvoorschriften. In een onlangs verleende milieuvergunning aan een ethanolproducent opererend in het landelijk gebied¹³ zijn de volgende voorschriften bepaald. Een vergunning met betrekking tot de Wet Verontreinigingen Oppervlaktewateren bleek niet nodig. Er hoeft tevens niet voldaan te worden aan de Best Beschikbare Technieken-regeling vanwege de kleine schaal. Opslag van ethanol vindt plaats in ondergrondse tanks en moet voldoen aan de Algemene Maatregelen van Bestuur met betrekking tot het in ondergrondse tanks opslaan van vloeibare aardolieproducten, afgewerkte olie en huishoudelijk afvalwater. De emissies naar de lucht moeten worden getoetst volgens de Nederlandse Emissierichtlijn Lucht (NER Lucht). De uitkomst van de toets vermeldt dat de ethanolinstallatie de luchtkwaliteit niet verslechtert. Geuremissies kunnen een rol spelen wanneer de ethanolproductie dichtbij andere bebouwing plaatsvindt. Inpandige opslag kan hierbij een uitkomst bieden. De Nederlandse richtlijn bodembescherming (NRB) geeft aan dat wanneer aan bepaalde randvoorwaarden wordt voldaan er een aanvaardbaar bodemrisico is¹⁴. Omdat er verder wordt gewerkt met ethanol moet de installatie voldoen aan twee Europese richtlijnen¹⁵. De eerste richtlijn richt zich op apparaten bedoeld voor gebruik op plaatsen waar explosiegevaar kan voorkomen. De tweede richtlijn richt zich op het veilig werken in een explosieve omgeving. De bouwvergunning wordt verleend wanneer de bioethanolinstallatie past binnen het bestemmingsplan. Afhankelijk van de omvang van de ethanolinstallatie is de gemeente ofwel de provincie verantwoordelijk voor het verlenen van vergunningen. De verlening kan worden bemoeilijkt wanneer de installatie wordt gekenmerkt als industriële activiteit¹⁶. Een Milieueffectrapportage moet in sommige gevallen worden opgesteld wanneer het een groot project betreft of wanneer afvalstoffen in de installatie worden toegepast. In het onderstaand diagram is een overzicht opgenomen voor de geldende regels voor vergisting.

PRAKTIJKVOORBEELD

Bioethanolproductie vraagt een hoeveelheid elektriciteit en een grote hoeveelheid warmte. Restwarmte beschikbaar in het landelijk gebied kan wellicht worden ingezet voor ethanolproductie. Hier wordt kort geschetst wat mogelijk is wanneer er 1 MWh thermisch beschikbaar is. In de onderstaande tabel is voor 85% en 99,7% ethanol op een rij gezet hoeveel geproduceerd kan worden met 1 MWhth.

Ethanol output voor 1 MWh/th beschikbaar		
		Ethanol opbrengst per MWh/th
85% ethanol	laag	0,8
	middel	0,6
	hoog	0,5
99,7% ethanol	laag	0,3
	middel	0,3
	hoog	0,2

Opmerking: bestaande installatie in Duitsland
Bron: Wester en Brugging 2004, Grabacki 2002

COLOFON

Deze uitgave is geverifieerd door Van Hall Larenstein, Technologie Centrum Noord-Nederland en Bio Energie Noord.

De oorspronkelijke tekst is opgesteld door Duinn.

Bio Energie Noord werkt aan het overdragen van informatie. Voor het verbeteren van deze brochure staan wij open voor uw suggesties.

Wet- en regelgeving voor vergisting			
		Bevoegd gezag	
		MER	Gemeente Provincie
Mest	> 36.500 m ³ /j eigen mest		V
	< 25.000 m ³ /j aanvoer		V
	> 25.000 m ³ /j aanvoer derden		V
Co-vergisting	> 36.500 m ³ /j eigen mest + aanvoer	V	V
	Eigen producten		V
	Energiegewas van derden *		V
Overig (afval) *			V

* Onthefling voor het Meststoffenbesluit 1977 is noodig.
Bron: Infobli, Handreiking Mestvergisting, 2009. Afregeen en oordelen, VROM, 1999.



13. Maarschap Bosma in de gemeente Noordenveld. Productie capaciteit 5.800 m³ ethanol.
14. Bodemrisico categorie A.
15. 94/9/EG (ATEX 95) en 1999/92/EG (ATEX 137).
16. In het geval van covergisting worden bedrijfsactiviteiten als agrische activiteit gezien wanneer in hoofdzaak eigen geproduceerde mest en/of van derden afkomstige co-substraten worden gebruikt. In dit geval moet het digestaat op de tot het bedrijf behorende grond word gebruikt. In het geval dat in hoofdzaak aangevoerde mest van derden of het digestaat wordt afgeleverd aan derden is sprake van een industriële activiteit, waarvoor strengere bouwregels gelden.

Contactgegevens Bio Energie Noord
Trompsingel 1
Postbus 30027
9700 RM Groningen
T 050 317 8750
F 050 317 8585
Info@bioenergienoord.nl

Bioethanolproductie in het landelijk gebied

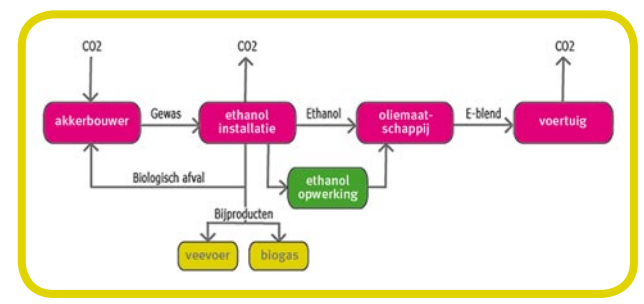


INLEIDING

De landbouwsector wordt steeds meer gezien als belangrijke leverancier en producent van duurzame energie. Groene elektriciteit, biogas, biobrandstoffen vormen nieuwe markten naast de bestaande voedsel- en veevoederproducten. Bekende voorbeelden hiervan zijn het vergisten van mest om groene elektriciteit mee op te wekken, en het gebruik van koolzaad voor de productie van puur plantaardige olie en biodiesel. Het inzetten van landbouwgewassen voor biobrandstoffen heeft in Nederland de afgelopen jaren meer bekendheid gekregen. Eén van deze biobrandstoffen is bioethanol. Bioethanol kan worden gebruikt als vervanger van benzine. In vergelijking met benzine is bioethanol een schone brandstof. Gebruik van bioethanol draagt bij aan het reduceren van de CO₂-uitstoot. De CO₂-uitstoot van fossiele brandstoffen veroorzaakt luchtvervuiling en heeft klimaatveranderingen tot gevolg. Bioethanol kan worden gemaakt van suiker en zetmeel bevattende gewassen.



werd door Henry Ford ontworpen om op ethanol te rijden. Om de ethanol te produceren kunnen suiker- en zetmeelhoudende stoffen worden gebruikt. De ethanolproductieketen van granen en bieten om bioethanol te produceren voor transportbrandstof ziet er als volgt uit:



Bioethanol kan in het landelijk gebied op kleine schaal worden geproduceerd. Het maken van bioethanol is wat dat betreft gelijk aan het produceren van alcohol. Deze brochure zet de mogelijkheden van bioethanolproductie in het landelijk gebied op een rij. De volgende onderwerpen worden besproken:

- Hoe ziet de bioethanolketen eruit?
- Hoe wordt bioethanol geproduceerd?
- Welke grondstoffen kunnen worden gebruikt?
- Hoe ziet de markt voor bioethanol eruit?
- Welke wet- en regelgeving is van toepassing?
- Hoe ziet bioethanolproductie er in de praktijk uit?

De EU heeft onlangs haar landbouwbeleid grondig hervormd. Eén van de resultaten is dat het telen van gewassen voor de energiemarkt wordt ondersteund. Boeren mogen gewassen telen op braakliggend land wanneer deze voor de productie van bioenergie of biobrandstoffen worden gebruikt. Daarnaast betaalt de EU een premie van € 45 per hectare wanneer energiegewassen worden geteeld op niet-braak land. De premie geldt echter niet voor braak land. Dit geldt op dit moment voor alle gewassen behalve voor suikerbieten. Deze hervormingen bieden boeren de mogelijkheden om braakland te gebruiken voor ethanolproductie.

ETHANOL PRODUCTIEKETEN

Ethanol is geen nieuw product en is in feite hetzelfde als alcohol. Ook is bij het gebruik van ethanol als brandstoffen nieuws onder de zon. Een van de eerste auto's

De akkerbouwer teelt de gewassen voor ethanolproductie. De gewassen worden opgeslagen totdat ze worden gebruikt voor de productie. De gewassen worden schoongemaakt en voorbehandeld. De voorbehandeling zorgt ervoor dat de suikers vrijkomen uit de suikerhoudende gewassen. Zetmeelhoudende gewassen, zoals tarwe, worden eerst met behulp van enzymen omgezet in suikers. De vrijgekomen suikers worden vervolgens met behulp van gist omgezet in alcohol. Deze fermentatiestap levert alcohol en een aantal bijproducten op. Het belangrijkste bijproduct is een vochtig eiwitrijk mengsel. Dit bijproduct kan worden gebruikt als veevoeder of als grondstof voor biogasproductie. In de laatste productiestap wordt het alcohol mengsel opgewerkt¹ tot zuivere alcohol (99,7%). Het eindproduct mag bijna geen water meer bevatten, omdat dit ertoe kan leiden dat de benzine-ethanolmengsels teveel water bevatten. Teveel water is schadelijk voor automotoren.

De zuivere alcohol wordt vervolgens getransporteerd naar een oliemaatschappij. De oliemaatschappij gebruikt de ethanol vervolgens rechtstreeks in de brandstof of zet deze eerst om in ETBE². ETBE is een anti-klop middel en verbetert de kloppastheid³ van benzine. De ethanol kan vervolgens als zuivere ethanol of als ETBE worden toegevoegd aan benzine. Zuivere ethanol kan in lage hoeveelheden (5% - 10%) in benzinemotoren worden gebruikt zonder dat motoraanpassingen nodig zijn. Deze mengsels worden vaak aangeduid met E5 en E10. Flex-fuel motoren⁴ kunnen op veel hogere ethanolmengsels (tot 85% ethanol, E85) rijden. Marktpartijen welke 88,5% zuivere ethanol kopen zijn reeds aanwezig in Duitsland



1. Het 'opwerken' van ethanol gebeurt door middel van destillatie waarbij een ethanol-water mengsel van ongeveer 95% ontstaat. Om tot 99,7% zuivere ethanol te komen worden meestal moleculaire zeven gebruikt. Alternatieve technologieën welke ook gebruikt kunnen worden zijn membranen of een afscheidingsmiddel.
2. Ethyl Tertiair Butyl Ether. ETBE is een vervanger voor MTBE. MTBE verving in Nederland in 1988 de loodhoudende benzine.
3. Kloppastheid is de mate waarin die brandstof in een benzine-luchtmengsel kan worden samengeperst (met de daarbij behorende temperatuurverhoging) zonder tot ontbranding te komen. Deze spontane ontbranding is bij benzinemotoren schadelijk, omdat het onvoorspelbare tijdstip van ontbranding zorgt voor een onregelmatige loop en op den duur voor schade aan de motor.
4. Een flexfuel voertuig kan op benzine met verschillende hoeveelheden ethanol rijden. Mengsels variërend van 0% - 85% (E0 - E85) kunnen worden gebruikt.

ENERGIE

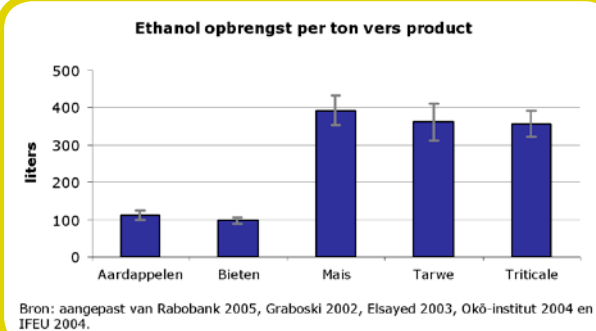


en Zweden. In Nederland is deze markt op dit moment minder ontwikkeld.

Agrariërs kunnen op een aantal verschillende manieren producten leveren aan de bioethanolketen:

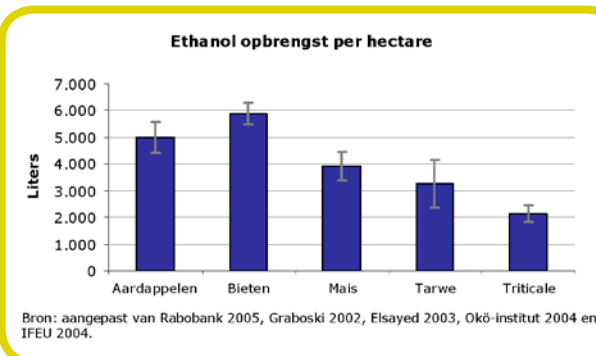
- het leveren van gewassen;
- het leveren van ethanol met een lage zuiverheid (halfproducten);
- of het leveren van 99,7% zuivere ethanol.

In Duitsland wordt door agrariërs hoofdzakelijk 85% zuivere ethanol geproduceerd, alhoewel productie van 99,7% ook voorkomt⁵. Alle zetmeel- en suikerhoudende gewassen kunnen worden gebruikt voor ethanolproductie. De opbrengst van een gewas hangt af van de hoeveelheid zetmeel en suiker aanwezig in het gewas. Maïs (Amerikaanse corn) levert per ton vers product de grootste hoeveelheid ethanol, echter suikerbieten leveren de grootste hoeveelheid ethanol per hectare. In de onderstaande tabel zijn de opbrengsten van verschillende gewassen opgenomen. De grijze balken geven de standaarddeviatie weer van de verwachte ethanolopbrengst.



Een aantal zaken bepaald welk gewas het meest geschikt is voor ethanolproductie: opbrengst per hectare, kostprijs per ton gewas, waarde van bijproduct, kosten voor opslag, rotatiesysteem inpasbaarheid, kwaliteit van de grond en ziekteresistentie. Per hectare geven zowel bieten als aardappelen een hoge hoeveelheid ethanol. Echter, deze gewassen worden op dit moment zelden gebruikt voor ethanolproductie. Dit komt door twee factoren: nadelige opslageigenschappen en een relatief hoge gewasprijzen. Bieten worden gedurende 120 dagen geroid en verwerkt. De rest van het jaar moeten bieten worden opgeslagen wat extra kosten met zich meebrengt. Voor een ethanolinstallatie moet het gehele jaar door grondstoffen beschikbaar zijn. Een ander punt is dat aardappelen

en bieten een hogere marktprijs hebben wat ze relatief duur maakt voor ethanolproductie. De waarde van de bijproducten verschillen per gewas. Tarwe en maïs hebben een bijproduct (veevoeder) met een hogere waarde in vergelijking met bieten en aardappelen. Bieten en aardappelen zijn tevens minder geschikte voorvruchten in een rotatiesysteem, vergeleken met tarwe. Ondanks de lagere opbrengst van triticale heeft dit gewas als voordeel dat het meer resistent is tegen ziekte dan tarwe.



Bijproducten vormen een belangrijke bron van inkomsten wanneer ethanol wordt geproduceerd. Het product wat uit de fermentatietanks komt, kan worden gescheiden in twee fracties: een dunne fractie⁶ en een dikke fractie⁷. De dunne fractie kan als meststof dienen op het land. Dit heeft als bijkomend voordeel dat mineralisatie effectiever plaatsvindt op het land. De dikke fractie kan worden gebruikt als veevoeder of als grondstof voor biogasproductie. De dikke fractie kan vooral geschikt zijn voor vee wat zich in de nabijheid bevindt van de bioethanolproductie. Dit komt doordat het voer veel vocht bevat en beperkt kan worden getransporteerd. Een vuistregel voor de waarde van het tarwe bijproduct als veevoeder is dat deze ongeveer 1/5 van de ethanolwaarde bedraagt. Hierbij moet worden vermeld dat deze waarde wordt beïnvloed door de fluctuerende ethanol en veevoederprijzen. Als alternatief kan de dikke fractie ook als energierijk substraat in een co-vergister met mest worden ingezet. Een ander bijproduct dat vrijkomt bij fermentatie is CO₂, welke bijvoorbeeld in kassen kan worden ingezet in het geval dat deze dichtbij voorhanden zijn.

Voor de productie van bioethanol is elektriciteit, warmte en soms koude⁸ nodig. Warmte is de belangrijkste vorm van energie omdat de fermentatie- en destillatiestap warmte nodig hebben. De benodigde hoeveelheid warmte hangt af van de efficiëntie van het productieproces en de technologie die wordt gebruikt.



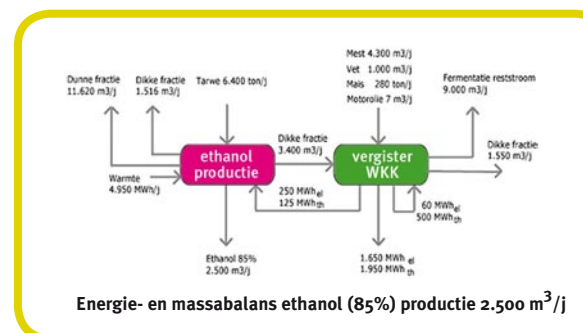
Een ethanolinstallatie, die 85% zuivere ethanol produceert, gebruikt ongeveer 4200 - 7000 MJth/m³ en 80 - 120 kWhel/m³ om een kubieke meter ethanol te produceren (Wetter, Brugging 2004). Om zuivere 99,7% ethanol te produceren is ongeveer 11.000 - 15.000 MJth/m³ en 200 - 280 kWhel/m³ (Graboski, 2002) nodig.

Kansen bestaan voor het integreren van ethanol- en biogasproductie. Op deze manier kan warmte uit de biogasproductie aan de ethanolproductie worden geleverd. Verder kan de ethanolinstallatie haar dikke fractie inzetten in de biogasinstallatie. Koppeling van biogas en bioethanol kan ervoor zorgen dat meer gesloten kringlopen ontstaan waarin energie en bijproducten lokaal worden benut. Ook zouden emissies in de landbouw kunnen worden teruggedrongen. De landbouwsector draagt op dit moment ongeveer 12% bij aan de totale broeikasgas emissies in Nederland. Deze aanzienlijke bijdrage komt vooral door de uitstoot van koolstofdioxide (CO₂), methaan (CH₄) en lachgas (N₂O). Niet alle warmte van een biogasinstallatie kan worden geleverd. De vuistregel hier is dat een biogasinstallatie ongeveer een kwart van zijn eigen warmte nodig heeft om de vergister draaiende te houden.

In de tabel 'Energie en Massa balans' is kort een bekende massa- en energiebalans opgenomen voor een bestaande ethanol- en vergistinginstallatie. De ethanolinstallatie produceert jaarlijks 2.500 m³ ethanol. De biogasinstallatie is gekoppeld aan een warmtekracht koppeling (WKK) welke 2.000 MWh elektrisch en 2.600 MWh thermisch produceert. De installatie gebruikt ietwat gedateerde technologie. De toekomstige uitdaging is verdere warmteintegratie.

Energie en massabalans	
Installatie	2.500 m ³ /j
Input	
Tarwe	6.400 ton/j
Mest	4.300 m ³ /j
Maïs	280 ton/j
Vet	1.000 m ³ /j
Motorolie	7 m ³ /j
Thermisch	4.940 MWh/j
Elektrisch	246 MWh/j
Output	
Ethanol	2.500 m ³ /j
Dikke fractie	4.916 m ³ /j
Dunne fractie	11.620 m ³ /j
Fermentatie resten	9.000 m ³ /j
Thermisch	1.950 MWh/j
Elektrisch	1.650 MWh/j

Bron: Wetter en Brugging 2004



BIOETHANOL MARKT

In Nederland en Europa is een grote vraag naar bioethanol ontstaan. Door het besluit van de Europese Unie (2003/30/EG) wordt van elk lidstaat gevraagd om van alle transportbrandstoffen een percentage te laten bestaan uit biobrandstoffen. De hoeveelheid bioethanol ten opzichte van benzine groeit elk jaar en moet in 2010 5,75% op energiebasis en 8,5% op volumebasis bedragen. Dit zou bij het huidige benzineverbruik een hoeveelheid van 450.000 tot 500.000 m³ ethanol per jaar betekenen (Biobrandstof rapportage over 2005, Directoraat-Generaal Milieu). De Nederlandse regering heeft aangegeven de Europese richtlijn te volgen. Het beleid richt zich op het bijmengen van de biobrandstoffen in de fossiele brandstoffen. Het voordeel van bioethanol is dat het kan worden ingezet in de bestaande brandstofinfrastructuur. Bioethanol kan in kleine hoeveelheden worden toegevoegd aan benzine zonder dat voertuigen moeten worden aangepast of dat nieuwe benzinepompen nodig zijn. De Nederlandse overheid heeft gekozen voor verplichte bijmenging om de biobrandstoffenrichtlijnen te implementeren. Dit heeft een markt gecreëerd. Accijnsvrijstelling is een geoorloofd instrument om de industrie te stimuleren, maar wordt door de Nederlandse overheid niet ingezet als middel.

	Percentage biobrandstoffen	
	% Energie-basis	% Volume-basis
2007	2,00	3,02
2008	3,25	4,87
2009	4,50	6,75
2010	5,75	8,52

Bron: Staatsblad 2006, 542

De ethanolmarkt is een Europese markt. Europa kent een kleine ethanolindustrie in vergelijking met Amerika en Brazilië. De totale ethanolproductie in 2005 bedroeg 913.000 m³. En alhoewel de Europese ethanolmarkt nog niet erg is ontwikkeld, groeit deze snel. De snel groeiende vraag heeft de ethanolprijzen in 2006 opgestuwd. In de zomer bereikte de ethanolprijs grote hoogtes onder invloed van hoge olieprijs en krap ethanol aanbod. De prijs van ethanol kan sterk fluctueren. Ethanol experts

verwachten een prijs tussen de € 500 en € 600 per m³ voor ethanol in de nabije toekomst, maar hierover bestaat onzekerheid door de snelle marktontwikkelingen.

EU ethanol productie 2005	
	Ethanol in m ³
Spanje	303.000
Duitsland	165.000
Zweden	153.000
Frankrijk	144.000
Polen	64.000
Hongarije	35.000
Finland	13.000
Litouwen	12.000
Nederland	8
Italië	8
Totaal EU	913.000

Bron: Elio, 2006

De Europese ethanolmarkt is kwetsbaar voor importen en veranderingen in de import restricties. Dit wordt veroorzaakt doordat ethanol uit Brazilië en de Verenigde Staten een lagere kostprijs heeft dan Europees geproduceerde ethanol. Voor geïmporteerde ethanol moet een importheffing van € 192 per kubieke meter worden betaald. In de onderstaande tabel zijn de nu geldende importheffingen weergegeven. De prijs voor ethanol hangt af van toekomstig vraag- en aanbodontwikkelingen, de olieprijs, importheffingen en wisselkoersen en de heersende grondstofprijzen.

	EU importtarief voor ethanol uit niet-EU landen											
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Natureerde ethanol > 80% zuiverheid	€ 300	€ 282	€ 264	€ 246	€ 228	€ 21	€ 192	€ 192	€ 192	€ 192	€ 192	€ 192
Gedatureerde ethanol > 80% zuiverheid	€ 160	€ 150	€ 141	€ 131	€ 121	€ 112	€ 102	€ 102	€ 102	€ 102	€ 102	€ 102

* ge-denatureerde ethanol is ongeschikt voor consumptiedoeleinden

Ethanolproductie in het landelijk gebied vormt een kans om gewassen om te zetten in meer producten met een hoge waarde. De vraag of dit bedrijfseconomisch aantrekkelijk is hangt af van een aantal factoren. De belangrijkste factoren zijn de ethanolprijs en de grondstofkosten. In de tabel rechtsboven zijn de productiekosten opgenomen voor een kleinschalige productiefaciliteit in Duitsland. De Universiteit van Wageningen schat dat de productiekosten voor bioethanol in het landelijk gebied liggen tussen de € 550 en € 630 per m³. Productiekosten kunnen omlaag worden gebracht door goedkopere

Indicatieve productiekosten per m³

Installatie		2.200 m ³	
Grondstof		Tarwe	
Kosten			
Grondstof	€ 312		47%
Afschrijving	€ 100		15%
Arbeid	€ 25		4%
Energie	€ 80		12%
Opwerken	€ 75		11%
Overig	€ 71		11%
Totaal	€ 663		

Opmerking: bestaande installatie in Duitsland
Bron: Wetter en Brugging, 2004

grondstoffen te gebruiken, grotere schaal en/of nieuwe technologie toe te passen en warmteintegratie en bijproducten verder toe te passen⁹. De investeringskosten voor een ethanolinstallatie (85% zuiver) in het landelijk gebied bedragen ongeveer € 700 tot € 1250 per m³ ethanol productiecapaciteit. Het uiteindelijke investeringsbedrag is afhankelijk van een aantal factoren zoals van de grondstofkeuze, het productieproces, het inzetten van een biogasinstallatie etc.

REGELGEVING

Productie, opslag en transport van ethanol vragen om een aantal veiligheidsvoorzieningen en vergunningen. Ethanol wordt in hogere concentraties gekenmerkt als

gevaarlijke stof¹⁰. De eerste productiestappen zijn relatief eenvoudig en risiceloos. Het destilleren van ethanol is een proces met meer veiligheidsrisico's. Tijdens het destilleren kan zich een explosief ethanol-zuurstof mengsel vormen. Echter, dit kan goed beheerst worden door middel van veiligheidssystemen. De destillatiekolommen worden in dit geval uitgerust met antivonk-apparatuur en afzuiginstallaties. Opslag en transport van 99,7% ethanol moet in Nederland voldoen aan dezelfde eisen als benzine¹¹, aanvullend moet het contact met oxiderende materialen¹² worden voorkomen.

9. Een voorbeeld is biogas productie of integratie met kassen. Een aantal partijen in Nederland werken op dit moment aan deze concepten. Meer informatie over deze partijen is beschikbaar bij Bio Energie Noord.

10. Ethanol valt in Nederland in categorie 3.3 ethyl alcohol.

11. <http://www.cdc.gov/niosh/ipcsndut/nduto44.html>

12. Bijvoorbeeld aluminium.

5. Er bestaan verschillende technieken om zuivere ethanol te produceren. Membranen, dmv toevoegingen zoals toluen, en moleculaire zeven

6. Met minder dan 2% droge stof gehalte

7. Met ongeveer 30% droge stof gehalte

8. Wanneer zetmeelhoudende grondstoffen worden gebruikt is in de voorbehandelingsstap koude nodig